

Dr hab. inż. Kazimierz Drabczyk prof. Instytutu
Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN
Ul. Reymonta 25
30-059 Kraków
tel. +48-12-2952800
e-mail: k.drabczyk@imim.pl

Kozy 07.09.2023

RECENZJA

w postępowaniu habilitacyjnym

doktora Grzegorza Wisza

na zamówienie Rektora Uniwersytetu Rzeszowskiego
zgodnie z uchwałą nr 168/06/2023 Rady Naukowej Kolegium Nauk
Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego z dnia 16 czerwca 2023

Recenzja dotyczy osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego przedstawionego do oceny w postępowaniu habilitacyjnym przez doktora Grzegorza Wisza.

SYLWETKA KANDYDATA

Doktor Grzegorz Wisz w 1994 roku ukończył studia na kierunku fizyka w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Rzeszowie. W 2003 roku uzyskał tytuł doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *Warunki wzrostu i własności półprzewodnikowe cienkich warstw Hg_{1-x}Cd_xTe*. Promotorem był dr hab. Marian Kuźma a recenzentami prof. dr hab. Mikołaj Berczenko oraz prof. dr hab. Antoni Rogalski. Ponadto kandydat ukończył studia podyplomowe z informatyki w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Rzeszowie oraz studia podyplomowe Menadżer Innowacji i Transferu Wiedzy w Wyższej Szkole Ekonomii i Innowacji w Lublinie.

Obecnie doktor Wisz jest pracownikiem Uniwersytetu Rzeszowskiego w Kolegium Nauk Przyrodniczych, Instytut Inżynierii Materiałowej.

TEMATYKA BADAWCZA

Tematyka badawcza podjęta przez doktora Grzegorza Wisza jest, w mojej ocenie, interesująca i aktualna. Nie bez znaczenia jest także fakt, iż nie jest to tylko proste rozwinięcie tematyki z doktoratu. Obejmuje ona nowy obszar badawczy w którym habilitant wykorzystał umiejętności zdobyte podczas realizacji prac nad doktoratem. Temat „Kształtowanie warunków wzrostu oraz parametrów cienkowarstwowych struktur fotowoltaicznych na bazie tlenku tytanu, tlenku cynku i tlenku miedzi” wpisuje się zarówno w rozwój inżynierii materiałowej jak również fotowoltaiki. Ta ostatnia jest często przywoływana w pracach habilitanta. Obecnie wydaje się, że zarówno w bliskiej jak i odległej perspektywie będzie to najważniejszy dział energetyki na świecie. Habilitant świadomie skoncentrował się na ogniwach tlenkowych. Wybrane tlenki to takie, które w przeciwieństwie to CdTe, nie budzą kontrowersji natury ekologicznej oraz mogą być wytwarzane technikami możliwymi do skalowania i komercjalizacji. **Świadczy to o dużej wiedzy w temacie oraz jasnej wizji prowadzonych badań.**

OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE

Przedstawione przez doktora Grzegorza Wisza osiągnięcie stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego (według art.219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm. zwanej dalej ustawą) to cykl powiązanych tematycznie 15 artykułów naukowych oraz 2 patenty i osiągnięcie konstrukcyjno-technologiczne.

Jako tytuł osiągnięcia kandydat podał:

„Kształtowanie warunków wzrostu oraz parametrów cienkowarstwowych struktur fotowoltaicznych na bazie tlenku tytanu, tlenku cynku i tlenku miedzi”.

Cykl, powiązanych tematycznie, artykułów naukowych

1. **G. Wisz**, Virt Ihor, Sagan P., Potera P., Yavorskyi R., *Structural, Optical and Electrical Properties of Zinc Oxide Layers Produced by Pulsed Laser Deposition Method*, Nanoscale Research Letters, 2017: Vol. 12, Article Number: 253 (7 s.), IF: 3.125, MNiSW: 35.000,
2. Sawicka-Chudy P., Głowa L., Górny Sz., **G. Wisz**, Rybak-Wilusz E., Sibiński M., Cholewa M., Potera P., *Numerical Simulation and Analysis of Experimental TiO₂/Cu₂O Thin Film for Photovoltaic Structures*, Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics, 2018 : vol. 13, no. 5, p. 715-721, IF: 0.989, MNiSW: 15.000,
3. Sawicka-Chudy P., **G. Wisz**, Głowa Ł., Sibiński M., Potera P., Cholewa M., Adamiak S., Rybak-Wilusz E., Cieniek B., *TiO₂ Grown by Pulsed Laser Deposition and Reactive DC Direct Current Sputtering as an Intermediate Buffer Layer in Photovoltaic Structures*, Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics, 2018: vol. 13, no. 7, p. 995-1000, IF: 0.989, MNiSW: 15.000,

