

Dr hab. Tomasz Kwapiński, prof. UMCS  
Katedra Fizyki Powierzchni i Nanostruktur  
e-mail: [tomasz.kwapinski@umcs.pl](mailto:tomasz.kwapinski@umcs.pl)  
tel. +48 81 537 61 34

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej  
Instytut Fizyki  
pl. M. Curie Skłodowskiej 1  
20-031 Lublin

## Ocena osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr. inż. Michała Inglota w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

### I Informacje ogólne

Pan dr inż. Michał Inglot ukończył studia I stopnia z fizyki (licencjat) w 2005 r. na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego, a następnie kontynuował studia magisterskie z fizyki, które ukończył w 2007 r. na tej samej uczelni. Pięć lat później, w 2012 r. uzyskał stopień doktora w dziedzinie nauk fizycznych również na Uniwersytecie Rzeszowskim broniąc pracę doktorską pt. „*Magnetyzacja indukowana domieszkami i generacja prądu spinowego w grafenie*”, napisaną pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Vitalii’ego Dugaeva. W międzyczasie habilitant studiował na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej, gdzie w 2006 roku uzyskał tytuł zawodowy inżyniera elektryka.

Z informacji o zatrudnieniu i stażach naukowych wynika, że pan Michał Inglot związany był zawodowo głównie z Politechniką Rzeszowską, gdzie pracował na stanowisku adiunkta w latach 2012-2015 oraz 2016-2019, z przerwą na pracę w podkarpackiej, prywatnej firmie ML System SA zajmującej się m.in. fotowoltaiką. Od roku 2019 do chwili obecnej habilitant zatrudniony jest w Katedrze Fizyki i Inżynierii Medycznej na Wydziale Matematyki i Fizyki Stosowanej Politechniki Rzeszowskiej na stanowisku profesora uczelni.

Dane naukometryczne wskazują, że habilitant posiada w sumie 30 publikacji naukowych oraz wskaźnik cytowań na poziomie 211 (bez autocytowań, dane z Web of Science), index Hirscha habilitanta wynosi 8, co jest raczej typowym wynikiem dla osób będących kilka lat po obronie doktoratu (choć w tym przypadku okres ten jest nieco dłuższy bo obejmuje 13 lat).

### II Tematyka badań naukowych

Problematyka badań prowadzonych przez dr. M. Inglota obejmuje kilka obszarów współczesnej nauki i dotyczy głównie fizyki układów niskowymiarowych, w szczególności grafenu. Badania habilitanta koncentrują się na teoretycznym opisie zjawisk transportowych oraz optycznych w grafenie w obecności zewnętrznych pól elektrycznych, magnetycznych i elektromagnetycznych, z uwzględnieniem roli sprzężenia spin-orbita typu Rashby. Sprzężenie to łamie symetrię inwersji i prowadzi do rozszczepienia stanów spinowych, co jest przyczyną pojawienia się topologicznych stanów brzegowych, a także prądów ładunkowych i spinowych. Te zjawiska czynią grafen interesującym materiałem do badań, są bardzo aktualne, z dużym potencjałem aplikacyjnym takich materiałów w spintronice i technologiach kwantowych.

Dr M. Inglot uczestniczył również w badaniach układów altermagnetycznych z kropką kwantową, w których istnieje możliwość kształtowania stanu splątanego. Ponadto brał udział w badaniach wpływu nieuporządkowania na widma nośników ładunku i ekscytonów w strukturach półprzewodnikowych zawierających studnie kwantowe. Zainteresowania naukowe dr. M. Ingłota obejmują również obszar współpracy z otoczeniem gospodarczym i badaniami oddziaływania światła z materią oraz projektowaniem nanostruktur i warstw aktywnych w urządzeniach optoelektronicznych.

### III. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

Podstawą do ubiegania się przez dr. inż. Michała Ingłota o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego jest powiązany tematycznie cykl ośmiu prac opublikowanych w latach 2014-2024, pod tytułem: *Własności optyczne i transportowe wybranych struktur grafenowych*.

