



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 4000 (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

Wrocław, 10.03.2024

prof. dr hab. inż. **Artur Bednarkiewicz**

tel. **48 71 3954 291**

e-mail: **a.bednarkiewicz@intibs.pl**

Recenzja dorobku naukowego **dr Anny Marleny Synak**, w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie Nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.

Osiągnięcie habilitacyjne stanowi cykl powiązanych tematycznie dziewięciu artykułów naukowych pod wspólnym tytułem:

**„Analiza transportu elektronowej energii wzbudzenia, jej pułapkowania i agregacji międzymolekularnej w wybranych układach fluoryzujących”**

### ***Sylwetka Habilitantki***

Pani dr Anna Synak od początku swojej działalności naukowej związana była z Wydziałem Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego, gdzie zrealizowała pracę magisterską (2001 r.), uzyskała dyplom Podyplomowego Studium Podstaw Informatyki (2007 r.) oraz stopień doktora nauk fizycznych w zakresie fizyka (2007 r.). Wszystkie te etapy były realizowane pod opieką prof. dr hab. Piotra Bojarskiego. Od marca 2010 roku jest adiunktem naukowo-dydaktycznym na w/w wydziale. W międzyczasie zrealizowała 17 miesięczny staż na Uniwersytecie University of Castilla La Mancha, Toledo, Hiszpania w ramach stypendium Marii Skłodowskiej-Curie (VII Program Ramowy UE).



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 4000 (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

### ***Ocena aktywności naukowo-dydaktycznej Habilitantki***

Osiągnięciem, które Kandydatka, wypełniając wymóg Ustawy z dnia 20 lipca 2018r Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy), przedstawiła w autoreferacie jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, stanowi cykl dziewięciu, w większości wieloautorskich publikacji z lat 2011-2022 (dalej zwanych „osiągnięciem”). Osiągnięcie zatytułowane jest: **„Analiza transportu elektronowej energii wzbudzenia, jej pułapkowania i agregacji międzymolekularnej w wybranych układach fluoryzujących”**.

Publikacje stanowiące osiągnięcie zostały opublikowane dobrych i bardzo dobrych czasopismach w obszarze fizykochemii, materiałów optycznych i inżynierii materiałowej. W większości z przedstawionych prac, pani dr Anna Synak jest pierwszym autorem, w tym (często razem z promotorem, prof. Piotrem Bojarskim) autorem korespondencyjnym. Konfrontując oświadczenie Habilitantki dotyczące zakresu jej zaangażowania względem wszystkich oświadczeń współautorów tych wieloautorskich prac, stwierdzam, że dominujący wkład Habilitantki jest bezsporny. Wieloautorski charakter prac, uważam więc za duży atut, gdyż te złożone badania wymagały syntezy materiałów, ich wszechstronnej i różnorodnej charakterystyki optycznej i spektroskopowej, i zostały podparte modelowaniem i dogłębnym zrozumieniem badanych układów. Szeroki zespół autorów wskazuje też moim zdaniem na umiejętność Habilitantki do kompleksowego spojrzenia na zaawansowane i często złożone zagadnienia fotochemii i transferu energii. Uwzględniając czas powstania poszczególnych prac, cytowania na poziomie 0.1-1.0 cytowania na rok należy uznać za słabe lub przeciętne. Pod względem cytowań, jedna z prac (H2) wyróżnia się około 2 cytowaniami na rok (data publikacji 2011), jednak pani Synak jest w niej 4 w kolejności autorką. Spójne z tymi obserwacjami cytowania sumaryczne osiągnięcia na poziomie 77 niestety również należy uznać za przeciętne. 47 publikacji w uznanych czasopismach, w których tworzeniu uczestniczyła Habilitantka po obronie doktoratu (lata 2007-2023) robi dobre wrażenie. Cytowania niektórych z tych prac sięga 4 prac na rok. Pani Synak jest również współautorką 9 prac przed obroną doktoratu, co należy uznać za istotne zaangażowanie Habilitantki w pracę naukową od samego początku „kariery” naukowej. Należy również docenić jej współautorstwo w dwóch monografiach naukowych. Moim zdaniem, kładzenie nacisku na dane bibliometryczne, np. przez podawanie sumarycznych wartości IF czy punktów ministerialnych jest kompletnie pozbawione sensu i nie wnosi nic wartościowego do analizy



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 400x (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

dorobku, a wręcz odciąga od sensu ewaluacji wpływu kandydatki na postęp naukowy w dziedzinie.

