



Lublin, dn. 3 lipca 2019 r.

dr hab. inż. Piotr Kisała, prof. PL
Instytut Elektroniki i Technik Informatycznych
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Lubelska

RECENZJA

**dorobku naukowego i wyodrębnionego cyklu powiązanych tematycznie publikacji
stanowiących podstawę do ubiegania się przez dr inż. Grzegorza Świrniaka
o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych**

1. Podstawa prawna

- Pismo Zastępcy Dyrektora Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, prof. dr hab. inż. Jana Jabczyńskiego z dnia 7 czerwca 2019 r.;
- Decyzja Centralnej Komisji Do Spraw Stopni i Tytułów nr BCK-VI-L-7685/2019 z dnia 10 maja 2019 r.;
- Ustawa z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (tekst jedn. Dz. U. z 2012 r., poz. 572, z późniejszymi zmianami);
- Ustawa z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2016 r., poz. 882, z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego Dz. U. nr 196 poz. 1165;
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora, (Dz. U. z 2018 r., poz. 261).

2. Informacje ogólne

Dr inż. Grzegorz Świrniak w 1997 roku ukończył Technikum Elektroniczne im. gen. J. H. Dąbrowskiego we Wrocławiu. W tym samym roku związał swoje losy z Politechniką



Wrocławską rozpoczynając studia na Wydziale Elektroniki, przez pierwsze 5 lat jako student, a po uzyskaniu dyplomu magistra inżyniera w 2002 roku jako pracownik naukowy Uczelni. Analizując przebieg kariery naukowej Kandydata do uzyskania stopnia doktora habilitowanego – dra inż. Grzegorza Świrniaka można zauważyć, że decydującym momentem było rozpoczęcie przez niego pracy w Katedrze Metrologii Elektronicznej i Fotonicznej kierowanej przez Pana Profesora Janusza Mroczkę. W swojej pracy naukowej Habilitant wykorzystuje fale elektromagnetyczne do badania materii w postaci włókien transparentnych, rozwijając własne narzędzia badawcze, proponując nowe metody pomiarowe, nie tylko nadążając za najnowszą literaturą w tym obszarze, ale uzyskując niejednokrotnie przewagę w stosunku do innych ośrodków, co można stwierdzić analizując zawartość merytoryczną i daty publikacji poszczególnych publikacji Kandydata. W roku 2009 Habilitant broni z wyróżnieniem pracę doktorską pt. „Pomiar średnicy włókna optycznego z wykorzystaniem światła rozproszonego”. Praca wykonana była pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Janusza Mroczki, a jej recenzentami byli: prof. Tadeusz Pustelny (Politechnika Śląska) oraz dr hab. inż. Adam Polak (Politechnika Wroclawska).

W latach 2002-2010 Kandydat pracował na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego oraz wykładowcy a od roku 2010 do chwili obecnej jako adiunkt na Wydziale Elektroniki Politechniki Wroclawskiej. Analizując cały dorobek uwagę zwraca przede wszystkim konsekwencja Jego poczynañ naukowych, perfekcyjne opanowanie warsztatu naukowego oraz znajomość najnowszej literatury na każdym etapie Jego prac badawczych.

3. Ocena dorobku naukowego wchodzącego w skład osiągnięcia oraz innych wskaźników dokonań naukowych

Dorobek naukowy wchodzący w skład osiągnięcia naukowego, będący podstawą do ubiegania się przez dr. inż. Grzegorza Świrniaka o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie elektronika stanowi cykl trzynastu publikacji powiązanych tematycznie, ujętych pod wspólnym tytułem: „*Optyczna charakterystyka transpa-*



rentnych włókien i mikroobjętości kapilarnych z wykorzystaniem światła rozproszonego". Niniejsza ocena osiągnięcia naukowego dotyczy oceny merytorycznej prac wchodzących w skład osiągnięcia, wkładu własnego Habilitanta, aktualności tematyki i zakresu wykonanych prac, a także analizy cytowań prac naukowych i ich dostrzegalności w środowisku naukowym.

3.1. Ocena merytoryczna prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

Dr inż. Grzegorz Świrniak sformułował cel badań naukowych w postaci opracowania nowych optycznych metod pomiarowych, umożliwiających charakterystykę *in situ* transparentnych włókien i mikroobjętości kapilarnych na podstawie analizy inwersyjnej promieniowania rozproszonego. Pod hasłem „opracowanie metod pomiarowych” kryje się tak naprawdę cały szereg badań stosowanych i przemysłowych, modelowanie przyczynowo-odwrotne, budowa modeli wprost (zarówno fizycznych jak i matematycznych) i wreszcie budowa prototypowych układów oraz ich walidacja w warunkach laboratoryjnych. Niewątpliwie imponuje bardzo szeroki zakres badań wykonywanych przez Habilitanta i złożoność oraz różnorodność Jego poczynań naukowych. Ich szczegółowy opis wykroczyłby z pewnością poza ramy objętościowe przedmiotowej recenzji, niemniej jednak należy zwrócić uwagę na złożoność badań prowadzonych przez Kandydata. Przykładowo, opracowanie metody nieinwazyjnej charakterystyki włókien światłowodowych wymaga wykonania całego szeregu prac badawczych przenikających się i uzupełniających, ale nie powtarzających. Dr inż. Grzegorz Świrniak ten przykładowy problem rozwiązuje następująco:

