

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Marcina Franczyka

1. Uwagi wstępne

Formalną podstawą prawną wykonania recenzji osiągnięcia naukowego (zgodnie z Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. z późn. zm. „Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce”) jest powołanie mnie przez Radę Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Warszawskiej w dniu 17 października 2023 r. na członka komisji w charakterze recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Marcina Franczyka w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Dokumentację związaną z procedurą habilitacyjną otrzymałem 15 listopada 2023 r. w formie drukowanej i w wersji elektronicznej w postaci plików w formacie pdf, zapisanych na nośniku pamięci USB.

Dokumentacja zawiera:

- List przewodni z dnia 08 listopada 2023 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne prof. dra hab. inż. Tomasz Stareckiego (pismo RPW/46972/2023 N),
- Spis załączników,
- Załącznik 2 – Autoreferat w języku polskim,
- Załącznik 3 – Wykaz osiągnięć naukowych w języku polskim,
- Załącznik 4 – Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora,
- Załącznik 5 – Oświadczenia potwierdzające udział w publikacjach z jednotematycznego cyklu,
- Załącznik 6 – Kopie dyplomów uzyskanych nagród zespołowych,
- Załącznik 7 – Zbiór publikacji z jednotematycznego cyklu (tylko w formie elektronicznej),
- Załącznik 8 – Zbiór udzielonych patentów (pierwsze strony opisów).

2. Sylwetka zawodowa Habilitanta

Habilitant jest absolwentem Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, gdzie 4 listopada 1999 r. uzyskał dyplom ukończenia studiów magisterskich w specjalności aparatura elektroniczna.

Dnia 11 sierpnia 2003 r. Habilitant został zatrudniony na stanowisku inżyniera, a od 2008 roku na stanowisku adiunkta w Zakładzie Szkół Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME). 29 marca 2012 r. Rada Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych nadała mu stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii materiałowej, w specjalności

światłowody foniczne, po obronie rozprawy doktorskiej pt. „Fosforanowe włókna foniczne domieszkowane iterbem do zastosowań laserowych”.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant kontynuował pracę w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych, który w 2019 r., przystępując do Sieci Badawczej Łukasiewicz, przemianowany został w Łukasiewicz – Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych (Ł-ITME). Od 2020 r. Habilitant pracuje na stanowisku głównego specjalisty w Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki (Ł-IMiF) powstałym w wyniku konsolidacji dwóch instytutów Sieci Badawczej Łukasiewicz: Łukasiewicz – Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych (Ł-ITME) i Łukasiewicz – Instytut Technologii Elektronowej (Ł-ITE), najpierw w Grupie Badawczej Materiały Foniczne, a od 2023 r. w Grupie Badawczej Technologię i Systemy Światłowodowe i Kwantowe.

3. Ocena dorobku naukowego, projektowego, konstrukcyjnego i technologicznego

Głównym obszarem naukowych zainteresowań dra inż. Marcina Franczyka są badania dotyczące laserów światłowodowych, a w szczególności laserów jednomodowych zbudowanych na bazie domieszkowanych światłowodów fosforanowych lub krzemionkowych – w tym domieszkowanych światłowodów fonicznych (ang. Photonic Crystal Fibres) i nanostrukturyzowanych. Osiągnięcia z tego obszaru są przedmiotem oceny przedstawionego dorobku w postępowaniu habilitacyjnym.

3.1. Ocena cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych

Jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym” (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) – art. 219 ust. 1 pkt. 2 lit. b) Habilitant przedstawił cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych zatytułowany:

„Sposoby kształtowania właściwości generacyjnych jednomodowych laserów światłowodowych”

Cykl ten zawiera:

- [MF-1] **M. Franczyk**, P. Stępień, D. Pysz, I. Kujawa, R. Buczyński: Phosphate Yb³⁺ photonic crystal fiber single-mode laser with enormous high pump absorption. *Laser Physics Letters*, Vol. 11, 085104, pp. 1–4 (2014), <https://doi.org/10.1088/1612-2011/11/8/085104> (IF: 2,458, MNiSW: 50 (MEiN: 70)).
- [MF-2] **M. Franczyk**, R. Stępień, B. Piechal, D. Pysz, K. Stawicki, B. Siwicki, R. Buczyński: High efficiency Yb³⁺ doped phosphate single-mode fiber laser. *Laser Physics Letters*, Vol. 14, 105102, pp. 1–4 (2017), <https://doi.org/10.1088/1612-202X/aa7d39> (IF: 2,235, MNiSW: 50 (MEiN: 70)).
- [MF-3] **M. Franczyk**, K. Stawicki, J. Lisowska, D. Michalik, A. Filipkowski, R. Buczyński: Numerical studies on large mode area fibers with nanostructured core for fiber lasers. *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 36, No. 23, pp. 5334–5343 (2018), <https://doi.org/10.1109/JLT.2018.2873164> (IF: 4,162, MNiSW: 140 (MEiN: 140)).
- [MF-4] **M. Franczyk**, R. Stępień, A. Filipkowski, D. Pysz, R. Buczyński: Nanostructured core active fiber based on ytterbium doped phosphate glass. *Journal of Lightwave*