4. Sawicka-Chudy P., Sibiński M., **G. Wisz**, Rybak-Wilusz E., Cholewa M., *Numerical analysis and optimization of Cu₂O/TiO₂, CuO/TiO₂, heterojunction solar cells using SCAPS*, Journal of Physics. Conference Series 1033, 2018,
5. Sawicka-Chudy P., **G. Wisz**, Sibiński M., Cholewa M., Potera P., Głowa Ł., Pawełek R., *Optical and Structural Properties of Cu₂O thin Film as Active Layer in Solar Cells Prepared by DC Reactive Magnetron Sputtering*, Archives of Metallurgy and Materials, 2019: Vol. 64, iss. 1, s. 243-250, IF: 0.586, MNiSW: 40.000,
6. Sawicka-Chudy P., **G. Wisz**, Głowa Ł., Sibiński M., Potera P., Cholewa M., Wielgosz M., Górny S., *Optical and structural properties of TiO₂ as intermediate buffer layer prepared by DC reactive magnetron sputtering for solar cells*, Optik, 2019: Vol. 181, s. 1122-1129, IF: 2.187, MNiSW: 40.000,
7. Sawicka-Chudy P., Sibiński M., Pawełek R., **G. Wisz**, Cieniek B., Potera P., Szczepan P., Adamiak S., Cholewa M., Głowa Ł., *Characteristics of TiO₂, Cu₂O and TiO₂/Cu₂O thin films for application in PV devices*, AIP Advances, 2019: Vol. 9, IF: 1.337, MNiSW: 70.000,
8. Sawicka-Chudy P., Starowicz Z., **G. Wisz**, Yavorskyi R., Zapukhlyak Z., Bester M., Głowa Ł., Sibiński M., Cholewa M., *Simulation of TiO₂/CuO solar cells with SCAPS-1D software*, Materials Research Express, 2019: vol. 6, no. 8, Article Number: 085918, IF: 1.929, MNiSW: 70.000,
9. Sawicka-Chudy P., **G. Wisz**, Sibiński M., Starowicz Z., Głowa Ł., Szczerba M., Cholewa M., *Performance improvement of TiO₂/CuO by increasing oxygen flow rates and substrate temperature using DC reactive magnetron sputtering method*, Optik, 2020: Vol. 206, IF: 2.187, MNiSW: 40.000,
10. **G. Wisz**, P. Sawicka-Chudy, R. Yavorskyi, P. Potera, M. Bester, Ł. Głowa, *TiO₂/Cu₂O heterojunctions for photovoltaic cells application produced by reactive magnetron sputtering*, Materials Today: Proceedings 2021:35, p. 552–557,
11. **G. Wisz**, P. Sawicka-Chudy, M. Sibiński, Z. Starowicz, D. Płoch, A. Góral, M. Bester, M. Cholewa, J. Woźny, A. Sosna-Głębska, *Solar cells based on copper oxide and titanium dioxide prepared by reactive direct-current magnetron sputtering*, Opto-Electronics Review, 2021, vol. 29, iss. 3, p. 97-104, IF: 2.489, MEiN: 100.000,
12. **G. Wisz**, P. Sawicka-Chudy, M. Sibiński, D. Płoch, M. Bester, M. Cholewa, J. Woźny, R. Yavorskyi, L. Nykyruy and M. Ruszała. "TiO₂/CuO/Cu₂O Photovoltaic Nanostructures Prepared by DC Reactive Magnetron Sputtering" Nanomaterials, 2022, 12, no. 8: 1328. IF: 5.076, MEiN: 100.00,
13. **G. Wisz**, P. Sawicka-Chudy, A. Wal, P. Potera, M. Bester, D. Płoch, M. Sibiński, M. Cholewa, M. Ruszała, *TiO₂:ZnO/CuO thin film solar cells prepared via reactive direct-current (DC) magnetron sputtering*, Applied Materials Today, Volume 29, 2022, IF: 8,663; MEiN: 140.00,
14. **G. Wisz**, P. Potera, P. Sawicka-Chudy, K. Gwóźdź, *Optical Properties of ITO/Glass Substrates Modified by Silver Nanoparticles for PV Applications*. Coatings 2023, 13, 61, IF: 3,236; MEiN: 100.00,
15. **G. Wisz**, P. Sawicka-Chudy, A. Wal, M. Sibinski, P. Potera, R. Yavorskyi, L. Nykyruy, D. Ploch, M. Bester, M. Cholewa and O. M. Chernikova, *Structure Defects and Photovoltaic Properties of TiO₂:ZnO/CuO Solar Cells Prepared by Reactive DC Magnetron Sputtering*. Appl. Sci. 2023, 13, 3613. IF: 2,838; MEiN: 100.00

