

Kraków, 27 kwietnia 2026 roku

Prof. dr hab. Grzegorz Zadora

Zespół Chemii Sądowej  
Instytut Chemii  
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych  
Uniwersytet Śląski w Katowicach  
ul. Szkolna 9  
40-006 Katowice  
e-mail: [grzegorz.zadora@us.edu.pl](mailto:grzegorz.zadora@us.edu.pl)

Instytut Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna  
ul. Westerplatte 9  
30-033 Kraków  
e-mail: [gzadora@ies.gov.pl](mailto:gzadora@ies.gov.pl)

### Recenzja

osiągnięcia naukowego pt. „*Chemometria w analizie ramanowskich danych spektralnych układów biologicznych istotnych w diagnostyce medycznej*” oraz całokształtu dorobku **dr Anety Anieli Kowalskiej**, w związku z postępowaniem o nadanie jej stopnia doktora habilitowanego, w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.

#### 1. Dane ogólne

Dr Aneta Aniela Kowalska uzyskała stopień doktora nauk chemicznych w 2006 roku na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej, w Katedrze Fizyki Molekularnej, na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „*Synteza i spektroskopia ramanowska soli pochodnych tetratiofulwalenu o różnej stechiometrii*”, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Jacka Ulańskiego.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka odbyła m.in. półroczny staż podoktorski w The Light Technology Institute (Karlsruhe, Niemcy) finansowany w ramach projektu „Engineering optical antennae” (DFG - Deutsche Forschungs-gemeinschaft, German Research Foundation) oraz dwuletni staż podoktorski w Institute for Molecular Science (Okazaki, Japonia) w ramach stypendium podoktorskiego przyznanego przez fundację Japan Society for the Promotion of Science.

Od 2012 roku dr Kowalska związała swoją karierę naukową z Instytutem Chemii Fizycznej PAN w Warszawie, gdzie obecnie zatrudniona jest jako pracownik techniczno-badawczy.

#### 2. Ocena prac przedstawionych jako osiągnięcia będące podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego

Osiągnięcie naukowe dr Anety Anieli Kowalskiej, będące przedmiotem niniejszej recenzji, stanowi spójny cykl ośmiu powiązanych tematycznie publikacji, opublikowanych w latach 2020–2025 (sumaryczny *impact factor* to 31,781).

Podjęta przez Habilitantkę problematyka badawcza dotyczy aktualnego i ważnego zagadnienia naukowego i społecznego, jakim jest opracowanie metod diagnostycznych oceny stanu zdrowia pacjenta na podstawie tkanek, takich jak krew i guzy stałe, ale też płynów fizjologicznych (ślina, wymazy z nosogardła) opartych na analizie danych spektralnych zebranych za pomocą techniki spektroskopii Ramana (zwłaszcza w formie powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana; SERS) z wykorzystaniem wybranych metod chemometrycznych.

Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe zostały opublikowane w uznanych czasopismach naukowych znajdujących się na Liście Filadelfijskiej (*Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *Journal of Biophotonics*, *Analytica Chimica Acta*, *Journal of Raman Spectroscopy*, *International Journal of Molecular Sciences*, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*), co potwierdza ich odpowiedni poziom naukowy oraz znaczenie w dyscyplinie. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że w każdej z publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Habilitantka pełniła wiodącą rolę – jako pierwszy autor i/lub autor korespondencyjny, co świadczy o jej istotnym wkładzie koncepcyjnym, metodologicznym oraz organizacyjnym w realizację przedstawionych badań. Z przedstawionego autoreferatu wynika, że była ona odpowiedzialna m.in. za sformułowanie problemów badawczych, w tym nadzór nad przebiegiem badań; dobór i implementację metod chemometrycznych; analizę danych; przygotowanie manuskryptów oraz kontakt z recenzentami.

