

dr hab. inż. Jacek Mariusz Żmojda, prof. PB
Politechnika Białostocka
Wydział Elektryczny
Katedra Fotoniki, Elektroniki i Techniki Świetlnej

Białystok, dn. 8.11.2022 r.

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz całości dorobku naukowego, dydaktycznego
i organizacyjnego Pani dr inż. Katarzyny Znajdek
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

1. Podstawa formalna recenzji

Recenzja została wykonana na zlecenie dr hab. inż. Jacka Kucharskiego, prof. PŁ Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej dotyczącego powołania mojej osoby przez Radę do spraw Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej w dyscyplinach automatyka, elektronika i elektrotechnika oraz informatyka techniczna i telekomunikacja, na recenzenta komisji habilitacyjnej, pismo z dnia 13.07.2022 roku.

2. Sylwetka naukowa kandydatki

Pani dr inż. Katarzyna Znajdek swoją karierę naukową rozpoczęła w 2008 roku uzyskując tytuł mgr inż. na kierunku elektronika i telekomunikacja Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej. Rok później ukończyła studia podyplomowe na kierunku technologie optoelektroniki, na tym samym wydziale. Od samego początku swoje zainteresowania naukowe skoncentrowała na nowych technologiach wykorzystywanych w technice fotowoltaicznej, w ramach których od 2009 roku prowadziła badania naukowe w ramach studiów doktoranckich. Na podstawie przedstawionych osiągnięć kandydatki można stwierdzić, iż była bardzo aktywnym uczestnikiem studiów doktoranckich, o czym świadczą uzyskane stypendia naukowe i liczne nagrody na konferencjach. Rozprawę doktorską pt. „Elastyczne ogniwa fotowoltaiczne”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Zbigniew Lisik obroniła z wyróżnieniem w 2014 roku uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektronika, na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej. Również, od 2014 roku Pani dr inż. Katarzyna Znajdek została zatrudniona na stanowisko adiunkta w Katedrze Przyrządów Półprzewodnikowych i Optoelektronicznych na rodzimej Uczelni, gdzie pracuje do dziś. Za cel naukowy swojej pracy badawczej przyjęła rozwijanie technologii oraz charakteryzację warstw konwertujących promieniowanie na potrzeby techniki fotowoltaicznej, wpisując się tym samym w dynamicznie rozwijającą się gałąź przemysłu tzw. „green-energy”. O potencjale naukowym prowadzonych przez kandydatkę badań świadczy otrzymane w 2015 roku stypendium naukowe dla wybitnego naukowca przyznane w X edycji konkursu MNiSW oraz zdobycie w 2019 roku tytułu laureata Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju 2019 w kategorii: Naukowiec Przyszłości za realizację projektu pt. „Wykorzystanie warstw konwerterów energii w nowych rozwiązaniach dla ogniw fotowoltaicznych” sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach programu SONATA. Należy tu również dodać, iż w listopadzie 2021 roku Pani dr inż. Katarzyna Znajdek uzyskała Nagrodę Polskiej Akademii Nauk za wybitne osiągnięcia przyczyniające się do rozwoju nauki dla młodych pracujących na terenie województwa łódzkiego.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. 2018 poz. 1668 ze zm.), będące podstawą do wszczęcia

postępowania habilitacyjnego, Pani dr inż. Katarzyna Znajdek przedstawiła cykl publikacji powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem „Technologie wytwarzania i charakteryzacja warstw konwerterów energii do zastosowań w elastycznych, cienkowarstwowych ogniwach fotowoltaicznych”,

Zasadniczy materiał habilitacyjny składa się z 10 prac opublikowanych w czasopismach naukowych oraz materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazach naukowych (Web of Science), z których 6 znajduje się na liście JCR (Journal Citation Reports) o sumarycznym współczynniku wpływu IF (Impact Factor) wynoszącym 8,864. Publikacje zawarte w cyklu są wieloautorskie, a na podstawie oświadczeń wyraźnie widać, iż we wszystkich pracach Habilitantka była jednym z głównych autorów hipotezy badawczej, opracowała metodykę przeprowadzania eksperymentów, przeprowadziła selekcję parametrów mieszanin opracowywanych konwerterów oraz dokonywała analizy uzyskanych wyników pomiarów. W mojej opinii, wartym uwagi jest również fakt, iż 6 kolejnych publikacji z cyklu (H3-H6), zawiera wyniki badań uzyskane w ramach projektu naukowego SONATA, sfinansowanego przez NCN, w którym Pani dr inż. Katarzyna Znajdek pełniła rolę kierownika. Prace cyklu zostały opublikowane w obszarze mikro i nanoelektroniki oraz optoelektroniki w renomowanych czasopismach, indeksowanych w Journal Citation Reports (JCR), czasopismach punktowanych przez MNiSzW oraz międzynarodowych konferencjach IEEE indeksowanych w bazie Web of Science (WoS), co zasadniczo potwierdza ich wysoką jakość naukową.