- i. analizuje możliwość budowy modelu matematycznego układu włókna optycznego i padającej fali elektromagnetycznej o ściśle określonym zakresie częstotliwości,
- ii. rozpatruje padającą falę promieniowania elektromagnetycznego jako szereg funkcji (harmonik cylindrycznych) zdefiniowanych w przestrzeni homogenicznej.
- iii. rozwiązuje analitycznie równania Maxwella (stosuje do tego celu metodę SVM), definiując warunki brzegowe określone dla monochromatycznej fali świetlnej,



- iv. równolegle buduje modele pozwalające na numeryczne rozwiązanie problemu rozpraszania światła na włóknach światłowodowych (oczywiście przedmiotem badań Habilitanta są również inne struktury mikrowłókien, w tej części recenzji ze względu na obszerność tematyki skupiono się na włóknach światłowodowych),
- v. uzyskuje odpowiedzi w postaci rozkładu przestrzennego promieniowania zarówno w dziedzinie czasu i częstotliwości,
- vi. analizuje i interpretuje zjawiska fizyczne i mechanizmy prowadzące do rozpraszania światła na badanych strukturach,
- vii. buduje uproszczone modele przyczynowe promieniowania rozproszonego, w tym przypadku o niskim stopniu spójności - w tym miejscu dysponując już tzw. modelami wprost (modelami prostymi),
- viii. przy wykorzystaniu modeli prostych rozwiązuje tzw. problem odwrotny dla tego typu struktur, uzyskując w ten sposób możliwość wyznaczania cech transparentnych struktur poprzez pomiar widm rozproszonych na tych strukturach,
- ix. buduje autorskie stanowiska pomiarowe, na których wykonuje badania światła rozproszonego i weryfikuje dane uzyskane z modeli prostych i odwrotnych włókien światłowodowych,
- x. wykorzystuje kompleksowe modele rozpraszania światła do oceny błędów systematycznych,

Punkty od i. do x. to przecież owo „opracowanie metody pomiaru”. Zatem dopiero analiza prac naukowych Habilitanta pod kątem badań konkretnej struktury uświadamia szeroki zakres prac z nią związanych, a także ich kompleksowość.

Należy zwrócić uwagę, że w gruncie rzeczy każdy z wymienionych etapów (tylko jednego przykładowego zagadnienia !) stanowi odrębny problem, każdy z tych etapów jest niezbędny do realizacji następnego i każdy z nich wymaga wiedzy z różnych obszarów naukowych: od matematyki, fizyki, optyki (opis propagacji światła), opanowania profesjonalnych narzędzi modelowania numerycznego, konstrukcji stanowisk badawczych, algorytmiki aż po odrębny dział – tzw. analizę odwrotną (*inverse analysis, inverse problems*). Dr inż. Grzegorz Świrniak to przykład solidnego naukowca,



który opanował doskonale warsztat naukowy, wszechstronnie uzdolnionego, jednocześnie mającego świadomość ograniczeń stosowanych metod poznawczych.

Zgodnie z art. 16 ust. 1 Ustawy z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2016 r., poz. 882, z późniejszymi zmianami), 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 lub artystycznej oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną. Osiągnięciem, o którym mowa w ust. 1 wyżej wymienionej ustawy w przypadku Habilitanta jest cykl 13 publikacji powiązanych tematycznie. W cyklu tym wydzielić można 4 obszary tematyczne.

Pierwszy obszar dotyczy opracowania optycznej metody pomiarowej do nieinwazyjnych pomiarów średnic mikrowłókien i światłowodów włóknistych. Ten obszar tematyczny reprezentują prace oznaczone przez Habilitanta w autoreferacie jako A1, A3, A5 oraz A12. Na uwagę zasługuje szczególnie praca A5 opublikowana w uznanym czasopiśmie *Applied Optics* w roku 2014. Wykonywana przez dra Świrniaka analiza odwrotna promieniowania rozproszonego w zakresie niewielkich kątów, prowadząca do wyznaczenia fizycznych cech włókna rozpraszającego światło jest niewątpliwie bardzo złożonym zagadnieniem matematycznym. Habilitant dokonuje tego poprzez budowę i walidację modeli rozproszenia polichromatycznej wiązki światła na badanych strukturach, wykorzystując metodę rozdzielania zmiennych. Wykorzystuje również tzw. wiedzę *a priori*, która pochodzi głównie ze znajomości technologii wytwarzania badanych włókien oraz wpływu poszczególnych parametrów ich wytwarzania na ich właściwości mechaniczne oraz optyczne. Do wspomnianych założeń *a priori* należą przede wszystkim: anizotropowość, dyspersyjność oraz niehomogeniczność włókien.

W pracach A1, A5 Autor udowadnia, że dobór parametrów narzędzia pomiarowego, np. w postaci szerokości połówkowej spektrum wiązki światła może prowadzić do uzyskania monotonicznych zmian położenia wybranego ekstremum dyfrakcyjnego. Jest to niezwykle istotne, ponieważ ten efekt umożliwia jednoznaczną ocenę średnicy



badanego włókna. Habilitant wyjaśnia zjawiska fizyczne prowadzące do tego typu efektów. Prace udowodniły również, że przesunięcie maksimum widmowego źródła promieniowania prowadzi do redukcji efektów rozpraszania rezonansowego, ponieważ dochodzi wtedy do zwiększenia absorpcji włókna szklanego. Uzyskano także szereg wniosków o charakterze użytkowym. Wykazano, że możliwe jest takie dobranie warunków eksperymentu, dla których promieniowanie propagujące się przez szklane włókno nie wpływa na strukturę prążków dyfrakcyjnych, a tym samym nie zakłóca pomiaru fali rozproszonej. Część praktyczna wykonana na potrzeby tego obszaru badawczego zawarta jest głównie w publikacjach A3 oraz A12 i jest ona ukoronowaniem oraz potwierdzeniem opisanych w pracach A1 i A5 zależności teoretycznych. Habilitant wykonał jakościową i ilościową weryfikację wybranych zagadnień modelowych na stanowisku pomiarowym służącym do analizy pola rozproszonego w zakresie małych kątów rozproszenia.

