



**Wojskowa
Akademia
Techniczna**

im. Jarosława Dąbrowskiego

**Instytut
Optoelektroniki**



Warszawa, dn. 04.07.2022 r.

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Bielecki
Instytut Optoelektroniki WAT
ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2
00-908 Warszawa
tel. 261 83 96 78,
e-mail: zbigniew.bielecki@wat.edu.pl

OPINIA

dorobku naukowego i osiągnięcia naukowego - jednotematycznego cyklu publikacji dr inż. Katarzyny Znajdek ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego

1. Informacje ogólne

Podstawą prawną do przygotowania niniejszej opinii jest Uchwała nr 31/24/2022 Rady do spraw Stopni Naukowych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika oraz informatyka techniczna i telekomunikacja Politechniki Łódzkiej z dnia 24 maja 2022r. w sprawie powołania Komisji Habilitacyjnej. W piśmie tym, prof. Andrzej Bartoszewicz informuje, że zostałem powołany na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Katarzyny Znajdek.

Opinię sporządziłem na podstawie dostarczonych mi następujących dokumentów:

- 1) kopii dyplomu nadania stopnia doktora nauk technicznych w zakresie elektroniki,
- 2) autoreferatu w języku polskim i angielskim,
- 3) wykazu osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- 4) kopii opublikowanych prac naukowych stanowiących monotematyczny cykl publikacji,
- 5) oświadczenia współautorów opublikowanych prac naukowych.

1. Charakterystyka ogólna

Doktor inż. Katarzyna Znajdek w 2008r. ukończyła studia wyższe na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej i uzyskała dyplom magistra inżyniera. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektronika, uzyskała w 2014r. na tym samym wydziale Politechniki Łódzkiej.

Rozprawa doktorska pt. „*Elastyczne ogniwa fotowoltaiczne*” została przygotowana pod kierunkiem naukowym prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Lisika. Promotorem pomocniczym był dr inż. Maciej Sibiński.

Habilitantka od października 2014r. do chwili obecnej jest zatrudniona na stanowisku adiunkta, na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego, przedstawionego w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Jako osiągnięcie naukowe, w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt 2b ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021 poz. 478 z dnia 1 marca 2021 r.), będące podstawą do wszczęcia i przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Katarzyna Znajdek przedstawiła cykl 10 publikacji powiązanych tematycznie „***Technologie wytwarzania i charakteryzacja warstw konwerterów energii do zastosowań w elastycznych, cienkowarstwowych ogniwach fotowoltaicznych***”.

Tytuł ten sformułowany został w sposób prawidłowy i odpowiada on osiągnięciu wskazanemu w dokumentacji habilitacyjnej i zawartości wybranych przez Kandydatkę publikacji. Niniejsza recenzja dotyczy analizy zawartości prac wchodzących w skład osiągnięcia, wkładu własnego Habilitantki, aktualności poruszanej tematyki, zakresu wykonanych prac, a także oceny liczby cytowań prac naukowych i ich dostrzegalności w środowisku naukowym.

Wszystkie prace są wieloautorskie, z czego sześć prac zostało opublikowanych w czasopismach z listy JCR o sumarycznym wskaźniku Impact Factor (IF) równym **6,95**, jedna w czasopiśmie z listy MNiSW oraz trzy w materiałach konferencyjnych IEEE notowanych w bazie Web of Science.

W przedstawionym cyklu artykułów Kandydatka jest pierwszym współautorem w siedmiu pracach [2, 3, 4, 6, 7, 8 i 9].

Cel naukowy, jaki postawiła Habilitantka, dotyczył wytworzenia i charakteryzacji warstw konwertujących energię słoneczną oraz identyfikacji i zrozumienia ich właściwości w kontekście wpływu na pracę cienkowarstwowych elastycznych ogniw fotowoltaicznych.