- Technology*, Vol. 37, No. 23, pp. 5885–5891 (2019),
<https://doi.org/10.1109/JLT.2019.2941664> (IF: 4,288, MNiSW: 140 (MEiN: 140)).
- [MF-5] **M. Franczyk**, D. Pysz, P. Pucko, D. Michalik, M. Biduś, M. Dłubek, R. Buczyński: Yb³⁺ doped silica nanostructured core fiber laser. *Optics Express*, Vol. 27, No. 24, pp. 35108–35119 (2019), <https://doi.org/10.1364/OE.27.035108> (IF: 3,669, MNiSW: 140 (MEiN: 140)).
- [MF-6] **M. Franczyk**, T. Stefaniuk, A. Anuszkiewicz, R. Kasztelanica, D. Pysz, A. Filipkowski, T. Osuch, R. Buczyński: Nanostructured active and photosensitive silica glass for fiber lasers with built-in Bragg gratings. *Optics Express*, Vol. 29, No. 7, pp. 10659–10675 (2021), <https://doi.org/10.1364/OE.413433> (IF: 3,833, MNiSW: 140 (MEiN: 140)).
- [MF-7] A. Anuszkiewicz, **M. Franczyk**, D. Pysz, F. Włodarczyk, A. Filipkowski, R. Buczyński, T. Osuch: Nanostructured Large Mode Area Fiber for Laser Applications. *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 40, No. 12, pp. 3947–3953, (2022), <https://doi.org/10.1109/JLT.2022.3149978> (IF: 4,142, MNiSW: 140 (MEiN: 140)).
- [MF-8] **M. Franczyk**, D. Pysz, R. Stępień, J. Cimek, R. Kasztelanica, F. L. Chen, M. Klimczak, L. Zhao, I. Kasik, P. Peterka, R. Buczyński: Dual Band Active Nanostructured Core Fiber for Two-Color Fiber Laser Operation. *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 40, No. 21, pp. 7180–7190 (2022), <https://doi.org/10.1109/JLT.2022.3199581> (IF: 4,142, MNiSW: 140 (MEiN: 140)).

Ocena bibliometryczna cyklu artykułów

Na cykl artykułów składa się osiem publikacji z lat 2014–2022 opublikowanych w czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (JCR), których *impact factor* (IF) zawiera się w przedziale od 2,232 do 4,288 (w tym cztery o IF>4,0). Sumaryczny IF przedstawionych prac wynosi 28,929, a sumaryczna liczba punktów MEiN wynosi 980. Wszystkie publikacje mają po wielu współautorów (od pięciu do jedenastu), jednak w siedmiu publikacjach Habilitant jest pierwszym współautorem, a w jednym – drugim współautorem. Z oświadczeń Habilitanta wynika, że jego udział jest wiodący (tj. 50% lub większy) w 4 artykułach cyklu, w pozostałych udział ten wynosi od 25% do 40%.

Z bibliometrycznego punktu widzenia dorobek ten **jest znaczący**.

Ocena merytoryczna osiągnięć naukowych opisanych w cyklu artykułów

Przedstawiony przez Habilitanta cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych dotyczy jego osiągnięć w dziedzinie automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych w zakresie badań nad wytwarzaniem światłowodów włóknistych na potrzeby laserów światłowodowych. Lasery takie wykorzystują światłowody aktywne. Najczęściej są to światłowody dwupłaszczowe (zwłaszcza w laserach światłowodowych dużej mocy) wykonane ze szkła krzemionkowego. Dla promieniowania generowanego przez laser falowodem jest rdzeń światłowodu oraz płaszcz wewnętrzny, natomiast dla promieniowania pompy rdzeń falowodu stanowi płaszcz wewnętrzny wraz z rdzeniem światłowodu, natomiast płaszczem jest płaszcz zewnętrzny światłowodu. Falowód dla promieniowania generowanego może prowadzić jeden lub wiele modów poprzecznych. Czasem falowód ten jest kilkunastomodowy, w którym pracę jednomodową lasera uzyskuje się poprzez usunięcie modów wyższego rzędu poprzez zgięcie światłowodu (światłowód może być nawinięty na szpulę, która w laserach dużej mocy stanowi układ odprowadzania ciepła). Kluczowym

J.M.

procesem w laserach światłowodowych jest wzbudzenie promieniowaniem pompy aktywnego (domieszkowanego) rdzenia falowodu dla promieniowania generowanego przez laser. W światłowodach o symetrii kołowej istotnym (zwłaszcza dla jednomodowych laserów światłowodowych) problemem jest to, że dla części modów wyższego rzędu promieniowania pompy niosących znaczną część energii ich natężenie promieniowania blisko osi światłowodu jest bardzo małe (Habilitant nazywa te mody „tzw. modami kołowymi”), co powoduje, że w procesie pobudzenia aktywnego rdzenia światłowodu przez energię niesioną przez te mody mamy bardzo małą sprawność światłowodu aktywnego w przeliczeniu na jednostkę długości światłowodu. Aby ten problem rozwiązać, stosuje się inne niż kołowe kształty płaszcza zewnętrznego (zachowując symetrię kołową rdzenia), np. typu D, o kształcie prostokątnym, ośmiokątnym lub kształcie gwiazdy.

