Prof. dr hab. Dominik Dorosz
e–mail: ddorosz@agh.edu.pl

AKADEMIA GÓRNICZO–HUTNICZA W KRAKOWIE
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
al. A. Mickiewicza 30, 30–059 Kraków,
tel. +48 12 617 29 36, fax +48 12 633 71 61

Recenzja cyklu publikacji pt. „Wykorzystanie zjawisk liniowych i nieliniowych do kontrolowania właściwości światła w światłowodach specjalnych" oraz całości dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego, sporządzona w związku z wystąpieniem dra inż. Karola Tarnowskiego o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

Recenzja została wykona na zlecenie Prof. dra hab. inż. Grzegorza Sęka, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Nauki Fizyczne, Politechniki Wrocławskiej, pismo z dnia 29 marca 2021 r.

1. Dane ogólne

1.1. Imię i nazwisko: dr inż. Karol Tarnowski

1.2. Przebieg pracy zawodowej:

01.10.2014 – do chwili obecnej	adiunkt naukowo-dydaktyczny, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska
01.10.2012 - 30.09.2014	asystent naukowo-dydaktyczny, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska

1.3. Rozwój naukowy:

23.10.2012	doktor nauk fizycznych w zakresie fizyki, Rada Instytutu Fizyki Politechniki Wrocławskiej, tytuł rozprawy „Wybrane procesy konwersji częstotliwości w strukturyzowanych włóknach optycznych", wyróżnienie
25.02.2010	magister inżynier, kierunek - Informatyka, specjalność - Algorytmy i Systemy Informatyczne, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska
06.07.2007	magister inżynier, kierunek – Fizyka, specjalność Fizyczne Podstawy Informatyki, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska

2. Ocena wskazanego przez Habilitanta osiągnięcia naukowego - cyklu powiązanych tematycznie publikacji stanowiących podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego

Dr inż. Karol Tarnowski 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, przedstawił cykl publikacji powiązanych tematycznie ujętych pod wspólnym tytułem: *„Wykorzystanie zjawisk liniowych i nieliniowych do kontrolowania właściwości światła w światłowodach specjalnych"*.

Cykl ten zawiera 10 pozycji, które zgodnie z rokiem publikacji znajdowały się w bazie Journal Citation Reports (JCR) o sumarycznym współczynniku wpływu Impact Factor (IF) wynoszącym 29,704. Charakterystyka istotnego udziału Habilitanta w pracach badawczych ocenianego cyklu publikacji powiązanych tematycznie została przedstawiona w poniższym zestawieniu.