Autorka omówiła cel naukowy prac wykazanych w osiągnięciu, który był ukierunkowany na wykorzystanie efektów *down-conversion* w celu podniesienia sprawności fotokonwersji w ogniwach słonecznych. Jako elementy konwertujące energię Habilitantka zaproponowała warstwy luminescencyjne zawierające nanocząstki ZnO oraz pierwiastki ziem rzadkich osadzone na powierzchni ogniw fotowoltaicznych.

Przedstawione do oceny prace dotyczą czterech zasadniczych obszarów badań:

- 1. wstępne prace w zakresie wykorzystania nanocząstek ZnO otrzymanych metodą próżniową (*Low Energy Cluster Beam Deposition*) [H1, H2],**
- 2. wytwarzania warstw nanocząstek ZnO metodami powlekania, ich kompleksowych badań, a następnie przeprowadzenie symulacji numerycznych w programie SCAPS [H2-H5],**
- 3. zastosowania pierwiastków ziem rzadkich (REE) oraz ich mieszanek z nanocząstkami ZnO [H6-H8],**
- 4. wzbogacenia struktur o warstwy selektywnie transparentne w celu zmniejszenia odbicia światła po procesie konwersji [H9-H10].**

Warstwy luminescencyjne były nakładane na cienkowarstwowych ogniwach polikrystalicznych oraz na elastycznych ogniwach na bazie krzemu amorficznego. Każda struktura przebadana została w wersji podstawowej oraz zmodyfikowanej z warstwami konwertującymi energię. Właściwości optoelektroniczne otrzymanych finalnie struktur fotowoltaicznych zostały porównane z parametrami tradycyjnych ogniw słonecznych wykonanych w takiej samej technologii, jak również z ogniwami dostępnymi komercyjnie.

Poniżej zostanie omówiony wkład Habilitantki w każdy z ww. obszarów badawczych.

1. w pracy [H1 - *Microelectronic Engineering*] Autorzy wykazali możliwości zastosowania warstw nanocząstek ZnO roli konwerterów promieniowania UV na promieniowanie o barwie zielonej. Były to wstępne prace eksperymentalne realizowane we współpracy z badaczami z Instytutu Nanotechnologii w Lyon (Francja). Określono wydajność fotoluminescencji w zależności od stopnia stechiometrycznego struktury. Przeprowadzono również symulacje komputerowe z zastosowaniem programu SCAPS. Wyniki symulacji wykazały, że dzięki zastosowaniu nanocząstek ZnO w stosunku do ogniwa krzemowego z antyrefleksyjną warstwą ZnO (bulk layer) uzyskano wzrost gęstości prądu oraz poprawę sprawności ogniw powyżej 525 nm. Uzyskano w tym zakresie wzrost wydajności kwantowej ok. 2,9%.

Wkład Autorki w tę pracę [przy 7. współautorach] dotyczył głównie: udziału w tworzeniu hipotezy badawczej, obróbki graficznej wyników symulacji komputerowej, udziału w analizie wyników oraz w przygotowaniu manuskryptu. Biorąc pod uwagę siedmiu współautorów i ich oświadczenia o wkładzie merytorycznym w powstanie tej pracy, nie jest to udział dominujący.

2. osiągnięcia przedstawione w pracy [H2 - *Opto-Electronics Review*] dotyczyły wytworzenia warstw zawierających nanocząstki poprzez powlekanie podłoża techniką *spin coating*. Wykazano, że osadzona warstwa ZnO NPs absorbuje promieniowanie z zakresu 280-400 nm oraz emituje promieniowanie, którego maksimum odpowiada długości fali 600 nm. Porównano charakterystyki prądowo-napięciowe dla krzemowego ogniwa pokrytego warstwą nanocząstek ZnO oraz takiego samego ogniwa mającego w swej strukturze wierzchnią warstwę ZnO:Al w charakterze transmisyjnej elektrody. Uzyskano wzrost prądu oraz wydajności dla ogniwa z warstwą ZnO NPs.

Udział Habilitantki w tej pracy [przy 6. współautorach] polegał na: współudziale w opracowaniu hipotezy badawczej, analizie literatury, doborze składu mieszanek ZnO do osadzania wirowego, analizie wyników oraz opracowania manuskryptu. Habilitantka była autorem korespondencyjnym tego artykułu.