Przedmiotem zainteresowania Habilitanta jest wytwarzanie światłowodów dla jednomodowych laserów światłowodowych. Bardzo ważnym parametrem tych laserów jest poprzeczny rozkład natężenia promieniowania generowanego przez takie lasery – np. średnica wiązki, kąt rozbieżności czy kształt profilu rozkładu natężenia wiązki w kierunku poprzecznym. Zazwyczaj najczęściej pożądanym profilem jest profil opisywany funkcją Gaussa. Wiązki o takim rozkładzie (nazywane wiązkami gaussowskimi) mają największe natężenie na osi wiązki, a samo natężenie asymptotycznie spada (zgodnie z funkcją Gaussa) do zera w miarę oddalania się od osi. Dla wiązek gaussowskich przy danej średnicy wiązki w najwyższym miejscu (w przewężeniu wiązki) mamy najmniejszy kąt rozbieżności wiązki – wiązki o innym profilu mają ten kąt większy. Przyjęło się definiować jakość wiązki generowanego promieniowania parametrem M^2 , który dla wiązki gaussowskiej wynosi jeden. Parametr M^2 danej wiązki mówi nam, ile razy kąt rozbieżności wiązki jest większy od kąta rozbieżności wiązki gaussowskiej o tej samej średnicy przewężenia i tej samej długości fali. Parametr M^2 dla wiązek pochodzących z laserów jednomodowych najczęściej jest mniejszy od 1,2 – dla laserów o bardzo dobrej jakości wiązki parametr ten wynosi około 1,1 lub mniej. Dla najlepszych laserów światłowodowych dostępnych na rynku parametr ten może być mniejszy od 1,05. Osiągnięcie tak małych wartości parametrów M^2 dla laserów światłowodowych jest trudne nie tylko ze względu na niedokładności wykonania powierzchni czołowej światłowodu, z którego wychodzi wiązka, ale również z tego, że rozkład natężenia promieniowania modu podstawowego propagowanego w światłowodzie zależy od profilu współczynnika załamania światłowodu i najczęściej odbiega od rozkładu opisywanego funkcją Gaussa – np. rozkład natężenia pola w jednomodowym światłowodzie o prostokątnym profilu współczynnika załamania światła jest opisywany funkcją Bessela pierwszego rodzaju rzędu zerowego (funkcją $J_0(x)$) w rdzeniu i zmodyfikowaną funkcją Bessela drugiego rodzaju rzędu zerowego (funkcją $K_0(x)$) w płaszczu. Należy też zaznaczyć, że od profilu tego zależy również (przy danej długości fali i różnicy współczynnika załamania między rdzeniem a płaszczem) warunek na maksymalną średnicę rdzenia oraz średnicę pola modu podstawowego, dla której światłowód spełnia warunki propagacji jednomodowej. Aby uzyskać wiązki o jak najlepszym współczynniku jakości wiązki, Habilitant postanowił przebadać światłowody aktywne o różnych profilach współczynnika załamania światła oraz światłowody fotoniczne o różnej budowie. W badaniach nad aktywnymi światłowodami jednomodowymi Habilitant wykorzystywał światłowody wykonane z powszechnie stosowanego materiału, jakim jest domieszkowane szkło krzemionkowe, oraz światłowody wykonane z domieszkowanego szkła fosforanowego.

Kluczowym aspektem, nad którym skupił się Habilitant w swoich badaniach, było zastosowanie nowej koncepcji, jaką jest nanostrukturyzacja światłowodu, co pozwoliło Habilitantowi wykonywać światłowody o różnych rozkładach domieszek, np. światłowodów o profilach współczynnika załamania rdzenia odmiennych od skokowego, inną metodą niż powszechnie stosowana metoda chemicznego osadzania z fazy gazowej (metodą CVD – od ang. chemical vapour deposition). W koncepcji nanostrukturyzacji rdzeń światłowodu jest zbudowany z dwóch lub więcej typów szklanych nanoprętów, o podfalowych rozmiarach poprzecznych (mniejszych niż $\lambda/5$) i różnych współczynnikach załamania światła. Dzięki tego typu strukturze można dowolnie kształtować rozkład współczynnika załamania poprzez odpowiednią dystrybucję nanoprętów w nanostrukturyzowanym rdzeniu. Wykorzystanie światłowodów nanostrukturyzowanych pozwoliło Habilitantowi opracować też światłowody o bardzo dużej średnicy rdzenia z możliwością zapisu w nich siatki Bragga tradycyjną metodą maski fazowej. Ponadto wykorzystanie w aktywnym światłowodzie nanoprętów różniących się domieszkowanymi jonami pierwiastków ziem rzadkich (np. Yb^{3+} w jednym typie nanoprętów oraz Er^{3+} i Yb^{3+} w drugim typie) pozwoliło Habilitantowi zaprojektować światłowód dla lasera pracującego na dwóch długościach fali.

Badanie właściwości generacyjnych laserów światłowodowych wytworzonych na bazie światłowodów włóknistych ze szkła fosforanowego domieszkowanego iterbem

Powszechnie stosowanym światłowodem w laserach światłowodowych iterbowych jest domieszkowany iterbem światłowód wykonany ze szkła krzemionkowego. W porównaniu do światłowodów wykonanych ze szkła fosforanowego światłowody wykonane ze szkła krzemionkowego charakteryzują się większą trwałością i odpornością na różne warunki środowiskowe, co jest istotne – zwłaszcza w zastosowaniach przemysłowych, gdzie trwałość i odporność są kluczowe. Ograniczeniem szkła krzemionkowego jest jego możliwość domieszkowania jonami iterbu Yb^{3+} do poziomu około 1% masy. Stąd długość aktywnego światłowodu wykonanego z tego typu materiału zastosowanego w laserze światłowodowym najczęściej jest rzędu od kilku do kilkunastu metrów (a nawet kilkudziesięciu metrów w wypadku laserów iterbowych pracujących w trybie ciągłym o bardzo dużej mocy – rzędu kW lub większej).