Do kluczowych osiągnięć Habilitantki należy przede wszystkim opracowanie oryginalnych metodyk przygotowania próbek biologicznych, obejmujących tkanki nowotworowe, ślinę oraz osocze krwi, dostosowanych do wymagań pomiarów SERS. Szczególnie istotnym rezultatem jest opracowanie i opatentowanie sposobu homogenizacji tkanek stałych z nowotworem, który umożliwia uzyskanie powtarzalnych i optymalnie wzmocnionych sygnałów spektralnych, co stanowi istotny wkład w rozwój analityki spektroskopowej.

Istotnym osiągnięciem o charakterze poznawczym jest również wykazanie korelacji pomiędzy stopniem zaawansowania nowotworu mózgu a poziomem wybranych biomarkerów, w szczególności receptora cytokiny IL-10, zidentyfikowanej przy użyciu metod chemometrycznych. Wynik ten wskazuje na możliwość wykorzystania metod spektroskopowych nie tylko do klasyfikacji, ale również do oceny stopnia zaawansowania choroby.

Ważnym elementem dorobku Habilitantki jest także rozwój biosensorów SERS do oznaczania biomarkerów nowotworowych, w tym opracowanie dwóch komplementarnych sensorów do oznaczania L-selektyny w osoczu krwi: jednego opartego na przeciwciałach oraz drugiego wykorzystującego aptamery DNA. Selektywność i skuteczność tych rozwiązań została potwierdzona z wykorzystaniem metod chemometrycznych, co stanowi przykład integracji chemii analitycznej z analizą danych.

Z punktu widzenia metodologii chemometrycznej należy stwierdzić, że Habilitantka konsekwentnie stosuje klasyczny i poprawny schemat analizy danych wielowymiarowych, obejmujący etapy wstępnego przetwarzania danych spektralnych

(wygładzanie Savitzky-Golay, korekcja tła, normalizacja), redukcji wymiarowości (PCA) oraz zastosowania modeli uczenia pod nadzorem (PLS, PLS-DA oraz metody klasyfikacyjne oparte na SVM i LDA). W pracach oznaczonych jako **H1–H8** widoczna jest świadoma i systematyczna implementacja narzędzi chemometrycznych, przy czym w publikacjach **H1–H3** dominują metody eksploracyjne (PCA) oraz podstawowe modele regresyjne i klasyfikacyjne (PLS), umożliwiające identyfikację głównych źródeł zmienności i wstępną separację analizowanych klas próbek. W pracach **H4–H6** następuje rozszerzenie warsztatu metodologicznego o metody uczenia pod nadzorem (PLS-DA, PCA-LDA, SVM), wykorzystywane do klasyfikacji próbek biologicznych, m.in. w kontekście diagnostyki infekcji wirusowych oraz analiz biomarkerów. Z kolei w publikacjach **H7** i **H8** zastosowano bardziej rozbudowane podejście, obejmujące równoległe wykorzystanie kilku metod dyskryminacyjnych i klasyfikacyjnych (PLS-DA, SVM, SIMCA), co pozwoliło na ocenę stabilności uzyskiwanych wyników oraz ich zależności od zastosowanego modelu.

We wszystkich analizowanych pracach widoczna jest również próba interpretacji wyników modeli poprzez analizę m.in. wektorów ładunków, co umożliwi identyfikację pasm spektralnych istotnych dla rozróżniania klas, a także ich powiązanie z komponentami biochemicznymi badanych układów, takimi jak białka, lipidy czy kwasy nukleinowe. Stanowi to istotny walor poznawczy analizowanych publikacji i świadczy o dążeniu Autorki do nadania wynikom charakteru interpretowalnego, a nie wyłącznie predykcyjnego.

Niemniej jednak należy zwrócić uwagę na pewne ograniczenia metodologiczne, które mają charakter powtarzalny w całym cyklu publikacji. W wielu pracach, szczególnie **H4–H8**, analizie poddawane są liczne widma uzyskane z tej samej próbki biologicznej, które traktowane są jako niezależne obserwacje. Prowadzi to do zawyżenia liczebności zbioru danych i może skutkować przeszacowaniem jakości modeli klasyfikacyjnych. Ponadto w części publikacji (m.in. **H2, H3, H6, H7**) liczba analizowanych przypadków na poziomie pacjentów jest stosunkowo niewielka, co ogranicza możliwość uogólnienia uzyskanych wyników. W pracach **H5–H8** raportowane są bardzo wysokie wartości miar jakości modeli (accuracy, AUC,  $R^2$ ), które – w zestawieniu z niewielką liczebnością próbek – mogą wskazywać na ryzyko przeuczenia modeli.