Tematyka publikacji przedstawionych do oceny osiągnięcia naukowego dotyczy zagadnień nad opracowaniem skutecznej metody wytwarzania warstw typu *down-conversion* oraz ich pełnej charakteryzacji w kierunku uzyskania wzrostu wydajności cienkowarstwowych elastycznych ogniw fotowoltaicznych. W mojej opinii, celowość podjętej tematyki potwierdza obecny trend na rynku „zielonej energii”, gdzie w dobie kryzysu energetycznego, Pani dr inż. Katarzyna Znajdek postanowiła zmierzyć się z ambitnym wyzwaniem dotyczącym przysłowiowej „walki” o kolejne procenty w sprawności (EQE) ogniw fotowoltaicznych. Analizując osiągnięte wyniki stwierdzam, iż na podstawie obecnego stanu wiedzy oraz posiadanego doświadczenia Habilitantki zaproponowane autorskie rozwiązanie wykorzystujące warstwy konwertujące typu *down-converters* w cienkowarstwowych, elastycznych ogniwach fotowoltaicznych jest dotąd niespotykanym podejściem i stanowi o nowatorskim charakterze przeprowadzonych badań. Poniżej przedstawię syntetyczne osiągnięcia Habilitantki wskazane w cyklu publikacji.

Swoje rozważania nad możliwością wykorzystania nanocząstek ZnO jako konwerterów promieniowania, Kandydatka rozpoczęła zaraz po uzyskaniu stopnia doktora. Pierwsze prace technologiczne związane z wytwarzaniem nanocząsteczkowych warstw konwertujących na bazie ZnO były częściowo realizowane we współpracy z francuską grupą badawczą, z Instytutu Nanotechnologii INL (Institut des Nanotechnologies de Lyon) w INSA Lyon. W pracy [H1] określiła jakie korzystne efekty, zarówno w odniesieniu do zmian gęstości prądu jak również wewnętrznej sprawności kwantowej (EQE), przynosi wykorzystanie ZnO w postaci cienkich warstw napyłanych metodą próżniową LECBD (Low Energy Cluster Beam Deposition). Na podstawie pomiarów optycznych zauważyła, iż w wyniku absorpcji promieniowania nadfioletowego wytworzone warstwy charakteryzuje silna zielono-czerwona emisja, która zachodzi na drodze *down-shiftingu*, i taka struktura może być używana jako konwerter luminescencyjny umieszczony na górnej powierzchni dowolnego ogniwa słonecznego. W celu potwierdzenia postawionej tezy badawczej, przeprowadziła wstępne symulacje komputerowe dla różnych konstrukcji ogniw słonecznych zawierających opracowane warstwy nowego typu konwerterów energii. W każdym analizowanym przypadku zaprojektowana warstwa z nanocząstkami ZnO spowodowała wzrost gęstości prądu na charakterystyce J-V oraz poprawę sprawności ogniw od kilku do kilkunastu procent. Niemniej jednak, ograniczenia wynikające z zastosowanej metody LECBD osadzania cienkich warstw z nanocząstkami ZnO, a przede wszystkim uzyskane obiecujące wyniki badań stały się inspiracją do poszukiwania przez Kandydatkę alternatywnych, tańszych rozwiązań wytwarzania warstw mogących znaleźć zastosowanie w przemyśle.

