

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ PANI MGR INŻ. ANNY BLACHY
p.t. „NANORURKI WĘGLOWE I GRAFEN NA GRANICY FAZ
ORAZ W SIECI TRÓJWYMIAROWEJ:
MODYFIKACJE FIZYKOCHEMICZNE DLA UKŁADÓW FUNKCJONALNYCH”**

**przygotowanej pod kierunkiem naukowym Pana Promotora, Prof. dr. hab. inż.
Sławomira Boncla**

Podstawą wydania opinii o rozprawie doktorskiej Pani mgr inż. Anny Blachy jest pismo Pani Przewodniczącej Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Śląskiej, Prof. dr hab. inż. Doroty Neugebauer z dnia 10 grudnia 2025 roku (RDNCh.512.15.2025)

Przedstawiona mi do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Anny Blachy stanowiąca podstawę w procedurze uzyskania stopnia doktora w dziedzinie nauk przyrodniczych i ścisłych w dyscyplinie nauki chemiczne doskonale wpisuje się w trendy najprężniej rozwijających się dziedzin współczesnej nauki – chemii materiałowej i nanotechnologii. Praca przynosi twórcze rozszerzenie tematyki badawczej zespołu Pana Prof. dr. hab. inż. Sławomira Boncla i dołącza do światowego nurtu badań prowadzonych przez Promotora od lat. Nanostruktury węglowe są obecnie najczęściej eksplorowanymi związkami ze względu na unikatowe właściwości, a ich modyfikacje stanowią duże wyzwanie, którego to właśnie podjęła się Doktorantka pomimo wiedzy o problemach z dyspersyjnością, kompatybilnością międzyfazową oraz skalowalnością procesów chemicznych.

Praca napisana jest w układzie standardowym. Rozpoczyna ją Podziękowania, Spis treści, a następnie *Abstract in English*, Abstrakt w języku polskim, Słownik skrótów i symboli, Wstęp czyli Część literaturowa (184 pozycje), Cele i zakres pracy, Wyniki i dyskusja, Podsumowanie i perspektywy, Literatura, Spis rysunków, Osiągnięcia akademickie, Oświadczenia współautorów i kończy ją opublikowany monotematyczny cykl czterech publikacji.

Część literaturowa pracy składająca się z trzech krótkich rozdziałów (17 stron) wskazuje jednak na bardzo dobrą znajomość literatury przedmiotu (156 pozycji). Doktorantka zamieściła w niej charakterystykę nanorurek węglowych i grafenu, metod ich otrzymywania, możliwości zastosowań oraz opisała ich właściwości fizykochemiczne, które uzasadniają

celowość podjętych przez Nią badań bazujących na modyfikacji materiałów grafenowych. W kolejnym podrozdziale Pani mgr inż. Anna Blacha powiązała zależności struktura-właściwości-funkcja, co stanowi fundament projektowania nowoczesnych nanomateriałów wielofunkcyjnych.

Autorka w rozdziale 2 opisała cel badań podjętych w czasie realizacji dysertacji jakim jest opracowanie przyjaznych dla środowiska metod produkcji oraz przetwarzania nanorurek węglowych i grafenu uzyskując efektywne sieci przewodzące 3D poprzez kontrolowaną syntezę, obecność defektów, jakość dyspersji i kompatybilność międzyfazową. Pani mgr inż. Anna Blacha wskazuje cztery najważniejsze osiągnięcia. Ciekawi mnie Jej zdanie, które z przeprowadzonych badań uważa za swój największy sukces i dlaczego.

Wyniki opisane w 3 rozdziale pracy doktorskiej opublikowano w bardzo prestiżowych czasopismach, takich jak *Advanced Materials*, *Advanced Materials Interfaces*, *Journal of Energy Storage* oraz *ACS Sustainable Chemistry Engineering*, w których ich jakość i oryginalność jest skrupulatnie oceniana przez zewnętrznych recenzentów i edytora. Z tego powodu uważam, że ponowne opisywanie i ocena jakości tych danych oraz ich ponowne podsumowanie są zbędne. Podobnie jak wymienione grono uważam, że jakość przedstawionych wyników jest wysoce interesująca, ponieważ obejmują one bardzo obszerne badania nowych kompozytów efektywnych jako materiały funkcjonalne o właściwościach aplikacyjnych. Ponadto publikacje te są doskonałym przykładem sfinalizowania pomysłów chemicznych Promotora, które zawarł w swojej aplikacji ubiegając się o finansowanie projektu OPUS. I właśnie w ramach realizacji założeń tego grantu wykonano ocenianą pracę doktorską Pani mgr. inż. Anny Blachy. Zaprezentowany cykl czterech publikacji to piękne zilustrowanie połączenia wizjonerskiej idei Promotora z praktyczną realizacją przez Kandydatkę do stopnia naukowego doktora wskazujące na owocną współpracę naukową potwierdzającą powiedzenie, że talent jest w pomysśle, sztuka w wykonaniu!

Wysoką jakość zadań badawczych opisanych w artykule naukowym P1 docenili recenzenci prestiżowego czasopisma *Advanced Materials*, co jest godne pochwały dla Doktorantki, oczywiście nie zapominając o wiodącej roli Promotora. Doktorantka i współautorzy wykazali

amfifilową naturę płatków grafenu poprzez testy „chemii mokrej”, mikroskopię optyczną, mikroskopię elektronową oraz teorię funkcjonału gęstości, dynamikę molekularną i obliczenia Monte Carlo. Zaobserwowano, że oddziaływania między płatkami można również kontrolować poprzez zmianę stosunku oleju do wody. Ponadto przewiduje się, że płatki grafenu mogą być skutecznie stosowane jako stabilizatory nowej generacji, które są aktywne w warunkach wysokiego ciśnienia, wysokiej temperatury i w roztworach soli, co znacznie zwiększy wydajność i funkcjonalność zastosowań opartych na tym materiale.

