

dr hab. Wojciech Szajna, prof. UR  
Uniwersytet Rzeszowski  
Instytut Nauk Fizycznych  
Katedra Badań Materiałowych i Spektroskopowych  
ul. Pigonia 1, 35-310 Rzeszów  
e-mail: [wszajna@ur.edu.pl](mailto:wszajna@ur.edu.pl)

Rzeszów, 17.01.2023 r.

**Ocena osiągnięcia naukowego**  
**pt. „Precyzyjna spektroskopia słabych linii widmowych cząsteczek o znaczeniu atmosferycznym” przedstawionego przez dr Katarzynę Bielską ubiegającą się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne**

Pani dr Katarzyna Bielska jest absolwentką Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie w 2007 roku uzyskała tytuł zawodowy magistra fizyki na podstawie pracy pt. „Rozszerzenie ciśnieniowe składowych nadsztylnych linii widmowej 326,1 nm  $^{113}\text{Cd}$  zaburzonej argonem i ksenonem” przygotowanej pod kierunkiem prof. dr. hab. Ryszarda S. Trawińskiego. Stopień doktora nauk fizycznych uzyskała cztery lata później na Wydziale Fizyki Astronomii i Informatyki Stosowanej tejże uczelni, prezentując rozprawę doktorską pt. „Spektroskopowe badania prężności pary nasyconej lodu”, której część eksperymentalna została zrealizowana przez ówczesną Doktorantkę w National Institute of Standards and Technology (NIST) w Stanach Zjednoczonych. Promotorem pracy doktorskiej był również prof. dr. hab. Ryszard S. Trawiński

Z Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu (UMK) Habilitantka związana jest również zawodowo od roku 2011, gdzie zatrudniona była na stanowisku asystenta a obecnie na stanowisku adiunkta w grupie pracowników naukowo-badawczych. W okresie 02.2012-09.2014 zatrudniona była w National Institute of Standards and Technology w ramach odbywania stażu podoktorskiego.

**Ocena osiągnięcia naukowego**

Dr Katarzyna Bielska jako swoje osiągnięcie naukowe przedstawiła cykl pięciu oryginalnych, wieloautorskich publikacji [H1-H5], który opatrzyła wspólnym tytułem „Precyzyjna spektroskopia słabych linii widmowych cząsteczek o znaczeniu atmosferycznym”. Prace to zostały opublikowane w latach 2015-2022 w renomowanych czasopismach o globalnym zasięgu i dobrych współczynnikach wpływu (IF): *Physical Review Letters* (2 prace), *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* (2 prace) oraz *Optics Express* (1 praca). W jednej, najwcześniejszej pracy Habilitantka jest wymieniona na pozycji drugiej, zaś w czterech pozostałych jest już pierwszym autorem. Co wyraźnie wskazuje na rosnący i coraz bardziej znaczący udział Kandydatki w prowadzonych badaniach oraz przygotowaniu wyników do publikacji. Wkład Habilitantki w powstanie wszystkich pięciu prac [H1-H5] został przez nią szczegółowo opisany, a porównanie z treścią oświadczeń współautorów nie budzi zastrzeżeń, co do tego, że w każdym przypadku był to wkład istotny.

Badania prowadzone przez dr Katarzynę Bielską koncentrują się wokół wykorzystania techniki spektroskopii strat we wnęce CRDS (*cavity ring-down spectroscopy*) oraz technik pokrewnych CMWS (*cavity mode-width spectroscopy*) i CMDS (*cavity mode-dispersion spectroscopy*) do otrzymywania widm małych molekuł istotnych w badaniach atmosferycznych tj.  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$  oraz  $\text{CO}_2$ . Poza zaawansowanymi technikami laboratoryjnymi prowadzone prace obejmowały m. in. wyrafinowane analizy kształtu profili widmowych, obliczenia natężeń oraz wyznaczanie jak najdokładniejszych bezwzględnych położenia linii widmowych. Powyższe zagadnienia eksperymentalne

i analityczne stanowiły cel podjętych badań, który sama Habilitantka zdefiniowała w treści Autoreferatu jako „uzyskiwanie dokładnych modeli widm małych molekuł” poprzez „otrzymanie precyzyjnych i dokładnych wartości parametrów kształtu linii widmowych tj. natężeń, położzeń bezwzględnych jak również parametrów zderzeniowych”.