Lp.	Tytuł publikacji, Impact Factor, Udział Habilitanta (wg. autoreferatu), Osiągnięcie wg. recenzenta	l. cytowań/ autocytowań (wg. Scopus, dane rec.)
[1]*	K. Tarnowski, W. Urbańczyk, Origin of Bragg reflection peaks splitting in gratings fabricated using a multiple order phase mask, Optics Express, vol. 21(19), pp. 21800-21819, **2013**, **IF = 3,525**	6/1
	Udział Habilitanta: - opis ilościowy i fizyczne wyjaśnienie występowania rozdwojenia pików Bragga w przypadku pochylenia włókna względem maski fazowej - koncepcja i sformułowanie opisu teoretycznego oraz symulacji numerycznych - opracowanie teksu manuskryptu **Osiągnięcie:** Numeryczne wykazanie przyczyny rozdwojenia pików Bragga spowodowane nakładaniem się masek o różnym okresie powstających w wyniku interferencji wiązek UV ugiętych na masce fazowej. Przedstawienie wpływu pochylenia włókna dla kąta 0,1° oraz pola modu 1 μm i 4 μm (rys. 4, [1]). Sformułowanie modelu teoretycznego zawierającego parametry pozwalające na wyznaczenie długości fali odbić rezonansowych.	
[2]*	K. Tarnowski, A. Anuszkiewicz, J. Olszewski, P. Mergo, B. Kibler, W. Urbańczyk, Nonlinear frequency conversion in a birefringent microstructured fiber tuned by externally applied hydrostatic pressure, Optics Letters, vol. 38(24), pp. 5260-5263, **2013**, **IF = 3,179**	10/1
	Udział Habilitanta: - koncepcja czujnika ciśnienia hydrostatycznego oparta o wykorzystanie zmian wektorowej niestabilności modulacyjnej - wykonanie symulacji numerycznych nieliniowej propagacji promieniowania i ich interpretacji, - autorstwo manuskryptu **Osiągnięcie:** Analityczne wykazanie możliwości przestrajania pasma wektorowej niestabilności modulacyjnej w wyniku oddziaływania zewnętrznego ciśnienia hydrostatycznego. Uzyskanie zgodności obliczeń numerycznych z wykonanymi pomiarami (rys. 3 i 4, [2])	
[3]*	K. Tarnowski, A. Anuszkiewicz, K. Poturaj, P. Mergo, W. Urbańczyk, Birefringent optical fiber with dispersive orientation of polarization axes, Optics Express, vol. 22(21), pp. 25347-25353, **2014**, **IF= 3,488**	7/1
	Udział Habilitanta: - idea światłowodu o dyspersyjnej orientacji osi polaryzacyjnych - wykonanie symulacji numerycznych **Osiągnięcie:** Koncepcja teoretyczna pierwszego światłowodu o dyspersyjnej orientacji osi polaryzacyjnych (rys.5 [3]), tj. uzyskania zależności orientacji osi polaryzacyjnych od długości fali. Uzyskanie zgodności symulacji numerycznych z pomiarami wytworzonego światłowodu (rys. 6 [3]).	
[4]*	K. Tarnowski, A. Anuszkiewicz, P. Mergo, B. Frisquet, B. Kibler, W. Urbańczyk, Nonlinear mode coupling in a birefringent microstructured fiber tuned by externally applied hydrostatic pressure, Journal of Optics, vol. 17(3), 035506, **2015**, **IF= 1,847**	0/0
	Udział Habilitanta: - przeprowadzenie symulacji propagacji nieliniowej fali ciągłej w światłowodzie o dwójłomności przestrajanej ciśnieniem - wykonanie symulacji numerycznych nieliniowej propagacji promieniowania i ich interpretacji - autorstwo manuskryptu **Osiągnięcie:** Przeprowadzanie symulacji propagacji nieliniowej promieniowania w światłowodzie o dwójłomności przestrajanej ciśnieniem w zakresie zmiany znaku dwójłomności. Określenie parametrów długości światłowodu, mocy fali pompy w celu uzyskania kontroli stanu polaryzacji na wyjściu włókna. Wykazanie poziomu niestabilności skalarnej wpływającej na charakterystykę czujnika (rys. 5, 6 i 9, [4]).	
[5]*	K. Tarnowski, W. Urbańczyk, All-normal dispersion hole-assisted silica fibers for generation of supercontinuum reaching midinfrared, IEEE Photonics Journal, vol. 8(1), 7100311, **2016**, **IF= 2,291**	10/5
	Udział Habilitanta: - koncepcja i założenia pracy obejmujące zaprojektowanie światłowodów oraz symulacje ich liniowych i nieliniowych właściwości	