Szkło fosforanowe może być domieszkowane jonami iterbu Yb^{3+} do znacznie wyższego poziomu niż szkło krzemionkowe, co pozwala zastosować w laserach światłowodowych znacznie krótsze odcinki aktywnego światłowodu niż w wypadku lasera z aktywnym światłowodem wykonanym ze szkła krzemionkowego. W pracy [MF-1] Habilitant opisał opracowany przez niego światłowód fotoniczny wykonany ze szkła fosforanowego, w którym rdzeń o średnicy 30 μm był domieszkowany jonami iterbu Yb^{3+} do poziomu ponad 18% masy (co odpowiada stężeniu 6 mol%). Płaszcz wewnętrzny tego światłowodu stanowiła struktura fotoniczna o strukturze heksagonalnej z otworami powietrznymi o średnicy 3 μm , odległymi od siebie o 10 μm . W oparciu o ten światłowód wykonany został jednomodowy laser światłowodowy wykorzystujący odcinek tego światłowodu o długości jedynie 6 cm. Uzyskana moc promieniowania na wyjściu lasera wynosiła 9 W (przy mocy pompy 34 W i sprawności różniczkowej wynoszącej 36,2%; parametr jakości wiązki M^2 nie został podany), co oznacza, że w parametr określający moc promieniowania na wyjściu lasera w przeliczeniu lasera przeliczeni na 1 metr długości światłowodu wynosił 150 W/m. W momencie ukazania się publikacji [MF-1] (2014 r.) wartość tego parametru ta była największa, jaką uzyskano w wypadku lasera jednomodowego wykorzystującego aktywny światłowód wykonany ze szkła fosforanowego. Szacowany współczynnik absorpcji promieniowania pompy w światłowodzie aktywnym wynosił 400 dB/m.

JPK

Jeszcze większą moc wiązki laserowej w przeliczeniu na 1 metr długości światłowodu uzyskano, wykorzystując inny opracowany przez Habilitanta światłowód wykonany ze szkła fosforanowego, w którym rdzeń był domieszkowany jonami iterbu Yb^{3+} do tego samego poziomu co opisany światłowód w pracy [MF-1] (ponad 18% masy) [MF-2]. Był to światłowód dwupłaszczowy z rdzeniem o skokowym profilu współczynnika załamania, o średnicy $19 \mu\text{m}$ otoczonym powietrznym płaszczem zewnętrznym. Uśredniona różnica współczynnika załamania rdzenia i płaszcza wewnętrznego wynosiła $\Delta n = 0,4 \times 10^{-3}$. W oparciu o ten światłowód wykonany jednomodowy laser światłowodowy wykorzystujący odcinek tego światłowodu o długości 4 cm uzyskał moc promieniowania na wyjściu lasera 11,6 W (przy mocy pompy 19,5 W); parametr jakości wiązki M^2 wynosił 1,08. Oznacza to, że parametr określający moc promieniowania na wyjściu lasera w przeliczeniu na 1 metr długości światłowodu wynosił 290 W/m. Szacowany współczynnik absorpcji promieniowania pompy w światłowodzie aktywnym wynosił 700 dB/m. Wykonany laser charakteryzował się bardzo dużą sprawnością różniczkową wynoszącą 66,6%.

Badanie właściwości generacyjnych laserów światłowodowych wytworzonych na bazie światłowodów włóknistych z nanostrukturyzowanym rdzeniem

Badaniom właściwości generacyjnych laserów światłowodowych wytworzonych na bazie światłowodów włóknistych z nanostrukturyzowanym rdzeniem poświęcone są prace [MF-3–MF-8]. Nanostrukturyzacja rdzenia pozwala wytwarzać światłowody o różnych profilach współczynnika załamania światła. Profil ten ma decydujący wpływ na szereg parametrów światłowodu – np. na dyspersję, na liczbę propagowanych modów, długości fali odcięcia poszczególnych modów. W wypadku światłowodów przeznaczonych dla jednomodowych laserów światłowodowych rozkład profilu współczynnika załamania (poza wpływem na parametr jakości wiązki M^2) ma również wpływ na tak istotne parametry, jak maksymalna średnica rdzenia, dla której w światłowodzie przy danej długości fali może być propagowany jedynie mod podstawowy, średnica pola modu czy też straty światłowodu wynikające z jego zgięcia (przy dłuższych odcinkach aktywnego światłowodu w laserach światłowodowych jest on nawijany na szpulę). Wyniki badań nad ostatnimi dwoma zagadnieniami uzyskane na drodze modelowania numerycznego Habilitant przedstawił w pracy [MF-3]. Przedmiotem badań były światłowody nanostrukturyzowane, w których profil współczynnika załamania miał różne rozkłady, opisywane stałą profilu α . Habilitant przebadał światłowody, dla których stała profilu α wynosiła ∞ (profil skokowy), 1 (profil trójkątny), 2 (profil paraboliczny), 0,5 oraz 4. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że możliwe są do wytworzenia światłowody nanostrukturyzowane, w których dla długości fali 1050 nm może być propagowany jedynie mod podstawowy o bardzo dużej powierzchni pola modu wynoszącej $1530 \mu\text{m}^2$ przy średnicy rdzenia $110 \mu\text{m}$, zakładając przy tym, że światłowód jest zgięty (promień zgięcia 0.40–0.42 m), aby mody wyższych rzędów nie mogły być propagowane, lub powierzchni $1170 \mu\text{m}^2$ przy średnicy rdzenia $70 \mu\text{m}$. Szkoda, że w pracy tej zabrakło wyników modelowania rozkładu natężenia promieniowania w kierunku poprzecznym modu podstawowego i estymacji minimalnej wartości współczynnika jakości M^2 , jaka byłaby możliwa do uzyskania w laserach światłowodowych wykorzystujących modelowane światłowody.

