

POLITECHNIKA POZNAŃSKA WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I FIZYKI TECHNICZNEJ		
DNIA	05-18-2026 Katowice, 27.09.2026	DNIA
WPŁYNEŁO		

Prof. dr hab. Michał Żelechower

Profesor emerytowany w Politechnice Śląskiej

Recenzja dorobku naukowego dr inż. Michała Kotkowiaka w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Poznańskiej

Informacje ogólne

Pan dr inż. Michał Kotkowiak rozpoczął edukację na poziomie wyższym w 2004 roku, jednak ścieżka tej edukacji nie była standardowa. Najpierw podjął studia na jednolitym kierunku magisterskim fizyka techniczna (Wydział Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej), a równolegle połączył dwa ostatnie lata studiów ze studiami pierwszego stopnia na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu tej uczelni. Pomimo uzyskania w 2009 tytułu zawodowego magistra inżyniera kontynuował studia drugiego stopnia na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu, równolegle do rozpoczętych studiów doktoranckich na Wydziale Fizyki Technicznej. Tematyką pracy magisterskiej na Wydziale Fizyki Technicznej była nanoinżynieria układów molekularnych i biomolekularnych, podczas gdy na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu były to turbiny gazowe współczesnych silników odrzutowych. Jak widać z tego zestawienia zainteresowania naukowe Habilitanta były mocno zróżnicowane i dopiero studia doktoranckie ponownie na Wydziale Fizyki Technicznej przyniosły definitywny wybór ścieżki rozwoju p. Michała (rozprawa doktorska pt. *Właściwości fotofizyczne pochodnych hemu i chlorofilu w roztworach i w obecności nanocząstek metalicznych*, promotor: prof. dr hab. Alina Dudkowiak, recenzenci: prof. dr hab. Krzysztof Polewski, dr hab. Tomasz Gośliński, Politechnika Poznańska 2017).

Kwalifikacja dorobku Habilitanta do dyscypliny Inżynieria Materiałowa wymaga kilku zdań komentarza. Można zauważyć, że wśród badanych materiałów są naturalne barwniki oraz nietypowe polimery, a w technologii otrzymywania nanoprętów złota zasadniczą rolę odgrywa chemia koloidów (*Guillermo González-Rubio et al., Disconnecting Symmetry Breaking from Seeded Growth for the Reproducible Synthesis of High Quality Gold Nanorods, ACS Nano (2019) 13 (4): 4424–4435*). Chociaż przy wytwarzaniu warstw Langmuira–Schaefera, czy platform Langmuira–Blogetta wykorzystuje się adsorpcję chemiczną (chemisorpcja) oraz izotermę Langmuira (zmodyfikowane – zamiast ciśnienia gazu nad powierzchnią rozdziału mierzy się tzw. ciśnienie powierzchniowe), to jednak metodyka badawcza, na którą składają się między innymi Laser-Induced Optoacoustic Spectroscopy (LIOAS), Transmission Electron Microscopy (TEM), Local Surface Plasmonic Resonance (LSPR) w powiązaniu z metodą Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) czy Confocal Microscopy (CM) może być przypisana do dyscypliny Inżynieria Materiałowa.

Kwalifikując dorobek Habilitanta do dyscypliny Inżynieria Materiałowa można też posłużyć się jej paradygmatem (tetraedr Macieja Grabskiego), który stopniowo jest zastępowany (uzupełniany?) regułą 6*O. Rozważania takie Habilitant zaprezentował w Autoreferacie. W związku z tym przychylam się do kwalifikacji dorobku naukowego p. dr inż. Michała Kotkowiaka do dyscypliny Inżynieria Materiałowa.

Główne osiągnięcie naukowe Habilitanta

Osiągnięciem, które Kandydat, wypełniając wymóg Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy), przedstawił w autoreferacie, jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, jest autorski cykl dziewięciu powiązanych tematycznie oryginalnych artykułów naukowych z lat 2015-2025 pod tytułem: *Inżynieria nanomateriałów plazmonicznych: struktura i właściwości optyczne w układach o różnym stopniu złożoności*.