3. w publikacji [H3 - *7th IEEE World Conference on Photovoltaic Energy Conversion*] rozszerzono zakres badań o nanocząstki ZnO o różnych rozmiarach (dla ZnO 90-210 nm i ZnO 20 nm), przeprowadzono analizę ich właściwości luminescencyjnych, a wyniki pomiarów przedstawiono w postaci map 3D. Wykazano, że nanocząstki o mniejszych rozmiarach (20 nm) wykazują mniejszą absorpcję w zakresie UV w stosunku do cząstek o większych średnicach, a ich widmo emisji jest szersze (500-800 nm). Dane pozyskane z map emisji zostały zaimplementowane do opracowania modeli numerycznych badanych warstw (zastosowano oprogramowanie SCAPS). Z przeprowadzonych symulacji wynika, że zastosowanie warstwy konwertującej na bazie nanocząstek ZnO może zwiększyć wydajność cienkowarstwowych ogniw słonecznych.

Wkład Habilitantki w tę pracę [przy 5. współautorach] dotyczył: udziału w opracowaniu hipotezy badawczej, opracowaniu zakresu badań, doborze składu mieszanin nanocząstek ZnO oraz parametrów procesu osadzania, analizie wyników oraz opracowania manuskryptu. Habilitantka była autorem korespondencyjnym tego artykułu.

4. w pracy [H4 - *9th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics*] Autorzy przedstawili wyniki symulacji komputerowych biorąc pod uwagę transmitancje optyczne warstw o różnych stężeniach zawartości nanocząstek ZnO. Wykazano, że warstwy ZnO 20 nm zapewniają lepiej dopasowane widmo do rozważanych ogniw (Si, CIGS, CdTe) niż warstwy ZnO 90-210 nm. Autorzy wykazali, że transmitancja optyczna nie może być mniejsza niż 85%. Dla mniejszych wartości transmitancji warstwa konwertująca nie zwiększa wydajności ogniwa słonecznego.

Rola Habilitantki w tej pracy [przy 4. współautorach] polegała na: udziale w opracowaniu hipotezy badawczej, opracowaniu zakresu badań, wskazania odpowiednich próbek do opracowania modeli numerycznych, analizie wyników oraz udział w przygotowaniu manuskryptu.

5. główne osiągnięcia przedstawione w pracy [H5 – *Acta Innovators*] dotyczyły doboru optymalnych stężeń nanocząstek ZnO w mieszkankach przygotowywanych do osadzania warstw techniką powlekania wirowego. Autorzy przedstawili szczegółowy opis procesu technologicznego otrzymywania mieszanin i zastosowanej aparatury. Wykonano również analizę morfologii warstw konwertujących z nanocząsteczkami ZnO o stężeniu 1%, 2% i 5%. Wykazano, że widmo emisyjne badanych warstw osiąga najwyższe wartości dla stężenia ZnO NPs wynoszącego 5% przy małych prędkościach wirowania.

Udział dr inż. Katarzyny Znajdek w tę pracę [przy 6. współautorach] dotyczył: współudziału w opracowaniu hipotezy badawczej i opracowania zakresu badań, doboru składu mieszanin nanocząstek ZnO oraz parametrów procesu osadzania, analizie wyników, opracowania wniosków oraz udziału w przygotowaniu manuskryptu artykułu.

6. główne osiągnięcia przedstawione w pracach [H6-H8 – *Optik, Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics, Open Physics*] dotyczą zastosowania pierwiastków ziem rzadkich (europu i dysprozu) w warstwach konwertujących. W pracy [H6-*Optik*] przedstawiono wyniki badań z zastosowaniem $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}$, $\text{Dy}(\text{BGL}-300\text{M})$ oraz $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$, $\text{Dy}(\text{G}-300\text{M})$. W pracy [H7 – *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*] badania poszerzono o dwa kolejne związki: $\text{ZnS}:\text{Cu}$; $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Mn}, \text{Co}$ oraz ich mieszkanki. W artykule [H8] pokazano wyniki prac, w których podjęto próbę wykonania warstw zawierających zarówno mieszaniny REE oraz nanocząstki ZnO. W badaniach tych warstwy były osadzane metodą sitodruku.