Przytoczony katalog celów uzupełnia jeszcze jeden cel, w mojej ocenie cel bardzo istotny, jakim jest weryfikacja wyników obliczeń teoretycznych za pomocą danych doświadczalnych o wysokiej dokładności. Cel ten został zrealizowany w pracach [H1] i [H5] - spinających dorobek Habilitantki prezentowany w ramach osiągnięcia naukowego. W obu pracach trzon współpracy obejmował doświadczalne grupy badawcze z UMK, NIST oraz grupę teoretyczną z University College London (UCL), który w pracy [H5] został dodatkowo rozszerzony o zespół eksperymentatorów z Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Główna idea prac [H1, H5] stanowi wręcz podręcznikowe połączenie rezultatów doświadczalnych uzyskanych różnymi technikami oraz wyników obliczeń teoretycznych. Te ostatnie zostały osiągnięte w drodze optymalnego (i wielokrotnie stosowanego przez grupę z UCL) podejścia wyrażającego się w użyciu wartości *ab initio* dla dipolowych momentów przejść oraz półempirycznych kształtów krzywych (lub powierzchni) potencjalnych.

Zawarte w pracach [H1] i [H5] graficzne porównania i zestawienia tablicowe nie pozostawiają wątpliwości co do tego, że obrona przez autorów, w tym i dr Katarzynę Bielską, metodyka badań przyniosła wartościowe wyniki o wysokiej zgodności doświadczenia z teorią. Z recenzorskiego obowiązku wymienię najważniejsze osiągnięcia przedstawione w artykułach [H1] i [H5]:

- praca [H1] nad cząsteczką CO<sub>2</sub>: zastosowanie wysoko dokładnej techniki FS-CRDS (ang. *frequency-stabilized cavity ring-down spectroscopy*) w NIST do rejestracji 27 linii pasma (30013) – (00001); skrupulatna analiza wpływu czynników eksperymentalnych na niepewność wyznaczanych natężeń linii; uzyskanie doświadczalnych natężeń linii z względną niepewnością standardową na poziomie 0.2%; zgodność wyników doświadczalnych i teoretycznych w granicach 0.33% z niepewnością 0.05%;
- praca [H5] nad cząsteczką CO: zaimplementowanie trzech niezależnych technik do rejestracji linii drugiego nadtonu (3-0): 7 linii techniką CMDS w UMK i techniką CRDS w NIST oraz linii od P22 do R22 techniką FTS w PTB; uzyskanie wysokiej zgodności doświadczalnych intensywności linii z pomiarów wykonanych w UMK (2022, 2019) oraz NIST (2022) – względne różnice mieszczą się w granicach 1‰-2‰; najlepsza jak do tej pory zgodność wszystkich wyników doświadczalnych z wynikami obliczeń teoretycznych (UCL) – średnia względna różnica 0.6‰; krytyczna weryfikacja danych dostępnych w bazie HITRAN; praca otrzymała wyróżnienie „*Editors' suggestion*”.

Przedmiot badań prac [H2-H4] można opisać jako rozwój i implementacja technik spektroskopii strat we wnęce oraz pomiarów i analiz kształtów linii do wybranych linii pasma B cząsteczkowego tlenu [H2, H3] oraz linii pasma 3-0 tlenku węgla [H4]. Za najbardziej istotne osiągnięcia zawarte w pracach [H2-H4] uważam:

- artykuł [H2]: modyfikacja układu pomiarowego CRDS poprzez zastosowanie dwóch niezależnych wzorców kalibrujących oś częstotliwości: optycznego zegara atomowego i masera wodorowego; wyznaczenie bezwzględnego położenia ( $\nu_0$ ) linii P7 P7 pasma B O<sub>2</sub> w rejonie 690 nm z niepewnością standardową 8.2 kHz;
- artykuł [H3]: rejestracja trzech linii gałęzi P pasma B O<sub>2</sub> z wysokim stosunkiem sygnału do szumu 65 000:1; krytyczna analiza kształtu profili uzyskanych linii, wyznaczenie dodatkowych parametrów kształtu linii: współczynników zderzeniowego poszerzenia i przesunięcia oraz współczynników zwężenia Dickego; wyznaczenie niezaburzonych pozycji linii z niepewnościami standardowymi z przedziału między 20 kHz i 30 kHz, weryfikacja dotychczasowych doświadczalnych intensywności linii;
- artykuł [H4]: pierwsze wykorzystanie technik CMDS oraz CMWS w pomiarach nasyceniowych dwóch linii pasma 3-0 CO (R7 i R10); wyznaczenie położenia linii z niepewnościami standardowymi poniżej 0.5 kHz; obserwacja przesunięcia ciśnieniowego linii oraz weryfikacja

wartości współczynnika ciśnieniowego przesunięcia ( $\Delta/p$ ); praca wyróżniona jako „Editor's pick”.