Udział w 22 konferencjach naukowych (8 referatów i 14 posterów) oraz pomoc z przygotowaniem 24 referatów i 47 posterów innych autorów, świadczy o aktywności naukowej, szerokiej współpracy i uznaniu dorobku i doświadczenia pani Synak w pomiarach i analizie przez kolegów i koleżanki z zespołu. Choć udział w międzynarodowych konferencjach byłaby bardziej cennym doświadczeniem, rozumiem ograniczenia finansowe i w konsekwencji dominację polskich (w tym m.in. Gdańskich, w tym samodzielnie współorganizowanych – np. IWASOM) konferencji w dorobku Habilitantki. Habilitantka nie wykazała żadnej aktywności we współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym, nie recenzowała projektów (choć recenzowała kilkanaście artykułów naukowych).

Działalność organizacyjna (m.in. pomoc przy organizacji konferencji – np. znakomitej i renomowanej konferencji IWASOM) jest na pewno cennym doświadczeniem. Podobnie udział, jako wykonawca w 3 grantach (2 grantach profesora Piotra Bojarskiego oraz Ś.P. Profesora Marka Grinberga), jest bezcennym doświadczeniem. Szkoda jednak, że Habilitantka nie zrealizowała żadnego (prócz Minitury) projektu badawczego NCN w roli kierownika, ale docenić można kierowanie trzech, jednorocznych grantów UG na badania własne. Jej działalność dydaktyczna i wkład w budowanie warsztatu dydaktycznego do studentów (m.in. „Nowoczesne Laboratorium Źródłem Wiedzy”, „Kształcimy Profesjonalistów”, „Uniwersytet Jutra”, „Program rozwoju UG”, uczestnictwo w komisjach stypendialnych itp.) jest bardzo ważnym, i często trudnym do pogodzenia z pracą wyłącznie naukową zadaniem. Pozornie niższe niż oczekiwane rezultaty działalności naukowej na tym etapie kariery (ca. 550 cytowań wszystkich prac, ca. 80 prac wchodzących w skład cyklu, i H-index równy 13) wiążę więc z intensywną aktywnością organizacyjną, działalnością dydaktyczną, podnoszeniem jakości kształcenia na UG oraz działalnością popularyzatorską. Działalność ta została zresztą dostrzeżona i nagrodzona. Również aktywność i jakość badań prowadzonych przez dr Synak została dostrzeżona i nagrodzona (m.in. nagrody indywidualne i zespołowe Rektora UG, medal KEN czy stypendium MSC 7PR). Doskonale rozumiem trudność pogodzenia obu typów pracy, i szczerze doceniam to zaangażowanie w działalność dydaktyczną i okoto-naukową. Habilitantka wykazuje bardzo dużą aktywność w popularyzacji nauki (np. prowadząc wykłady w liceach, na UG), opiekuje się doktorantami (4) i magistrantami (8) i prowadzi prace licencjackie (6). Habilitantka dodatkowo doszkała



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 4000 (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

się również w obszarze naukowym, technicznym, IT i dydaktycznym. Poza cyklem habilitacyjnym, Habilitantka wskazuje na swój udział w badaniach wpływu efektu plazmonicznego na efektywność transferu energii między D a A. Habilitantka dodatkowo wskazuje na lokalne i międzynarodowe współprace, których efektem są liczne i bardzo dobre publikacje naukowe. Całość osiągnięć tworzy obraz osoby bardzo mocno zaangażowanej w dydaktykę i naukę (w tej kolejności).

