

*Prof. dr hab. Bogusław Mróz*  
*Zakład Fizyki Kryształów,*  
*Wydział Fizyki UAM*  
*bmroz@amu.edu.pl*

**Recenzja dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej**  
**Dr. Michała Łukomskiego**

Analiza mikrouszkodzeń w obiektach zabytkowych przy użyciu metod  
optycznych i akustycznych

**Dane biograficzne i przebieg kariery naukowej**

1999 – magister fizyki: Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki, Uniwersytetu  
Jagiellońskiego, praca magisterska:

*„Spektroskopia atomowa z zastosowaniem mieszania  
czterech fal”*

2003 – doktor nauk fizycznych: Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki,  
Uniwersytetu Jagiellońskiego rozprawa doktorska:

*„Spektroskopia cząsteczek van der waalsowskich w strumieniu naddźwiękowym.  
Charakterystyka stanów elektronowych w CdKr i Cd<sub>2</sub>”*

1999 - 2003 Studia doktoranckie na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki  
Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego, kierunek fizyka, specjalność  
optyka atomowa

2003 - 2006 Asystent w Zakładzie Optyki Atomowej Instytutu Fizyki Uniwersytetu

Jagiellońskiego

2004 - 2006 Staż długookresowy, Kanada, Department of Physics, University of Windsor, Post-doctorate Fellow

od 2006 Adiunkt w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk (IKiFP PAN)

od 2010 Zastępca dyrektora do spraw ogólnych IKiFP PAN

od 2013 Kierownik grupy badawczej „Ochrona Dziedzictwa Kultury” w IKiFP PAN

### **Dorobek naukowy**

Dr Michała Łukomski jest współautorem 28 publikacji z listy filadelfijskiej – sumaryczny impact factor według Journal Citation Report wynosi prawie 40 a średni na pracę 1.43. . Całkowita liczba cytowań, według bazy Web of Science, wynosi 189 (bez autocytowań 136) a index Hirscha równy jest 9.

Osiem z 28 prac kandydat przedstawia jako swoją habilitację a ich sumaryczny IF wynosi 7.09. Całkowita liczba cytowań, według bazy Web of Science, wynosi 189 (bez autocytowań 136) a index Hirscha równy jest 9.

Dr Łukomski i jest bardzo aktywnym promotorem swojej działalności naukowej. Brał udział w kilkudziesięciu konferencjach naukowych. Wygłosił tam 34 referaty (7 w Polsce, w tym jeden na zaproszenie) oraz 17 za granicą (w tym jeden na zaproszenie). Wynikiem tej aktywności jest także współautorstwo 20 recenzowanych publikacji pokonferencyjnych.

W grupie prac nie wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej chciałbym wyróżnić 6 prac (numery 9 oraz 12 – 16 spisu publikacji), w których Kandydat jest pierwszym autorem.

Prace 12 i 13, będące wynikiem pobytu Kandydata na stypendium podoktorskim na Uniwersytecie Windsor w Kanadzie, dotyczą badania przekrojów czynnych na zderzenia atomów i związków chemicznych z elektronami i fotonami. Źródłem wysokiej jakości uzyskiwanych wyników było użycie różnorodnych typów tarcz w procesach rozpraszania oraz równoczesne zastosowania szerokiej gamy technik pomiarowych.

Z kolei Prace 14-16 opisują wyniki badań eksperymentalnych oraz obliczenia kształtów potencjałów elektronowych cząsteczek van der waalsowskich (CdRG (RG=gaz szlachetny) oraz Cd<sub>2</sub> metodą IPA (Inverse Perturbation Method). Jednym z najważniejszych wyników tych prac było określenie, na podstawie rotacyjnej struktury widm fluorescencji <sup>1</sup>0u+(51P1)←X10g+, długości wiązania stanu podstawowego cząsteczki Cd<sub>2</sub> co z kolei pozwoliło ilościowo ocenić wielkość domieszki kowalencyjnej do van der waalsowskiego wiązania tego dimeru.

Warto zauważyć aktywność Kandydata w szkoleniu młodej kadry naukowej – opiekował się dwoma doktorantami.

Dodatkowym atutem jego aktywności związanej z prezentowaną rozprawą jest wykonanie 11 ekspertyz (w Polsce 9, Wielkiej Brytanii 1 i Norwegii 1).

Był także kierownikiem i wykonawcą w 9 grantach sponsorowanych przez KBN, MNiSW, NCBiR oraz różne instytucje Unii Europejskiej.