Patenty

1. MARIUSZ BESTER, **GRZEGORZ WISZ**, PAULINA SAWICKA-CHUDY, DARIUSZ PŁOCH, ŁUKASZ GŁOWA, MARIAN CHOLEWA, MIROSŁAW ŁABUZ *Ogniwo fotowoltaiczne oraz sposób wytwarzania ogniwa fotowoltaicznego*, P.434518 (2020), Pat.240428 2022
2. MARIUSZ BESTER, MARIAN CHOLEWA, PIOTR KRZEMIŃSKI, DARIUSZ PŁOCH, JOANNA RADOMSKA, PAULINA SAWICKA-CHUDY, ANDRZEJ WAL, **GRZEGORZ WISZ**, *Cienkowarstwowe ogniwo fotowoltaiczne $TiO_2:ZnO/CuO$, target do wytwarzania warstwy $TiO_2:ZnO$ ogniwa fotowoltaicznego i sposób wytwarzania ogniwa fotowoltaicznego*, P.439864 (2021)

Baza aparaturowa – platforma PVD

Modularna platforma do osadzania cienkich warstw z komputerowym systemem kontroli i sterowania w Pracowni Technologii Pokryć Ochronnych Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Techniczno-Przyrodniczej Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Przedstawione publikacje są powiązane tematycznie ze sobą w ten sposób, iż odnoszą się do szeroko pojętej inżynierii materiałowej cienkich warstw, które mogą znaleźć zastosowanie przy produkcji ogniw fotowoltaicznych. W odniesieniu do cyklu **15 publikacji** warto podkreślić, że Habilitant był **pierwszym autorem w 7 przedstawionych artykułach**. Ukazały się one w recenzowanych czasopismach o wysokiej punktacji na liście MEiN w tak uznanych periodykach jak: Nanoscale Research Letters, Archives of Metallurgy and Materials, Opto-Electronics Review, Nanomaterials, Applied Materials Today czy Coatings. Część z nich ma wysoka liczbę cytowań. Przykładowo publikacja nr 1 była cytowana 74 razy przez innych autorów. Habilitant określił wkład w każdą z prezentowanych prac eksperymentalnych. Podał, że było nim tworzenie bądź współtworzenie koncepcji i planu pracy, koordynacja i planowanie eksperymentów, dobór parametrów procesowych, wytwarzanie poszczególnych warstw i struktur z wykorzystaniem zbudowanej aparatury, a także udział w badaniach i analizie uzyskanych wyników. W mojej ocenie zabrakło jedynie procentowego sparametryzowania tego wkładu dla każdej z 15 publikacji. Ponadto habilitant jest autorem 59 artykułów z czego **46 zostało opublikowanych po doktoracie**.

