

**Wydział Nowych Technologii i Chemii**  
**Wojskowa Akademia Techniczna**  
ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2,  
00-908 Warszawa

za pośrednictwem:  
**Rady Doskonałości Naukowej**  
pl. Defilad 1  
00-901 Warszawa  
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Bartłomiej Jankiewicz  
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Wojskowa Akademia Techniczna/Instytut Optoelektroniki  
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

## Wniosek

z dnia 22 września 2023 r.

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk inżynieryjno-technicznych** w dyscyplinie<sup>1</sup> **inżynieria materiałowa**.

Osiągnięcia stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego według 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.) to cykl powiązanych tematycznie 10 artykułów naukowych.

Tytuł osiągnięcia naukowego:

**Nanomateriały plazmoneczne do zastosowań w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana i fotokatalizie**

Wniosuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu **tajnym/jawnym**<sup>\*2</sup>

*Zostałem poinformowany, że:*

*Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).*

*Kontakt za pośrednictwem e-mail: [kancelaria@rdn.gov.pl](mailto:kancelaria@rdn.gov.pl), tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art.*

*232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.*

*Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie [www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rod.html](http://www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rod.html)*

  
.....  
(podpis wnioskodawcy)

<sup>1</sup> Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

<sup>2</sup> \* Niepotrzebne skreślić.

Załączniki:

Zał. nr 1: Dane wnioskodawcy.

Zał. nr 2: Kopia dokumentu poświadczającego posiadanie stopnia doktora nauk chemicznych.

Zał. nr 3: Autoreferat.

Zał. nr 4: Wykaz osiągnięć naukowych.

Zał. nr 5: Oświadczenia współautorów.

# **Autoreferat**

Bartłomiej Jankiewicz

## Spis treści

1. Dane podstawowe .....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe .....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych .....	4
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy. ....	5
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.....	5
4.2. Wyszczególnienie pozycji osiągnięcia naukowego.....	5
4.3. Opis celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania .....	7
4.3.1 Wstęp. Motywacja i tło naukowe badań.....	7
4.3.3 Wytwarzanie nanomateriałów plazmonicznych.....	13
4.3.4 Badanie nanomateriałów plazmonicznych.....	25
4.3.5 Zastosowanie nanomateriałów plazmonicznych w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana i fotokatalizie .....	29
4.4. Opis badań powiązanych tematycznie z osiągnięciem, ale nieprzedstawionych do oceny w postępowaniu habilitacyjnym.....	33
5. Informacja o pozostałych osiągnięciach naukowo-badawczych w tym o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. ....	46
5.1. Działalność prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora.....	46
5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora .....	48
5.3. Wyszczególnienie pozycji osiągnięcia naukowego .....	58
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę. ....	59
7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.....	65

## 1. Dane podstawowe

**Imiona i nazwisko:** Bartłomiej Jerzy Jankiewicz

**Data i miejsce urodzenia:** 9 sierpnia 1980, Reszel

### **Miejsce pracy:**

Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie  
Instytut Optoelektroniki  
Zakład Technologii Optoelektronicznych  
ul. gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
e-mail: bartlomiej.jankiewicz@wat.edu.pl

**Web of Science ResearcherID:** B-2201-2012

**ORCID:** 0000-0002-1172-8764

## 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

### **Stopień naukowy doktora nauk chemicznych**

**jednostka nadająca stopień:** Wydział Chemii, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA

**data nadania stopnia:** 20 grudnia 2008 r.

**dysciplina:** chemia

**specjalność:** fizyczna chemia organiczna

**tytuł rozprawy:** "Gas-phase studies on the reactivity of charged, aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradicals by using distonic ion approach and Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance (FT-ICR) Mass Spectrometry."

**promotor rozprawy:** Prof. Hilikka I. Kenttämäa

**Nostryfikacja stopnia doktora została zatwierdzona na Wydziale Chemii Politechniki Warszawskiej w dn. 29.06.2009 r.**

### **Tytuł magistra inżyniera chemii**

**jednostka nadająca tytuł:** Wydział Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej Wojskowej Akademii Technicznej

**data uzyskania tytułu:** 22 czerwca 2004 r.

**kierunek:** chemia

**specjalność:** obrona przeciwchemiczna

**temat pracy magisterskiej:** „Synteza i badanie właściwości fizykochemicznych dwu- i trójpięściennych estrów zawierających atom fluoru w położeniu lateralnym cząsteczki”

**promotor:** dr Witold Drzewiński

**ocena ukończenia studiów:** bardzo dobry

**Studia ukończone z II lokatą – Nagroda Ministra Obrony Narodowej**

### **3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**

**Luty 2018 - obecnie** – Adiunkt naukowo-dydaktyczny (st. wojskowy: podpułkownik); Zakład Technologii Optoelektronicznych, Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

**Lipiec 2014 - luty 2018** – Adiunkt naukowo-dydaktyczny (st. wojskowy: major); Zakład Technologii Optoelektronicznych, Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

**Lipiec 2011 - lipiec 2014** – Asystent naukowo-dydaktyczny (st. wojskowy: kapitan); Zakład Technologii Optoelektronicznych, Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

**Styczeń 2010 - lipiec 2011** – Inżynier (st. wojskowy: kapitan); Zakład Technologii Optoelektronicznych, Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

**Styczeń 2009 - styczeń 2010** – Inżynier (st. wojskowy: porucznik), Instytut Chemii, Wydział Nowych Technologii i Chemii, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

**Sierpień 2004 - grudzień 2008** – Pracownik naukowy – Doktorant (st. wojskowy: podporucznik), Wydział Chemii, Purdue University, West Lafayette, IN, USA

#### 4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.

##### 4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, w rozumieniu art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.) będące podstawą do wszczęcia i przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego, habilitant przedstawia cykl publikacji powiązanych tematycznie ujętych pod wspólnym tytułem:

#### **Nanomateriały plazmoneczne do zastosowań w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana i fotokatalizie**

##### 4.2. Wyszczególnienie pozycji osiągnięcia naukowego

Poniżej w porządku chronologicznym wymienione zostały publikacje stanowiące podstawę mojego wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego w dyscyplinie inżyniera materiałowa (H1-H10). We wszystkie prace przedstawione do oceny w ramach postępowania habilitacyjnego wniosłem znaczący wkład. W większości wymienionych publikacji byłem pomysłodawcą tematyki badań, pozyskałem środki na ich realizację, tworzyłem plan badań eksperymentalnych, nadzorowałem je merytorycznie i sam aktywnie brałem w nich udział. Byłem również główną osobą odpowiedzialną za przygotowanie publikacji i ich opublikowanie.

Cykl publikacji powiązanych tematycznie tworzących wskazane osiągnięcie obejmuje:

- H1. Ł. Gutowski, M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, J.L. Weyher, **B.J. Jankiewicz** „Investigation of organic monoradicals reactivity using surface-enhanced Raman Spectroscopy” *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.* **2022**, 278, 121312.  
**IF = 4,400 (2022) MEiN (MNiSW) = 140. Autor korespondencyjny.**
- H2. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Michalska-Domańska, Z. Mierczyk, **B.J. Jankiewicz** „Fabrication of Ag-modified hollow titania spheres via controlled silver diffusion in Ag–TiO<sub>2</sub> core–shell nanostructures” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2020**, 11, 141–146.  
**IF = 3,649 (2020) MEiN (MNiSW) = 100. Autor korespondencyjny.**
- H3. B. Budner, M. Kuźma, B. Nasiłowska, B. Bartosewicz, M. Liszewska, **B.J. Jankiewicz** „Fabrication of silver nanoisland films by Pulsed Laser Deposition for surface-enhanced Raman spectroscopy” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2019**, 10, 882-893.  
**IF = 2,612 (2019), MEiN (MNiSW) = 100. Autor korespondencyjny.**
- H4. B. Bartosewicz, P.O. Andersson, I. Dziegielewski, **B.J. Jankiewicz**, J.L. Weyher „Nanostructured GaN sensors for Surface Enhanced Raman Spectroscopy” *Mater. Sci. Semicond. Process.* **2019**, 91, 97-101.  
**IF = 3,085 (2019), MEiN (MNiSW) = 70.**

- H5. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, B. Nasiłowska, M. Szala, J.L. Weyher, I. Dzieciielewski, Z. Mierczyk, **B.J. Jankiewicz** „Evaluation of selected SERS substrates for trace detection of explosive materials using portable Raman systems" *Vib. Spectrosc.* **2019**, *466*, 554-561.  
**IF = 1,917 (2019), MEiN (MNiSW) = 40. Autor korespondencyjny.**
- H6. B. Bartosewicz, K. Bujno, M. Liszewska, B. Budner, P. Bazarnik, T. Płociński, **B.J. Jankiewicz** „Effect of Citrate Substitution by Various  $\alpha$ -Hydroxycarboxylate Anions on Properties of Gold Nanoparticles Synthesized by Turkevich Method" *Colloids Surf. A* **2018**, *549*, 25-33.  
**IF = 3,131 (2018), MEiN (MNiSW) = 30 (punktacja 2018), 70 (nowa punktacja). Autor korespondencyjny.**
- H7. B. Bartosewicz, M. Michalska-Domańska, M. Liszewska, D. Zasada, **B.J. Jankiewicz** „Synthesis and Characterization of Noble Metal–Titania Core–Shell Nanostructures with a Tunable Shell Thickness" *Beilstein J. Nanotechnol.* **2017**, *8*, 2083-2093.  
**IF = 2,968 (2017), MEiN (MNiSW) = 30 (punktacja 2017), 100 (nowa punktacja). Autor korespondencyjny.**
- H8. P. Dobrowolska, A. Krajewska, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Application of Turkevich Method for Gold Nanoparticles Synthesis to Fabrication of SiO<sub>2</sub>@Au and TiO<sub>2</sub>@Au Core-Shell Nanostructures" *Materials* **2015**, *8(6)*, 2849-2862.  
**IF = 2,651 (2015), MEiN (MNiSW) = 35 (punktacja 2015), 140 (nowa punktacja). Autor korespondencyjny.**
- H9. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz**, „Chemical approach to fabrication of semicontinuous Au nanolayers for SERS applications" *Photonics Lett. Pol.* **2013**, *5*, 48-50.  
**IF = nie posiada, MEiN (MNiSW) = 10 (punktacja 2013), 40 (nowa punktacja). Autor korespondencyjny.**
- H10. **B.J. Jankiewicz**, J. Choma, D. Jamiola, M. Jaroniec. „Silica-metal Core-shell Nanostructures" *Adv. Colloid Interface Sci.* **2012**, *170*, 28–47.  
**IF = 6,169 (2012), MEiN (MNiSW) = 40 (punktacja 2012), 200 (nowa punktacja).**



### **4.3. Opis celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

#### **Nanomateriały plazmoneczne do zastosowań w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana i fotokatalizie**

##### **4.3.1 Wstęp. Motywacja i tło naukowe badań**

Jedną z najintensywniej rozwijanych obecnie dziedzin nauki jest inżynieria materiałowa, w której badania dedykowane są wytwarzaniu i badaniu zaawansowanych materiałów dla różnych zastosowań. Grupę materiałów cieszących się w ostatnich latach szczególnym zainteresowaniem naukowców są nanomateriały, które według rekomendacji Komisji Europejskiej definiowane są jako naturalny, powstały przypadkowo lub wytworzony materiał zawierający cząstki w stanie swobodnym lub w formie agregatu bądź aglomeratu, w którym co najmniej 50% lub więcej cząstek w liczbowym rozkładzie wielkości cząstek ma jeden lub więcej wymiarów w zakresie 1–100 nm [1]. Cząstka w powyższej definicji oznacza drobinę materii o określonych granicach fizycznych; aglomerat oznacza zbiór słabo powiązanych cząstek lub agregatów, w którym ostateczna wielkość powierzchni zewnętrznej jest zbliżona do sumy powierzchni poszczególnych składników; natomiast agregat oznacza cząstkę zawierającą silnie powiązane lub stopione cząstki. Według klasyfikacji wymiarowej wyróżnić możemy następujące homo- i heterogeniczne nanomateriały:

- zero-wymiarowe (punktowe) – materiały mające wszystkie wymiary w skali nano np. nanocząstki,
- jednowymiarowe – materiały mające dwa wymiary w skali nano, a trzeci nie, np. nanodruty, nanorurki,
- dwuwymiarowe – materiały mające jeden wymiar w skali nano, a pozostałe dwa nie, np. nanopowłoki, nanofolie,
- trójwymiarowe (nanokrystaliczne) – materiały, w których żaden z wymiarów nie jest w skali nano np. materiały nanokrystaliczne, nanokompozyty.

Zainteresowanie nanomateriałami wynika nie tylko z ich małych rozmiarów, ale przede wszystkim z ich elektronicznych, optycznych, magnetycznych lub chemicznych właściwości, które nie są obserwowane dla materiałów o tym samym składzie chemicznym w skali makro [2-11]. Przykładowo, materiały niereaktywne lub o małej reaktywności w skali makro zyskują właściwości katalityczne w skali nano (platyna i złoto), izolatory zmieniają się w przewodniki, a materiały stabilne zaczynają być łatwopalne (glin). Głównymi czynnikami wpływającymi na różnicę we właściwościach nanomateriałów i makrostruktur zbudowanych z tych samych atomów są kwantowy efekt rozmiaru i pole powierzchni struktur. Efekty kwantowo-

mechaniczne nabierają znaczenia w przypadku niewielkich wymiarów struktur i powodują zmiany właściwości chemicznych oraz fizycznych w porównaniu do struktur z tego samego materiału w skali makro. Właściwościami zależnymi od wymiarów układu są również właściwości optyczne, magnetyczne, cieplne oraz przewodnictwo elektryczne i wytrzymałość mechaniczna. Czynnikiem wpływającym na właściwości nanomateriałów są również zmiany zachodzące w strukturze w porównaniu do materiałów makroskopowych. Przykładowo nanocząstki mają rozbudowaną powierzchnię właściwą i charakteryzują się dużym stosunkiem powierzchni do objętości ziaren. Wyższa energia oddziaływań atomów na powierzchni przyczynia się do zmiany energii wiązań chemicznych (zmianie ulega napięcie międzyfazowe lub powierzchniowe). Niewielkie rozmiary nanokryształów powodują, że niemożliwe jest tworzenie się węzłów nieobsadzonych atomami w sieci krystalicznej (wakansów) oraz defektów liniowych w sieci (dyslokacje).

Właściwości nanomateriałów zależne są przede wszystkim od rozmiaru, kształtu oraz składu chemicznego. Skład chemiczny ma szczególne znaczenie w przypadku struktur hybrydowych. W zależności od rodzajów materiałów wpływ na ich właściwości, oprócz wymiarów i kształtu, będą miały również inne parametry, takie jak struktura krystaliczna czy modyfikacja ich powierzchni. Redukcja układu ze skali makroskopowej do nanostruktury w rezultacie wymienionych powyżej efektów może spowodować zmianę:

- **właściwości termicznych;** nanocząstki złota wykazują znacznie niższą temperaturę topnienia w porównaniu od mikrokryształu. Jest to spowodowane wzrostem energii powierzchniowej, która bezpośrednio wpływa na parametry termiczne materiału.
- **właściwości mechanicznych;** wzrost odporności na pękanie, sprężystości i wytrzymałości struktur nanometrycznych spowodowany jest utrudnionym tworzeniem się defektów w sieci krystalicznej. Jako przykład można podać nanorurki wykonane z węgla charakteryzujące się dużą wytrzymałością i giętkością.
- **właściwości strukturalnych;** wzrost energii powierzchniowej oraz powierzchni właściwej wywołuje zmiany w odległościach międzyatomowych w koloidach, co można tłumaczyć zwiększeniem się ciśnienia wewnętrznego. Zmiany strukturalne powodują również powstawanie cząstek stabilnych wyłącznie w skali nanometrycznej. Przykładem mogą być quasi-krystaliczne struktury w postaci wielościanów wielokrotnie zbliżonych, mających oś pięciokrotną, nie występującą w nieskończonych kryształach.
- **właściwości optycznych;** istnieje wiele różnych zjawisk optycznych zależnych od wielkości cząstek np. fotoprzewodnictwo, fotokataliza, elektroluminescencja czy

fotoemisja. Zmniejszenie materiału do nanomateriału powodują zmianę energii orbitalnych, a także położenia pasm w przypadku ciała stałego. Najistotniejsze zmiany zachodzą w paśmie walencyjnym oraz w paśmie przewodnictwa. Przejścia między tymi poziomami wpływają na energię absorpcji i emisji, powodując zmianę właściwości optycznych, zauważalną na przykład dla złota. Barwa koloidalnego roztworu złota ulega zmianie podczas zwiększania rozmiarów cząstek, co związane jest ze zwiększającym się udziałem rozpraszania światła.

- **właściwości chemicznych**; w znacznym stopniu rozdrobnienie substancji wpływa na jej reaktywność. Katalizatory zbudowane z nanomateriałów powodują zwiększenie selektywności, wydajności i szybkości reakcji chemicznych, jednocześnie zmniejszając liczbę produktów ubocznych.

Najczęściej badanymi nanomateriałami, głównie ze względu na stosunkowo łatwe metody ich wytwarzania, są nanocząstki. Najpopularniejsze i najczęściej wytwarzane i wykorzystywane są nanocząstki sferyczne, jednakże dzięki dużym postępom wiedzy możliwe jest wytwarzanie nanocząstek o różnych kształtach, w tym trójkątów, płytek, sześciątów, gwiazdek, owali, pręcików i wielu innych. Opracowane dotychczas metody pozwalają na wytwarzanie nanocząstek o różnych wielkościach. Możliwe jest także wytwarzanie tzw. nanomateriałów hybrydowych, których przykładem są nanomateriały typu core-shell. Tego typu połączenie dwóch materiałów bardzo często niesie ze sobą znaczące poprawienie właściwości nowo powstałego nanomateriału w porównaniu do podobnych nanomateriałów wykonanych tylko z samych materiałów wyjściowych. Obecnie nanocząstki różnych materiałów znajdują zastosowania w wielu dziedzinach naszego życia. Nanocząstki dwutlenku tytanu używane są w filtrach UV, w farbach oraz jako fotokatalizatory. Nanocząstki srebra ze względu na swoje właściwości antybakteryjne zaczęto stosować w lodówkach, ubraniach czy też opatrunkach. Nanocząstki złota używane są między innymi w testach ciążyowych.

**Małe rozmiary, możliwość kontrolowania właściwości nanomateriałów poprzez modyfikację ich parametrów strukturalnych oraz idące za tym szerokie spektrum możliwych zastosowań sprawiły, że już od wielu lat nanomateriały znajdują się również w kręgu zainteresowań przemysłu zbrojeniowego i armii.** Liderem rozwoju aplikacji opartych na nanotechnologii do celów wojskowych i obrony narodowej są Stany Zjednoczone. Z pewnością nie bez znaczenia pozostaje tu fakt, że kraj ten jest bezapelacyjnym liderem w kwestii wydatków na obronność, a wydatki na B+R stanowią kilkanaście procent rocznego budżetu Departamentu Obrony USA. Wydatki armii amerykańskiej stanowią 90% światowego finansowania nanotechnologii wojskowych, [12,13] czyniąc Departament Obrony USA

największym wojskowym fundatorem badań w obszarze nanotechnologii na świecie. Obecnie badania w dziedzinie nanotechnologii prowadzone są przez wszystkie oddziały amerykańskich sił zbrojnych, w tym Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), Office of Naval Research (ONR), Army Research Office (ARO) i Air Force Office of Scientific Research (AFOSR) [14].

W 2000 r. rząd USA zintegrował wszystkie zasoby agencji federalnych, w tym National Science Foundation, Departamentu Obrony, Departamentu Energii, Departamentu Zdrowia i Usług dla Ludności (NIH), Narodowego Instytutu Standaryzacji i Technologii (NIST), Narodowej Agencji Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA), Agencji Ochrony Środowiska (EPA), Departamentu Bezpieczeństwa Wewnętrznego Stanów Zjednoczonych, Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (USDA) oraz Departamentu Sprawiedliwości i zainicjował program National Nanotechnology Initiative (NNI). NNI wyznaczył cztery cele: (1) rozwój światowej klasy programu badań i rozwoju nanotechnologii; (2) wspieranie transferu nowych technologii i ich wdrożenia dla korzyści komercyjnych i publicznych; (3) rozwój i utrzymanie zasobów edukacyjnych, wykwalifikowanej siły roboczej oraz infrastruktury i narzędzi wspierających rozwój nanotechnologii oraz (4) wspieranie odpowiedzialnego rozwoju nanotechnologii. NNI pozwoliło na znaczące przyspieszenie badań w obszarze nanotechnologii w USA.

W kolejnych latach Departament Obrony USA utworzył dwa instytuty badawcze, których badania są poświęcone wyłącznie nanotechnologiom dla zastosowań w obronności. W 2001 roku w Naval Research Laboratory został utworzony the Institute for Nanoscience mający na celu prowadzenie wysoce innowacyjnych, interdyscyplinarnych badań na skrzyżowaniu dziedzin inżynierii materiałowej, elektroniki i biologii w nanoskali [15]. W roku 2002 na Massachusetts Institute of Technology (MIT) utworzono Institute for Soldier Nanotechnologies (ISN) [16]. Misją ISN jest pomoc Armii USA w radykalnej poprawie ochrony i przetrwania żołnierzy na polu walki poprzez rozwój nanotechnologii. Przyczynić się mają do tego prowadzone badania podstawowe oraz wdrażanie wyników tych badań dzięki współpracy z armią i partnerami przemysłowymi.

Ogromne zainteresowanie USA, jak i innych krajów rozwiniętych rozwojem nanotechnologii pod kątem zastosowań wojskowych świadczy o tym, iż jest to obszar badawczy dający bardzo duże możliwości dla rozwoju krajowych zdolności. **W swojej pracy badawczej skupiam się na wytwarzaniu i badaniu nanomateriałów plazmowych, których potencjalne zastosowanie w aplikacjach wojskowych związane jest między**

**innymi z detekcją materiałów niebezpiecznych, jak również z neutralizacją tych zagrożeń poprzez procesy fotokatalityczne.**

Nanomateriały plazmoneczne są grupą nanomateriałów, które swoje właściwości fizykochemiczne zawdzięczają występowaniu zjawiska rezonansu plazmonowego. Plazmon to oscylacje elektronów swobodnych w nanostrukturze metalicznej lub półprzewodnikowej wzbudzone przez padającą falę elektromagnetyczną. W zależności od rodzaju nanoobjektu metalicznego rozróżniane są dwa typy rezonansów, plazmonowy rezonans powierzchniowy (z ang. Surface Plasmon Resonance, SPR) dla ciągłych warstw metalicznych oraz zlokalizowany powierzchniowo rezonans plazmonowy (z ang. Localized Surface Plasmon Resonance, LSPR) dla nanocząstek metalicznych. Plazmonowy rezonans powierzchniowy to oscylacje elektronów swobodnych propagujące się w płaszczyźnie równoległej do kontaktu metal/dielektryk cienkiej planarnej warstwy metalicznej [17,18]. Natomiast zlokalizowany powierzchniowo rezonans plazmonowy to oscylacje elektronów swobodnych nanocząstki metalicznej. LSPR nanocząstki metalicznej w dielektrycznej osnowie (także powietrze) prowadzi do koncentracji energii pola elektromagnetycznego przy powierzchni metal-dielektryk w obszarach o nanometrowych rozmiarach i powstawania tzw. „gorących punktów” (z ang. „hot spots”) [19]. Dzięki tej właściwości nanomateriały plazmoneczne mogą powodować wzmocnienie absorpcji [20], luminescencji [21,22], rozpraszania [23,24] i innych oddziaływań promieniowania elektromagnetycznego z cząsteczkami związków chemicznych znajdujących się w obszarze gorących punktów. Ta właściwość sprawia, że nanomateriały plazmoneczne znajdują zastosowanie m.in. w detekcji i identyfikacji substancji niebezpiecznych za pomocą powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana (SERS – ang. Surface Enhanced Raman Scattering) [23,25-27] i powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii absorpcyjnej w zakresie IR (SEIRA – ang. Surface Enhanced Infrared Absorption) [20,23,25], jak również w fotokatalizie czy fotowoltaice.

Materiałami tradycyjnie używanymi w plazmonece i charakteryzującymi się występowaniem rezonansu plazmonowego w całym zakresie spektralnym (od nadfioletu do mikrofal) są srebro i złoto. Zjawisko rezonansu jest również obserwowane dla takich metali jak miedź czy glin, jednakże ich wysoka reaktywność ogranicza ich praktyczne wykorzystanie. W związku z tym, że metale szlachetne są drogimi materiałami o stosunkowo wysokich stratach optycznych na świecie poszukuje się materiałów alternatywnych, które mogłyby zastąpić dotychczas stosowane materiały konwencjonalne. Interesującą grupą takich materiałów posiadających rezonans plazmonowy dla zakresu światła widzialnego są azotki metali przejściowych.

Nanomateriały plazmoneczne opisane dotychczas w literaturze występują w szerokim spektrum form począwszy od najprostszych nanocząstek, które mogą przyjmować różne kształty (sferyczne, gwiazdki, pręciki, trójkątne płytki itd.) i rozmiary (w zakresie 1-100 nm), poprzez mono- i poliwarstwy nanocząstek, nanowarstwy, czy też nanomateriały hybrydowe, np. typu core-shell. Wytwarzanie, jak również modyfikacja nanomateriałów plazmonecznych może być realizowane za pomocą metod chemicznych i fizycznych.

#### Literatura:

- [1] <https://euon.echa.europa.eu/pl/definition-of-nanomaterial>. Data dostępu:25.09.2023 r.
- [2] C. Burda, X. Chen, R. Narayanan, M. A. El-Sayed, *Chem. Rev.*, **2005**, *105*, 1025-1102.
- [3] M. A. El-Sayed, *Acc. Chem. Res.*, **2001**, *34*, 257-264.
- [4] P. Michler, A. Imamoglu, M. D. Mason, P. J. Carson, G. F. Strouse, S. K. Buratto, *Nature*, **2000**, *406*, 968-970.
- [5] P. K. Jain, X. Huang, I. El-Sayed, M. A. El-Sayed, *Plasmonics*, **2007**, *2*, 107-118.
- [6] E. Hao, G. C. Schatz, J. T. Hupp, *J. Fluoresc.*, **2004**, *14*, 331-341.
- [7] S. Sun, C. B. Murray, D. Weller, L. Folks, A. Moser, *Science*, **2000**, *287*, 1989-1992.
- [8] M. Nirmal, L. Brus, *Acc. Chem. Res.*, **1999**, *32*, 407-414.
- [9] C. B. Murray, C. R. Kagan, M. G. Bawendi, *Science*, **1995**, *270*, 1335-1338.
- [10] K. Jacobs, D. Zaziski, E. C. Scher, A. B. Herhold, A. P. Alivisatos, *Science*, **2001**, *293*, 1803-1806.
- [11] C. Noguez, *J. Phys. Chem. C*, **2007**, *111*, 3806-3819.
- [12] ETC Group. (2010, Dec. 16). The big downturn? Nanogeopolitics. (Rep.). Author. [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/pdf\\_file/nano\\_big4web.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/pdf_file/nano_big4web.pdf). Data dostępu:25.09.2023 r.
- [13] H. Dong, Y. Gao, P. J. Sinko, Z. Wu, J. Xu, L. Jia. *Nano Today*, **2016**, *11*, 7-12.
- [14] J. S. Tate, S. Espinoza, D. Habbit, C. Hanks, W. Trybula, D. Fazarro *J. Technol. Studies*, **2015**, *41*, 20-28.
- [15] <https://www.nrl.navy.mil/nanoscience/>. Data dostępu:25.09.2023 r.
- [16] <http://isn.mit.edu/>. Data dostępu:25.09.2023 r.
- [17] S. A. Maier, *Plasmonics: Fundamentals and Applications*, Springer, 2007.
- [18] A. V. Zayats, I. I. Smolyaninov, and A. A. Maradudin, *Physics Reports* **2005**, *408*, 131.
- [19] V. M. Shalaev, R. Botet, and A. V. Butenko, *Phys. Rev. B*, **1993**, *48*, 6662.
- [20] A. Hartstein, J. R. Kirtley, and J. C. Tsang, *Phys. Rev. Lett.*, **1980**, *45*, 201.
- [21] J. R. Lakowicz, Y. B. Shen, S. D'Auria, J. Malicka, J. Y. Fang, Z. Gryczynski, I. Gryczynski, *Anal. Biochem.* **2002**, *301*, 261.
- [22] L. Bujak, D. Piatkowski, S. Mackowski, S. Wormke, C. Jung, C. Brauchle, A. Agarwal, N. A. Kotov, T. Schulte, E. Hofmann, T. H. P. Brotsudarmo, H. Scheer, A. O. Govorov, and R. G. Hiller, *Acta Phys. Pol. A*, **2009**, *116*, S22.
- [23] W. B. Cai, T. Amano, and M. Osawa, *J. Electroanal. Chem.*, **2001**, *500*, 147.
- [24] M. A. Noginov, G. Zhu, M. Bahoura, J. Adegoke, C. Small, B. A. Ritzo, V. P. Drachev, and V. M. Shalaev, *Appl. Phys. B*, **2007**, *86*, 455.

- [25] F. Le, D. W. Brandl, Y. A. Urzhumov, H. Wang, J. Kundu, N. J. Halas, J. Aizpurua, and P. Nordlander, *ACS Nano*, **2008**, 2, 707.
- [26] V. P. Drachev, M. D. Thoreson, V. Nashine, E. N. Khaliullin, D. Ben-Amotz, V. J. Davisson, and V. M. Shalaev, *J. Raman Spectrosc.* **2005**, 36, 648.
- [27] V. P. Drachev, M. D. Thoreson, E. N. Khaliullin, V. J. Davisson, and V. M. Shalaev, *J. Phys. Chem. B*, **2004**, 108, 18046.

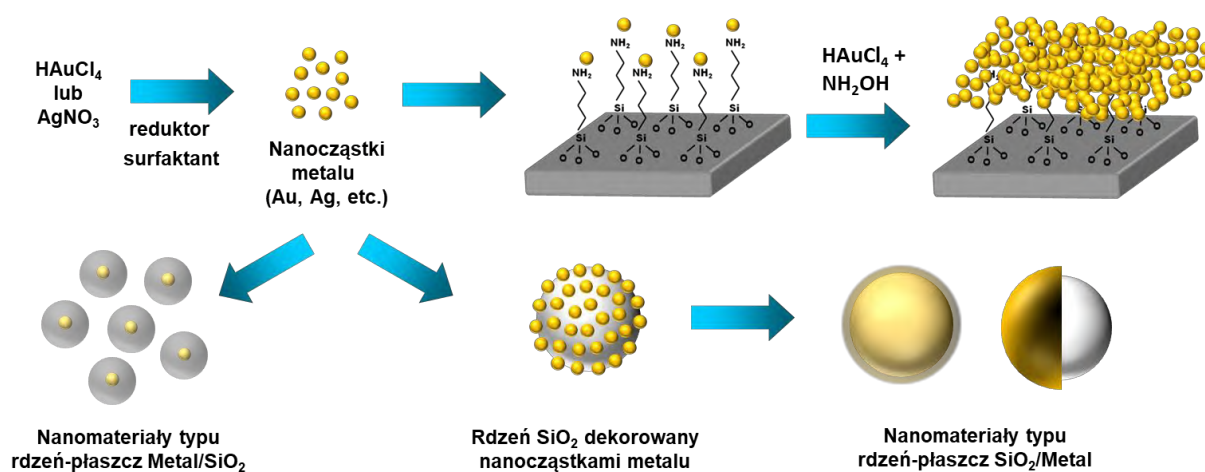
### 4.3.3 Wytwarzanie nanomateriałów plazmonicznych

Opracowanie metod kontrolowanego wytwarzania nanomateriałów o określonych parametrach strukturalnych, a przez to i właściwościach fizyko-chemicznych, jest krytyczne dla ich zastosowań. **Dlatego też jednym z głównym celów moich prac badawczych było zdobycie wiedzy i umiejętności pozwalających na wytwarzanie i modyfikację nanomateriałów plazmonicznych pod kątem różnych aplikacji z głównym naciskiem na wzmocnione powierzchniowo techniki spektroskopowe, fotokatalizę oraz fotowoltaikę.** Istotnie do pozyskania tych zdolności przyczyniła się realizacja kierowanych przeze mnie projektów badawczych, w tym projektu MNiSW pt. „Nanostruktury plazmonowe do wzmacniania sygnałów spektralnych materiałów biologicznych” oraz projektu NCN SONATA pt. „Wpływ budowy plazmonowych nanostruktur core-shell na bazie tlenku tytanu i metali szlachetnych na ich właściwości optyczne i fotoelektryczne”. Realizacja tych prac pozwoliła mi na zdobycie doświadczenia w wytwarzaniu metodami chemicznymi i fizycznymi między innymi:

- nanomateriałów plazmonicznych w postaci nanocząstek i nanowarstw do detekcji materiałów chemicznych i biologicznych (w tym broni chemicznej i biologicznej oraz symulantów) w oparciu o powierzchniowo wzmocnioną spektroskopię Ramana i/lub wzmocnioną powierzchniowo fluorescencję;
- hybrydowych nanomateriałów plazmonicznych w postaci nanomateriałów typu core-shell do zastosowań w fotokatalizie (między innymi pod kątem dekontaminacji materiałów niebezpiecznych i oczyszczania wody) oraz w fotowoltaice, w celu uzyskania dużej sprawności generacji fotoprądu w ogniwach III generacji;
- nanomateriałów hybrydowych złożonych z nanocząstek (metalicznych lub tlenkowych) oraz ciekłych kryształów do poprawy parametrów kontrolowania właściwości światłowodów fotonicznych wypełnianych ciekłymi kryształami.

**Nanocząstki plazmoniczne** są jedną z najprostszych, a jednocześnie jedną z najczęściej badanych form nanomateriałów plazmonicznych. Nanocząstki same w sobie stanowią interesujący obiekt do badań, co związane jest z mnogością ich zastosowań. Jednakże mogą

one również stanowią budulec bardziej złożonych nanomateriałów, tak jak to pokazano na Rysunku 4.1. W swojej pracy badawczej zajmowałem i zajmuję się syntezą nanocząstek metalicznych (głównie złota i srebra), jak również używam ich do wytwarzania monowarstw nanocząstek oraz nieciągłych warstw metalicznych metodami chemicznymi. Nanocząstki stanowią również budulec nanomateriałów typu rdzeń-płaszcz. W tego typu nanomateriałach mogą być one rdzeniem, który otaczany jest płaszczem z innego metalu lub też materiału takiego jak na przykład krzemionka bądź dwutlenek tytanu. Nanocząstki mogą być również użyte do dekorowania rdzenia zbudowanego z innego materiału (krzemionka, dwutlenek tytanu), a tak utworzona cząstka po dalszej redukcji może zostać przekształcona w cząstkę typu rdzeń-płaszcz z nieciągłym lub ciągłym metalicznym płaszczem wokół rdzenia.



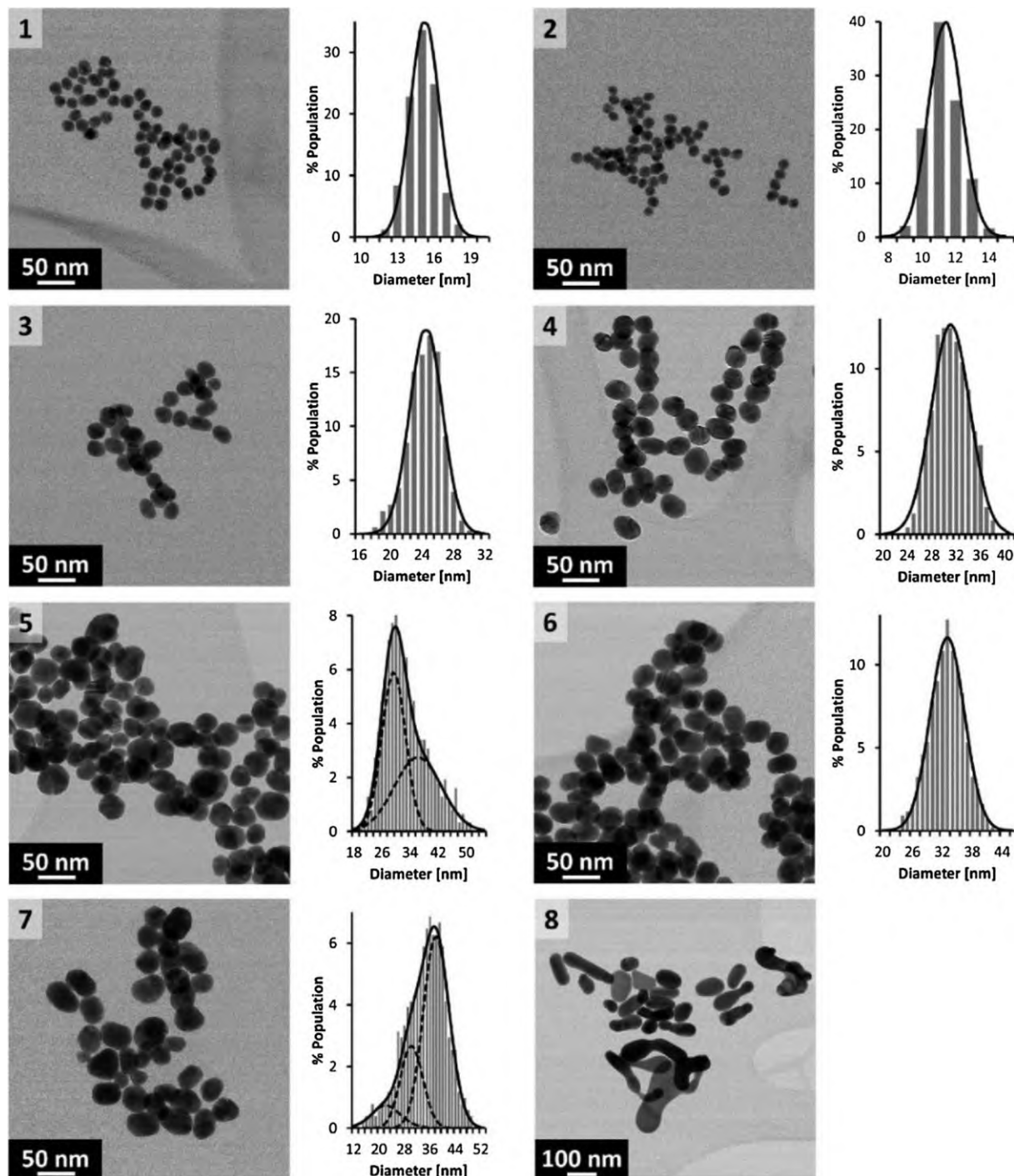
**Rysunek 4.1.** Wytwarzanie nanocząstek metalicznych oraz innych nanomateriałów z ich zastosowaniem (skala nie została zachowana).

Syntezie nanocząstek złota poświęcony jest między innymi mój artykuł w *Colloids and Surfaces A* [H6]. W artykule opisane zostały moje badania nad modyfikacją jednej z najczęściej stosowanych metod syntezy nanocząstek złota, a mianowicie metody Turkevich'a, w której sole złota redukowane są z zastosowaniem cytrynianu sodu. **Istotnym osiągnięciem moich badań było pokazanie, iż metoda ta nie ogranicza się jedynie do cytrynianu sodu, ale może być rozszerzona na sole innych  $\alpha$ -hydroksykwasów. Jednakże tylko  $\alpha$ -hydroksykarboksylany o podobnej strukturze chemicznej do cytrynianu i dające w pierwszym etapie podobny produkt utleniania można zastosować w syntezie stabilnych monodispersyjnych quasi-sferycznych nanocząstek złota (Rysunek 4.2).**

Synteza z zastosowaniem innych  $\alpha$ -hydroksykarboksylanów prowadziła do nanocząstek złota o wielomodalnym rozkładzie wielkości lub dużych cząstek (>100 nm) o nieregularnych kształtach. W pracy pokazałem również, jak parametry strukturalne

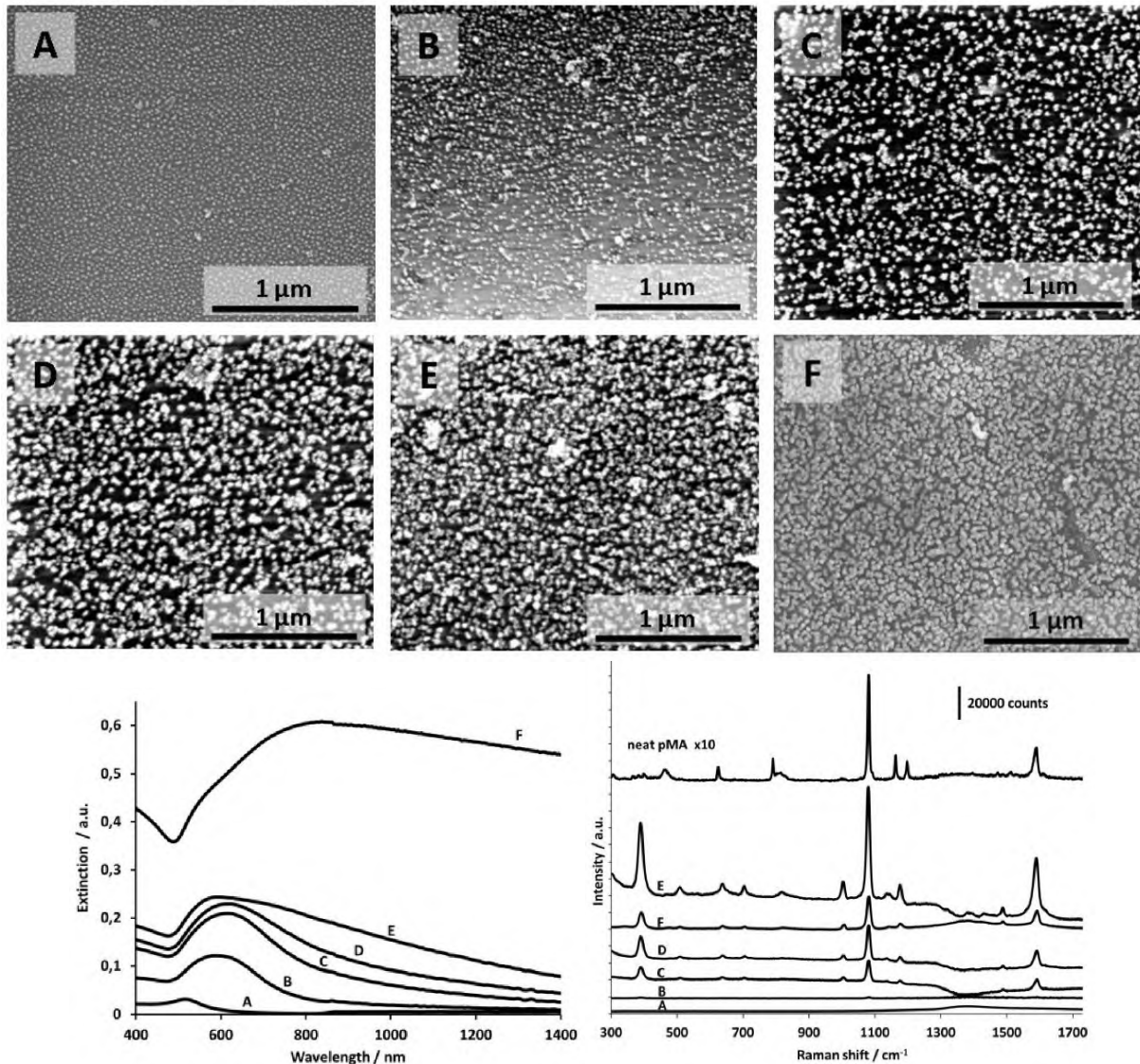


otrzymywanych nanocząstek wpływają na ich właściwości optyczne. Moje badania wniosły również wkład w lepsze zrozumienie mechanizmu reakcji redukcji soli złota z zastosowaniem  $\alpha$ -hydroksykarboksylanu, co jest zagadnieniem niezwykle istotnym dla osiągnięcia lepszej kontroli nad produktami reakcji, jakimi są nanocząstki złota.