Badaniom eksperymentalnym, potwierdzających słuszność koncepcji wykonania aktywnego światłowodu z nanostrukturyzowanym rdzeniem, dzięki któremu można uzyskać generację lasera światłowodowego z dużą sprawnością, poświęcone są prace [MF-4] i [MF-5]. W pierwszej pracy przedstawiono opracowaną metodę wytwarzania preformy

nanostrukturyzowanego rdzenia wykonanej z nanoprętów niedomieszkowanych i domieszkowanych jonami Yb^{3+} ze szkła fosforanowego oraz eksperymentalne potwierdzenie możliwości generacyjnych lasera wykorzystującego ten światłowód (był to światłowód dwupłaszczowym ze szklanym płaszczem wewnętrznym i powietrznym płaszczem zewnętrznym z rdzeniem nanostrukturyzowanym o prostokątnym profilu współczynnika załamania i o średnicy $20\ \mu\text{m}$, wytworzonym z 11557 nanoprętów domieszkowanych i niedomieszkowanych, przy uśrednionej różnicy współczynnika załamania rdzenia i płaszcza wewnętrznego wynoszącej $\Delta n = 0,43 \times 10^{-3}$ – dla tych wartości, laser wykorzystujący ten światłowód był jednomodowy). Zbudowany laser wykorzystujący odcinek światłowodu o długości $17,6\ \text{cm}$ miał moc $10,6\ \text{W}$ (przy mocy pompy około $19,6\ \text{W}$); parametr jakości wiązki M^2 wynosił $1,3$. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że pomimo zastosowania dyskretnych obszarów w rdzeniu światłowodu, nie wprowadzono znaczących strat, w rezultacie czego sprawność lasera energetyczna była zbliżona do sprawności energetycznej lasera zbudowanego na światłowodzie klasycznym. W rozwiązaniu opisanym w pracy [MF-5] wykonany światłowód był również światłowodem dwupłaszczowym z rdzeniem o prostokątnym profilu współczynnika załamania, tyle że wykonanym ze szkła krzemionkowego, w którym do wytworzenia rdzenia o średnicy $16\ \mu\text{m}$ wykorzystano ponad 43 tysiące nanoprętów. Płaszcz wewnętrzny był szklany, a zewnętrzny z polimeru. Uśredniona różnica współczynnika załamania rdzenia i płaszcza wewnętrznego wynosiła $\Delta n = 0,57 \times 10^{-3}$. Maksymalna moc lasera wykorzystującego odcinek tego światłowodu o długości $4,2\ \text{m}$ wynosiła $3,1\ \text{W}$ przy mocy pompy $5,8\ \text{W}$. Sprawność różniczkowa wynosiła aż $61,9\%$, a średnica pola modu wynosiła $19,7\ \mu\text{m}$. Uzyskano bardzo dobrą jakość wiązki M^2 – mniejszą od $1,1$. Choć w pracy przedstawiono wyniki badań nad światłowodem o prostokątnym profilu załamania światła, wspomniano również, że opracowana metoda wytwarzania światłowodu z nanostrukturyzowanym rdzeniem pozwala na dowolne kształtowanie tego profilu, co w przyszłości pozwoli na opracowanie światłowodów o znacznie większej średnicy pola modu przy jednoczesnej redukcji strat wynikających ze zgięcia światłowodu, opierając się na rozwiązaniach teoretycznych zawartych w pracy [MF-3].

Wykonanie siatek Bragga, pełniących funkcję zwierciadeł tworzących w laserze optyczną wnękę rezonansową tradycyjną metodą maski fazowej wymaga zastosowania światłowodów fotoczułych. Światłowody ze szkła krzemionkowego uzyskują tę cechę poprzez ich domieszkowanie germanem, który powoduje jednocześnie wzrost współczynnika załamania szkła. Aby obniżyć wartość współczynnika światła i tym samym umożliwić wytworzenie siatki Bragga w światłowodzie z rdzeniem o dużej średnicy, stosuje się domieszkowanie borem, który powoduje jednocześnie zwiększenie tłumienności światłowodu, co ma ujemny wpływ na sprawność lasera wykorzystującego taki światłowód. Światłowodom nanostrukturalnym z możliwością wytworzenia w nich siatek Bragga poświęcone są prace [MF-6] i [MF-7]. W pierwszej pracy Habilitant przedstawił proces wytwarzania ze szkła krzemionkowego światłowodów dwupłaszczowych z płaszczem wewnętrznym szklanym i płaszczem zewnętrznym polimerowym z możliwością wytworzenia siatki Bragga z rdzeniem nanostrukturyzowanym o dużej średnicy ($30\ \mu\text{m}$). Uśredniona różnica współczynnika załamania rdzenia i płaszcza wewnętrznego wynosiła $\Delta n = 1,82 \times 10^{-3}$. W procesie tym możliwe jest wytworzenie zarówno światłowodów pasywnych, jak i aktywnych. W celu wytworzenia rdzenia światłowodu aktywnego z możliwością implementacji siatki Bragga wykorzystano trzy typy nanoprętów: krzemionkowe niedomieszkowane, krzemionkowe domieszkowane germanem i krzemionkowe domieszkowane jonami Yb^{3+} . Współczynnik odbicia siatki Bragga dla długości fali $1060,1\ \text{nm}$ wynosił $98,5\%$. Ponadto, dysponując szkłem krzemionkowym silnie domieszkowanym germanem o średniej różnicy

współczynnika załamania wynoszącym $\Delta n = 17,9 \times 10^{-3}$ dla 1060 nm w stosunku do szkła nie-domieszkowanego, możemy uzyskać materiał nanostrukturyzowany o dowolnej efektywnej wartości współczynnika załamania z przedziału pomiędzy wartościami szkła domieszkowanego i nie-domieszkowanego germanem. Wytwarzaniu siatek Bragga w światłowodzie pasywnym wykonanym ze szkła krzemionkowego z rdzeniem nanostrukturyzowanym o dużej średnicy (30 μm) poświęcona jest również praca [MF-7]. Przebadany światłowód różnił się nieco od opisanego w pracy [MF-6]. Był to światłowód dostosowany do współpracy z komercyjnym światłowodem aktywnym firmy Nufern – typ LMA-YDF-30/250-VIII. W pracy [MF-7] przedstawiono wyniki badań, które eksperymentalnie potwierdziły możliwości dopasowania nanostrukturyzowanego światłowodu wielkordzeniowego do standardowego światłowodu typu LMA (z ang. *large mode area*) oraz potwierdzono możliwości wytworzenia siatki Bragga metodą maski fazowej w światłowodzie nanostrukturyzowanym LMA o średnicy rdzenia 30 μm i o bardzo niskim średnim poziomie domieszki germanu (poniżej 1 mol%). Zaprezentowana w pracach [MF-6] i [MF-7] koncepcja wytwarzania światłowodów nanostrukturyzowanych poprzez swobodę w kształtowaniu profilu współczynnika załamania światła, stwarza podstawy do projektowania i wytwarzania światłowodowych siatek Bragga w światłowodach aktywnych o średnicach rdzenia większych niż 30 μm lub pasywnych, ale dopasowanych, w miarę potrzeb, do światłowodu aktywnego.