**Analiza osiągnięcia naukowego - ocena wraz z uzasadnieniem, czy wskazane osiągnięcia naukowe w postaci cyklu 9 powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowi znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny.**

We wstępie (15 stron) Habilitantka opisuje historyczny postęp w rozumieniu transferu energii między donorem a akceptorem, rozwijając przedstawiane informacje do bardziej skomplikowanych przypadków – wiele donorów i/lub wiele akceptorów, przedstawia modele „hoppingowy” oraz „diagramatyczny”, dochodząc do wyjaśnienia zaniku anizotropii emisji, znaczenia takich zjawisk jak migracja energii czy wsteczny transfer energii  $A \rightarrow D$ . Ten wstęp, poparty solidnym opisem teoretycznym różnych metod analitycznych i innych (np. Monte-Carlo) stanowi przy okazji punkt odniesienia dla Habilitantki, by wyjaśnić niedostatki w rozumieniu lub opisie zjawisk transferów energii w bardziej skomplikowanych układach, np. układach częściowo uporządkowanych, strukturach niskowymiarowych w obecności wielu możliwych procesów, np. takich gdzie prócz transferu prostego, dochodzi do migracji energii lub transferu powrotnego. Habilitantka wyjaśnia precyzyjnie (wręcz w podręcznikowy sposób) metodologię i znaczenie parametrów uzyskiwanych w wyniku symulacji Monte-Carlo i hybrydowego modelu Monte-Carlo.

Omówienie prac Habilitantki (18 stron) jest wystarczający dokładne do zrozumienia jej wkładu w postęp naukowy w dyscyplinie, i składa się typowo z wyjaśnienia powodów podjęcia badań, odwołania do przydatnych w danym przypadku metod analizy, opis uzyskanych wyników, interpretację i krótkie wnioski. Opisy poszczególnych prac pozwalają dobrze zorientować się w osiągnięciach Habilitantki a także nabrać przekonania, że zgłoszone osiągnięcie ma istotną wartość naukową, jest przemyślane zarówno pod względem koncepcji, materiałów i metod badawczych. W pracy **H1** badane były zależności stężeniowe wydajności kwantowej i anizotropii emisji rodaminy S w cienkich foliach alkoholu poliwinylowego, gdzie wykazano rolę monomerów i dimerów w transferze energii



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 4000 (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

i zweryfikowano przydatność modelu 'hoppingowego' oraz Monte-Carlo w opisie obserwowanych właściwości spektroskopowych. Oszacowano (niewielką) wydajność kwantową badanego układu oraz wykazano istotne, niepomijalne znaczenie wstecznego transferu energii. W pracy **H4** badano wpływ lokalnych niejednorodności w stężeniu molekuł barwnika w hybrydowych, porowatych układach syntezowanych metodą zol-żel. W pracy **H3**, Habilitantka zaproponowała i przetestowała metodę wyznaczania średniego stężenia lokalnego barwnika w układzie dwuskładnikowym donor-akceptor, która była poprzedzona analizą prostego układu D-A. Co ciekawe, doprowadziło to do stwierdzenia około 10-krotnie większej koncentracji molekuł D i A w porównaniu do jednorodnego ich rozkładu w matrycy. Nowoopracowana metoda wyznaczania lokalnego stężenia molekuł D i A posłużyła w dalszych badaniach (praca **H4**), m.in. do udowodnienia odstępstw od jednoskładnikowego charakteru badanych układów agregatów rodaminę 6G, szczególnie wraz ze wzrostem jej koncentracji. Prace H1, H3 i H4 skupiały się na opracowaniu eksperymentalnej metody wyznaczania lokalnego stężenia molekuł D i A oraz opisu Monte-Carlo bezpromienistego transferu energii w cienkowarstwowych układach hybrydowych w celu wyznaczenia lokalnej koncentracji D i A, z myślą o dokładnej analizie i potencjalnych zastosowaniach takich układów w biodetekcji itp.