Artykuły [H1-H5] składające się na opiniowane osiągnięcie naukowe dr Katarzyny Bielskiej **oceniłem bardzo wysoko**. Stanowią one niezaprzeczalny dowód realizacji celów prac badawczych podjętych przez Habilitantkę. Wysoka ocena przedstawionych dokonań jest również pochodną realizacji dwóch spośród pięciu przedstawionych prac w międzynarodowych zespołach, z wykorzystaniem różnych technik doświadczalnych w połączeniu z zaawansowanymi obliczeniami z pogranicza fizyki i chemii kwantowej.

### Ocena aktywności naukowej

Dorobek naukowy dr Katarzyny Bielskiej obejmuje łącznie 28 artykułów (7 przed uzyskaniem doktoratu) opublikowanych w recenzowanych czasopismach klasyfikowanych przez *Journal Citation Reports* (JCR). Poza wymienionymi wcześniej są to m. in. *The European Physical Journal Special Topics*, *The Journal of Chemical Physics*, *Physical Review A*, *Geophysical Research Letters*, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. Powyższe dokonania publikacyjne uzupełnia 15 prac wydanych w tzw. materiałach konferencyjnych, wśród których 5 znajduje się na liście czasopism punktowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW).

Według bazy *Web of Science* publikacje przedstawionego powyżej dorobku naukowego Habilitantki były dotychczas cytowane 613 razy (w tym 73 autocytaowania), co przekłada się na *H-index* równy 14. Sumaryczny IF wszystkich publikacji wynosi 78.229 (stan z okresu obejmującego przygotowanie Autoreferatu), z czego blisko jedna trzecia (25.768) przypada na pięć artykułów [H1-H5] stanowiących podstawę opiniowanego osiągnięcia naukowego. Suma punktów MNiSW dla całego dorobku publikacyjnego to 3090, a średnia liczba punktów na publikację to ponad 110. W mojej opinii, przytoczone parametry naukowometryczne są więcej niż zadowalające dla potrzeb postępowania habilitacyjnego.

Wyniki prowadzonych badań zostały również zaprezentowane przez Habilitantkę w formie wystąpień na uznanych w środowisku międzynarodowym konferencjach tematycznych: 7 prezentacji posterowych oraz 7 referatów ustnych. W jednym przypadku był to wykład na zaproszenie (*International Congress on Microscopy and Spectroscopy*, Oludeniz, Turcja).

Dr Katarzyna Bielska jest również współautorką rozdziału pt. „Rola pomiaru częstotliwości w pomiarach i analizie kształtu linii widmowych” zamieszczonego w monografii zatytułowanej „Problemy metrologii elektronicznej i fotonicznej” wydanej nakładem Oficyny Wydawniczej Politechniki Wrocławskiej w 2009 roku.

W rozwoju naukowym Habilitantki warto wskazać dwa pobyty stażowe, 09.2009 – 02.2010 (przed doktoratem) oraz 02.2012 – 08.2014 (po uzyskaniu stopnia doktora), oba zrealizowane w National Institute of Standards and Technology. Ich rezultatem stało się 7 opublikowanych artykułów. Należy to uznać za wynik bardzo dobry, biorąc pod uwagę łączny czas trwania staży oraz to, że nie były to jedyne publikacje wydawane przez Habilitantkę w tamtych okresach. Swoją międzynarodową aktywność naukową dr Katarzyna Bielska potrafiła ponadto owocnie spożytkować na potrzeby powstania m. in. dwóch omawianych już wcześniej prac [H1] oraz [H5] - stanowiących integralną część osiągnięcia naukowego. Realizacja założonych celów pracy [H5] wymagała ogromnej pracy i sprawnej koordynacji działań, której Habilitantka podjęła się z pozytywnym efektem. Obie przytoczone prace powstałe w międzynarodowym zespole (UMK, NIST, UCL, PTB) stanowią jednocześnie najwyższe punktowo osiągnięcia Habilitantki, odpowiednio: IF = 7.645, punkty MNiSW = 200 oraz IF = 9.185, punkty MNiSW = 200.