Rola Habilitantki w pracy [H6] (przy 4. współautorach) polegała na udziale w opracowaniu hipotezy badawczej i opracowaniu zakresu badań, doborze składu mieszanin pierwiastków ziem rzadkich oraz parametrów procesu osadzania, analizie wyników, opracowaniu wniosków oraz udziale w przygotowaniu manuskryptu artykułu.

Wkład Kandydatki w pracę [H7] (przy trzech współautorach) dotyczył: udziału w opracowaniu hipotezy badawczej i zakresu badań, doboru parametrów mieszanin oraz procesów osadzania, udziału w pomiarach makroskopowych, analizie wyników, opracowania wniosków oraz udziału w przygotowaniu manuskryptu artykułu. Kandydatka była autorem korespondencyjnym tej pracy.

Wkład merytoryczny dr inż. Katarzyny Znajdek w pracę [H8] (przy ośmiu współautorach) polegał na: udziale w opracowaniu hipotezy badawczej i zakresu badań, doborze parametrów oraz udziale w osadzaniu warstw konwertujących na ogniwach słonecznych, pomiarze charakterystyk wydajności kwantowej ogniw, analizie wyników, opracowaniu wniosków oraz udziale w przygotowaniu manuskryptu artykułu. Habilitantka była autorem korespondencyjnym tego artykułu.

7. osiągnięcia przedstawione w pracach [H9-H10 - 7th IEEE World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Optical Materials Express] dotyczą wprowadzenia warstw selektywnie transparentnych w struktury cienkowarstwowych elastycznych ogniw słonecznych zawierających warstwy konwertujące typu *down-conversion*. Celem tych warstw jest wzmocnienie efektu fotoluminescencji, a zatem skierowanie możliwie jak największej liczby fotonów do wnętrza struktury ogniwa PV. Przebadano próbki z teksturą powierzchni „trójkątną oraz sinusoidalną”. Uzyskano znacznie wyższą transmisję, gdy promieniowanie padało od strony powierzchni teksturowanej w porównaniu z płaską powierzchnią. Przy zastosowaniu takiej warstwy na powierzchni warstwy konwertującej transmisja optyczna promieniowania UV jest bliska 100%, gdy warstwa jest oświetlona od strony teksturowanej.

Rola Habilitantki w pracy [H9] (przy 5. współautorach) polegała na: udziale w opracowaniu hipotezy badawczej i zakresu badań, pomiarach wydajności kwantowej opracowanych ogniw słonecznych, analizie wyników, opracowaniu wniosków oraz udziale w przygotowaniu manuskryptu artykułu. Habilitantka była autorem korespondencyjnym tego artykułu.

Wkład Kandydatki w pracę [H10] (przy trzech współautorach) polegał na: udziale w opracowaniu hipotezy badawczej, zakresu badań, doborze materiałów oraz parametrów procesu teksturyzacji, analizie wyników, opracowaniu wniosków oraz udziale w przygotowaniu manuskryptu artykułu.

Zgodnie z bazą bibliometryczną Web of Science cykl 10 wyodrębnionych publikacji Habilitantki jest w literaturze cytowany 50 razy, przy czym suma cytowań bez autocytowań wynosi 37 (stan na dzień 07.06.2022r.) Na rysunku 1 przedstawiam wyniki wskaźników cytowań prac Habilitantki wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.



Rys. 1. Rozkład liczby cytowań publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Habilitantki (wg. Bazy Web of Science).

Uzyskane przez Habilitantkę i współautorów wyniki badań są wartościowe, czego dowodem są publikacje w renomowanych czasopismach naukowych.