Najważniejszymi właściwościami zaproponowanej metody pomiarowej jest możliwość wykonywania pomiarów nieinwazyjnych na pracującym włóknie lub nawet trakcie procesu jego wytwarzania (*in situ*). Metoda pozwala na wykonywanie pomiarów średnic mikrowłókien wzmacniających oraz światłowodów włóknistych praktycznie od wartości powyżej 10 μm . Pomiar pośredni średnicy jest poprzedzony pomiarami pola dalekiego przy małych kątach rozproszenia. Należy podkreślić, że metoda jest niewrażliwa na zmiany współczynnika załamania włókna oraz zmiany natężenia promieniowania propagujące się przez włókno.

Drugi obszar tematyczny prac Habilitanta stanowiący Jego osiągnięcie naukowe dotyczy opracowania metody do jednoczesnego pomiaru średnicy oraz współczynnika załamania światła transparentnych włókien optycznych i światłowodów jednomodowych i składają się na niego prace oznaczone w autoreferacie jako A1, A2, A4, A6, A8. Najważniejsze wyniki swoich badań naukowych mieszczących się tematycznie w niniejszym obszarze tematycznym Habilitant opublikował w czasopiśmie należącym do *Optical Society of America* (OSA). Przykładem są prace A4 oraz A8 opublikowane odpowiednio w *Applied Optics* (rok 2014) oraz *Journal of the Optical Society of America A* (rok 2016). Pole rozproszone nazywane również tzw. tęczą



monochromatyczną jest efektem rozpraszania promieniowania laserowego, zaś jego analiza jest obecnie podstawą wielu nowoczesnych metod pomiarowych. Habilitant wykorzystuje promieniowanie o niskim stopniu spójności czasowej w celu uzyskania tęczy polichromatycznej, a następnie dokonuje aproksymacji tego typu tęczy z wykorzystaniem modeli odwrotnych, umożliwiających pomiar pośredni cech badanego włókna. Habilitant opracowuje model Debye'go rozpraszania światła na włóknie homogenicznym i uzyskuje zgodność położenia ekstremów tęczy polichromatycznej i tęczy powstającej w wyniku interferencji dwóch modów rozproszonych. Kandydat wykazał, że efekty makroskopowe rozpraszania promieniowania polichromatycznego w obszarze tzw. tęczy pierwotnej można modelować jako efekt interferencji monochromatycznych modów promieniowania. W tym obszarze tematycznym Habilitant również uzyskał szereg wyników o charakterze pionierskim, spośród których najważniejsze było zastąpienie modelu rozpraszania promieniowania polichromatycznego modelem przybliżonym Airy'ego wykorzystującym aproksymację frontu falowego. Jednocześnie Habilitant wykazał możliwości pokonania sygnalizowanych w literaturze ograniczeń tego modelu w aproksymacji rozproszenia światła na małych strukturach.

Ukoronowaniem części teoretycznej prac wchodzących w skład tego obszaru tematycznego jest konstrukcja modelu odwrotnego wykorzystującego całkę Airy'ego oraz informację o położeniach kątowych dwóch prążków tęczy w celu jednoczesnej oceny średnicy i współczynnika załamania światła badanych włókien. Aby zredukować błędy systematyczne charakterystyczne dla całki Airy'ego, Habilitant koryguje model odwrotny wykorzystując teorię sumy asymptotycznych i szybkobieżnych rozwinięć, uzyskując rozkład pola elektromagnetycznego. Natomiast zwieńczeniem części praktycznej prac z tego obszaru tematycznego są badania doświadczalne światłowodów jednomodowych Corning SMF 8,2/125 μm prowadzone z wykorzystaniem prototypowego układu skaterometru. Wyniki tych badań zostały porównane z pomiarami uzyskanymi przy wykorzystaniu skaningowego mikroskopu elektronowego.

Najważniejszymi właściwościami zaproponowanej metody pomiarowej są zatem możliwości wykonywania pomiarów *in situ* współczynnika załamania światła oraz



średnicy włókien transparentnych, w tym światłowodów jednomodowych poprzez wykorzystanie metod analizy promieniowania rozproszonego pod dużym kątem.

Trzeci obszar aktywności Habilitanta, zawarty w cyklu publikacji stanowiących Jego osiągnięcie naukowe dotyczy opracowania interpretacji fizycznej pola dalekiego promieniowania rozproszonego na światłowodach o skokowym oraz parabolicznym rozkładzie współczynnika załamania światła. W zasadzie w niniejszy zakres badawczy wpisuje się jedna praca Habilitanta, oznaczona w autoreferacie jako A10. Jest to praca opublikowana w roku 2017 na łamach prestiżowego czasopisma *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*. Dostarcza ona obszerną porcję nowej wiedzy na temat rozproszenia promieniowania monochromatycznego i polichromatycznego na światłowodach jedno- i wielomodowych o skokowym i gradientowym profilu współczynnika załamania.