Wszystkie prace, ponumerowane przez habilitanta od [H1] do [H8], zostały opublikowane w języku angielskim, w uznanych międzynarodowych czasopismach naukowych: siedem prac w Physical Review B oraz jedna w Applied Physics Letters. Cykl publikacji naukowych [H1-H8] dotyczy badań teoretycznych układów grafenowych w obecności zaburzeń w postaci defektów/domieszek krystalicznych, a także poddanych działaniu pola elektrycznego, magnetycznego czy promieniowania elektromagnetycznego. Badania te są zatem kontynuacją zagadnień, których dotyczyła praca doktorska habilitanta, gdzie autor zajmował się także domieszkami w grafenie ze sprzężeniem Rashby i analizował prądy spinowe w takim układzie.

W swoich pracach habilitant stosuje szereg zaawansowanych metod obliczeniowych teorii materii skondensowanej, dostosowanych do badanego problemu fizycznego. Do opisu struktury elektronowej grafenu wykorzystuje przybliżenie Weyla-Diraca, umożliwiające analizę widma energetycznego w pobliżu punktów Diraca z uwzględnieniem efektów relatywistycznych i oddziaływania spin-orbita. W badaniach własności transportowych stosuje formalizm funkcji Greena, pozwalający na modelowanie dynamiki elektronów w układach niejednorodnych oraz analizę stanów rezonansowych na domieszkach i defektach. Dodatkowo wykorzystuje półklasyczne kinetyczne równanie Boltzmanna do opisu transportu ładunku i ciepła w warunkach nierównowagowych, w tym efektów termoelektrycznych. Do analizy oddziaływania grafenu z promieniowaniem elektromagnetycznym stosuje złotą regułę Fermiego w ramach teorii zaburzeń. Jednowymiarowe stany elektronowe na ściankach domenowych opisuje poprzez rozwiązywanie równania Schrödingera z uwzględnieniem sprzężenia Rashby oraz oddziaływania Zeemana. Jest więc to niewątpliwie szeroki i istotny warsztat naukowy pozwalający na rozwiązywanie wielu problemów fizycznych.

W publikacjach [H1, H3, H5, H6] badane są mechanizmy oddziaływania grafenu ze światłem, które mogą prowadzić do pojawienia się prądów ładunkowych i spinowych. W pracy [H1] wykazano, że w grafenie ze sprzężeniem Rashby możliwe jest generowanie polaryzacji spinowej przez światło, szczególnie przy częstotliwościach odpowiadających rozszczepieniu pasm spinowo-orbitalnych. W publikacji [H3] badany jest efekt fotogalwaniczny - okazuje się, że w grafenie ze sprzężeniem spin-orbita możliwa jest optyczna generacja prądu elektrycznego, zachodząca w ograniczonym zakresie częstotliwości (w podczerwieni), a odpowiedni dobór częstotliwości światła umożliwia selektywną kontrolę prądu spinowego i elektrycznego. Podobne zjawiska były analizowane w pracy [H5], gdzie autorzy opisywali falę elektromagnetyczną z uwzględnieniem orbitalnego momentu pędu światła. Uzyskane wyniki wskazują, że w tym przypadku dużą rolę odgrywają przejścia międzypasmowe, a składowa poprzeczna wektora falowego oraz zewnętrzne pole magnetyczne znacząco wzmacniają prąd spinowy, co umożliwia wysoce efektywną i sterowalną optyczną generację prądów w grafenie. W pracy [H6] autorzy wykazali, że w nanowstążkach grafenu z warunkami brzegowymi typu *armchair*, absorpcja światła jest wzmocniona wskutek kwantowania rozmiarowego w określonych zakresach energii fotonu, a przy złamanej symetrii czasowej można uzyskać trwały stan

nierównowagowy, w którym zachowana jest relacja między procesami generacji i relaksacji elektronów.