	- autorstwo manuskryptu **Osiągnięcie:** Wyznaczanie dyspersji chromatycznej i efektywnego pola modu zaprojektowanych dwóch włókien typu „hole-assisted" i rdzeniu modyfikowanym tlenkiem germanu o zawartości 30% mol (rys. 1, 2, [5]). Symulacje generacji koherentnego superkontinuum proponowanych światłowodów pompowanych laserami 1,55 μm i 1,97 μm (rys. 5 i 8 [5]). Przedstawienie symulacji nieliniowej propagacji światła, wykazujących przesunięcie widma superkontinuum powyżej 2,5 μm.	
[6]*	P K. Tarnowski, T. Martynkien, P. Mergo, K. Poturaj, G. Soboń, W. Urbańczyk, Coherent supercontinuum generation up to 2.2 μm in an all-normal dispersion microstructured silica fiber, Optics Express, vol. 24(26), pp. 30523-30536, **2016**, **IF= 3,307**	21/5
	Udział Habilitanta: - opracowanie koncepcji badań - obliczenia właściwości liniowych i nieliniowych we włóknach - autorstwo manuskryptu **Osiągnięcie:** Przeprowadzenie symulacji generacji superkontinuum (λ=1,56 μm, 23 fs i 460 fs) na podstawie parametrów wytworzonych włókien fotonicznych (rys. 1, [6]) o zawartości GeO_2 na poziomie 18 % mol. Wskazanie możliwości przesunięcia krawędzi długofalowej do 2,3 mm przy założeniu redukcji stężenia jonów OH^- we włóknie.	
[7]*	K. Tarnowski, T. Martynkien, P. Mergo, K. Poturaj, A. Anuszkiewicz, P. Béjot, F. Billard, O. Faucher, B. Kibler, W. Urbańczyk, Polarized all-normal dispersion supercontinuum reaching 2.5 μm generated in a birefringent microstructured silica fiber, Optics Express, vol. 25(22), pp. 27452-27463, **2017**, **IF= 3,356**	17/3
	Udział Habilitanta: - opracowanie koncepcji badań, w tym projekt światłowodu dwójłomnego z przesuniętą dyspersją normalną - obliczenia właściwości włókna i weryfikacja w wynikami doświadczalnymi - wykonanie symulacji nieliniowej propagacji superkontinuum - autorstwo manuskryptu **Osiągnięcie:** Zaprojektowanie światłowodu dwójłomnego (rys. 1, [7]) oraz przeprowadzenie modelowania numerycznego na podstawie parametrów wytworzonego włókna. Uzyskanie zgodności wartości dyspersji chromatycznej oraz zależności generowanych widm od mocy impulsu i długości fali pompy. W efekcie uzyskanie przesunięcia długofalowej krawędzi widma superkontinuum generowanego w reżimie dyspersji normalnej w światłowodach krzemionkowych do 2,56 μm i generacji spolaryzowanego widma superkontinuum (rys. 10, [7]).	
[8]*	J. Biedrzycki, K. Tarnowski, W. Urbańczyk, Optimization of microstructured fibers with germanium-doped core for broad normal dispersion range, Opto-Electronics Review, vol. 26(1), pp. 57-62, **2018**, **IF=1,438** **Udział Habilitanta:** - opracowanie koncepcji badań - udział w opracowaniu modelu numerycznego, weryfikacja wyników - opracowanie manuskryptu **Osiągnięcie:** Przeprowadzenie optymalizacji parametrów światłowodów (m.in.: domieszki GeO_2, średnicy rdzenia, stałej siatki – tabela 1, [8]) prowadzącej do uzyskania normalnej dyspepsji chromatycznej do długości fali 2,81 μm przy efektywnym polu modu <30 μm^2.	1/0
[9]	G. Statkiewicz-Barabach, K. Tarnowski, D. Kowal, P. Mergo, Experimental analysis of Bragg reflection peak splitting in gratings fabricated using a multiple order phase mask, Sensors, vol. 19(2), 433, **2019, IF= 3,275** **Udział Habilitanta:** - opracowanie założeń pracy - koncepcja i wykonanie obliczeń numerycznych - udział w opracowaniu teksu manuskryptu **Osiągnięcie:** Weryfikacja eksperymentalna modelu teoretycznego zaproponowanego w pracy [1] na przykładzie światłowodu POF – PMMA/PS dla długości fali λ~1560nm. Wykazanie pochodzenia pików Bragga, gdzie „główny pik jest związany z odbiciem pierwszego rzędu od siatki powstałej przez interferencję rzędów (−1,	0/0

	+1); natomiast dwie pary pików zlokalizowanych symetrycznie względem piku głównego związane są z: (i) odbiciem drugiego rzędu od siatek powstałych przez interferencję rzędów (0, +1) oraz (−1, 0); (ii) odbiciem pierwszego rzędu od siatek powstałych przez interferencję rzędów (0, +2) oraz (−2, 0)" – rys. 8 i 9, tabela 1 [9].	
[10]*	K. Tarnowski, T. Martynkien, P. Mergo, J. Sotor, G. Soboń, Compact all-fiber source of coherent linearly polarized octave-spanning supercontinuum based on normal dispersion silica fiber, Scientific Reports, vol. 9, 12313, **2019, IF= 3,998** **Udział Habilitanta:** - opracowanie założeń pracy - projekt światłowodu nieliniowego, wykonie symulacji nieliniowych - opracowanie wyników doświadczalnych - udział w opracowaniu manuskryptu **Osiągnięcie:** Uzyskanie widma superkontinuum o szerokości jednej oktawy tj. w zakresie 1,1 μm - 2,2 μm, na podstawie przeprowadzonych symulacji nieliniowej propagacji światła w zaprojektowanym w pracy [8] światłowodzie nieliniowym. Praktyczna realizacja w pełni światłowodowego źródła superkontinuum.	10/1

* pierwszy i/lub korespondencyjny autor

Publikacje zawarte w powyższym cyklu są wieloautorskie, a deklarowany przez dra inż. Karola Tarnowskiego udział w ich powstaniu dotyczy jednoznacznie obszaru modelowania propagacji promieniowania elektromagnetycznego w światłowodach. W opinii recenzenta, analiza oświadczeń prac ocenianego cyklu, nie pozostawia wątpliwości, że powstały one w wyniku opracowania przez Habilitanta narzędzi teoretycznych, które umożliwiły wyznaczanie parametrów liniowych i nieliniowych światłowodów. W następstwie osiągniętych wyników Kandydat projektował nowe konstrukcje włókien i weryfikował przeprowadzone symulacje na podstawie zaproponowanych badań eksperymentalnych. Potwierdzeniem tego jest nie tylko analiza publikacji, ale też przejrzyście skonstruowany Autoreferat, w którym jasno określono wkład wszystkich Autorów i jednostek badawczych w ich powstanie. Stwierdzam, że dr inż. Karol Tarnowski odegrał inicjującą i wiodącą rolę w ich powstanie.