Wybór padł na metodę powlekania wirowego (spin-coating), w której Autorka wykorzystała opracowane mieszaniny materiału bazowego nanocząstek ZnO zawieszone w matrycy polimerowej [H2-H6]. Mając na uwadze potencjalne wykorzystanie warstw konwertujących w nowej konstrukcji ogniw fotowoltaicznych wykorzystanie przez Habilitantkę metody rozwirowania, wydaje się optymalnym rozwiązaniem problemu oraz spełnia kryteria projektowania procesu technologicznego w myśl idei - „*keep it simple*”. Pierwsze próby technologiczne przeprowadzone przez Autorkę [H2], wykazały możliwość uzyskania emisji warstwy z nanocząstkami ZnO w zakresie widzialnym na skutek wzbudzenia jej promieniowaniem nadfioletowym, co świadczy o możliwości przygotowania odpowiedniej zawiesziny nanocząsteczek ZnO w matrycy polimerowej, a także potencjalnym zastosowaniu jej jako materiału konwertującego w celu poprawy wydajności ogniw słonecznych poprzez zjawisko *down-conversion*. Jednakże, podstawowym problemem okazała się niska jednorodność wytwarzanych struktur, co skłoniło Autorkę do podjęcia kolejnych kroków prowadzących do opracowania nowej technologii osadzania warstw nanocząstek tlenku cynku na cienkowarstwowych ogniwach fotowoltaicznych. W pracach [H3] i [H4] Pani dr inż. Katarzyna Znajdek rozszerzyła zakres badań dla nanocząstek tlenku cynku o różnych wielkościach (20 nm, 90-210 nm), a także przeprowadziła bardziej szczegółową analizę optyczną, w tym pomiary luminescencyjne prezentowane w formie map 3D. Wyniki badań mikroskopii SEM wytworzonych struktur pokazały, iż warstwy osadzone z proszków o większych rozmiarach cząstek są bardziej ciągłe i jednorodne, natomiast mniejsze cząstki mają tendencję do tworzenia aglomeratów. Z tego powodu w kolejnych eksperymentach Habilitantka zaproponowała dodatkowe techniki mieszania wprowadzone przed nałożeniem warstw, a tym samym uzyskała struktury w znacznym stopniu bardziej jednorodne. Pomimo dalszej aglomeracji nanocząstek wytworzone warstwy posiadały oczekiwane właściwości luminescencyjne. Stąd w celu potwierdzenia ich przydatności w strukturze ogniwa oraz określenia najlepszych parametrów Autorka przeprowadziła serie symulacji ich sprawności oraz charakterystyk I-V dla różnych wariantów struktur fotowoltaicznych dostępnych w dedykowanym oprogramowaniu symulacyjnym SCAPS (Solar Cell Capacitance Simulator). Dzięki przeprowadzonej analizie numerycznej Autorka wykazała, że istnieje potencjalna poprawa wydajności badanych konstrukcji poprzez zastosowanie warstwy konwertującej na bazie nanocząstek ZnO oraz, że zastosowanie tych warstw może zwiększyć wydajność cienkowarstwowych ogniw fotowoltaicznych. W tym miejscu Habilitantka słusznie zauważa potrzebę określenia pewnych warunków brzegowych opłacalności, istotnych przy określaniu parametrów osadzania warstw konwertujących, które pomimo dużego potencjału luminescencyjnego wymagają dalszych badań, skorelowanych z charakterystykami widmowymi docelowych ogniw słonecznych. Na podstawie zestawienia wyników pomiarów z danymi symulacyjnymi, Autorka zawężyła dalsze badania w zakresie rodzaju nanocząstek ZnO. Natomiast wprowadziła obszerne opracowanie dotyczące doboru optymalnych stężeń nanocząstek ZnO w mieszkach przygotowywanych do osadzania warstw techniką powlekania wirowego, a także parametrów samego procesu [H5]. Na bazie zdobytego doświadczenia zaprojektowała nową procedurę przygotowywania mieszanek, które następnie po powlekanii poddała analizie właściwości luminescencyjnych, jak również uzyskanej morfologii nanocząstek ZnO. Jak wykazuje w pracach [H3, H4] istotne jest, aby transmitancja optyczna warstwy w zakresie światła widzialnego była jak najwyższa, ponieważ dla transmisji poniżej 85%, warstwa konwertująca nie zwiększa wydajności ogniwa słonecznego. Dlatego na podstawie pomiarów optycznych wytworzonych warstw Autorka wyselekcjonowała struktury, które osadzone zostały na komercyjnym typie cienkowarstwowego, elastycznego ogniwa słonecznego wykonanego na bazie krzemu amorficznego. W ten sposób zrealizowała praktyczne podejście do tematu aplikacji warstwy konwertującej na ogniwie, w wyniku którego stwierdziła, iż wytworzona warstwa ma wysoki potencjał dla poprawy wydajności ogniwa a-Si w zakresie promieniowania widzialnego. Niewątpliwie, dużym sukcesem jest również uzyskanie

przez Habilitantkę, jednorodnych cienkich warstw konwertujących o grubości rzędu kilku mikrometrów.