Autor dokonuje opisu zjawisk rządzących powstawaniem pola rozproszonego na włóknach homogenicznych oraz światłowodach, zarówno w dziedzinie czasu jak i częstotliwości. Do przekształcenia promieniowania rozproszonego zarejestrowanego w wybranym przedziale kątowym Autor wykorzystuje dyskretne przekształcenie Fouriera (DFT) i wykazuje istnienie szeregu interferencji modów rozproszonych. Model rozpraszania fali monochromatycznej uogólnia w tym przypadku również na wiązki o rozkładzie gaussowskim, wykorzystując teorię GLMT (Generalized Lorenz-Mie Theory). Z drugiej strony Habilitant proponuje również analizę odpowiedzi impulsowej w postaci tzw. diagramów Lavena, ilustrujących zmieniające się w czasie natężenie promieniowania rozproszonego w funkcji kąta rozproszenia. Uważam, że badania te dostarczyły wielu istotnych informacji o naturze polichromatycznego pola rozproszonego, niedostępnych przecież w analizie wykonywanej metodą widmową. Ten obszar badań, wchodzący w skład osiągnięcia naukowego Habilitanta można zatem nazwać udaną próbą opracowania spójnej fizycznej interpretacji dalekiego pola mierzonego w szerokim zakresie kątów, spowodowanego rozpraszaniem promieniowania na włóknach homogenicznych, transparentnych oraz światłowodach o skokowym i parabolicznym profilu współczynnika załamania światła, przy czym samo promieniowanie cechuje się niskim stopniem spójności czasowej.



Czwarty, obszar aktywności naukowej Habilitanta dotyczy opracowania metody pomiaru średnicy rdzenia i płaszcza włókien światłowodowych o skokowym profilu współczynnika załamania światła, a wpisują się w niego dwie publikacje, oznaczone za Habilitantem w autoreferacie jako A7 oraz A13, opublikowane w Proceedings of SPIE w latach 2015 oraz 2018. Na szczególną uwagę zasługuje zaproponowana przez Habilitanta po raz pierwszy w pracy A13 korelacyjna analiza pola rejestrowanego pod dużym kątem, umożliwiająca jednoczesny pomiar średnicy rdzenia i płaszcza światłowodu. Istotą metody jest analiza korelacyjna dyskretnych i rzeczywistych sygnałów w postaci natężeń pola rozproszonego na badanym światłowodzie pod dużym kątem, tj. sygnału referencyjnego (pomiar rzeczywistych struktur) oraz sygnału empirycznego (model matematyczny).

Niewątpliwie na dokładność pomiaru wpływają zaburzenia rejestrowanego sygnału optycznego oraz zmiany konfiguracji układu pomiarowego, co dostrzega Habilitant podejmując w ramach pracy A13 próby szacowania niepewności pomiaru wynikających z losowych zaburzeń mierzonego sygnału optycznego. Metoda zaproponowana przez Habilitanta polega na pomiarze rozproszenia światła w zakresie dużych kątów (ok. 145-180°) a nawet w zakresie tzw. rozproszenia wstecznego. Wymaga to wiedzy dotyczącej zarówno mechanizmów powstawania tzw. tęczy pierwotnych (dla kątów rozproszenia od 145°), jak również tzw. glorii optycznej (dla kątów rozproszenia w zakresie od 175° do 180°).

Najważniejszymi właściwościami zaproponowanej metody pomiarowej są zatem możliwości wykonywania optycznych pomiarów pośrednich średnicy rdzenia i płaszcza światłowodów o skokowym profilu współczynnika załamania światła poprzez analizę promieniowania laserowego rozproszonego pod dużym kątem. Zastosowana przez Habilitanta metoda korelacyjna daje możliwość precyzyjnej oceny średnic światłowodu skokowego w warunkach *in situ*, w szerokim zakresie ich zmian, niedostępnym jak dotąd w stosowanych obecnie nieinwazyjnych metodach pomiarowych. Z punktu widzenia możliwości wykorzystania metody w rzeczywistych układach pomiarowych niezwykle istotna jest również uzyskana przez Habilitanta niska wrażliwość wyników pomiarów średnic na przemieszczenie światłowodu.



Na piąty obszar badawczy Habilitanta składają się prace oznaczone w autoreferacie jako A9 oraz A11. Dotyczą one opracowania metody pomiaru współczynnika załamania mikrowłókien na potrzeby elektroforezy kapilarnej. Prace te zostały opublikowane w *Proceedings of SPIE* w latach 2016 oraz 2017. Habilitant wykazał możliwość zastosowania analizy danych z pola rozproszonego w zakresie wielokrotnych tęczy pierwotnych do precyzyjnego pomiaru współczynnika załamania mikroobjętości kapilarnej i zaproponował metodę eliminacji wpływu rozpraszania rezonansowego fali elektromagnetycznej propagującej się wewnątrz kapilary na dane pomiarowe wykorzystywane do estymacji współczynnika załamania kapilary. Również w tym obszarze tematycznym Kandydat uzyskał wyniki o znaczeniu użytkowym. Wysoka czułość pomiaru współczynnika załamania światła stwarza możliwość pomiaru jego bardzo małych zmian w praktycznych układach pomiarowych. Dodatkowo czułość ta jest w dużym stopniu zależna od względnej relacji pomiędzy średnicą wewnętrzną i zewnętrzną kapilary. To z kolei stwarza możliwości detekcji niewielkich zmian objętości np. substancji umieszczonych w mikrokapilarach.