Tematyka prac tworzących powyższy cykl została opublikowana we właściwie dobranych czasopismach, uznawanych za wiodące w obszarze fotoniki (Optics Express - 4, Optics Letters, Journal of Optics, EEE Photonics Journal, Scientific Reports, Opto-Electronics Review). Na tej podstawie można stwierdzić, że ich jakość naukowa już została zweryfikowana, a dodatkowym potwierdzeniem jest wysoki średni współczynnik wpływu ocenianego cyklu wynoszący 2,97 i oraz 82 cytowania (dane recenzenta, wg. Scopus 05.2021 r.).

Tematyka publikacji przedstawionych do oceny osiągnięcia naukowego dotyczy badań nad opracowaniem nowych konstrukcji światłowodów do budowy czujników i szerokopasmowych źródeł typu superkontinuum. Podstawą wszystkich zagadnień było spojrzenie analityczne i numeryczne Habilitanta w celu świadomego kształtowania zjawisk liniowych i nieliniowych w światłowodach. Jak się okazało, zarówno w obszarze znanych zjawisk liniowych - obejmujących siatki Bragga i dwójłomne włókna optyczne, jak też nieliniowych – dotyczących kształtowania krawędzi długofalowej widma superkontinuum i wymagających zaawansowanego aparatu analitycznego, Habilitant zaproponował własne opracowania teoretyczne, które znalazły swoje odzwierciedlenie w wytworzonych światłowodach. Celowość prowadzenia powyższych badań jest uzasadniona nie tylko aspektem poznawczym jakim jest umiejętność sformułowania aparatu teoretycznego czy też aplikacyjności tych rozwiązań, ale też rozsądne podejście Kandydata do ograniczeń parametrycznych oraz technologicznych w zakresie materiałów stosowanych w technice światłowodowej. Oczywistym jest fakt, że Kandydat ukształtował taki sposób pracy badawczej w zespole prof. dr hab. inż. Wacława Urbańczyka, twórcę polskiej szkoły naukowej w zakresie symulacji światłowodów fotonicznych. Tłumaczy to wysoki poziom prowadzonych badań, ale również szerokie spojrzenie w kierunku ich weryfikacji. Habilitant realizując badania analityczne mógłby je publikować

samodzielnie, jednak aktywnie współpracuje z Katedrą Optyki i Fotoniki (Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska), Pracownią Technologii Światłowodów (Uniwersytet Marii CurieSkłodowskiej w Lublinie), Grupą Elektroniki Laserowej i Światłowodowej (Katedra Teorii Pola, Układów Elektronicznych i Optoelektroniki, Wydział Elektroniki, Politechnika Wrocławska) oraz Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (Université Bourgogne Franche-Comté, Dijon). Tylko tak realizowane zadania tj. w interdyscyplinarnych zespołach badawczych mogą mieć przełożenie na rzeczywiste osiągniecia na poziomie światowym. Nie sposób nie wspomnieć, że Habilitant rozwijał swoje zainteresowania w zakresie fotoniki światłowodowej już w trakcie pracy doktorskiej („Wybrane procesy konwersji częstotliwości w strukturyzowanych włóknach optycznych" 2012, promotor dr hab. inż. Włodzimierz Salejda), konsekwentnie rozszerzając swój warsztat numeryczny do opisu własności liniowych i nieliniowych w światłowodach. Oba kierunki rozwijają się dynamicznie w związku z osiągnięciami technologicznymi w zakresie światłowodów fotonicznych oraz laserów impulsowych (fs) o dużych wartościach fluencji (J/cm^2).

Analizując przedstawione w cyklu osiągnięcia zwraca uwagę fakt, że na podstawie obecnego stanu wiedzy Autor zaproponował opracowanie narzędzi teoretycznych, co pozwoliło na zaprojektowanie nowych konstrukcji światłowodowych i w efekcie pozytywną weryfikację propozycji analitycznych i numerycznych. Taki sposób weryfikacji jest najbardziej przekonujący, co odzwierciedla konstrukcja Autoreferatu. Analizując zaprezentowane w cyklu [1-10] osiągnięcia oraz wkład Kandydata (zawarte w powyższej tabeli), zawraca uwagę jego jednoznacznie wiodący charakter, determinujący założone cele, które Kandydat podzielił na: analizę zjawisk liniowych (światłowody FBG [1, 9] i dwójłomne [3]) oraz nieliniowych (światłowody dwójłomne [2, 4] i o dyspersji normalnej [5-8, 10]).