Mimo obiecujących wyników badań nad technologią osadzania nanocząstek ZnO w kolejnych pracach [H6-H8] swoje rozważania Pani dr inż. Katarzyna Znajdek skierowała w stronę modyfikacji technologii wytwarzania warstwy konwertującej przy wykorzystaniu związków zawierających pierwiastki jonów ziem rzadkich, oraz ich syntezy z proszkami zawierającymi nanocząstki ZnO. Habilitantka poprawnie wyselekcjonowała jony europu oraz dysprozu [H6], które charakteryzują się wysoką sprawnością kwantową (LQE) przejść emisyjnych w zakresie widzianym promieniowania oraz jednocześnie posiadają pasma absorpcji leżące w zakresie nadfioletu, w skutek czego mogą stanowić ciekawą alternatywę dla nanocząstek ZnO w procesie *down-conversion*. Równolegle, część uwagi skupiła na badaniu dwóch innych luminoforów domieszkowanych metalami przejściowymi [H7]. Przeprowadzona przez Autorkę szczegółowa analiza właściwości komercyjnie dostępnych związków potwierdziła, że badane materiały mają duży potencjał do skutecznego wykorzystania do konwersji promieniowania UV na światło widzialne, w celu poprawy fotokonwersji amorficznego krzemowego ogniwa słonecznego. Jednakże, z racji iż, jony ziem rzadkich charakteryzują się relatywnie wąskim widmem emisji wynikającym ze skończonej szerokości poziomów energetycznych, stąd w pracy [H8] Autorka zaproponowała oryginalne rozwiązanie w postaci wprowadzenia mieszanki związków jonów lantanowców oraz metali przejściowych, jak również jonów lantanowców z nanocząstkami ZnO, mające na celu poszerzenie ich widma emisyjnego, które jest dla nich znacznie węższe niż w przypadku warstw z nanocząstkami ZnO. Choć przedstawione wyniki widm emisyjnych są obiecujące to niefortunny wybór technologii sitodruku wielowarstwowego nie przyniósł oczekiwanych efektów. Mimo wielu problemów technologicznych, na bazie przeprowadzonych eksperymentów Pani dr inż. Katarzyna Znajdek, określiła nowy kierunek w sposobie projektowania warstw luminescencyjnych zwiększających wydajność ogniwa słonecznego poprzez skuteczne dostosowanie widma promieniowania konwertera do charakterystyk sprawności wewnętrznej (EQE) struktur elastycznych a-Si. W mojej opinii wyznaczony kierunek może stanowić nową przestrzeń badawczą nad technologią wytwarzania związków luminescencyjnych o dedykowanym rozkładzie widmowym oraz poszukiwania tanich i efektywnych metod ich implementacji na struktury cienkowarstwowych ogniw fotowoltaicznych.

Wychodząc naprzeciw ograniczeniom warstw konwertujących promieniowanie nadfioletowe w procesie *down-conversion*, związanymi ze stratami odbiciowymi, w dalszych pracach [H9-H10] Autorka zaproponowała wprowadzenie do struktury konwertera dodatkowej warstwy selektywnie transparentnej. Zabieg ten choć komplikuje technologię wytwarzania, może w pewnym stopniu wpłynąć na wzrost wydajności ogniwa, poprzez skierowanie możliwie największej ilości fotonów do wewnątrz struktury ogniwa PV. W początkowej fazie, w pracy [H9] Pani dr inż. Katarzyna Znajdek wykorzystała teksturyzowaną folię firmy 3M, spełniającą wymogi tzw. lustro weneckiego. Mimo dobrych parametrów transmisyjnych, takie rozwiązanie nie poprawiło charakterystyki wydajności kwantowej ogniwa a-Si. W dalszych badaniach [H10] postanowiła wykorzystać metodę ablacji laserowej w celu laboratoryjnego wytworzenia warstw selektywnie transparentnych o zaprojektowanych właściwościach optycznych. Na podstawie serii prób wykazała, iż w porównaniu do niezmodyfikowanej warstwy PET następuje istotna degradacja w obszarze transmitancji optycznej dla światła UV-niebieskiego, związana ze zbyt dużą mocą lasera. Niemniej jednak zaproponowana metoda jest skalowalna, a także tańsza i mniej wymagająca technologicznie niż alternatywne warstwy selektywnie przezroczyste. Habilitantka scharakteryzowała dwa rodzaje teksturowanych powierzchni – sinusoidalny i trójkątny. Na podstawie osiągniętych wyników stwierdziła, że najbardziej rokującym rozwiązaniem jest teksturowanie bezpośrednio polimerowej warstwy konwertującej w celu zminimalizowania strat odbiciowych pomiędzy poszczególnymi warstwami polimeru, a także stopnia skomplikowania i kosztów końcowego produktu.