Reasumując stwierdzam, że podejmowana przez Habilitanta tematyka jest istotna ze względu na duże możliwości wykorzystania wyników badań w systemach kontrolnych, służących do nieinwazyjnego pomiaru w procesie produkcyjnym cech włókien wzmacniających i światłowodów. Metody opracowane przez Habilitanta stanowią cenne osiągnięcie, pozwalające na budowanie optoelektronicznych urządzeń pomiarowych o nowych możliwościach, dokonujących nieinwazyjnej diagnostyki transparentnych elementów.

Za wkład Habilitanta w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinę elektronika uważam:

- opracowanie metody analizy danych pomiarowych pochodzących z pola rozproszonego pod dużym kątem na szklanym włóknie,
- opracowanie wysokorozdzielczej metody pomiaru współczynnika załamania włókien szklanych wykorzystującej zjawisko tęczy,



- opracowanie metod inwersji danych pomiarowych z pola rozproszonego pod małym kątem w ocenie średnicy mikrowłókien szklanych wielowarstwowych,
- opracowanie autorskiej metody nieinwazyjnego pomiaru średnicy włókien homogenicznych transparentnych o średnicach rzędu 30 μm oraz światłowodów jednomodowych o średnicach rzędu 125 μm na etapie produkcji takich włókien (pomiar *in situ*),
- opracowanie numerycznych oraz matematycznych modeli wprost oraz inwersyjnych w rozpraszania promieniowania polichromatycznego,
- opracowanie autorskiej metody umożliwiającej jednoczesny pomiar średnicy oraz współczynnika załamania szklanego włókna o średnicach nominalnych zawierających się w zakresie od 30 do 200 μm oraz światłowodów jednomodowych (125 μm) przy wykorzystaniu wiązki światła o niskim stopniu spójności czasowej,
- opracowanie autorskiej metody do nieinwazyjnego pomiaru średnicy włókien homogenicznych o średnicach nominalnych wynoszących co najmniej 10 μm oraz światłowodów włóknistych – metoda jest niewrażliwa na zmiany struktury refrakcyjnej badanych włókien,
- zaproponowanie metody inwersji danych pomiarowych z obszaru polichromatycznej tęczy pierwotnej, powstającej na transparentnym homogenicznym włóknie, przy czym metoda ta wykorzystywana może być do jednoczesnych pomiarów średnicy i współczynnika załamania światła włókien transparentnych, w tym samym punkcie zwracam uwagę również na opracowanie gotowych formuł inwersyjnych wykorzystujących całość Airy'ego,
- przedstawienie metody regularyzacji zagadnienia odwrotnego w pomiarach średnic rdzenia światłowodów włóknistych o skokowym profilu współczynnika załamania światła, wykorzystanie analizy DFT sygnału rozproszonego w tzw. polu dalekim, charakteryzującym się zmiennym stopniem spójności czasowej,
- zaproponowanie kryteriów analizy widmowej sygnału natężenia rozproszonego z zakresu tęczy pierwotnych,



- opracowanie zależności funkcyjnych, umożliwiających wykonywanie pomiarów pośrednich średnicy rdzenia na podstawie charakterystyk widmowych tęczy,
- opracowanie koncepcji metody pomiarowej umożliwiającej wykonywanie nieinwazyjnych pomiarów średnicy rdzenia światłowodu jednomodowego oraz wielomodowego skokowego,
- opracowanie koncepcji interferometrycznej metody pomiarowej, pozwalającej na nieinwazyjny pomiar współczynnika załamania cieczy zawartej w mikrokapilarach na potrzeby elektroforezy kapilarnej,
- opracowanie fizycznej interpretacji składowych widmowych przy wykorzystaniu metody analizy położenia maksimów i minimów interferencyjnych w polu dalekim i wykonanie analizy natury pola rozpraszanego na transparentnych włóknach homogenicznych w zakresie wielokrotnych tęcz pierwotnych (wyniki znajdują zastosowanie w pomiarach średnic światłowodów włóknistych jednomodowych oraz wielomodowych, zarówno skokowych jak i gradientowych).

Na uwagę zasługuje fakt, że Habilitant nie ogranicza się tylko do opracowania metod pomiarowych. Dokonuje on również praktycznych weryfikacji poprawności swoich metod z wykorzystaniem autorskiego, optoelektronicznego stanowiska badawczego do pomiarów skaterometrycznych. Stwierdzam, że wyniki badań prowadzonych przez Habilitanta przyczyniły się do rozwoju badań dotyczących nowych optoelektronicznych metod pomiarowych, służących do nieinwazyjnego pomiaru w procesie produkcyjnym cech włókien wzmacniających i światłowodów. Stwierdzam również, że tematyka badawcza Habilitanta jest aktualna i oprócz wysokiego poziomu naukowego posiada szereg aspektów o znaczeniu użytkowym.

Podsumowując ocenę dorobku naukowego wchodzącego w skład osiągnięcia naukowego stwierdzam jednoznacznie, że dr inż. Grzegorz Świrniak posiada wyróżniające się umiejętności pracy naukowej, prowadzenia badań naukowych oraz wyciągania na ich podstawie wniosków.