W pracach [1] i [9] dotyczących filtracji spektralnej za pomocą światłowodowych siatek Bragga Kandydat opisał teoretycznie źródło pochodzenia rozdwojenia pików refleksyjnych występujących w pochylnym względem maski włóknie. Opis ten zweryfikował i wykorzystał w polimerowym włóknie przewidując rozdzielenie piku Bragga (l=1560 nm) na pięć pików, których separacja była zależna od kąta pochylenia włókna. Kolejnym interesującym osiągnięciem był światłowód dwójłomny o dyspersyjnych osiach polaryzacyjnych tj. typowy side-hole o eliptycznym rdzeniu, ale posiadający osie symetrii płaszcza inaczej zlokalizowane jak w rdzeniu (rys. 5 [3]). Analiza numeryczna zamian dwójłomności i orientacji osi polaryzacyjnych związanych z parametrami materiałowymi rdzenia i płaszcza jak też wpływu czynników zewnętrznych wykazała możliwość uzyskania tego typu włókna. Potwierdzone to zostało realną konstrukcją światłowodu wykazującego zmianę orientacji osi polaryzacyjnych o 14,5° w zakresie spektralnym 500 nm – 1100 nm.

W obszarze światłowodów dwójłomnych Habilitant analizował wykorzystanie zjawisk konwersji energii w aspekcie wektorowej niestabilności modulacyjnej oraz nieliniowego sprzęgania modów polaryzacyjnych. W pierwszym przypadku przeprowadził symulacje propagacji nieliniowej w światłowodzie oparte o własne rozwiązanie układu sprzężonych równań dla modów polaryzacyjnych. Zwrócił uwagę, na fakt przestrajania pasma wektorowej niestabilności modulacyjnej (zależnej m.in. od dwójłomności grupowej) w wyniku oddziaływania zewnętrznego ciśnienia hydrostatycznego. Jednocześnie stwierdził, że nie wpływa to na wartość skalarnej niestabilności modulacyjnej, pasm zlokalizowanych symetrycznie względem częstości fali wzbudzającej (rys. 3, [2]). Pozwoliło to na propozycję konstrukcji czujnika ciśnienia pracującego w zakresie 0,1 MPa – 5 MPa (rys. 4, [2]). Kolejno zwrócił uwagę na ograniczenie tej konstrukcji do zakresu w którym dwójłomność fazowa jest niezerowa, proponując analizę zakresu ciśnień do 15 MPa. Wykazał, że poprzez dobór długości światłowodu, mocy fali pompującej i wartości ciśnienia można kontrolować stan polaryzacji na wyjściu włókna (rys. 4, [4]). W związku przewidywalnym udziałem skalarnej niestabilności modulacyjnej (rys.9, [4]) możliwa jest konstrukcja czujnika światłowodowego wykorzystującego klasyczny pomiar mocy na jego wyjściu w miejsce analizy spektralnej.

Kolejna, najobszerniejsza grupa artykułów ocenianego cyklu [5-8, 10] dotyczy szczególnie aktualnej tematyki dotyczącej generacji koherentnego superkontinuum w światłowodach o dyspersji normalnej. Źródła tego typu jak słusznie wskazuje Habilitant charakteryzują się większą stabilnością, ale wymagają przesunięcia wartości dyspersji normalnej powyżej 1,5 μm w przypadku światłowodów krzemionkowych. Wprawdzie krzemionka charakteryzuje się niską wartością współczynnika nieliniowości, ale jej zalety związane z wysoką granicą odporności na pompowanie laserami dużej mocy i kompatybilnością z układami światłowodowymi, predysponują ten materiał do wykorzystania w zakresie do 3 μm. Taki też cel objął Habilitant kierując w latach 2015-2017 projektem NCN pt. „Generacja superkontinuum w bliskiej podczerwieni w reżimie dyspersji normalnej w dwójłomnych mikrostrukturalnych włóknach krzemionkowych". W pracach [5] i [6] Habilitant modeluje zjawiska nieliniowe we włóknach fotonicznych wykorzystując skalarne nieliniowe równanie Schrödingera. Osiągnięcia w tych pracach dotyczą wyznaczania charakterystyk dyspersyjnych, parametrów geometrycznych i materiałowych oraz generacji koherentnego superkontinuum. Najważniejszym aspektem poznawczym tych prac (poza wskazanymi w powyższej tabeli) jest wykazanie możliwości uzyskania generacji w odniesieniu do realnych technologicznie parametrów włókien. Kolejne prace z cyklu [7, 8 i 10] dotyczą opisu propagacji i modelowania generacji superkontinuum spolaryzowanego w światłowodzie dwójłomnym o dyspersji normalnej. W pracy [7] zaprojektowane przez Habilitanta włókno (rys.1, [7]) zostało wykonane i scharakteryzowane. W tym przypadku zawraca uwagę zgodność przeprowadzonych symulacji dyspersji chromatycznej i generacji parametrów superkontinuum z przeprowadzonymi pomiarami. W efekcie do osiągnieć należy zaliczyć uzyskanie generacji spolaryzowanego superkontinuum i przesunięcie krawędzi widma do 2,56 μm. Dalsze przesunięcie tej krawędzi uzyskał Habilitant w kolejnej pracy [8], gdzie zaproponował zmniejszenie efektywnego pola modu < 30 μm^2, domieszkowanie rdzenia tlenkiem germanu 20-40% mol oraz 3 różne architektury siatki otworów (rys. 1, [8]). W efekcie uzyskał normalną dyspepsję chromatyczną do długości fali 2,81 mm przy efektywnym polu modu <30 μm^2. Włókno to zaproponował do budowy w pełni światłowodowego źródła koherentnego superkontinuum o widmo w zakresie od 1,1 μm do 2,2 μm i współczynniku koherencji sięgającym 1. To znaczne osiągnięcie, będące ugruntowaniem dociekań projektowo-symulacyjnych Habilitanta. Osiągnięcia Habilitanta w zakresie wskazanego cyklu zostały szczegółowo uzasadnione w autoreferacie, a najistotniejsze (wg. recenzenta) z nich zawarto w powyższej tabeli ze wskazaniem do każdej publikacji.