Nanostrukturyzacja rdzenia światłowodu aktywnego pozwala wytwarzać światłowody domieszkowane, w którym miejsca o różnym domieszkowaniu są od siebie przestrzennie odseparowane. Takie odseparowanie uniemożliwia transfer energii pomiędzy różnymi jonami, którymi domieszkowany jest światłowód aktywny. Przykład takiego rozwiązania przedstawiony został w pracy [MF-8]. W pracy tej został opisany aktywny światłowód dwupłaszczowy z rdzeniem nanostrukturyzowanym o średnicy 15 μm (zbudowanym z 6649 nanoprętów) i płaszczem wewnętrznym wykonanym ze szkła fosforanowego oraz płaszczem zewnętrznym wykonanym z polimeru. Rdzeń światłowodu został wykonany z dwóch typów nanoprętów: jedne nanopręty były domieszkowane jonami Yb^{3+} z koncentracją $15,69 \times 10^{20} \text{ Yb}^{3+}/\text{cm}^3$ (co odpowiada stężeniu 6 mol%), a drugie jonami Er^{3+} i Yb^{3+} z koncentracją $1,35 \times 10^{20} \text{ Er}^{3+}/\text{cm}^3$ i $14,86 \times 10^{20} \text{ Yb}^{3+}/\text{cm}^3$ (co odpowiada stężeniu 0,5, mol% i 5,5 mol%), w których następuje efektywny transfer energii z jonów Yb^{3+} do jonów Er^{3+} . Uśredniona różnica współczynnika załamania rdzenia i płaszczu wewnętrznego wynosiła $\Delta n = 0,85 \times 10^{-3}$. Odcinek o długości 14 cm tego światłowodu został następnie wykorzystany do budowy jednodowego lasera światłowodowego. Laser ten generował wiązki na dwóch długościach fali – pierwszą z mocą 0,78 W na długości fali 1040 nm (przy parametrze jakości wiązki M^2 wynoszącym 1,1) oraz drugą z mocą 0,42 W na długości fali 1534 nm (przy parametrze jakości wiązki M^2 wynoszącym 1,3). Moc pompy wynosiła 8,7 W (długość fali pompy wynosiła 973,5 nm). Sprawność różniczkowa wynosiła 32,8%

Podsumowując, do najważniejszych osiągnięć Habilitanta można zaliczyć:

- opracowanie i wykonanie aktywnego światłowodu domieszkowanego jonami Yb^{3+} ze szkła fosforanowego ze zoptymalizowaną strukturą dwupłaszczową, dzięki której uzyskano rekordową wartość sprawności różniczkowej wynoszącą 66,6% w układzie laserowym opartego na światłowodzie ze szkła fosforanowego pompowanym płaszczowo;
- pokazanie na drodze modelowania możliwości wytworzenia światłowodów pełnoszlanych o bardzo dużych powierzchniach pola modu podstawowego (większej od

J.M.

1530 μm^2) przeznaczonych dla jednomodowych laserów światłowodowych pracujących na długości fali około 1050 nm;

- opracowanie i wykonanie światłowodów aktywnych z nanostrukturyzowanym rdzeniem oraz eksperymentalne wykazanie możliwości budowy jednomodowych laserów światłowodowych o bardzo dużej sprawności różniczkowej;
- opracowanie i wykonanie światłowodów z nanostrukturyzowanym rdzeniem o dużej średnicy z możliwością wytworzenia w nich siatek Bragga w celu wykonania wnęki rezonansowej lasera wykorzystującego te światłowody;
- potwierdzenie eksperymentalne koncepcji światłowodów aktywnych z nanostrukturyzowanym rdzeniem, domieszkowanych różnymi jonami pierwiastków ziem rzadkich przeznaczonych dla laserów generujących dwie długości fali.

Przedstawione osiągnięcia naukowe przedstawione w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych **można uznać, że stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne** w myśl Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym” (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późn. zm.) – art. 219 ust. 1 pkt. 2 lit. b).

3.2. Ocena pozostałego dorobku naukowego, projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego

Poza 8 artykułami wchodzącymi w skład cyklu publikacji przedstawionego w punkcie 3.1, Habilitant jest autorem lub współautorem 12 innych publikacji opublikowanych w czasopiśmie naukowych, w tym 8 po uzyskaniu stopnia doktora. Wśród nich jest 10 artykułów, które zostały opublikowane w czasopiśmie będących obecnie na liście Journal Citation Reports (3 przed uzyskaniem stopnia doktora – w *Laser Physics Letters*, w *Journal of the European Optical Society-Rapid Publication* i w *Opto-Electronics Review*, oraz 8 po uzyskaniu stopnia doktora – w *Optics Express*, w *Laser Physics Letters*, 2 w *Photonics Letters of Poland*, w *Optical Fiber Technology* i w *Materials*). Ponadto Habilitant jest współautorem 26 prezentacji na konferencjach międzynarodowych, w tym 21 prezentacji po uzyskaniu stopnia doktora, oraz 10 prezentacji na konferencjach krajowych, w tym 6 prezentacji po uzyskaniu stopnia doktora. Artykuły i prezentacje zawierają naukowe osiągnięcia Habilitanta z elektroniki – w większości ze światłowodów fotonicznych lub nanostrukturyzowanych oraz z laserów światłowodowych. Habilitant nie jest autorem lub współautorem monografii naukowych lub rozdziałów w monografiach naukowych. Pełny wykaz powyższych artykułów oraz wystąpień konferencyjnych został zamieszczony w „Wykazie osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny” zamieszczonym w Załączniku 3 do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego.