**Rysunek 4.2.** Obrazy STEM i rozkłady wielkości określone na podstawie ich analizy dla nanocząstek złota zsyntetyzowanych z zastosowaniem: cytrynianu (1), hydroksycytrynianu (2), mezoksalanu (3), winianu (4), jabłczanu (5), tartronianu (6), śluzanu (7) oraz migdałanu (8).

Zsyntetyzowane nanocząstki złota zostały użyte przez mnie do wytwarzania warstw metalicznych na powierzchni szklanych podkładów w sposób pokazany na Rysunku 4.1. W badaniach opisanych w *Photonics Letters of Poland* pokazałem możliwość zastosowania metod chemicznych do kontrolowanego wytwarzania nanomateriałów plazmonicznych w postaci złotych nanowarstw o różnej morfologii, która wpływała na ich właściwości optyczne oraz właściwości wzmacniania sygnałów rozpraszania ramanowskiego [H9].

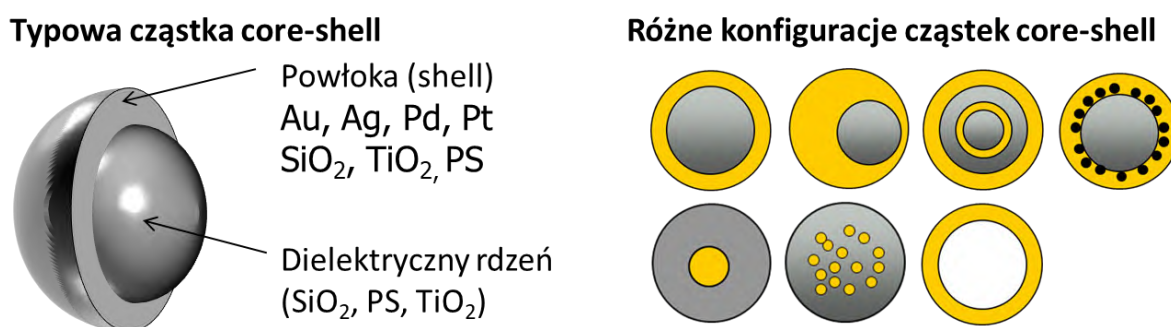


**Rysunek 4.3.** Zdjęcia SEM oraz widma UV-vis-NIR warstw złota (o różnej ilości metalu) na podkładach szklanych. Na Rysunku przedstawiono również widma SERS uzyskane za pomocą tych warstw (opis w tekście poniżej).

W opisanych badaniach wytworzone zostały podłoża SERS, w których na podłożu bazowym w postaci nanocząstek złota osadzonych na sfunkcjonalizowanej powierzchni szkła A zredukowano za pomocą hydroksyloaminy co raz to większe ilości soli złota otrzymując

podłoża **B-F**. Nanocząstki złota stanowiły w tym przypadku katalizator reakcji redukcji. Podłożem o najlepszych właściwościach wzmacniania sygnału rozpraszania ramanowskiego okazało się być podłoże oznaczone jako **E**, co związane było z dużą koncentracją „gorących punktów” na jego powierzchni.

Bardzo interesującymi nanomateriałami z punktu widzenia ich właściwości oraz wynikających z nich aplikacji są nanomateriały typu core-shell. Są to nanomateriały hybrydowe otrzymywane jako kombinacja różnego rodzaju materiałów (dielektryki, metale, półprzewodniki, barwniki), z których materiał jednego rodzaju tworzy rdzeń (core), a materiał innego lub tego samego rodzaju tworzy powłokę (shell) (Rysunek 4.4). W typowych nanomateriałach tego typu rdzeń umieszczony jest centralnie względem powłoki. Natomiast możliwe są również inne konfiguracje dwóch materiałów, tak jak pokazano na Rysunku 4.4. **Nanomateriały typu core-shell wykazują często zmodyfikowane i ulepszone właściwości w porównaniu z właściwościami tworzących je elementów lub jednoskładnikowych nanocząstek o tym samym rozmiarze.**

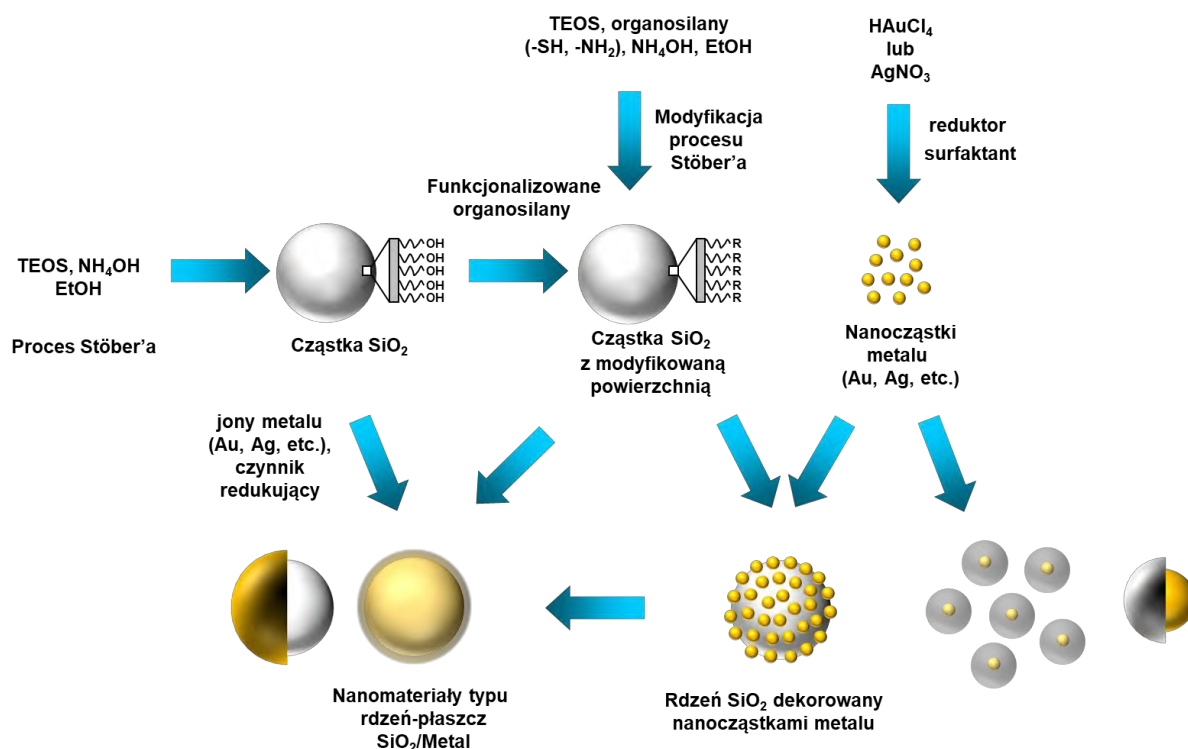


Rysunek 4.4. Budowa i różne konfiguracje nanomateriałów typu core-shell.

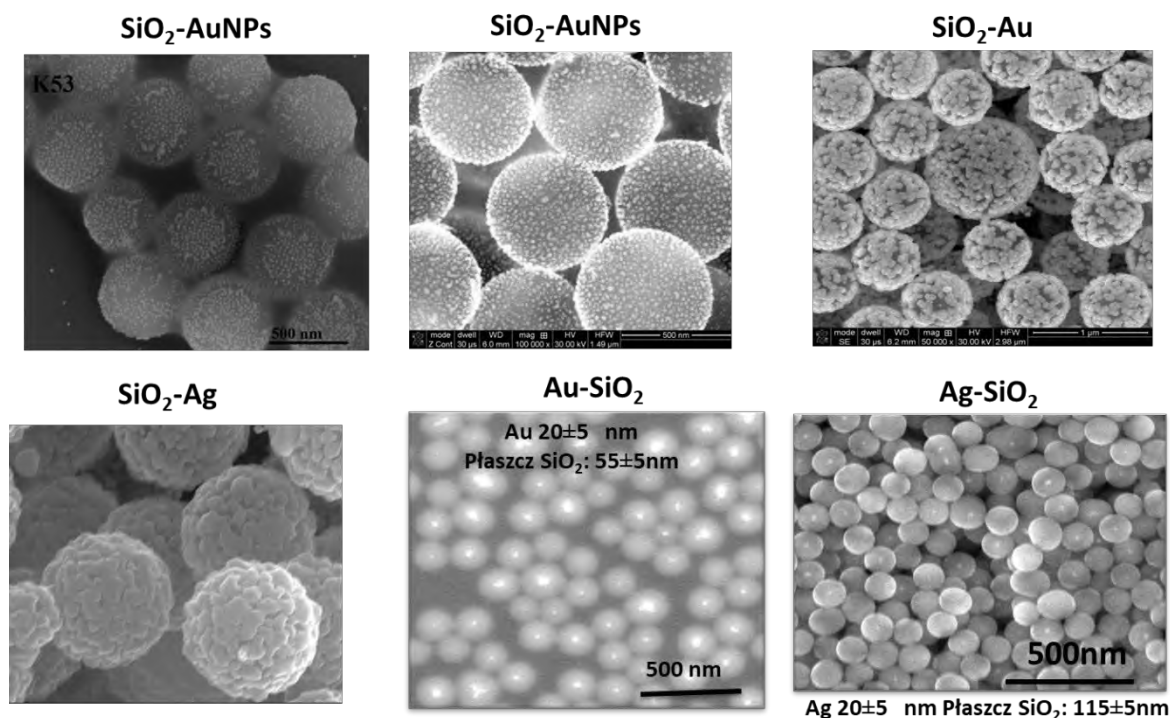
W swojej pracy badawczej dotyczącej nanomateriałów od samego początku zajmowałem się nanocząstkami typu core-shell. W początkowym etapie swoich prac badawczych dokonałem szczegółowej analizy literatury naukowej, która stała się podstawą do przygotowania artykułu przeglądowego w *Advances in Colloid and Interface Science* [H10]. Pomimo iż jest to artykuł przeglądowy uznałem, że jest on istotnym osiągnięciem w dyscyplinie, ponieważ artykuł ten stanowił i jak pokazują cytowania w dalszym ciągu stanowi przewodnik dla naukowców w obszarze wytwarzania i zastosowań nanomateriałów typu core-shell. W artykule tym przedstawiłem wyniki kompleksowego przeglądu metod wytwarzania i zastosowań materiałów typu core-shell, w których cząstki SiO<sub>2</sub> stanowią rdzeń a powłokę tworzy metal szlachetny. W artykule opisałem opracowane wówczas metody wytwarzania nanocząstek SiO<sub>2</sub>-metal i pokazałem, że

niektóre z metod mogą wydawać się na pierwszy rzut oka proste, jednakże w większości przypadków wymagają ścisłej kontroli parametrów reakcji w celu uzyskania nanomateriałów o pożądanych właściwościach. Metody wytwarzania różnią się często w zależności od metalu osadzanego na rdzeniu, jednak istnieje kilka uniwersalnych metod, których można użyć do osadzania wszystkich metali. Jak opisałem w artykule, cząstki core-shell badane były pod kątem różnych zastosowań biomedycznych i w katalizie, a liczba możliwych zastosowań jest zdecydowanie większa, co powiązane jest z dużą liczbą możliwych konfiguracji materiałów tworzących te cząstki.

Metody wytwarzania, które opisałem w artykule przeglądowym [H10] stosowałem również w swojej pracy badawczej do wytwarzania różnego typu nanomateriałów typu core-shell. Na Rysunku 4.5 przedstawiłem stosowaną przeze mnie strategię syntezy, w której dążyłem do opanowania i uzyskania kontroli na każdym etapie wytwarzania, począwszy od syntezy cząstek SiO<sub>2</sub>, modyfikacji ich powierzchni grupami funkcyjnymi, osadzeniu na nich nanocząstek metalicznych, a kończąc na wytworzeniu powłoki. Przykładowe nanomateriały na bazie krzemionki oraz metali szlachetnych wytwarzane przeze mnie pokazałem na Rysunku 4.6.



**Rysunek 4.5.** Strategia syntezy nanomateriałów typu core-shell na bazie SiO<sub>2</sub> stosowana w mojej pracy badawczej.

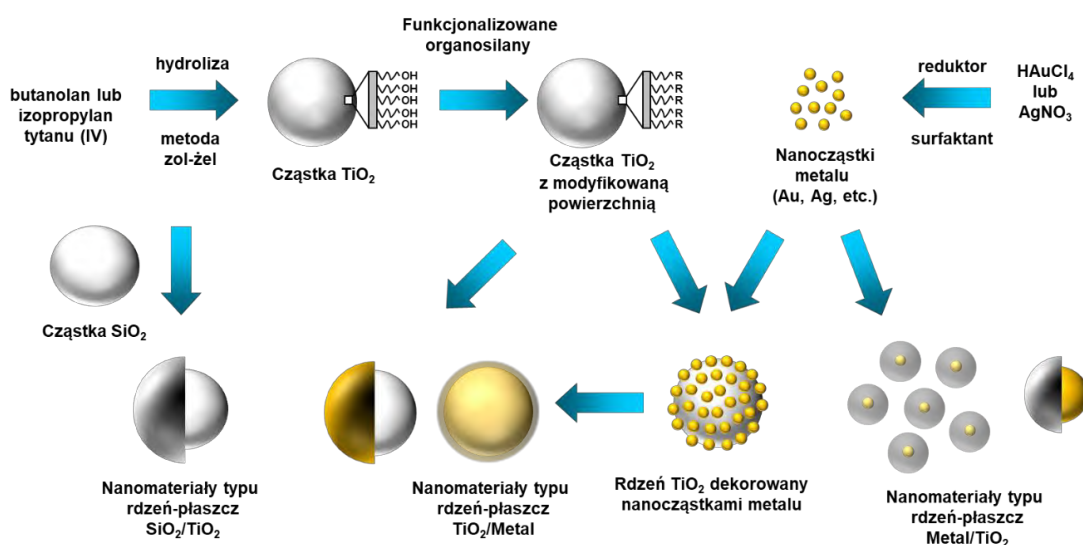


**Rysunek 4.6.** Przykładowe nanomateriały typu core-shell na bazie SiO<sub>2</sub>, które wytwarzałem w ramach mojej pracy badawczej. AuNPs oznacza nanocząstki Au.

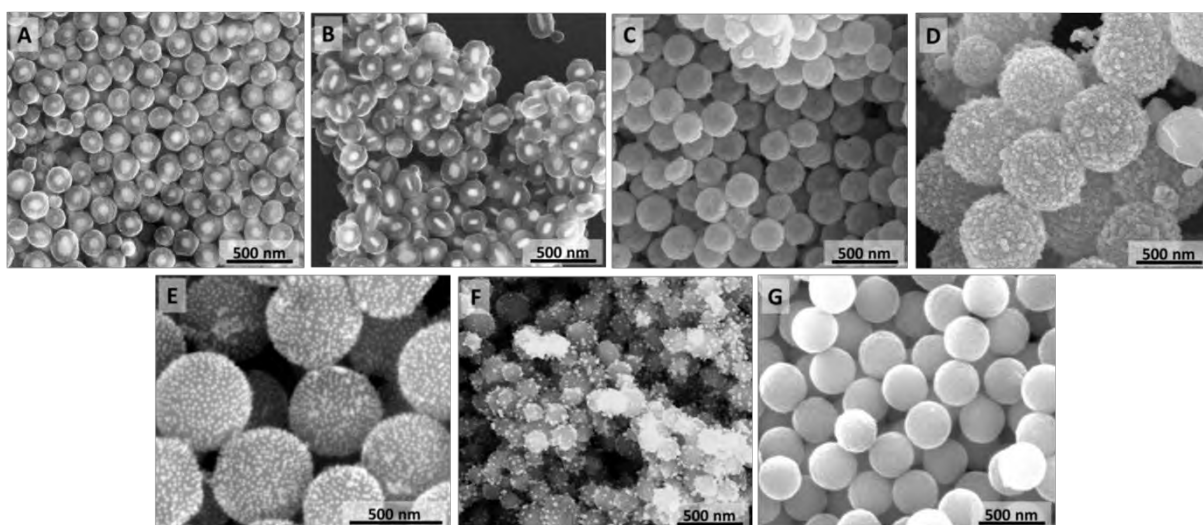
Strategię stosowaną do wytwarzania różnego typu nanomateriałów typu core-shell na bazie SiO<sub>2</sub> (Rysunek 4.5) starałem się również zastosować pracując w analogiczny sposób z TiO<sub>2</sub>, który dzięki swoim właściwościom fotokatalitycznym jest bardzo atrakcyjnym materiałem w kontekście potencjalnego zastosowania. W wyniku prowadzonych prac badawczych między innymi w ramach kierowanego przeze mnie projektu NCN SONATA pt. „Wpływ budowy plazmonowych nanostruktur core-shell na bazie tlenku tytanu i metali szlachetnych na ich właściwości optyczne i fotoelektryczne” opanowałem kontrolowane wytwarzanie różnego typu nanomateriałów na bazie TiO<sub>2</sub> według strategii syntezy pokazanej na Rysunku 4.7. **W wyniku realizacji projektu opracowałem i zoptymalizowałem wieloetapowe syntezy nanocząstek metali szlachetnych (stosowanych jako rdzenie lub przy wytwarzaniu powłok) oraz submikrocząstek TiO<sub>2</sub> (rdzenie), dodatkowo przeprowadziłem syntezy hybrydowych nanomateriałów rdzeń-płaszcz metal-TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>-metal i SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> pokazanych na Rysunku 4.8.** Wśród osiągnięć projektu mogę wymienić:

- a. syntezę submikrocząstek TiO<sub>2</sub> metodą zol-żel z zastosowaniem różnych prekursorów (organicznych związków tytanu) oraz optymalizację tego procesu w celu zwiększenia monodispersyjności, polegającą na zmianie polarności rozpuszczalnika i zastosowaniu różnych katalizatorów,

- b. zastosowanie metody zol-żel do otaczania rdzeni krzemionkowych dwutlenkiem tytanu w celu poprawy monodispersyjności otrzymywanych sferycznych submikrocząstek,
- c. zastosowanie metody zol-żel do otaczania rdzeni nanocząstek złota i srebra warstwą dwutlenku tytanu o różnej grubości,
- d. funkcjonalizację powierzchni submikrocząstek  $\text{TiO}_2$  oraz chemisorpcję nanocząstek metalicznych na powierzchni dwutlenku tytanu,
- e. redukcję jonów metalu na nieciągłych warstwach nanocząstek złota i srebra zaadsorbowanych na mikrosferach  $\text{TiO}_2$ ,
- f. modyfikację wytwarzanych nanostruktur  $\text{TiO}_2$  i core-shell w celu otrzymania określonych form krystalicznych  $\text{TiO}_2$ .



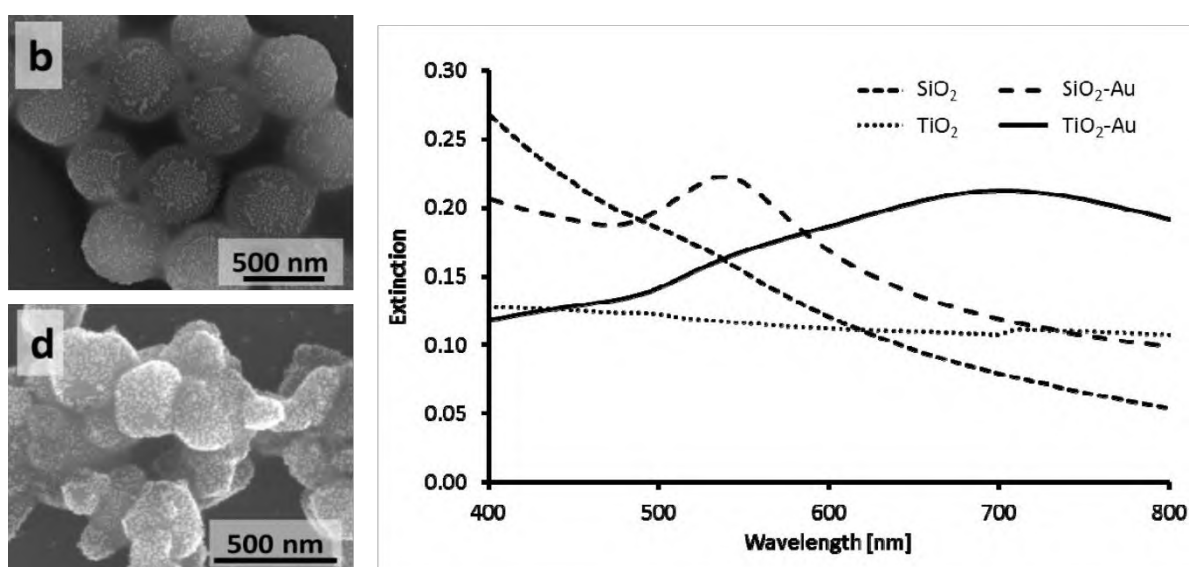
**Rysunek 4.7.** Strategia syntezy nanomateriałów typu core-shell na bazie  $\text{TiO}_2$  stosowana w mojej pracy badawczej.



**Rysunek 4.8.** Zdjęcia SEM otrzymanych struktur rdzeń-płaszcz: (A) –  $\text{Ag-TiO}_2$ , (B) -  $\text{Au-TiO}_2$ , (C) -  $\text{TiO}_2\text{-Au}$  (warstwa ciągła), (D) -  $\text{TiO}_2\text{-Ag}$  (warstwa ciągła), (E) -  $\text{TiO}_2\text{-Au}$  (warstwa nieciągła), (F) -  $\text{TiO}_2\text{-Ag}$  (warstwa nieciągła), (G) -  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ .

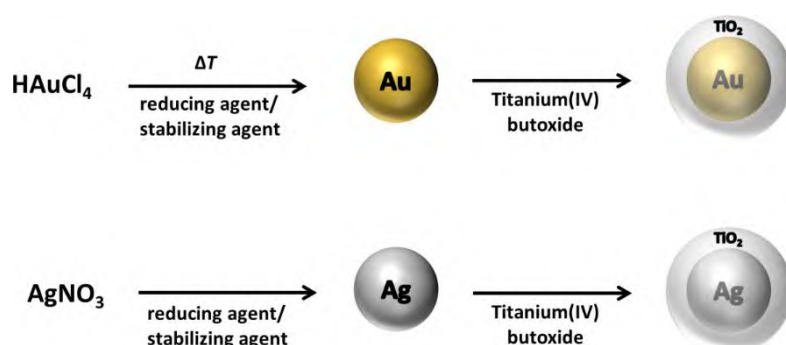
Istotną obserwacją poczynioną w toku prowadzonych badań jest duża różnica w prowadzeniu syntez z zastosowaniem zarówno prekursorów  $\text{TiO}_2$  jak i cząstek  $\text{TiO}_2$  w porównaniu do syntez realizowanych z zastosowaniem prekursorów  $\text{SiO}_2$  oraz cząstek  $\text{SiO}_2$ . Prekursory  $\text{TiO}_2$  są znacznie bardziej reaktywne i bardziej wrażliwe na wilgoć w porównaniu do prekursorów  $\text{SiO}_2$ . W związku z tym kontrolowane wytwarzanie cząstek  $\text{TiO}_2$  wymagało bardziej restrykcyjnych warunków prowadzenia syntez. Kolejną poczynioną obserwacją jest duża różnica w reaktywności cząstek  $\text{TiO}_2$  w porównaniu do  $\text{SiO}_2$ , zwłaszcza w przypadku cząstek  $\text{TiO}_2$  po krystalizacji, co związane jest najprawdopodobniej ze zdecydowanie mniejszą liczbą grup  $-\text{OH}$  na powierzchni dostępnych do przeprowadzenia reakcji funkcjonalizacji.

Pomimo obserwowanych różnic w reaktywności, jak pokazałem w artykule opublikowanym w *Materials* [H8], możliwe jest zastosowanie tej samej strategii wytwarzania nanomateriałów typu core-shell dla rdzenia z  $\text{SiO}_2$  i  $\text{TiO}_2$ . W artykule tym zastosowałem modyfikację syntezy nanocząstek złota metodą Turkevich'a do bezpośredniego osadzania złota na sfunkcjonalizowanych grupami aminowymi rdzeniach  $\text{SiO}_2$  i  $\text{TiO}_2$ . Dla porównania na sfunkcjonalizowanych rdzeniach z obu materiałów osadzałem również wcześniej przygotowane nanocząstki złota. Morfologia osadzonej warstwy metalicznej różniła się zarówno dla każdej z metod osadzania metalu, jak również dla użytych rdzeni. Różnice zarówno w zastosowanych rdzeniach (otoczenie dielektryczne), jak i morfologii osadzonych na ich powierzchni warstw złota zasadniczo wpływały na ich właściwości optyczne, jak pokazano na Rysunku 4.9 dla cząstek  $\text{SiO}_2$  i  $\text{TiO}_2$  z osadzonymi na nich nanocząstkami złota przygotowanymi w oddzielnej syntezie.

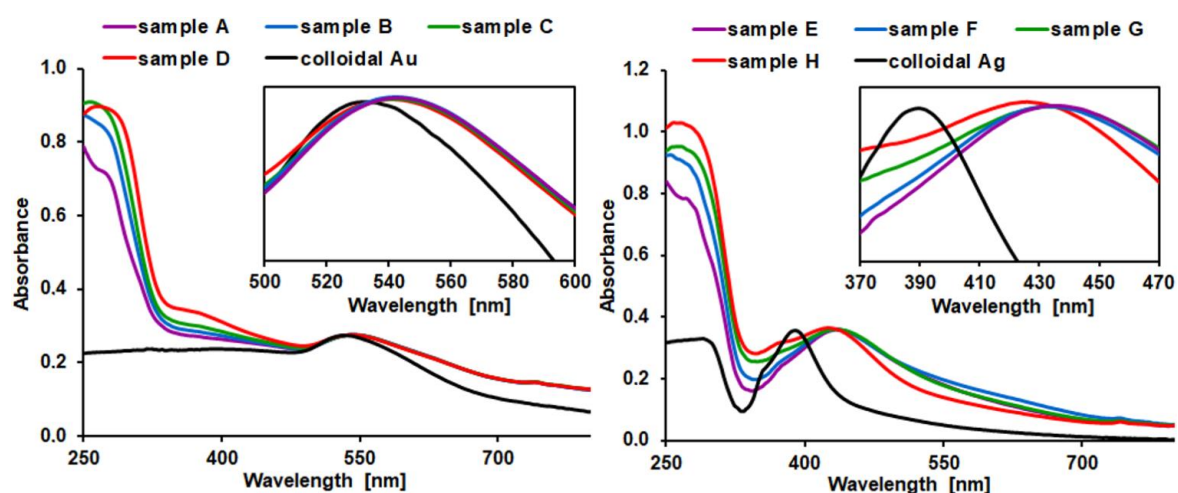


**Rysunek 4.9.** Zdjęcia SEM cząstek  $\text{SiO}_2$  (b) i  $\text{TiO}_2$  (d) z osadzonymi nanocząstkami złota oraz widma UV-vis tych cząstek z osadzonymi nanocząstkami złota i bez osadzonych nanocząstek złota.

Wytwarzaniu nanomateriałów typu core-shell na bazie  $\text{TiO}_2$  poświęcone były również dwie prace opublikowane w *Beilstein Journal of Nanotechnology* [H2, H7]. W artykule zatytułowanym „Synthesis and characterization of noble metal–titania core–shell nanostructures with tunable shell thickness” pokazałem, że za pomocą ogólnej i prostej procedury możliwe jest otrzymywanie nanomateriałów typu core-shell  $\text{Ag-TiO}_2$  i  $\text{Au-TiO}_2$  o grubości powłoki  $\text{TiO}_2$  odpowiednio 40–70 nm i 90 nm dla nanocząstek  $\text{Ag}$  i  $\text{Au}$  (Rysunek 4.10) [H7]. W zaproponowanej metodzie jako źródło  $\text{TiO}_2$  zastosowałem butanolan tytanu(IV), najtańszy z organicznych alkoholanów tytanu, a reakcję prowadziłem w łagodnych warunkach, w temperaturze pokojowej i bez atmosfery obojętnej, a także bez użycia specjalnego szkła laboratoryjnego. Metoda pozwala na otaczanie cząstek złota i srebra dwutlenkiem tytanu w dokładnie tych samych warunkach, a dodatkowo możliwe jest uzyskanie stosunkowo dużej ilości cząstek core-shell w jednej syntezie. Wytworzone nanomateriały charakteryzują się znaczną ekstynkcją w zakresie UV i widzialnym (Rysunek 4.11), co sprawia, że mogą znaleźć potencjalne zastosowania w fotokatalizie z wykorzystaniem światła słonecznego oraz w fotowoltaice.



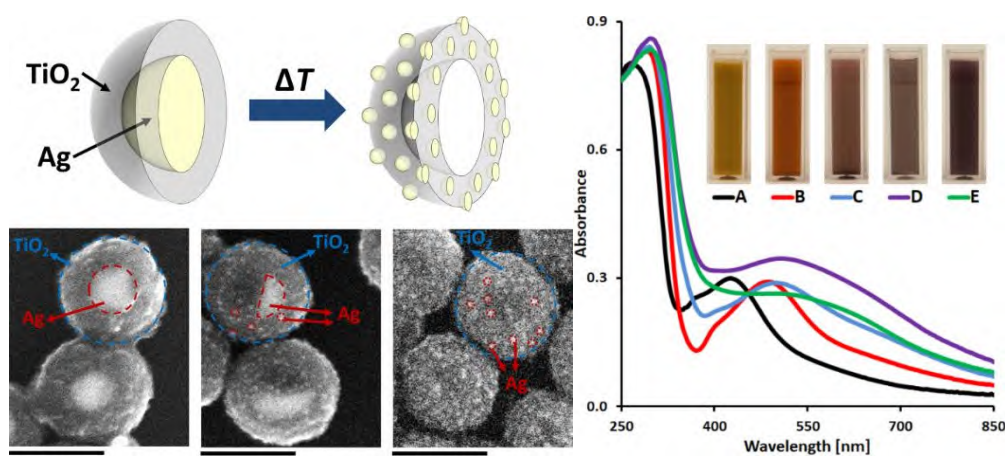
**Rysunek 4.10.** Schemat syntezy nanomateriałów typu core-shell  $\text{Ag-TiO}_2$  i  $\text{Au-TiO}_2$ .



**Rysunek 4.11.** Widma UV-vis nanomateriałów typu core-shell  $\text{Au-TiO}_2$  (po lewej stronie) i  $\text{Ag-TiO}_2$  (po prawej stronie) o różnej grubości powłoki  $\text{TiO}_2$ . Grubość powłoki rośnie od próbki A do D.



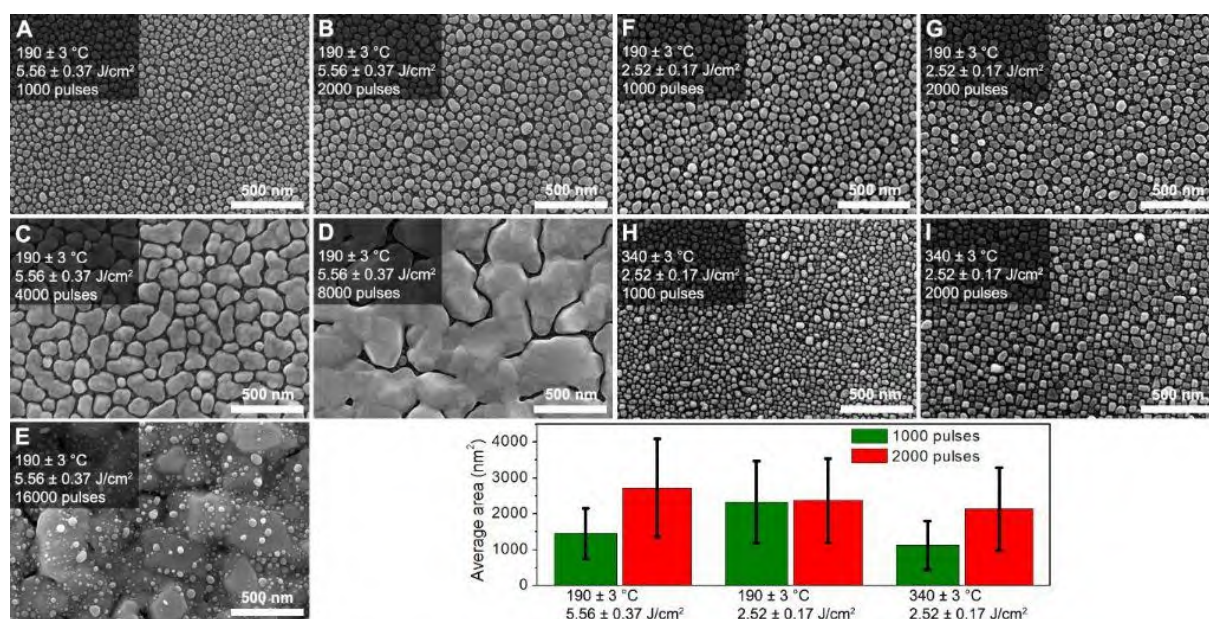
W artykule powiązonym tematycznie do badań nad syntezą nanomateriałów typu core-shell na bazie  $\text{TiO}_2$  przedstawiłem wyniki ich termicznej modyfikacji. Modyfikacja ta prowadzi do innego typu nanomateriałów, mianowicie do pustych w środku cząstek  $\text{TiO}_2$ , w które wbudowane są nanocząstki srebra, które w języku angielskim określiłem jako **Ag-modified hollow titania spheres [H2]**. Cząstki te otrzymywane są poprzez kontrolowane wygrzewanie cząstek typu core-shell  $\text{Ag-TiO}_2$  w temperaturze  $150\text{ }^\circ\text{C}$  i określonym czasie (Rysunek 4.12). W wyniku tego procesu następuje dyfuzja Ag przez powłokę  $\text{TiO}_2$  aż do powierzchni cząstki. **Tego typu zjawisko było dotychczas obserwowane i opisane jedynie dla warstw Ag i  $\text{TiO}_2$** . W zależności od czasu wygrzewania możliwe jest otrzymanie cząstek o różnym stopniu „rozpuszczenia” rdzenia Ag i zawartości Ag w powłoce  $\text{TiO}_2$ . Przy odpowiednio długim czasie wygrzewania następuje całkowita dyfuzja materiału rdzenia do powłoki  $\text{TiO}_2$  i na jej zewnętrznej powierzchni, gdzie tworzą się nanocząstki Ag. Cząstki nowego typu charakteryzują się szerszą i większą absorpcją promieniowania w zakresie UV–vis niż wyjściowe cząstki typu core-shell  $\text{Ag-TiO}_2$ . Zarówno budowa, jak i właściwości optyczne wytworzonych materiałów sprawiają, że mogą one znaleźć potencjalne zastosowania w fotokatalizie z wykorzystaniem światła słonecznego oraz w fotowoltaice.



**Rysunek 4.12.** Schemat otrzymywania cząstek typu Ag-modified hollow  $\text{TiO}_2$  spheres oraz ich właściwości optyczne. (A) – cząstki typu core-shell  $\text{Ag-TiO}_2$ , (B-D) cząstki z częściowo rozpuszczonym rdzeniem Ag, (E) – cząstka z całkowicie rozpuszczonym rdzeniem.

W swojej pracy badawczej oprócz nanomateriałów plazmonicznych w postaci nanocząstek lub cząstek typu core-shell zajmuje się również nanomateriałami w postaci warstw metali na różnych podkładach otrzymywanych zarówno metodami chemicznymi, jak i fizycznymi. Na początku tego rozdziału opisałem badania dotyczące wytwarzania nanowarstw złota z zastosowaniem metod chemicznych [H9]. Prace badawcze związane z wytwarzaniem nanowarstw metali realizuję z zastosowaniem technik dostępnych w laboratoriach IOE WAT, jak również we współpracy badawczej z innymi partnerami.

Główną techniką stosowaną w moim laboratorium do wytwarzania cienkich warstw metodami fizycznymi jest osadzanie impulsem laserowym (z ang. Pulsed Laser Deposition, PLD). Jest to metoda, w której wiązka lasera impulsowego oddziałuje z tarczą wykonaną z materiału, który następnie ma być naniesiony w formie cienkiej warstwy na podkład. Technika była używana w moim zespole do wytwarzania podłoży SERS w postaci cienkich warstw metali szlachetnych osadzonych na podkładach szklanych, krzemowych oraz z azotku galu, jak również do osadzania warstw metali o właściwościach katalitycznych na różnych materiałach. **Metoda PLD została użyta przeze mnie między innymi do osadzania warstw srebra na podłożach krzemowych [H3]. Były to jedne z niewielu dostępnych badań w literaturze, w których zbadano wpływ tak wielu parametrów procesu osadzania metalu z zastosowaniem PLD na właściwości optyczne oraz właściwości SERS otrzymywanych podłoży.** W pracy tej rozmiary i kształt srebrnych nanowyp były kontrolowane poprzez zmianę temperatury podłoża i fluencję promieniowania laserowego, natomiast grubość osadzonych warstw była kontrolowana liczbą impulsów lasera. Zastosowana metoda pozwoliła na otrzymanie warstw nanowyp srebra o dużej jednorodności rozmiarów i kształtu oraz z małymi odległościami pomiędzy nimi. Badania spektroskopowe wykazały, że otrzymane warstwy charakteryzują się absorpcją promieniowania w szerokim zakresie spektralnym. Pomiary widm SERS cząsteczek analitu zaadsorbowanych na wytworzonych nanowarstwach srebra pokazały, że nanostruktury te silnie wzmacniają sygnał rozpraszania promieniowania ramanowskiego.



**Rysunek 4.13.** Obrazy SEM nanostrukturalnych warstw srebra osadzonych na podłożach Si metodą PLD przy różnych parametrach procesu. Wykres słupkowy przedstawia średnią powierzchnię nanowyp srebra w funkcji parametrów osadzania dla 1000 i 2000 impulsów laserowych.

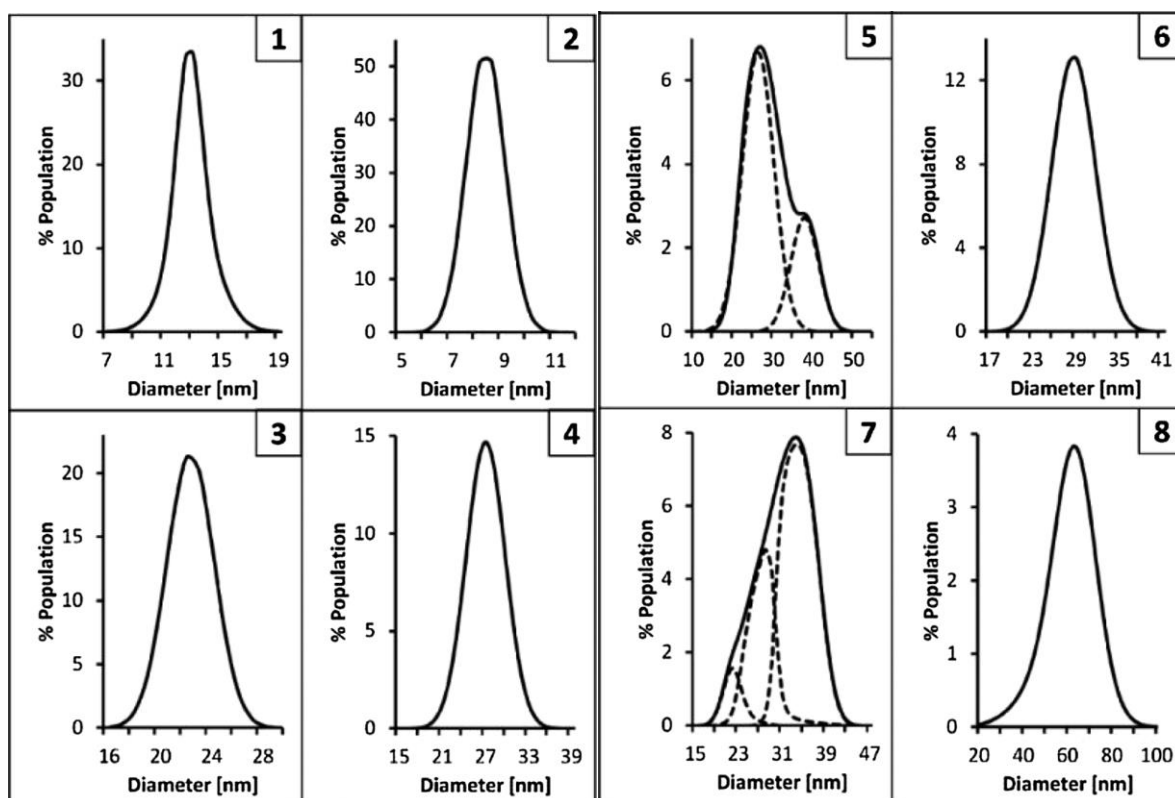
#### 4.3.4 Badanie nanomateriałów plazmowych

Kontrolowane wytwarzanie jakichkolwiek nanomateriałów nie byłoby możliwe bez odpowiednich metod badawczych pozwalających na ich charakterystykę. Dlatego też od samego początku swojej pracy w obszarze nanotechnologii budowałem bazę laboratoryjną, która mogłaby mi pozwolić na badanie wytwarzanych przeze mnie materiałów. Po kilkuletnich staraniach pozyskałem ze środków MNiSW fundusze na inwestycję aparaturową „Rozbudowa Laboratoriów Nanostruktur Plazmowych oraz Spektroskopii Instytutu Optoelektroniki WAT w celu zwiększenia potencjału badawczego w zakresie charakteryzacji i zastosowań nanostruktur plazmowych w spektroskopii”. **Inwestycja ta pozwoliła mi na zbudowanie unikalnego w skali kraju stanowiska badawczego do badania wielkości, rozkładu wielkości, stężeń i potencjału zeta nanocząstek.** W skład stanowiska wchodzi ultraprecyzyjny analizator wielkości cząstek oparty na metodzie określanej jako odśrodkowa sedymentacja w cieczy (z ang. Centrifugal Liquid Sedimentation, CLS, lub też Differential Centrifugal Sedimentation, DCS), analizator wielkości cząstek oparty na metodzie Tunable Resistive Pulse Sensing (TRPS), analizator wielkości cząstek, potencjału zeta i masy cząsteczkowej oparty na technice DLS z automatem miareczkującym, analizator wielkości i rozkładu wielkości cząstek wykorzystujący połączone techniki DLS i SLS, oraz piknometr helowy do pomiaru gęstości cząstek. Aparatura ta znacznie usprawniła moje prace badawcze i wraz z mikroskopią elektronową stanowi podstawowe narzędzia używane przeze mnie w określaniu parametrów strukturalnych wytwarzanych nanomateriałów.

Jedną z najczęściej używanych przeze mnie metod badania nanocząstek jest odśrodkowa sedymentacja w cieczy (CLS, DCS). Metoda ta opiera się na zjawisku sedymentacji cząstek (wywołanej siłą odśrodkową), które przemieszczają się wewnątrz wirującego dysku, wypełnionego roztworem o znanym gradiencie lepkości. W metodzie tej cząstki wstrzykiwane są do wirującego z dużą prędkością dysku. Wnętrze dysku wypełnione jest roztworem sacharozy, którego lepkość wzrasta od części środkowej do krawędzi dysku. Zastosowanie gradientu lepkości umożliwia dokładne rozdzielanie cząstek o różnych wielkościach, dzięki czemu docierają one do detektora w różnym czasie. Znajdujący się na zewnętrznej krawędzi dysku detektor mierzy czas przemieszczania się cząstek w roztworze gradientowym. Otrzymane wyniki są następnie przetwarzane na rozkład wielkości przy zastosowaniu zmodyfikowanej postaci równania Stokes'a, uwzględniającej wartość siły odśrodkowej oraz odległości, jaką pokonały mierzone cząstki. Zaletą tej techniki jest jej

rozdzielczość zbliżona do techniki TEM. Dodatkowo jest ona szybsza, tańsza oraz pozwala na jednoczesną analizę dużo większej liczby cząstek w porównaniu do TEM.