Innym ciekawym tematem badawczym podjętym przez Habilitantkę był bezpromienisty transfer energii na kulistych nanostrukturach, np. praca **H8** prezentuje model teoretyczny opisujący przypadek transferu energii dla dwuskładnikowego układu donor-akceptor umieszczonego na nanostrukturze sferycznej. Takie nanostruktury sferyczne, z dołączonymi fluoroforami różnych rodzajów, przypominają sztuczne systemy antenowe w nanoskali, stanowią one także punkt wyjścia do badań i projektowania wielofunkcyjnych kulistych układów rdzeń-otoczka o różnych właściwościach zarówno rdzenia, jak i otoczki. Ten ostatni aspekt jest szczególnie bliski moim własnym zainteresowaniom nanomateriałami rdzeń-płaszcz konwertującymi energię w górę i możliwości ich potencjalnego zastosowania jako donorów energii. Między innymi badano (metodą Monte-Carlo oraz modelem analitycznym) zmiany zaników intensywności fluorescencji w układach D-A z różną liczbą A dla nanocząstek kulistych o różnej wielkości (25 i 50 nm), tłumacząc m.in. wzrost średniego czasu życia D w funkcji rozmiaru nanocząstek. Przeprowadzone symulacje pozwoliły w kolejnych badaniach na np. oszacowanie średniej liczby fluoroforów zakotwiczonych na nanocząsteczkach albo uzyskanie informacji



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 4000 (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

o rozkładzie wielkości tych cząstek. Ciekawe są również badania transferów energii w strukturach rdzeń-płaszcz. Habilitantka badała (praca **H9**)  $TiO_2@SiO_2$  z rodaminą 110 jako D oraz rodaminą 101 jako A. Rozpatrywano typowy przekazu energii w jednym kroku albo w wyniku wieloetapowej migracji energii zakończonej transferem energii do akceptorów. Udało się w/w dwuskładnikowy układ D-A opisać poprawnie na drodze symulacji MC, m.in. poprawnie szacując proporcję ilości molekuł D i A na powierzchni nanocząstek.

Kolejny cykl prac skupiał się nad badaniem wpływu czynnika orientacyjnego ( $\kappa$ ) na wybrane własności bezpromienistego transferu energii. We wstępie do tego fragmentu autoreferatu słusznie zauważono potrzebę opracowania materiałów i metod analizy procesów transferu energii na zwiększonych dystansach, m.in. przez stosowanie wielu donorów lub poprzez efekty plazmoneczne. Habilitantka ze współpracownikami opracowała polipeptyd z wieloma nie agregującymi molekułami akceptora (praca **H2**), podbierającymi energię z pojedynczej molekuly donora. Analiza metodą Monte-Carlo Habilitantka pokazała, że efektywny zasięg transferu energii mógłby zostać w takich konfiguracjach zwiększony 2-3 krotnie nawet do kilkunastu nanometrów w porównaniu do układu jeden D – jeden A. Istotnym wkładem Habilitantki był również pomysł intencjonalnie dobranej orientacji momentów dipolowych molekuł D i A, które pozwoliło uzyskać dystans krytyczny równy 16 nm. Ponadto, w pracy **H5**, na drodze eksperymentalnej i modelowej (MC), Habilitantka badała inne uporządkowane układy polimerowe, i wykazała, że nawet niewielkie odstępstwo od uporządkowania kierunków momentów przejść oddziałujących molekuł prowadzi do dużych zmian w przebiegach widm anizotropii emisji.

Finalnie, w pracach **H6** i **H7**, Habilitantka wykorzystwała bezpromienisty transfer energii do wykrywania i badania aktywności enzymu metaloproteinazy MMP-9, który ma znaczenie w schorzeniach onkologicznych. Między innymi, wykorzystano efekt separacji D (AMCA) i A (TAMRA) wynikający z cięcia peptydu łączącego te dwie molekuly przez MMP-9 i prowadzący do wzrostu intensywności fluorescencji donora. Pozwoliło to badać obecność, koncentrację i aktywność tego enzymu. Habilitantka badała również inny rodzaj peptydu oferujący większy (5.24 nm) dystans D-A, a tym samym oferujący większą dostępność molekuly peptydu dla enzymu, a tym samym oferujący dwukrotnie zwiększoną stałą szybkości reakcji enzymatycznej. Zademonstrowano również selektywność badanego „czujnika”, gdyż inna metaloproteinaza (t.j. MMP-2) nie wykazywała podobnych efektów.