Na podstawie przedłożonego przez dra inż. Karola Tarnowskiego cyklu 10 publikacji zatytułowanego „*Wykorzystanie zjawisk liniowych i nieliniowych do kontrolowania właściwości światła w światłowodach specjalnych*" i autoreferatu stwierdzam, że osiągnięcia zawarte w przedstawionym cyklu wnoszą nowe, obecne w światowym obiegu informacji, oryginalne elementy do nauki w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne, a Habilitant spełnia wymagania stawiane kandydatowi do stopnia doktora habilitowanego.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej - pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Dr inż. Karol Tarnowski posiada ogólnie w swoim dorobku 33 publikacje z czego 31 jest indeksowanych w bazie JCR - ich sumaryczna wartość współczynnika wpływu wynosi 82,493. Habilitant po doktoracie wykazał 22 prace JCR (w tym 10 w ramach cyklu habilitacyjnego) o sumarycznym IF = 66,117 (w tym 29,704 cykl hab.), czyli sumaryczna wartość IF artykułów pozostałych artykułów wynosi 36,413. W efekcie swojej działalności uzyskał całkowitą liczbę cytowań wg bazy Scopus 459 (411 bez autocytowań), a wg. bazy Web of Science 379 (348 bez autocytowań). Z kolei H-indeks wyniósł 10 i 11 odpowiednio wg baz Scopus i WoS. Parametry naukometryczne świadczą o dużej aktywności Habilitanta od samego początku jego kariery naukowej. Recenzent zwraca tu uwagę na jakość i rodzaj czasopism w których lokowane są

osiągnięcia – podobnie jak w przypadku cyklu należą do najbardziej liczących się w obszarze fotoniki światłowodowej. Ponadto, Kandydat posiada 31 pozycji wystąpień konferencyjnych, w tym 14 referatów wygłoszonych po doktoracie. Podobnie jak w przypadku artykułów były to branżowe międzynarodowe i krajowe konferencje jak np.: SPIE Photonics Europe, CLEO/Europe-EQEC 2017, SPIE Optics + Optoelectronics 2015, XIX Polish-Slovak-Czech Optical Conference, Nonlinear Optics Applications International Workshop, Polska Konferencja Optyczna, Konferencja Światłowody i ich zastosowania. Zatem Habilitant dał się poznać zarówno w krajowych jak i międzynarodowych środowiskach naukowych, co uważam za istotny aspekt weryfikujący jego osiągnięcia.

Opisując aktywność naukową należy podkreślić dwa wyróżniające się kwestie czyli realizację projektów badawczych i współpracę krajową oraz zagraniczną. W obu obszarach widać ciągłość podejmowania kolejnych zadań badawczych oraz dbałość o podnoszenie jakości naukowej. Ta ostania rozpoczyna się już od I roku studiów doktoranckich trzymiesięcznym stażem naukowym w ramach programu Leonardo da Vinci (Institute Fresnel, Marsylia, Francja, 2008) pod opieką prof. Gilles'a Renversez. Kolejno w latach 2010-2019 Kandydat dziesięciokrotnie przebywał w Laboratoire Interdisciplinare Carnot de Bourgogne w Dijon w ramach współpracy polsko-francuskiej kolejnych programów POLONIUM (2010-2011, 2013-2014, 2016-2017, 2019-2020 – dwa ostatnie w funkcji koordynatora). Aktywność ta jak podkreśla Kandydat zaowocowała łącznie 6 publikacjami naukowymi, w tym 2 publikacjami przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora oraz 4 publikacjami po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Ponadto 9 prezentacjami konferencyjnymi, w tym 3 przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora oraz 6 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Równolegle Habilitant realizował/realizuje następujące projekty badawcze współpracując z wiodącymi krajowymi jednostkami naukowymi:

- „Przestrajalne ciekłokrystaliczne przetworniki na zakres THz i GHz" nr: O R00 0144 12, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, 2010 – 2011, (wykonawca),
- „Wykorzystanie nanotechnologii w nowoczesnych materiałach – NanoMat" nr POIG 01.01.02-02-002/08 prowadzonym przez Wrocławskie Centrum Badań EIT+, 2011 – 2014, (wykonawca),
- „Generacja superkontinuum w bliskiej podczerwieni w reżimie dyspersji normalnej w dwójłomnych mikrostrukturalnych włóknach krzemionkowych", NCN - SONATA 7 (nr umowy UMO-2014/13/D/ST7/02090), (**kierownik**),
- „Spiralne światłowody fotoniczne do zastosowań w metrologii i komunikacji optycznej," NCN - MAESTRO 8 (2016/22/A/ST7/00089), 2017 – 2021, (wykonawca),
- „Moduły światłowodowe o kształtowanej charakterystyce dyspersyjnej do zastosowań w przestrajalnych źródłach promieniowania optycznego," nr POIR.04.01.01-00-0037/17-00, (FIBRAIN Sp. z o.o., Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Politechnika Wrocławska), 01.10.2018 – 29.12.2020, (wykonawca),
- „Zjawiska nieliniowe w światłowodach wielomodowych - solitony wielomodowe i konwersja częstotliwości," (Politechnika Wrocławska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie), NCN - SONATA BIS 8 (2018/30/E/ST7/00862), 2019 – 2023, (**kierownik**).

W efekcie współpracy krajowej i zagranicznej Habilitant wykazał następujące jednostki naukowe z którymi posiada publikacje (pkt.7 Autoreferat):

- Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie,
- Université Bourgogne Franche-Comté (Dijon, Francja),
- Politechnika Wrocławska, Wydział Elektroniki, Grupa Elektroniki Laserowej i Światłowodowej,
- Politechnika Wrocławska, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Katedra Fizyki Teoretycznej,
- Politechnika Wrocławska, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Katedra Fizyki Doświadczalnej,
- Pennsylvania State University (Pensylwania, USA),
- Politechnika Wrocławska, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki,

- Vrije Universiteit Brussel (Bruksela, Belgia),
- Uniwersytet Warszawski (Warszawa, Polska),
- Universität Bern (Berno, Szwajcaria),
- Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych (Warszawa, Polska),
- Universidad de Cantabria (Santander, Hiszpania).

Osiągnięcia naukowe Habilitanta były doceniane zarówno na poziome macierzystej Uczelni jak i krajowym. Przed doktoratem był laureatem 5-ciu stypendiów Politechniki Wrocławskiej, a po uzyskaniu stopnia doktora otrzymał stypendia w ramach Fundacji na rzecz Nauki Polskiej Start (2013, 2014), MNSW dla wybitnych młodych naukowców (2015-2018) oraz nagrody Rektora Politechniki Wrocławskiej (2013, 2017-2020). Wyrazem poziomu naukowego Kandydata są też powierzane recenzje czasopism z listy JCR: Photonics Research (5), Optics Letters (5), Optics Express (5), Applied Physics Letters (2), Applied Optics (3), Photonics (1), Optica Applicata (6), Opto-Electronics Review (2) oraz przynależność do organizacji naukowych: Polskiego Towarzystwa Fizycznego (2013), The Optical Society (2015) i European Optical Society (2017).

Na podstawie powyższego stwierdzam, że dr inż. Karol Tarnowski jest samodzielnym pracownikiem naukowym i posiada udokumentowane umiejętności kierowania projektami badawczymi i doświadczenie we współpracy z krajowymi i międzynarodowymi zespołami badawczymi.

4. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

Dr inż. Karol Tarnowski od 2012 roku prowadzi regularne zajęcia dydaktyczne na macierzystym Wydziale Podstawowych Problemów Techniki (WPPT) oraz w innych jednostkach Politechniki Wrocławskiej. Przygotował i prowadził wszystkie rodzaje zajęć dydaktycznych w ramach przedmiotów: Analiza numeryczna, Metody numeryczne w fizyce, Wstęp do obliczeń naukowych w języku C, Wstęp do programowania (Fizyka Techniczna i Optyka), Programowanie proceduralne, Wstęp do programowania (Inżynieria kwantowa), Techniki programowania, ćwiczenia rachunkowe z Fizyki, Studenckie laboratorium obliczeniowe i Metody numeryczne w optyce. Powyższe przedmioty realizowane były w ramach różnych kierunków studiów, głownie: Fizyka, Fizyka techniczna, Inżyniera biomedyczna, Inżynieria kwantowa, Inżyniera środowiska, Optyka. Potwierdzeniem jego zaangażowania w proces dydaktyczny jest współautorstwo skryptu pt. „Studenckie laboratorium obliczeniowe" (2011 r.), a nade wszystko cztery „Nagrody dla najlepszego dydaktyka" przyznawane przez Samorząd Studencki WPPT w latach 2017-2020. Ponadto aktywnie uczestniczył w procesie kształcenia młodej kadry będąc promotorem 4 prac inżynierskich (2014-2020) i 7 prac magisterskich (2015-2020), a obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim pani Sylwii Majchrowskiej.