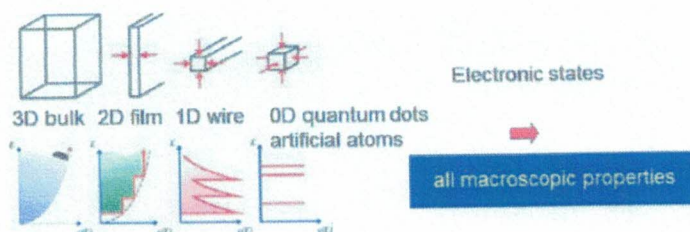
Obejmuje on technologię wytwarzania oraz strukturę i właściwości optyczne nanomateriałów plazmonicznych w układach o różnym stopniu złożoności wykorzystujących zjawisko lokalnego powierzchniowego rezonansu plazmonowego (LSPR) w metodzie powierzchniowo wzmocnionego efektu Ramana (SERS). Podczas przygotowywania opinii posługiwałem się materiałami dostarczonymi przez Habilitanta oraz kilkoma pracami przeglądowymi:

1. Angela Lopez-Lorente, *Recent developments on gold nanostructures for surface enhanced Raman spectroscopy: Particle shape, substrates and analytical application. A review.*, *Analytica Chimica Acta*, 1168 (2021) 338474
2. Bibhu Prasad Nanda, Priyanka Rani et al., *Recent Trends and Impact of Localized Surface Plasmon Resonance (LSPR) and Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) in Modern Analysis*, *Journal of Pharmaceutical Analysis*, <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2024.02.013>
3. Timothy T.X. Ong, Ewan W. Blanch, Oliver A.H. Jones, *Surface Enhanced Raman Spectroscopy in environmental analysis, monitoring and assessment*, *Science of the Total Environment*, 720 (2020), 137601
4. Rebeca da Rocha Rodrigues, Rafael Leonardo Cruz Gomes da Silva, Luciano Caseli, Laura Oliveira Péres, *Conjugated polymers as Langmuir and Langmuir-Blodgett films: Challenges and applications in nanostructured devices*, *Advances in Colloid and Interface Science* 285 (2020) 102277.
5. En Yang, Zhihao Mu, Peizhi Li, Zheng Cheng, Mustafa Zeb, Jian Zhu, Yoonseob Kim, Wei Ma, *Versatile Langmuir-Blodgett platforms for layered structures: Precise engineering, structure complexity and functional innovation*, *Advances in Colloid and Interface Science* 348 (2026)103731

Dorobek publikacyjny i projektowy Habilitanta powstawał we współpracy z wieloma polskimi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi, jednak w publikacjach przedstawionych do oceny (H1 – H9)

można odnotować tylko współautorów z trzech uczelni: UAM, UW i UMK. Wiązało się to także z realizacją projektów NCN, a więc spełniony jest warunek formalny o uzyskaniu dorobku naukowego w co najmniej dwóch uczelniach lub instytutach naukowych. Wszystkie publikacje z cyklu H1 – H9 pochodzą z czasopism indeksowanych w bazie JCR (Journal of Citation Reports) więc spełniony jest także następny warunek formalny. Pośród prac H1-H9 nie ma co prawda samodzielnej, autorskiej publikacji Habilitanta, ale we wszystkich dziewięciu Habilitant był autorem korespondującym, co potwierdza Jego dominujący wkład intelektualny.

Habilitant wielokrotnie powołuje się na szczególne własności fizyczne i chemiczne nanocząstek, które wynikają z tzw. efektów rozmiarowych (absorpcja, aktywność chemiczna, przewodnictwo cieplne i elektryczne). Ilustracją zmian struktury elektronowej, która odpowiada za wszystkie te zmiany może być schematyczny wykres funkcji gęstości stanów elektronowych w różnych rodzajach nanocząstek.