**Możliwości techniki DCS w analizie cząstek metalicznych w porównaniu do TEM zaprezentowałem po raz pierwszy w artykule w Colloids and Surfaces A [H6].** Jest to w dalszym ciągu jeden z niewielu przykładów użycia tej techniki w analizie cząstek metalicznych, a przede wszystkim pokazania, iż wyniki badań wielkości i rozkładu wielkości technikami DCS i TEM są do siebie zbliżone (Rysunek 4.2 i Rysunek 4.14). Niewielkie różnice w wynikach są spowodowane faktem, iż w DCS pomiar realizowany jest metodą porównawczą i mierzona jest tzw. średnica Stokes’a uwzględniająca obecność warstwy cząsteczek organicznej substancji stabilizującej na powierzchni cząstki.



Parameters of size distribution (mean diameter  $d$ , standard deviation SD and relative standard deviation RSD), zeta potential  $\zeta$  and wavelength of maximum absorbance  $\lambda_{\max}$  of AuNPs obtained using various reducing agents (1–8). Additionally, reaction time for each reducing agent is provided.

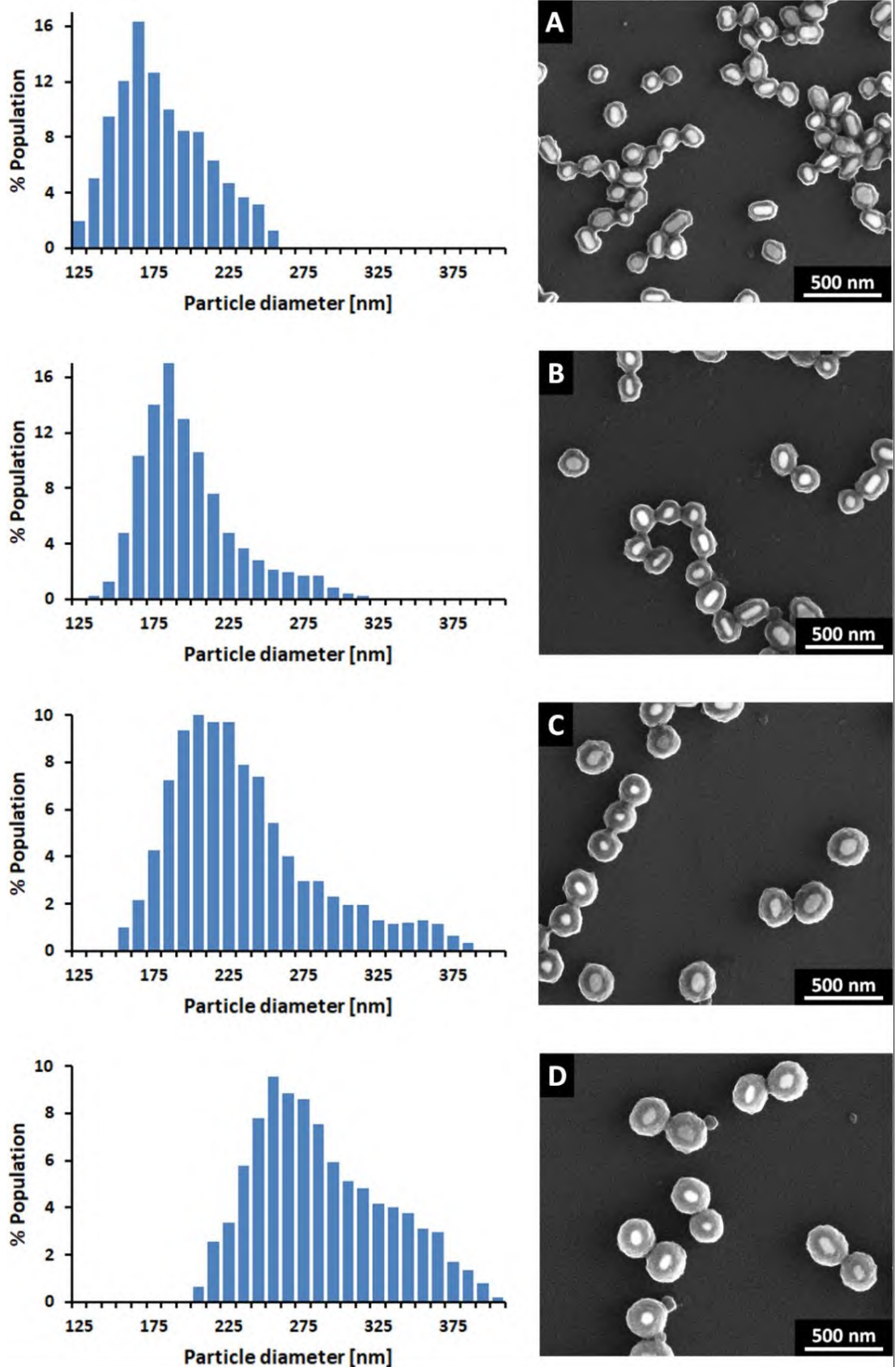
Reducing agent	Reaction Duration [min]	TEM measurements			DCS measurements			$\zeta$ [mV]	$\lambda_{\max}$ [nm]
		$d$ [nm]	SD [nm]	RSD [%]	$d$ [nm]	SD [nm]	RSD [%]		
1	20	15.3	1.1	7.2	12.9	1.4	10.8	-32.7	520
2	15	11.5	1.0	8.7	8.3	0.8	9.6	-33.5	518
3	8	24.3	2.2	9.0	22.3	1.9	8.5	-28.8	525
4	12	31.2	2.9	9.3	27.0	2.7	10.0	-29.0	527
5	10	32.6	6.0	18.4	29.4	6.2	21.1	-31.1	526
6	15	32.8	3.4	10.4	28.7	3.0	10.4	-35.3	528
7	30	34.5	6.4	18.5	31.3	4.9	15.6	-30.1	529
8	25	-	-	-	61.3	11.3	18.4	-	526

**Rysunek 4.14.** Wyniki analizy DCS rozkładu wielkości nanocząstek złota zsyntetyzowanych z zastosowaniem: cytrynianu (1), hydroksycytrynianu (2), mezoksalanu (3), winianu (4), jabłczanu (5), tartronianu (6), śluzanu (7)

i migdałanu (8) oraz tabelaryczne zestawienie informacji dotyczących rozkładu wielkości uzyskanych technikami TEM i DCS.

**W artykule [H7] pokazałem natomiast możliwości jednej z nowszych metod analizy wielkości cząstek, Tunable Resistive Pulse Sensing (TRPS).** Metoda TRPS umożliwia dokładny pomiar właściwości fizycznych wielu rodzajów cząstek bez konieczności znajomości jakichkolwiek właściwości fizko-chemicznych. Detekcja cząstek oparta na nanoporach pozwala mierzyć każdą cząstkę z kilkuset lub większej liczby wprowadzanych do celki pomiarowej, zapewniając znacznie większą szczegółowość i dokładność niż techniki oparte na oddziaływaniu cząstek ze światłem. Metoda TRPS oparta jest na prawie Coultera. W celce pomiarowej, między dwiema elektrodami umieszczona jest membrana z pojedynczym otworem, tzw. nanoporem o wielkości dobieranej odpowiednio do rozmiarów mierzonych cząstek. W celce umieszczany jest następnie elektrolit, co powoduje przepływ prądu jonowego. Gdy pod wpływem pola elektrycznego i ciśnienia przez nanopor przepłynie mierzona cząstka, obserwujemy spadek natężenia prądu, który jest proporcjonalny do wielkości cząstki. Pomiar przeprowadzane są metodą porównawczą, z zastosowaniem cząstek wzorcowych w postaci mikrokulek polistyrenowych. Zaletą metody TRPS jest rozdzielczość zbliżona do TEM przy znacznie krótszym czasie pomiaru i niższej cenie. Co ważniejsze, pomiary TRPS są niezależne od gęstości cząstek i właściwości optycznych, takich jak znakowanie cząstek czy współczynnik załamania światła. TRPS nie podaje jednak informacji na temat kształtu badanych cząstek, więc analizę tą techniką należy uzupełnić stosując mikroskopię elektronową. Wadą tej metody wynikającą z ograniczeń fizycznych jest dolny limit wielkości mierzonych cząstek, który wynosi obecnie ok. 50 nm.

**W moich badaniach metoda TRPS została po raz pierwszy zastosowana do nanomateriałów typu core-shell [H7].** Zastosowanie metody TRPS pozwoliło mi w wygodny i szybki sposób przeanalizować setki cząstek core-shell i uzyskać bardzo szczegółowe dane statystyczne dotyczące ich wielkości i rozkładu wielkości. Przede wszystkim na podstawie analizy pomiarów TRPS byłem w stanie bardzo szybko określić zakres grubości powłok TiO<sub>2</sub> otrzymywanych w syntezie oraz ocenić, jak zmienia się rozrzut wielkości dla zmieniających się stężeń prekursora TiO<sub>2</sub> (Rysunek 4.15). Podobne analizy na podstawie zdjęć SEM wymagałyby poświęcenia zdecydowanie większej ilości czasu. Wykazałem również, iż wyniki uzyskane z zastosowaniem metody TRPS mogą być cennym uzupełnieniem wyników obrazowania z zastosowaniem mikroskopii elektronowej.



**Rysunek 4.15.** Zdjęcia SEM i histogramy rozkładu wielkości otrzymane za pomocą TRPS dla cząstek typu core-shell Au-TiO<sub>2</sub> (A–D) o różnej grubości płaszczu TiO<sub>2</sub>.

#### 4.3.5 Zastosowanie nanomateriałów plazmonicznych w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana i fotokatalizie

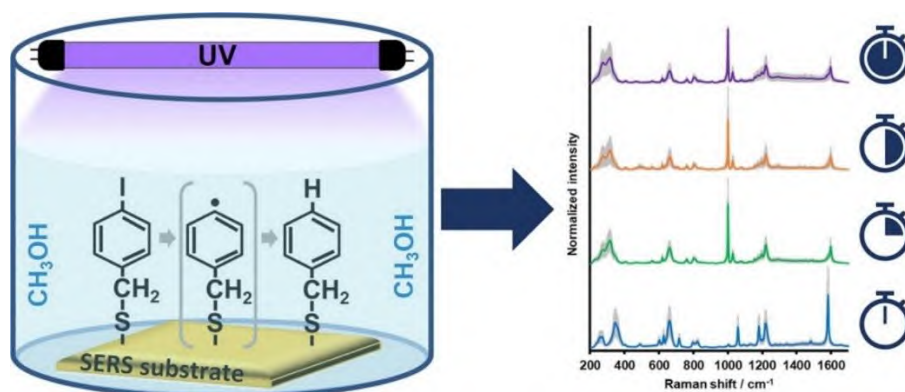
Głównym zastosowaniem wytwarzanych przeze mnie nanomateriałów plazmonicznych były powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana. W spektroskopii Ramana widmo cząsteczki związku chemicznego otrzymywane jest w wyniku pomiaru nieelastycznego rozpraszaniu światła. Jednakże, efekt ten jest bardzo słaby i ulega mu jedynie jeden foton na milion. W związku z czym technika ta przeznaczona jest do identyfikacji dużych ilości materiałów. W przypadku śladowych ilości substancji chemicznych lub biologicznych znacznie lepsze rezultaty można osiągnąć dzięki pokrewnej technice, powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana (SERS). W SERS niezwykle ważne jest jednak nanostrukturalne podłoże, które umożliwia bardzo duże wzmocnienie sygnału rozproszenia ramanowskiego cząsteczek substancji zaadsorbowanych na nim. Jest to związane ze wzmocnieniem oddziaływań promieniowania elektromagnetycznego z cząsteczkami substancji znajdujących się w „gorących punktach”, w których silnemu wzmocnieniu ulega lokalne pole elektromagnetyczne.

Prace badawcze związane z wytwarzaniem podłoży SERS realizowałem we własnym zakresie, jak również we współpracy badawczej z innymi partnerami. Wieloletnią współpracę badawczą prowadzę z prof. Janem Weyherem z Instytutu Wysokich Ciśnień PAN, którego wspieram w badaniach nad opracowaniem podłoży SERS na bazie nanostruktryzowanego azotku galu. **Jednym z efektów naszej współpracy jest artykuł w *Materials Science in Semiconductor Processing* [H4].** W pracy tej pokazaliśmy możliwości podłoży na bazie GaN w detekcji substancji psychotropowych w postaci fentanylu oraz materiałów biologicznych w postaci symulantów *B. anthracis*. Moje badania wykazały, że zastosowanie podłoży SERS pozwala na znaczące skrócenie czasu pomiaru widm SERS spor bakterii w porównaniu do tradycyjnych pomiarów ramanowskich. Ponadto, w pracy tej przeprowadziłem badania pokazujące możliwości obrazowania ramanowskiego w określeniu zależności struktury podłoża od efektu wzmocnienia rozproszenia ramanowskiego.

W swojej pracy badawczej dotyczącej SERS badam również możliwości podłoży SERS dostępnych komercyjnie. **Przykładem tego typu badań jest artykuł opublikowany w czasopiśmie *Vibrational Spectroscopy* [H5], w którym przebadalem możliwość zastosowania komercyjnych i wytwarzanych we współpracy z IWC PAN podłoży SERS do detekcji śladowych ilości materiałów wybuchowych z zastosowaniem przenośnych**

**spektrometrów ramanowskich.** Było to jedne z pierwszych tego typu badań porównawczych wykonanych z zastosowaniem przenośnych spektrometrów ramanowskich. Badania pokazały, że technika SERS ma duży potencjał aplikacyjny w detekcji śladowych ilości materiałów niebezpiecznych, jednakże niezwykle istotny jest dobór odpowiedniego podłoża SERS.

**W poszukiwaniu potencjalnych zastosowań powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana postanowiłem zbadać możliwość użycia tej techniki do badania reaktywnych stanów przejściowych w postaci monorodników organicznych [H1].** Organiczne rodniki to przykład związków z niesparowanymi elektronami, których struktura sprawia, iż reagują niezwykle szybko. Czasy ich życia są tak krótkie, że aby je zbadać potrzebne, jest zastosowanie zaawansowanych technik oraz wymagających warunków pomiarowych. Dotychczas związki takie wytwarzano w bardzo niskiej temperaturze w matrycy z gazu szlachetnego albo w wysokiej próżni, w których nie mogły tak szybko reagować. W moich badaniach zaproponowałem nowe podejście do badania tych związków, które jest tańsze i nie wymaga skomplikowanych warunków prowadzenia eksperymentu. W pierwszym kroku osadzałem prekursorzy rodników na powierzchni podłoży SERS na bazie GaN, a następnie generowałem rodniki naświetlając podłoże z prekursorami promieniowaniem UV. Ostatnim etapem badań było badanie produktów ich reakcji z metanolem za pomocą spektroskopii SERS (Rysunek 4.16). Przeprowadzone eksperymenty stanowią pierwszy krok w kierunku opracowania metody, która pozwoli nie tylko na generowanie rodników, ale również na ich pułapkowanie i badanie ich struktury za pomocą spektroskopii SERS.

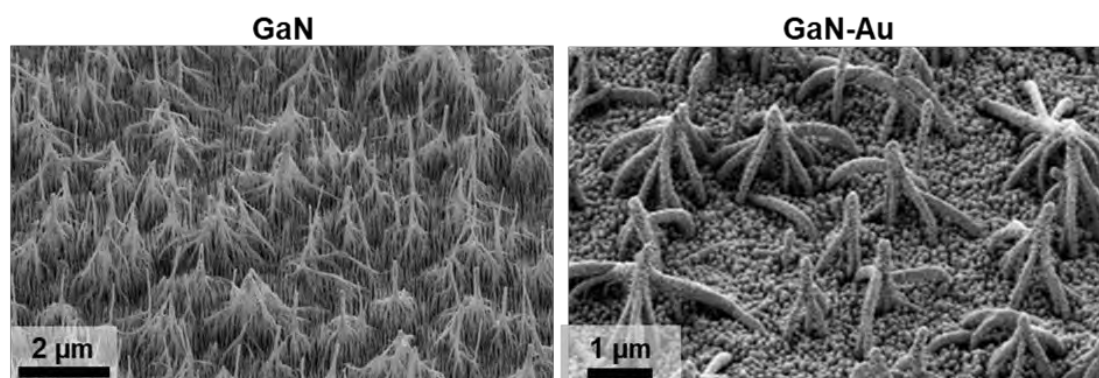


**Rysunek 4.16.** Ogólny schemat badania reakcji organicznych rodników z metanolem za pomocą SERS.

W zrealizowanych badaniach opracowałem optymalne warunki dla przeprowadzenia eksperymentów, które pozwalają na osiągnięcie wysokiej wydajności procesu generowania rodników. **Sprawą kluczową dla zastosowania SERS w badaniu organicznych monorodników okazał się dobór podłoża SERS.** Badania prowadzone były we współpracy



z dr. hab. Janem Weyherem, prof. Instytutu Wysokich Ciśnień PAN, który wytworzył i dostarczył podłoża SERS w postaci nanostrukturyzowanych podkładów GaN z warstwą metalu (Au, Ag, Au/Ag) osadzoną na nich z zastosowaniem rozpylania magnetonowego (Rysunek 4.17). Przeprowadzone badania wykazały, że dla zastosowanych warunków eksperymentalnych (naświetlanie promieniowaniem UV w metanolu) najbardziej odpowiednim podłożem SERS dla proponowanej metody jest GaN-Au, które nie jest wrażliwe na światło UV. Podłoża SERS zawierające srebro (GaN-Ag i GaN-Au/Ag) były mniej stabilne niż podłoże GaN-Au i pod wpływem promieniowaniem UV ulegały fotodegradacji w wyniku, której zniszczeniu ulegała powierzchnia podłoża powierzchnia wraz z osadzoną na niej warstwą prekursorów rodników.



**Rysunek 4.17.** Zdjęcia SEM nanostrukturyzowanego GaN oraz podłoża SERS GaN-Au wytworzonego po osadzeniu na nim warstwy złota.

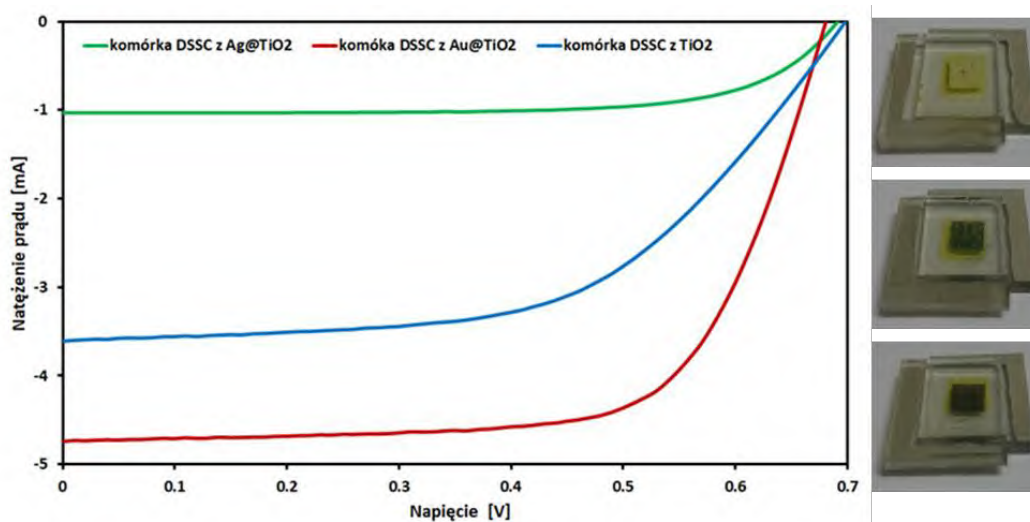
Badania dotyczące zastosowania wytwarzanych nanomateriałów plazmonicznych w fotokatalizie i fotowoltaice prowadzone były dotychczas w mniejszym zakresie ograniczyły się głównie do wytwarzania cząstek  $\text{TiO}_2$  oraz cząstek hybrydowych na bazie  $\text{TiO}_2$  i metali szlachetnych. Motywacją dla prowadzenia tych badań był fakt, iż większość materiałów jednoskładnikowych, takich jak  $\text{TiO}_2$ , nie spełnia wszystkich wymagań stawianych skutecznym fotokatalizatorom zdolnym przykładowo do rozszczepiania wody.  $\text{TiO}_2$  posiada wady, do których należą:

- duże pasmo wzbronione ( $\sim 3,2$  eV), które ogranicza fotoabsorpcję jedynie do zakresu UV widma słonecznego. Ponieważ obszar UV reprezentuje tylko  $\sim 5\%$  widma słonecznego,  $\text{TiO}_2$  nie jest skuteczny, gdy do napędzania reakcji wykorzystuje się światło słoneczne,
- krótki czas życia ładunku energetycznego.

Potencjalnym rozwiązaniem jest zastosowanie nanocząstki kokatalizatora, na przykład Ir, Pt, Au, Ag lub tlenków metali osadzonych bezpośrednio na półprzewodniku. Kokatalizator

pełni funkcję katalityczną poprzez zapewnienie miejsc aktywnych chemicznie, w których mogą zachodzić odpowiednie przemiany chemiczne przy niższych energiach aktywacji niż w półprzewodniku. Ponadto nanocząstki kokatalizatora wydłużają żywotność energetycznych nośników ładunku, które docierają do powierzchni półprzewodnika, zwiększając szybkość separacji par elektron-dziura na granicy faz kokatalizator/półprzewodnik.

Dzięki realizacji projektu NCN Sonata opanowałem metody kontrolowanego wytwarzania różnego rodzaju nanomateriałów na bazie  $\text{TiO}_2$ . Ponadto zbadałem procesy przejść fazowych amorficznego  $\text{TiO}_2$  do rutylu i anatazu oraz scharakteryzowałem właściwości strukturalne i optyczne poszczególnych odmian krystalicznych przy użyciu spektroskopii UV-vis-NIR oraz mikroskopu ramanowskiego. Badania te realizowane były również dla nanomateriałów hybrydowych na bazie  $\text{TiO}_2$  i metali szlachetnych czego wynikiem były m.in. publikacje [H2] i [H7]. Wytworzone nanomateriały hybrydowe na bazie  $\text{TiO}_2$  wykazują właściwości fotoelektryczne i fotokatalityczne w wyniku absorpcji światła z zakresu widzialnego. Na Rysunku 4.18 zaprezentowano komórki fotowoltaiczne DSSC wytworzone z zastosowaniem otrzymanych nanomateriałów na bazie  $\text{TiO}_2$  oraz ich charakterystyki prądowo-napięciowe. Wieloetapowość opracowanych metod syntezy pozwala na wprowadzanie wielu modyfikacji, w celu otrzymania nanomateriałów o pożądanych właściwościach. Ponadto, możliwość kontroli występowania poszczególnych faz krystalicznych pozwala kontrolować wartość przerwy energetycznej w syntezowanych strukturach.



**Rysunek 4.18.** Charakterystyki prądowo-napięciowe komórek DSSC pokazanych na zdjęciach wykonanych z (od góry)  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Au@TiO}_2$  i  $\text{Ag@TiO}_2$ .

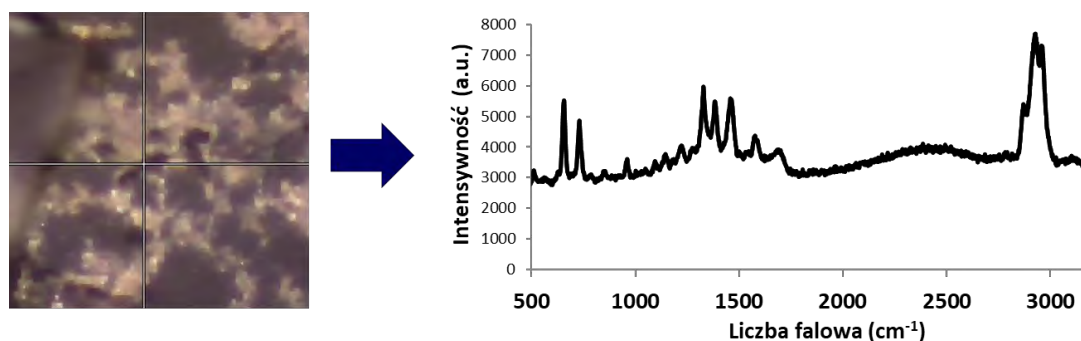
#### **4.4. Opis badań powiązanych tematycznie z osiągnięciem, ale nieprzedstawionych do oceny w postępowaniu habilitacyjnym**

W niniejszym rozdziale w skrócie przedstawiłem inne prace badawcze, w których realizację zaangażowany byłem po uzyskaniu stopnia doktora. Wyniki tych badań nie wchodzi bezpośrednio w skład przedstawianego do oceny osiągnięcia, jednakże są z nim blisko powiązane i pokazują szeroki zakres moich zainteresowań związanych z wytwarzaniem, badaniem i zastosowaniami nanomateriałów plazmonicznych. Opisane poniżej prace badawcze realizowałem w ramach projektów kierowanych przez mnie, jak również w ramach współpracy z partnerami z WAT, innych instytucji w kraju oraz z zagranicy.

**Tematem przewodnim moich prac badawczych w obszarze nanotechnologii zgodnie z tematem mojego osiągnięcia są nanomateriały plazmoniczne do różnych zastosowań, jednakże z głównym naciskiem na powierzchniowo wzmocnioną spektroskopię Ramana oraz fotokatalizę. Od samego początku moich prac badawczych w tym obszarze starałem się opanować kontrolowane wytwarzanie różnego typu nanomateriałów o zadanych parametrach strukturalnych wpływających na ich właściwości fizyko-chemiczne.** Wśród materiałów wytwarzanych przez mój zespół istotną rolę odgrywają nanocząstki metaliczne, które są same w sobie celem naszych badań bądź też stanowią jeden z budulców bardziej złożonych materiałów. Pod moim nadzorem Zespół Nanotechnologii prowadzi prace badawcze nad kontrolowanym wytwarzaniem metodami chemicznymi nanocząstek złota i srebra o różnych rozmiarach i kształcie. W poprzednim rozdziale opisane zostały wyniki jednych z pierwszych kompleksowych badań zrealizowanych przeze mnie w tym obszarze mianowicie syntezy nanocząstek złota z zastosowaniem soli różnych  $\alpha$ -hydroksykwasów. Prace w tym obszarze były kontynuowane, a jako czynnika redukującego sole kwasu tetrachlorozłotowego użyto dwudziestu jeden naturalnych  $\alpha$ -aminokwasów, w tym dwudziestu aminokwasów stanowiących podstawowy budulec białek tworzących organizm człowieka. Aminokwasy były dotychczas wielokrotnie stosowane w syntezie nanocząstek złota jako czynnik redukujący i stabilizujący, jednakże na podstawie dogłębnej analizy wyników dostępnych w literaturze nie można było dokładnie określić wpływu struktury chemicznej poszczególnych aminokwasów na parametry strukturalne otrzymywanych nanocząstek złota. **Modyfikując metodę Turkevicha przeprowadziliśmy w tych samych warunkach syntezę nanocząstek złota. Następnie zbadaliśmy tak otrzymane nanomateriały z zastosowaniem dostępnych w Laboratorium Nanotechnologii IOE WAT technik pomiarowych, w tym metody odśrodkowej sedymentacji w cieczy oraz**

spektroskopii UV-vis, w celu określenia zależności ich właściwości optycznych od ich rozmiarów i kształtu. Istotnym osiągnięciem naszych badań było również zaproponowanie mechanizmu redukcji soli złota przez  $\alpha$ -aminokwasy. Wyniki naszych prac opisane zostały w 2023 r. w czasopiśmie Langmuir [1].

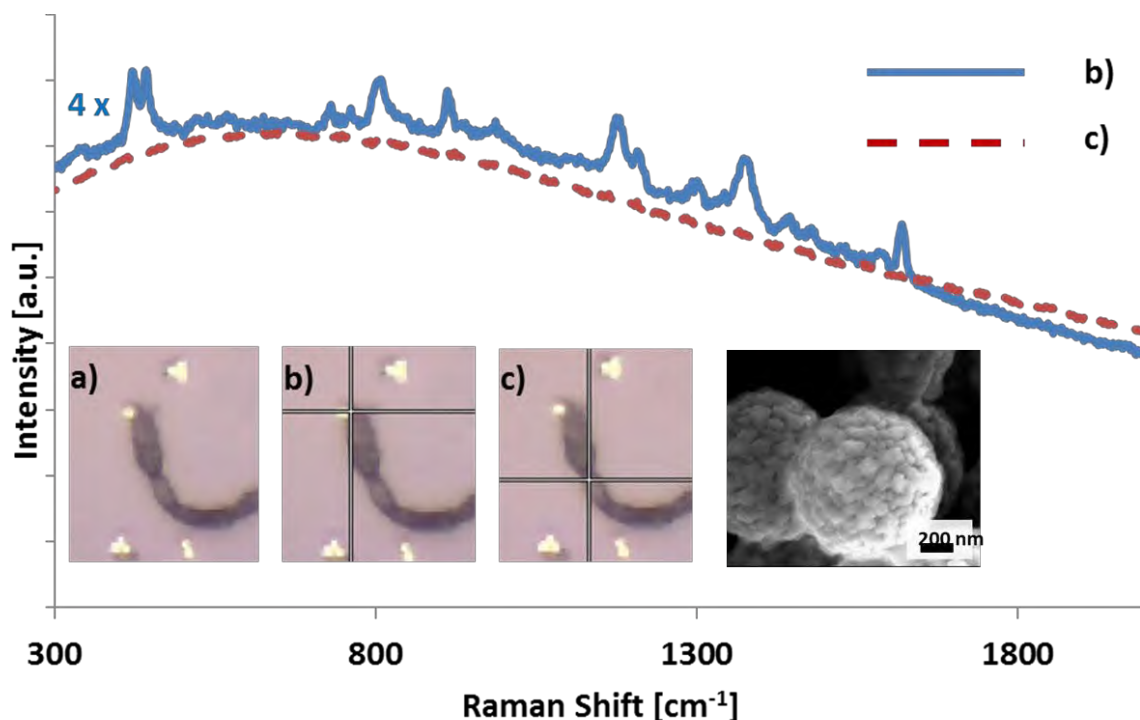
Niezwykle istotna z punktu widzenia moich zainteresowań badawczych była realizacja dwóch projektów badawczych, projektu MNiSW „Nanostruktury plazmonowe do wzmacniania sygnatur spektralnych materiałów biologicznych” oraz projektu EDA „Rapid Air-particle Monitoring against BiOlogical threats (RAMBO)”. W ramach tych projektów skupiłem się na wytwarzaniu i zastosowaniu różnego typu nanomateriałów plazmonicznych do detekcji i identyfikacji zagrożeń biologicznych w postaci symulantów *Bacillus anthracis* z zastosowaniem powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana. W rezultacie realizacji pierwszego projektu opanowałem syntezę różnego typu cząstek metalicznych oraz nanomateriałów typu core-shell, które następnie poddawałem dokładnej analizie i testowałem pod kątem ich możliwości w SERS bakterii (Rysunek 4.19). Badania te pozwoliły mi na określenie typu nanomateriałów, który jest najbardziej obiecujący w analizie materiałów biologicznych w postaci wegetatywnych oraz przetrwalnikowych (endospor) form bakterii.



**Rysunek 4.19** Widmo pojedynczej komórki *B. thuringiensis* na nanocząstkach srebra.

Jednym z ważniejszych osiągnięć mojego projektu było pokazanie możliwości uzyskania widma SERS pojedynczej komórki *B. thuringiensis* uzyskane z zastosowaniem nanomateriałów typu core-shell  $\text{SiO}_2@Ag$  (Rysunek 4.X), które zostało opisane w Biomedical Spectroscopy and Imaging [2]. Na widmie SERS mierzonym z komórki, z dala od nanomateriałów, zdjęcie i widmo na Rysunku 4.20 oznaczone jako c), widoczne jest jedynie widmo fluorescencji wzbudzone laserem spektrometru ramanowskiego. Pomiar widma w miejscu, w którym pojedyncza cząstka typu core-shell  $\text{SiO}_2@Ag$  (widoczna na zdjęciu SEM) styka się ze ścianką komórkową spory *B. thuringiensis* pozwolił na uzyskanie dwóch efektów,

wygaszenia fluorescencji oraz uzyskania widma SERS, zdjęcie i widmo na Rysunku 4.20 oznaczone jako b).



**Rysunek 4.20** Widmo pojedynczej komórki *B. thuringiensis* uzyskane z zastosowaniem nanomateriałów typu core-shell SiO<sub>2</sub>@Ag.

Wiedza i umiejętności pozyskane w ramach realizacji projektu MNiSW zaowocowały zaproszeniem mnie do konsorcjum realizującego projekt „RAMBO - Rapid Air-particle Monitoring against BiOlogical threats” w ramach programu Europejskiej Agencji Obrony - Joint Investment Programme on CBRN protection. Wspólnie z Leonardo (Włochy), CREO (Włochy), ENEA (Włochy), Microfluidic ChipShop (Niemcy) i Université Claude Bernard Lyon 1 (Francja) prowadziliśmy badania nad opracowaniem systemu detekcji broni biologicznej, w którym powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana miała odgrywać rolę indykatora obecności niebezpiecznego aerozolu w powietrzu. Wynikiem wspólnych prac badawczych oprócz pozyskanej wiedzy i doświadczenia było również kilka wspólnych publikacji [3-5].

Projekt RAMBO przyczynił się również do rozpoczęcia bardzo owocnej i kontynuowanej do dziś współpracy w obszarze wytwarzania i zastosowania podłoży do SERS z prof. Janem Weyherem z Instytutu Wysokich Ciśnień PAN. Podłoża prof. Weyhera były głównym komponentem systemu detekcji w projekcie RAMBO. W kolejnych latach wspierałem wraz z zespołem realizację kierowanego przez prof. Weyhera projektu NCN OPUS

10 – „Optymalizacja technologii wytwarzania platform SERS na funkcjonalizowanych trawieniem podłożach GaN jako sensorów do badania preparatów medycznych i biologicznych”. Projekt realizowany był również we współpracy zespołami z UW i Świętokrzyskiego Centrum Onkologii w Kielcach. Rolą moją i mojego zespołu była charakterystyka oraz testowanie podłoży wytwarzanych w ramach realizacji projektu. Jednym z rezultatów naszych wspólnych badań w ramach tego projektu jest artykuł w Applied Surface Science [6].

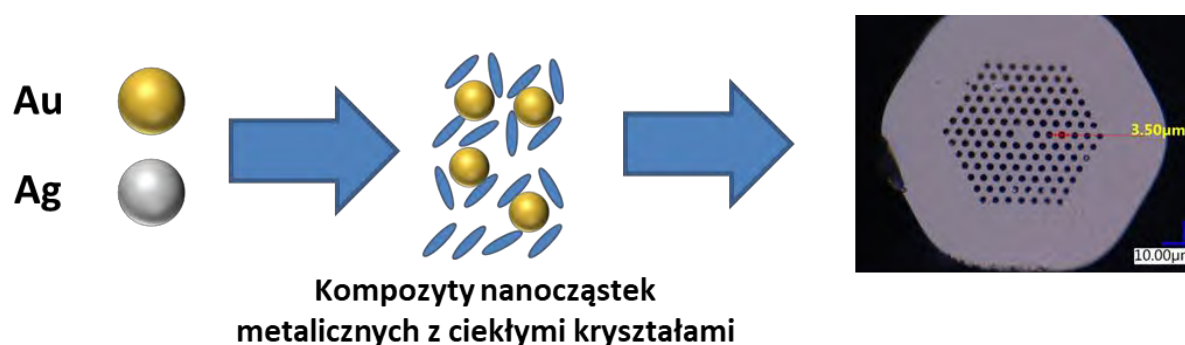
**Prace związane w wytwarzaniem i zastosowaniem podłoży SERS realizowane we własnym zakresie lub też we współpracy z innymi naukowcami z kraju i z zagranicy są kontynuowane do dziś [7-10]. Prace te obejmują wytwarzanie własnych podłoży SERS metodami chemicznymi i fizycznymi, badanie wpływu różnych parametrów strukturalnych podłoży na ich właściwości optyczne oraz właściwości wzmacniania sygnału rozpraszania ramanowskiego, i przede wszystkim ich zastosowania z głównym naciskiem na detekcję materiałów niebezpiecznych.**

Przykładem rozwijanej współpracy dotyczącej powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana jest udział w grupie NATO STO dedykowanej tej technice. W roku 2019 zostałem wyznaczony przez Departament Nauki i Szkolnictwa Wojskowego MON na członka grupy NATO STO Exploratory Team SET-ET-109 on “Surface-enhanced Raman Scattering For Defense Applications”. Działalność grupy SET-ET-109 została zainaugurowana w styczniu 2019 r. przez przedstawicieli zespołów badawczych z USA (Edgewood Chemical Biological Center, ECBC), Niemiec (Fraunhofer ICT), Szwecji (FOI), Włoch (ENEA), Kanady, Francji (DGA CBRN Defence), Wielkiej Brytanii (DSTL) i Polski (IOE WAT, IWC PAN). Grupa miała na celu identyfikację potencjalnych zastosowań powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana w obszarze obronności. Do zadań Grupy należało zidentyfikowanie i rozwiązanie problemów ograniczających użycie techniki SERS w praktycznym zastosowaniu przez pododdziały rozpoznania skażeń. W rezultacie działań zespołu rozpoznawczego SET-ET-109 w roku 2020 powołana została badawcza grupa zadaniowa SET-292-RTG “Enhanced Raman Scattering For Defense Applications”, której działalność została zaplanowana do roku 2024. W ramach SET-292-RTG współpracę badawczą realizują przedstawiciele zespołów badawczych z USA (U.S. Army Combat Capabilities Development Command Chemical Biological Center, DEVCOM Chemical Biological Center), Niemiec (Fraunhofer ICT), Szwecji (FOI), Włoch (ENEA), Kanady, Francji (DGA CBRN Defence), Wielkiej Brytanii (DSTL), Turcji i Polski (WAT, IWC PAN). Grupa SET-292-RTG kontynuuje działania grupy

SET-ET-109 jako badawcza grupa zadaniowa w ramach konkretnych zadań badawczych mających na celu przybliżenie techniki SERS do realnego wykorzystania w zastosowaniach wojskowych. W ramach działalności grupy NATO SET-292-RTG, zostały przeprowadzone m.in. międzylaboratoryjne badania porównawcze technik i praktyk stosowanych w obszarze zastosowań powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana. W roku 2022 zorganizowałem wraz z zespołem w WAT ćwiczenia grupy NATO SET-292-RTG, w których Zespół Pobierania Prób Centralnego Ośrodka Analiz Skażeń (COAS) zaprezentował możliwość użycia techniki SERS do detekcji i identyfikacji materiałów niebezpiecznych według procedur NATO (<https://ioe.wat.edu.pl/identyfikacja-materialow-niebezpiecznych-technika-sers-spotkanie-grupy-roboczej-nato/>). We wspólnych badaniach grupy stosowane są również podłoża SERS wytwarzane przez prof. Weyhera z IWC PAN.

**Od początku swojej pracy badawczej związanej z nanomateriałami plazmonicznymi poszukiwałem możliwości współpracy z zespołami badawczymi z Polski i z zagranicy.** Jednym z pierwszych badaczy, z którym rozpocząłem współpracę był prof. Sebastian Maćkowski z Instytutu Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Prof. Maćkowski po kilkuletnim pobycie za granicą powrócił do Polski i jako laureat pierwszej edycji programu Welcome Fundacji na rzecz Nauki Polskiej realizował wraz z zespołem projekt pt. „Hybrid nanostructures as a stepping-stone towards efficient artificial photosynthesis”. Głównym celem projektu było zastosowanie zaawansowanych technik mikroskopii optycznej i spektroskopii do badania i wykorzystania procesów zachodzących w nanoskali w układach hybrydowych składających się z nanostruktur biologicznych i nieorganicznych. Zespół prowadził między innymi badania nad opracowaniem sposobów kontroli właściwości optycznych kompleksów białkowo-pigmentowych, które biorą udział w fotosyntezie poprzez absorpcję światła słonecznego lub dokonując separacji ładunków. Jednym ze sposobów było sprzężanie kompleksów przechwytyjących światło z nanostrukturami nieorganicznymi, takimi jak nanocząstki metali i nanokryształy półprzewodników. **W ramach współpracy wytwarzałem i dostarczałem zespołowi Prof. Maćkowskiego różnego typu nanomateriały, w tym nanomateriały plazmoniczne, które następnie były badane pod kątem wzmacniania oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z kompleksami białkowo-pigmentowymi. W wyniku tej współpracy opublikowane zostały dwie publikacje z zastosowaniem cząstek SiO<sub>2</sub> oraz cząstek typu rdzeń-płaszcz z rdzeniem z krzemionki i złotym płaszczem [11,12].**

W roku 2016 zostałem zaproszony przez prof. Tomasza Wolińskiego z Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej do współpracy w kierowanym przez niego projekcie NCN OPUS 10 pt. „Domieszkowane nanocząstkami ciekłokrystaliczne światłowody mikrostrukturalne o wysokiej efektywności przestrajania polem elektrycznym”. Celem projektu był rozwój nowej innowacyjnej klasy układów optofluidycznych składających się z mikrostrukturalnych światłowodów wypełnionych ciekłymi kryształami domieszkowanymi metalicznymi nanocząstkami, co miało pozwolić na poprawę efektywności przestrajania polem elektrycznym, a w dalszej perspektywie na nowe zastosowania układów optofluidycznych. Światłowody mikrostrukturalne posiadają interesujące właściwości i charakteryzują się różnorodnością geometrii struktury fotonicznej. Wprowadzenie do mikro-otworków światłowodu fotonicznego ciekłego kryształu pozwala na wytworzenie ciekłokrystalicznego światłowodu fotonicznego, którego właściwości propagacyjne mogą być przestrajane poprzez zewnętrzne czynniki fizyczne, takie jak temperatura, naprężenia, ciśnienie, pola elektryczne czy magnetyczne. Domieszkowanie ciekłych kryształów wprowadzanych do światłowodu polimerami lub nanocząstkami metalicznymi powinno poprawić wydajność przestrajania jego właściwości propagacyjnych. **W ramach współpracy wytwarzałem i dostarczałem zespołowi Prof. Wolińskiego kompozyty w postaci różnych związków ciekłokrystalicznych (zsyntetyzowanych na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT) domieszkowanych w różnych stężeniach sferycznymi nanocząstkami złota i srebra o różnych rozmiarach (Rysunek 4.21).**



**Rysunek 4.21** Schematyczna prezentacja wytwarzania kompozytów nanocząstek metalicznych oraz ciekłych kryształów dla zastosowań w światłowodach fotonicznych.

Badania wykazały, że obecność nanocząstek metalicznych wpływa nie tylko na właściwości elektryczne ciekłokrystalicznych światłowodów fotonicznych, ale również na ich właściwości termiczne oraz optyczne. Wraz ze wzrostem stężenia nanocząstek w ciekłym kryształach obniżeniu ulegały współczynniki załamania oraz temperatura przejścia fazowego



nematyk-ciecz izotropowa. Ponadto, w obecności zewnętrznego pola elektrycznego obniżeniu ulegały zarówno czasy przełączania, jak i napięcie progowe Frederiksa. Badania zrealizowane w projekcie wykazały, że domieszkowane nanocząstkami metalicznymi ciekłokrystaliczne struktury światłowodowe mają znacząco poprawione charakterystyki elektro-optyczne, co powinno potencjalnie poszerzyć zakres zastosowań światłowodów fotonicznych. **Wspólne prace badawcze zaowocowały publikacją kilku prac przeglądowych i badawczych w czasopismach naukowych i materiałach pokonferencyjnych [13-21].** W najnowszej wspólnej publikacji przedstawione zostały dwa typy stabilizowanych polimerami struktur okresowych, powstałych w wyniku fotopolimeryzacji nematycznego ciekłego kryształu zamkniętego w cylindrycznej strukturze. Obydwa typy struktur indukowano poprzez nematyczno-izotropowe przejście fazowe w ciekłym kryształcie domieszkowanym nanocząsteczkami złota [21].