Przedstawione do oceny artykuły są powiązane tematycznie a tematyka dotyczy **kształtowania warunków wzrostu oraz parametrów struktur cienkowarstwowych**. W pierwszym artykule przedstawiono metodę impulsowego osadzania laserowego oraz określono warunki technologiczne dające możliwość wytworzenia warstw tlenku cynku pokazując jednocześnie silną zależność typu wzrostu i jakości struktury tlenku cynku od temperatury podłoża. Podobnie w artykule trzecim przedstawiono sposób otrzymania i warunki wzrostu warstw tlenku tytanu. Badano warstwy wytworzone metodą

impulsowego osadzania laserowego oraz metodą stałoprądowego reaktywnego rozpylania magnetronego. Już wtedy autorzy wskazywali na możliwość wykorzystania ich w ogniwach fotowoltaicznych. Artykuły dwa i cztery dotyczyły modelowania parametrów struktur fotowoltaicznych. Z jednej strony tego typu artykuły są bardzo interesujące oraz ułatwiają planowanie badań czy wyznaczanie nowych kierunków badań (liczba cytowań artykułu nr 4 to 41), z drugiej nie są jednak tak istotne z punktu widzenia wkładu w dyscyplinę jak te, które dotyczą oryginalnych prac eksperymentalnych. Niemniej wyniki symulacji potwierdziły, że w przypadku powodzenia omawiane struktury mogą mieć potencjał aplikacyjny. Podana wartość sprawności 23% dla ogniwa TiO_2/CuO jest bardzo ambitna ale jednocześnie warto dodać, że obecny rekord sprawności dla ogniwa CdTe to aż 21%. W kolejnym, piątym artykule autorzy przedstawili wyniki badań na podstawie których określono warunki wzrostu pozwalające na wytworzenie warstw tlenku miedzi o zadanym składzie i jakości optycznej. Wskazali między innymi jak ważne są moc magnetronego, wartości oraz stosunek wielkości strumieni $\text{O}_2:\text{Ar}$ oraz odległość podłoże – tarcza. Dla danych warunków określono prędkości wzrostu warstwy co było istotne z punktu widzenia kontroli jej grubości. W pracy nr 6 określono warunki wzrostu i parametry procesowe pozwalające na wytworzenie warstw tlenku tytanu charakteryzujących się wysokim współczynnikiem transmisji optycznej oraz wzrostem kolumnowym pożądanym dla struktury fotowoltaicznej. Określono podobny zestaw istotnych parametrów procesu jak ten podany w pracy nr 5. W artykule siódmym przedstawiono sposób wytworzenia heterostruktur $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}$ i porównano ich własności fotowoltaiczne w odniesieniu do warunków wzrostu oraz związanych z tym własności materiałowych. Praca numer 8 podobnie jak 2 i 4 zawiera wyniki symulacji. W artykule nr 9 przedstawiono wyniki kolejnych badań nad wytwarzaniem struktury TiO_2/CuO . W artykułach 9 i 11 pokazano wyniki pomiarów parametrów elektrycznych opracowanych struktur w tym wartości sprawności 0,24% oraz 0,9%. Nie są to wartości imponujące ale jeśli wziąć pod uwagę, że w pracy nr 10 skoncentrowano się na wykonaniu tylnej elektrody przyłączeniowej na bazie srebra i najlepsze wyniki osiągnięto dla techniki klejenia to należy rozszerzyć ten obszar badań gdyż sprawność opracowanych ogniw może być wyższa. Warunki wzrostu oraz parametry procesowe zaprezentowane w artykule 11 przed ich publikacją były podstawą do przygotowania zgłoszenia patentowego, na podstawie którego autorzy uzyskali patent będący składową prezentowanych osiągnięć. Badania opisane w pracy nr 12 są o tyle istotne, że podobnie jak te z pracy nr 10 wskazują na duży problem z wykonaniem poprawnej elektrody. Praca nr 13 to pewien zwrot jeśli chodzi o badane układy materiałowe. Pokazano w niej modyfikację procesu wytwarzania ogniwa polegającą na zastąpieniu emitera TiO_2 hybrydową warstwą tlenku tytanu połączonego z tlenkiem cynku. Jak przyznają sami autorzy modyfikacja ta nie pozwoliła poprawić wydajności złącza $\text{ZnO}:\text{TiO}_2/\text{CuO}$ w stosunku do wcześniej wytwarzanych ogniw TiO_2/CuO . Faktem natomiast jest, iż z punktu widzenia inżynierii materiałowej

wskazanie nie prezentowanych wcześniej w literaturze warunków wzrostu i parametrów procesowych pozwalających na wytworzenie hybrydowej warstwy ZnO:TiO₂ jest interesującym wynikiem dla innych zespołów badawczych. Ponadto warunki wzrostu oraz parametry procesowe zaprezentowane tej pracy były podstawą do przygotowania zgłoszenia patentowego.