Ogólny dorobek bibliometryczny Habilitanta w zakresie cytowań wynosi: 240 (w tym 205 bez autocytowań), wg bazy Web of Science, 280 (240) wg bazy Scopus oraz 357 wg bazy Google Scholar. Index Hirscha wynosi 8 wg bazy Web of Science, 9 wg bazy Scopus oraz 10 wg bazy Google Scholar.

Habilitant jest także współautorem 2 patentów międzynarodowych (Załącznik 3: [III.3.1] i [III.3.2]) oraz 1 krajowego (Załącznik 3: [III.3.3]), a także współautorem 1 zgłoszenia patentowego UE (Załącznik 3: [III.3.4]).

J.P.

Do pozostałego dorobku naukowego Habilitanta należy zaliczyć udział w charakterze **kierownika projektu** finansowanego w drodze konkursu *Komitetu Badań Naukowych* (Grant nr N N507 434334: „Fotoniczne włókno laserowe typu double-clad domieszkowane Yb^{3+} ze szkła metafosforanowego”) oraz **wykonawcy w 7 projektach** finansowanych w drodze konkursów: *Narodowego Centrum Nauki* (Grant 2020/39/I/ST7/02143: “Novel nanostructured optical fibers for fiber lasers operating at dual wavelengths”), *Unii Europejskiej – Horizon 2020* (Grant Agreement No.101016665: “One-Stop-Shop Open Access to Photonics Innovation Support for a Digital Europe “PhotonHubEurope” European Union’s Horizon 2020 research and innovation program”, 2020-ICT-2017-1, Grant no. 779472: “Accelerating Photonics Innovation for SME’s: a one-stop-shop-incubator – ACTPHAST4.0” oraz Grant agreement ID: 722380: “Supercontinuum broadband light sources covering UV to IR applications – SUPUVIR”), *Dotacji 2021 – Transformacja cyfrowa: Doskonałość Naukowa* („Nanostrukturyzowane włókna laserowe”), *Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej* (FNP TEAM-TECH 2016 -1/1, Grant no. 0123/1/2016: “Nanostructured microoptical components towards new functionalities and applications”), *Narodowego Centrum Badań i Rozwoju* (Project no. DOB-1-6/1/PS/2014: „Laserowe systemy broni skierowanej energii, laserowe systemy broni nieśmiercionośnej”). Habilitant był także **kierownikiem projektu** w 7 grantach finansowanych przez *Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych* oraz w 1 grantcie finansowanym przez *Łukasiewicz – Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych*.

Przedstawione osiągnięcia pozostałego dorobku naukowego są istotne.

4. Ocena aktywności naukowej

Do osiągnięć dotyczących aktywności naukowej Habilitanta realizowanej we współpracy z uczelniami i instytucjami naukowymi poza Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME), a następnie Łukasiewicz – Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych (Ł-ITME) i Łukasiewicz – Instytut Technologii Elektronowej (Ł-ITE) można zaliczyć:

1. długoterminowy staż naukowy w Centre for Photonics and Photonic Materials (CPPM), Department of Physics, University of Bath, Bath, United Kingdom w grupie optoelektronicznej prof. P. St. J. Russella w okresie 01.09.1998 r. – 01.06.1999 r., w ramach którego:
 - 1) zajmował się badaniami nad światłowodami fonicznymi o siatce heksagonalnej oraz siatce prostokątnej,
 - 2) przedstawił (jako pierwszy współautor) wyniki przeprowadzonych badań nad polaryzacyjnymi światłowodami krystalicznymi o strukturze prostokątnej na konferencji krajowej (Załącznik 3, [II.7.11]), a następnie opublikował w *Proceedings of SPIE* (Załącznik 3: [II. 4.27]);
2. współpracę od kwietnia 2021 r. z Institute of Photonics and Electronics, The Czech Academy of Science, Prague, Czech Republic, z grupą optoelektroniczną Dr. Pavla Peterki w ramach której:
 - 1) odbył krótkoterminowy staż naukowy w dniach 29.05–03.06.2022 r., podczas którego zajmował się charakteryzacją lasera pracującego na dwóch długościach fali w różnych pasmach emisyjnych,
 - 2) uczestniczył jako wykonawca w międzynarodowym projekcie bilateralnym “Novel nanostructured optical fibers for fiber lasers operating at dual wavelengths” Grant No 2020/39/I/ST7/02143, kierowanym przez prof. R. Buczyńskiego i dr Ivan Kasika,