Podsumowując przedstawione osiągnięcia Pani dr inż. Katarzyny Znajdek zawarte w cyklu 10 publikacji należy podkreślić zdecydowanie wysoką jakość naukową, wyróżniającą zdolność do analitycznego poszukiwania rozwiązań problemów badawczych, oraz logiczną synergię działań umożliwiających poznanie i zrozumienie właściwości warstw konwertujących energię przy wykorzystaniu nanocząstek ZnO i pierwiastków jonów lantanowców oraz potencjalnych możliwości ich zastosowania w przyrządach fotowoltaicznych. Na podstawie przedstawionego cyklu publikacji stwierdzam, iż przedstawione przez Panią dr inż. Katarzynę Znajdek **osiągnięcia naukowe zawarte w cyklu stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wnoszą nowe i aktualne elementy poznawcze do nauki w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika, a Habilitantka spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego**

4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W swoim ogólnym dorobku Pani dr inż. Katarzyna Znajdek wskazuje 2 monografie naukowe wydane nakładem Wydawnictwa Naukowego PWN w roku 2016 oraz 2021. Są to prace powstałe w efekcie współpracy z Panem dr hab. inż. Maciejem Sibińskim dotyczącej zagadnień z techniki fotowoltaicznej. Dodatkowo, jest współautorką 8 rozdziałów (w tym 2 po uzyskaniu stopnia dra) w monografiach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Działalność piśmiennicza Habilitantki potwierdza jej szeroką i ugruntowaną wiedzę w tematyce nowych technologii i systemów wykorzystywanych we współczesnej fotowoltaice.

Ponadto, Pani dr inż. Katarzyna Znajdek w swoim dotychczasowym dorobku posiada 45 publikacji z czego 24 są to prace indeksowane w bazie JCR. Sumaryczny Impact Factor (IF) z roku publikacji wyniósł odpowiednio: 24,329 (Scopus) oraz 25,10 (Web of Science). Natomiast z roku 2020, wartości te są odpowiednio wyższe: 34,603 (Scopus) i 35,564 (Web of Science). Habilitantka po doktoracie opublikowała 12 prac (w tym 6 wskazał w ramach cyklu habilitacyjnego). W efekcie działalności całkowita liczba cytowań wykazanych prac wg bazy Scopus wynosi 169 (105 bez autocytowań), a wg bazy Web of Science wynosi 135 (102 bez autocytowań). Indeks Hirsha w obu wskazanych bazach wyniósł 8. Parametry naukometryczne świadczą o dużej aktywności Habilitantki od samego początku kariery naukowej. Ponadto na uwagę zasługuje też dobór rodzaju czasopism, w których prezentowane są osiągnięcia, gdzie analogicznie jak w przypadku cyklu znalazły się wydawnictwa cenione w obszarze elektroniki i elektrotechniki.

Uzupełnieniem dorobku Kandydatki jest 71 pozycji wystąpień konferencyjnych, w tym 38 referatów i prezentacji posterowych wykazanych po uzyskaniu stopnia doktora. Podobnie, jak w przypadku publikacji były to branżowe międzynarodowe i krajowe konferencje naukowe, np.: Krajowa Konferencja Elektroniki KKE, Microtechnology and Thermal Problems in Electronics MICROTHERM, World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-7), International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Nanotechnology for Next Generation High Efficiency Photovoltaics NEXTGEN NANO PV, IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Solar World Congress ISES SWC. Oprócz wielu wystąpień konferencyjnych, Habilitantka kilkakrotnie brała czynny udział w Komitecie organizacyjnym międzynarodowej konferencji Microtechnology and Thermal Problems in Electronics MicroTherm, a od 2017 roku jest członkiem komitetu naukowego międzynarodowej konferencji ICCE International Conference & Exhibition on Clean Energy. Tym samym stwierdzam, iż Pani dr inż. Katarzyna Znajdek jest naukowcem rozpoznawalnym w krajowych jak i międzynarodowych środowiskach naukowych, co w istocie weryfikuje jej znaczące osiągnięcia na polu naukowym.