Kompozyty związków ciekłokrystalicznych (zsyntetyzowanych na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT) domieszkowanych w różnych stężeniach sferycznymi nanocząstkami złota i srebra o różnych rozmiarach wytwarzałem również w ramach współpracy z dr. inż. Karolem Stasiewiczem z Instytutu Fizyki Wydziału Nowych Technologii i Chemii WAT. Wynikiem dotychczasowej współpracy była jedna publikacja [22].

Innym przykładem współpracy naukowej z naukowcami z WAT były badania nad możliwościami pomiarowymi zaprojektowanego i zbudowanego w IOE WAT kompaktowego mikroskopu pracującego w zakresie promieniowania skrajnego nadfioletu (z ang. extreme ultraviolet, EUV). Mikroskop ten umożliwi obrazowanie z rozdzielczością przestrzenną około 50 nm, co zostało pokazane na przykładzie zsyntetyzowanych przeze mnie srebrnych nanodrutów [23].

**Prace badawczo-rozwojowe ukierunkowane na wytwarzanie jakichkolwiek materiałów, w tym nanomateriałów plazmonicznych, byłyby niemożliwe bez określonych narzędzi badawczych służących do określenia ich parametrów strukturalnych oraz właściwości fizyko-chemicznych.** W momencie mojego dołączenia do Instytut Optoelektroniki WAT w roku 2010 funkcjonowały już laboratoria pozwalające na wytwarzanie i modyfikację nanomateriałów metodami fizycznymi, jak również badanie ich określonych parametrów i właściwości. Baza laboratoryjna IOE WAT obejmowała między innymi napyłarki próżniowe, skaningowy elektronowy mikroskop (SEM), spektrometr fotoelektronów rentgenowskich (XPS), urządzenie NanoSight do pomiaru stężeń i wielkości nanocząstek metodą NTA (z ang. Nanoparticle Tracking Analysis), laserowe systemy do wytwarzania

nanocząstek metodą ablacji laserowej oraz laserowe systemy do modyfikacji nanostruktur. Pomimo sporych możliwości, jakie dawały ówczesne laboratoria IOE WAT, w prowadzonych badaniach często napotykałem przeszkody, które w znacznym stopniu je spowalniały. **W związku z powyższym w początkowym okresie pracy w IOE WAT znaczny wysiłek włożyłem w rozwój bazy laboratoryjno-badawczej pozwalającej na wytwarzanie i badanie nanomateriałów plazmowych.** Współtworzyłem między innymi laboratorium chemiczne pozwalające na otrzymywanie i modyfikację nanomateriałów metodami chemicznymi. Ponadto rozwijałem istniejące i tworzyłem nowe zdolności w obszarze badań materiałowych w IOE WAT, które pokrótce opisałem poniżej.

W roku 2011 roku w ramach projektu „Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT” zakupiony został do Instytutu Optoelektroniki WAT mikroskop ramanowski sprzężony z mikroskopem sił atomowych. W kolejnych latach doposażałem i rozbudowywałem tę aparaturę między innymi w ramach projektu EDA RAMBO czy też projektu „Rozbudowa Obserwatorium Satelitarnego Centrum Geomatyki Stosowanej Wojskowej Akademii Technicznej” realizowanego jako jeden z Projektów Kluczowych dla Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013, współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Działanie 1.1. Obecnie dysponujemy systemem z trzema długościami fali wzbudzenia, w tym jednym z najczęściej wykorzystywanych w badaniach materiałowych laserem 532 nm, filtrem Eclipse pozwalającym na pomiary w niskich częstotliwościach przydatne w badaniu zmian strukturalnych ciał stałych. Dodatkowo system ten posiada detektor EMCCD, który pozwala na obrazowanie ramanowskie przydatne w badaniu właściwości materiałów. **Mikroskop Ramanowski sprzężony z mikroskopem sił atomowych jest jednym z głównych narzędzi używanych w Laboratorium Nanotechnologii WAT do badania właściwości oraz potencjalnych zastosowań wytwarzanych nanomateriałów plazmowych w szczególności w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana.**

Bardzo istotne dla moich prac badawczych w obszarze nanomateriałów plazmowych było pozyskanie ze środków MNiSW funduszy na inwestycje aparaturowe „Rozbudowa Laboratoriów Nanostruktur Plazmowych oraz Spektroskopii Instytutu Optoelektroniki WAT w celu zwiększenia potencjału badawczego w zakresie charakteryzacji i zastosowań nanostruktur plazmowych w spektroskopii” w roku 2015 oraz „Spektrofotometr UV-vis-NIR z wyposażeniem do badań materiałowych oraz kontroli jakości nanomateriałów, warstw i cienkich powłok” w roku 2019. **W ramach pierwszej inwestycji utworzyłem unikalne**

**w skali kraju „Stanowisko badawcze do badania wielkości, rozkładu wielkości, stężeń i potencjału zeta nanocząstek”.** W skład stanowiska wchodzi ultraprecyzyjny analizator wielkości cząstek oparty na metodzie określanej jako odśrodkowa sedymentacja w cieczy (CLS, DCS), analizator wielkości cząstek oparty na metodzie TRPS, analizator wielkości cząstek, potencjału zeta i masy cząsteczkowej oparty na technice DLS z automatem miareczkującym, analizator wielkości i rozkładu wielkości cząstek wykorzystujący połączone techniki DLS i SLS, oraz piknometr helowy do pomiaru gęstości cząstek. W późniejszym okresie w skład stanowiska weszło również urządzenie NanoSight do pomiaru stężeń i wielkości nanocząstek metodą NTA. Utworzenie tego stanowiska zdecydowanie usprawniło i przyspieszyło prace badawcze ukierunkowane na wytwarzanie nanocząstek plazmowych w związku z możliwością szybkiej analizy wyników syntez chemicznych. Wyposażenie stanowiska w zróżnicowane techniki badawcze związane jest z różnorodnością otrzymywanych i analizowanych nanomateriałów.

**Zastosowania nanomateriałów plazmowych związane są przede wszystkim z ich właściwościami optycznymi.** W ramach wspomnianych powyżej inwestycji doposażyłem pracownię Instytutu w nowoczesne spektrometry UV-vis i UV-vis-NIR wraz z przystawkami i akcesoriami pozwalające na pomiary właściwości optycznych nanocząstek w zawiesinach, warstw nanocząstek na różnych powierzchniach, nanowarstw, itp. Ponadto zakupione zostały również spektrometr FT-IR oraz spektrometr fluorescencyjny. W ramach pierwszej inwestycji zakupiono również przenośne spektrometry ramanowskie, które pozwoliły mi na prowadzenie prac związanych z zastosowaniem wytwarzanych nanomateriałów w warunkach środowiskowych.

**Możliwości pozyskanej aparatury do badania wytwarzanych nanomateriałów i poszukiwania możliwości jej zastosowania zaowocowały zaproszeniami do współpracy w różnych badaniach przez naukowców z Polski i z zagranicy.** W 2016 roku wziąłem udział w warsztatach “Focus User Meeting: The Centrifugal Sedimentation Technique”, które odbyły się National Physical Laboratory (Teddington, Wielka Brytania). Warsztaty dedykowane były jednej z najnowszych technik badania wielkości i rozkładu wielkości cząstek o rozmiarach od kilku nm do kilkudziesięciu  $\mu\text{m}$  jaką jest odśrodkowa sedymentacja w cieczy (z ang. Centrifugal Liquid Sedimentation, CLS). W ramach prezentacji podczas warsztatów podzieliłem się doświadczeniami w zastosowaniu techniki CLS do analizy cząstek wytwarzanych w Laboratorium Nanotechnologii WAT. Urządzenie do analizy cząstek techniką CLS zakupiłem dzięki inwestycji aparaturowej ze środków MNiSW. Moje uczestnictwo

w warsztatach poskutkowało zaproszeniem do wzięcia udziału w badaniach realizowanych w ramach projektu pt. „Measurement of number concentration of colloidal nanoparticles” w obszarze tematycznym „Nanoparticle populations” inicjatywy „Versailles Project on Advanced Materials and Standards (VAMAS)”. Badania te zostały zorganizowane przez National Physical Laboratory (Teddington, Wielka Brytania) w ramach projektu 14IND12 Innanopart of the European Metrology Programme for Innovation and Research (EMPIR) (<http://empir.npl.co.uk/innanopart/>). Zespół Nanotechnologii Instytutu Optoelektroniki WAT znalazł się w gronie 50 laboratoriów z całego świata, które wykonywały badania. Laboratoria dostarczyły wyniki pomiarów stężenia koloidalnych nanocząstek złota przeprowadzonych różnymi metodami: analizą śledzenia cząstek (z ang. Particle Tracking Analysis, PTA), spektrometrią masową pojedynczych cząstek z indukcyjnie sprzężoną plazmą (z ang. single particle Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, spICP-MS), spektroskopia UV-vis, odśrodkową sedymentacją w cieczy (z ang. Centrifugal Liquid Sedimentation, CLS) oraz metodą niskokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (z ang. Small-angle X-ray scattering, SAXS). **W ramach międzylaboratoryjnych badań wykonałem pomiary stężenia nanocząstek złota z zastosowaniem dwóch metod badawczych dostępnych w Laboratorium Nanotechnologii IOE WAT, spektroskopii UV-vis oraz odśrodkowej sedymentacji w cieczy (CLS).**

Wyniki powyżej opisanych badań zostały opublikowane w Nanoscale i dostarczają środowisku naukowemu oraz przemysłowi istotnych informacji do oceny porównawczej i walidacji dostępnych metod pomiaru stężenia nanocząstek [24]. W ramach prowadzonych badań opracowano spójne metrologicznie procedury dla poszczególnych metod badawczych, które stosowane są przez mój zespół w praktyce. Udział w badaniach pozwolił mi i mojemu zespołowi na pozyskanie umiejętności określania stężenia nanocząstek metalicznych w roztworach za pomocą spektroskopii UV-vis oraz techniki CLS. Zdobyte umiejętności w obszarze badania różnego typu cząstek coraz częściej stają się podstawą nawiązania współpracy naukowej, a w przyszłości posłużą do opracowania procedur akredytowanych pomiarów w obszarze badania parametrów strukturalnych nanocząstek. **Przykładem mojej współpracy naukowej w obszarze charakterystyki nanocząstek były badania cząstek TiO<sub>2</sub> dodawanych jako pigment do kosmetyków, które realizowane były we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Łódzkiego. W badaniach tych użyłem techniki CLS do badania wielkości i rozkładu wielkości cząstek TiO<sub>2</sub> [25].** Ponadto, ze względu na rosnącą ilość zastosowań nanocząstek pojawia się również potrzeba wykonywania certyfikowanych

pomiarów ich wielkości i właściwości fizyko-chemicznych, co może się spotkać z dużym zainteresowaniem ze strony firm z sektora nanotechnologii.

W 2019 roku wziąłem udział w konferencji “Hot-electron science and microscopic processes in plasmonics and catalysis Faraday Discussion”, która odbyła się w Londynie (Wielka Brytania). Podczas tego spotkania omówione zostały najnowsze odkrycia w multidyscyplinarnej i rozwijającej się dziedzinie „gorących elektronów” z różnych perspektyw fizyków, chemików i teoretyków. Celem konferencji było określenie powiązań pomiędzy różnymi subdyscyplinami w tej dziedzinie i zdefiniowanie najtrudniejszych problemów na przyszłość. Spotkanie stanowiło punkt odniesienia dla przyszłego rozwoju plazmoniki, katalizy i szerzej rozumianej nauki o gorących elektronach. Konferencja swoim zakresem tematycznym obejmowała dynamikę wytwarzania gorących elektronów w nanostrukturach metalicznych, teorię gorących elektronów, nowe materiały do wytwarzania gorących elektronów oraz zastosowanie materiałów, w których możliwe jest wytwarzanie gorących elektronów, w katalizie, fotochemii oraz fotodetekcji. Podczas konferencji zaprezentowałem poster z wynikami moich badań dotyczących modyfikacji właściwości optycznych cząstek rdzeń-płaszcz poprzez dyfuzję materiału rdzenia na powierzchnię cząstki. Ponadto formuła konferencji i mój aktywny udział w dyskusji podczas konferencji przyniosły efekt w postaci publikacji w czasopiśmie Faraday Discussions [26-29].

#### *Lista publikacji:*

- [1] A.M. Figat, B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Norek, **B.J. Jankiewicz**, “ $\alpha$ -Amino Acids as Reducing and Capping Agents in Gold Nanoparticles Synthesis Using Turkevich Method.” *Langmuir* **2023**, 39(25), 8646-8657.
- [2] A. Bombalska, M. Mularczyk-Oliwa, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, M. Kaliszewski, M. Włodarski, M. Kwaśny, K. Kopczyński, M. Szpakowska, E.A. Trafny „Application of FTIR and SERS spectroscopy in analysis and discrimination of bacteria and their interferents” *Biomed. Spectrosc. Image.* **2014**, 3, 29-39.
- [3] A. Lai, S. Almaviva, V. Spizzichino, A. Palucci, L. Addari, D. Luciani, S. Mengali, C. Marquette, O. Berthuy, **B. Jankiewicz**, L. Pierno. Rapid and label-free screening and identification of Anthrax simulants by Surface Enhanced Raman Spectroscopy. *Proc. SPIE* **2014**, 9253, 9253U. <https://doi.org/10.1117/12.2068170>
- [4] A. Lai, S. Almaviva, V. Spizzichino, L. Addari, A. Palucci, D. Luciani, R. Viola, S. Mengali, C.A. Marquette, **B. Jankiewicz**, L. Pierno, "Selectivity evaluation of label-free detection of Bacillus spp spores using functionalized SERS substrates" *Proc. SPIE* 2016, 9994, 999408. <https://doi.org/10.1117/12.2240925>
- [5] A. Lai, S. Almaviva, V. Spizzichino, D. Luciani, A. Palucci, S. Mengali, C. Marquette, O. Berthuy, **B. Jankiewicz**, L. Pierno “Bacillus spp. Cells Captured Selectively by Phages and Identified by Surface Enhanced Raman Spectroscopy Technique” *Proceedings* 2017, 1, 519; <https://doi.org/10.3390/proceedings1040519>
- [6] J.L. Weyher, B. Bartosewicz, I. Dzieciulewski, J. Krajczewski, **B. Jankiewicz**, G. Nowak, A. Kudelski “Relationship between the nano-structure of GaN surfaces and SERS efficiency: chasing hot-spots.” *Appl. Surface Sci.* **2019**, 466, 554-561.

- [7] M. Liszewska, M. Stefaniak, J. Firak, B. Bartosewicz, B. Budner, T. Wojciechowski, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga "Influence of silver thickness on optical properties of metal island films fabricated by physical vapour deposition," 2014 16th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), Graz, 2014, pp. 1-3. <https://doi.org/10.1109/ICTON.2014.6876658>
- [8] M. Liszewska, B. Budner, M. Norek, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga „Revisiting of semicontinuous silver films as surface-enhanced Raman spectroscopy substrates” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2019**, *10*, 1048–1055.
- [9] M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, **B.J. Jankiewicz**, Raman and SERS spectroscopies in the detection of hazardous materials 2018 Baltic URSI Symposium (URSI), Poznan, Poland, 2018, pp. 147-150. <https://doi.org/10.23919/URSI.2018.8406758>
- [10] M.A. Zając, B. Budner, M. Liszewska, B. Bartosewicz, Ł. Gutowski, J.L. Weyher, **B.J. Jankiewicz**, “SERS performance of GaN/Ag substrates fabricated by Ag coating of GaN platforms.” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2023**, *14(1)*, 552-564.
- [11] B. Krajnik, M. Gajda-Rączka, D. Piątkowski, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**, E. Hofmann, S. Mackowski „Silica nanoparticles as a tool for fluorescence enhancement” *Nanoscale Res. Lett.* **2013**, *8*, 146.
- [12] J. Grzelak, A. Krajewska, B. Krajnik, D. Jamiola, J. Choma, **B. Jankiewicz**, D. Piątkowski, P. Nyga, S. Maćkowski “Hybrid silica-gold core-shell nanoparticles for fluorescence enhancement” *Nanospectroscopy* **2016**, *2*, 1–6.
- [13] M. Nieborek, K. Rutkowska, T.R. Woliński, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, D. Szmigiel, A. Kozanecka-Szmigiel “Tunable Polarization Gratings Based on Nematic Liquid Crystal Mixtures Photoaligned with Azo Polymer-Coated Substrates” *Crystals* **2020**, *10(9)*, 768.
- [14] A. Siarkowska, M. Chychłowski, D. Budaszewski, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński "Thermo- and electro-optical properties of photonic liquid crystal fibers doped with gold nanoparticles" *Beilstein J. Nanotechnol.* **2017**, *8*, 2790-2801.
- [15] T.R. Woliński, A. Siarkowska, D. Budaszewski, M. Chychłowski, A. Czapla, S. Ertman, P. Lesiak; K.A. Rutkowska, K. Orzechowski, M. Sala-Tefelska, M. Sierakowski, R. Dąbrowski, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, E. Nowinowski-Kruszelnicki, P. Mergo. „Recent advances in liquid-crystal fiber optics and photonics.” *Proc. SPIE* 2017, 10125, 101250W. <https://doi.org/10.1117/12.2261115>.
- [16] D. Budaszewski, A. Siarkowska, M. Chychłowski, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, R. Dąbrowski, T.R. Woliński “Nanoparticles-enhanced Photonic Liquid Crystal Fibers” *J. Mol. Liq.* **2018**, *267*, 271-278.
- [17] K. Bednarska, P. Oszwa, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, P. Lesiak, S. Ertman, T.R. Woliński “Enhancement of thermal and electro-optical properties of photonic crystal fibers infiltrated with a modified 6CHBT nematic liquid crystal doped with gold nanoparticles” *Opt. Mater.* **2019**, *98*, 109419.
- [18] K. Bednarska, A. Budaszewska, D. Budaszewski, M. Chychłowski, S. Ertman, P. Lesiak, P. Oszwa, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, R. Dąbrowski, T.R. Wolinski "Enhanced electric field sensing with metallic nanoparticles-doped photonic liquid crystal fibers" *Proc. SPIE* 2019, 11199, 111992V.
- [19] D. Budaszewski, M. Chychłowski, A. Budaszewska, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, T.R. Woliński “Enhanced efficiency of electric field tunability in photonic liquid crystal fibers doped with gold nanoparticles” *Opt. Express* **2019**, *27(10)*, 14260-14269.
- [20] D. Budaszewski, K. Wolińska, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński “Spectral Properties of Photo-Aligned Photonic Crystal Fibers Infiltrated with Gold Nanoparticle-Doped Ferroelectric Liquid Crystals” *Crystals* **2020**, *10(9)*, 785.
- [21] M. Chychłowski, M. Kajkowska, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński, P. Lesiak, „Photopolymerization of 1D photonic structures induced by nematic-isotropic phase transition in liquid crystal.” *Soft Matter* **2023**, *19(18)*, 3398-3404.
- [22] J. E. Moś, J. Korec, K.A. Stasiewicz, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, L.R. Jaroszewicz “Research on optical properties of tapered optical fibers with liquid crystal cladding doped with gold nanoparticles” *Crystals* **2019**, *9(6)*, 306.
- [23] A. Torrisi, P. Wachulak, Ł. Węgrzyński, T. Fok, A. Bartnik, T. Parkman, Š. Vondrová, J. Turňová, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, H. Fiedorowicz „A stand-alone compact EUV microscope based on gas-puff target source” *J. Microsc.* **2017**, *265(2)*, 251-260.

- [24] C. Minelli, M. Wywijas, D. Bartczak, S. Cuello-Nuñez, H. Goenaga Infante, J. Deumer, C. Gollwitzer, M. Krumrey, K.E. Murphy, M.E. Johnson, A.R. Montoro Bustos, I.H. Strengé, B. Faure, P. Høghøj, V. Tong, L. Burr, K. Norling, F. Höök, M. Roesslein, J. Kocic, L. Hendriks, V. Kestens, Y. Ramaye, M.C. Contreras Lopez, G. Auclair, D. Mehn, D. Gilliland, A. Potthoff, K. Oelschlägel, J. Tentschert, H. Jungnickel, B.C. Krause, Y.U. Hachenberger, P. Reichardt, A. Luch, T.E. Whittaker, M.M. Stevens, S. Gupta, A. Singh, F.-H. Lin, Y.-H. Liu, A.L. Costa, C. Baldisserrri, R. Jawad, S. El Andaloussi, M.N. Holme, T.G. Lee, M. Kwak, J. Kim, J. Ziebel, C. Guignard, S. Cambier, S. Contal, A.C. Gutleb, J. Tatarkiewicz, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, X. Wu, J.A. Fagan, E. Elje, E. Rundén-Pran, M. Dusinska, I.P. Kaur, D. Price, I. Nesbitt, S. O'Reilly, R.J.B. Peters, G. Bucher, D. Coleman, A.J. Harrison, A. Ghanem, A. Gering, E. McCarron, N. Fitzgerald, G. Cornelis, J. Tuoriniemi, M. Sakai, H. Tsuchida, C. Maguire, A. Prina-Mello, A.J. Lawlor, J. Adams, C.L. Schultz, D. Constantin, N.T. K. Thanh, L.D. Tung, L. Panariello, S. Damilos, A. Gavriilidis, I. Lynch, B. Fryer, A. Carrazco Quevedo, E. Guggenheim, S. Briffa, E. Valsami-Jones, Y. Huang, A.A. Keller, V.-T. Kinnunen, S. Perämäki, Z. Krpetic, M. Greenwood, A.G. Shard "Versailles Project on Advanced Materials and Standards (VAMAS) Interlaboratory Study on Measuring the Number Concentration of Colloidal Gold Nanoparticles" *Nanoscale* **2022**, *14*, 4690-4704.
- [25] D. Świątczak, S. Belica-Pacha, A. Zawisza, A. Kisielewska, A. Światły-Błaszczewicz, B. Kupcewicz, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**, M. Małecka, "Comparative study of titanium dioxide to improve the quality of finished cosmetic products." *Int. J. Cosmet. Sci.* **2023**, *45*(3), 315-328.
- [26] J. Aizpurua, F. Baletto, J. Baumberg, P. Christopher, B. de Nijs, P. Deshpande, Y.D. Fernandez, L. Fabris, S. Freakley, S. Gawinkowski, A. Govorov, N. Halas, R. Hernandez, **B. Jankiewicz**, J. Khurgin, M. Kuisma, P.V. Kumar, J. Lischner, J. Liu, A. Marini, R.J. Maurer, N. S. Mueller, M. Parente, J.Y. Park, S. Reich, Y. Sivan, G. Tagliabue, L. Torrente-Murciano, M. Thangamuthu, X. Xiao, A. Zayats "Theory of hot electrons: general discussion" *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 245-281.
- [27] J. Aizpurua, M. Ashfold, F. Baletto, J. Baumberg, P. Christopher, E. Cortés, B. de Nijs, Y.D. Fernandez, J. Gargiulo, S. Gawinkowski, N. Halas, R. Hamans, **B. Jankiewicz**, J. Khurgin, P.V. Kumar, J. Liu, S. Maier, R.J. Maurer, A. Mount, N.S. Mueller, R. Oulton, M. Parente, J.Y. Park, J. Polanyi, J. Quiroz, S. Rejman, S. Schlücker, Z. Schultz, Y. Sivan, G. Tagliabue, M. Thangamuthu, L. Torrente-Murciano, X. Xiao, A. Zayats, C. Zhan "Dynamics of hot electron generation in metallic nanostructures: general discussion" *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 123-146.
- [28] J. Aizpurua, J. Baumberg, A. Boltasseva, P. Christopher, E. Cortes, S.B. Cronin, B. Kumar Dadhich, B. de Nijs, P. Deshpande, Y.D. Fernandez, L. Fabris, S. Gawinkowski, A. Govorov, N. Halas, J. Huang, **B. Jankiewicz**, R. Kamarudheen, J. Khurgin, T.K. Lee, J. Mahin, A. Marini, R.J. Maurer, N.S. Mueller, J.Y. Park, M. Rahaman, S. Schlücker, Z. Schultz, Y. Sivan, G. Tagliabue, M. Thangamuthu, H. Xu, A. Zayats "New materials for hot electron generation: general discussion" *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 365-386.
- [29] J. Aizpurua, J. Baumberg, V. Caps, E. Cortes, B. de Nijs, Y.D. Fernandez, L. Fabris, S. Freakley, S. Gawinkowski, D. Glass, J. Huang, **B. Jankiewicz**, J. Khurgin, P.V. Kumar, R.J. Maurer, P. McBreen, N.S. Mueller, J.Y. Park, J. Quiroz, S. Rejman, R.M.R. Gómez, J. Salmon-Gamboa, S. Schlücker, Z. Schultz, A. Shukla, Y. Sivan, M. Thangamuthu, L. Torrente-Murciano, X. Xiao, H. Xu, C. Zhan "Applications in catalysis, photochemistry, and photodetection: general discussion" *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 479-499.

## 5. Informacja o pozostałych osiągnięciach naukowo-badawczych w tym o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

### 5.1. Działalność prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora

Pracę naukową rozpocząłem w trakcie studiów na Wydziale Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej (WIChiFT) Wojskowej Akademii Technicznej. Jako student III roku dołączyłem do Zespołu Ciekłych Kryształów w Instytucie Chemii WIChiFT WAT, kierowanego przez profesora Romana Dąbrowskiego. W zespole tym pod opieką dr. Witolda Drzewińskiego **przeprowadziłem syntezę kilkunastu związków, które miały wykazywać się występowaniem nematycznej fazy ciekłokrystalicznej.** Wyniki tych badań stały się podstawą mojej pracy dyplomowej pt. „Synteza i badanie właściwości fizykochemicznych dwu- i trójpięściennych estrów zawierających atom fluoru w położeniu lateralnym cząsteczki”, którą obroniłem w czerwcu 2004 roku. Praca ta została wyróżniona w konkursie Rektora Wojskowej Akademii Technicznej na najlepszą pracę dyplomową. Wyniki moich badań zostały również zaprezentowane w 2005 roku na XVI Conference on Liquid Crystals - Chemistry, Physics and Applications [D1]. Praca badawcza w Zespole prof. Dąbrowskiego pozwoliła mi na pozyskanie umiejętności i doświadczenia w syntezie organicznej, oraz zastosowaniu mikroskopii optycznej oraz skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC) w badaniu przejść fazowych związków ciekłokrystalicznych. Ponadto, zapoznałem się ze spektroskopią FT-IR oraz spektrometrią mas stosowanymi do badania otrzymanywanych związków chemicznych.

Umiejętności pozyskane w trakcie studiów magisterskich w WAT okazały się niezwykle cenne w realizacji prac badawczych podczas studiów doktoranckich, które odbyłem na Purdue University w West Lafayette (Indiana, USA). Studia rozpocząłem w sierpniu 2004 roku, a w listopadzie tego samego roku dołączyłem do zespołu prof. Hilkki Kenttämäa. Zespół prof. Kenttämäa realizował badania związane z zastosowaniem zaawansowanych metod spektrometrii mas w fizycznej chemii organicznej oraz chemii analitycznej. W swoich interdyscyplinarnych badaniach **zajmowałem się badaniem reaktywnych stanów przejściowych z niesparowanymi elektronami, takich jak organiczne mono- i polirodniki,** które odgrywają ważną rolę w syntezie organicznej, w projektowaniu nowych materiałów organicznych, a także w biologicznej aktywności związków organicznych. Głównym celem mojej pracy badawczej było zbadanie reaktywności  $\sigma,\sigma,\sigma$ -trójrodników, które wówczas były opisane zaledwie w kilku artykułach, głównie w aspekcie badań teoretycznych związanych z modelowaniem ich struktury. W trakcie realizacji swoich prac badawczych



**przeprowadziłem pierwsze na świecie badania nad reaktywnością  $\sigma,\sigma,\sigma$ -trójrodników, jonów trójdehidropirydynowych.** Badania te nie tylko wniosły nową wiedzę dotyczącą właściwości chemicznych polirodników, ale również przyczyniły się do lepszego zrozumienia oddziaływań spin-spin w polirodnikach. Moje interdyscyplinarne badania obejmowały syntezę organiczną oraz charakterystykę (FT-IR, NMR) prekursorów badanych rodników, które nie były dostępne komercyjnie. Zsyntetyzowane oraz zakupione prekursory były następnie stosowane do wytwarzania oraz badania reaktywności mono- i polirodników, trójrodników oraz homologicznych mono- i dwurodników, które realizowałem z zastosowaniem spektrometru masowego z analizatorem cyklotronowego rezonansu jonów z fourierowską transformacją wyników (z ang. fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry, FT-ICR MS) oraz metody jonów dystonicznych (z ang. distonic ion approach). Analizę wyników reaktywności rodników wspomagałem modelowaniem molekularnym z zastosowaniem metod opartych na teorii funkcjonału gęstości (z ang. density functional theory, DFT) dostępnym w oprogramowaniu Gaussian. Moje badania realizowane były w ramach grantu “Gas-Phase Studies of Organic Bi-, Tri- and Tetradicals” finansowanego przez US National Science Foundation. W mniejszym zakresie realizowałem również prace badawcze związane z opracowaniem metod analizy metabolitów składników aktywnych różnych leków z zastosowaniem spektrometrii mas, które realizowane były we współpracy z firmą farmaceutyczną Eli Lilly and Company.

W grudniu 2008 roku uzyskałem stopień doktora nauk chemicznych broniąc pracę doktorską pt. „Badanie reaktywności aromatycznych  $\sigma,\sigma,\sigma$ -rodnikokationów w fazie gazowej przy zastosowaniu metody jonów dystonicznych oraz spektrometru masowego z analizatorem cyklotronowego rezonansu jonów z fourierowską transformacją wyników (FT-ICR MS) (Gas-phase studies on the reactivity of charged, aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradicals by using distonic ion approach and fourier transform ion cyclotron resonance (FT-ICR) mass spectrometry)”. Część z wyników uzyskanych podczas realizacji swojej pracy doktorskiej opublikowałem jeszcze przed zakończeniem studiów doktoranckich w dwóch artykułach w *Angewandte Chemie International Edition* [D2, D3]. Jeden z tych artykułów, prezentujący pierwsze na świecie badania reaktywności  $\sigma,\sigma,\sigma$ -trójrodników, na podstawie oceny co najmniej dwóch recenzentów został określony przez redakcję czasopisma jako “very important paper” [D2].

Wyniki moich badań uzyskane w ramach realizacji pracy magisterskiej i doktorskiej przed uzyskaniem stopnia doktora zostały opublikowane w postaci dwóch artykułów naukowych w recenzowanych czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej oraz zaprezentowane

przeze mnie lub współautorów w postaci trzynastu referatów/posterów na kilku międzynarodowych konferencjach naukowych. Wspomniane powyżej osiągnięcia zostały wymienione w Załączniku 4.

W trakcie studiów doktoranckich na Purdue University byłem członkiem American Society of Mass Spectrometry (ASMS) oraz American Chemical Society (ACS). W ramach działalności popularyzatorskiej brałem udział w National Chemistry Week 2006 ucząc chemii dzieci w szkole podstawowej. W ramach swoich obowiązków dydaktycznych prowadziłem również zajęcia laboratoryjne z chemii organicznej na Wydziale Chemii Purdue University. Ponadto, w zespole prof. Kenttämää przez ponad rok byłem odpowiedzialny za nadzór nad prawidłowym działaniem jednego ze spektrometrów FT-ICR MS oraz szkolenie nowoprzybyłych członków zespołu w jego obsłudze.

#### *Lista publikacji przed uzyskaniem stopnia doktora:*

- D1. **B.J. Jankiewicz**, W. Drzewiński, R. Dąbrowski. „Two and three ring cyanoesters laterally substituted with Fluorine.” The XVI Conference on Liquid Crystals - Chemistry, Physics and Applications, 09.2005, Stare Jabłonki, Polska.
- D2. **B.J. Jankiewicz**, A. Adeuya, M.J. Yurkovich, N.R. Vinueza, S.J. Gardner III, M. Zhou, J.J. Nash, H.I. Kenttämää „Reactivity of an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical: the 2,4,6-Tridehydropyridinium Cation.” *Angew. Chem. Int. Ed.* **2007**, *46*, 9198 – 9201.
- D3. **B.J. Jankiewicz**, J.Reece, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämää “Reactivity of the 3,4,5-Tridehydropyridinium Cation, an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical.” *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, *47*, 9860 – 9865.

## **5.2. Działalność prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora**

Po ukończeniu studiów doktoranckich na Purdue University i obronie doktoratu powróciłem do Polski i od stycznia 2009 rozpocząłem pracę na stanowisku inżyniera w Instytucie Chemii na Wydziale Nowych Technologii i Chemii (WTC) Wojskowej Akademii Technicznej. W Instytucie Chemii WTC WAT ponownie dołączyłem do grupy badawczej prof. Romana Dąbrowskiego, w której miałem zajmować się zidentyfikowaniem oraz syntezą związków ciekłokrystalicznych o właściwościach pozwalających na ich użycie w urządzeniach stosowanych w zakresie THz i GHz. Badania te realizowane były w ramach projektu „Nowe Materiały Fotoniczne i ich Zaawansowane Zastosowania” (POIG) oraz projektu rozwojowego „Przestrajalne ciekłokrystaliczne przetworniki na zakres THz i GHz”. Podczas mojej pracy w Instytucie Chemii dokonałem szczegółowej analizy publikacji dotyczących badanego zagadnienia oraz przedstawiłem ogólne wnioski dotyczące zależności pomiędzy strukturą, właściwościami w zakresie widzialnym, oraz właściwościami w zakresie THz i GHz. Głównym wnioskiem wyciągniętym na podstawie badań opublikowanych wcześniej przez innych

autorów jest fakt, że im większa jest wartość dwójłomności (zdolność ośrodków optycznych do podwójnego załamania światła) w zakresie widzialnym, tym większa wartość dwójłomności w zakresie THz i GHz. Jednakże problemem z wykorzystaniem związków ciekłokrystalicznych w przetwornikach promieniowania elektromagnetycznego może być szybkość przełączania, która powinna być znacznie większa niż dla wyświetlaczy pracujących w zakresie widzialnym, oraz straty wynikające z absorbowania promieniowania. Rezultaty mojej pracy zostały zaprezentowane przeze mnie osobiście na 18<sup>th</sup> Conference on Liquid Crystals (Chemistry, Physics & Applications) oraz przez współautorów na 6<sup>th</sup> International Conference on Microwave Materials and their Applications (MMA) [D4,D5].

Podczas pracy w Instytucie Chemii WTC WAT w dalszym ciągu współpracowałem z zespołem prof. Kenttämää z Purdue University finalizując publikację rezultatów moich badań z okresu studiów doktoranckich, jak również wspierając swoją wiedzą i doświadczeniem ówczesnych członków zespołu w ich badaniach. Współpracę tę kontynuowałem również po moich przenosinach do Zakładu Technologii Optoelektronicznych Instytutu Optoelektroniki (IOE) Wojskowej Akademii Technicznej w styczniu 2010 roku. Współpraca z zespołem prof. Kenttämää trwa do dziś, a jej efektem jest trzynaście publikacji w renomowanych czasopismach oraz kilkanaście prezentacji na konferencjach międzynarodowych [D6-D18]. **Wyniki moich badań uzyskanych podczas studiów doktoranckich oraz podczas pracy na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT przyczyniły się do uzyskania przeze mnie w 2010 roku prestiżowego stypendium START dla młodych naukowców finansowanego przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej.**

Po dołączeniu do Zakładu Technologii Optoelektronicznych IOE WAT w 2010 roku rozpocząłem prace nad wytwarzaniem, badaniem oraz zastosowaniami nanomateriałów plazmowych, które zostały opisane szerzej w Rozdziale 4 Autoreferatu. W swoich badaniach do charakteryzacji różnego typu materiałów stosowałem dostępne w IOE WAT techniki spektroskopowe, w tym spektroskopie UV-vis-NIR, FT-IR, fluoroescencyjną oraz spektroskopię Ramana. Jednym z głównych narzędzi mojej pracy stała się spektroskopia Ramana, która jest szeroko stosowana w inżynierii materiałowej, między innymi do badania składu chemicznego, fazy oraz struktury krystalicznej materiałów. Technikę tę stosowałem między innymi we współpracy z naukowcami z Wydziału Nowych Technologii i Chemii WAT do badania materiałów węglowych, w tym nanorurek węglowych, kserozeli węglowych oraz grafenu [D19-D23], materiałów miedziowych wytwarzanych w procesie elektrolizy [D24], oraz materiałów półprzewodnikowych [D25-D31]. W przypadku materiałów

półprzewodnikowych użytecznym narzędziem okazała się być spektroskopia Ramana w zakresie niskich częstotliwości pozwalająca na badanie niskoenergetycznych drgań sieci krystalicznej [D25-D29]. W tym miejscu wspomnę, iż mój artykuł dotyczący spektroskopii Ramana w zakresie niskich częstotliwości w odniesieniu do badania materiałów wybuchowych jest jednym z pierwszych artykułów w języku polskim opisującym tę technikę [D32]. [W analizie jakościowej materiałów półprzewodnikowych cenne informacje pozyskiwane są również dzięki możliwości obrazowania/mapowania ramanowskiego [D30,D31].

Badania różnego typu materiałów prowadziłem również we współpracy z naukowcami z innych polskich instytucji badawczych. Spektroskopię Ramana stosowałem do badania nanorurek węglowych we współpracy z naukowcami z Centrum Badań i Zastosowań Terahercowych (CENTERA) Instytutu Wysokich Ciśnień PAN oraz z Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej [D33-D35]. Naukowców z Politechniki Gdańskiej wspierałem również w funkcjonalizacji chemicznej nanorurek węglowych, które były później stosowane do modyfikacji powierzchni implantów medycznych. Ponadto pomagałem naukowcom z Wydziału Lekarsko-Stomatologicznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego w badaniach bioaktywnych materiałów do odbudowy zęba [D36].

Istotne znaczenie w badaniach prowadzonych przez mój zespół ma aparatura pozyskana przez mnie w ramach inwestycji aparaturowej finansowanej ze środków MEiN pt. „Rozbudowa Laboratoriów Nanostruktur Plazmonowych oraz Spektroskopii Instytutu Optoelektroniki WAT w celu zwiększenia potencjału badawczego w zakresie charakteryzacji i zastosowań nanostruktur plazmonowych w spektroskopii”. W ramach inwestycji utworzyłem unikatową w skali kraju pracownię analizy cząstek, w której do określania wielkości, rozkładu wielkości, potencjału zeta, stężenia oraz gęstości cząstek o rozmiarach od ułamka nm do kilkudziesięciu  $\mu\text{m}$ , stosujemy metody dynamicznego i statycznego rozpraszania światła, metodę sedymentacji różnicowej w gradiencie lepkości, metodę przestrajalnego rezystancyjnego wykrywania impulsów, metodę analizy śledzenia cząstek, oraz piknometrię helową. Techniki te stosowane są przez mój zespół w badaniu nanomateriałów wytwarzanych w naszych laboratoriach, jak również w badaniach realizowanych we współpracy z innymi naukowcami oraz firmami. Przykładem są między innymi badania realizowane we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Łódzkiego, w których określono wielkość oraz rozkład wielkości cząstek ditlenku tytanu dodawanych do kosmetyków [D37].

Kierowany przez mnie Zespół Nanotechnologii IOE WAT, jak opisałem w Rozdziale 4, oprócz wielu technik badawczych, które pozwalają na badanie materiałów, dysponuje

również laboratoriami oraz aparaturą do wytwarzania i modyfikacji materiałów metodami chemicznymi i fizycznymi, w tym unikalnym systemem do osadzania cienkich warstw materiałów z zastosowaniem laserów impulsowych. System ten umożliwia osadzanie cienkich warstw różnych materiałów, w tym opisanych we wcześniejszym rozdziale metali szlachetnych, ale również materiałów o właściwościach katalitycznych. W ramach swojej działalności badawczej wspierałem realizację projektu NCN Preludium pt. „Badanie właściwości elektrochemicznych kompozytów wykonanych w postaci trójwymiarowej struktury węglowej o wysokim stopniu grafityzacji z rdzeniem MgO oraz z warstwą katalityczną Pt i Pt-Ru osadzoną metodą laserowej ablacji (PLD)”, którego kierownikiem i głównym wykonawcą był członek mojego zespołu mgr inż. Bogusław Budner. Jednym z efektów realizacji tego projektu była publikacja dotycząca osadzania metodą PLD platyny na cząstkach węglowych mieszanych w specjalnie do tego zaprojektowanym mikserze oraz ich badanie pod kątem zastosowania w ogniwach paliwowych [D38].

Istotnym obszarem mojej działalności naukowej jest również obrona przed bronią masowego rażenia, a przede wszystkim wykrywanie i identyfikacja czynników chemicznych, biologicznych, radiologicznych, nuklearnych oraz materiałów wybuchowych (z ang. chemical, biological, radiological, nuclear, and explosives, CBRNE). Tematyka ta jest zbieżna ze specjalnością moich studiów magisterskich, jak również z moją działalnością na forum międzynarodowym, gdzie od 2009 roku z przerwami reprezentuję Ministerstwo Obrony Narodowej w panelu technologicznym Europejskiej Agencji Obrony (z ang. European Defence Agency, EDA) jako krajowy koordynator oraz ekspert, oraz w panelach i grupach badawczych NATO. W swojej pracy badawczej staram się również powiązać obszar obrony przed bronią masowego rażenia z zastosowaniem nowoczesnych materiałów, w tym nanomateriałów wytwarzanych i badanych przez mój zespół.

Tematyką obrony przed bronią masowego rażenia od strony naukowej zajmuję się od momentu rozpoczęcia pracy w IOE WAT. W 2010 roku zostałem zaangażowany w prace w projekcie AHEAD (Advanced HELmet And Devices for individual protection) realizowanym w ramach programu EDA Joint Investment Programme on Force Protection. Moim zadaniem było sporządzenie bazy danych istniejących sensorów czynników chemicznych, które to mogłoby być użyte w celu zapewnienia ochrony pojedynczego żołnierza, jak również sporządzenie mapy drogowej technologii sensorów chemicznych na najbliższe lata. Ponadto, byłem jednym z organizatorów warsztatów projektu AHEAD, które odbyły się w kwietniu 2010 roku w Wojskowej Akademii Technicznej.

Dzięki działalności w panelu technologicznym EDA poświęconym rozwojowi technologii obronnych w obszarze czynnika ludzkiego i ochrony przed czynnikami CBRN (EDA Capability & Technology (CapTech) Group Human Factors & CBRN Protection) nawiązałem kontakty, które zaowocowały zaproszeniami do konsorcjów przygotowujących propozycje projektów w obszarze obrony przed czynnikami CBRNE. Pierwszym projektem, który pozyskałem i którym kierowałem był projekt RAMBO (Rapid Air-particle Monitoring against BiOlogical threats) realizowany w ramach EDA Joint Investment Programme on CBRN protection we współpracy z naukowcami i firmami z Włoch (Leonardo, CREO, ENEA), Francji (Université Claude Bernard Lyon 1) oraz Niemiec (microfluidic ChipShop). Projekt ten jest powiązany z osiągnięciem naukowym opisanym w Autoreferacie i został szerzej opisany w Rozdziale 4.