Badania efektów termoelektrycznych i termomagnetoelektrycznych opisane zostały w publikacjach [H2, H4]. W pracy [H2] autorzy wykazali, że rezonansowe domieszki w grafenie powodują silne rozpraszanie elektronów w pobliżu poziomu Fermiego, co prowadzi do istotnego wzrostu współczynnika Seebecka oraz poprawy współczynnika termoelektrycznego i dobroci. Domieszki są także przyczyną łamania prawa Wiedemanna-Franza w grafenie. Publikacja [H4] dotyczy niedomieszkowanej warstwy/paska grafenu umieszczonego w gradiencie temperatury, pomiędzy elektrodami i z silnym sprzężeniem Rashby. Wykazano istnienie termicznie indukowanych prądów spinowych (w gradiencie temperatury), spinowej polaryzacji elektronów, jak również transportu energii cieplnej wzdłuż takiej wstążki grafenowej.

Stany zlokalizowane na ścianie domenowej w grafenie są tematem publikacji [H7] i [H8]. W pierwszej z nich autorzy wykazali, że w grafenie z oddziaływaniem spin-orbita Rashby, który jest sprzężony z warstwą ferromagnetyczną ze ścianką domenową, powstają zlokalizowane jednowymiarowe stany chiralne w przerwie energetycznej, tworzące po dwa pasma przy każdym punkcie Diraca. Ponadto wzdłuż ścianki domenowej może pojawić się skwantowane anomalne przewodnictwo Halla. W publikacji [H8] autorzy wyprowadzili analityczne rozwiązania dla stanów elektronowych zlokalizowanych na ściankach Rashby i wykazali, że pojawiają się one w przerwie energetycznej jako stany brzegowe propagujące się wzdłuż ścianki, przy czym ściana Rashby nie zamyka przerwy energetycznej. Ponadto wykazano istnienie w takim układzie ciężkich fermionów o bardzo dużej masie efektywnej oraz niezerowych prądów spinowych indukowanych gradientem temperatury, przy zaniku prądu ładunkowego.

W przedstawionym cyklu prac, za szczególnie interesujące uważam badania zjawisk fotoelektrycznych w układach grafenowych, gdzie możliwe jest efektywne sterowanie prądami spinowymi i ładunkowymi. Na uwagę zasługują również badania chiralnych stanów krawędziowych na ściankach domenowych w grafenie, gdyż dotyczą bardzo aktualnych zagadnień obejmujących niskowymiarowe materiały topologiczne. Wszystkie artykuły [H1-H8] są wieloautorskie i zawierają od trzech do sześciu autorów. Współautorami tych prac są zawsze prof. J. Barnaś oraz prof. V.K. Dugaev. W zgłoszonych publikacjach nazwisko habilitanta figuruje na pierwszym miejscu listy autorów, co wskazuje na jego istotny wkład w ich przygotowanie. Zostało to także potwierdzone w stosownych oświadczeniach wszystkich współautorów artykułów. Szkoda, że habilitant nie opublikował żadnej pracy samodzielnie – z jego oświadczeń wynika, że brał udział we wszystkich etapach powstawania każdej ze zgłoszonych do cyklu prac, a więc taka publikacja mogłaby powstać i byłaby obiektywnym potwierdzeniem samodzielności naukowej habilitanta. W obecnej sytuacji należy oprzeć się jedynie na oświadczeniach współautorów.

Liczba cytowań publikacji jest również pewną miarą osiągnięcia naukowego. Dla artykułów zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe [H1-H8], znajdujemy, że były one cytowane łącznie ponad 100 razy (bez autocytowań), przy czym najwięcej cytowań mają najstarsze prace z 2014/2015 r. (po 25, 17, 24 i 17 cytowań). Nie jest to może szczególnie wysoki wynik, ale należy uznać, że prace te zostały zauważone przez środowisko naukowe.