Cykl technologiczno-badawczy opisany w publikacjach H1-H9 rozpoczyna się od wytworzenia koloidu nanocząstek/nanoprętów Au (metodą redukcji uwodnionego kwasu chlorozłotowego $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) w obecności surfaktantu (ligandu zapobiegającemu agregacji nanocząstek złota, np. CTAB, PEG) i rozpyleniu go na powierzchni wody, utworzenie monowarstwy Langmuira metodą cyklicznego ściskania (równoległe do powierzchni rozdzielu) i naniesienia jej na podłoże stałe (np. szkło kwarcowe), następnie opcjonalne pokrycie nanoprętów Au warstwą Al_2O_3 lub SiO_2 (np. metodą ALD). Taki układ (nanoplatfoma Langmuira-Blogetta?) może być czujnikiem obecności wybranych barwników naturalnych (np. Chla) z wykorzystaniem zmian absorpcji i przesunięcia ramanowskiego, ale może także służyć jako akcelerator lokalnej konwersji światła na energię cieplną (photothermal effect), czyli realizować cel ciała doskonale czarnego. Habilitant przytacza tu przydatność efektu w onkologii. W szeregu publikacji Habilitant analizuje wpływ czynników technologicznych na własności optyczne platform wykazujących efekt powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana (na skutek lokalnego powierzchniowego rezonansu plazmonowego lub efektów okolorazonansowych) takich jak amfifilowa struktura surfaktantu i w konsekwencji hydrofobowość/hydrofilowość nanocząstek Au, czy dobór polimeru PEG celem kontroli procesu agregacji nanocząstek. Pozwalam sobie zacytować krótki fragment Autoreferatu dla oceny tego osiągnięcia Habilitanta (z którym się zgadzam). Jego najcenniejszymi wynikami są:

- (i) optymalne wzmocnienie fluorescencji uzyskane dzięki 10 nm przekładce Al_2O_3 , co dowodzi kluczowej roli grubości przekładki w równoważeniu wzmocnienia i wygaszania,

- (ii) platforma wykazuje liniową odpowiedź w szerokim zakresie stężeń chlorofilu a (Chla), co czyni ją odpowiednią do zastosowań w zakresie czujników ilościowych,
- (iii) pomimo niejednorodnego rozkładu Au-NRs, platforma zapewnia wiarygodne i powtarzalne pomiary fluorescencji, co wskazuje na możliwość jej praktycznego zastosowania. Co istotne, konstrukcja układu umożliwia detekcję innych pigmentów fotosyntetycznych z maksimami pasma absorpcji Q przesuniętymi do długości fal powyżej 750 nm.

W kilku ostatnich publikacjach cyklu Habilitant zajął się problemem hybrydyzacji sprzężenia plazmonowego sąsiednich nanocząstek metalu szlachetnego (Ag/Au) powodującego utworzenie kombinacji stanów plazmonowych umożliwiającego bardzo silne wzmocnienie lokalnego pola EM i w rezultacie detekcję nawet pojedynczych molekuł w pomiarach SERS. W takim podejściu oddziaływanie dwóch NC porównuje się do oddziaływania dwóch molekuł (analog molekularnej teorii orbitali), a wynikowej hybrydyzacji orbitali (wiązących i antywiązących) odpowiada hybrydyzacja stanów plazmonowych. Nie potrafię sobie odmówić zilustrowania zjawiska pochodzącego z publikacji, na którą powołuje się Habilitant (P. Nordlander*, C. Oubre, E. Prodan, K. Li, M. I. Stockman; *Plasmon Hybridization in Nanoparticle Dimers*; NANO LETTERS, 2004, Vol. 4, No. 5, 899-903).

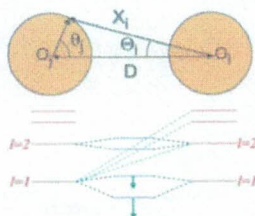


Figure 1. Schematic picture illustrating the plasmon hybridization in a nanoparticle dimer and the geometry of the problem. The individual nanosphere plasmons on the two particles interact and form bonding and antibonding dimer plasmons. In the dimer geometry, nanosphere plasmons with a given angular momentum l interact also with plasmons of different angular momentum on the other particle. This interaction induces extra shifts of the dimer plasmons at small separations. The figure illustrates this shift for the $l = 1$ derived dimer plasmons.

Za najistotniejsze osiągnięcia Habilitanta uważam zagadnienia 1, 3, 6, 8 ze strony 28 Autoreferatu.

W obliczu pozytywnej oceny aktywności naukowej Habilitanta mogę sformułować pewne uwagi szczegółowe dotyczące Autoreferatu, który uważam za integralną część Jego dorobku.

str. 14 - Warto dodać definicję plazmonu.

Powinna ona brzmieć: plazmony to kolektywne oscylacje zdegenerowanego gazu elektronowego o skwantowanej energii wywołane jego oddziaływaniem z promieniowaniem EM lub wiązką korpuskularną (np. elektrony, protony).

Chociaż Habilitant wyeksponował tzw. plazmony powierzchniowe, ale powstają one także w materiałach litych (bulk materials). Przykładem demonstrującym ich istnienie są tzw. satelity niskoenergetyczne diagramowych linii rentgenowskich. Przy wzbudzaniu plazmonów wiązką elektronową (SEM, TEM), ich energie wahają się w granicach 5 - 50 eV (Dyson 1978, Baun 1969).