Do najważniejszych oryginalnych wyników badań, wnoszących znaczny wkład do dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika zaliczam:

- ✓ wytworzenie warstw zawierających nanocząstki ZnO i wykazanie, że absorbują one promieniowanie z zakresu UV oraz emitują promieniowanie w zakresie VIS i bliskiej podczerwieni, powodując poprawę parametrów ogniw krzemowych [H2].
- ✓ przeprowadzenie badań dotyczących wpływu rozmiarów nanocząstek na właściwości luminescencyjne warstw. Wykazanie, że nanocząstki o rozmiarach 20 nm wykazują mniejszą absorpcję w zakresie UV w porównaniu z nanocząstkami ZnO o rozmiarach 90-210 nm i zapewniają szersze widmo emisji, a zatem zastosowanie warstwy konwertującej na bazie tych nanocząstek umożliwia wzrost wydajności cienko-warstwowych ogniw słonecznych [H3, H4].
- ✓ dobór optymalnych stężeń nanocząstek ZnO w mieszkankach przygotowywanych do osadzania warstw techniką powlekania wirowego. Wykazanie, że widmo emisyjne badanych warstw osiąga najwyższe wartości dla stężenia ZnO NPs wynoszącego 5% przy małych prędkościach wirowania [H5].
- ✓ zastosowania pierwiastków ziem rzadkich w warstwach konwertujących oraz mieszanin REE i nanocząstek ZnO [H6-H8]. Wykazano, że mieszaniny REE mogą być wykorzystane do konwersji światła UV na światło widzialne, w celu poprawy fotokonwersji amorficznego krzemowego ogniwa słonecznego.
- ✓ zaproponowanie nowej konstrukcji konwertera wyposażonego w warstwę selektywnie transparentną umieszczoną powyżej warstwy konwertującej ZnO NPs lub REE, której zadaniem jest skierowanie możliwie największej ilości fotonów do wnętrza struktury ogniwa PV [H9-H10]. Warstwy te mogą być perspektywiczne w zastosowaniach w strukturach fotowoltaicznych razem z warstwami konwertującymi.

Rozwiązanie przedstawionego problemu naukowego otwiera drogę do rozwoju cienko-warstwowych, elastycznych ogniw fotowoltaicznych o większych wydajnościach oraz stanowi podstawę do dalszych prac w zakresie fotowoltaiki. Ponadto, tematyka prac reprezentowana przez Habilitantkę i współautorów wpisuje się w trend dynamicznie rozwijającej się optoelektroniki i fotoniki.

Jednakże pewien niedosyt budzi fakt, że osoba pretendująca do stopnia samodzielnego pracownika naukowego nie przedstawiła w cyklu publikacyjnym, stanowiącym Jej osiągnięcie naukowe, ani jednej publikacji samodzielnej, autorskiej, stanowiącej *credo* jej poczynąń naukowych. Dokumentacja, a w szczególności *autoreferat* i *oświadczenia o współautorstwie i wkładzie merytorycznym w powstanie pracy* nie zostały przygotowane z należytą starannością.

Analizując dołączone oświadczenia współautorów nie mam przekonania czy Habilitantka miała znaczący wkład w powstanie osiągnięcia naukowego zatytułowanego „Technologie wytwarzania i charakteryzacja warstw konwerterów energii do zastosowań w elastycznych, cienkowarstwowych ogniwach fotowoltaicznych”.

Na obronę Habilitantki można uwzględnić fakt, że wieloautorskie dzieła naukowe wynikają z charakteru interdyscyplinarnych prac badawczych, konieczności wykorzystania skomplikowanej aparatury naukowej, unikatowych materiałów i technologii, wyspecjalistycznych programów komputerowych oraz współpracy z innymi ośrodkami naukowymi. Należy również podkreślić, że w siedmiu pracach była Ona pierwszą współautorką, a w sześciu publikacjach autorem korespondencyjnym.