W mojej ocenie przedstawiony cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowi spójną całość, a publikacje zawierają szereg nowych i ważnych wyników, które wzbogacają naszą wiedzę z zakresu fizyki układów niskowymiarowych. Zatem należy uznać, że przedstawiony cykl publikacji jest oryginalnym wkładem habilitanta do fizyki. Biorąc pod uwagę oświadczenia współautorów o ich udziale w powstaniu tych prac i dominującą rolę habilitanta, jak również liczbę cytowań tych publikacji należy stwierdzić, że przedstawione osiągnięcie naukowe dr. M. Inglota stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne.

#### **IV Ocena pozostałych osiągnięć naukowych oraz aktywności dydaktycznej, popularyzatorskiej i organizacyjnej**

Osiągnięcia naukowe, o których mowa w art. 219 ust. 1 punkt 2 (ustawy z dn. 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce), oprócz cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych obejmują także inne obszary działalności naukowej o istotnym znaczeniu dla danej dziedziny, do których odnoszę się poniżej.

##### **a) inne publikacje naukowe**

Przed uzyskaniem stopnia doktora habilitant był współautorem 7 prac naukowych, opublikowanych w wysokopunktowanych czasopismach fizycznych (m.in. w Physical Review Letters czy Physical Review B). Dotyczyły one badań efektów spin-orbita w gazach 2D, w grafenie czy anomalnego efektu Halla. Po uzyskaniu stopnia doktora w 2012 roku, dr M. Inglot jest współautorem 23 publikacji naukowych, w tym 8 publikacji, które tworzą osiągnięcie naukowe w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Tak więc dorobek naukowy poza głównym cyklem prac stanowi 15 publikacji (po doktoracie). Większość z tych prac (8 publikacji) została opublikowana w czasopismach o dość niskim współczynniku IF, ok. 0.5, i są to także prace bardzo krótkie, zaledwie 3-4 stronicowe. W dorobku po doktoracie znajdujemy też kilka prac wieloautorskich opublikowanych w dobrych czasopismach fizycznych, np. Physical Review B. Należy zauważyć, że część z tych prac odbiega od głównego nurtu zainteresowań naukowych habilitanta i dotyczy np. kropek kwantowych, stanów splątanych czy fotowoltaiki. To można zaliczyć dr. M. Inglotowi na plus, gdyż wykazał, że ma szeroki wachlarz zainteresowań fizycznych. Dr M. Inglot jest także współautorem jednego z rozdziałów w książce „*Magnetic Nano- and Microwires*” (Editor Manuel V´azquez).

Należy zatem stwierdzić, że działalność habilitanta w tym obszarze jest na dobrym poziomie naukowym. Sumaryczny impact factor prac dr. M. Inglota opublikowanych po doktoracie wynosi ok. 50, jednak moim zdaniem, nie jest to obiektywny wskaźnik działalności naukowej, ponieważ nie uwzględnia liczby autorów poszczególnych prac ani długości ocenianego okresu.

W dorobku naukowym dr. M. Inglota znajdują się publikacje np. [P14, P20], które wpisują się w tematykę cyklu prac stanowiącego osiągnięcie naukowe habilitanta, a mimo to nie zostały zgłoszone do tego cyklu (być może ze względu na niższą rangę czasopisma). Należy jednak zauważyć, że publikacja oznaczona symbolem [P20] M. Inglot V. K. Dugaev, *Graphene Conductance in the Presence of Resonant Impurities*, Acta Physica Polonica A, **128**(2), 163, (2015), wykazuje duże podobieństwo z wynikami zawartymi w publikacji [H2]: Phys. Rev. B **91**, 115410 (2015), która została opublikowana nieco wcześniej (i jest cytowana we wstępie pracy [P20]). Na przykład obie krzywe na rys. 1 (dolny panel) w pracy [P20] wydają się tożsame z krzywymi z pracy [H2] przedstawionymi na rys. 2 (dolny panel), podobnie jeśli chodzi o wszystkie wzory użyte w pracy [P20]. Niepokojące jest, że autorzy pracy [P20] przy prezentacji tych wyników, nie powołują się w tekście na swoje wyniki oryginalne opublikowane w pracy [H2].