W kolejnych latach dzięki działalności w EDA oraz reprezentowaniu IOE WAT w Integrated Mission Group for Security Technical Area 6 CBRNE (IMG-S TA6), grupie zrzeszającej ekspertów w obszarze bezpieczeństwa i ochrony przed środkami CBRNE, otrzymywałem zaproszenia do europejskich konsorcjów przygotowujących wnioski na projekty w konkursach ogłaszanych w ramach programów ramowych Unii Europejskiej. Od 2012 roku brałem udział w przygotowaniu kilkunastu wniosków na projekty w obszarze bezpieczeństwa, które składane były w konkursach ogłaszanych w ramach programów ramowych Unii Europejskiej (FP7, Horyzont 2020, Horyzont Europa), Funduszu Bezpieczeństwa Wewnętrznego – instrument współpracy policyjnej (Internal Security Fund – Police, ISF-P) oraz Europejskiego Funduszu Obronnego (European Defence Fund). Poniżej przedstawiłem krótki opis projektów, w których przygotowaniu brałem udział i które otrzymały finansowanie. Ze względu na obciążenie licznymi obowiązkami nie byłem w stanie kierować każdym z projektów, które pozyskałem.

W roku 2017 rozpocząłem realizację projektu ENCIRCLE - Europejski klaster rynkowy dla innowacji w CBRN (European Cbrn Innovation for the maRket Cluster, ENCIRCLE - <https://encircle-cbrn.eu/>), który realizowany był w ramach w Programu Ramowego UE Horyzont 2020 w obszarze Bezpieczne Społeczeństwa w latach 2017-2021. Projekt realizowany był we współpracy z kilkunastoma partnerami (instytucje naukowe, małe i średnie przedsiębiorstwa, oraz duże firmy) z Belgii, Francji, Wielkiej Brytanii, Włoch, Niemiec i Finlandii. ENCIRCLE miał na celu usprawnić wdrożenie na rynek europejski innowacji w obszarze CBRN opracowanych w ramach projektów finansowanych przez Unię Europejską. IOE WAT był w tym projekcie Liderem Pakietu Pracy, a pracami zespołu badawczego Instytutu

kierowałem osobiście. W projekcie tym odpowiadaliśmy m.in. za analizę braków i potrzeb w obszarze CBRN, za rozpowszechnianie wyników projektu, oraz organizację jednych warsztatów.

Kolejnym projektem, w którego przygotowaniu brałem udział i który pozyskałem jest projekt RISEN - Kwalifikacja śladowych dowodów kryminalistycznych w czasie rzeczywistym na miejscu zdarzenia (Real-time on-site forensic trace qualification, RISEN - <https://www.risen-h2020.eu/>). Projekt RISEN realizowany w ramach programu UE Horyzont 2020 w obszarze Bezpieczne Społeczeństwa od roku 2020 dotyczy opracowania technologii wspomagających badania kryminalistyczne w miejscu zdarzenia. W projekcie tym jestem Liderem Pakietu Pracy dotyczącego analizy obecnego stanu wiedzy w kilku obszarach związanych z prowadzeniem czynności kryminalistycznych na miejscu zdarzenia, w tym zdarzeń z użyciem czynników CBRNE.

W roku 2022 brałem udział w przygotowaniu dwóch wniosków projektowych w programie ramowym Horyzont Europa, z których jeden otrzymał finansowanie. Realizację projektu "STBERNARD - SysTem for SAFE Biological chEmical Radiological and Nuclear Assessment, Rescue and Decontamination" rozpoczęliśmy we wrześniu 2023 roku we współpracy z kilkunastoma partnerami z Hiszpanii, Grecji, Austrii, Irlandii, Czech, i Niemiec. Zadaniem IOE WAT będzie opracowanie czujnika bioaerozoli do zastosowania na platformach mobilnych, dronach i robotach.

Od roku 2023 jestem również zaangażowany w pracę w projekcie o akronimie ACHILE (Augmented Capability for High End Soldiers), który realizowany jest w ramach Europejskiego Funduszu Obronnego przez 29 konsorcjantów z 9 krajów Unii Europejskiej oraz z Norwegii. W projekcie udział biorą duże firmy zbrojeniowe, małe i średnie przedsiębiorstwa oraz instytuty badawcze i uczelnie. Realizacja projektu przyczyni się do dalszej integracji unijnego przemysłu obronnego i jego autonomii. W projekcie tym jestem zaangażowany w prace nad opracowaniem systemu o otwartej architekturze z wykorzystaniem przełomowych technologii, poprawiających przeżywalność, funkcjonalność i mobilność żołnierza na polu walki w odniesieniu do obrony przed czynnikami CBRNE.

Bardzo istotnymi projektami z punktu widzenia działalności naukowej IOE WAT oraz WAT są projekty realizowane w ramach programów Europejskiej Agencji Obrony. Oprócz wspomnianych wcześniej projektów AHEAD oraz RAMBO, w ostatnich latach brałem również udział w projekcie CONFIDENT - Potwierdzenie, identyfikacja i „powietrzne wczesne

ostrzeżenie” o Improwizowanych Urządzeniach Wybuchowych (Confirmation, Identification and Airborne Early Warning of (CBRN) IEDs, CONFIDENT) realizowanym w ramach programu EDA Improvised Explosives Devices Detection (IEDDET). Projekt realizowano w latach 2017-2020 we współpracy z partnerami Austrii (Amt für Rüstung und Wehrtechnik (ARWT), CBRN Defence School of the Austrian Armed Forces (ABCAbwS), Austrian Armed Forces Logistics School (HLogS), Schiebel Aircraft GmbH) oraz Norwegii (FFI), a **ja pełniłem rolę kierownika projektu w WAT**. Cele projektu CONFIDENT były dwójakie: (i) koncentracja na potwierdzeniu i identyfikacji istotnych elementów IED, w tym części elektronicznych, ładunków wybuchowych i ładunku chemicznego, biologicznego, radiologicznego i jądrowego (CBRN) przed ich uwolnieniem oraz (ii) zapewnienie komplementarnych zdolności wczesnego ostrzeżenia. Demonstratory miały opierać się na zdalnie sterowanych platformach (robot (UGV), drony (UAV) i systemie bezzałogowego statku powietrznego CAMCOPTER® S-100 (UAS) ). UAS planowany był do wykorzystania jako system wczesnego ostrzeżenia w powietrzu. Projekt obejmował integrację różnych czujników lub narzędzi na platformach UGV i UAV.

Projekt CONFIDENT zakończył się opracowaniem i zbudowaniem przez zespół Instytutu Optoelektroniki WAT trzech różnych demonstratorów systemów detekcji: czynników chemicznych (ChemDet), materiałów wybuchowych (ExDet Raman) oraz wykrywania śladowych ilości materiałów wybuchowych (ExDet IMS). Urządzenia przeznaczone są do pracy na platformach bezzałogowych (UAV/UGV w przypadku detektora chemicznego i UGV w przypadku detektorów materiałów wybuchowych). Demonstratory były testowane w warunkach rzeczywistych podczas kilku tygodniowych i dwutygodniowych ćwiczeń na poligonie Truppenübungsplatz w Allentsteig w Austrii. Opracowane systemy dostosowano konstrukcyjnie i programowo do wymogów bezzałogowych platform udostępnionych przez partnerów z Austrii. Testy w warunkach rzeczywistych, obok poprawności działania systemów, dały również możliwość przetestowania różnych scenariuszy/koncepcji użycia platform bezzałogowych z detektorami czynników CRNE, w tym współdziałania platform UGV z UAV. Wyniki realizacji projektu CONFIDENT opublikowano dotychczas w jednej publikacji [D39]. Ponadto, Departament Innowacji MON wybrał projekt CONFIDENT do prezentacji na Europejskim Dniu Innowacji Obronnych, który odbył się w dniu 31 maja 2022 w Brukseli. Podczas tego wydarzenia wraz z zespołem zaprezentowałem projekt CONFIDENT, jak również inne projekty realizowane w IOE WAT w ramach programów EDA.





**Rysunek 5.1.** Systemy detekcji materiałów wybuchowych oraz czynników chemicznych opracowane w ramach realizacji projektu CONFIDENT. Od lewej spektrometr ruchliwości jonów, spektrometr Ramana oraz czujnik chemiczny.

Obecnie jestem zaangażowany w badania w projekcie “Q-LAMPS - Quantum LASer-based Multi-parametric Portable Sensors” realizowanym jako projekt kategorii B pod nadzorem Europejskiej Agencji Obrony wraz z partnerami z Włoch. W ramach realizacji projektu zmodernizowany zostanie system zdalnej detekcji czynników biologicznych, jak również zbudowana zostanie komora do testowania systemów zdalnej detekcji.

Projektem w obszarze CBRNE realizowanym pod moim kierownictwem w IOE WAT od 2021 roku jest również projekt „Wzmocnienie bezpieczeństwa w zakresie CBRNE - koordynacja i standaryzacja” (<https://cbrne.wat.edu.pl/>). Przedsięwzięcie jest finansowane z Programu „Sprawy wewnętrzne” realizowanego w ramach Funduszy Norweskich na lata 2014-2021. Projekt koordynowany jest przez Agencję Bezpieczeństwa Wewnętrznego, a uczestniczy w nim kilkanaście polskich instytucji oraz partnerzy z Norwegii. Celem projektu jest poprawienie bezpieczeństwa państwa i jego obywateli poprzez zapobieganie oraz zwalczanie zagrożeń w zakresie CBRNE. Przedsięwzięcie stanowi odpowiedź na zapotrzebowanie różnych służb i instytucji w zakresie ustandaryzowania procedur umożliwiających podjęcie właściwych działań zarówno w sytuacji zagrożenia, jak i kryzysu wynikającego z użycia czynników CBRNE. IOE WAT zaangażowane jest w szereg działań w pakietach pracy związanych z przeciwdziałaniem zagrożeniom biologicznym, opracowaniem procedur, szkoleniami, analizami rynku, analizą zagrożeń wynikających z dostępności prekursorów materiałów niebezpiecznych, jak również zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych w zdarzeniach CBRNE.

*Lista publikacji po uzyskaniu stopnia doktora:*

- D4. **B.J. Jankiewicz**, R. Dąbrowski. „Applications of the liquid crystalline materials in devices operating at GHz and THz frequencies.” 18<sup>th</sup> Conference on Liquid Crystals (Chemistry, Physics & Applications), 09.2009, Augustów, Polska.

- D5. **B.J. Jankiewicz**, J. Parka, R. Dabrowski “Properties of liquid crystalline materials for applications in phase shifters operating at GHz frequency range” 6th Microwave Materials and their Applications (MMA), 1-3.09.2010, Warszawa, Polska.
- D6. A. Adeuya, J. Price, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Gas-Phase Reactivity of Protonated 2-, 3- and 4-Dehydropyridine Radicals Toward Organic Reagents.” *J. Phys. Chem. A*, **2009**, *113*, 13663 – 13674.
- D7. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.N. Reece, Y.C. Lee, P. Williams, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Effects of a Hydroxyl-Substituent on the Reactivity of the 2,4,6-Tridehydropyridinium Cation, an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical.” *Chem. Eur. J.* **2012**, *18*, 969 – 974.
- D8. V.A. Gallardo, **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Reactivity of a  $\sigma,\sigma,\sigma,\sigma$ -Tetraradical: the 2,4,6-Tridehydropyridine radical Cation.” *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 1926 – 1929.
- D9. **B.J. Jankiewicz**, J. Gao, J.N. Reece, N.R. Vinueza, P. Narra, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Substituent Effects on the Non-radical Reactivity of 4-Dehydropyridinium Cation.” *J. Phys. Chem. A*. **2012**, *116*, 3089 – 3093.
- D10. N.R. Vinueza, E.F. Archibold, **B.J. Jankiewicz**, S.C. Habicht, M.S. Aqueel, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa. “The Reactivity of the 4,5-Didehydroisoquinolinium Cation.” *Chem. Eur. J.* **2012**, *18*, 8692 – 8698.
- D11. P. Williams, **B.J. Jankiewicz**, L. Yang, H.I. Kenttämaa. “Properties and Reactivity of Gaseous Distonic Radical Ions with Aryl Radical Sites” *Chem. Rev.* **2013**, *113*, 6949–6985.
- D12. L.M. Kirkpatrick, N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, V.A. Gallardo, E.F. Archibold, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa. “Experimental and Computational Studies on the Formation of Three para-Benzynes” *Chem. Eur. J.* **2013**, *19*, 9022 – 9033.
- D13. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, L.M. Kirkpatrick, V.A. Gallardo, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa. “Does 2,6-Didehydropyridinium Ion Exist?” *J. Phys. Org. Chem.* **2013**, *26*, 707-714.
- D14. J. Gao, **B.J. Jankiewicz**, J. Reece, H. Sheng, C.J. Cramer, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa. “On the Factors That Control *meta*-Benzynes’ Reactivity.” *Chem. Sci.* **2014**, *5*, 2205-2215.
- D15. N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, V.A. Gallardo, G.Z. LaFavers, D. DeSutter, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Reactivity Controlling Factors for an Aromatic Carbon-Centered  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical: The 4,5,8-Tridehydroisoquinolinium Ion” *Chem. Eur. J.* **2016**, *22*, 809-815.
- D16. N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, V.A. Gallardo, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Effects of Hydrogen Bonding on the Gas-phase Reactivity of Didehydroisoquinolinium Cation Isomers” *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2018**, *20*, 21567-21572.
- D17. J. Gao, **B. Jankiewicz**, H. Sheng, L. Kirkpatrick, X. Ma, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa "Substituent Effects on the Reactivity of the 2,4,6-Tridehydropyridinium Cation, an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical" *Eur. J. Org. Chem.* **2018**, 6582-6589.
- D18. J.R. Milton, **B.J. Jankiewicz**, J.P. Max, N.R. Vinueza, L.M. Kirkpatrick, K. Campbell, V.A. Gallardo, J.N. Reece, H.I. Kenttämaa “Study on the Gas-Phase Reactivity of Charged Pyridynes” *J. Org. Chem.* **2021**, *86* (15), 9979-9993.
- D19. M. Michalska-Domańska, M. Norek, P. Józwick, **B.J. Jankiewicz**, W.J. Stępniewski, Z. Bojar „Catalytic stability and surface analysis of microcrystalline Ni<sub>3</sub>Al thin foils in methanol decomposition” *Appl. Surface Sci.* **2014**, *293*, 169–176.
- D20. M. Michalska-Domańska, P. Józwick, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, D. Siemiaszko, W.J. Stępniewski, Z. Bojar “Study of Cyclic Ni<sub>3</sub>Al Catalyst Pretreatment Process for Uniform Carbon Nanotubes Formation and Improved Hydrogen Yield in Methanol Decomposition” *Mater. Today: Proc.* **2016**, *3*, S171-S177. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2016.02.029>.

- D21. M. Michalska-Domańska, J. Bystrzycki, **B. Jankiewicz**, Z. Bojar “Effect of the grain diameter of Ni-based catalysts on their catalytic properties in the thermocatalytic decomposition of methanol” *C.R. Chim.* **2017**, *20(2)*, 156-163.
- D22. W. Kiciński, M. Norek, **B.J. Jankiewicz** “Heterogeneous carbon gels: N-doped carbon xerogels from resorcinol and N-containing heterocyclic aldehydes” *Langmuir* **2014**, *30*, 14726=14285.
- D23. B. Nasiłowska, Z. Bogdanowicz, A. Sarzyński, W. Skrzeczanowski, M. Djas, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**, L. Lipińska, Z. Mierczyk “The Influence of Laser Ablation Parameters on the Holes Structure of Laser Manufactured Graphene Paper Microsieves” *Materials* **2020**, *13*, 1568.
- D24. A. Brudzisz, D. Giziński, M. Liszewska, E. Wierzbicka, U. Tiringler, S.A. Taha, M. Zając, S. Orzechowska, B. Jankiewicz, P. Taheri, W.J. Stępniewski, “Low-voltage anodizing of copper in sodium bicarbonate solutions.” *Electrochim. Acta.* **2023**, *18*, 141918.
- D25. K. Murawski, K. Grodecki, A. Henig, K. Michalczewski, Ł. Kubiszyn, D. Benyahia, **B. Jankiewicz**, B. Budner, A. Wymółek, P. Martyniuk “Raman and photoluminescence investigation of InAs/GaSb and InAs/InAsSb superlattices” Proc. SPIE 2017, 10455, 1045507; <https://doi.org/10.1117/12.2280729>.
- D26. A. Henig, K. Grodecki, K. Murawski, K. Michalczewski, Ł. Kubiszyn, D. Benyahia, **B. Jankiewicz**, B. Budner, P. Martyniuk “InAs/GaSb superlattice quality investigation” Proc. SPIE 2017, 10455, 104550F; <https://doi.org/10.1117/12.2281774>.
- D27. K. Murawski, K. Grodecki, D. Benyahia, A. Wymolek, **B. Jankiewicz**, P. Martyniuk “X-ray and Raman determination of InAsSb mole fraction for  $x < 0.5$ ” *J. Cryst. Growth.* **2018**, *498*, 137-139.
- D28. K. Grodecki, K. Murawski, K. Michalczewski, **B. Jankiewicz**, P. Martyniuk” InAsSb mole fraction determination using Raman low energy modes” *Opt. Mater. Express* **2020**, *10(1)*, 149-154.
- D29. K. Grodecki, J. Sobieski, K. Majkowycz, P. Madejczyk, B. Jankiewicz, M. Liszewska, P. Martyniuk „Raman scattering of low energy HgCdTe phonons” *Infrared Phys. Technol* **2022**, 104318.
- D30. J. Wróbel, S. Odrzywolski, S. Złotnik, J. Boguski, M. Liszewska, B. Budner, **B. Jankiewicz**, K. Matuszelański „Badania jednorodności cienkich warstw InAs otrzymywanych metodą epitaksji z wiązek molekularnych” *Prz. Elektrotech.* **2022**, *98(1)*, 135-138.
- D31. J. Boguski, J. Wróbel, S. Złotnik, B. Budner, M. Liszewska, Ł. Kubiszyn, P.P. Michałowski, Ł. Ciura, P. Moszczyński, S. Odrzywolski, B. Jankiewicz, „Multi-technique characterisation of InAs-on-GaAs wafers with circular defect pattern.” *Opto-Electron. Rev.* **2023**, *31*, e144564.
- D32. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, M. Szala, M. Miczuga, K. Kopczyński, **B.J. Jankiewicz** “Spektroskopia Ramana w zakresie niskich częstotliwości w badaniach materiałów wybuchowych” *Przem. Chem.* **2020**, *99(10)*, 1469-1476.
- D33. A. Przewłoka, A. Rehman, S. Smirnov, E. Karpierz-Marczewska, A. Krajewska, M. Liszewska, P. Drózdź, K. Pavlov, M. Dub, S. Novytskyi, B. Jankiewicz, Z. Mierczyk, S. Romyantsev, D.V. Lioubtchenko, „Conductivity inversion of methyl viologen-modified random networks of single-walled carbon nanotubes.” *Carbon* **2023**, *202*, 214-220.
- D34. B. Majkowska-Marzec, P. Tęczar, M. Bartmański, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** “Mechanical and Corrosion Properties of Laser Surface-Treated Ti<sub>13</sub>Nb<sub>13</sub>Zr Alloy with MWCNTs Coatings.” *Materials* **2020**, *13*, 3991.
- D35. D. Rogala-Wielgus, B. Majkowska-Marzec, A. Zieliński, **B.J. Jankiewicz** “Mechanical behavior of bi-layer and dispersion coatings composed of several nanostructures on Ti substrate” *Appl. Sci. (Switzerland)* **2021**, *11(17)*, 7862.

- D36. A. Porenczuk, **B. Jankiewicz**, M. Naurecka, B. Bartosewicz, B. Sierakowski, D. Gozdowski, J. Kostecki, B. Nasiłowska, A. Mielczarek "Comparison of remineralizing potential of dental restorative materials by means of their fluoride release profiles" *Adv Clin Exp Med*. **2019**, 28(6), 815-823.
- D37. D. Świąteczak, S. Belica-Pacha, A. Zawisza, A. Kisielewska, A. Światły-Błaszkiwicz, B. Kupcewicz, B. Bartosewicz, B.J. Jankiewicz, M. Małecka, "Comparative study of titanium dioxide to improve the quality of finished cosmetic products." *Int J Cosmet Sci*. **2023**, 45(3), 315-328.
- D38. B. Budner, W. Tokarz, S. Dyjak, A. Czerwiński, B. Bartosewicz, B. Jankiewicz, "A novel approach to pulsed laser deposition of platinum catalyst on carbon particles for use in polymer electrolyte membrane fuel cells." *Beilstein J. Nanotechnol*. **2023**, 14(1), 190-204.
- D39. M. Kaliszewski, M. Włodarski, J. Młyńczak, **B. Jankiewicz**, L. Auer, B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Szala, B. Schneider, G. Povoden, K. Koczyński. "The Multi-Gas Sensor for Remote UAV and UGV Missions—Development and Tests" *Sensors* **2021**, 21(22), 7608.

### 5.3. Wyszczególnienie pozycji osiągnięcia naukowego

Mój dorobek naukowy na 10 września 2023 r. obejmował łącznie **77** prac, z czego **75** po uzyskaniu stopnia doktora. Łącznie **66** artykułów opublikowane zostało w czasopismach recenzowanych o zasięgu krajowym i międzynarodowym, z czego **60** w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR). Sumaryczny Impact Factor moich publikacji, zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi **286,757**. Natomiast liczba punktów według punktacji czasopism Ministerstwa Edukacji i Nauki/Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (zgodnie z punktacją z wykazu MEiN/MNiSW dla danego roku), odpowiadająca tym publikacjom, wynosi **4371**.

Statystyka mojego dorobku naukowego według wybranych baz bibliograficznych (stan na 10 września 2023 r.) przedstawia się następująco:

Baza	Liczba publikacji w bazie	Liczba cytowań ogólna/bez autocytowań	Indeks Hirscha wszystkie cytowania/bez autocytowań
Web of Science (WoS)	69	865/769	17/-
Scopus	70	906/805	16/15
Scopus + Scopus Secondary Documents	74	919/815	16/15
Google Scholar	81	1135/-	19/-

Ponadto brałem lub biorę udział w realizacji łącznie **37** projektów badawczych, z czego w **15** projektach byłem lub jestem kierownikiem. Całkowita kwota pozyskanych przez mnie środków finansowych na projekty badawcze i inwestycje przekracza **20,5 mln PLN**. Aktywnie uczestniczyłem i nadal uczestniczę w procesie recenzowania publikacji w czasopismach z listy JCR, takich jak: Applied Surface Science, Nanoscale, Journal of Materials Chemistry C, ACS Sensors, Photonics Letters of Poland i wiele innych. Za działalność naukową byłem wielokrotnie wyróżniany nagrodami i dyplomami uznania.

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

### 1.1. Osiągnięcia dydaktyczne

#### 1.1.1. Zajęcia dydaktyczne

Po ukończeniu WAT rozpocząłem studia doktoranckie na Purdue University w West Lafayette (Indiana, USA). W trakcie studiów doktoranckich przez kilka semestrów prowadziłem ćwiczenia laboratoryjne z Chemii Organicznej jako Teaching Assistant. Opracowałem również ćwiczenia laboratoryjne z Chemii Organicznej dla Honors Students, czyli najlepszych studentów na kierunku Chemia. Byłem również odpowiedzialny za szkolenie młodszych kolegów z Zespołu Prof. Kenttämäa w obsłudze spektrometru mas FT-ICR MS, prowadzeniu eksperymentów i analizie danych.

Po powrocie z USA do WAT zostałem zaangażowany w przygotowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych w postaci wykładów oraz ćwiczeń, w tym ćwiczeń laboratoryjnych z różnych przedmiotów dla studentów studiów dziennych i zaocznych na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT. W latach 2009-2022 w WAT przeprowadziłem ponad **600 godzin** zajęć w ramach kilku przedmiotów, w tym ponad **200 godzin** w języku angielskim, które obejmowały między innymi:

- opracowanie i prowadzenie przedmiotu **Spectroscopic Methods of Organic Structure Determination** dla zagranicznych studentów programu Erasmus.
  - Semestr letni 2010/2011 – 48 godzin (w jęz. ang.)
  - Semestr letni 2011/2012 – 51 godzin (w jęz. ang.)
  - Semestr letni 2012/2013 – 48 godzin (w jęz. ang.)
  - Semestr letni 2013/2014 – 42 godzin (w jęz. ang.)
  - Semestr letni 2015/2016 – 44 godzin (w jęz. ang.)
- prowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych z Chemii Ogólnej dla studentów studiów stacjonarnych. Przygotowanie i prowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych. Semestr letni 2008/2009
- prowadzenie wykładów i ćwiczeń z zakresu Spektroskopii w ramach przedmiotu Chemia Organiczna dla studentów studiów stacjonarnych. Przygotowanie i prowadzenie wykładów i ćwiczeń. Semestr letni 2008/2009 – 32 godziny
- prowadzenie ćwiczeń z przedmiotu Chemia Organiczna dla studentów studiów stacjonarnych. Przygotowanie i prowadzenie ćwiczeń, przygotowanie prac domowych, zestawów testów na kolokwia. Semestr zimowy 2009/2010 – 78 godzin
- opracowanie i prowadzenie przedmiotu **Spektroskopia** dla studentów studiów zaocznych. Przygotowanie i prowadzenie wykładów, ćwiczeń i laboratoriów. Semestr zimowy 2009/2010 – 33 godziny

- przygotowanie i prowadzenie zajęć z Modelowania Molekularnego Cząsteczek Związków Organicznych dla uczniów szkół średnich w ramach projektu edukacyjnego “Archimedes” prowadzonego przez Augustowskie Centrum Edukacyjne. Semestr zimowy 2009/2010 - 21 godzin
- prowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych z Optoelektroniki dla studentów studiów stacjonarnych. Przygotowanie i prowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych. Semestr letni 2017/2018 – 28 godzin
- prowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych z Fizyki dla studentów studiów stacjonarnych – kilka grup szkoleniowych po 10 godzin co semestr od semestru letniego roku akademickiego 2018/2019 do teraz – ponad 200 godzin
- opracowanie i prowadzenie przedmiotu **Nanomateriały Fotoniczne** dla studentów studiów dziennych WTC WAT. Przygotowanie i prowadzenie wykładów. Semestr letni 2021/2022 – 18 godzin

### 1.1.2. Prowadzone prace dyplomowe

W latach 2009-2022 kierowałem pracami dyplomowymi **11** studentów WAT na studiach wyższych – pod moją opieką studenci ci zrealizowali **8** prac inżynierskich oraz **9** magisterskich. Wszystkie prowadzone przeze mnie prace były interdyscyplinarne i miały charakter doświadczalny. W większości przypadków dotyczyły wytwarzania nanomateriałów metodami chemicznymi lub fizycznymi oraz ich zastosowania we wzmacnionej powierzchniowo spektroskopii Ramana lub fotokatalizie. Prace dyplomowe planowane były w taki sposób, aby ich realizacja dostarczyła wyników wystarczających do przygotowania publikacji w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Siedmiu z jedenastu moich dyplomantów jest lub będzie współautorami moich publikacji z listy filadelfijskiej.

**Poniżej wymienilem studentów wraz z rokiem obrony i tytułem pracy:**

- **Magdalena Zajac**

**2022 Praca Inżynierska** „Badanie wpływu parametrów osadzania warstw srebra na nanostrukturyzowanych podłożach GaN na ich właściwości wzmacniające rozproszenie Ramana (SERS)”

- **pchor. Aleksandra Figat**

**2019 Praca Magisterska** „Otrzymywanie koloidalnych nanocząstek złota z zastosowaniem wybranych  $\alpha$ -aminokwasów”

- **Filip Puchala**

**2019 Praca Magisterska** „Wytwarzanie i badania próbników plazmonicznych do detekcji wybranych materiałów wybuchowych z zastosowaniem wzmacnionej powierzchniowo spektroskopii Ramana”

**2018 Praca Inżynierska** „Badanie widm oscylacyjnych materiałów wybuchowych z zastosowaniem spektroskopii Ramana”

- **Mariusz Kuźma**

**2019 Praca Magisterska** „Wytwarzanie nanostruktur złota metodą osadzania warstw laserem impulsowym do zastosowania w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana”

**2018 Praca Inżynierska** „Badanie efektu wzmocnienia sygnału rozproszenia Ramana, zachodzącego na cienkich nanostrukturalnych warstwach srebra wytwarzanych metodą osadzania warstw laserem impulsowym PLD”
- **pchor. Stanisław Kaniecki – Prymus WAT**

**2018 Praca Magisterska:** „Zastosowanie desorpcji laserowej w detekcji wybranych materiałów wybuchowych przy użyciu spektrometrii ruchliwości jonów”

**2018 Praca Inżynierska** obroniona z wyróżnieniem „Badanie właściwości fotokatalitycznych submikrocząstek ditlenku tytanu”
- **Kamil Bujno**

**2017 Praca Inżynierska** „Otrzymywanie koloidalnych nanocząstek złota z zastosowaniem wybranych anionów  $\alpha$ -hydroksykarboksyłanowych”
- **pchor. Michał Solak**

**2018 Praca Magisterska:** „Badanie właściwości fotokatalitycznych hybrydowych struktur metaliczno-półprzewodnikowych”

**2017 Praca Inżynierska** „Otrzymywanie i badanie właściwości fizykochemicznych submikrocząstek ditlenku tytanu”
- **pchor. Bartosz Bartosewicz – Prymus WAT**

**2014 Praca Magisterska** obroniona z wyróżnieniem: „Wykorzystanie powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana w badaniach bakterii”

**2013 Praca Inżynierska** obroniona z wyróżnieniem: „Wytwarzanie i charakteryzacja warstw nanocząstek złota i srebra pod kątem wykorzystania w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana.”
- **Paulina Dobrowolska**

**2015 Praca Magisterska** „Otrzymywanie i charakteryzacja nanostruktur rdzeń-płaszcz z metalicznym rdzeniem i powłoką z tlenków krzemu i tytanu”

**2014 Praca Inżynierska** „Otrzymywanie, modyfikacja i charakteryzacja koloidalnych nanocząstek  $\text{TiO}_2$  oraz nanostruktur rdzeń-płaszcz  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ ”
- **Karolina Grabiańska**

**2012 Praca magisterska** „Otrzymywanie koloidalnych nanocząstek metalicznych i charakteryzacja ich właściwości optycznych”
- **Magdalena Gajda-Raczka**

**2012 Praca magisterska** „Wytwarzanie i charakteryzacja koloidalnych nanocząstek krzemionki o różnej morfologii”

**Moi dyplomanci byli również nagradzani za wyniki badań realizowanych pod moją opieką do swoich prac dyplomowych oraz prac pozaprogramowych:**

**pchor. Michał Solak**

- Dyplom za najlepszy poster zaprezentowany podczas II Doktoranckiego Sympozjum Nanotechnologii „NanoMat” (Łódź 21-22 czerwca 2018) za poster pt. „Otrzymywanie i badanie właściwości fizykochemicznych submikrocząstek ditlenku tytanu” (autorzy: Michał Solak, Bartosz Bartosewicz, Malwina Liszewska, Bogusław Budner, Bartłomiej J. Jankiewicz).

**pchor. Bartosz Bartosewicz**

- Wyróżnienie w Konkursie o Nagrodę Rektora na najlepszą pozaprogramową pracę studenta WAT za pracę pod tytułem „Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana na nieciągłych nanowarstwach złota”.
- Nagroda w Konkursie o Nagrodę Rektora na najlepszą pracę dyplomową studenta WAT za pracę pod tytułem „Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana na nieciągłych nanowarstwach złota”.
- Nagroda za najlepszą pracę dyplomową studenta na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT za pracę pod tytułem „Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana na nieciągłych nanowarstwach złota”.
- Grant konferencyjny (travel grant) na wyjazd na konferencję ASI (Advanced Study Institute) NATO Nanomaterials and Nanoarchitectures.

**Magdalena Gajda-Raczka**

- Grant konferencyjny (travel grant) na wyjazd na konferencję ASI (Advanced Study Institute) NATO Nanomaterials and Nanoarchitectures.

**Karolina Grabiańska**

- I Nagroda za poster na IX Warszawskim Seminarium Doktorantów Chemików – ChemSession’12

**1.1.3. Opieka nad doktorantami i promotorstwo pomocnicze**

W ostatnich latach w ramach swojej pracy opiekuję/opiekowałem się doktorantami studiów doktoranckich oraz Szkoły Doktorskiej WAT. Moja opieka polegała między innymi na zdefiniowaniu obszaru badawczego, zapewnieniu finansowania badań, bezpośrednim nadzorze nad realizowanymi pracami badawczymi. Poniżej wymienię nazwiska doktorantów wraz z tytułami ich przewodów doktorskich:

1. **mgr inż. Malwina Liszewska**, okres sprawowania opieki: 2018 - obecnie; tytuł otwartego przewodu doktorskiego „System detekcji i identyfikacji materiałów wybuchowych z zastosowaniem wzmocnionej powierzchniowo spektroskopii Ramana”; nazwa jednostki organizacyjnej kształcącej doktoranta: Wydział Nowych Technologii i Chemii WAT; charakter opieki naukowej: promotor pomocniczy (otwarcie przewodu 20.02.2019 r.).



2. **mgr inż. Bartosz Bartosewicz**, okres sprawowania opieki: 2015 - obecnie; tytuł otwieranego przewodu doktorskiego „Generacja gorących elektronów w plazmonicznych nanostrukturach metaliczno-półprzewodnikowych”; nazwa jednostki organizacyjnej kształcącej doktoranta: Instytut Optoelektroniki WAT; charakter opieki naukowej: promotor pomocniczy (otwarcie przewodu 24.04.2019 r.).
3. **mgr inż. Aleksandra Figat**, okres sprawowania opieki: 2020 – obecnie; wstępny tytuł przewodu doktorskiego „Nanoinżynieria podłoży SERS na bazie nanocząstek metalicznych wytwarzanych metodą zielonej chemii”; nazwa jednostki organizacyjnej kształcącej doktoranta: Szkoła Doktorska WAT; charakter opieki naukowej: promotor pomocniczy.

Doktoranci nad którymi sprawuję opiekę naukową w charakterze promotora pomocniczego byli również nagradzani za wyniki badań realizowanych pod moją opieką do swoich prac doktorskich lub zdobywali różne stypendia:

#### **Bartosz Bartosewicz:**

- Stypendium MNiSW dla Młodych Wybitnych przyznane w roku 2020.
- Nagroda publiczności za najlepszy referat zaprezentowany podczas II Doktoranckiego Sympozjum Nanotechnologii „NanoMat” (Łódź 21-22 czerwca 2018) za prezentację pt. „Wytwarzanie i charakteryzacja nanostruktur hybrydowych metal-TiO<sub>2</sub> o różnej grubości płaszcza” (autorzy: Bartosz Bartosewicz, Malwina Liszewska, Bogusław Budner, Marta Michalska-Domańska, Bartłomiej J. Jankiewicz).
- Nagrody za najlepszy poster oraz najlepsze zdjęcie SEM na Seminarium “Inżynieria Powłok w Skali Nano – Rozwiązania dla współczesnej Elektroniki”, które odbyło się w dniach 4-5.12.2017 roku w Warszawie.
- Nagroda za najlepszy poster na 2nd Optical Nanospectroscopy Conference, która odbyła się 2015 w Dublinie (Irlandia).

#### **Malwina Liszewska:**

- Stypendium doktorskie NCN ETIUDA 7 przyznane w roku 2019.

#### **1.1.4. Opieka nad osobami realizującymi prace badawcze w ramach staży i praktyk studenckich**

Od początku mojej pracy w WAT chętnie przyjmowałem do swojego zespołu studentów oraz pracowników naukowych na staże i praktyki. W latach 2009-2022 letnie praktyki pod moją opieką odbyło co najmniej 6 studentów z Wojskowej Akademii Technicznej oraz spoza WAT. Wśród tych studentów była m.in. Yasemin Yildiz (Turcja) odbywająca swoje praktyki w ramach programu Erasmus, Alicja Kaźmierczuk odbywająca szkolenie ze spektroskopii Ramana realizowane we współpracy z firmą Renishaw, i inni.

## 1.2. Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki

Od wielu lat aktywnie uczestniczę w różnych działaniach popularyzujących naukę oraz promujących osiągnięcia naukowe zarówno mojego zespołu, jak i Instytutu Optoelektroniki WAT oraz WAT. Przykłady tych działań obejmują m.in.:

1. Rozmowa z Panem Wiktorem Niedzickim, która ukazała się na jego kanale Ciekawizja na YouTube w lutym 2023. Link: <https://www.youtube.com/watch?v=Km1n6-JOCBc>
2. Prezentacja systemów wykrywających czynniki chemiczne, biologiczne i materiały wybuchowe, opracowane przez naukowców WAT w ramach projektów europejskich i krajowych, podczas pierwszego Europejskiego Dnia Innowacji Obronnych (European Defence Innovation Day), który odbył się 31.05.2022 r. w Brukseli.
3. Przygotowanie i udział w 23 Pikniku Naukowym Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik na PGE Narodowym, 11 maja 2019.
4. Kilukrotnie od 2009 roku osobiście lub wraz z moim zespołem organizowałem lekcje/wykłady i pokazy dla uczniów szkół podstawowych z Warszawy.
5. Wywiad dotyczący badań z zastosowaniem urządzenia qNANO do analizy cząstek dla IZONScience, listopad 2017.
6. Prezentacja osiągnięć IOE WAT na MSPO 2016 (XXIV Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego), 6-9 września 2016 – w trakcie MSPO wypowiadałem się między innymi dla telewizji odnośnie wynalazków prezentowanych na stoisku WAT.
7. Pokaz eksperymentów chemicznych dla dzieci na Festynie Gimnazjalnym w Reszlu, 11.06.2016.
8. Udział w projekcie edukacyjnym “Małe miasto – wielka przyszłość” – prezentacja dla maturzystów Zespołu Szkół im. M. Rataja w Reszlu, październik 2014.
9. Prezentacja osiągnięć oraz pokaz eksperymentów chemicznych dla uczniów szkoły podstawowej w Sątopach, październik 2014.
10. Udział w National Chemistry Week 2006, gdzie przeprowadziłem pokaz eksperymentów chemicznych w szkołach podstawowych w West Lafayette i Lafayette (Indiana, USA).

## 1.3. Osiągnięcia organizacyjne

Od wielu lat aktywnie uczestniczę w działalności organizacyjnej na rzecz Instytutu Optoelektroniki WAT, Wojskowej Akademii Technicznej oraz MON. Działalność ta obejmowała i obejmuje między innymi pełnienie takich funkcji, jak:

- Członek Senatu WAT w kadencji **2020-2024**
- Członek i Sekretarz Senackiej Komisji WAT ds. Strategii, Rozwoju i Współpracy w kadencji **2020-2024**.
- Przedstawiciel nauczycieli akademickich w Radzie Naukowej Instytutu Optoelektroniki WAT w kadencji **2016-2020**.
- Członek Senackiej Komisji WAT ds. Rozwoju i Współpracy w kadencji **2016-2020**.
- Członek Senackiej Komisji WAT ds. Własności Intelektualnej w kadencji **2016-2020**.

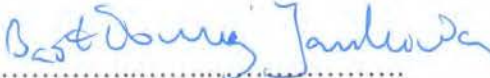
- Importer publikacji do PBN Moduł Sprawozdawczy (PBN MS) w Instytucie Optoelektroniki WAT, **2020**.
- Importer publikacji do PBN w WAT **2020 - teraz**.
- Pełnomocnik Dyrektora IOE WAT ds. Ewaluacji za lata **2017-2021**.
- Pełnomocnik Dyrektora IOE WAT ds. Ewaluacji za lata **2022-2025**.
- Reprezentant Wojskowej Akademii Technicznej w grupach konsultacyjnych Europejskiego Funduszu Obronnego (European Defence Fund, EDF) od **2019** roku.
- Udział w grupach konsultacyjnych Krajowego Punktu Kontaktowego (KPK) Programów Badawczych UE.
- Kierownik Zespołu Nanotechnologii IOE WAT ([www.nano.wat.edu.pl](http://www.nano.wat.edu.pl)) – od **2016** roku.
- Oficer Łącznikowy dla FYROM (Była Jugosłowiańska Republika Macedonii) podczas NATO Summit, który odbył się 8-9 lipca **2016** w Warszawie.
- Członek zespołu zabezpieczającego biobezpieczeństwo podczas Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej EURO2012 w Polsce - **08.06-01.07.2012**.
- **2009-2011** oraz **2019-2023** - Przedstawiciel Ministerstwa Obrony Narodowej w Europejskiej Agencji Obrony w Capability & Technology (CapTech) Group ESM04 Human Factors & CBRN Protection, jako Krajowy Koordynator grupy CapTech (CapTech National Coordinator, CNC) oraz Krajowy Ekspert Rządowy grupy CapTech (CapTech Governmental Expert, CGE).

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

Moja działalność naukowa oraz organizacyjna poskutkowała przyznaniem mi wymienionych poniżej międzynarodowych oraz krajowych nagród:

1. **2022** - Indywidualna nagroda MON dla nauczyciela akademickiego uczelni wojskowej za znaczące osiągnięcia w działalności organizacyjnej w zakresie rozszerzania międzynarodowej współpracy naukowej i podnoszenia jakości badań naukowych oraz prac rozwojowych w roku 2021.
2. **2022** - Nagroda Rektorska w kategorii osiągnięcia organizacyjne za rozszerzanie międzynarodowej współpracy naukowej i podnoszenia jakości badań naukowych oraz prac rozwojowych.
3. **2022** - wyróżnienie Dyrektora IOE WAT za największy wkład publikacyjny wniesiony do ewaluacji dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika przez nauczycieli akademickich IOE WAT.
4. **2022** - wyróżnienie Dyrektora IOE WAT za duży wkład w przygotowanie dokumentacji IOE WAT do ewaluacji dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika.

5. **2020** - Stypendium dla nauczycieli akademickich WAT za działalność publikacyjną za 2019 r.
6. **2019** - Stypendium dla nauczycieli akademickich WAT za działalność publikacyjną za 2018 r.
7. **2018** - Stypendium dla nauczycieli akademickich WAT za działalność publikacyjną za 2017 r.
8. **2013** - Stypendium MNiSW dla wybitnych młodych naukowców.
9. **2012** - Grant Konferencyjny – International Symposium on Reactive Intermediates and Unusual Molecules, Ascona, Switzerland otrzymane w ramach programu SCOPES (Scientific co-operation between Eastern Europe and Switzerland) finansowanego przez Swiss National Science Foundation (SNCF) oraz Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC).
10. **2010** - Stypendium Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej "START".
11. **2008** - American Society for Mass Spectrometry Student Travel Stipend.
12. **2007** - American Society for Mass Spectrometry Student Travel Stipend.
13. **2004** - Purdue University Graduate Fellowship.
14. **2004** - Nagroda Ministra Obrony Narodowej za ukończenie studiów w WAT z II lokatą.
15. **2004** - Wyróżnienie Rektora Wojskowej Akademii Technicznej w konkursie na najlepszą pracę magisterską.
16. **1999** - Tytuł "Primus Inter Pares" Kuratora Oświaty za bardzo dobre wyniki w nauce oraz osiągnięcia w olimpiadach chemicznych.
17. **1999** - Finalista Olimpiady Chemicznej.
18. **1999** - Laureat XXXV Ogólnopolskiego Konkursu Chemicznego im. prof. Antoniego Swinarskiego organizowanego przez Wydział Chemii UMK.
19. **1998** - Laureat XXXIV Ogólnopolskiego Konkursu Chemicznego im. prof. Antoniego Swinarskiego organizowanego przez Wydział Chemii UMK.