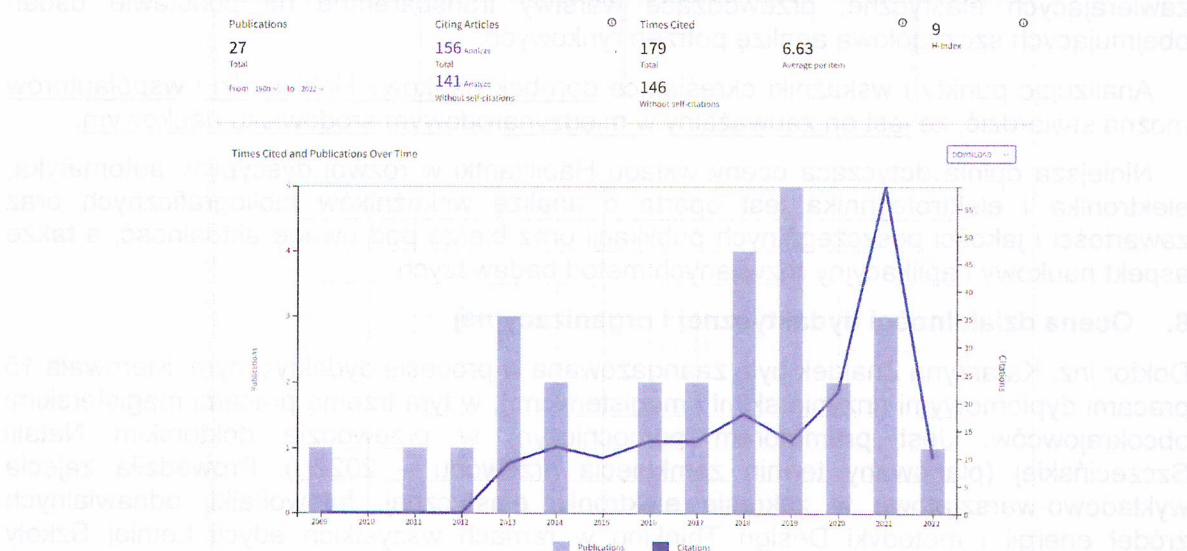
W celu wyjaśnienia uwag krytycznych proponuję, aby dr inż. Katarzyna Znajdek została zaproszona na posiedzenie Komisji i doprecyzowała moje wątpliwości.

Podsumowując należy stwierdzić, że opracowano podstawy konstrukcji ogniw fotowoltaicznych z efektywnym wykorzystaniem warstw zawierających nanocząstki ZnO i pierwiastki ziem rzadkich jako konwerterów energii.

3. Ocena dorobku naukowego

Doktor inż. Katarzyna Znajdek przedstawiła swoją działalność naukową w autoreferacie oraz w jedenastu załącznikach. Zauważa się znacząco większą aktywność naukową Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora. Habilitantka publikowała prace w czasopismach z listy JCR takich jak: *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*, *Materials Science and Engineering; B*, *Microelectronic Engineering*, *Open Physics*, *Optica Applicata*, *Optical Materials Express*, *Optic*, *Opto-Electron. Rev.*, *Sensing & Measurements*.

Bardzo ważną miarą dorobku naukowego każdego naukowca jest liczba cytowań jego prac. Według bazy Web of Science **łączna liczba cytowań prac Pani K. Znajdek wynosi 179**. Liczba cytowań z wyłączeniem autocytowań jest równa **146** (07.06.2022r.). **Indeks Hirscha H = 9**. Średnia liczba cytowań przypadająca na jedną pracę wynosi 6,63 (rys. 2).



Rys. 2. Rozkład liczby cytowań wszystkich publikacji Habilitantki (wg. Bazy Web of Science).

Brała Ona aktywny udział w 71. krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych (w tym aż 38 wystąpień ustnych). Tematyka konferencji i wystąpienia dotyczyły obszaru zainteresowań naukowych Kandydatki.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że była ośmiokrotnie zapraszana z wykładami z zakresu fotowoltaiki i elastycznej elektroniki (Estonia, Francja, Hiszpania, Portugalia i Ukraina). Jest również autorką książki „Historia i rozwój fotowoltaiki” oraz współautorką, wspólnie z profesorem Maciejem Sibińskim, trzech książek: „Przyrządy i instalacje fotowoltaiczne”, „Postępy w fotowoltaice” i „Systemy fotowoltaiczne”. Była również współautorką 8. prac o charakterze popularnonaukowym.