##### **b) prezentacje wyników naukowych na konferencjach i seminariach**

Zgodnie z wykazem zawartym w autoreferacie, po uzyskaniu stopnia doktora dr M. Inglot prezentował swoje wyniki badań na 19 konferencjach, co jest dość dużą aktywnością. W dorobku konferencyjnym kandydata brak jest jednak jakichkolwiek wykładów zaproszonych. Podobnie nie są wymienione żadne wykłady zaproszone na seminariach/konwersatoriach w innych ośrodkach naukowych. Kolejnym mankamentem jest fakt, że prezentacje wyników naukowych dr. M. Inglota na międzynarodowych konferencjach fizycznych odbywały się wyłącznie w postaci posterów i nie znajdujemy żadnych referatów w języku angielskim.

Podsumowując, można stwierdzić, że działalność konferencyjna dr. M. Inglota, głównie ze względu na brak wystąpień zaproszonych oraz brak prezentacji ustnych/referatów na konferencjach międzynarodowych pozostaje na poziomie naukowym zdecydowanie poniżej średniej.

### **c) granty naukowe oraz współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym**

W okresie po uzyskaniu stopnia doktora, pan dr Michał Inglot brał udział jako wykonawca w trzech grantach badawczych NCN (Harmonia, Sonata i Opus) dotyczących układów 2D z oddziaływaniem spin-orbita oraz izolatorów topologicznych. Przed otrzymaniem stopnia doktora uzyskał grant na badania zjawisk termoelektrycznych i termomagnetoelektrycznych w grafenie, którego był kierownikiem i realizował go w latach 2011-2014. Otrzymał w tym czasie, lub brał czynny udział w kilku grantach badawczo-rozwojowych Podkarpackiego Centrum Innowacji. Nie znamy jednak na jak duże kwoty finansowania opiewały te granty i czy zakończyły się z sukcesem.

Ponadto habilitant brał udział w dwóch projektach badawczo-rozwojowych B+R przyznanych prywatnej firmie ML System SA, których celem było wdrożenie zestawu szybowego dla budownictwa (projekt NCBiR, 2015-2018) oraz osiągnięcie przewagi technologicznej spółki w produkcji m.in. ogniw fotowoltaicznych (2017-2020). Oczywiście takie zaangażowanie pozwala zdobyć cenne doświadczenia i praktyczną wiedzę w realizacji projektów przy współpracy z otoczeniem gospodarczym zwłaszcza, że udało się zespołowi wytworzyć i wdrożyć nowe produkty jak np. QuantumGlas, czy też poprawić efektywności ogniw barwnikowych DSSC. Warto podkreślić, że w wyniku realizacji tych projektów powstało szereg publikacji naukowych m.in. [P9, P10, P11, P15, P16] (opublikowanych głównie w Acta Physica Polonica A) oraz dwa patenty krajowe. Dodatkowo dr M. Inglot brał udział w opracowaniu algorytmu pozwalającego na rozpoznanie wirusa SARS-cov-2, na podstawie umowy o współpracy z firmą ML System.

Należy zatem uznać że działalność habilitanta w ocenianym obszarze jest znacząca.

### **d) działalność popularyzatorska**

Dr inż. Michał Inglot w punkcie 6.4 autoreferatu wykazał jedynie 3 działania popularyzujące naukę. Są to wykłady z okazji Dnia liczby pi, zajęcia w ramach Politechniki Dziecięcej i bliżej nieokreślone działania w ramach Drzwi otwartych PRz. Jest to dorobek dość skromny jak na doświadczonego nauczyciela akademickiego. Brakuje przede wszystkim własnych inicjatyw popularyzatorskich (np. cykli wykładów, pokazów czy wyjazdów do szkół) a także artykułów popularyzatorskich, wywiadów prasowych i innych form upowszechniania nauki. Zatem, w tym obszarze dorobek habilitanta wygląda dość słabo i nie może być uznany za znaczący.