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 4000 (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

W podsumowaniu autoreferatu, Habilitantka klarownie wypunktowuje również swoje najważniejsze osiągnięcia, które 'adresują' problemy i wyzwania opisane we wstępie do autoreferatu i moim zdaniem stanowią istotny postęp w analizie zjawisk transferu energii D-A. Są to m.in. (1) analiza bezpromienistego transferu energii w cienkowarstwowych matrycach porowatych i wykazanie znaczenia niejednorodnego rozkładu fluoroforów dla poprawności tej analizy; (2) opracowanie i weryfikacja modelu transfery energii D-A na kulistych nanocząstkach z uwzględnieniem rozmiarów tych nanostruktur; (3) zastosowanie ET do badania koncentracji, aktywności i specyficzności działania metaloproteiny MMP-9; (4) zbadanie wpływ organizacji molekuł D i A, i kierunkowości momentów dipolowych D i A na efektywność transferu energii, który przykładowo zależy od odległości oddziaływania. Za szczególnie ciekawe z własnej perspektywy, uważam rozważania dotyczące ET na kulistych nanocząstkach oraz poszerzenie zakresu oddziaływania ponad 10 nm. Zastanawiam się m.in. nad możliwością wykorzystania opisanych metod do analizy zjawiska FRET występującego między nanokryształami domieszkowanymi parami lantanowców, które wykazują zdolność do konwersji energii w górę i wyjaśnienia faktu, że czasy życia poziomów wzbudzonych jonów donora są słabo podatne na obecność nawet dużych stężeń akceptorów na powierzchni tych nanokryształów. Dodatkowo, w podsumowaniu Habilitantka jasno wskazuje na nowe tematy badawcze i kierunek swoich przyszłych zainteresowań naukowych.

Język stosowany w autoreferacie jest klarowny i precyzyjny, treść autoreferatu jest czytelna a rysunki (z własnych publikacji) wizualnie dopracowane i przejrzyste. Habilitantka nie ustrzegła się w kilku miejscach pewnych językowych nieprawidłowości lub niefortunnych sformułowań – np. słowo „biosensing” / „do biosensingu” użyte w polskiej wersji językowej (zamiast np. „biodetekcji”) jest żargonowe; i inne np.: „zapropnowałam pomysł na”; „zastosowania aplikacyjne”, „Powody, dla których...są liczne.”, „luminezujące” zamiast „luminescencyjne” (Ref. SJP) - są to jednak drobiazgi i autoreferat należy uznać za dopracowany.

### **Podsumowanie**

Na podstawie przedstawionych do oceny dokumentów stwierdzam, że osiągnięcie habilitacyjne zatytułowane **„Analiza transportu elektronowej energii wzbudzenia, jej pułapkowania i agregacji międzymolekularnej w wybranych układach fluoryzujących”** na które składa się cykl powiązanych tematycznie 9 artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym, oraz pozostały dorobek naukowy i naukowo-dydaktyczny dr



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR  
I BADAŃ STRUKTURALNYCH  
im. Włodzimierza Trzebiatowskiego  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Adres Instytutu:  
ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław  
Adres elektroniczny:  
intibs@intibs.pl

71 343 5021, 71 395 4000 (xxx nr wew.)  
Fax: 71 344 1029  
Poniedziałek - piątek w godz. 7:30-15:30

Anny Synak spełniają wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, określone w Art. 219 ust. 1 pkt 1-3 i stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne.

**W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie Pani dr Anny Synak do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.**

*Artur Bednarkiewicz*

Artur Bednarkiewicz