- definicja spektroskopii jest znacznie zawężona (*Spektroskopia to dziedzina nauki umożliwiająca analizę struktury oraz właściwości materii na poziomie molekularnym – atomowym/jonowym, jądrowym, oraz oddziaływania materii ze światłem oraz wiązkami korpuskularnymi lub falami akustycznymi*)

Str. 15 (*W ostatnich latach obserwuje się znaczący wzrost w liczbie opublikowanych prac dotyczących NPs.*) Na rys.3.1 w ciągu ostatnich 10 lat widać nasycenie, a nie wzrost

str. 16 Czemu ani słowa o SEIRA (surface enhanced IR absorption)?

- dlaczego brak jest choćby krótkiego omówienia wytwarzania nanowarstw na podłożach stałych bardzo popularnymi metodami epitaksjalnymi (np. MBE), czy klasycznymi metodami adsorpcji Langmuira/BET?

Ocena dorobku naukowego Habilitanta

Przywołując kryteria oceny dorobku Habilitanta sformułowane w zarządzeniu Ministra NiSW, to pierwsze z nich brzmi następująco: autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR). W tym kryterium dane zaczerpnąłem z opracowania Kandydata i zweryfikowałem je na podstawie baz Web of Science, Scopus i Google Scholar:

Scopus: 34/527(454)/15 ; liczba publikacji/liczba cytowań (bez autocytowań)/H-index

WoS: 36/482(412)/14

GoogleScholar: 33/585/16

Są to wskaźniki bardzo solidne i świadczące o tym, że publikacje współautorstwa Habilitanta weszły do światowego obiegu informacji naukowej. Sumaryczny IF publikacji zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe wynosi 41.6 (4.6 na artykuł), co świadczy o wysokim poziomie czasopism z listy, a tym samym o szerokiej międzynarodowej akceptacji dorobku Habilitanta. Ponadto Kandydat był recenzentem 65 artykułów w uznanych czasopismach naukowych z listy JCR oraz recenzentem trzech projektów międzynarodowych. Brał aktywny udział w jedenastu konferencjach międzynarodowych, tzn. wygłosił na nich referaty lub zaprezentował postery. Należy podkreślić, że Jego dorobek publikacyjny znacząco wzrósł od czasu uzyskania stopnia doktora. Odbył trzy staże zagraniczne. Dr inż. Michał Kotkowiak kierował dwoma projektami badawczymi NCN i jest współautorem jednego patentu i jednego zgłoszenia patentowego.

Wypełnia obowiązki nauczyciela akademickiego (wykłady/ćwiczenia/laboratoria z zakresu fizyki) oraz był promotorem siedmiu prac magisterskich/inżynierskich oraz promotorem pomocniczym w jednym ukończonym przewodzie doktorskim.

Można stwierdzić, że jest On doświadczonym i zaangażowanym nauczycielem akademickim, a także ma spory wkład w tworzenie programów dydaktycznych oraz popularyzację kilku dziedzin nauki.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę głównego osiągnięcia badawczego dr inż. Michała Kotkowiaka stanowiącego cykl dziewięciu publikacji związanych z nowatorską technologią wytwarzania nanomateriałów plazmonicznych w układach o różnym stopniu złożoności demonstrujących zjawisko lokalnego powierzchniowego rezonansu plazmonowego (LSPR) w metodzie powierzchniowo wzmocnionego efektu Ramana (SERS) oraz proponowanej ich aplikacji w onkologii, a także w detekcji wybranych barwników fotosyntetycznych (w ilościach śladowych), wartościowy pozostały dorobek publikacyjny i wyróżniające się wskaźniki bibliometryczne oraz dorobek projektowy, dydaktyczny i owocną współpracę międzynarodową stwierdzam, że Jego całokształtowy dorobek wypełnia z nadmiarem warunki Ustawy z dnia 20 lipca 2018r Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy). Uważam, że Jego aktywność naukowa może być zakwalifikowana do dyscypliny Inżynieria Materiałowa. Dlatego stawiam wniosek do Komisji Przewodu Habilitacyjnego i Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Materiałowa Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie dr inż. Michała Kotkowiaka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

Michał Żelechower