W ocenie aktywności naukowej Habilitantki, warto również wyróżnić kwestię realizacji projektów badawczych oraz współpracy zarówno z ośrodkami w kraju, jak i poza granicami. Analizując pełnione funkcje oraz tematykę badawczą zrealizowanych projektów daje się zauważyć ciągłość w

określaniu kolejnych zagadnień badawczych oraz towarzyszący im wysoki poziom jakości naukowej. Istotnym potwierdzeniem jakości prowadzonych badań oraz aktywności naukowej są również dwa jednomiesięczne zagraniczne staże naukowe zrealizowane przez Kandydatkę w Lyon Institute of Nanotechnologies we Francji: jeden miesiąc w Laboratorium Fotowoltaiki oraz jeden miesiąc w Laboratorium Spektroskopii i Nanomateriałów, na które Habilitantka uzyskała finansowanie z takich organizacji jak: Rząd Francuski, Ambasada Francji, czy Campus France. Ponadto Pani dr inż. Katarzyna Znajdek uczestniczyła w kilku krótszych wizytach badawczych i szkoleniowych, spośród których do najważniejszych należy zaliczyć udział jako głównego wykonawcy programu POLONIUM sfinansowanego przez MNiSW, gdzie od stycznia 2020 do grudnia 2021 realizowała zadania badawcze na wspomnianym Instytucie Nanotechnologii w Lyon.

W swojej dotychczasowej karierze naukowej Pani dr inż. Katarzyna Znajdek realizowała, bądź realizuje następujące krajowe i międzynarodowe projekty badawcze:

1. PROETEX - Protection e-Textiles: Micro Nano Structured fibre systems for Emergency Disaster Wear 6th Framework Contract no.: 026987 (projekt międzynarodowy), okres realizacji: 03/2009 – 01/2010 finansowany w ramach szóstego programu ramowego Unii Europejskiej (wykonawca)
2. POLONIUM: New solutions for solar cells down converters (projekt międzynarodowy) – okres realizacji: 01/2012 – 12/2013, finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, (główny wykonawca)
3. OPUS: Transparentna elektroda emiterowa do aplikacji fotowoltaicznych, wykonana na bazie nanorurek węglowych (projekt krajowy), okres realizacji: 01/2012 – 12/2013, finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, (główny wykonawca)
4. PRELUDIUM: Wytwarzanie warstw elastycznych ogniw fotowoltaicznych na bazie tellurku kadmu (projekt krajowy), okres realizacji: 08/2012 – 02/2014, finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, **(kierownik projektu)**
5. POLONIUM: Solar cells with energy converters based on ZnO nanoparticle layers (project międzynarodowy), okres realizacji: 01/2015 – 12/2016 – finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (główny wykonawca)
6. TANGO: Elektrody transparentne na bazie związków organicznych do przemysłowych zastosowań w elastycznych ogniwach fotowoltaicznych (projekt krajowy), okres realizacji: od 06/2015 – 11/2016, finansowany przez Narodowe Centrum Nauki i Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (wykonawca)
7. SONATA: Wykorzystanie warstw konwerterów energii w nowych rozwiązaniach dla ogniw fotowoltaicznych (projekt krajowy) okres realizacji: od 01/2017 – 01/2020, finansowany przez NCN **(kierownik projektu)**
8. Projekt aplikacyjny POIR.04.01.04-00-0019/19: Systemy hybrydowe do konwersji energii słonecznej (projekt krajowy), okres realizacji: od 12/2019 - 11/2022, finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, **(lider zespołu badawczego)**
9. POLONIUM: Ultraviolet light converting glass for the applications in health and environment protection (projekt międzynarodowy), okres realizacji: 01/2020 – 12/2021, finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, **(lider zespołu badawczego)**.