Podsumowując, mogę stwierdzić, że przedstawiony w autoreferacie cykl publikacji stanowi spójne, dobrze zaplanowane i konsekwentnie realizowane osiągnięcie naukowe. Prace te są wartościowe poznawczo, wpisują się w aktualne trendy badawcze oraz wykazują istotny potencjał aplikacyjny. Habilitantka wykazała się umiejętnością identyfikacji istotnych problemów badawczych, rozwijania nowych narzędzi analitycznych oraz prowadzenia badań interdyscyplinarnych.

Pomimo wskazanych ograniczeń metodologicznych, charakterystycznych dla badań biomedycznych opartych na danych spektralnych, osiągnięcie naukowe należy ocenić jako oryginalne, wartościowe i spełniające wymagania stawiane rozprawom habilitacyjnym.

### 3. Ocena dorobku naukowo-badawczego

Dorobek naukowy dr Anety Anieli Kowalskiej, według informacji zawartej w autoreferacie, obejmuje 38 publikacji naukowych opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się na Liście Filadelfijskiej. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że zasadnicza część dorobku powstała po uzyskaniu stopnia doktora (33 prace), co świadczy o wyraźnej intensyfikacji aktywności naukowej Habilitantki oraz o jej rozwoju badawczym. Łączny współczynnik oddziaływania publikacji (wg roku publikacji) wynosi 113,656.

Dorobek ten spotkał się również z zainteresowaniem środowiska naukowego, czego wyrazem jest liczba cytowań wynosząca (stan na 10 lipca 2025 roku):

- a) 630 (595 bez autocytowań) według Web of Science,
- b) 699 (660 bez autocytowań) według Scopus.

Wskaźniki te przekładają się na indeks Hirscha wynoszący 14 w obu ww. bazach danych (stan na 10 lipca 2025 roku).

Powyższe wartości należy uznać za wynik w pełni satysfakcjonujący w kontekście postępowania habilitacyjnego.

Przejawem aktywności naukowej Habilitantki są również wystąpienia na konferencjach krajowych i międzynarodowych, obejmujące zarówno prezentacje ustne, jak i komunikaty posterowe. Natomiast względnie niska liczba (szczególnie wystąpień na konferencjach o zasięgu międzynarodowym) pozostawia lekki niedosyt jak na dorobek Habilitantki (nie wiem czym spowodowana jest ta sytuacja?). Również trudno określić recenzentowi (brak stosownych danych), które prezentacje wygłosiła Habilitanta samodzielnie, a które zostały wygłoszone przez współautorów.

Cenną cechą dorobku Habilitantki jest jej umiejętność współpracy naukowej. Autorka współpracowała zarówno z ośrodkami krajowymi, jak i zagranicznymi, w tym m.in. z instytucjami w Japonii i Niemczech, co przyczyniło się do umiędzynarodowienia jej dorobku. Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora była głównym wykonawcą dwóch projektach/stażach międzynarodowych (jeden to stypendium Marie Curie Training Site przyznane na okres 6 miesięcy i podzielone na dwa staże w Laboratoire de Chimie de Coordination, Toulouse, Francja, a drugi to stypendium przyznane na 6 tygodniowy staż w Institut de Ciencia de Materials (Barcelona, Hiszpania). Po uzyskaniu stopnia doktora uzyskała finansowanie na dwa staże postdoktorskie (jeden półroczny zrealizowany w The Light Technology Institute (Karlsruhe, Niemcy) a drugi dwuletni w Institute for Molecular Science (Okazaki, Japonia). Była również wykonawcą w dwóch projektach ramowych Unii Europejskiej (6PR UE-European Network of Excellence (kontrakt no.: NMP3-CT-2004-500361); 6PR UE- Integrated Project (kontrakt no.: NMP4-CT-2004-500355)) oraz trzech projektach krajowych (grant Fundacji Nauki Polskiej, Team-Tech/2017-4/23 (POIR.04.04.00-00-4210/17-00); grant Narodowego Centrum Nauki, OPUS (UMO-2015/17/B/ST4/04128); grant Fundacji Nauki Polskiej, w ramach Działania 2.3 TEAM NET FENG 2021-2027 (FENG.02.03-IP.05-0014/24)).