### **Ocena rozprawy habilitacyjnej**

Jako osiągnięcie dr Łukomski wskazuje jednotematyczny cykl ośmiu publikacji zatytułowany: „**Analiza mikrouszkodzeń w obiektach zabytkowych przy użyciu metod optycznych i akustycznych**”:

H1. Ł. Lasyk, M. Łukomski, Ł. Bratasz, ‘Simple digital speckle pattern interferometer (DSPI) for investigation of art objects’, *Optica Applicata*, 41 (3) (2011) 687-700

H2. L. Krzemień and M. Łukomski, ‘Algorithm for automated analysis of surface vibrations using time-averaged digital speckle pattern interferometry’, *Applied Optics*, 51 (2012) 5154-5160

H3. Ł. Lasyk, M. Łukomski, T.M. Olstad, A. Haugen, ‘Digital speckle pattern interferometry for the condition surveys of painted wood: Monitoring the altarpiece in the church in Hedalen, Norway’, *Journal of Cultural Heritage*, 13S (2012) 102-108

H4. M. Strojceki, C. Colla, M. Łukomski, E. Gabrielli, ‘Kaiser effect in historic timber elements’, *European Journal of Wood and Wood Products*, 71 (6) (2013) 787-793

H5. W. Zawadzki, M. Bartosik, K. Dzierżęga, Ł. Bratasz, M. Łukomski, E. Peacock, ‘Application of fiber Bragg gratings for strain measurement in historic textiles and paintings on canvas’, *Optica Applicata*, 42 (3) (2012) 503 – 517

H6. M. Strojceki, M. Łukomski, L. Krzemień, J. Sobczyk, Ł. Bratasz, ‘Acoustic emission monitoring of an eighteenth-century wardrobe to support a strategy for indoor climate management’, *Studies in Conservation*, 59 (4) (2014) 225 – 232

H7. Ł. Bratasz, M. Łukomski, A. Klisińska-Kopacz, W. Zawadzki, K. Dzierżęga, M. Bartosik, J. Sobczyk, F. J. Lennard, R. Kozłowski, ‘Risk of climate-induced damage in historic textiles’, *Strain*, 51 (2015) 78-88, DOI: 10.1111/str.12122

H8. L. Krzemień, M. Łukomski, A. Kijowska, B. Mierzejewska, ‘Combining Digital Speckle Pattern Interferometry with Shearography in a New Instrument to Characterize Surface Delamination in Museum Artefacts’, *Journal of Cultural*

Heritage, DOI:10.1016/j.culher.2014.10.006, 2014

Sumaryczny impact factor tych prac wynosi 7.09, a średni udział Kandydata w tych pracach to prawie 43%. Udział ten nie budzi wątpliwości zwłaszcza po zapoznaniu się z oświadczeniami współautorów. Dziwi nieco brak w zestawie H1 do H8 prac z nazwiskiem Kandydata na pierwszym miejscu.

Główny cel rozprawy habilitacyjnej było opracowanie akustycznych i interferometrycznych metod bezpośredniego pomiaru mikrouszkodzeń w obiektach zabytkowych oraz opracowania sposobów obiektywnej oceny zagrożeń związanych z przechowywaniem lub ekspozycją badanych obiektów.

Kandydat przedstawia trzy metody badawcze: interferometrię plamkową (DSPI), emisję akustyczną oraz światłowodowe siatki Bragga. Pierwsze dwie metody pozwoliły na opracowanie układów do pomiaru powstawania uszkodzeń w warstwach malarskich oraz drewnie stanowiącym ich podłoże. Z kolei czujniki światłowodowe umożliwiły wykonanie ciągłych pomiarów deformacji zabytkowych tkanin i płóciennych podkładów.

**Znana od ponad 20 lat metoda DSPI** stała się alternatywą dla wymagającej warunków laboratoryjnych interferometrii holograficznej. Kandydat zaproponował i zbudował z sukcesem ilościową ocenę mikro uszkodzeń powierzchni dzieł sztuki. Metoda jest stosunkowo łatwa w użyciu, i pozwala na wiarygodną interpretację uzyskiwanych wyników. Sukcesem Autora jest zautomatyzowanie tej metody poprzez rejestrację interferogramów w trakcie jednoczesnego zwiększania natężenia drgania dźwięku próbkującego. Procedura polega na przeprowadzeniu serii pomiarów z kontrolowaną różnicą faz między wiązkami laserowymi dla stopniowo zwiększającej się amplitudy dźwięku o wybranej wcześniej częstotliwości. Dzięki zastosowaniu przybliżonych metod obróbki sygnału wynik jest otrzymywany już po czasie rzędu minut.