Doktor inż. Katarzyna Znajdek jest współautorką czterech zgłoszeń patentowych: P.398547, P.398548, P.438168, P.429419 oraz dwóch patentów dotyczą one tematyki badawczej Habilitantki.

Aktualne przepisy regulują konieczność wykazania się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Stwierdzam, że w przypadku dr inż. Katarzyny Znajdek wymagania te zostały spełnione.

Habilitantka brała udział w 9 projektach finansowanych w drodze konkursu (PROTEX, POLONIUM - 3-krotnie, OPUS, PRELUDIUM, TANGO, SONATA, POIR). W dwóch z nich pełniła Ona rolę wykonawcy, w trzech – głównego wykonawcy, w dwóch - kierownika projektu oraz w dwóch – lidera zespołu badawczego.

Ważnym podkreślenia jest fakt pełnienia funkcji edytora wydań pokonferencyjnych Journal of Physics: Conference Series oraz opiekuna Koła Naukowego Młodych Mikroelektroników Politechniki Łódzkiej w sekcji Fotowoltaika od roku 2009.

Kandydatka recenzowała pięć artykułów do czasopism: *Thin Solid Film*, *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*, *Solar Energy* oraz *Applied Thermal Engineering*.

Doktor inż. Katarzyna Znajdek może poszczycić się również dorobkiem technologicznym dotyczącym adaptacji technologii osadzania transparentnych warstw przewodzących na bazie nanoform węgla od skali laboratoryjnej do nakładania w warunkach przemysłowych – praktyczne wykorzystanie techniki natryskowej oraz opracowaniem koncepcji produktów zawierających elastyczne, przewodzące warstwy transparentne na podstawie badań obejmujących szczegółową analizę potrzeb rynkowych.

Analizując punkty i wskaźniki określające dorobek naukowy Habilitantki i współautorów można stwierdzić, że jest on zauważalny w międzynarodowym środowisku naukowym.

Niniejsza opinia dotycząca oceny wkładu Habilitantki w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika jest oparta o analizę wskaźników bibliograficznych oraz zawartości i jakości poszczególnych publikacji oraz bierze pod uwagę aktualność, a także aspekt naukowy i aplikacyjny rozwijanych metod badawczych.

8. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Doktor inż. Katarzyna Znajdek była zaangażowana w procesie dydaktycznym. Kierowała 15 pracami dyplomowymi (inżynierskimi i magisterskimi), w tym trzema pracami magisterskimi obcokrajowców. Jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim Natalii Szczecińskiej (planowany termin zamknięcia przewodu – 2022r.). Prowadziła zajęcia wykładowo-warsztatowe w zakresie elektroniki elastycznej, fotowoltaiki, odnawialnych źródeł energii i metodyki Design Thinking w ramach wszystkich edycji Letniej Szkoły Mikroelektroniki w Szklarskiej Porębie. Opracowała treści nowych przedmiotów do wykładu i laboratorium z zakresu elektroniki elastycznej (w jęz. polskim i angielskim), 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. Przygotowała materiały 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). Prowadziła zajęcia z wykorzystaniem innowacyjnych metod: Design Thinking, Problem Based Learning, Project Based Learning, Research Based Learning, Integrated Design itp.

O dużej aktywności dr inż. Katarzyny Znajdek świadczy udział w wielu projektach dydaktycznych: „Odnawialne źródła energii”, w edukacyjnym projekcie międzynarodowym Erasmus+ „Development of Innovative Academy ON the basis of DT teaching – DiamondDT”, SAIL (Sustainability Applied in International Learning) for Students, Baltic University Programme, programie Erasmus Plus dla nauczycieli akademickich (Kijów,

Ukraina), programie europejskim EduBUP Change Project, Baltic University Programme, Tallinn, Estonia, w programie MNiSzW "Masters of Didactics - Training in tutoring in the frame of project", University College London, Wielka Brytania, w programie Erasmus Plus dla nauczycieli akademickich w INSA Lyon. Była współautorką wniosku oraz wykonawcą w międzynarodowym projekcie edukacyjnym Erasmus+ "Transdisciplinary methodology for Integrated Design in higher education: HIGH5", wykonawcą w kolejnych trzech międzynarodowych projektach edukacyjnych Erasmus Plus.