Aktywność naukowa Pani dr inż. Katarzyny Znajdek została wielokrotnie doceniona zarówno na poziomie macierzystej Uczelni, w kraju i na arenie międzynarodowej. Jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora corocznie była laureatką stypendium dla najlepszego doktoranta (15% doktorantów Wydziału), laureatką w 6 edycjach (2011 – 2018) Konkursu Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki,

Informatyki i Automatyki na finansowanie działalności polegającej na prowadzeniu badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich. Dwukrotnie była również beneficjentką stypendium finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego. O wysokim poziomie naukowym prowadzonych przez Kandydatkę badań świadczą również uzyskane nagrody i stypendia, wśród których najważniejsze to: stypendium dla wybitnego młodego naukowca, przyznane w X edycji konkursu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na lata 2015-2018, Nagroda za najlepszą pracę na międzynarodowej konferencji Energy Future (EF3): Fundamental and Applied Science for Alternative Energy Technologies (Sydney, Australia), wyróżnienie za wybitną prezentację w ramach International Congress on Advanced Material Sciences and Engineering (Osaka, Japonia), Polska Nagroda Inteligentnego Rozwoju 2019 w kategorii: Naukowiec Przyszłości, Nagroda Polskiej Akademii Nauk za wybitne osiągnięcia przyczyniające się do rozwoju nauki dla młodych uczonych pracujących na terenie województwa łódzkiego, w dziedzinie nauk technicznych. Ponadto, w mojej opinii osiągnięcia Pani dr inż. Katarzyny Znajdek mają istotne znaczenie dla nauki i techniki, oraz znalazły praktyczne zastosowanie w sektorze gospodarczym czego dowodem są liczne porozumienia o współpracy z krajowymi przedsiębiorstwami, jak również uzyskane 2 patenty krajowe.

Podsumowując aktywność naukową Habilitantki, stwierdzam, iż **Pani dr inż. Katarzyna Znajdek jest samodzielnym pracownikiem naukowym, posiada niezbędne umiejętności do kierowania projektami badawczymi oraz legitymuje się dużym doświadczeniem we współpracy z naukowcami na płaszczyźnie krajowej, jak i międzynarodowej.**

4. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

Pani dr inż. Katarzyna Znajdek jest aktywnym pracownikiem Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej, gdzie prowadzi regularne zajęcia ze studentami z wykorzystaniem innowacyjnych metod: Design Thinking, Problem Based Learning, Project Based Learning, Research Based Learning, Integrated Design. Równocześnie jest Autorką treści nowych przedmiotów do wykładu i laboratorium z zakresu elektroniki elastycznej (w jęz. polskim i angielskim), projektu dotyczącego projektowania systemów fotowoltaicznych (w jęz. polskim i angielskim), projektu DT Stage Team Project (w jęz.angielskim) oraz części bloku przedmiotów obieralnych „Elementy i układy elektroniki klasycznej i elastycznej” dla studentów kierunku Elektronika i Telekomunikacja na Wydziale EEIA Politechniki Łódzkiej. Jest także Autorką materiałów do e-learningu z przedmiotów: Flexible electronics (wykład i laboratorium), Stage Design Thinking project (projekt), Projektowanie elementów i systemów fotowoltaicznych (projekt), Generacja energii ze źródeł odnawialnych (laboratorium i projekt), European Project Semester (projekt). Jej zaangażowanie w rozwój działalności dydaktycznej przejawia się udziałem w wielu międzynarodowych projektach dydaktycznych, tj. Erasmus+, SAIL, EduBUP Change Project czy Master of Didactics. W latach 2016-2021 Kandydatka brała udział w licznych szkoleniach, warsztatach czy konferencjach dydaktycznych w zakresie innowacyjnych metod kształcenia. Zdobyte w ten sposób doświadczenie znalazło odzwierciedlenie w prowadzeniu interdyscyplinarnych projektów międzynarodowych w ramach European Project Semester (EPS) czy zajęć wykładowo-warsztatowych w tematyce elektroniki elastycznej, fotowoltaiki, odnawialnych źródeł energii i metodyki Design Thinking w ramach wszystkich edycji Letniej Szkoły Mikroelektroniki w Szklarskiej Porębie, organizowanej przez Politechnikę Łódzką. Ponadto Pani dr inż. Katarzyna Znajdek, aktywnie uczestniczyła w procesie kształcenia młodej kadry będąc promotorem 15 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich (w tym 3 prace magisterskie międzynarodowe). Obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim Natalii Szczecińskiej, pt. „Wykorzystanie efektu fotoluminescencji do poprawy sprawności cienkowarstwowych ogniw słonecznych”.