  
.....  
(podpis wnioskodawcy)

**Wykaz osiągnięć naukowych albo  
artystycznych, stanowiących znaczny wkład  
w rozwój określonej dyscypliny**

Bartłomiej Jankiewicz

## Spis treści

I. Informacja o osiągnięciach naukowych albo artystycznych, o których mowa w Art. 219 Ust. 1. pkt 2 ustawy .....	4
1. Tytuł osiągnięcia naukowego .....	4
2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy:.....	4
II. Informacja o aktywności naukowej albo artystycznej.....	6
1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1). .....	6
2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.....	6
3. Informacja o członkostwie w redakcjach naukowych monografii.....	6
4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych.....	6
A) Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) (publikacje wymienione w pkt I.2 zostały wyróżnione szarym kolorem).....	6
B) Publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie, o której mowa w pkt. II A.....	13
5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).....	15
6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3). .....	15
7. Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych. ....	15
8. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.....	32
9. Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów. ....	33
10. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach. ....	36
11. Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru. ....	36
12. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.). ....	36
13. Informacja o recenzowanych pracach naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.....	37
14. Informacja o uczestnictwie w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych. ....	37
15. Informacja o udziale w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9. ....	38

16. Informacja o uczestnictwie w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.....	39
III. Informacja o aktywności naukowej albo artystycznej.....	40
1. Wykaz dorobku technologicznego. ....	40
2. Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym. ....	40
3. Uzyskane prawa własności przemysłowej, w tym uzyskane patenty, krajowe lub międzynarodowe. ....	40
4. Informacja o wdrożonych technologiach. ....	40
5. Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców. ....	40
6. Informacja o udziale w zespołach eksperckich lub konkursowych.....	40
7. Informacja o projektach artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi. 41	
IV. Informacja o aktywności naukowej albo artystycznej.....	42
1. Informacja o punktacji Impact Factor, punktacji MEiN (MNiSW) oraz informacja o liczbie cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań. ....	42
2. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha.....	44

## I. Informacja o osiągnięciach naukowych albo artystycznych, o których mowa w Art. 219 Ust. 1. pkt 2 ustawy

### 1. Tytuł osiągnięcia naukowego

**Nanomateriały plazmoneczne do zastosowań w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana i fotokatalizie**

### 2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy:

- H1. Ł. Gutowski, M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, J.L. Weyher, **B.J. Jankiewicz** „Investigation of organic monoradicals reactivity using surface-enhanced Raman Spectroscopy” *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.* **2022**, 278, 121312.  
**IF = 4,400 (2022) MEiN (MNiSW) = 140. Autor korespondencyjny.**
- H2. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Michalska-Domańska, Z. Mierczyk, **B.J. Jankiewicz** “Fabrication of Ag-modified hollow titania spheres via controlled silver diffusion in Ag–TiO<sub>2</sub> core–shell nanostructures” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2020**, 11, 141–146.  
**IF = 3,649 (2020) MEiN (MNiSW) = 100. Autor korespondencyjny.**
- H3. B. Budner, M. Kuźma, B. Nasiłowska, B. Bartosewicz, M. Liszewska, **B.J. Jankiewicz** “Fabrication of silver nanoisland films by Pulsed Laser Deposition for surface-enhanced Raman spectroscopy” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2019**, 10, 882-893.  
**IF = 2,612 (2019), MEiN (MNiSW) = 100. Autor korespondencyjny.**
- H4. B. Bartosewicz, P.O. Andersson, I. Dziegielewski, **B.J. Jankiewicz**, J.L. Weyher “Nanostructured GaN sensors for Surface Enhanced Raman Spectroscopy” *Mater. Sci. Semicond. Process.* **2019**, 91, 97-101.  
**IF = 3,085 (2019), MEiN (MNiSW) = 70.**
- H5. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, B. Nasiłowska, M. Szala, J.L. Weyher, I. Dziegielewski, Z. Mierczyk, **B.J. Jankiewicz** "Evaluation of selected SERS substrates for trace detection of explosive materials using portable Raman systems" *Vib. Spectrosc.* **2019**, 466, 554-561.  
**IF = 1,917 (2019), MEiN (MNiSW) = 40. Autor korespondencyjny.**
- H6. B. Bartosewicz, K. Bujno, M. Liszewska, B. Budner, P. Bazarnik, T. Płociński, **B.J. Jankiewicz** "Effect of Citrate Substitution by Various  $\alpha$ -Hydroxycarboxylate Anions on Properties of Gold Nanoparticles Synthesized by Turkevich Method" *Colloids Surf. A* **2018**, 549, 25-33.  
**IF = 3,131 (2018), MEiN (MNiSW) = 30 (punktacja 2018), 70 (nowa punktacja). Autor korespondencyjny.**
- H7. B. Bartosewicz, M. Michalska-Domańska, M. Liszewska, D. Zasada, **B.J. Jankiewicz** “Synthesis and Characterization of Noble Metal–Titania Core–Shell Nanostructures with a Tunable Shell Thickness” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2017**, 8, 2083-2093.  
**IF = 2,968 (2017), MEiN (MNiSW) = 30 (punktacja 2017), 100 (nowa punktacja). Autor korespondencyjny.**



- H8. P. Dobrowolska, A. Krajewska, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**, „Application of Turkevich Method for Gold Nanoparticles Synthesis to Fabrication of SiO<sub>2</sub>@Au and TiO<sub>2</sub>@Au Core-Shell Nanostructures” *Materials* **2015**, 8(6), 2849-2862.  
**IF** = 2,651 (2015), **MEiN (MNiSW)** = 35 (punktacja 2015), 140 (nowa punktacja). **Autor korespondencyjny.**
- H9. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz**, “Chemical approach to fabrication of semicontinuous Au nanolayers for SERS applications” *Photonics Lett. Pol.* **2013**, 5, 48-50.  
**IF** = nie posiada, **MEiN (MNiSW)** = 10 (punktacja 2013), 40 (nowa punktacja). **Autor korespondencyjny.**
- H10. **B.J. Jankiewicz**, J. Choma, D. Jamiola, M. Jaroniec. “Silica-metal Core-shell Nanostructures.” *Adv. Colloid Interface Sci.* **2012**, 170, 28–47.  
**IF** = 6,169 (2012), **MEiN (MNiSW)** = 40 (punktacja 2012), 200 (nowa punktacja).

### **IF dla publikacji H1 – H10 wynosi 30,582**

**Liczba punktów MEiN (MNiSW) za H1 – H10 wynosi 595**

**Liczba cytowań (bez autocytowań) na podstawie bazy Scopus = 336 (10.09.2023 r.)**

Liczbowe zestawienie dorobku składającego się na osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy (uwzględniające: Impact Factor wyszczególnionych artykułów wg daty publikacji, punktację czasopism Ministerstwa Edukacji i Nauki (Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego) wg daty publikacji, oraz liczbę cytowań (bez autocytowań) w wybranych bazach bibliograficznych) zostało przedstawione w Tabeli 1.

**Tabela 1.** Liczbowe zestawienie dorobku składającego się na osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.).

Oznaczenie Pracy	IF (wg daty) <sup>1</sup>	Punkty MEiN (MNiSW) <sup>2</sup>	Liczba cytowań (bez autocytowań) 10.09.2023 r.		
			Web of Science	Scopus	Google Scholar <sup>3</sup>
<b>H1</b>	4,400	140	1	2	3
<b>H2</b>	3,649	100	3	4	6
<b>H3</b>	2,612	100	8	5	13
<b>H4</b>	3,085	70	4	9	11
<b>H5</b>	1,917	40	34	37	45
<b>H6</b>	3,131	30 (70)	17	19	25
<b>H7</b>	2,968	30 (100)	11	12	21
<b>H8</b>	2,651	35 (140)	47	51	71
<b>H9</b>	-	10 (40)	2	1	8
<b>H10</b>	6,169	40 (200)	190	196	263
<b>Łącznie</b>	<b>30,582</b>	<b>595</b>	<b>317</b>	<b>336</b>	<b>466</b>

<sup>1</sup> IF został podany dla roku opublikowania publikacji.

<sup>2</sup> Punkty MEiN(MNiSW) został podany dla roku opublikowania publikacji, a dla artykułów opublikowanych przed ostatnią ewaluacją w nawiasie dodano punktację czasopisma wg obecnie obowiązujących wykazów.

<sup>3</sup> Liczba cytowań z Google Scholar uwzględnia autocytowania.

## II. Informacja o aktywności naukowej albo artystycznej

### 1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

Brak opublikowanych monografii naukowych.

### 2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

Brak opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

### 3. Informacja o członkostwie w redakcjach naukowych monografii.

Brak członkostwa w redakcjach monografii naukowych.

### 4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych.

#### A) Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) (publikacje wymienione w pkt I.2 zostały wyróżnione szarym kolorem)

##### Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora

- A1. A.M. Figat, B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Norek, **B.J. Jankiewicz**, "α-Amino Acids as Reducing and Capping Agents in Gold Nanoparticles Synthesis Using Turkevich Method." *Langmuir* **2023**, 39(25), 8646-8657.

IF = 3,900 (2022), MEiN (MNiSW) = 100. **Autor korespondencyjny.**

- A2. M.A. Zając, B. Budner, M. Liszewska, B. Bartosewicz, Ł. Gutowski, J.L. Weyher, **B.J. Jankiewicz**, "SERS performance of GaN/Ag substrates fabricated by Ag coating of GaN platforms." *Beilstein J. Nanotechnol.* **2023**, 14(1), 552-564.

IF = 3,100 (2022), MEiN (MNiSW) = 100. **Autor korespondencyjny.**

- A3. M. Chychłowski, M. Kajkowska, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński, P. Lesiak, „Photopolymerization of 1D photonic structures induced by nematic-isotropic phase transition in liquid crystal." *Soft Matter* **2023**, 19(18), 3398-3404.

IF = 3,400 (2022), MEiN (MNiSW) = 140.

- A4. J. Boguski, J. Wróbel, S. Złotnik, B. Budner, M. Liszewska, Ł. Kubiszyn, P.P. Michałowski, Ł. Ciura, P. Moszczyński, S. Odrzywolski, **B. Jankiewicz**, „Multi-technique characterisation of InAs-on-GaAs wafers with circular defect pattern." *Opto-Electron. Rev.* **2023**, 31, e144564.

IF = 1,600 (2022), MEiN (MNiSW) = 100.

- A5. A. Przewłoka, A. Rehman, S. Smirnov, E. Karpierz-Marczewska, A. Krajewska, M. Liszewska, P. Drózdź, K. Pavlov, M. Dub, S. Novytskyi, **B. Jankiewicz**, Z. Mierczyk, S. Rumyantsev, D.V. Lioubtchenko, „Conductivity inversion of methyl viologen-modified random networks of single-walled carbon nanotubes." *Carbon* **2023**, 202, 214-220.

IF = 10,900 (2022), MEiN (MNiSW) = 140.

- A6. A. Brudzisz, D. Giziński, M. Liszewska, E. Wierzbicka, U. Tiringier, S.A. Taha, M. Zając, S. Orzechowska, **B. Jankiewicz**, P. Taheri, W.J. Stępniewski, "Low-voltage anodizing of copper in sodium bicarbonate solutions." *Electrochim. Acta.* **2023**, 18, 141918.

IF = 6,600 (2022), MEiN (MNiSW) = 100.

- A7. B. Budner, W. Tokarz, S. Dyjak, A. Czerwiński, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, "A novel approach to pulsed laser deposition of platinum catalyst on carbon particles for use in polymer electrolyte membrane fuel cells." *Beilstein J. Nanotechnol.* **2023**, *14(1)*, 190-204.  
**IF = 3,100 (2022), MEiN (MNiSW) = 100. Autor korespondencyjny.**
- A8. D. Świątczak, S. Belica-Pacha, A. Zawisza, A. Kisielewska, A. Światły-Błaszkiwicz, B. Kupcewicz, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**, M. Małecka, "Comparative study of titanium dioxide to improve the quality of finished cosmetic products." *Int. J. Cosmet. Sci.* **2023**, *45(3)*, 315-328.  
**IF = 2,300 (2022), MEiN (MNiSW) = 70.**
- A9. Ł. Gutowski, M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, J.L. Weyher, **B.J. Jankiewicz** „Investigation of organic monoradicals reactivity using surface-enhanced Raman Spectroscopy” *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.* **2022**, *278*, 121312.  
**IF = 4,400 (2022), MEiN (MNiSW) = 140. Autor korespondencyjny.**
- A10. C. Minelli, M. Wywijas, D. Bartczak, S. Cuello-Nuñez, H. Goenaga Infante, J. Deumer, C. Gollwitzer, M. Krumrey, K.E. Murphy, M.E. Johnson, A.R. Montoro Bustos, I.H. Strenge, B. Faure, P. Høghøj, V. Tong, L. Burr, K. Norling, F. Höök, M. Roesslein, J. Kocic, L. Hendriks, V. Kestens, Y. Ramaye, M.C. Contreras Lopez, G. Auclair, D. Mehn, D. Gilliland, A. Potthoff, K. Oelschlägel, J. Tentschert, H. Jungnickel, B.C. Krause, Y.U. Hachenberger, P. Reichardt, A. Luch, T.E. Whittaker, M.M. Stevens, S. Gupta, A. Singh, F.-H. Lin, Y.-H. Liu, A.L. Costa, C. Baldisserrri, R. Jawad, S. El Andaloussi, M.N. Holme, T.G. Lee, M. Kwak, J. Kim, J. Ziebel, C. Guignard, S. Cambier, S. Contal, A.C. Gutleb, J. Tatarikiewicz, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, X. Wu, J.A. Fagan, E. Elje, E. Rundén-Pran, M. Dusinska, I.P. Kaur, D. Price, I. Nesbitt, S. O’Reilly, R.J.B. Peters, G. Bucher, D. Coleman, A.J. Harrison, A. Ghanem, A. Gering, E. McCarron, N. Fitzgerald, G. Cornelis, J. Tuoriniemi, M. Sakai, H. Tsuchida, C. Maguire, A. Prina-Mello, A.J. Lawlor, J. Adams, C.L. Schultz, D. Constantin, N.T. K. Thanh, L.D. Tung, L. Panariello, S. Damilos, A. Gavriilidis, I. Lynch, B. Fryer, A. Carrasco Quevedo, E. Guggenheim, S. Briffa, E. Valsami-Jones, Y. Huang, A.A. Keller, V.-T. Kinnunen, S. Perämäki, Z. Krpetic, M. Greenwood, A.G. Shard "Versailles Project on Advanced Materials and Standards (VAMAS) Interlaboratory Study on Measuring the Number Concentration of Colloidal Gold Nanoparticles" *Nanoscale* **2022**, *14*, 4690-4704.  
**IF = 6,700 (2022), MEiN (MNiSW) = 140.**
- A11. K. Grodecki, J. Sobieski, K. Majkowycz, P. Madejczyk, **B. Jankiewicz**, M. Liszewska, P. Martyniuk „Raman scattering of low energy HgCdTe phonons” *Infrared Phys. Technol* **2022**, 104318.  
**IF = 3,300 (2022), MEiN (MNiSW) = 100.**
- A12. J. Wróbel, S. Odrzywolski, S. Złotnik, J. Boguski, M. Liszewska, B. Budner, **B. Jankiewicz**, K. Matuszelański „Badania jednorodności cienkich warstw InAs otrzymanywanych metodą epitaksji z wiązek molekularnych” *Prz. Elektrotech.* **2022**, *98(1)*, 135-138.  
**IF = 0,500 (2022) MEiN (MNiSW) = 70.**
- A13. M. Kaliszewski, M. Włodarski, J. Młyńczak, **B. Jankiewicz**, L. Auer, B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Szala, B. Schneider, G. Povoden, K. Kopczyński. "The Multi-Gas Sensor for Remote UAV and UGV Missions—Development and Tests" *Sensors* **2021**, *21(22)*, 7608.

- IF** = 3,847 (2021), **MEiN (MNiSW)** = 100.
- A14. D. Rogala-Wielgus, B. Majkowska-Marzec, A. Zieliński, **B.J. Jankiewicz** “Mechanical behavior of bi-layer and dispersion coatings composed of several nanostructures on Ti substrate” *Appl. Sci. (Switzerland)*, **2021**, *11 (17)*, 7862.
- IF** = 2,838 (2021), **MEiN (MNiSW)** = 100.
- A15. J.R. Milton, **B.J. Jankiewicz**, J.P. Max, N.R. Vinueza, L.M. Kirkpatrick, K. Campbell, V.A. Gallardo, J.N. Reece, H.I. Kenttämäa “Study on the Gas-Phase Reactivity of Charged Pyridynes” *J. Org. Chem.* **2021**, *86 (15)*, 9979-9993.
- IF** = 4,198 (2021), **MEiN (MNiSW)** = 140.
- A16. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Michalska-Domańska, Z. Mierczyk, **B.J. Jankiewicz** “Fabrication of Ag-modified hollow titania spheres via controlled silver diffusion in Ag-TiO<sub>2</sub> core-shell nanostructures” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2020**, *11*, 141–146.
- IF** = 3,649 (2020), **MEiN (MNiSW)** = 100. **Autor korespondencyjny.**
- A17. D. Budaszewski, K. Wolińska, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński “Spectral Properties of Photo-Aligned Photonic Crystal Fibers Infiltrated with Gold Nanoparticle-Doped Ferroelectric Liquid Crystals” *Crystals* **2020**, *10(9)*, 785.
- IF** = 2,589 (2020), **MEiN (MNiSW)** = 70.
- A18. M. Nieborek, K. Rutkowska, T.R. Woliński, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, D. Szmigiel, A. Kozanecka-Szmigiel “Tunable Polarization Gratings Based on Nematic Liquid Crystal Mixtures Photoaligned with Azo Polymer-Coated Substrates” *Crystals* **2020**, *10(9)*, 768.
- IF** = 2,589 (2020), **MEiN (MNiSW)** = 70.
- A19. K. Grodecki, K. Murawski, K. Michalczewski, **B. Jankiewicz**, P. Martyniuk” InAsSb mole fraction determination using Raman low energy modes” *Opt. Mater. Express* **2020**, *10(1)*, 149-154.
- IF** = 3,442 (2020), **MEiN (MNiSW)** = 100.
- A20. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, M. Szala, M. Miczuga, K. Kopczyński, **B.J. Jankiewicz** “Spektroskopia Ramana w zakresie niskich częstotliwości w badaniach materiałów wybuchowych” *Przem. Chem.* **2020**, *99(10)*, 1469-1476.
- IF** = 0,464 (2020), **MEiN (MNiSW)** = 40. **Autor korespondencyjny.**
- A21. B. Majkowska-Marzec, P. Tęczar, M. Bartmański, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** “Mechanical and Corrosion Properties of Laser Surface-Treated Ti<sub>13</sub>Nb<sub>13</sub>Zr Alloy with MWCNTs Coatings.” *Materials* **2020**, *13*, 3991.
- IF** = 3,623 (2020), **MEiN (MNiSW)** = 140.
- A22. B. Nasiłowska, Z. Bogdanowicz, A. Sarzyński, W. Skrzeczanowski, M. Djas, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**, L. Lipińska, Z. Mierczyk "The Influence of Laser Ablation Parameters on the Holes Structure of Laser Manufactured Graphene Paper Microsieves" *Materials* **2020**, *13*, 1568.
- IF** = 3,623 (2020), **MEiN (MNiSW)** = 140.
- A23. B. Budner, M. Kuźma, B. Nasiłowska, B. Bartosewicz, M. Liszewska, **B.J. Jankiewicz** “Fabrication of silver nanoisland films by Pulsed Laser Deposition for surface-enhanced Raman spectroscopy” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2019**, *10*, 882-893.

**IF = 2,612 (2019), MEiN (MNI SW) = 100. Autor korespondencyjny.**

- A24. B. Bartosewicz, P.O. Andersson, I. Dziegielewska, **B.J. Jankiewicz**, J.L. Weyher "Nanostructured GaN sensors for Surface Enhanced Raman Spectroscopy" *Mater. Sci. Semicond. Process.* **2019**, *91*, 97-101.

**IF = 3,085 (2019), MEiN (MNI SW) = 70.**

- A25. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, B. Nasiłowska, M. Szala, J.L. Weyher, I. Dziegielewska, Z. Mierczyk, **B.J. Jankiewicz** "Evaluation of selected SERS substrates for trace detection of explosive materials using portable Raman systems" *Vib. Spectrosc.* **2019**, *466*, 554-561.

**IF = 1.917 (2019), MEiN (MNI SW) = 40. Autor korespondencyjny.**

- A26. K. Bednarska, P. Oszwa, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, P. Lesiak, S. Ertman, T.R. Woliński "Enhancement of thermal and electro-optical properties of photonic crystal fibers infiltrated with a modified 6CHBT nematic liquid crystal doped with gold nanoparticles" *Opt. Mater.* **2019**, *98*, 109419.

**IF = 2,779 (2019), MEiN (MNI SW) = 70.**

- A27. J. E. Moś, J. Korec, K.A. Stasiewicz, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, L.R. Jaroszewicz "Research on optical properties of tapered optical fibers with liquid crystal cladding doped with gold nanoparticles" *Crystals* **2019**, *9(6)*, 306.

**IF = 2,404 (2019), MEiN (MNI SW) = 70.**

- A28. J. Aizpurua, F. Baletto, J. Baumberg, P. Christopher, B. de Nijs, P. Deshpande, Y.D. Fernandez, L. Fabris, S. Freakley, S. Gawinkowski, A. Govorov, N. Halas, R. Hernandez, **B. Jankiewicz**, J. Khurgin, M. Kuisma, P.V. Kumar, J. Lischner, J. Liu, A. Marini, R.J. Maurer, N. S. Mueller, M. Parente, J.Y. Park, S. Reich, Y. Sivan, G. Tagliabue, L. Torrente-Murciano, M. Thangamuthu, X. Xiao, A. Zayats "Theory of hot electrons: general discussion" *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 245-281.

**IF = 3,797 (2019), MEiN (MNI SW) = 100.**

- A29. J. Aizpurua, M. Ashfold, F. Baletto, J. Baumberg, P. Christopher, E. Cortés, B. de Nijs, Y.D. Fernandez, J. Gargiulo, S. Gawinkowski, N. Halas, R. Hamans, **B. Jankiewicz**, J. Khurgin, P.V. Kumar, J. Liu, S. Maier, R.J. Maurer, A. Mount, N.S. Mueller, R. Oulton, M. Parente, J.Y. Park, J. Polanyi, J. Quiroz, S. Rejman, S. Schlücker, Z. Schultz, Y. Sivan, G. Tagliabue, M. Thangamuthu, L. Torrente-Murciano, X. Xiao, A. Zayats, C. Zhan "Dynamics of hot electron generation in metallic nanostructures: general discussion" *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 123-146.

**IF = 3,797 (2019), MEiN (MNI SW) = 100.**

- A30. J. Aizpurua, J. Baumberg, A. Boltasseva, P. Christopher, E. Cortes, S.B. Cronin, B. Kumar Dadhich, B. de Nijs, P. Deshpande, Y.D. Fernandez, L. Fabris, S. Gawinkowski, A. Govorov, N. Halas, J. Huang, **B. Jankiewicz**, R. Kamarudheen, J. Khurgin, T.K. Lee, J. Mahin, A. Marini, R.J. Maurer, N.S. Mueller, J.Y. Park, M. Rahaman, S. Schlücker, Z. Schultz, Y. Sivan, G. Tagliabue, M. Thangamuthu, H. Xu, A. Zayats "New materials for hot electron generation: general discussion" *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 365-386.

**IF = 3,797 (2019), MEiN (MNI SW) = 100.**

A31. J. Aizpurua, J. Baumberg, V. Caps, E. Cortes, B. de Nijs, Y.D. Fernandez, L. Fabris, S. Freakley, S. Gawinkowski, D. Glass, J. Huang, **B. Jankiewicz**, J. Khurgin, P.V.Kumar, R.J. Maurer, P. McBreen, N.S. Mueller, J.Y. Park, J. Quiroz, S. Rejman, R.M.R. Gómez, J. Salmon-Gamboa, S. Schlücker, Z. Schultz, A. Shukla, Y. Sivan, M. Thangamuthu, L. Torrente-Murciano, X. Xiao, H. Xu, C. Zhan “Applications in catalysis, photochemistry, and photodetection: general discussion” *Faraday Discuss.* **2019**, *214*, 479-499.

**IF** = 3,797 (2019), **MEiN (MNI SW)** = 100.

A32. M. Liszewska, B. Budner, M. Norek, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga „Revisiting of semicontinuous silver films as surface-enhanced Raman spectroscopy substrates” *Beilstein J. Nanotechnol.* **2019**, *10*, 1048–1055.

**IF** = 2,612 (2019), **MEiN (MNI SW)** = 100.

A33. D. Budaszewski, M. Chychłowski, A. Budaszewska, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, T.R. Woliński “Enhanced efficiency of electric field tunability in photonic liquid crystal fibers doped with gold nanoparticles” *Opt. Express* **2019**, *27 (10)*, 14260-14269.

**IF** = 3,669 (2019), **MEiN (MNI SW)** = 140.

A34. A. Porenczuk, **B. Jankiewicz**, M. Naurecka, B. Bartosewicz, B. Sierakowski, D. Gozdowski, J. Kostecki, B. Nasiłowska, A. Mielczarek “Comparison of remineralizing potential of dental restorative materials by means of their fluoride release profiles” *Adv Clin Exp Med.* **2019**, *28(6)*, 815-823.

**IF** = 1,514 (2019), **MEiN (MNI SW)** = 40.

A35. J.L. Weyher, B. Bartosewicz, I. Dziecielewski, J. Krajczewski, **B. Jankiewicz**, G. Nowak, A. Kudelski “Relationship between the nano-structure of GaN surfaces and SERS efficiency: chasing hot-spots.” *Appl. Surface Sci.* **2019**, *466*, 554-561.

**IF** = 6,182 (2019), **MEiN (MNI SW)** = 140.

A36. B. Bartosewicz, K. Bujno, M. Liszewska, B. Budner, P. Bazarnik, T. Płociński, **B.J. Jankiewicz** "Effect of Citrate Substitution by Various  $\alpha$ -Hydroxycarboxylate Anions on Properties of Gold Nanoparticles Synthesized by Turkevich Method" *Colloids Surf. A* **2018**, *549*, 25-33.

**IF** = 3.131 (2018), **MEiN (MNI SW)** = 30. **Autor korespondencyjny.**

A37. J. Gao, **B. Jankiewicz**, H. Sheng, L. Kirkpatrick, X. Ma, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa "Substituent Effects on the Reactivity of the 2,4,6-Tridehydropyridinium Cation, an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical" *Eur. J. Org. Chem.* **2018**, 6582-6589.

**IF** = 3,029 (2018), **MEiN (MNI SW)** = 35.

A38. N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, V.A. Gallardo, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Effects of Hydrogen Bonding on the Gas-phase Reactivity of Didehydroisoquinolinium Cation Isomers” *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2018**, *20*, 21567-21572.

**IF** = 3,567 (2018), **MEiN (MNI SW)** = 40.

A39. D. Budaszewski, A. Siarkowska, M. Chychłowski, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, R. Dąbrowski, T.R. Woliński "Nanoparticles-enhanced Photonic Liquid Crystal Fibers" *J. Mol. Liq.* **2018**, *267*, 271-278.

**IF** = 4,561 (2018), **MEiN (MNiSW)** = 30.

A40. K. Murawski, K. Grodecki, D. Benyahia, A. Wysmolek, **B. Jankiewicz**, P. Martyniuk "X-ray and Raman determination of InAsSb mole fraction for  $x < 0.5$ " *J. Cryst. Growth.* **2018**, *498*, 137-139.

**IF** = 1,573 (2018), **MEiN (MNiSW)** = 25.

A41. B. Bartosewicz, M. Michalska-Domańska, M. Liszewska, D. Zasada, **B.J. Jankiewicz** "Synthesis and Characterization of Noble Metal-Titania Core-Shell Nanostructures with a Tunable Shell Thickness" *Beilstein J. Nanotechnol.* **2017**, *8*, 2083-2093.

**IF** = 2.968 (2017), **MEiN (MNiSW)** = 30. **Autor korespondencyjny.**

A42. A. Siarkowska, M. Chychłowski, D. Budaszewski, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński "Thermo- and electro-optical properties of photonic liquid crystal fibers doped with gold nanoparticles" *Beilstein J. Nanotechnol.* **2017**, *8*, 2790-2801.

**IF** = 2,968 (2017), **MEiN (MNiSW)** = 30.

A43. A. Torrisi, P. Wachulak, Ł. Węgrzyński, T. Fok, A. Bartnik, T. Parkman, Š. Vondrová, J. Turňová, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, H. Fiedorowicz „A stand-alone compact EUV microscope based on gas-puff target source" *J. Microsc.* **2017**, *265(2)*, 251-260.

**IF** = 1,693 (2017), **MEiN (MNiSW)** = 35.

A44. M. Michalska-Domańska, J. Bystrzycki, **B. Jankiewicz**, Z. Bojar "Effect of the grain diameter of Ni-based catalysts on their catalytic properties in the thermocatalytic decomposition of methanol" *C.R. Chim.* **2017**, *20(2)*, 156-163.

**IF** = 1,877 (2017), **MEiN (MNiSW)** = 25.

A45. N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, V.A. Gallardo, G.Z. LaFavers, D. DeSutter, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa "Reactivity Controlling Factors for an Aromatic Carbon-Centered  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical: The 4,5,8-Tridehydroisoquinolinium Ion" *Chem. Eur. J.* **2016**, *22*, 809-815.

**IF** = 5,317 (2016), **MEiN (MNiSW)** = 40.

A46. P. Dobrowolska, A. Krajewska, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Application of Turkevich Method for Gold Nanoparticles Synthesis to Fabrication of SiO<sub>2</sub>@Au and TiO<sub>2</sub>@Au Core-Shell Nanostructures" *Materials* **2015**, *8(6)*, 2849-2862.

**IF** = 2.728 (2015), **MEiN (MNiSW)** = 35. **Autor korespondencyjny.**

A47. W. Kiciński, M. Norek, **B.J. Jankiewicz** "Heterogeneous carbon gels: N-doped carbon xerogels from resorcinol and N-containing heterocyclic aldehydes" *Langmuir* **2014**, *30*, 14726-14285.

**IF** = 4,457 (2014), **MEiN (MNiSW)** = 35.

- A48. J. Gao, **B.J. Jankiewicz**, J. Reece, H. Sheng, C.J. Cramer, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. “On the Factors That Control *meta*-Benzyne Analogs’ Reactivity.” *Chem. Sci.* **2014**, *5*, 2205-2215.  
 IF = 9,211 (2014), MEiN (MNiSW) = 40.
- A49. M. Michalska-Domańska, M. Norek, P. Józwiak, **B.J. Jankiewicz**, W.J. Stępniewski, Z. Bojar „Catalytic stability and surface analysis of microcrystalline Ni<sub>3</sub>Al thin foils in methanol decomposition” *Appl. Surface Sci.* **2014**, *293*, 169–176.  
 IF = 2,711 (2014), MEiN (MNiSW) = 35.
- A50. B. Krajnik, M. Gajda-Rączka, D. Piątkowski, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**, E. Hofmann, S. Mackowski „Silica nanoparticles as a tool for fluorescence enhancement” *Nanoscale Res. Lett.* **2013**, *8*, 146.  
 IF = 2,481 (2013), MEiN (MNiSW) = 30.
- A51. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, L.M. Kirkpatrick, V.A. Gallardo, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. “Does 2,6-Didehydropyridinium Ion Exist?” *J. Phys. Org. Chem.* **2013**, *26*, 707-714.  
 IF = 1,229 (2013), MEiN (MNiSW) = 20.
- A52. L.M. Kirkpatrick, N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, V.A. Gallardo, E.F. Archibold, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. “Experimental and Computational Studies on the Formation of Three *para*-Benzyne Analogs” *Chem. Eur. J.* **2013**, *19*, 9022 – 9033.  
 IF = 5,696 (2013), MEiN (MNiSW) = 40.
- A53. P. Williams, **B.J. Jankiewicz**, L. Yang, H.I. Kenttämäa. “Properties and Reactivity of Gaseous Distonic Radical Ions with Aryl Radical Sites” *Chem. Rev.* **2013**, *113*, 6949–6985.  
 IF = 45,661 (2013), MEiN (MNiSW) = 50.
- A54. **B.J. Jankiewicz**, J. Choma, D. Jamiola, M. Jaroniec. “Silica-metal Core-shell Nanostructures.” *Adv. Colloid Interface Sci.* **2012**, *170*, 28–47.  
 IF = 6,169 (2012), MEiN (MNiSW) = 40.
- A55. N.R. Vinueza, E.F. Archibold, **B.J. Jankiewicz**, S.C. Habicht, M.S. Aqueel, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. “The Reactivity of the 4,5-Didehydroisoquinolinium Cation.” *Chem. Eur. J.* **2012**, *18*, 8692 – 8698.  
 IF = 5,831 (2012), MEiN (MNiSW) = 40.
- A56. **B.J. Jankiewicz**, J. Gao, J.N. Reece, N.R. Vinueza, P. Narra, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Substituent Effects on the Non-radical Reactivity of 4-Dehydropyridinium Cation.” *J. Phys Chem. A.* **2012**, *116*, 3089 – 3093.  
 IF = 2,771 (2012), MEiN (MNiSW) = 35.



A57. V.A. Gallardo, **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Reactivity of a  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Tetraradical: the 2,4,6-Tridehydropyridine radical Cation.” *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 1926 – 1929.

IF = 10,667 (2012), MEiN (MNiSW) = 40.

A58. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.N. Reece, Y.C. Lee, P. Williams, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Effects of a Hydroxyl-Substituent on the Reactivity of the 2,4,6-Tridehydropyridinium Cation, an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical.” *Chem. Eur. J.* **2012**, *18*, 969 – 974.

IF = 5,831 (2012), MEiN (MNiSW) = 40.

A59. A. Adeuya, J. Price, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Gas-Phase Reactivity of Protonated 2-, 3- and 4-Dehydropyridine Radicals Toward Organic Reagents.” *J. Phys. Chem. A*, **2009**, *113*, 13663 – 13674.

IF = 2,899 (2009), MEiN (MNiSW) = 24.

#### Publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora

A60. **B.J. Jankiewicz**, J.Reece, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Reactivity of the 3,4,5-Tridehydropyridinium Cation, an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical.” *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, *47*, 9860 – 9865.

IF = 10,879 (2008), MEiN (MNiSW) = 45.

A61. **B.J. Jankiewicz**, A. Adeuya, M.J. Yurkovich, N.R. Vinueza, S.J. Gardner III, M. Zhou, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa „Reactivity of an Aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -Triradical: the 2,4,6-Tridehydropyridinium Cation.” *Angew. Chem. Int. Ed.* **2007**, *46*, 9198 – 9201.

IF = 10,031 (2007), MEiN (MNiSW) = 45. Artykuł na podstawie oceny co najmniej dwóch recenzentów został określony przez redakcję czasopisma jako “very important paper”.

#### **B) Publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie, o której mowa w pkt. II A**

##### Artykuły w czasopismach międzynarodowych

B1. J. Grzelak, A. Krajewska, B. Krajnik, D. Jamioła, J. Choma, **B. Jankiewicz**, D. Piątkowski, P. Nyga, S. Maćkowski “Hybrid silica-gold core-shell nanoparticles for fluorescence enhancement” *Nanospectroscopy* **2016**, *2*, 1–6.

IF = nie posiada, MEiN (MNiSW) = nie posiada.

B2. A. Bombalska, M. Mularczyk-Oliwa, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, M. Kaliszewski, M. Włodarski, M. Kwaśny, K. Kopczyński, M. Szpakowska, E.A. Trafny „Application of FTIR and SERS spectroscopy in analysis and discrimination of bacteria and their interferents” *Biomed. Spectrosc. Image.* **2014**, *3*, 29-39.

IF = nie posiada, MEiN (MNiSW) = 20 (2021).

B3. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz**, “Chemical approach to fabrication of semicontinuous Au nanolayers for SERS applications” *Photonics Lett. Pol.* **2013**, *5*, 48-50.

IF = nie posiada, MEiN (MNiSW) = 10. **Autor korespondencyjny.**

- B4. **B.J. Jankiewicz**, J. Choma, D. Jamiola, M. Jaroniec. "Nanostruktury krzemionkowo-metaliczne. I. Otrzymywanie i modyfikacja nanocząstek krzemionkowych" *Wiad. Chem.* **2010**, *64*, 914-942.

IF = nie posiada, MEiN (MNiSW) = 6.

- B5. **B.J. Jankiewicz**, J. Choma, D. Jamiola, M. Jaroniec. "Nanostruktury krzemionkowo-metaliczne. II. Otrzymywanie, właściwości i zastosowanie" *Wiad. Chem.* **2010**, *64*, 943-981.

IF = nie posiada, punkty MEiN (MNiSW) = 6.

#### Artykuły pokonferencyjne

- B6. P. Engström, **B. Jankiewicz**, R. Chirico, J. Peltola, P. Honkamaa, G. Iacobellis, "Virtual reality for CSI training," *Proc. SPIE* 2023, 12526 125260A; <https://doi.org/10.1117/12.2664217>.
- B7. K. Bednarska, A. Budaszewska, D. Budaszewski, M. Chychłowski, S. Ertman, P. Lesiak, P. Oszwa, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, R. Dąbrowski, T.R. Wolinski "Enhanced electric field sensing with metallic nanoparticles-doped photonic liquid crystal fibers" *Proc. SPIE* 2019, 11199, 111992V.
- B8. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, **B.J. Jankiewicz**, Raman and SERS spectroscopies in the detection of hazardous materials 2018 Baltic URSI Symposium (URSI), Poznan, Poland, 2018, pp. 147-150. <https://doi.org/10.23919/URSI.2018.8406758>
- B9. A. Henig, K. Grodecki, K. Murawski, K. Michalczewski, Ł. Kubiszyn, D. Benyahia, **B. Jankiewicz**, B. Budner, P. Martyniuk "InAs/GaSb superlattice quality investigation" *Proc. SPIE* 2017, 10455, 104550F; <https://doi.org/10.1117/12.2281774>
- B10. K. Murawski, K. Grodecki, A. Henig, K. Michalczewski, Ł. Kubiszyn, D. Benyahia, **B. Jankiewicz**, B. Budner, A. Wysmółek, P. Martyniuk "Raman and photoluminescence investigation of InAs/GaSb and InAs/InAsSb superlattices" *Proc. SPIE* 2017, 10455, 1045507; <https://doi.org/10.1117/12.2280729>.
- B11. A. Lai, S. Almaviva, V. Spizzichino, D. Luciani, A. Palucci, S. Mengali, C. Marquette, O. Berthuy, **B. Jankiewicz**, L. Pierno "Bacillus spp. Cells Captured Selectively by Phages and Identified by Surface Enhanced Raman Spectroscopy Technique" *Proceedings* 2017, 1, 519; <https://doi.org/10.3390/proceedings1040519>
- B12. T.R. Woliński, A. Siarkowska, D. Budaszewski, M. Chychłowski, A. Czapla, S. Ertman, P. Lesiak; K.A. Rutkowska, K. Orzechowski, M. Sala-Tefelska, M. Sierakowski, R. Dąbrowski, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, E. Nowinowski-Kruszelnicki, P. Mergo. „Recent advances in liquid-crystal fiber optics and photonics.” *Proc. SPIE* 2017, 10125, 101250W. <https://doi.org/10.1117/12.2261115>.
- B13. A. Lai, S. Almaviva, V. Spizzichino, L. Addari, A. Palucci, D. Luciani, R. Viola, S. Mengali, C.A. Marquette, **B. Jankiewicz**, L. Pierno, "Selectivity evaluation of label-free detection of Bacillus spp spores using functionalized SERS substrates" *Proc. SPIE* 2016, 9994, 999408. <https://doi.org/10.1117/12.2240925>
- B14. M. Michalska-Domańska, P. Józwik, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, D. Siemiaszko, W.J. Stepniowski, Z. Bojar "Study of Cyclic Ni<sub>3</sub>Al Catalyst Pretreatment Process for Uniform Carbon Nanotubes Formation and Improved Hydrogen Yield in Methanol Decomposition" *Mater. Today: Proc.* 2016, 3, S171-S177. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2016.02.029>

- B15. A. Lai, S. Almaguer, V. Spizzichino, A. Palucci, L. Addari, D. Luciani, S. Mengali, C. Marquette, O. Berthuy, **B. Jankiewicz**, L. Pierno. Rapid and label-free screening and identification of Anthrax simulants by Surface Enhanced Raman Spectroscopy. *Proc. SPIE* **2014**, 9253, 9253U. <https://doi.org/10.1117/12.2068170>
- B16. M. Liszewska, M. Stefaniak, J. Firak, B. Bartosewicz, B. Budner, T. Wojciechowski, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga "Influence of silver thickness on optical properties of metal island films fabricated by physical vapour deposition," 2014 16th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), Graz, 2014, pp. 1-3. <https://doi.org/10.1109/ICTON.2014.6876658>

**Tabela 2.** Liczbowe zestawienie osiągnięć publikacyjnych.

Wyszczególnienie		Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora	Razem
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (A)		2	59	61
Publikacje naukowe w innych czasopismach recenzowanych o zasięgu krajowym i międzynarodowym (B)		0	5	5
Współautorstwo rozdziału w monografii (M)		0	0	0
Materiały konferencyjne	Proceedings SPIE i indeksowane w Web of Science (S)	0	9	9
	Pozostałe materiały prezentowane na konferencjach międzynarodowych (KM)	0	2	2
	Pozostałe materiały prezentowane na konferencjach krajowych (KK)	0	0	0
<b>Łącznie</b>		<b>2</b>	<b>75</b>	<b>77</b>

**5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).**

Brak

**6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).**

Nie dotyczy.

**7. Informacja o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.**

Poniżej przedstawiłem wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych, z wyszczególnieniem wykładów zaproszonych i wykładów plenarnych. Uczestniczyłem we wszystkich badaniach, których wyniki zostały zaprezentowane w wymienionych poniżej referatach lub posterach zaprezentowanych osobiście przeze mnie lub przez współautorów. W Tabelach 3 i 4 przedstawiono liczbowe podsumowanie wygłoszonych referatów oraz zaprezentowanych posterów.

Do całego zestawienia dołączyłem również wykaz innych cyklicznych i niecyklicznych konferencji, warsztatów, szkół, seminariów, spotkań projektowych, networkingowych oraz brokerskich zarówno w kraju, jak i za granicą.

## REFERATY I POSTERY ZAPREZENTOWANE OSOBIŚCIE

**Tabela 3.** Podsumowanie liczby referatów i posterów zaprezentowanych **osobiście** na konferencjach krajowych i międzynarodowych. W tabeli zamieściłem również informację na temat przybliżonej liczby konferencji, w których brałem udział.

	Referaty	Postery	Udział
	<b>PO DOKTORACIE</b>		
<b>Konferencje międzynarodowe</b>	21	11	>30
<b>Konferencje krajowe</b>	5	0	>10
<b>Referaty zaproszone w Instytucjach itp.</b>	9	-	9
	<b>PRZED DOKTORATEM</b>		
<b>Konferencje międzynarodowe</b>	0	5	5
<b>Konferencje krajowe</b>	0	0	0
<b>Razem</b>	<b>35</b>	<b>16</b>	<b>&gt;50</b>

### PO DOKTORACIE

**Referaty zaproszone wygłoszone osobiście na seminariach w różnych instytucjach, warsztatach oraz kursach:**

1. “ENCIRCLE – Project overview” prezentacja przedstawiona na CEPOL/ENFSI course on “Forensic investigation in CBRN contaminated environment/terrorist attack”- 25-25.02.2019, Budapeszt, Węgry.
2. “ENCIRCLE – Project overview” prezentacja przedstawiona na 2nd workshop of FIRE-IN Project TWG CBRNE, Praga, Czechy, 12-14.02.2019.
3. Prezentacja pt. “Development of the CBE sensing systems in the Institute of Optoelectronics”, Instytut Ochrony Środowiska, listopad 2015.
4. Prezentacja pt. “Plasmonic nanostructures for applications in surface enhanced spectroscopies, photocatalysis and photovoltaics”, Instytut Fizyki PAN, październik 2015.
5. Prezentacja pt. “Application of Surface Enhanced Raman Spectroscopy in Detection of Bacteria”, Instytut Geofizyki UW, styczeń 2014.
6. Prezentacja pt. “Gas-Phase Reactivity Studies of Pyridine Based Mono- and Polyradicals by Using the Distonic Ion Approach and FT-ICR Mass Spectrometry”, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, listopad 2011.
7. Prezentacja pt. „Silica-metal core-shell nanostructures”, Instytut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, marzec 2011.
8. Prezentacja pt. “Silica-metal core-shell nanostructures”, Instytut Geofizyki UW, luty 2011.
9. Prezentacja pt. “Gas-Phase Reactivity Studies of Pyridine Based Mono- and Polyradicals by Using the Distonic Ion Approach and FT-ICR Mass Spectrometry”, Instytut Chemii Fizycznej PAN, maj 2010.