Brała również aktywny udział w wielu szkoleniach, warsztatach i konferencjach dydaktycznych. Angażowała się również w popularyzację nauki. Uczestniczyła w realizacji filmów promocyjnych dla Politechniki Łódzkiej oraz wykładów z zakresu fotowoltaiki i czystej energii.

Pani dr inż. Katarzyna Znajdek odbyła krótkoterminowe staże w:

- ✓ Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) – Neuchâtel, Switzerland, Highlights in Microtechnology - Summer School Course, staż naukowo-szkoleniowy, dwa tygodnie (2010),
- ✓ Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 5th International Summer School in Nanoscience & Nanotechnologies, staż naukowo-szkoleniowy, dwa tygodnie (2012),
- ✓ INSA, Lyon, Francja w ramach programu POLONIUM (pięciokrotnie, w tym dwa staże trwające jeden miesiąc),
- ✓ University of Alberta, Edmonton, Kanada (10.2015 – dwa tygodnie, staż szkoleniowy),
- ✓ Uppsala University, Szwecja,
- ✓ University College London, England, Wielka Brytania – staż szkoleniowy, w ramach projektu "Masters of Didactics" - development of skills in tutoring as an innovative methodology in education, dwa tygodnie (2019).

Była członkiem:

- ✓ Komitetu Organizacyjnego międzynarodowej konferencji MicroTherm (International Conference on Microtechnology and Thermal Problems in Electronics), we wszystkich edycjach od roku 2009,
- ✓ Komitetu Organizacyjnego międzynarodowej konferencji SemTherm 2017, stanowiącej duokonferencję: International Conference on Microtechnology & Thermal Problems In Electronics (Microtherm2017) oraz International Conference Smart Engineering of New Materials (Senm2017),
- ✓ Komitetu Naukowego International Conference and Exhibition on Clean Energy, Canada, od roku 2015.

Jest członkiem:

- ✓ stowarzyszenia stypendystów rządu francuskiego France Alumni,
- ✓ organizacji uniwersyteckiej Baltic University Programme,
- ✓ stowarzyszenia naukowego Internal Solar Energy Society.

Doktor inż. Katarzyna Znajdek była wielokrotnie wyróżniana. Otrzymała siedmiokrotnie stypendia. Była wyróżniana za najlepszą pracę w konkursie „Młodzi pracownicy nauki” przez Komitet Naukowy KKE, Komitet Naukowy Konferencji Dolnośląski Dom Elektrooszczędny, na międzynarodowej konferencji Energy Future i International Congress on Advanced Material Sciences and Engineering (Japonia). Była laureatką Polskiej nagrody Inteligentnego Rozwoju (2019, 2020). Jej praca doktorska została wyróżniona przez Radę Wydziału EEliA Politechniki Łódzkiej. Otrzymała także prestiżową nagrodę Polskiej Akademii Nauk za wybitne osiągnięcia przyczyniające się do rozwoju nauki dla młodych uczonych pracujących na terenie województwa łódzkiego, w dziedzinie nauk technicznych, listopad 2021.

Działalność dydaktyczną i organizacyjną oceniam bardzo wysoko.

5. Wniosek końcowy

Dorobek publikacyjny, dydaktyczny i organizacyjny, a także walory aplikacyjne prac Habilitantki spełniają wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt 2b ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021 poz. 478 z dnia 1 marca 2021 r.).

W wypadku pozytywnej odpowiedzi na moje wątpliwości w zakresie oceny osiągnięcia naukowego w postaci dzieła jednotematycznego cyklu publikacji pt. „**Technologie wytwarzania i charakteryzacja warstw konwerterów energii do zastosowań w elastycznych, cienkowarstwowych ogniwach fotowoltaicznych**” będę wnioskował o dopuszczenie dr inż. Katarzyny Znajdek do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