W pracy numer 14 analizowano własności pochodzących od różnych dostawców podłoży szkło/ITO oraz podłoży z naniesionymi warstwami nanocząstek srebra o różnej grubości. Natomiast artykuł nr 15 dotyczy analizy wpływu parametrów procesowych i warunków osadzania cienkiej warstwy miedzi pomiędzy warstwami tlenku tytanu i tlenku miedzi oraz cienkiej warstwy miedzi na tlenku miedzi. Autorzy pokazali, że zastosowana ultracienka warstwa buforowa miedzi pomiędzy warstwą tlenku tytanu a warstwą tlenku miedzi pozwala na uzyskanie efektu fotowoltaicznego w ogniwach TiO₂:ZnO/CuO.

Reasumując **publikacje stanowią powiązany ze sobą tematycznie cykl**. Szczególnie wartościowe są te wyniki, które pozwoliły na opatentowanie opisów technologii i parametrów procesowych dotyczących działających ogniw fotowoltaicznych.

Doktor Grzegorz Wisz jest współautorem 4 patentów. Patenty dotyczą technologii wytwarzania cienkowarstwowych struktur fotowoltaicznych na bazie tlenku tytanu, tlenku cynku i tlenku miedzi. Przyznanie patentu zawsze wskazuje na innowacyjny i nowatorski element badań. **Jako element osiągnięcia habilitant przedstawił 2 z nich**. Po pierwsze, oba wynikają bezpośrednio z publikacji a po drugie wpisują się tematycznie w opisywane osiągnięcie naukowe.

Jako osiągnięcie kandydat podał także **stworzenie profesjonalnej bazy aparaturowej obejmującej platformę PVD do wytwarzania cienkich warstw w warunkach wysokiej próżni**. Wskazał, iż opracował koncepcję funkcjonalną, był członkiem zespołu projektowego, przeprowadził wdrożenie, a obecnie jest głównym operatorem modularnej platformy do osadzania cienkich warstw z komputerowym systemem kontroli i sterowania w Pracowni Technologii Pokryć Ochronnych Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Techniczno-Przyrodniczej Uniwersytetu Rzeszowskiego. **Uważam to za znaczący element jego osiągnięcia naukowego**.

W odniesieniu do przedstawionych patentów pierwszy z nich odnosi się do konkretnego rodzaju ogniwa gdzie sprecyzowano budowę, układ warstw a nawet ich ilość. Zgłoszone w patencie ogniwo jest tym, które zostało opracowane w oparciu o znajomość **warunków wzrostu oraz parametrów cienkowarstwowych struktur fotowoltaicznych na bazie tlenku tytanu, tlenku cynku i tlenku miedzi** oraz z użyciem **stanowiska do osadzania cienkich warstw z komputerowym systemem kontroli i sterowania**. Drugi z patentów jest rozszerzeniem tego osiągnięcia gdyż jako przedmiot wynalazku

zgłoszono dodatkowo target oraz sam sposób wytwarzania z wykorzystaniem tego targetu.

Biorąc pod uwagę cykl powiązanych tematycznie publikacji, stworzenie zaplecza aparaturowego oraz zgłoszone i uzyskane patenty należy uznać, że przedstawione osiągnięcia mają charakter nowatorski i są w pełni oryginalne, a tym samym wnoszą istotny wkład i przyczyniają się do rozwoju dyscypliny naukowej „Inżynieria materiałowa”. Wynika to z faktu, iż opublikowane wyniki badań mogą przyczynić się do rozwoju dyscypliny. Habilitant z jednej strony pokazał jaki mają potencjał (opublikowane wyniki symulacji) z drugiej badań możliwości wykorzystania tlenków metali do budowy cienkowarstwowych ogniw fotowoltaicznych. W swoich pracach określił warunki wzrostu i parametry procesowe pozwalające na kształtowanie własności struktur fotowoltaicznych opartych na tlenkach tytanu, cynku i miedzi.