## Konferencje międzynarodowe

### Referaty wygłoszone na konferencjach międzynarodowych

1. **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, B. Budner, M. Kaliszewski, K. Kopczyński, M. Liszewska, J. Młyńczak, M. Włodarski, M. Sabo, Š. Matejčík, M. Szala „Remote detection of explosives using advanced ion mobility spectrometer installed on UGV” 10<sup>th</sup> NATO Military Sensing Symposium (SET-311), 19-21.04.2023 r., Londyn, Wielka Brytania.
2. **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, B. Budner, M. Kaliszewski, K. Kopczyński, M. Liszewska, J. Młyńczak, M. Włodarski, M. Sabo, M. Szala „Remote detection of CBE threats with use of unmanned vehicles” 14th CBRNe Protection Symposium and the Exhibition of CBRNe Protection Equipment, 20-22.09.2022, Malmö, Szwecja.
3. **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, B. Budner, M. Kaliszewski, K. Kopczyński, M. Liszewska, J. Młyńczak, M. Włodarski, „Remote detection and identification of IEDs components with use of unmanned vehicles”, The 7th International Scientific Conference EpiMilitaris 2019 Epidemiology and CBRN security. Science, innovations, and practical implications, 15-17.04.2019, Ryn, Polska.
4. **B. Jankiewicz** „ENCIRCLE – European CBRN Innovation for the Market Cluster”, 4th International Symposium on Development of CBRN Protection Capabilities, 03-05.09.2018, Berlin, Niemcy.
5. B. Bartosewicz, K. Bujno, M. Solak, **B. Jankiewicz** „Applications of DCS to analysis of various type of particles – the experience of beginners” Workshop on the Differential Centrifugal Sedimentation (DCS) – Basics and Applications, 26.04.2018, Warszawa, Polska.
6. **B. Jankiewicz** „ENCIRCLE – European CBRN Innovation for the Market Cluster”, VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa EpiMilitaris 2018 Medyczne aspekty użycia czynników Broni Masowego Rażenia wyzwaniem dla służb mundurowych, 16-18.04.2018, Ryn, Polska.
7. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, J.L. Weyher, I. Dziecielewski, **B. Jankiewicz** “Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) of *Bacillus* endospores – The search for the ideal SERS substrate” Referat wygłoszony na NATO SET 235-RWS Workshop Surface-enhanced Raman Spectroscopy For Defense Applications, 02-03.10.2017, Bratysława, Słowacja.
8. B. Bartosewicz, K. Bujno, M. Solak, **B. Jankiewicz** „Applications of DCS to analysis of various type of particles – the experience of beginners” Focus User Meeting: The Centrifugal Sedimentation Technique, 29-30.11.2016, National Physical Laboratory, Teddington, Wielka Brytania.
9. B. Bartosewicz, A. Siarkowska, M. Chychłowski, D. Budaszewski, T. Woliński, R. Dąbrowski, **B. Jankiewicz** „Composites of Liquid Crystals and Noble Metal Nanoparticles” COST MP1302 Nanospectroscopy Topical Meeting on Nanoparticles Synthesis, Assembly, Characterization and Applications, 15-16.09.2016, Warszawa, Polska.
10. B. Bartosewicz, A. Kowalczyk, **B. Jankiewicz** „Particle Size Analysis with Differential Centrifugal Sedimentation” COST MP1302 Nanospectroscopy Topical Meeting on Nanoparticles Synthesis, Assembly, Characterization and Applications, 15-16.09.2016, Warszawa, Polska.
11. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, M. Szpakowska, E. Trafny, **B.J. Jankiewicz**, “The Application of Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) to the identification of endospores of *Bacillus* bacteria”, Raman NanoSpectroscopy Workshop, 5-6.09.2016, Kraków, Polska. **Wykład zaproszony**
12. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, M. Michalska-Domańska, **B.J. Jankiewicz** “Fabrication and characterization of Ag@TiO<sub>2</sub> and Au@TiO<sub>2</sub> core-shell nanostructures” The 3rd Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2016, 22-25.03.2016, Rzym, Włochy.

13. **B. Jankiewicz** “Review of nano- and submicron particle sizing methods” COST Action MP1302 Optical Nanospectroscopy - Training School on Nanomaterials Characterization, 14-16.03.2016, Białystok, Polska.
14. **B.J. Jankiewicz.** “Review of nano- and submicron particle sizing methods.” XVIII International Krutyń Summer School 2015, 27.09.-03.10.2015, Krutyń, Polska.
15. **B.J. Jankiewicz.** “Sensing systems for mobile platforms developed in the Institute of Optoelectronics” 1<sup>st</sup> EU FP7 Project MIRACLE Roundtable, 25-26.11.2014, Netherlands Institute of Forensics, Haga, Holandia.
16. **B.J. Jankiewicz,** M.Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, P. Dobrowolska. „Plasmonic nanostructures for applications in surface enhanced spectroscopies, photocatalysis and photovoltaics.” EXTATIC Workshop 2014, 20-24.10.2014, Warszawa, Polska. **Wykład zaproszony**
17. B. Bartosewicz, M. Szpakowska, E. Trafny, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz.** „Detection of single optically trapped bacterial cell using Surfaced Enhanced Raman Spectroscopy.” II International Scientific Conference EpiMilitaris 2013 - Bioterrorism, 9-12.09.2013, Ryn, Polska. **Wykład zaproszony**
18. M. Miczuga, K. Kopczyński, **B.J. Jankiewicz,** R. Owczarek. „Measuring system for hazardous substances detection. International Workshop on Opportunities and Challenges in Mid-Infrared Laser-based Gas Sensing - MIRSSENS2” 18-20.10.2012, Wrocław, Polska.
19. **B.J. Jankiewicz.** “Chemical and Biological Agents Detection Research at the Institute of Optoelectronics of Military University of Technology.” Workshop on the Joint Investment Programme Chemical, Biological, Radiological and Nuclear protection (JIP CBRN), 15.09.2011, Université Catholique de Louvain, Bruksela, Belgia.
20. **B.J. Jankiewicz,** N.R. Vinueza, L.M. Kirkpatrick, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa, “Does the 2,6-didehydropyridinium ion exist?” 58<sup>th</sup> Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 05.2010, Salt Lake City, UT, USA.
21. **B.J. Jankiewicz,** R. Dąbrowski. „Applications of the liquid crystalline materials in devices operating at GHz and THz frequencies.” 18<sup>th</sup> Conference on Liquid Crystals (Chemistry, Physics & Applications), 09.2009, Augustów, Polska.

#### **Postery w sesjach plakatowych na konferencjach międzynarodowych**

22. Ł. Gutowski, M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, J.L. Weyher, **B.J. Jankiewicz,** “Toward investigation of reactive intermediates via Surface-enhanced Raman Spectroscopy (SERS)” META2021 - The 11th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics, 20-23.07.2021, Warszawa, Polska.
23. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Michalska-Domańska, **B. Jankiewicz** “Silver diffusion in metal-titania core-shell nanostructures” Hot-electron science and microscopic processes in plasmonics and catalysis Faraday Discussion, 18–20.02.2019, Londyn, Wielka Brytania.
24. M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** “Synthesis of TiO<sub>2</sub>-Ag Core-Shell Nanostructures for Visible Range Photocatalysis” The 7th International Conference on Surface Plasmon Photonics 2015, 31.05 – 05.06.2015, Jerozolima, Izrael.
25. **B.J. Jankiewicz,** B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka. „Studies on reactive intermediates by using Surface Enhanced Raman Spectroscopy” The 2<sup>nd</sup> Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2015, 18-20.03.2015, Dublin, Irlandia.

26. M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, P. Dobrowolska, M. Domańska-Michalska, **B.J. Jankiewicz**. „Application of the Raman Spectroscopy to Determination of TiO<sub>2</sub> Submicroparticles Crystal Phase Composition” Inside Raman Seminar 2014, 8-9.04.2014, Manchester, Wielka Brytania
27. M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**. „Influence of functionalization method on the degree of TiO<sub>2</sub> particles surface coverage with noble metals nanoparticles” The 1st Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2014, 23-28.03.2014. Tubingen, Niemcy.
28. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz**. „Application of silica-metal core-shell nanostructures for Surface Enhanced Raman Spectroscopy.” Nano and Advanced Materials Workshop and Fair, NAMF 2013, 16-19.09.2013. Warszawa, Polska.
29. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, A. Krajewska, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**. „Surface Enhanced Raman Spectroscopy of selected amino acids on layers of metal colloids and silica-metal core-shell structures” The Advanced Infrared and Raman Spectroscopy (AIRS) symposium, 16-18.11.2012, Łochów, Polska.
30. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, L.M. Kirkpatrick, K. Campbell, V.A. Gallardo, J.N. Reece, J.J. Nash, H. I. Kenttämaa. “Gas Phase Reactivity Studies on ortho-Didehydropyridinium Cations.” The International Symposium on Reactive Intermediates and Unusual Molecules (ISRIUM) 2012, 8-13.07.2012, Ascona, Szwajcaria.
31. **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga, K. Kopczyński, D. Jamiola, J. Choma „Fabrication and optical properties of rod-like silica core/semicontinuous gold shell microstructures.” The WELCOME Scientific Meeting on Hybrid Nanostructures 2011, 28-31.08.2011, Toruń, Polska.
32. P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**, K. Kopczyński. „Silica core/semicontinuous gold shell microstructures fabrication and optical properties.” The International Workshop on Nanoplasmonics for Energy and the Environment (IWONEE), 7-10.06.2011, Sanxenxo, Hiszpania.

### Konferencje krajowe

#### Referaty wygłoszone na konferencjach krajowych

33. **B. Jankiewicz** „Technologie detekcji zagrożeń CBE rozwijane w Instytucie Optoelektroniki WAT”, IV Konferencja Naukowa Krajowego Systemu Wykrywania Skażeń i Alarmowania nt. "Funkcjonowanie Krajowego Systemu Wykrywania Skażeń i Alarmowania w świetle aktualnych zagrożeń skażeniami” 21-22.06.2022, Warlity Wielkie, Polska.
34. **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner. „Metody badania wielkości i rozkładu wielkości nano- i submikrocząstek”, IX Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO 2019, 1-3.07.2019, Wrocław, Polska.
35. **B. Jankiewicz** „ENCIRCLE – European CBRN Innovation for the Market Cluster”, Konferencja Naukowa Krajowego Systemu Wykrywania Skażeń i Alarmowania nt. "Funkcjonowanie Krajowego Systemu Wykrywania Skażeń i Alarmowania w świetle aktualnych zagrożeń skażeniami” 12-13.04.2018, Kazimierz Dolny, Polska.
36. **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga, K. Kopczyński, A. Babis, D. Jamiola, J. Choma. „Fabrication and optical properties of micron silica rods with shell in form of semicontinuous gold layer.” V Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO 2011, 3-7.07.2011, Gdańsk, Polska.
37. P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**, K. Kopczyński, D. Jamiola, A. Dziura, J. Choma. „Optical properties of submicron silica spheres with shell in form of semicontinuous gold layer.” IV Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO 2010, 06.2010, Poznań, Polska,

## PRZED DOKTORATEM

### Postery zaprezentowane w sesjach plakatowych na konferencjach międzynarodowych:

1. **B.J. Jankiewicz**, J. N. Reece, N.R. Vinueza, J. J. Nash, H.I. Kenttämäa. A novel  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradical cation: the 3,4,5-tridehydropyridinium ion. The 56th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2008, Denver, CO, USA.
2. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. The influence of a hydroxy substituent on the reactivity of the 2,4,6-tridehydropyridinium ion. The Turkey Run Analytical Chemistry Conference, 09.2007, Marshall, IN, USA.
3. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. The influence of a hydroxy substituent on the reactivity of the 2,4,6-tridehydropyridinium ion. The 55th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2007, Indianapolis, IN, USA.
4. **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. The influence of a hydroxy substituent on the reactivity of the 2,4,6-tridehydropyridinium ion. The 24th Herbert C. Brown Lectures in Organic Chemistry, 08.2007, West Lafayette, IN, USA.
5. **B.J. Jankiewicz**, A. Adeuya, M.J. Yurkovich, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. A  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradical cation: reactivity studies of the 2,4,6-tridehydropyridinium ion. The 23rd Herbert C. Brown Lectures In Organic Chemistry, 04.2006, West Lafayette, IN, USA.

## REFERATY I POSTERY PREZENTOWANE PRZEZ WSPÓLAUTORÓW

Poniżej zamieściłem wykaz referatów i posterów, które zostały przygotowane na podstawie wyników badań przeprowadzonych z moim udziałem lub pod moim nadzorem przez moich dyplomantów lub studentów, którymi się opiekowałem.

**Tabela 4.** Podsumowanie liczby referatów i posterów zaprezentowanych przez współautorów na konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz liczby referatów zaproszonych w różnych Instytucjach.

	Referaty	Postery	Udział osobisty
	<b>PO DOKTORACIE</b>		
<b>Konferencje międzynarodowe</b>	18	43	-
<b>Konferencje krajowe</b>	15	23	-
	<b>PRZED DOKTORATEM</b>		
<b>Konferencje międzynarodowe</b>	1	8	-
<b>Konferencje krajowe</b>	0	0	-
<b>Razem</b>	<b>34</b>	<b>74</b>	<b>&gt;10</b>

## PO DOKTORACIE

### Referaty, których byłem współautorem, wyłoszone przez współautorów na konferencjach międzynarodowych:

1. K. Sielezin, R. Kowrdziej, A. Pianelli, M. Dudek, U. Chodorow, R. Mazur, **B. Jankiewicz**, J. Parka "Active hyperbolic metamaterials with dye doped nematic liquid crystals for enhancement spontaneous emission engineering" XXIII Conference on Liquid Crystals, 18-22.10.2021, Karpacz, Polska.



2. M. D. Syczewski, P. Panajew, F. Czechowski, A. Borkowski, J. Rohovec, Š. Matoušková, I. Sekudewicz, M. Liszewska, **B. Jankiewicz**, A. Mukhamediarova, M. Słowakiewicz „Possible ways to origin thucholites. Are thucholites the first example of the geological convergence?” Goldschmidt2021, 4-9.07.2021, Lyon, Francja.
3. T.R. Woliński, K. Bednarska, D. Budaszewski, M. Chychłowski, P. Lesiak, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, R. Dąbrowski “Nanoparticles-doped photonic liquid crystal fibers for enhanced efficiency of electric field tunability” 15th Conference INTEGRATED OPTICS - Sensors, Sensing Structures and Methods IOS’2020, 24.02-28.02.2020, Szczyrk, Polska.
4. K. Bednarska, B. Bartosewicz, D. Budaszewski, M. Chychłowski, R. Dąbrowski, S. Ertman, **B. Jankiewicz**, P. Lesiak, P. Osza, T.R. Woliński “Nanoparticles-doped liquid crystal-infiltrated photonic crystal fibers with enhanced efficiency of electric field tunability” 19th Conference on Optical Fibers and Their Applications, 27.01-31.01.2020, Białowieża, Polska.
5. T.R. Woliński, D. Budaszewski, M. Chychłowski, A. Budaszewska, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz** “Enhanced Efficiency of Electric Field Tunability in Au/Ag Nanoparticles-doped Photonic Liquid Crystal Fibers” The 41st Photonics & Electromagnetics Research Symposium PIERS 2019, 17-20.06.2019, Rzym, Włochy.
6. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, **B.J. Jankiewicz** "Raman and SERS spectroscopies in the detection of hazardous materials" (2018) URSI 2018 - Baltic URSI Symposium, 14-17.05.2018, Poznań, Polska.
7. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, J.L. Weyher, I. Dzieścielewski, **B. Jankiewicz** „Raman Spectroscopy in examination of endospores of *Bacillus* bacteria”, The 6th Scientific Conference EpiMilitaris 2018 Medical aspects of the use of Weapons of Mass Destruction factors challenge for the uniformed services, 16-18.04.2018, Ryn, Polska.
8. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, J. L. Weyher, I. Dzieścielewski, **B. Jankiewicz** „Detection of explosive materials by using Raman and SERS spectroscopies”, The 6th Scientific Conference EpiMilitaris 2018 Medical aspects of the use of Weapons of Mass Destruction factors challenge for the uniformed services, 16-18.04.2018, Ryn, Polska.
9. J.L. Weyher, I. Dzieścielewski, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, A. Kudelski „Nanostructured GaN substrates for Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) of medical and biological threats”, The 6th Scientific Conference EpiMilitaris 2018 Medical aspects of the use of Weapons of Mass Destruction factors challenge for the uniformed services, 16-18.04.2018, Ryn, Polska.
10. J.L. Weyher, I. Dzieścielewski, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, J. Krajczewki, A. Kudelski „Technology of nanofabrication of GaN-based substrates for Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) measurements” The NATO SET 235-RWS Workshop Surface-enhanced Raman Spectroscopy For Defense Applications, 02-03.10.2017, Bratysława, Słowacja.
11. T.R. Woliński, A. Siarkowska, M. Chychłowski, **B. Jankiewicz**, R. Dąbrowski “Nanoparticles-based Liquid Crystals Integrated with Photonic Crystal Fibers” The 6th Workshop on Liquid Crystals for Photonics, 14-16.09.2016, Lublana, Słowenia.
12. T.R. Woliński, A. Siarkowska, M. Chychłowski, **B. Jankiewicz**, R. Dąbrowski “Nanoparticles-based Liquid Crystals Integrated with Photonic Crystal Fibers”, The 18th European Conference on Integrated Optics 2016, 18-20.05.2016, Warszawa, Polska.
13. W.J. Stępniewski, M. Norek, M. Michalska-Domańska, A. Nowak-Stępniewska, S. Kret, S. Thorat, M. Salerno, A. Mostek, P. Chilimoniuk, W. Florkiewicz, **B. Jankiewicz**, A. Bombalska, M.

- Kaliszewski, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, Z. Bojar “Incorporation of complex ions, organic molecules and nanoparticles into anodic alumina walls”, The 2nd International Symposium on Anodizing Science and Technology AST 2014, 4-6.06.2014, Sapporo, Hokkaido, Japonia.
14. L. Pierno, S. Almaviva, V. Spizzichino, D. Luciani, C. Marquette, H. Becker, **B. Jankiewicz**, S. Mengali, P. Benassi, A.M. Fiorello. “SERS and PCR based novel sensor for detection and identification of *Bacillus anthracis* in spore and aerosol release.” XII Conference on Optical Chemical Sensors & Biosensors - Europt(r)ode 2014, 13-16.04.2014, Ateny, Grecja.
  15. P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**, K. Kopczyński, D. Jamiola, J. Choma, A. Dziura. „Submicrometer silica particles with plasmonic shells”, The WELCOME Scientific Meeting on Hybrid Nanostructures 2011, 28-31.08.2011, Toruń, Polska.
  16. **B.J. Jankiewicz**, J. Parka, R. Dabrowski “Properties of liquid crystalline materials for applications in phase shifters operating at GHz frequency range”, 6th International Conference on Microwave Materials and their Applications (MMA), 1-3.09.2010, Warszawa, Polska.
  17. V. Gallardo, **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinuesa, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. “A gas-phase reactivity study of a  $\sigma,\sigma,\sigma,\sigma$ -tetraradical ion – the 2,4,6-tridehydropyridine radical cation”, The 58th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 05.2010, Salt Lake City, UT, USA.
  18. J.N. Reece, **B.J. Jankiewicz**, V.A. Gallardo, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa. “Reactivity studies of pyridine-based tetraradicals”, The 18th International Mass Spectrometry Conference (IMSC), 30.08-04.09.2009, Brema, Niemcy.

**Referaty, których byłem współautorem, wyłożone przez współautorów na konferencjach krajowych:**

19. A.M. Figat, B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, **B.J. Jankiewicz** „Synteza nanocząstek złota z zastosowaniem  $\alpha$ -aminokwasów”, X Krajowa Konferencja Nanotechnologii, 3-8.07.2022, Kraków, Polska.
20. Ł. Gutowski, M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, J. Weyher, **B. Jankiewicz** „Badanie reaktywności rodników arylowych osadzonych na powierzchni podłoża SERS”, X Krajowa Konferencja Nanotechnologii, 3-8.07.2022, Kraków, Polska.
21. J. Wróbel, S. Odrzywolski, S. Złotnik, J. Boguski, M. Liszewska, B. Budner, **B. Jankiewicz**, K. Matuszelański „Badania jednorodności cienkich warstw InAs otrzymywanych metodą epitaksji z wiązek molekularnych, XX Krajowa Konferencja Elektroniki – KKE, 05-09.09.2021, Darłowo, Polska.
22. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner. **B.J. Jankiewicz** „Generacja gorących elektronów w plazmowych nanomateriałach metaliczno-półprzewodnikowych” IX Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO 2019, 1-3.07.2019, Wrocław, Polska.
23. B. Budner, M. Kuźma, B. Bartosewicz, M. Liszewska, **B.J. Jankiewicz** „Wytwarzanie nanostrukturalnych warstw srebra i złota metodą fizycznego osadzania przy zastosowaniu lasera impulsowego PLD” IX Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO 2019, 1-3.07.2019, Wrocław, Polska.
24. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner. J.L. Weyher, **B.J. Jankiewicz** „Detekcja śladowych ilości materiałów wybuchowych z zastosowaniem powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana” IX Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO 2019, 1-3.07.2019, Wrocław, Polska.

25. B. Bartosewicz, K. Bujno, M. Liszewska, B. Budner, P. Bazarnik, T. Płociński, **B.J. Jankiewicz**, „Otrzymywanie koloidalnych nanocząstek złota z zastosowaniem wybranych anionów  $\alpha$ -hydroksykarboksylanowych” II Doktoranckie Sympozjum Nanotechnologii NanoMat, 21-22.06.2018, Łódź, Polska.
26. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Michalska-Domańska, **B.J. Jankiewicz**, „Wytwarzanie i charakteryzacja nanostruktur hybrydowych metal-TiO<sub>2</sub> o różnej grubości płaszcza” II Doktoranckie Sympozjum Nanotechnologii NanoMat, 21-22.06.2018, Łódź, Polska.
27. A. Poreńczuk, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, A. Mielczarek „Profil uwalniania jonów fluorkowych z cementu szkło-jonomerowego żywicą i wzbogaconego w bioaktywne szkło” International Conference of Natural and Medical Sciences: Young Scientists, PhD Students, and Students, 01-03.12.2017, Lublin, Polska.
28. B. Bartosewicz, M. Szpakowska, E. Trafny, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Surface Enhanced Raman Spectroscopy in the investigations of vegetative bacteria and bacteria spores. Konferencja Młodych Naukowców “Wiedza i Innowacje” wiWAT 2013, 03.12.2013, Warszawa, Polska.
29. M. Gajda-Rączka, P. Dobrowolska, **B.J. Jankiewicz** „Influence of functionalization method on the degree of TiO<sub>2</sub> surface coverage with noble metal nanoparticles.” VI Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO, 09-12.07.2013, Szczecin, Polska.
30. B. Bartosewicz, M. Szpakowska, E. Trafny, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** “Detection of single optically trapped bacterial cell using surface enhanced Raman spectroscopy.” VI Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO, 09-12.07.2013, Szczecin, Polska.
31. P. Nyga, J. Rećko, **B.J. Jankiewicz**, M. Stefaniak, J. Firak „Plasmonic nanostructures fabricated by using shadow nanolithography.” III Polska Konferencja Optyczna PKO’2013, 30.06-04.07.2013, Sandomierz, Polska.
32. K. Grabiańska, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**. „Fabrication, characterization and applications of gold and silver nanoparticles.” ChemSession’13 - X Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 17.05.2013, Warszawa, Polska.
33. P. Nyga, **B.J. Jankiewicz**, K. Kopczyński. „Metal-dielectric plasmonic nanostructures – fabrication and optical properties.” II Polska Konferencja Optyczna PKO’2011, 27.06-01.07.2011, Świnoujście, Polska.

**Postery, których byłem współautorem, zaprezentowane przez współautorów w sesjach plakatowych na konferencjach międzynarodowych:**

1. B. Budner, W. Tokarz, S. Dyjak, **B. Jankiewicz**, A. Czerwiński „Pulsed Laser Deposited Platinum Catalyst on Carbon Particles for Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells.” Advanced Nanomaterials Conference 2021, 22-24.07.2021, Aveiro, Portugalia.
2. A. Figat, B. Bartosewicz, M. Liszewska, **B.J. Jankiewicz** “Synthesis of gold nanoparticles using  $\alpha$ -amino acids” META2021 - The 11th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics, 20-23.07.2021, Warszawa, Polska.
3. D. Budaszewski, K. Wolińska, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński “Spectral properties of photonic crystal fibers infiltrated with nanoparticles-doped ferroelectric liquid crystals” 15th Conference INTEGRATED OPTICS - Sensors, Sensing Structures and Methods IOS’2020, 24.02-28.02.2020, Szczyrk, Polska.

4. M. Chychłowski, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, T.R. Woliński, “Influence of electric field frequency on optical response of photonic crystal fibers infiltrated with NP-doped liquid crystals” 15th Conference INTEGRATED OPTICS - Sensors, Sensing Structures and Methods IOS’2020, 24.02-28.02.2020, Szczyrk, Polska.
5. B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, M. Michalska-Domańska, **B. Jankiewicz**, “Synthesis and Characterization of Noble Metal–Titania Core–Shell Nanostructures with a Tunable Shell Thickness”, The 11th International conference on Advanced Nano Materials, 18-20.07.2018, Aveiro, Portugalia.
6. J.R. Milton, J. Max, **B.J. Jankiewicz**, H.I. Kenttämaa. “Comparison of the reactivity of isomeric hydroxy-substituted dehydropyridinium ions toward methanol in solution and in the gas phase.” The 66th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2018, San Diego, CA, USA.
7. M. Chychłowski, N. Zatkan, S. Ertman, B. Bartosewicz, **B. Jankiewicz**, T. Woliński „Influence of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-doped LC on photonic liquid crystal fibers” The Conference on INTEGRATED OPTICS – Sensors, Sensing Structures and Methods, IOS’2017, 27.02 - 03.03.2017, Szczyrk, Polska.
8. A. Henig, K. Grodecki, K. Murawski, K. Michalczewski, Ł. Kubiszyn, D. Benyahia, P. Martyniuk, **B. Jankiewicz**, B. Budner, A. Rogalski “InAs/GaSb superlattice quality investigation” The Conference on INTEGRATED OPTICS – Sensors, Sensing Structures and Methods, IOS’2017, 27.02 - 03.03.2017, Szczyrk, Polska.
9. K. Murawski, K. Grodecki, A. Henig, K. Michalczewski, D. Benyahia, P. Martyniuk, **B. Jankiewicz**, B. Budner, A. Rogalski “Raman and photoluminescence investigation of InAs/GaSb and InAs/InAsSb superlattices” The Conference on INTEGRATED OPTICS – Sensors, Sensing Structures and Methods, IOS’2017, 27.02 - 03.03.2017, Szczyrk, Polska.
10. A. Siarkowska, M. Chyłkowski, D. Budaszewski, **B. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, T.R. Woliński „Microstructured optical fibers infiltrated with nematic liquid crystals doped with metallic nanoparticles” The XXI Conference on Liquid Crystals, Chemistry, Physics and Applications CLC 2016, 18-21.09.2016, Krynica Zdrój, Polska.
11. B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** “Application of Tunable Resistive Pulse Sensing (TRPS) method to core-shell nanostructures sizing” COST Action MP1302 Optical Nanospectroscopy - Training School on Nanomaterials Characterization, 14-16.03.2016, Białystok, Polska.
12. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, I. Dzieścielewski, M. Bańkowska, J. Weyher, **B.J. Jankiewicz** „Characterization of bacterial spores using SERS active surface based on noble metals coated GaNs.” XVIII International Krutyń Summer School 2015, 27.09-03.10.2015, Krutyń, Polska.
13. P. Nyga, S. Chmiel, M. Szczurek, M. Liszewska, M. Stefaniak, J. Firak, **B.J. Jankiewicz**, M. Norek, J. Mierczyk “Optical and Electrical Properties of Silver-Titanium Dioxide Layered Nanocomposites” The 7th International Conference on Surface Plasmon Photonics 2015, 31.05-05.06.2015, Jerozolima, Izrael.
14. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, I. Dzieścielewski, M. Bańkowska, J. Weyher, **B.J. Jankiewicz** „Characterization of bacterial spores using Surface Enhanced Raman Spectroscopy active surface based on Au/Ag-coated GaN.” The 2nd Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2015, 18-20.03.2015, Dublin, Irlandia.

15. M. Liszewska, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga „Influence of semicontinuous silver films annealing on their optical properties and SERS enhancement.” The 2nd Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2015, 18-20.03.2015, Dublin, Irlandia.
16. P. Dobrowolska, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Synthesis and characterization of core-shell nanostructures with noble metal core.” The 2nd Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2015, 18-20.03.2015, Dublin, Irlandia.
17. M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Synthesis of TiO<sub>2</sub>-Ag core-shell nanostructures and characterization of their optical properties.” The 2nd Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2015, 18-20.03.2015, Dublin, Irlandia.
18. M. Michalska-Domańska, P. Jóźwik, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz, D. Siemiaszko, W.J. Stępniewski, Z. Bojar „Study of cyclic Ni<sub>3</sub>Al catalyst pretreatment process for obtain uniform carbon nanotubes and improved hydrogen yield in methanol decomposition,” International Conference on Diamond and Carbon Materials, 8-11.09.2014, Melia Castilla, Madryd, Hiszpania.
19. M. Liszewska, M. Stefaniak, J. Firak, B. Bartosewicz, B. Budner, T. Wojciechowski, **B. Jankiewicz**, P. Nyga „Influence of Silver Thickness on Optical Properties of Metal Island Films Fabricated by Physical Vapour Deposition.” The 16th International Conference on Transparent Optical Networks ICTON 2014, 6-10.07.2014, Graz, Austria.
20. M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** “Synthesis and characterization of core–shell nanostructures TiO<sub>2</sub>-Ag.” International Symposium on Nanostructured Functional Materials NanoFunMat 2014, 15-18.06.2014, Pułtusk, Polska.
21. M. Michalska-Domańska, B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, P. Dobrowolska, **B.J. Jankiewicz** „Application of the Raman Spectroscopy to Determination of TiO<sub>2</sub> Submicroparticles Crystal Phase Composition.” International Symposium on Nanostructured Functional Materials NanoFunMat 2014, 15-18.06.2014, Pułtusk, Polska.
22. P. Dobrowolska, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Influence of the parameters of synthesis in morphology of core-shell nanostructures SiO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub>.” International Symposium on Nanostructured Functional Materials NanoFunMat 2014, 15-18.06.2014, Pułtusk, Polska.
23. K. Stepaniuk, M. Gajda-Rączka, M. Gizowska, **B.J. Jankiewicz** „Application of the Nanoparticle Tracking Analysis Method in the Analysis of Colloidal Nanoparticles’ size and size distribution.” International Symposium on Nanostructured Functional Materials NanoFunMat 2014, 15-18.06.2014, Pułtusk, Polska.
24. M. Liszewska, B. Bartosewicz, B. Budner, T. Wojciechowski, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga „Influence of thickness of silver on optical properties of semicontinuous films fabricated by physical vapour deposition.” International Symposium on Nanostructured Functional Materials NanoFunMat 2014, 15-18.06.2014, Pułtusk, Polska.
25. B. Bartosewicz, M. Szpakowska, E. Trafny, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Detection of Bacterial Cell Using Surface Enhanced Raman Spectroscopy.” Inside Raman Seminar 2014, 8-9.04.2014, Manchester, Wielka Brytania,
26. P. Nyga, J. Rećko, M. Liszewska, **B.J. Jankiewicz**, B. Bartosewicz „Metallic nanostructures for SERS and fluorescence enhancement.” The 1st Annual Conference on Optical Nanospectroscopy 2014, 23-28.03.2014, Tubingen, Niemcy.

27. D. Jamiola, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga „Application of silica-metal core-shell nanostructures for Surface Enhanced Raman Spectroscopy.” Nano and Advanced Materials Workshop and Fair, NAMF 2013, 16-19.09.2013, Warszawa, Polska.
28. M. Gajda-Rączka, P. Dobrowolska, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** „Synthesis and Characterization of TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> nanostructures.” NATO Advanced Study Institute (Summer School) "Nanomaterials and Nanoarchitectures. A complex review of hot topics and their applications in photovoltaics, plasmonics, environmental and security areas", 30.06-07.07.2013, Cork, Irlandia.
29. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Chemically fabricated gold and silver nanolayers for SERS applications.” NATO Advanced Study Institute (Summer School) "Nanomaterials and Nanoarchitectures. A complex review of hot topics and their applications in photovoltaics, plasmonics, environmental and security areas", 30.06-07.07.2013, Cork, Irlandia.
30. A. Krajewska, I. Pasternak, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**, T. Ciuk, W. Strupiński „Modification of graphene properties with plasmonic nanostructures.” The ImagineNANO 2013, Graphene 2013 Conference, 23-26.04.2013, Bilbao, Hiszpania.
31. M. Gajda-Rączka, P. Dobrowolska, Y. Yildiz, A. Krajewska, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Fabrication and characterization of metal-dielectric hybrid nanostructures – gold modified silica and titania particles.” The 10th International Congress of Young Chemists “YoungChem2012”, 10-14.10.2012, Gdańsk, Polska.
32. J. Gao, **B.J. Jankiewicz**, J. Reece, M. Yurkovich, J. Nash, H.I. Kenttämaa “Substituent Effects on meta-Benzynes’ Reactivity.” The 60th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 20-24.05.2012, Vancouver, BC, Kanada.
33. P. Williams, F. Widjaja, Z. Jin, J. Reece, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Comparison of the reactivity of isomeric hydroxy-substituted dehydropyridinium ions toward methanol in solution and in the gas phase.” The Gordon Research Conference on Biological Molecules in the Gas Phase and in Solution, 31.07-05.08.2011, Andover, NH, USA.
34. P. Williams, F. Widjaja, Z. Jin, J. Reece, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Comparison of the reactivity of isomeric hydroxy-substituted dehydropyridinium ions toward methanol in solution and in the gas phase.” The 59th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2011, Denver, CO, USA.
35. **B.J. Jankiewicz**, J. Parka, R. Dąbrowski „Properties of liquid crystalline materials for applications in phase shifters operating at GHz frequency range.” The 6th Microwave Materials and their Applications (MMA) Conference, 1-3.09.2010, Warszawa, Polska.
36. J.Reece, **B.J. Jankiewicz**, V. Gallardo, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “A study on the generation of a pyridine-based tetradical by SORI-CAD.” The 58th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 05.2010, Salt Lake City, UT, USA.
37. M. Sabir Aqueel, N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämaa “Kinetic reactivity of an aromatic  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradical: the 2,3,5-tridehydropyridinium cation.” The 58th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 05.2010, Salt Lake City, UT, USA.

38. L.M. Kirkpatrick, **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “A gas-phase study on two para-benzynes in an FT-ICR mass spectrometer.” The 58th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 05.2010, Salt Lake City, UT, USA.
39. A. Li, J. Gao, M. Fu, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Measurement of the proton affinities of dehydro- and didehydropyridines by using gas-phase ion-molecule reaction.” The 58th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 05.2010, Salt Lake City, UT, USA.
40. J. Gao, A. Li, **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, L. Kirpatrick, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Substituent Effects on the Reactivity of 3-X-2,4,6-Tridehydropyridinium and 3-X-2,4-Didehydropyridinium Ions (X = Substituent)”. The 58th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 05.2010, Salt Lake City, UT, USA.
41. V.A. Gallardo, **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Gas-phase reactivity studies on a  $\sigma,\sigma,\sigma,\sigma$ -tetraradical ion - the 2,4,6-tridehydropyridine radical cation ion.” The Turkey Run Analytical Chemistry Conference, 10.2009, Marshall, IN, USA.
42. A. Li, J. Gao, M. Fu, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “A modified bracketing method for proton affinity (PA) study of pyridine radicals.” The Turkey Run Analytical Chemistry Conference, 10.2009, Marshall, IN, USA.
43. J.N. Reece, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Reactivity studies of hydroxy-substituted dehydropyridines.” The 57th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 31.05-04.06.2009, Philadelphia, PA, USA.

**Postery, których byłem współautorem, zaprezentowane [przez współautorów w sesjach plakatowych na konferencjach krajowych](#):**

1. M. Solak, B. Bartosewicz, M. Liszewska, B. Budner, **B.J. Jankiewicz** „Otrzymywanie i badanie właściwości fizykochemicznych submikrocząstek ditlenku tytanu” II Doktoranckie Sympozjum Nanotechnologii NanoMat, 21-22.06.2018, Łódź, Polska.
2. B. Bartosewicz, M. Liszewska, M. Michalska-Domańska, **B. Jankiewicz** „Synthesis and characterization of noble metal-titania core-shell nanostructures with tunable shell thickness” Sympozjum pt. Inżynieria Powłok w Skali Nano – Rozwiązania dla Nowoczesnej Elektroniki, 04-05.12.2017, Warszawa, Polska.
3. B. Budner, M. Kuźma, B. Nasiłowska, **B. Jankiewicz** „Preparation of nanostructured silver layers using the pulse laser deposition metod (PLD)” Sympozjum pt. Inżynieria Powłok w Skali Nano – Rozwiązania dla Nowoczesnej Elektroniki, 04-05.12.2017, Warszawa, Polska.
4. B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, I. Dziecielewski, M. Bańkowska, J. Weyher, **B.J. Jankiewicz** „Characterization of bacterial spores using Surface Enhanced Raman Spectroscopy active surface based on Au/Ag-coated GaN.” Seminar “On the boarder of surface and light: Adsorption and SERS spectroscopy”, 2-3.07.2015, Kraków, Polska.
5. M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** „Influence of surface functionalization method on the degree of TiO<sub>2</sub> nanoparticles surface coverage with noble metals nanoparticles.” ChemSession’14 – XI Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 16.05.2014, Warszawa, Polska.

6. P. Dobrowolska, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** „Synthesis and characterization of the hybrid core-shell nanoparticles TiO<sub>2</sub>-Au” ChemSession’14 – XI Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 16.05.2014, Warszawa, Polska.
7. K. Stepaniuk, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Application of Nanoparticle Tracking Analysis method in the analysis of size distribution of colloidal nanoparticles.” Konferencja Młodych Naukowców “Wiedza i Innowacje” wiWAT 2013, 03.12.2013, Warszawa, Polska.
8. P. Dobrowolska, M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Influence of synthesis conditions on the morphology of SiO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> core-shell structures.” Konferencja Młodych Naukowców “Wiedza i Innowacje” wiWAT 2013, 03.12.2013, Warszawa, Polska.
9. P. Dobrowolska, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, M. Michalska – Domańska, **B.J. Jankiewicz** „Influence of annealing temperature and duration on titanium dioxide nanoparticles phase composition.” VI Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO, 09-12.07.2013. Szczecin, Polska.
10. J. Rećko, **B.J. Jankiewicz**, M. Stefaniak, J. Firak, P. Nyga „Preparation of silver nanotriangles by nanosphere lithography” VI Krajowa Konferencja Nanotechnologii NANO, 09-12.07.2013, Szczecin, Polska.
11. A. Bombalska, M. Mularczyk-Oliwa, **B.J. Jankiewicz**, M. Kaliszewski, M. Włodarski, M. Kwaśny, K. Koczyński, M. Szpakowska, E.A. Trafny “Application of Raman and FTIR spectroscopy in discrimination of biological material.” Seminar on Vibrational Biospectroscopy and Imaging, 19-21.06.2013, Kraków, Polska.
12. B. Bartosewicz, M. Mularczyk-Oliwa, A. Bombalska, M. Szpakowska, E. Trafny, **B.J. Jankiewicz** “Characterization of Bacterial Spores by Surface Enhanced Raman Spectroscopy.” Seminar on Vibrational Biospectroscopy and Imaging, 19-21.06.2013, Kraków, Polska.
13. A. Krajewska, I. Pasternak, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz**, T. Ciuk, W. Strupiński „Chemical modification of graphene with gold and silver nanoparticles.” ChemSession’13 - X Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 17.05.2013, Warszawa, Polska.
14. P. Dobrowolska, M. Gajda-Rączka, B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** „Influence of temperature and time of thermal treatment of TiO<sub>2</sub> nanoparticles on composition of their crystalline forms.” ChemSession’13 - X Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 17.05.2013, Warszawa, Polska.
15. M. Gajda-Rączka, **B.J. Jankiewicz** „Influence of used precursor on size and morphology of TiO<sub>2</sub> nanoparticles synthesized by sol-gel method.” ChemSession’13 - X Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 17.05.2013, Warszawa, Polska.
16. B. Bartosewicz, **B.J. Jankiewicz** „Surface enhanced spectroscopy on gold and silver nanoparticles layers.” ChemSession’13 - X Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 17.05.2013, Warszawa, Polska.
17. J. Rećko, B. Bartosewicz, M. Gajda-Rączka, **B. Jankiewicz**, P. Nyga „Srebrne nanotrójkaty wytwarzane metodą litografii cienia.” III Kopernikańskie Sympozjum Nauk Przyrodniczych, 22-24.03.2013, Toruń, Polska.
18. W. Darlewski, H. Grajek, A. Świątkowski, **B.J. Jankiewicz**, M. Pakuła, B. Bartosewicz „Badania relacji między właściwościami fizykochemicznymi elektrod grafitowych w postaci CPE i elektrody prozkowej a ich zachowaniem elektrochemicznym.” XI Conference “Electroanalysis in theory and practice”, 27-28.09.2012, Kraków, Polska.



19. B. Bartosewicz, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Two-dimensional arrays of gold nanoparticles – fabrication and characterization.” 2012 PhD Chemist and Young Scientist Conference, 17-20.09.2012, Warszawa, Polska.
20. A.M. Babis, M. Gajda, **B.J. Jankiewicz**, P. Nyga „Synthesis and optical properties of SiO<sub>2</sub>-Au core-shell nanostructures.” ChemSession'12 - IX Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 10.05.2012, Warszawa, Polska.
21. B. Bartosewicz, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Two-dimensional arrays of gold colloids – fabrication and characterization.” ChemSession'12 - IX Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 10.05.2012, Warszawa, Polska.
22. M. Gajda, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Synthesis, modification and characterization of nano- and micrometric spherical silica colloids.” ChemSession'12 - IX Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 10.05.2012, Warszawa, Polska.
23. K. Grabiańska, P. Nyga, **B.J. Jankiewicz** „Fabrication and characterization of gold nanoparticles.” ChemSession'12 - IX Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików, 10.05.2012, Warszawa, Polska. **Nagroda za najlepszy poster.**

## PRZED DOKTORATEM

### Referaty, których byłem współautorem, wyłoszone przez współautorów na konferencjach międzynarodowych:

1. L. Kirkpatrick, M. Yurkovich, **B.J. Jankiewicz**, N.R. Vinueza, K. Campbell, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa „Gas-phase Reactivity of carbon-nitrogen (CN) ortho-benzynes in a Fourier-transform ion cyclotron resonance mass spectrometer.” British Mass Spectrometry Society Meeting, 09.2008, York, Wielka Brytania.