W opublikowanej pracy naukowej P2 w renomowanym czasopiśmie *Advanced Materials Interfaces* wykazano amfipatyczność krótkich i cienkich nanorurek węglowych, która podobnie jak w przypadku płatków grafenu jest istotna w stabilizacji emulsji Pickeringa.

Z prawdziwą satysfakcją stwierdzam, iż opisane w pracy naukowej P3 wyniki badań opublikowano w poważanym czasopiśmie *Journal of Energy Storage*, a co najważniejsze badania te docenione zostały nie tylko przez edytora i recenzentów, ale również przez naukowców, gdyż ta praca była cytowana 95 razy. *Chapeau bas!* W publikacji określono wpływ morfologii i krystaliczności nanorurek węglowych na właściwości termofizyczne nanokompozytów parafinowych.

W ostatniej publikacji P4 ogłoszonej w cenionym periodyku *ACS Sustainable Chemistry Engineering* opracowano biomimetyczną metodę hydrofilizacji grafenu pozwalającą na otrzymywanie stabilnych dyspersji wodnych oraz zaprojektowano i scharakteryzowano elektroprowadzące powłoki o charakterze aplikacyjnym.

W oświadczeniach o indywidualnym wkładzie Pani mgr inż. Anna Blacha zamieściła szczegółowy opis swojego wkładu w każdą z publikacji cyklu oraz opisała jakie czynności wykonywała w prowadzonych eksperymentach i jakich metod analitycznych używała do pełnej charakterystyki właściwości otrzymanych nanomateriałów. Wyraźnie widać, że Autorka brała kluczowy udział we wszystkich etapach pracy naukowej, co świadczy o Jej dojrzałości naukowej i przygotowaniu do samodzielnej pracy badawczej. Uważam jednak, że nawet najlepiej i najdokładniej opisane czynności nie zobrazują tytanicznej pracy Doktorantki.



Pragnę podkreślić precyzję w rozwiązywaniu postawionych problemów naukowych oraz nowatorskie koncepcje w podejmowaniu trudnych wyzwań. Ważnym elementem rozprawy jest wysoki poziom interpretacji uzyskanych wyników pozwalający na przedstawienie dobrze ugruntowanych i istotnych wniosków. Uważam, że cele postawione przez Doktorantkę zostały w pełni osiągnięte. Zastosowany warsztat badawczy i sposób przedstawienia wyników dowodzi dużej biegłości doświadczałnej i znajomości nowoczesnej chemii materiałowej i nanotechnologii.

Chciałabym jeszcze zwrócić uwagę, że odzwierciedleniem nowości naukowej i efektywności sformułowanych zadań jest publikacja uzyskanych wyników w czterech pracach naukowych opublikowanych w bardzo dobrych czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej (IF~50). Ponadto Pani mgr inż. Anna Blacha jest współautorką dziewięciu innych publikacji z listy filadelfijskiej. Dla wszystkich publikacji Doktorantki *Impact Factor* wynosi 98, liczba cytowań ponad 260, a indeks Hirscha 9, to niezwykle wysokie dane scjentometryczne jak na etap kariery naukowej. Pani mgr inż. Anna Blacha była stypendystką pięciu projektów (OPUSx3, TANGO, „Najlepsi z Najlepszych”), odbyła dwa krótkoterminowe staże zagraniczne (ENS Paris-Saclay University we Francji, Cranfield University i Cambridge University w Wielkiej Brytanii), dwukrotnie prezentowała ustnie wyniki swoich badań na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Doktorantka jest laureatką prestiżowego Stypendium START(2025). Mój zachwyt dla osiągnięć Doktorantki właściwie nie powinien być dla mnie zaskoczeniem, gdyż pracę doktorską wykonywała Ona pod kierunkiem naukowym uznanego specjalisty w nanotechnologii Pana Profesora Sławomira Boncla, którego bezprecedensowe osiągnięcia naukowe są wysoko cenione przez światową społeczność naukową.

W podsumowaniu tej recenzji, której wykonanie było dla mnie prawdziwą przyjemnością, dodam tylko, że życzę Autorce niegasnącej wnikliwości badawczej, połączonej z niesłabnącym zaangażowaniem, odzwierciedlonej w najbliższej przyszłości w wyśmienitych publikacjach w najbardziej renomowanych czasopismach naukowych i gratuluję ponadprzeciętnej rozprawy doktorskiej!

Dlatego dziękuję Wysokiej Radzie Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Śląskiej za zaszczyt bycia recenzentem ocenianej pracy.



Praca doktorska Pani mgr inż. Anny Blachy spełnia wszelkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim, wobec czego przedkładam wniosek o dopuszczenie Kandydatki do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto, biorąc pod uwagę bardzo pozytywną ocenę zamieszczoną powyżej, zwracam się z wnioskiem o wyróżnienie, gdyż otrzymane przez Doktorantkę hybrydy kompozytowe są przykładem eleganckiego wprzęgnięcia nanotechnologii w zrozumienie i zaprojektowanie nowych nanomateriałów, ale nade wszystko ważnych i skądinąd odważnych ich modyfikacji. Duży potencjał aplikacyjny tych hybryd w materiałach technologicznych przyjaznych środowisku może stanowić podstawy pod bardziej zaawansowane prace naukowe. Dysertacja Pani mgr inż. Anny Blachy z naddatkiem spełnia zwyczajowe wymagania stawiane pracom doktorskim.

Podpisano odręcznie przez autora

Poznań, 29.01.2026