Dr Katarzyna Bielska legitymuje się również udziałem w realizacji 10 krajowych i międzynarodowych projektów badawczych. Dla 2 spośród nich jest to udział najważniejszy tj. pełnienie funkcji kierownika projektu: grant NCN Sonata 8 (nr 2014/15/D/ST2/05281) – projekt zrealizowany oraz grant NCN Sonata Bis 8 (2018/30/E/ST2/00864) – projekt w trakcie realizacji. Co jednoznacznie wskazuje na zdolność Habilitantki do skutecznego pozyskiwania środków na finansowanie prowadzonych badań.

Wśród pozostałych osiągnięć uzupełniających aktywną działalność naukową Habilitantki wymienię m. in.: uczestnictwo w międzynarodowym projekcie „*Improved Spectroscopy for Carbon Dioxide, Oxygen, and Water Vapour Satellite Measurements*”, praca w projekcie budowy analizatora stężenia etanolu w Głównym Urzędzie Miar, recenzowanie 10 artykułów naukowych, pełnienie funkcji promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim oraz liczne referaty wygłoszone w ramach seminariów naukowych Instytutu Fizyki oraz Zakładu/Katedry Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej UMK.

Warto odnotować, że dr Katarzyna Bielska była dwukrotnie laureatką wyróżnień za osiągnięcia naukowe: w 2012 roku w swojej macierzystej uczelni (zespołowa nagroda Rektora UMK) oraz w 2016 roku w NIST w uznaniu jej wkładu w rozwój i zastosowanie technik spektralnych w badania gazów szklarniowych (*Associate for the development and application of advanced laser spectroscopy methods, enabling sensitive and accurate measurements of greenhouse gases*).

### Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Od rozpoczęcia studiów doktoranckich, poprzez okres zatrudnienia do chwili obecnej dr Katarzyna Bielska prowadziła liczne zajęcia dydaktyczne dla studentów UMK w ramach regularnych kursów akademickich. Wszystkie zrealizowane od roku 2007 wykłady, ćwiczenia oraz zajęcia laboratoryjne Habilitantka wylicza, z bibliotekarską wręcz dokładnością, w punkcie 5.1. Autoreferatu. Jej zaangażowanie w proces dydaktyczny obejmuje nie tylko wybrane działy fizyki, lecz także m. in.: analizę matematyczną, podstawy elektroniki oraz podstawy metrologii.

Działalność popularyzatorska Habilitantki obejmowała współpracę przy organizacji: Dni otwartych - akcja „Dziewczyny do Ścisłych!”, wystawy „70 lat fizyki na UMK”, wystawy „Fiat Lux – od Witelona do tomografu optycznego” oraz wygłoszenie wykładów dla młodzieży „Fizyczne właściwości wody. Przemiany fazowe, para nasycona lodu” i „Nowoczesna Fizyka Atomowa, Molekularna i Optyczna dla Młodzieży II”.

Dr Katarzyna Bielska posiada również znaczący dorobek organizacyjny, za który uznają m.in.: udział w Komitecie organizacyjnym międzynarodowej konferencji *23<sup>rd</sup> International Conference on Spectral Line Shapes* w Toruniu (2016), członkostwo w Konsultacyjnym Zespole Metrologicznym ds. Technologii i Procesów Przemysłowych przy Głównym Urzędzie Miar (od 2017), czasowe członkostwo w *Optical Society of America* (2009-2010) oraz pełnienie funkcji delegata w Radzie Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej – obecnie Radzie Dyscypliny Nauki Fizyczne UMK.

### Konkluzja

Komentując przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe Habilitantki, całokształt bogatych dokonań naukowych i publikacyjnych oraz jej aktywną działalność dydaktyczną i organizatorską stwierdzam, że dr Katarzyna Bielska wykazuje się istotną aktywnością naukową zrealizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, a przedstawione przez nią osiągnięcia naukowe stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne. Tym samym dr Katarzyna Bielska spełnia wszystkie wymagania określone w art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668).

Wobec powyższego rekomenduję Radzie Dyscypliny Nauki Fizyczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu nadanie Pani dr Katarzynie Bielskiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

Wojciech Rójma