3.2. Ocena bibliometryczna osiągnięcia naukowego

W skład osiągnięcia naukowego dr. inż. Grzegorza Świrniaka wchodzi **13** prac naukowych, powiązanych tematycznie, opublikowanych w następujących formach:

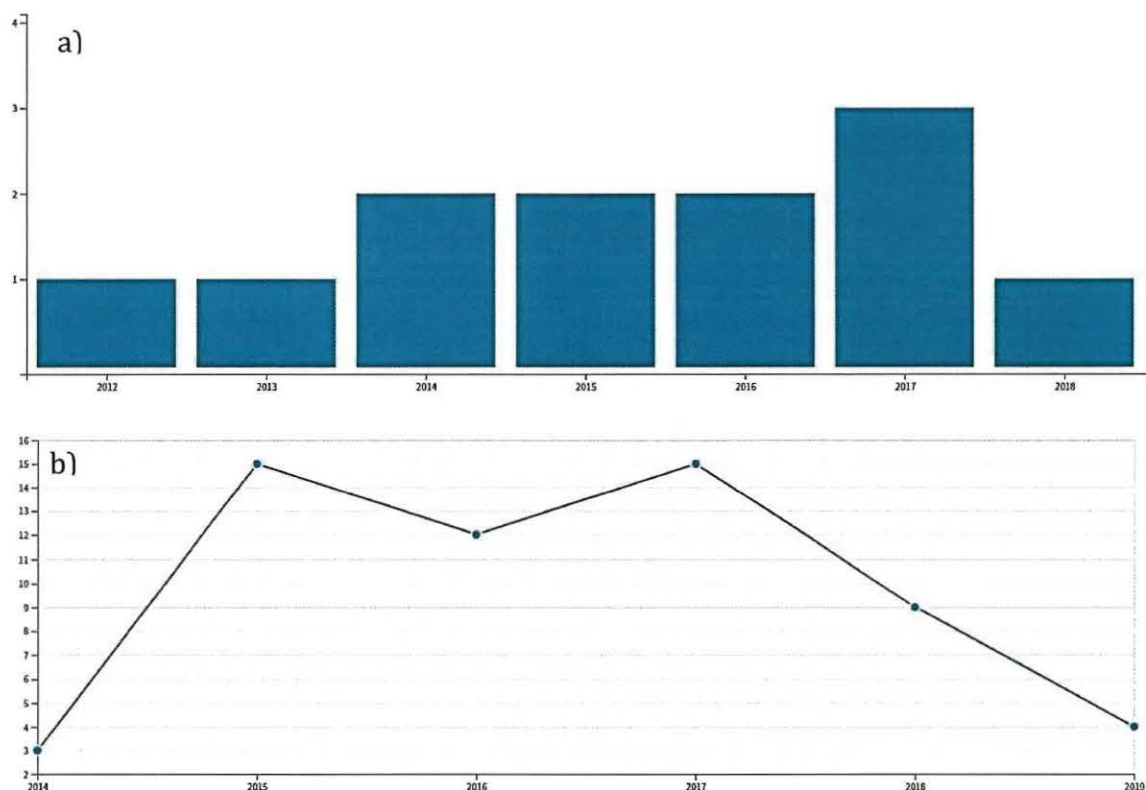
- *rozdział w książce Problemy metrologii elektronicznej i fotonicznej* (1 praca w roku 2010),
- *artykuły naukowe opublikowane w Proceedings of SPIE* (8 prac w latach 2012-2018, (czasopismo indeksowane w *Web of Science*),
- *artykuły naukowe opublikowane w Applied Optics* (2 prace w roku 2014, IF= 1,784 – prace wyróżnione w OSA!),
- *artykuł naukowy opublikowany w Journal of the Optical Society of America A* (1 praca w roku 2016, IF= 1,621),
- *artykuł naukowy opublikowany w Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* (1 praca w roku 2017, IF= 2,600).

We **wszystkich** pracach należących do osiągnięcia naukowego w dr inż. Grzegorz Świrniak występuje jako **pierwszy autor**, posiadając znaczący wkład w powstanie każdej z prac na poziomie 70% (4 prace), 80% (3 prace), 90% (2 prace) oraz **100% (4 prace samodzielne, jednoosobowe)**. W sporządzonym autoreferacie oraz wykazie opublikowanych prac naukowych Habilitant wyraźnie wykazuje swój wkład w poszczególne publikacje i dokonuje rzetelnej syntezy swojego dorobku naukowego. Biorąc pod uwagę wymagania określone w art. 16 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (tekst jedn. Dz. U. z 2016 r., poz. 882, z późniejszymi zmianami) jednoznacznie stwierdzam, że moja ocena zawartości dorobku i wkładu Habilitanta w dziedzinę jest pozytywna. Publikacje Habilitanta stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny elektronika. W mojej opinii zbiór publikacji przedstawiony jako osiągnięcie naukowe zawiera oryginalne i ciekawe wyniki, opublikowane w uznanych czasopismach naukowych indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports* (JCR).

Zgodnie z bazą bibliometryczną *Web of Science* sam cykl **13** wyodrębnionych publikacji Habilitanta jest w literaturze cytowany **58** razy, przy czym suma cytowań bez



tw. autocytowań wynosi **37** (stan na dzień: 27.06.2018). Od roku 2014 corocznie pojawia się kilka cytowań prac, które należą do osiągnięcia naukowego Habilitanta. Na Rys. 1 przedstawiono graficznie wyniki wskaźników cytowań prac Habilitanta wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. Dane uzyskano w oparciu o bazę *Web of Science*.