W obszarze osiągnieć organizacyjnych i popularyzatorskich Habilitantowi powierzane były odpowiedzialne zadania na macierzystej Uczelni jak: członkostwo w Radzie Wydziału (2016-2019), przygotowanie dokumentacji akredytacji kierunków Fizyka Techniczna i Optyka, hospitacje w ramach Wydziałowego Systemu Zapewniania Jakości Kształcenia (2016-2019) czy przeprowadzanie i ewaluacja egzaminów z kursów Fizyki Ogólnej (2007-2020). Ponadto uczestniczył w organizacji konferencji międzynarodowych XIX Polish-SlovakCzech Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics, Wojanów 2014 i Nonlinear Optics Applications, XIV International Workshop, Wrocław 2018. Popularyzował naukę w ramach corocznych Dni Otwartych na Politechnice Wrocławskiej (2014 – 2019), a w roku 2019 wygłaszał zaproszone wykłady w ramach IV Ogólnopolskiej Studenckiej Fizyczno-Optycznej Konferencji FOKA oraz Akademii Młodych Odkrywców Politechniki Wrocławskiej.

Habilitant wyróżnia się zaangażowaniem w działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską potwierdzoną m.in. nagrodami studenckimi.

5. Podsumowanie

Podsumowując działalność dra inż. Karola Tarnowskiego chcę podkreślić, że to młody naukowiec (doktorat w 2012 r.) posiadający wyróżniające osiągnięcia do których zaliczam:

1. W zakresie ocenianego cyklu habilitacyjnego:
   - opis i weryfikacja doświadczalna modelu teoretycznego separacji piku Bragga powstającego w wyniku pochylenia światłowodu względem maski w trakcie jego naświetlania [1] i [9],
   - teoretyczny model światłowodu dwójłomnego typu side-hole o dyspersyjnej orientacji osi polaryzacyjnych [3],
   - opracowanie założeń teoretycznych czujników ciśnienia hydrostatycznego, wykorzystujących konwersję energii fali promieniowania w światłowodzie dwójłomnym, opartych o zjawisko wektorowej niestabilności modulacyjnej [2] i nieliniowe sprzęganie modów polaryzacyjnych [4],
   - prace nad generacją superkontinuum w światłowodach o dyspersji normalnej, w tym: a) opracowanie autorskich konstrukcji włókien o szerokim zakresie dyspersji normalnej oraz dużej wartości dwójłomności z uwzględnieniem ograniczeń technologicznych, b) przeprowadzenie symulacji numerycznych na każdym etapie projektowania i weryfikacji doświadczalnej, c) modelowanie generacji superkontinuum włókien uwieńczone w pełni światłowodowym źródłem koherentnym w zakresie 1,1 μm – 2,2 μm.
   - wysoki sumaryczny IF 10-ciu publikacji cyklu (2013-2019) równy 29,704 i 82 cytowania,
2. W obszarze istotnej aktywności naukowej:
   - 31 publikacji z listy JCR (w tym 22 po doktoracie) o sumarycznym IF = 82,493, 411 cytowań i H-index=11,
   - udział w 10 projektach i programach badawczych, w tym 4 razy jako kierownik (NCN i POLONIUM),
   - realizację prac badawczych we współpracy z uznanymi ośrodkami badawczymi w kraju i za granicą, co przekłada się na dobrą rozpoznawalność w obszarze fotoniki światłowodowej,
   - aktywny udział w prezentacji osiągnięć na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych,
3. Wyróżniająca aktywność dydaktyczna potwierdzona nagrodami Samorządu Studenckiego (2017-2020).

<u>Wniosek:</u>

Stwierdzam, że zarówno poziom naukowy cyklu publikacji, jak i pozostały dorobek naukowy dra inż. Karola Tarnowskiego spełniają wymagania stawiane kandydatowi do stopnia naukowego doktora habilitowanego. Popieram wniosek o nadanie dr inż. Karolowi Tarnowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

Kraków, 17.05.2021 r. Dominik Dorosz