Dane naukowometryczne nie budzą moich zastrzeżeń. Sumaryczny Impact Factor dla wszystkich publikacji w bazie Bibliografia publikacji pracowników Uniwersytetu Rzeszowskiego to **49,447** Liczba cytowań publikacji, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań to 504 – z autocytowaniami i **415** – bez autocytowań (na podstawie dokumentacji) 426 (na podstawie Web of Science). **Indeks Hirscha 11** (na podstawie Web of Science).

UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH

Habilitant brał udział w realizacji 9 projektów badawczych finansowanych w drodze konkursów krajowych. **W 2 z nich był kierownikiem** w 6 głównym wykonawcą a w 1 wykonawcą. Projekty zrealizowano w latach 1997 do 2022 przy czym **7 z nich po doktoracie**.

OSIĄGNIĘCIA PROJEKTOWE, KONSTRUKCYJNE I TECHNOLOGICZNE

Habilitant ma kilka znaczących osiągnięć w tym obszarze, należą do nich :

Zaprojektowanie i budowa aparatury do osadzania warstw organicznych metodą impulsowego osadzania laserowego (PLD) – Nagroda Rektora 2008,

Wykonanie platformy dla pomiarów termowizyjnych gorących części silnika przy wzbudzeniu imitującym komorę spalania silnika odrzutowego.

Dokonanie adaptacji środowiska COMSOL do wyznaczenia naprężeń indukowanych w łopatkę silnika odrzutowego z pokryciem TBC przy zadaniu warunków brzegowych wyznaczonych w oparciu o powierzchniową analizę termograficzną.

Opracowanie projektu strategii i koncepcji funkcjonalnej Podkarpackiego Klastra Energii Odnawialnej – utworzenie Podkarpackiego Klastra Energii Odnawialnej.

Opracowanie projektu i strategii rozwoju Uniwersyteckiego Centrum Transferu Technologii na lata 2014-2020,

POPULARYZACJA WYNIKÓW BADAŃ

Popularyzacja wyników prowadzonych badań jest mocną stroną habilitanta. Uczestniczył w 36 konferencjach na których prezentował postery ale co ważne miał także **16 wystąpień w formie referatów i wykładów**. Dzięki temu dał się poznać szerokiej grupie badaczy w naszym kraju. Ponadto jest członkiem trzech towarzystw naukowych tj. Polskiego Towarzystwa Fizycznego (członek zwyczajny), Polskiego Towarzystwa Informatycznego (członek komisji do spraw jakości ECDL w latach 2010-2014) oraz European Materials Research Society E-MRS (członek zwyczajny).

WSPÓŁPRACA Z OTOCZNIEM NAUKOWO PRZEMYSŁOWYM

Habilitant odbył w sumie 11 staży (i wizyt) w krajowych i zagranicznych ośrodkach badawczych. Większość z nich to krótkie wizyty ale są też wśród nich **miesięczny staż przemysłowy** w WSK Rzeszów oraz **sześciomiesięczny staż naukowy** w Prototypowni i Laboratorium Inkubatora Nowych Technologii w ARR MARR S.A.

W ramach pierwszego habilitant zapoznał się z głównymi procesami technologicznymi związanymi z wytwarzaniem elementów konstrukcji lotniczych oraz charakteryzacji materiałów i badań jakościowych. Podczas drugiego podejmował różnorodne zagadnienia z zakresu inżynierii materiałowej związane z obróbką materiału na maszynach CNC.

Mocną stroną działalności habilitanta jest także szeroka współpraca z sektorem gospodarczym. **Habilitant wykazał współpracę z 16 podmiotami** w tym ze znaną na rynku fotowoltaicznym firmą ML system.

NAGRODY

Nagroda Rektora UR przyznana w roku 2017 za wkład wniesiony w rozwój infrastruktury badawczo-rozwojowej Uniwersytetu Rzeszowskiego. Element tej infrastruktury został przedstawiony jako część osiągnięcia o którym mówi ustawa.