### Postery, których byłem współautorem, zaprezentowane przez współautorów w sesjach plakatowych na konferencjach międzynarodowych:

2. N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa „A reactivity study on the 4,5,8-tridehydroisoquinolinium ion: a  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradical.” The Turkey Run Analytical Chemistry Conference, 10.2008, Marshall, IN, USA.
3. N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “A reactivity study on the 4,5,8-tridehydroisoquinolinium ion.” The 56th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2008, Denver, CO, USA.
4. L. Kirkpatrick, M. Yurkovich, N. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, K. Campbell, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Gas-phase reactivity of carbon-nitrogen (CN) ortho-benzynes in a Fourier-transform ion cyclotron resonance (FT-ICR) mass spectrometer.” The 56th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2008, Denver, CO, USA.
5. N.R. Vinueza, **B.J. Jankiewicz**, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “Reactivity studies of the 4,5,8-tridehydroisoquinolinium ion a  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradical cation.” The 24th Herbert C. Brown Lectures In Organic Chemistry, 04.2007, West Lafayette, IN, USA.
6. **B.J. Jankiewicz**, A. Adeuya, M.J. Yurkovich, N.R. Vinueza, J.J. Nash, H.I. Kenttämäa “A  $\sigma,\sigma,\sigma$ -triradical cation: reactivity studies of the 2,4,6-tridehydropyridinium ion.” The 54th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2006, Seattle, WA, USA.

7. M.J. Yurkovich, **B.J. Jankiewicz**, K. Campbell, J.J. Nash, H.I. Kenttamaa "Gas phase reactivity study of Carbon-Nitrogen (CN) vs. Carbon-Carbon (CC) ortho-Benzynes." The 54th Annual Meeting of the American Society for Mass Spectrometry Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, 06.2006, Seattle, WA, USA.
8. **B.J. Jankiewicz**, W. Drzewiński, R. Dąbrowski „Two and three ring cyanoesters laterally substituted with Fluorine.” The XVI Conference on Liquid Crystals - Chemistry, Physics and Applications, 09.2005, Stare Jabłonki, Polska.

#### UDZIAŁ W KONFERENCJACH ORAZ INNYCH WYDRZENIACH ZWIĄZANYCH Z PROWADZONĄ DZIAŁALNOŚCIĄ NAUKOWĄ

Poza konferencjami wymienionymi powyżej uczestniczyłem osobiście również w kilkudziesięciu innych cyklicznych i niecyklicznych konferencjach, warsztatach i seminariach zarówno w kraju, jak i za granicą, obejmujących między innymi:

#### **Konferencje, warsztaty i seminaria naukowe**

- International Workshop on Nanoplasmonics for Energy and the Environment (IWONEE), 7-10.06.2011, Sanxenxo, Hiszpania – warsztaty dedykowane nanomateriałom plazmonicznym dla zastosowań w energetyce i ochronie środowiska.
- V Konferencja Naukowo-Przemysłowa „Badania naukowe w obszarze techniki i technologii obronnych”, 21.03.2012, Warszawa, Polska.
- BioRaman Workshop, 15-17.05.2014, ICHF PAN, Warszawa.
- Inside Raman 2014 – szkolenie dotyczące spektroskopii Raman, 8-9.04.2014, Manchester, Wielka Brytania.
- Konferencja Nauka. Infrastruktura. Biznes 13-15.10.2014, Warszawa.
- CPExpo 2014 & SRC Security Research Conference 2014, 08.12-12.12.2014, Genua, Włochy.
- Konferencja naukowa pt. Możliwości zastosowania kompozytów grafenowych w Siłach Zbrojnych RP - C3GRAF-2015, 28.10.2015, Warszawa.
- Seminarium „Na granicy powierzchni i światła: Adsorpcja i spektroskopia SERS”, 02-03.07.2015, Kraków.
- Raman NanoSpectroscopy Workshop, 5-6.09.2016, Kraków.
- Focus User Meeting: The Differential Centrifugal Sedimentation Technique, 29-30.11.2016, National Physical Laboratory, Teddington, Wielka Brytania – warsztaty dedykowane jednej z nowszych technik badania wielkości oraz rozkładu wielkości cząstek.
- Seminarium: „Techniki spektroskopii molekularnej: nowe idee, zaawansowane rozwiązania, nowoczesna aparatura badawcza, wymiana doświadczeń”, 22.09.2017, Warszawa.
- NATO SET 235-RWS Workshop Surface-enhanced Raman Spectroscopy For Defense Applications, 2-3.10.2017, Bratysława, Słowacja.
- Seminarium “Inżynieria Powłok w Skali Nano – Rozwiązania dla współczesnej Elektroniki”, 4-5.12.2017, Warszawa.

### **Szkolenia i szkoły**

- Szkolenie z zarządzania projektami zgodnie z metodyką PRINCE, 27-29.10.2014, WAT Warszawa.
- COST Action MP1302 Nanospectroscopy Training School on Raman Spectroscopy - 23-25.09.2015, Zagrzeb, Chorwacja.
- XVIII International Krutyń Summer School 2015 "Frontiers in Nanoplasmonics" - 27.09-03.10.2015, Krutyń, Polska.
- COST Action MP1302 Nanospectroscopy Training School on Nanomaterials Characterization, 14-16.03.2016, Białystok, Polska.
- Szkolenie związane z ubieganiem się o pozwolenie na pracę z materiałami wybuchowymi do użytku cywilnego, które było organizowane przez Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, 26-27.06.2018, Zielonka, Polska.
- Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki. Szkolenie w zakresie przygotowania zawodowego do wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania i obrotu materiałami wybuchowymi, bronią, amunicją oraz wyrobami i technologią o przeznaczeniu wojskowym lub policyjnym, 15.11.2018, WAT Warszawa, Polska.

### **Konferencje, warsztaty i kursy programów i projektów europejskich (Unii Europejskiej oraz Europejskiej Agencji Obrony EDA)**

- EDA C-IED Detection Expert Group Meeting 6, 20-23.10.2010 Madryt, Hiszpania.
- Workshop projektu EU FP7 EDEN End-User Driven Demo for CBRNe, 28.01-30.01.2014 Bruksela, Belgia.
- Workshop projektu EDA T&E BioDIM, 27.02.2014 Bruksela, Belgia.
- I MIRACLE Workshop - warsztaty projektu FP7 MIRACLE 25.06.2014, Monachium, Niemcy.
- II MIRACLE Workshop - warsztaty projektu FP7 MIRACLE, 26.11.2014, Haga, Holandia.
- Konferencja kończąca projekt EU FP7 MIRACLE "Capacity- and Gap-Analysis of Mobile Laboratories", 20.05.2015, Bruksela, Belgia.
- EU FP7 End-User Driven Demo for CBRNe (EDEN) – CBRNE Innovation Fair 2016, 10-12.10.2016 Bruksela, Belgia.
- EU FP7 Project "Generic Integrated Forensic Toolbox for CBRN incidents (GIFT CBRN)" Workshop, 17.10.2017, Bruksela, Belgia – warsztaty projektu GIFT CBRN realizowanego w ramach programu ramowego UE FP7 i dedykowanego kryminalistyce w terenie skażonym środkami CBRNE.
- Security Research Event 5-6.12.2018, Bruksela, Belgia.
- E-Notice & Exercise BioGarden, 19.06.2018, Peutie-Vilvoorde, Belgia.
- 2nd workshop of FIRE-IN TWG CBRNE "Emergencies related to the outbreak of highly contagious diseases and the threat of abuse of the situation by specific groups", 12-14.02.2019, Praga, Czechy.

- CEPOL/ENFSI course on “Forensic investigation in CBRN contaminated environment/terrorist attack”- 25.02.2019, Budapeszt, Węgry.
- EDA Defence Medical Research Workshop on Combat Casualty Care (Battlefield Triage), 2021. Spotkanie Online.
- European Defence Innovation Day, 31.05.2022, Bruksela, Belgia.

#### **Spotkania networkingowe i brokerskie**

- Workshop on PL-US cooperation in the field of science and technology, 05.10.2015, Warszawa.
- EU Info Day - „Secure Societies - Protecting freedom and security of Europe and its citizens” 25.03.2015, Bruksela, Belgia.
- Spotkanie networkingowe „Successful R&I in Europe”, 05.11-06.11.2015 Dusseldorf, Niemcy.
- Spotkanie brokerskie w konkursie SEC-05-DRS-2016-2017 "Chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) cluster" w programie ramowym UE H2020. 14.01-16.01.2016 Bruksela, Belgia.
- Spotkanie brokerskie w konkursie SEC-05-DRS-2016-2017 "Chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) cluster" w programie ramowym UE H2020, 30-31.01.2017, Paryż, Francja.
- Security Mission Information & Innovation Group (SMI2G) Consortia Building Meeting, 02-03.02.2017, Bruksela, Belgia.
- H2020 Secure Societies International Info Day and Brokerage Event, 11.04.2018, Warszawa.
- NATO SPS Information Day – 21-22.11.2018, Warszawa.
- Spotkania Integrated Mission Group for Security – spotkania grupy ekspertów w obszarze bezpieczeństwa nastawione na rozwijanie współpracy – w latach 2010-2018 wziąłem udział w co najmniej kilkunastu spotkaniach tej grupy.

#### **8. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.**

**Poniżej przedstawiłem informacje o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji:**

1. I Sympozjum pn. „Przeciwdziałanie zagrożeniom chemicznym, biologicznym, radiologicznym, nuklearnym oraz materiałom wybuchowym (CBRNE)”, 01-03.03.2023, Kraków, Polska. – Sympozjum zorganizowane w ramach grantu norweskiego „Wzmocnienie bezpieczeństwa w zakresie CBRNE – koordynacja i standaryzacja” – **Organizator**.
2. CBRNE Detection and Protection Workshop, 18.04.2019, WAT, Warszawa, Polska – **Organizator**.
3. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa EpiMilitaris 2019. Epidemiologia i bezpieczeństwo CBRN. Nauka, innowacje, implikacje praktyczne. 15-17.04.2019, Hotel „ZAMEK RYN” w Rynie - **Członek komitetu organizacyjnego i naukowego konferencji oraz moderator jednego z paneli**.
4. Workshop on the Differential Centrifugal Sedimentation (DCS) – Basics and Applications, 26.04.2018, WAT, Warszawa, Polska – **Organizator** - mój zespół zorganizował w IOE WAT jednodniowe warsztaty z techniki DCS, w których udział wzięło kilkanaście osób z kilku ośrodków

naukowych w Polsce. Warsztaty zorganizowane były we współpracy z firmą LOT-QuantumDesign oraz CPS Instruments, Inc.

5. VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa EpiMilitaris 2018 Medyczne aspekty użycia czynników Broni Masowego Rażenia wyzwaniem dla służb mundurowych - 16-18.04.2018, Hotel „ZAMEK RYN” w Rynie – **Członek komitetu organizacyjnego konferencji oraz moderator panelu „Identyfikacja czynników broni masowego rażenia. Procedury, techniki, nowe technologie.”**
6. 2017 ENCIRCLE Workshop, 7-8.09.2017, WAT, Warszawa, Polska - **Organizator** - w ramach projektu H2020 ENCIRCLE zorganizowaliśmy w WAT pierwsze warsztaty projektu ENCIRCLE, w którym udziału wzięło kilkadziesiąt osób, w tym partnerzy projektu oraz zaproszeni goście z całej Europy.
7. COST Action MP1302 Nanospectroscopy Joint Working Groups and Management Committee Meeting and COST Topical Meeting on Nanoparticles Synthesis, Assembly, Characterization and Applications, 15-16.09.2016, WAT, Warszawa, Polska – **Organizator** - w ramach akcji COST zorganizowaliśmy w WAT spotkanie, w którym udział wzięło kilkudziesięciu uczestników akcji COST oraz zaproszonych gości z całej Europy.
8. Spotkanie “Integrated Mission Group for Security meets Polish CBRNE community” (IMG-S TA6) w WAT, 6.12.2012, Warszawa, Polska – **Organizator** - podczas spotkania członkowie grupy IMG-S mieli szansę zapoznania się z polskimi instytucjami odpowiedzialnymi za obronę przed środkami CBRNE.
9. AHEAD (Advanced HELmet And Devices for individual protection) Workshop, 8.04.2010, WAT, Warszawa, Polska – **Członek komitetu organizacyjnego** warsztatów projektu Europejskiej Agencji Obrony AHEAD.
10. NATO - NAAG – LG/7 – SIBCRA SG meeting, 11.2003, Warszawa, Polska – **Członek komitetu organizacyjnego** spotkania grupy NATO SIBCRA (Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents).

**9. Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.**

Dotychczas brałem udział w **37** projektach (**15** jako **kierownik**), wymienionych poniżej oraz w punkcie **II.15**, w tym w **10** międzynarodowych (**4** jako **kierownik**). Całkowita kwota pozyskanych przeze mnie środków finansowych na projekty badawcze i inwestycje przekracza **20,5 mln PLN** i obejmuje **2 791 650 EUR** dla projektów badawczych międzynarodowych, ok. **1 000 000 PLN** dla projektów krajowych, oraz **6 815 000 PLN** na inwestycje aparaturowe i budowlane. W pozyskane środki nie wliczam środków na realizację projektów zdobytych przeze mnie, ale kierowanych przez innych pracowników IOE WAT.

**Kierownik (całego projektu lub w przypadku projektów międzynarodowych części projektu realizowanej przez IOE WAT)**

**Projekty będące w toku realizacji:**

- Projekt „STBERNARD – System for safe biological, chemical, radiological & nuclear assessment, rescue & decontamination” – realizowany w ramach programu ramowego UE Horyzont Europa, 2023-2026. Budżet całkowity projektu – 5,998 mln EUR. **Budżet IOE WAT w projekcie – 227 125 EUR. Kierownik części projektu realizowanej przez IOE WAT.**
- Inwestycja budowlana pt. „Przebudowa Laboratorium Nanotechnologii Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej” realizowana ze środków finansowych MEiN na realizację inwestycji związanych z działalnością naukową, nr umowy dotacyjnej 7407/IB/SP/2023. **Budżet inwestycji to 4,105 mln PLN. Kierownik projektu.**

**Projekty zrealizowane:**

- Projekt “ENCIRCLE – European CBRN Innovation for the Market Cluster” realizowany w ramach Programu Ramowego UE Horyzont 2020 w obszarze Bezpieczne Społeczeństwa, nr projektu 740450, 2017-2021. Budżet całkowity projektu – 2 mln EUR. **Budżet IOE WAT w projekcie – 145 000 EUR. Kierownik części projektu realizowanej przez IOE WAT.** IOE WAT było w tym projekcie Liderem Pakietu Pracy.
- Inwestycja aparaturowa pt. „Spektrofotometr UV-vis-NIR z wyposażeniem do badań materiałowych oraz kontroli jakości nanomateriałów, warstw i cienkich powłok” realizowana ze środków finansowych MNiSW na realizację inwestycji związanych z działalnością naukową, nr umowy dotacyjnej 7044/IA/SP/2019. **Budżet inwestycji realizowanej w 2019 roku to 1,11 mln PLN.** Byłem kierownikiem projektu, który przygotował koncepcję, wniosek, a następnie był główną osobą odpowiedzialną za specyfikację sprzętu, procedury przetargowe, instalację i testowanie. **Kierownik projektu.**
- Projekt “CONFIDENT - Confirmation, Identification and Airborne Early Warning of (CBRN) IEDs)” realizowany w ramach European Defence Agency (EDA) Programme on IED Detection, nr projektu B 1465 GEM3 GP/CONFIDENT, 2017-2020. **Budżet IOE WAT – 608 989 EUR. Kierownik części projektu realizowanej przez IOE WAT.**
- Inwestycja Aparaturowa decyzja Nr 6434/IA/SP/2015 pt. „Rozbudowa Laboratoriów Nanostruktur Plazmonowych oraz Spektroskopii Instytutu Optoelektroniki WAT w celu zwiększenia potencjału badawczego w zakresie charakteryzacji i zastosowań nanostruktur plazmonowych w spektroskopii”. **Budżet inwestycji realizowanej w latach 2015-2016 to 1,6 mln PLN.** Byłem kierownikiem projektu, który przygotował koncepcję, wniosek a następnie był odpowiedzialny głównie za specyfikację sprzętu, procedury przetargowe, instalację i testowanie. **Kierownik projektu.**
- Projekt „RAMBO - Rapid Air-particle Monitoring against BiOlogical threats” realizowany w ramach European Defence Agency (EDA) Joint Investment Programme on CBRN protection, nr projektu EDA No A-1152-RT-GP, 2013-2016. Budżet całkowity projektu – 2 mln EUR. **Budżet WAT w projekcie - 145 000 EUR. Kierownik części projektu realizowanej przez IOE WAT.**
- Projekt NCN nr 2011/03/D/ST5/06038 - „Wpływ budowy plazmonowych nanostruktur core-shell na bazie tlenku tytanu i metali szlachetnych na ich właściwości optyczne i fotoelektryczne”, 2012-2016. **Budżet projektu – 403 000 PLN. Kierownik projektu.**
- Projekt MNiSW nr N507 282540 - „Nanostruktury plazmonowe do wzmacniania sygnałów spektralnych materiałów biologicznych”, 2011-2013. **Budżet projektu – 420 000 PLN. Kierownik projektu.**

## **Wykonawca w projekcie**

### **Projekty będące w toku realizacji:**

- Projekt „ACHILE - Augmented Capability for High End Soldiers” - realizowany w ramach Europejskiego Funduszu Obronnego w programie Horyzont Europa, 2023-2026. **Wykonawca.**
- Projekt “Q-LAMPS - Quantum LASer-based Multi-parametric Portable Sensors” realizowany jako projekt kategorii B pod nadzorem Europejskiej Agencji Obrony, nr projektu EDA No B PRJ-RT-989, 2023-2026. **Wykonawca.**
- Projekt „RISEN - Real-time on-site forensic trace qualification” realizowany w ramach Programu Ramowego UE Horyzont 2020 w obszarze Bezpieczne Społeczeństwa, nr projektu 883116, 2020-2024. – IOE WAT jest w tym projekcie Liderem Pakietu Pracy, w którym jako przedstawiciel IOE WAT osobiście nadzorowałem pracę innych partnerów. **Wykonawca.**

### **Projekty zrealizowane:**

- Inwestycja Aparaturowa decyzja Nr 7060/IA/SP/2020 pt. „Rozbudowa oraz modernizacja spektrometru fotoelektronów rentgenowskich (XPS)”. Budżet inwestycji pozyskanej przez mojego współpracownika z Zespołu Nanotechnologii, Bogusława Budnera, i realizowanej w latach 2020-2021 to ponad 1,6 mln PLN. **Wykonawca.**
- Projekt NCN OPUS 10 – „Domieszkowane nanocząstkami ciekłokrystaliczne światłowodów mikrostrukturalne o wysokiej efektywności przestrajanania polem elektrycznym” we współpracy z PW. Kierownik: Prof. Tomasz Woliński (PW), 2016-2019. **Wykonawca.**
- Projekt NCN OPUS 10 – „Optymalizacja technologii wytwarzania platform SERS na funkcjonalizowanych trawieniem podłożach GaN jako sensorów do badania preparatów medycznych i biologicznych” we współpracy z IWC-PAN, UW i Świętokrzyskim Centrum Onkologii. Kierownik: Prof. Jan Weyher (IWC-PAN), 2016-2019. **Wykonawca.**
- Projekt nr LIDER/23/22/L-3/11/NCBR/2012 - „Nanostruktury plazmonowe do zastosowań w fotowoltaice i optoelektronice” – 2012-2015. **Wykonawca.**
- Grant MNiSW nr O R0001441 - “Przestrzajalne ciekłokrystaliczne przetworniki na zakres THz i GHz” – 2010-2013. **Wykonawca.**
- Projekt „Rozbudowa Obserwatorium Satelitarnego Centrum Geomatyki Stosowanej Wojskowej Akademii Technicznej” realizowanym jako jeden z Projektów Kluczowych dla Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2007-2013 współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Działanie 1.1. - charakter udziału habilitanta: wykonawca odpowiedzialny za specyfikację sprzętu, procedury przetargowe, instalację i testowanie – w ramach projektu znacząco rozbudowano system ramanowski znajdujący się w IOE WAT. **Wykonawca.**
- Projekt “AHEAD - Advanced Helmet And Devices for Individual Force Protection” realizowany w ramach European Defence Agency (EDA) Joint Investment Programme on Force Protection, Contract A-0376-RT-GC Collective Survivability A-0352-RT-GC - 2008-2010. **Wykonawca.**
- Projekt MNiSW nr O R00005408 - „Laserowa modyfikacja nanostruktur do aerozoli o selektywnej transmisji w podczerwieni” - 2009-2011. **Wykonawca.**

### **2009-2010 – Wydział Nowych Technologii i Chemii, Wojskowa Akademia Techniczna**

- Projekt “Nowe materiały fotoniczne i ich zaawansowane zastosowania” realizowany w ramach Programu POIG.01.03.01-14-016/08. **Wykonawca.**
- Projekt MNiSW nr N204 029 31/0512 - “Ferro- i antyferroelektryczne materiały ciekłokrystaliczne o długim skoku helisy”. **Wykonawca.**

**2004 - 2008 – Department of Chemistry, Purdue University, West Lafayette, IN, USA**

- Projekt “Gas-Phase Studies of Organic Bi-, Tri- and Tetraradicals” finansowany przez US National Science Foundation (NSF). **Wykonawca.**

**2003 - 2004 – Wydział Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej, Wojskowa Akademia Techniczna**

- Projekt MNiSW nr 0 T00C 016 27 – “Ciekłe kryształy o wysokiej dwójłomności”. **Wykonawca.**

#### **10. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.**

**Dotychczas byłem członkiem następujących organizacji i towarzystw naukowych:**

- American Society of Mass Spectrometry (ASMS) - 2007-2008, 2010 – **Członek**
- American Chemical Society (ACS) - 2008 - 2018 – **Członek**
- Royal Society of Chemistry – 2019 – **Członek**

#### **11. Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.**

Udział w:

1. Badania realizowane w ramach realizacji projektu EDA CONFIDENT wraz z partnerami z Austrii i Norwegii - testy systemów detekcji skażeń chemicznych i materiałów wybuchowych dedykowanych platformom mobilnym opracowywanych przez IOE WAT, które odbyły się na poligonie TÜPI ALLENTSTEIG (Austria) – 3 tygodnie w roku 2018 oraz 3 tygodnie w roku 2019.
2. Top 500 Innovators Programme – w ramach tego programu w roku 2013 spędziłem 9 tygodni w Haas School of Business na University of California Berkeley. Podczas mojego pobytu odbyłem również staż w grupie Prof. Ting Xu na Wydziale Chemii, University of California, Berkeley.
3. Badania realizowane w grupie Prof. Romana Dąbrowskiego z Wydziału Nowych Technologii i Chemii WAT – po powrocie z doktoratu w USA przez ponad rok, od stycznia 2009 do stycznia 2010, pracowałem w zespole Prof. Dąbrowskiego realizując prace badawcze w obszarze wytwarzania ciekłych kryształów dla zastosowań w zakresie GHz i THz.

#### **12. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).**

Nie byłem członkiem w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism.



### 13. Informacja o recenzowanych pracach naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopiśmie międzynarodowych.

Listę wykonanych recenzji dla czasopism naukowych przedstawiono w Tabeli 5. Część recenzji jest widoczna w systemie recenzenckim „Publons”. W przypadku niektórych artykułów miało miejsce kilka rund recenzji.

**Tabela 5.** Lista czasopism naukowych, dla których wykonałem recenzję, z zaznaczoną liczbą recenzji i współczynnikiem wpływu (IF) danego czasopisma.

Tytuł czasopisma	IF czasopisma	Liczba wykonanych recenzji
Journal of Vacuum Science & Technology A	2,322	1
Materials Science-Poland	0,610	1
Analytical Chemistry	6,320	1
Physical Chemistry Chemical Physics	4,123	1
Japanese Journal of Applied Physics	1,384-1,452	2
Research Journal of Biotechnology	0,233	1
Journal of Cluster Science	1,175	1
NANO	1,100	1
Beilstein Journal of Nanotechnology	2,269	1
ACS Sensors	6,944	1
ACS Omega	2,584	1
Applied Surface Science	5,155	2
Nanoscale	6,970	1
Journal of Materials Chemistry C	6,641	1
Nanomaterials	4,034	1
Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects	3,131	1
Processes	2,847	1
Powder Technology	5,134	1
Micromachines	2,891	1
International Journal of Molecular Science	5,923	1
ChemistrySelect	2,109	1
Journal of Chemical Physics	3,488	1
Chemosensors	4,200	2
Materials	3,4	1
Advances in Material Science	brak	1
Journal of Nanostructure in Chemistry	brak	1
Materiały Elektroniczne	brak	2
Photonics Letters of Poland	brak	3
<b>Łącznie</b>		<b>33</b>

### 14. Informacja o uczestnictwie w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

**Uczestniczyłem/uczestniczę w następujących programach europejskich lub innych programach międzynarodowych:**

- Program NATO Science & Technology Organization SET-292-RTG “Enhanced Raman Scattering for Defense Applications”, realizowany w latach 2020-2023. Charakter udziału habilitanta: przedstawiciel Polski. W rezultacie działań zespołu rozpoznawczego SET-ET-109 w roku 2020 powołana została badawcza grupa zadaniowa SET-292-RTG, której działalność została zaplanowana do roku 2023. W ramach SET-292-RTG współpracę badawczą realizują przedstawiciele zespołów badawczych z USA (U.S. Army Combat Capabilities Development Command Chemical Biological Center, DEVCOM Chemical Biological Center), Niemiec (Fraunhofer ICT), Szwecji (FOI), Włoch (ENEA), Kanady, Francji (DGA CBRN Defence), Wielkiej Brytanii (DSTL), Turcji i Polski (WAT,

IWC PAN). Grupa SET-292-RTG kontynuuje działania grupy SET-ET-109 jako badawcza grupa zadaniowa w ramach konkretnych zadań badawczych mających na celu przybliżenie techniki SERS do realnego wykorzystania w zastosowaniach wojskowych.

- Program NATO Science & Technology Organization SET-ET-109 "Surface-enhanced Raman Scattering For Defense Applications", realizowany w roku 2019. Charakter udziału habilitanta: przedstawiciel Polski. W ramach SET-ET-109, który został zainaugurowany w styczniu 2019 r. przez przedstawicieli zespołów badawczych z USA (ECBC), Niemiec (Fraunhofer ICT), Szwecji (FOI), Włoch (ENEA), Kanady, Francji (DGA CBRN Defence), Wielkiej Brytanii (DSTL) i Polski (IOE WAT, IWC PAN). Zespół miał na celu identyfikację potencjalnych zastosowań techniki SERS w obszarze obronności oraz wszelkich problemów, które stoją w tej chwili na drodze ku temu i które to należy rozwiązać, aby SERS wspierał działanie np. pododdziałów rozpoznania skażeń. Badania nad różnymi podłożami SERS były jednym z głównych zadań zespołu. Drugie spotkanie zespołu SET-ET-109 zostało zorganizowane przeze mnie w WAT w lipcu 2019 r.
- Udział w roku 2018 w badaniach zorganizowanych przez National Physical Laboratory (Wielka Brytania) w ramach projektu VAMAS (Versailles Project on Advanced Materials and Standards) Technical Working Area TWA34, Project 10: Inter-laboratory study of the measurement of number concentration of colloidal nanoparticles – w ramach międzynarodowych międzylaboratoryjnych badań porównawczych przeprowadziłem wraz ze współpracownikiem badania stężenia nanocząstek złota techniką differential centrifugal sedimentation (DCS) oraz spektroskopią UV-vis.
- COST Action MP1302 Nanospectroscopy – udział w latach 2013-2017.

#### 15. Informacja o udziale w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9.

Dotychczas brałem udział w 37 projektach (15 jako **kierownik**), wymienionych poniżej oraz w punkcie II.9, w tym w 10 międzynarodowych (4 jako **kierownik**).

2010 – teraz – Instytut Optoelektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna

**Kierownik (całego projektu lub w przypadku projektów międzynarodowych części projektu realizowanej przez IOE WAT)**

**Projekty będące w toku realizacji:**

- GN/39-155/2021/WAT, Grant Norweski, „Wzmocnienie bezpieczeństwa w zakresie CBRNE - koordynacja i standaryzacja” Okres realizacji: 07.2021- 03.2024. **Budżet IOE WAT w projekcie – 1 665 536 EUR. Kierownik części projektu realizowanej przez IOE WAT.**

**Projekty zrealizowane:**

- Uczelniany Grant Badawczy (UGB) 22-828 „Zastosowanie wzmocnionej powierzchniowo spektroskopii Ramana (SERS) w badaniach reaktywnych związków organicznych” – 2021. **Budżet projektu – 70 000 PLN. Kierownik.**
- Projekt w programie MNiSW „Premia na Horyzoncie” na finansowanie działań wspomagających uczestnictwo jednostek naukowych w programie ramowym w zakresie badań naukowych i innowacji Horyzont 2020 i programie Euratom otrzymany za projekt ENCIRCLE, 2017-2021. **Budżet projektu – 122 078 PLN. Kierownik.**
- Projekt w programie MNiSW „Granty na granty: promocja jakości – wsparcie polskich koordynatorów w programach badawczych Unii Europejskiej” na refundację kosztów poniesionych

na przygotowanie wniosków projektowych do programu ramowego UE za projekt "ENCIRCLE – European CBRN Innovation for the Market Cluster" (otrzymane finansowanie) – 2017. **Budżet projektu – 10 000 PLN. Kierownik.**

- Projekt PBS 23-664 „Wytwarzanie i charakteryzacja nanostruktur dla potrzeb techniki wojskowej” – 2017-2019. **Kierownik.**
- Projekt w programie MNiSW „Granty na granty: promocja jakości – wsparcie polskich koordynatorów w programach badawczych Unii Europejskiej” na refundację kosztów poniesionych na przygotowanie wniosków projektowych do programu ramowego UE za projekty „FALCON - CBRNE Forensics by Advanced RemoteLy CONTROLLED Mobile Sensing Platform” (brak finansowania) – 2017. **Budżet projektu – 30 000 PLN. Kierownik.**

### **Wykonawca w projekcie**

#### **Projekty zrealizowane:**

- Uczelniany Grant Badawczy (UGB) 22-721 – „Badanie efektu wzmocnienia sygnału rozproszenia Ramana zachodzącego na platformach z azotku galu (GaN) pokrytych warstwami srebra metodą osadzania z zastosowaniem lasera impulsowego (PLD)”, 2022. **Wykonawca.**
- Uczelniany Grant Badawczy (UGB) 23-784 – „Badanie plazmonowej generacji gorących nośników w ogniwach fotowoltaicznych III generacji”, 2020. **Wykonawca.**
- Grant badawczy MON nr 13-993 „Analiza możliwości identyfikacji sygnatur spektralnych wybranych materiałów niebezpiecznych na podstawie widm oscylacyjno-rotacyjnych z zastosowaniem wysokorozdzielczej spektroskopii absorpcyjnej UV-FIR i spektroskopii ramanowskiej” – 2018-2022. **Wykonawca.**
- Projekt PBS 23-903 „Optoelektroniczne metody wytwarzania i charakteryzacji nanostruktur dla potrzeb techniki wojskowej” – 2014-2016. **Wykonawca.**
- Projekt PBS 23-941 „Nowe technologie optoelektroniczne dla potrzeb techniki wojskowej” – 2011-2013. **Wykonawca.**
- Projekt „Rozwój Klastra Centrum Inżynierii Biomedycznej” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Umowa nr: POIG.05.01.00-00-013/12-00 Nr w WAT: FS/32-015/2013/WAT. **Wykonawca.**

**2003 - 2004 – Wydział Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej, Wojskowa Akademia Techniczna**

- PBS 701 - „Nowe materiały ciekłokrystaliczne dla zastosowań fotonicznych”. **Wykonawca.**

**16. Informacja o uczestnictwie w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.**

Brak

### III. Informacja o aktywności naukowej albo artystycznej

#### 1. Wykaz dorobku technologicznego.

Brak

#### 2. Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym.

Brałem udział w badaniach zleconych przez następujące firmy:

1. Zakłady Metalowe Dezamet S. A. w Nowej Dębie – Przygotowanie metodyki badań oraz wykonanie badania powierzchni zewnętrznych naboju pod kątem wytwarzania refleksów świetlnych.
2. Zentronik – Zenon Lasota, Borzęcin Duży – Wykonanie badań (DCS, DLS, SEM) nanokolloidów wytwarzanych przez firmę.

#### 3. Uzyskane prawa własności przemysłowej, w tym uzyskane patenty, krajowe lub międzynarodowe.

Brak

#### 4. Informacja o wdrożonych technologiach.

Brak

#### 5. Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

Brałem udział w przygotowaniu raportów z prac/expertyz zleconych nam przez inne instytucje:

- 2018 - Raport pt. „Wykonanie widm fluorescencyjnych i widm Ramana dostarczonych próbek paliw” na zamówienie Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych.
- 2012 – Raport pt. „Badanie współczynnika odbicia solarnego (SRI) próbki N-1” na zamówienie Instytutu Badawczego Materiałów Budowlanych.
- 2011 – Raport pt. „Badania zawartości CO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i SO<sub>2</sub> w obrębie pojazdu ZSMU-70 przed, w trakcie i po strzelaniu serią 70 mm pocisków raketowych” na zamówienie Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych.

#### 6. Informacja o udziale w zespołach eksperckich lub konkursowych.

1. Od 2022 - Projekt “SERSing - Advanced Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) based technologies for gas and liquids sensing in the area of chemical protection” realizowany w ramach Programu Ramowego UE Horyzont 2020 w obszarze Bezpieczne Społeczeństwa, nr projektu 883390. – **W projekcie uczestniczę jako członek SERSing External Advisory Board (EAB).**
2. Od 2019 – Ekspert MON do grup konsultacyjnych dla okna badawczego Europejskiego Funduszu Obronnego (EDF-Research).
3. Od 2019 - Przedstawiciel Ministerstwa Obrony Narodowej w Europejskiej Agencji Obrony w Capability & Technology (CapTech) Group ESM04 Human Factors & CBRN Protection, jako CapTech Governmental Expert (CGE).
4. Od 2020 - Członek NATO STO Research Task Group SET-292-RTG on “Enhanced Raman Scattering For Defense Applications” – zespół NATO mający na celu podjęcie próby przybliżenia SERS do realnego wykorzystania w zastosowaniach wojskowych.

5. 2019 - Członek NATO STO Exploratory Team SET-ET-109 on “Surface-enhanced Raman Scattering for Defense Applications”.
6. Projekt “D4FLY - Detecting Document frauD and iDentity on the fly” realizowany w ramach Programu Ramowego UE Horyzont 2020 w obszarze Bezpieczne Społeczeństwa, nr projektu 883704, 2019-2022. – W projekcie uczestniczyłem jako członek Security Advisory Board.
7. Projekt “CREST - Fighting Crime and TerroRism with an IoT-enabled Autonomous Platform based on an Ecosystem of Advanced IntelligEnce, Operations, and InveStigation Technologies” realizowany w ramach Programu Ramowego UE Horyzont 2020 w obszarze Bezpieczne Społeczeństwa, nr projektu 833464, 2019-2022. – W projekcie uczestniczyłem jako członek Ethical Advisory Board.
8. Projekt “EDEN - End-User Driven DEmo for cbrNe” realizowany w ramach 7 Programu Ramowego EU – uczestnictwo w projekcie jako przedstawiciel użytkownika końcowego (end-user) IOE WAT.
9. Udział w pracach panelu Detection, Identification, and Monitoring Panel (DIMP) of Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defence Capability Development Group (JCBRND-CDG) of NATO Army Armaments Group.
10. 08.02-16.02.2014 - First International Think Tank of Yachay – City of Knowledge in Urucuqui, Ecuador – zostałem zaproszony do udziału w Międzynarodowym Zespole Doradczym (Think Tank) nowo tworzonego Uniwersytetu Badawczego Yachay w Urucuqui w Ekwadorze. W ramach prac w tym zespole poruszane były zagadnienia związane z programami nauczania oraz programami badawczymi, które miały być realizowane na tym Uniwersytecie.
11. Od 2011 przedstawiciel Instytutu Optoelektroniki WAT w Integrated Mission Group for Security Technical Area 6 CBRNE (IMG-S TA6) – nieformalnej grupie zrzeszającej ekspertów w obszarze bezpieczeństwa i ochrony przed środkami CBRNE
12. 2010-2011 - Przedstawiciel Ministerstwa Obrony Narodowej w Europejskiej Agencji Obrony w Capability & Technology (CapTech) Group ESM04 Human Factors & CBRN Protection, jako CapTech Governmental Expert (CGE).
13. 2009-2010 - Przedstawiciel Ministerstwa Obrony Narodowej w Europejskiej Agencji Obrony w Capability & Technology (CapTech) Group ESM04 Human Factors & CBRN Protection, jako CapTech National Coordinator (CNC).

## **7. Informacja o projektach artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.**

Nie dotyczy.

## **IV. Informacja o aktywności naukowej albo artystycznej**

### **1. Informacja o punktacji Impact Factor, punktacji MEiN (MNiSW) oraz informacja o liczbie cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytaowań.**

W Tabeli 6 zestawilem informacje o wszystkich publikacjach z okresu przed i po uzyskaniu stopnia doktora z uwzględnieniem Impact Factor oraz punktów MEiN (MNiSW) czasopism, w których opublikowano dane artykuły oraz liczbie cytowań poszczególnych artykułów na podstawie danych z bazy Scopus.

Impact Factor czasopism został podany zgodnie z rokiem opublikowania danego artykułu. Punktacja czasopism MNiSW/MEiN została podana na podstawie Komunikatów MNiSW/MEiN, zgodnie z rokiem opublikowania danego artykułu. Informacja o liczbie cytowań poszczególnych publikacji wnioskodawcy z oddzielnym uwzględnieniem autocytaowań została przygotowana na podstawie danych z bazy Scopus wyszczególnionych w zakładkach Documents oraz Secondary Documents.

### **Podsumowanie sumarycznego Impact Factor oraz liczby punktów MEiN (MNiSW):**

#### **1. Sumaryczny Impact Factor publikacji: 286,756**

(Impact Factor czasopisma zgodnie z rokiem opublikowania)

#### **2. Sumaryczna liczba punktów MEiN (MNiSW): 4371**

(Liczona jako suma liczby punktów wszystkich artykułów zgodnie z punktacją z wykazu MEiN/MNiSW dla danego roku)

**Tabela 6.** Informacje o publikacjach wnioskodawcy z okresu przed i po uzyskaniu stopnia doktora – dane na podstawie informacji zawartych w Bazie Scopus + Scopus Secondary Documents. Mniejsza liczba cytowań w porównaniu z Tabelą 7 wynika z nieuwzględnienia w zestawieniu artykułów pokonferencyjnych.

Czasopismo (alfabetycznie)	IF	Punkty MEiN (MNiSW)	Liczba prac i rok publikacji		Liczba cytowań		Pozycja z Zał. 5
					Ogólna	Bez autocytowań	
<b>Po uzyskaniu stopnia doktora</b>							
Adv. Colloid. Interface Sci.	6,169	40	1	2012	205	203	[A54]
Adv. Clin. Exp Med.	1,514	40	1	2019	14	14	[A34]
Appl. Sci.	2,838	100	1	2021	3	3	[A14]
Appl. Surface Sci.	6,182	140	1	2019	35	30	[A35]
	2,711	35	1	2014	22	20	[A49]
Beilstein J. Nanotechnol.	3,272	100	2	2023	1	1	[A2], [A7]
	3,649	100	1	2020	4	4	[A16]
	2,612	100	2	2019	17	14	[A23], [A32]
	2,968	30	2	2017	35	29	[A41],[A42]
Biomed. Spectrosc. Image.	-	-	1	2014	7	5	[B2]
Carbon	11,307	140	1	2023	0	0	[A5]
Chem. Eur. J.	5,317	40	1	2016	5	4	[A45]
	5,696	40	1	2013	12	8	[A52]
	5,831	40	2	2012	21	15	[A55],[A58]
Chem. Rev.	45,661	50	1	2013	46	45	[A53]
Chem. Sci.	9,211	40	1	2014	23	19	[A48]
Colloids Surf. A	3,131	30	1	2018	20	19	[A36]
C.R. Chim.	1,877	25	1	2017	15	15	[A44]
Crystals	2,589	70	2	2020	14	14	[A17], [A18]
	2,404	70	1	2019	7	6	[A27]
Electrochim. Acta	7,336	100	1	2023	0	0	[A6]
Eur. J. Org. Chem.	3,029	35	1	2018	5	5	[A37]
Faraday Discuss.	3,797	100	4	2019	51	51	[A28]-[A31]
Infrared Phys. Technol	2,997	100	1	2022	0	0	[A11]
Int. J. Cosmet. Sci.	2,416	70	1	2023	0	0	[A8]
J. Am. Chem. Soc.	10,667	40	1	2012	12	9	[A57]
J. Cryst. Growth.	1,573	25	1	2018	3	2	[A40]
J. Microsc.	1,693	35	1	2017	12	12	[A43]
J. Mol. Liq.	4,561	30	1	2018	11	10	[A39]
J. Org. Chem.	4,198	140	1	2021	1	0	[A15]
J. Phys. Chem. A.	2,771	35	1	2012	5	2	[A56]
	2,899	24	1	2009	21	15	[A59]
J. Phys. Org. Chem	1,245	20	1	2013	11	9	[A51]
Langmuir	3,9	100	1	2023	0	0	[A1]
	4,457	35	1	2014	19	19	[A47]
Materials	3,623	140	2	2020	10	10	[A21], [A22]
	2,728	35	1	2015	52	51	[A46]
Mater. Sci. Semicond. Process.	3,085	70	1	2019	9	5	[A24]
Nanoscale	8,307	140	1	2022	11	10	[A10]
Nanoscale Res. Lett.	2,481	35	1	2013	7	7	[A50]
Nanospectroscopy	-	-	1	2016	1	1	[B1]
Opt. Express	3,669	140	1	2019	22	15	[A33]
Opt. Mater.	2,779	70	1	2019	6	4	[A26]
Opt. Mater. Express	3,442	100	1	2020	2	1	[A19]
Optoelectron. Rev.	2,227	100	1	2023	0	0	[A4]
Photonics Lett. Pol.	-	10	1	2013	6	1	[B3]
Phys. Chem. Chem. Phys.	3,567	40	1	2018	2	2	[A38]
Prz. Elektrotech.	0,5	70	1	2022	0	0	[A12]
Przem. Chem.	0,464	40	1	2020	0	0	[A20]
Sensors	3,847	100	1	2021	8	8	[A13]
Soft Matter	4,046	100	1	2023	0	0	[A3]
Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.	4,4	140	1	2022	3	2	[A9]
Wiad. Chem.	-	6	2	2010	5	5	[B4], [B5]
Vib. Spectrosc.	1,917	40	1	2019	41	37	[A25]
<b>Podsumowanie</b>	<b>265,846</b>	<b>4281</b>	<b>64</b>		<b>842</b>	<b>761</b>	
<b>Przed uzyskaniem stopnia doktora</b>							
Angew. Chem. Int. Ed.	10,879	45	1	2008	35	24	[A60]
	10,031	45	1	2007	25	18	[A62]
<b>Podsumowanie</b>	<b>20,91</b>	<b>90</b>	<b>2</b>		<b>60</b>	<b>42</b>	
<b>Podsumowanie całego dorobku</b>	<b>286,756</b>	<b>4371</b>	<b>66</b>		<b>902</b>	<b>803</b>	

## 2. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha.

W Tabeli 7 zestawiono informacje o liczbie publikacji w bazach Web of Science, Scopus oraz Google Scholar wraz z ogólną liczbą cytowań oraz liczbą cytowań bez autocytowań. Ponadto podano Indeks Hirscha wyliczony na podstawie danych liczbowych z tych baz.

Dane bibliograficzne obejmują dane dla wszystkich publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR, publikacji naukowych w innych czasopismach recenzowanych o zasięgu krajowym i międzynarodowym oraz materiałów pokonferencyjnych.

**Tabela 7.** Informacja o liczbie publikacji w bazach Web of Science, Scopus oraz Google Scholar, oraz sumarycznej liczbie cytowań (10.09.2023 r.).

Baza	Liczba publikacji w bazie	Liczba cytowań ogólna/bez autocytowań	Indeks Hirscha ogólny/bez autocytowań
Web of Science (WoS)	69	865/769	17/-
Scopus	70	906/805	16/15
Scopus + Scopus Secondary Documents	74	919/815	16/15
Google Scholar	81	1135/-	19/-



Podpis wnioskodawcy