O pozycji Habilitantki w środowisku naukowym świadczy również jej aktywność ekspercka, obejmująca udział w recenzowaniu:

- a) publikacji dla czasopism znajdujących się na Liście Filadelfijskiej (*Trends in Food Science & Technology*, *Chemical Reviews*, *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *Spectrochimica Acta*, *Journal of Raman Spectroscopy*).
- b) wniosków o finansowanie badań:

(i) ekspert NCBR w ramach konkursu I rządowego programu pt. „Program rządowy NUTRITECH I – żywienie w świetle wyzwań poprawy dobrostanu społeczeństwa oraz zmian klimatu” oraz Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki (FENG);

(ii) ekspert w ramach Konkursu Młodych Naukowców UE 2016.

Była również recenzentką, kilka lat temu, trzech prac licencjackich.

Cennym w dorobku Habilitantki jest również to, że jej badania mają przełożenie na współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Dr Kowlaska uzyskała bowiem patenty – trzy krajowe (P.404988, P.430767, P.434777) i jeden europejski (No. 22 461 641.7).

Podsumowując, dorobek naukowo-badawczy dr Anety Anieli Kowalskiej należy ocenić jako spójny tematycznie i konsekwentnie rozwijany, oparty na publikacjach w uznanych czasopismach naukowych, osiągający satysfakcjonujące wskaźniki bibliometryczne. Dorobek ten spełnia moim zdaniem wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym.

#### **4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego**

Pani dr Aneta Aniela Kowalska, po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyła w organizacji dwóch konferencji o zasięgu międzynarodowym (4th Conference of the International Dielectric Society & 9th International Conference on Dielectric & Related Phenomena (2006) oraz International Symposium on Mechanochemistry in Synthesis and Nanoscience (2013)).

Habilitantka prowadziła w latach 2001-2006 (przed uzyskaniem stopnia doktora) zajęcia dydaktyczne dla studentów (zajęcia laboratoryjne z fizyki, Politechnika Łódzka). Po uzyskaniu stopnia doktora, jej działalność dydaktyczna sprowadziła się wyłącznie do częściowej opieki naukowej nad dwoma pracami magisterskimi i trzema doktorskimi. Obecnie została wyznaczona opiekunem jednej pracy doktorskiej.

Na uwagę w dorobku dydaktycznym Habilitantki zasługuje również zaangażowanie w działalność popularyzującą naukę, polegające na upowszechnianiu wiedzy z zakresu nowoczesnych metod diagnostycznych oraz zastosowań spektroskopii i chemometrii w naukach biomedycznych poprzez:


- a) przygotowywanie i współtworzenie materiałów informacyjnych oraz komunikatów prasowych dotyczących wyników badań naukowych, w tym publikacji wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego (np. komunikaty publikowane w mediach społecznościowych Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk);
- b) prowadzenie wykładów i wystąpień popularyzatorskich, w tym podczas pobytów zagranicznych (np. wykład „From Casual Life to Science” wygłoszony w Japonii dla uczniów szkoły średniej).

#### **5. Podsumowanie**

Uwzględniając wszystkie aspekty poruszone w recenzji uważam, że dokonania dr Anety Anieli Kowalskiej wnoszą oryginalny wkład w rozwój dyscypliny chemia i spełniają wymogi merytoryczne i formalne odpowiadające wymaganiom określonym

w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 roku, poz.1668 z późn. zm.).

Wnoszę zatem o kontynuowanie postępowania w sprawie nadania dr Anecie Anieli Kowalskiej stopnia naukowego doktora habilitowanego.

  
**PROFESOR**  
*prof. dr hab. Grzegorz Zadora*