Rys. 1. Analiza bibliograficzna publikacji **wchodzących w skład osiągnięcia naukowego** Habilitanta sporządzona na podstawie bazy *Web of Science*: a) Liczba publikacji w poszczególnych latach, b) Liczba cytowań w poszczególnych latach.

Biorąc pod uwagę ilości cytowań prac Habilitanta w poszczególnych latach stwierdzam, że prace autorstwa i współautorstwa dra inż. Grzegorza Świrniaka są stale rozpowszechniane w środowisku naukowym. Również w ujęciu bibliograficznym prace te wnoszą wkład w obszarze badań nad nowymi metodami optycznej charakterystyki transparentnych włókien i mikroobjętości kapilarnych z wykorzystaniem światła rozproszonego.



4. Ocena ilościowa dorobku naukowego oraz innych wskaźników dokonań naukowych

Dorobek naukowy dra inż. Grzegorza Świrniaka obejmuje 6 publikacji naukowych w czasopiśmie z bazy *Journal Citation Reports*, 11 publikacji naukowych w czasopiśmie z bazy *Web of Science*, 2 rozdziały w monografiach oraz publikacje nie indeksowane w bazie JCR. Na dorobek składają się również 2 oryginalne osiągnięcia projektowe oraz 16 opracowań zbiorowych. Widoczny jest wzrost aktywności naukowej oraz liczby cytowań prac dra inż. Grzegorza Świrniaka po uzyskaniu przez niego stopnia doktora. Mniej więcej 80% dorobku naukowego powstało po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia naukowego doktora.

Sumaryczny „impact factor” Habilitanta zgodnie z rokiem opublikowania według listy JCR wyniósł 8,277. Indeks Hirscha wynosi 3 (wg. bazy *Web of Science*) oraz 4 (wg. bazy *Scopus*). Liczba wszystkich cytowań artykułów dra inż. Grzegorza Świrniaka według bazy *Web of Science* wynosi 57 a wg. bazy *Scopus* 58 (stan na dzień: 20.03.2019).

Należy zwrócić uwagę na fakt, że wskaźniki bibliometryczne oparte na liczbach publikacji naukowych i ich cytowań stanowią jedynie pomocnicze narzędzie przy ocenie jakości pracy naukowej. Wyłączne poleganie na danych dotyczących cytowań w najlepszym przypadku pozwala na niepełne i często płytkie zrozumienie istoty badań naukowych. Przekonanie, że dane oparte na liczbie cytowań są bardziej precyzyjne niż opinie recenzentów, oceniających Habilitanta w znacznie szerszym zakresie, nie jest zasadne. Przykładowo, indeks IF nie bierze pod uwagę liczby autorów, autocytowań, specyfiki danej dziedziny, a jego wartością nietrudno manipulować. Moja opinia dotycząca cyklu wyodrębnionych prac Habilitanta nie jest zatem oparta głównie na wskaźnikach bibliograficznych, ale uwzględnia również zawartość i jakość poszczególnych publikacji oraz bierze pod uwagę nowatorstwo i aspekt naukowy rozwijanych metod badawczych, co wykazano w punkcie 3.1 niniejszej recenzji.



5. Ocena stopnia spełnienia pozostałych wymagań ustawowych

5.1. Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne

W roku 2013 Habilitant brał udział w zaprojektowaniu oraz wykonaniu stanowiska badawczego do pomiarów skaterometrycznych. Uczestniczył w opracowaniu koncepcji i projektu nowego rozwiązania. Stanowisko było zaprojektowane i zrealizowane w ramach projektu badawczego NCN N N505 557539 dotyczącego nieinwazyjnego pomiaru *in situ* właściwości geometrycznych światłowodów i włókien wzmacniających z wykorzystaniem inwersji modeli tęczy i promieniowania rozproszonego pod małym kątem. W tym samym roku Habilitant brał również udział w projekcie i realizacji czterofalowego, przestrajalnego oświetlacza LED z wyjściem światłowodowym i aktywną stabilizacją długości fali promieniowania. Udział w pracach nad stanowiskiem polegał na opracowaniu koncepcji i projektu technicznego, a także na opracowaniu raportu i formułowaniu wniosków.

5.2. Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie JCR

Habilitant jest współautorem ośmiu publikacji naukowych spoza bazy JCR, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Wszystkie publikacje wpisują się w tematykę pomiarów rozproszenia światła. Na uwagę zasługuje rozdział w książce nt. wybranych zagadnień pomiaru średnicy włókna optycznego w procesie produkcji z wykorzystaniem światła laserowego, w którym Habilitant dokonuje szerokiego przeglądu i analizy metod pomiarowych stosowanych do charakterystyki nitek kompozytowych oraz światłowodów włóknistych podczas procesu ich produkcji.



5.3. Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

Po uzyskaniu stopnia doktora dr inż. Grzegorz Świrniak sporządził łącznie sześć dokumentacji prac badawczych, dwie dokumentacje dotyczyły sprawozdania merytorycznego do raportu końcowego z realizacji realizowanych grantów.