### **e) działalność dydaktyczna i organizacyjna**

Pan dr Michał Inglot prowadził na uczelni zajęcia dydaktyczne ze studentami, w tym wykłady, konwersatoria oraz laboratoria, głównie w obszarze fizyki i informatyki. W przedłożonej dokumentacji brakuje jednak informacji dotyczących sprawowanej przez habilitanta opieki naukowej nad pracami licencjackimi lub magisterskimi, zarówno w charakterze promotora, jak i promotora pomocniczego. W mojej ocenie trudno uznać za prawdopodobne, aby pracownik naukowo-dydaktyczny przez tak długi okres zatrudnienia nie pełnił opieki nad żadną pracą dyplomową.

Pozytywnie natomiast należy przyjąć udział habilitanta w projektach dydaktycznych „Nowa jakość – program rozwoju PRz” (w latach 2018-2022) oraz „Inżynier na staż” (w latach 2017-2019) wymienionych p. 6.2 autoreferatu, w których był on koordynatorem lub kierownikiem.

Dr Michał Inglot dość aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej Wydziału i Uczelni na której pracuje, ale także w środowisku naukowym w regionie. Na wniosek Dziekana został powołany do Rady Wydziału Matematyki i Fizyki Stosowanej PRz Ponadto dr M. Inglot pełni funkcję przewodniczącego Rady dyscypliny nauki fizyczne na tymże Wydziale, oraz jest członkiem dwóch komisji wydziałowych i jednej uczelnianej. Działa również w kilku organizacjach i radach związanych energią odnawialną i fotowoltaiką - został powołany przez Ministra Klimatu i Środowiska na członka Rady Koordynacyjnej ds. Rozwoju Sektora Fotowoltaiki. Był także członkiem komitetu naukowego lub organizacyjnego kilku konferencji odbywających się w Polsce, członkiem zespołu redakcyjnego zeszytu naukowego PRz „Physics for economy”, a także wykonał kilkanaście recenzji artykułów w czasopiśmie fizycznych. W okresie po doktoracie dr Michał Inglot otrzymał jedną nagrodę: Brązowy krzyż zasługi w 2022r.

## **V Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.**

Zgodnie z art. 219 ust. 1 punkt 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, habilitant powinien wykazać się także istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Z informacji o zatrudnieniu i stażach naukowych wynika, że dr M. Inglot nie był zatrudniony na etacie ani na stażu typu postdoc w żadnej innej jednostce naukowej, zarówno w kraju, jak i za granicą. Potwierdzają to także afiliacje podawane w publikacjach dr. M. Inglota. Zwyczajowo przyjmuje się, że brak takich pobytów może stanowić podstawę do uznania wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego za przedwczesny.

W przypadku dr. M. Inglota w wykazie osiągnięć naukowych, w części II punkt 6, znajdujemy informacje o krótkich wyjazdach habilitanta w 2014r., 2015r. i w 2024r. do ośrodka zagranicznego w Niemczech (Martin Luther Universitat Halle Wittenberg, Institute of Physics), a także o jego pobycie w 2021 r. na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na Wydziale Fizyki. Niestety, w obu przypadkach nie podano charakteru tych wyjazdów. W moim przekonaniu można jednak uznać, że pobyty w tych ośrodkach przyczyniły się do powstania publikacji naukowych ze współpracownikami z Niemiec i z Poznania, których część stanowi osiągnięcie naukowe habilitanta. Tym samym aktywność dr. M. Inglota w obszarze współpracy naukowej, realizowanej w co najmniej dwóch zewnętrznych ośrodkach naukowych, w pewnym stopniu wypełnia przepisy ustawy.

## **VI Podsumowanie**

Biorąc pod uwagę przedłożony do oceny wniosek dr. inż. Michała Inglota wraz z załącznikami, stwierdzam, że wykazane osiągnięcia naukowe odpowiadają wymaganiom, jakie powinna spełniać osoba ubiegająca się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W szczególności cykl powiązanych tematycznie ośmiu artykułów naukowych tworzy spójną całość, stanowi oryginalny wkład habilitanta w rozwój nauki oraz wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne.

*Tomasz Kwapiński*