

**Opinia o zasadności wystąpienia z wnioskiem o przyznanie nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa
Wyższego w zakresie działalności naukowej w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie
nauki fizyczne dla zespołu w składzie:**

1. prof. dr hab. inż. Mariusz Zdrojek,
2. dr hab. inż. Włodzimierz Strupiński,
3. dr Iwona Elżbieta Pasternak,
4. dr inż. Anna Wróblewska,
5. dr inż. Arkadiusz Piotr Gertych,
6. dr inż. Konrad Wilczyński,
7. dr inż. Karolina Filak-Mędoń,
8. dr inż. Jakub Wojciech Sitek.

Osiągnięcia badawcze zespołu są ściśle związane z innowacyjnym obszarem nanotechnologii i fizyki struktur niskowymiarowych, ze szczególnym uwzględnieniem tematyki materiałów dwuwymiarowych (2D) oraz nanostruktur węglowych. W latach 2023-2024 zespół zrealizował niezwykle bogaty program badawczy, który obejmował syntezę i charakteryzację nowych materiałów o strukturze dwuwymiarowej, a także technologię bazujących na nich urządzeń elektronicznych i meta-materiałów w formie nanokompozytów. Charakter prowadzonych badań jest znaczący nie tylko pod względem merytorycznym, ale również ze względu na ich wyrażnie interdyscyplinarny charakter.

W ramach działalności naukowej zespołu prowadzone były liczne prace nad opracowaniem nowatorskich metod wytwarzania materiałów 2D. Na szczególną uwagę zasługuje rozwój metody osadzania materiałów dwuwymiarowych z fazy gazowej, wspomaganej wiązką elektronową, co pozwala na precyzyjne sterowanie geometrią otrzymywanych struktur. Zespół zaproponował też przemysłowo skalowalną, wydajną metodę wytwarzania grafenu w formie zawiesziny płatkowej z wykorzystaniem homogenizatora wysokociśnieniowego, co znacząco przybliżyło możliwość komercjalizacji tych materiałów w różnych dziedzinach gospodarki. Do innych prac zespołu nad rozwojem syntezy struktur 2D należą badania nad kinematyką wzrostu grafenu na masową skalę, a także badania nad technologią wytwarzania struktur niskowymiarowych o wysokiej jakości.

Równolegle zespół prowadził prace o charakterze badań podstawowych. Osiągnięcia te obejmują w szczególności odkrycie kolektywnych drgań w cienkowarstwowych nanorurkach węglowych, identyfikację nowych pasm ramanowskich w materiale TiS_2 oraz potwierdzenie istnienia stabilnych ekscytonów międzywarstwowych w heterostrukturach $\text{MoS}_2/\text{WSe}_2$. Tego rodzaju wyniki wnoszą istotny wkład w rozwój współczesnej fizyki ciała stałego, przyczyniając się do lepszego zrozumienia właściwości materiałów 2D i rozwoju metod ich charakteryzacji. Ponadto prace zespołu obejmowały też udział w badaniach nad możliwością zastosowania grafenu w nowoczesnej medycynie – wykorzystującej komórki macierzyste.

Znaczącą część badań zespołu miała bezpośredni charakter wdrożeniowy. Dotyczyły one m.in. ulepszeń w technologii wytwarzania miniaturowych tranzystorów polowych, gdzie zastosowanie warstwy MoS_2 pod kontaktami elektrycznymi pozwoliło na istotne zmniejszenie ich rezystancji, a przez to redukcję wydzielanego ciepła w przyszłych procesorach. Opracowano również nowe metody wytwarzania heterostruktur o dowolnych kształtach przy użyciu technik litografii oraz eksfoliacji wspomaganej metalem. Zespół realizował także prace w zakresie rozwoju urządzeń optoelektronicznych, a w szczególności brał udział w doskonaleniu laserów kaskadowych oraz czujników wykorzystujących grafen i inne warstwy 2D, takich jak fotodiody, czujniki przepływu cieczy oraz sensory refraktometryczne.

Ważnym elementem osiągnięć zespołu są również prace nad nanokompozytami polimerowymi zawierającymi mikroskopijne płatki materiałów 2D. W ramach tych badań opracowano m. in. elastyczne meta-materiały o silnym tłumieniu mikrofal, nanokompozyty ekranujące promieniowanie elektromagnetyczne (w tym rentgenowskie i gamma), a także materiały o kierunkowej przewodności cieplnej, co znajduje

zastosowanie w zarządzaniu przepływem ciepła w układach elektronicznych. Wyniki te łączą ze sobą bogactwo atrakcyjnych właściwości fizycznych materiałów 2D z możliwością formowania i produkcji lekkich, elastycznych materiałów na skalę przemysłową.

Pod względem merytorycznym dorobek badawczy zespołu należy uznać za wybitny. Całkowita liczba artykułów naukowych opublikowanych przez zespół w latach 2023–2024 wyniosła 26, przy łącznym współczynniku wpływu ponad 118 oraz sumarycznej punktacji MNiSW wynoszącej 2910 punktów. Warto przy tym zaznaczyć, że wiele z tych publikacji ukazało się w czasopiśmie o bardzo wysokim współczynniku IF (bliskim a nawet przekraczającym 10 punktów), co świadczy o międzynarodowym uznaniu prowadzonych badań. Ponadto, w wymienionym okresie zespół może pochwalić się siedmioma zgłoszeniami patentowymi i znakami towarowymi, z których część dotyczy rozwiązań gotowych do komercjalizacji.

Zgromadzony dorobek zespołu wyraźnie pokazuje, że mamy do czynienia z grupą badawczą o wyjątkowej dynamice rozwoju i silnym przywództwie naukowym, a jej działalność wyróżnia się spójnością celów, dojrzałością metodologiczną oraz doskonałym wyczuciem aktualnych trendów światowej nanonauki i inżynierii materiałowej. Zgłoszony do nagrody dorobek zespołu spełnia wszystkie kryteria wymagane przy tego rodzaju wyróżnieniach: ma on charakter nowatorski, jest udokumentowany i potwierdzony publikacjami oraz zgłoszeniami patentowymi, a jego znaczenie wykracza poza wąskie ramy dyscypliny – znajduje bowiem zastosowanie w różnych dziedzinach techniki i nauk przyrodniczych. Warto także zaznaczyć istotną aktywność zespołu w obszarze kształcenia młodych badaczy, który nie tylko realizuje ambitne projekty badawcze, ale także skutecznie kształtuje nową generację naukowców.

Podsumowując, przedstawiony wniosek o wyróżnienie prac badawczych zespołu prof. Zdrojka nagrodą Ministra w zakresie działalności naukowej uznaje się za w pełni uzasadniony. Przedstawione osiągnięcia naukowe i technologiczne zespołu zasługują na najwyższe uznanie i stanowią przykład efektywnej, interdyscyplinarnej pracy badawczej o realnym wpływie na rozwój polskiej i światowej nauki i gospodarki.