5.4. Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach

Kandydat brał udział w czterech projektach badawczych, pełniąc w jednym funkcję kierownika, a w trzech projektach - funkcję wykonawcy. Tematyka projektu naukowego, w którym Habilitant pełnił funkcję kierownika jest również spójna z Jego tematyką badawczą i obszarami tematycznymi wchodzącymi w skład Jego osiągnięcia naukowego. Projekt dotyczył nieinwazyjnych pomiarów *in situ* właściwości geometrycznych światłowodów i włókien wzmacniających z wykorzystaniem inwersji modeli tęczy i promieniowania rozproszonego pod małym kątem i realizowany był w latach 2010-2013.

5.5. Inne osiągnięcia w zakresie pracy naukowej

W latach 2007-2019 Habilitant brał czynny udział w piętnastu międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych, a w roku 2016 odbył staż naukowy w Xidian University, Xi'an, w Chinach. Na uwagę zasługuje wysoka aktywność dr. inż. Grzegorza Świrniaka w charakterze recenzenta w uznanych międzynarodowych czasopismach naukowych, spośród których nie sposób nie wyliczyć takich jak *Applied Optics (OSA)*, *Journal of the Optical Society of America A (OSA)*, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, *Metrology and Measurement Systems*, *Optics Express (OSA)*, *Optics Letters (OSA)*. W latach 2012-2018 wykonał on łącznie ponad trzydzieści recenzji prac procedowanych w tych czasopismach. Habilitant otrzymał trzy dyplomy w uznaniu wkładu w postaci wykonanych recenzji artykułów naukowych (*OSA Publishing* oraz *Elsevier Journals*). Natomiast praca jego współautorstwa: Świrniak, G., Głomb, G.,



Mrocza, J. (2014), "Inverse analysis of the rainbow for the case of low-coherent incident light to determine the diameter of a glass fiber," *Applied Optics*, 53(19), 4239–4247, została nominowana przez *Optical Society of America* i znalazła się w wybranej grupie wyróżnionych prac: "Spotlight on Optics - Highlighted Articles from OSA Journals"!

5.6. Działalność dydaktyczna

Obok swojej działalności naukowej Kandydat prowadził wszystkie formy zajęć dydaktycznych. Prowadził zajęcia z **dwudziestu trzech różnych przedmiotów dydaktycznych!** Uwzględniając ponadto autorskie opracowanie i prowadzenie trzech wykładów, opracowanie i wdrożenie dwóch laboratoriów, opracowanie zajęć projektowych oraz seminaryjnych, promotorstwo ponad **siedemdziesięciu** prac dyplomowych inżynierskich i ponad **czterdziestu** prac magisterskich otrzymujemy obraz pracowitego i wszechstronnie uzdolnionego pracownika akademickiego. Nie sposób nie zauważyć Jego ponadprzeciętnej aktywności dydaktycznej.

5.7. Działalność o charakterze organizacyjnym

Habilitant był członkiem komitetu organizacyjnego konferencji: Kongres Metrologii KM2004, organizowanego przez Katedrę Metrologii Elektronicznej i Fotonicznej Politechniki Wrocławskiej. Jest również członkiem Komisji Egzaminów Dyplomowych dla studentów I i II stopnia studiów stacjonarnych na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej.

6. Podsumowanie

Stwierdzam znaczący wkład Habilitanta w dziedzinę elektronika w postaci opracowania szeregu nowych optoelektronicznych metod pomiarowych służących do nieinwazyjnych pomiarów transparentnych struktur takich jak włókna kompozytowe, światłowody oraz mikroobjętości kapilarne. Publikacje Habilitanta są ważne i zauważalne w środowisku naukowym. Również sam autoreferat i zawarty w nim opis osiągnięcia naukowego, stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego, zostały



przygotowane w sposób bardzo przemyślany i staranny. Stwierdzam również, że dr inż. Grzegorz Świrniak posiada umiejętność organizowania i prowadzenia badań naukowych oraz wyciągania na ich podstawie wniosków, stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny elektronika. Obok dorobku naukowego na uznanie zasługuje ponadprzeciętna aktywność dydaktyczna Kandydata.

Zbiór publikacji, przedstawiony jako osiągnięcie naukowe zawiera oryginalne i ciekawe wyniki, opublikowane w czasopismach naukowych indeksowanych w bazie JCR. Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (tekst jedn. Dz. U. z 2016 r., poz. 882, z późniejszymi zmianami) mówi o cyklu publikacji powiązanych tematycznie. Z kolei istotą cyklu jest powtarzalność jego części składowych odpowiadająca z góry ustalonym prawidłowościom. W przypadku publikacji dra inż. Grzegorza Świrniaka bez wątplenia jest to zespół dzieł łączących się, zwykle w sposób z góry zamierzony przez Habilitanta, w całość tematyczną, obejmującą fizyczne, matematyczne, metrologiczne i konstrukcyjne aspekty optoelektronicznych metod pomiarowych transparentnych struktur. Reasumując, osiągnięcie naukowe Habilitanta spełnia wymagania wynikające z obowiązujących przepisów w kwestii osiągnięcia naukowego, rozumianego jako zbiór publikacji powiązanych tematycznie.

Podsumowując stwierdzam, że cały dorobek naukowy oraz dydaktyczny dr. inż. Grzegorza Świrniaka spełnia wymagania określone w art. 16 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (tekst jedn. Dz. U. z 2016 r., poz. 882, z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnioskuję o nadanie dr. inż. Grzegorzowi Świrniakowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie elektronika.