DOROBEK DYDAKTYCZNY

Dorobek dydaktyczny habilitanta został niejako pominięty w przedstawionych do oceny dokumentach. Faktem jest, iż nie jest on elementem osiągnięcia o którym mówi ustawa ale w mojej ocenie jest ważnym wkładem w rozwój dziedziny i wymaga wiedzy, zaangażowania oraz ciągłego rozwoju każdego naukowca. Habilitant podaje jedynie, iż pełnił funkcję recenzenta kilkudziesięciu prac na studiach I i II stopnia (kierunki: Fizyka, Inżynieria Materiałowa, Odnawialne Źródła Energii i Gospodarka Odpadami). Wykonałem recenzję artykułu naukowego: MSB-D-22-01292 Tytuł: A numerical simulation of solar cells based on the CuO and Cu₂O absorber layers with ZnMgO window layer, Czasopismo: Materials Science & Engineering B (2022)

PODSUMOWANIE

Zgodnie z zapisami ustawy do postępowania habilitacyjnego może zostać dopuszczona osoba, która posiada stopień doktora oraz osiągnięcia naukowe lub artystyczne, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej.

Przedstawiony do oceny cykl 15 powiązanych tematycznie ze sobą publikacji, 4 patentów oraz zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne w postaci modularnej platformy do osadzania cienkich warstw z komputerowym systemem kontroli i sterowania **stanowi osiągnięcie o którym mówi ustawa.**

Na podstawie przedstawionych i sparametryzowanych osiągnięć doktora Grzegorza Wisza uważam, iż **są one w zupełności wystarczające do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.** Warto podkreślić, iż na każdym polu swojej działalności habilitant wykazywał się odpowiednim zaangażowaniem. Podnosił swoje kompetencje kończąc studia podyplomowe. Opublikował znacznie więcej artykułów naukowych w okresie po doktoracie. Dane naukometryczne takie jak liczba publikacji 46 indeks Hirscha 11 oraz 415 cytowań są w pełni adekwatne do czasu pracy i dyscypliny naukowej.

Habilitant jest także współautorem jednej monografii naukowej poświęconej tematyce zarządzania energią, która powstała po doktoracie oraz autorem 4 rozdziałów w monografiach naukowych w języku polskim oraz 1 rozdziału w monografiach w języku angielskim.

Udział habilitanta w projektach i stażach naukowych nie budzi moich wątpliwości. Na uwagę zasługuje fakt, iż większości przypadków działania te miały miejsce po uzyskaniu stopnia doktora. Wśród 9 projektów **7 realizowanych było po doktoracie**, wśród 11 wizyt i staży aż **10**. Wśród nich na uwagę zasługują te które trwały ponad miesiąc. W ramach działalności naukowej habilitant był zaangażowany się w prace zespołów redakcyjnych 3 czasopism naukowych tj. Physics and Chemistry of Solid State, Energies i Materials.

Mocną stroną działalności habilitanta jest także szeroka współpraca z sektorem gospodarczym. **Habilitant współpracował z 16 podmiotami** w tym z firmą ML system.

Działalność naukowa habilitanta została dobrze spopularyzowana w krajowych i międzynarodowych środowiskach badawczych. Habilitant prezentował swoje wyniki

prac w postaci 36 wystąpień konferencyjnych z czego **16 miało formę wykładu lub referatu.**

Habilitant otrzymał również nagrodę Rektora UR przyznana w roku 2017 za wkład wniesiony w rozwój infrastruktury badawczo-rozwojowej Uniwersytetu Rzeszowskiego, **która jest elementem przedstawionego do oceny osiągnięcia.**

Wszystko to składa się na obraz naukowca, który samodzielnie prowadzi badania naukowe, zajmuje się dydaktyką oraz uczestniczy w projektach badawczych. Wyniki jego prac badawczych przyczyniły się do **pogłębienia wiedzy w dziedzinie inżynieria materiałowa.** Ponadto udziela się także w obszarach na styku nauka-społeczeństwo.

W mojej opinii osiągnięcia doktora Grzegorza Wisza **stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.**

Mając na względzie powyższe wnoszę o nadanie stopnia doktora habilitowanego Panu dr Grzegorzowi Wiszowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

.....