W zakresie działalności organizacyjnej Habilitantka była regularnie zaangażowana w organizację międzynarodowej konferencji MicroTherm (od 2009 roku), a w 2017 roku w organizację międzynarodowej konferencji SemTherm, stanowiącej duokonferencję: International Conference on Microtechnology & Thermal Problems In Electronics (Microtherm2017) oraz International Conference Smart Engineering of New Materials (Senm2017). Od 2014 roku jest członkiem zespołu DT4U - Design Thinking Workspace działającego w Politechnice Łódzkiej, w ramach którego aktualnie jest zaangażowana w międzynarodowy projekt DiamonDT – „Development of Innovative Academy ON the basis of DT teaching”. Ponadto, jest opiekunem Koła Naukowego Młodych Mikroelektroników Politechniki Łódzkiej w sekcji Fotowoltaika. Od 2015 roku jest członkiem Komitetu Naukowego International Conference and Exhibition on Clean Energy organizowanej w Kanadzie. Należy również do stowarzyszenia stypendystów rządu francuskiego France Alumni (od 2016), organizacji uniwersyteckiej Baltic University Programme (od 2017) oraz stowarzyszenia naukowego ISES International Solar Energy Society (od 2019).

Oprócz szerokiej działalności dydaktycznej i organizacyjnej, Pani dr inż. Katarzyna Znajdek posiada znaczący udział w zakresie popularyzacji nauki. Kilukrotnie współtworzyła filmy promocyjne dla PŁ, dotyczące zarówno własnej tematyki badawczej, jak również wspiera działalność Katedry Przyrządów Półprzewodnikowych PŁ. Razem z Panem dr hab. inż. Maciejem Sibińskim, jest współautorką 5 publikacji o charakterze popularnonaukowych wydanych w magazynach branżowych. Swoimi zainteresowaniami naukowymi dzieli się przy okazji wykładów prowadzonych na zaproszenie zagranicznych uniwersytetów w Europie.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując dorobek naukowy oraz całokształt działalności Habilitantki, chciałbym zaznaczyć, iż Pani dr inż. Katarzyna Znajdek jest młodym naukowcem (doktorat uzyskany w 2014 roku), charakteryzującym się wysoką dynamiką rozwoju oraz posiadającym wyróżniające osiągnięcia na wielu płaszczyznach.

Za najistotniejsze w zakresie ocenianego cyklu uważam:

- określenie możliwości wykorzystania procesu *down-conversion* nanocząstek ZnO oraz związków pierwiastków ziem rzadkich w poprawie wydajności ogniw słonecznych,
- przeprowadzenie skutecznej optymalizacji procesu ujednordniania cienkich warstw konwertujących,
- wytworzenie i pełną charakteryzację cienkowarstwowych elastycznych struktur ogniw słonecznych a-Si wraz z poprawą wydajności w zakresie nadfioletu,
- wytworzenie warstw selektywnie transparentnych o potencjalnym zastosowaniu wraz z cienkowarstwowymi konwerterami oraz przede wszystkim stworzenie podstaw nowatorskiej konstrukcji ogniw fotowoltaicznych z efektywnym wykorzystaniem warstw zawierających nanocząstki ZnO i pierwiastki jonów ziem rzadkich.

Do istotnej aktywności naukowej zaliczam również:

- czynny udział w realizacji 9 projektów badawczych, w tym 4 razy w roli kierownika bądź lidera zespołu badawczego, mający pokrycie w 36 publikacjach naukowych, w tym 24 z listy JCR o sumarycznym IF: 25,10 (Web of Science), 135 cytowań i indeksie Hirsha = 8.
- ugruntowaną współpracę z Instytutem Nanotechnologii w Lyon, czego efektem jest dobra rozpoznawalność w obszarze nowych technologii fotowoltaicznych,
- aktywny udział w prezentacji osiągnięć na konferencjach naukowych w kraju i na arenie międzynarodowej.

W zakresie pracy zawodowej zdecydowanie wyróżniam aktywny udział w bardzo wielu projektach dydaktycznych (2014 – 2022) oraz szkoleniach i warsztatach dotyczących wykorzystania metody Design Thinking w pracy na Uczelni. Uważam, iż propagowanie i wdrażanie owej metodologii jest jednym z filarów efektywnego rozwiązywania problemów nie tylko dydaktycznych, ale również wyzwań w zaawansowanych badaniach naukowych.

Mając na uwadze, zarówno poziom naukowy osiągnięcia przedstawionego w cyklu publikacji, jak i dotychczasowy dorobek naukowy, a także zakres osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych stwierdzam, iż Pani dr inż. Katarzyna Znajdek spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. Jednocześnie, w myśl Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. 2018 poz. 1668 ze zm.), wnioskuję o nadanie Pani dr inż. Katarzynie Znajdek stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.