Ciekawe są także wyniki dotyczące możliwościami zastosowania metody **emisji akustycznej** jako narzędzia do oceny warunków przechowywania obiektów zabytkowych. Metoda ta może monitorować powstawanie mikro-pęknięć w strukturze badanego materiału. Fizyka zagadnienia polega na badaniu tzw. efektu Kaisera w drewnie, z którego wykonane są zabytkowe meble, podobrazia czy konstrukcje nośne budynków. Bardzo pozytywnie

oceniam testowanie wszystkich metod eksperymentalnych na realnych obiektach zabytkowych.

W przypadku emisji akustycznej Kandydat we współpracy z partnerami z Uniwersytetu w Bolonii badał mikro-pęknięcia 150-tetnych belek świerkowych z dachu pałacu Prosperi-Sacрати w Ferrarze. Testy polegały na cyklicznym 4 punktowym zginaniu belek ze zwiększającym się w kolejnych cyklach obciążeniem. Emisję akustyczną rejestrowano przy pomocy zbudowanego w IKiFP PAN układu pomiarowego wykorzystującego szerokopasmowe, multi-rezonansowe czujniki piezoelektryczne.

Jak w każdej metodzie eksperymentalnej także w przypadku emisji akustycznej, problemem jest redukcja szumu. Kandydat rozwiązał ten problem stosując dwa szerokopasmowe różnicowe czujniki emisji akustycznej. Kluczowa okazała się tutaj odległość pomiędzy czujnikami, tak żeby sygnał rejestrowany przez jeden z nich nie mógł dotrzeć do drugiego. Wszystkie zdarzenia rejestrowane w tej samej milisekundzie były odrzucane z analizy jako niezwiązane z uszkodzaniem materiału. Taki (antykorrelacyjny) pomiar połączony z wysokoprzepustowym filtrowaniem sygnałów umożliwił pomiar sygnałów związanych z mikro-pękaniem obiektów wywołanym wahaniami parametrów mikroklimatycznych.

Trzecia aktywność Kandydata to badania nad możliwością zastosowania **światłowodowych siatek Bragga** do pomiaru zmian zachodzących w płótnach obrazów. Dużym problemem tej metody okazała się być duża sztywność stosowanych światłowodów związana własnościami ich kwarcowego rdzenia. Mimo tych ograniczeń Kandydat wykalibrował czujnik światłowodowy w funkcji szerokości uchwytów mocujących tak, aby można było przy jego pomocy monitorować odkształcenia tkanin zarówno w warunkach laboratoryjnych jak i w warunkach ekspozycji. Dodatkowo stosował także czujniki referencyjne (niezwiązane z badanym obiektem), które rejestrowały wpływy wilgotności i temperatury otoczenia na deformację płaszcza światłowodu.

Opracowane przez Kandydata systemy pomiarowe zostały zastosowane i sprawdzone w ramach kilku programów pomiarowych w muzeach i budynkach zabytkowych.

### **Podsumowanie**

Podsumowując stwierdzam, że moja ocena dorobku naukowego oraz rozprawy habilitacyjnej dr. Michała Łukomskiego jest pozytywna. Dotychczasowy dorobek naukowy Kandydata mogę ocenić jako spełniający wymogi do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Rozprawa habilitacyjna w formie cyklu 8 publikacji spełnia formalne wymogi określone w

*Ustawie* a po wnikliwej analizie mogę stwierdzić, że Autor swoimi pracami wniósł istotny i ważny wkład w rozwój nowoczesnych akustycznych i interferometrycznych metod bezpośredniego pomiaru mikrouszkodzeń w obiektach zabytkowych.

Dr Michał Łukomski to świetny doświadczalnik wykazujący się umiejętnością nawiązywania i prowadzenia wydajnej współpracy naukowej w kraju i za granicą a jego udział w kilkudziesięciu konferencjach naukowych zasługuje na uznanie.

**Podsumowując stwierdzam, że dr Michał Łukomski, wykazując się istotną aktywnością naukową, spełnia formalne i merytoryczne wymogi określone w Ustawie o stopniach i tytule naukowym z dnia 14 marca 2013 r. z późniejszymi zmianami. Spełnia kryteria zawarte w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku. Kwalifikuje się więc do dalszego postępowania o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych i moim zdaniem w pełni na ten stopień zasługuje.**

Poznań, 22.06.2015  