- 3) opublikował jako współautor wyniki badań z w/w grantu w dwóch czasopismach naukowych z listy JCR (w *Journal of Lightwave Technology* ([MF-8]) oraz w *Optics Express* (Załącznik 3: [II.4.1]),
 - 4) przedstawił jako współautor wyniki badań z w/w grantu na ośmiu międzynarodowych wystąpieniach; sześć z nich zostało opublikowane w materiałach pokonferencyjnych (Załącznik 3: [II.7.1–2], [II.7.16–21]), z czego pięć w *Proceedings of SPIE* (Załącznik 3: [II.4.13–17]) oraz jeden w *Laser Congress 2021, Advanced Solid State Lasers Conferences, OSA Technical Digest* (Załącznik 3: [II.4.18]);
3. współpracę od 1.10.2017 r. z Wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w ramach której:
- 1) prowadził prace badawcze dotyczące charakteryzacji właściwości propagacyjnych oraz generacyjnych światłowodów nanostrukturyzowanych,
 - 2) opublikował jako współautor wyniki wspólnie prowadzonych badań w sześciu czasopismach naukowych z listy JCR, z czego w czterech w *Journal of Lightwave Technology* ([MF-3], [MF-4], [MF-7] i [MF-8]), dwa w *Optics Express* ([MF-5] i [MF-6]),
 - 3) przedstawił jako pierwszy współautor wyniki wspólnie prowadzonych badań na siedmiu konferencjach międzynarodowych (Załącznik 3: [II.7.1], [II.7.2], [II.7.4], [II.7.5] i [II.7-9]) oraz dwóch krajowych (Załącznik 3: [II.7.3] i [II.7.6]);
4. współpracę z Zakładem Mikrosystemów i Systemów Pomiarowych Instytutu Systemów Elektronicznych na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej w okresie maj 2018 r. – czerwiec 2022 r., w ramach której:
- 1) współpraca ta prowadzona była w zakresie zapisywania siatek Bragga w światłowodach pasywnych z nanostrukturyzowanym rdzeniem, w aktywnych światłowodach fotoczułych oraz w światłowodach nanostrukturyzowanych typu LMA do zastosowań w laserach dużych mocy,
 - 2) opublikował jako współautor wyniki badań w dwóch czasopismach naukowych z listy JCR: w *Optics Express* ([MF-6]) oraz w *Journal of Lightwave Technology* ([MF-7]),
 - 3) przedstawił jako współautor wyniki wspólnie prowadzonych badań w sześciu wystąpieniach na trzech międzynarodowych konferencjach (Załącznik 3: [II.7.3–6], [II.7.18] i [II.7.23]);
5. współpracę z Instytutem Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w okresie czerwiec 2008 r. – maj 2015 r. oraz maj 2015 r. – grudzień 2021 r., w ramach której:
- 1) opracował fosforanowe światłowody fotoniczne domieszkowane iterbem do zastosowań laserowych,
 - 2) opublikował jako współautor wyniki badań nad tymi światłowodami w czasopiśmie naukowym z listy JCR: w *Opto-Electronics Review* (Załącznik 3: [II.4.12]),
 - 3) przedstawił jako pierwszy współautor wyniki badań nad tymi światłowodami na dwóch międzynarodowych konferencjach (Załącznik 3: [II.7.10] i [II.7.12]),
 - 4) uczestniczył w latach 2015–2021 jako wykonawca w projekcie na rzecz bezpieczeństwa i obronności państwa „Laserowe Systemy Broni Skierowanej Energii, Laserowe Systemy Broni Nieśmiertelności”,
 - 5) opublikował jako pierwszy współautor wyniki badań z tego projektu w dwóch czasopismach naukowych listy JCR: w *Laser Physics Letters* (Załącznik 3: [II.4.2]) oraz w *Photonics Letters of Poland* (Załącznik 3: [II.4.3]).

Do aktywności naukowej Habilitanta można również zaliczyć:

1. członkostwo w latach 2012– 2018 w Optical Society of America (OSA)
2. recenzje 14 artykułów naukowych, w tym 12 do czasopismach z listy JCR.

Biorąc pod uwagę długoterminowy staż naukowy w Centre for Photonics and Photonic Materials, współpracę naukową z Institute of Photonics and Electronics, The Czech Academy of Science, Prague, Czech Republic, z Wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, z Instytutem Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej i z Zakładem Mikrosystemów i Systemów Pomiarowych Instytutu Systemów Elektronicznych na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej oraz wspólne publikacje opublikowane z pracownikami tych instytucji naukowych, zdaniem recenzenta Habilitant **spełnia kryteria dotyczące aktywności naukowej** w myśl Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym” (Dz. U. 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) – art. 219 ust. 1 pkt. 3.

5. Inne osiągnięcia, w tym osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne oraz nagrody

Do osiągnięć dydaktycznych Habilitanta można zaliczyć opiekę naukową nad dwoma studentami (Piotrem Pucko i Filipem Włodarczykiem) w charakterze **promotora ze strony instytutu zewnętrznego**, w których studenci realizowali prace magisterskie. Za pracę magisterską Pan Piotr Pucko uzyskał ocenę bardzo dobrą, a jego praca uzyskała wyróżnienie w XXVIII Konkursie im. Adama Smolińskiego. We współpracy z Panem Piotrem Pucko została opublikowana praca w czasopiśmie z listy JCR: w *Optics Express* ([MF-5]) oraz przedstawione 2 prezentacje na konferencjach międzynarodowych (Załącznik 3: [II.7.4] i [II.7.26]). Za pracę magisterską Pan Filip Włodarczyk uzyskał również ocenę bardzo dobrą. Został on również finalistą XXX Konkursu im. Adama Smolińskiego na najlepsze prace dyplomowe z zakresu optoelektroniki. We współpracy z Panem Filipem Włodarczykiem zostały opublikowane dwa artykuły w czasopismach JCR: w *Journal of Lightwave Technology* ([MF-7]) oraz w *Photonics Letters of Poland* (Załącznik 3: [II.4.3]), a także przedstawiona prezentacja na konferencji międzynarodowej (Załącznik 3: [II.7.18]).

Habilitant pełnił również funkcję opiekuna naukowego nad doktorantem Kamilem Stawickim, uczestnikiem studiów III stopnia na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. We współpracy z doktorantem zostały opublikowane dwa artykuły w czasopismach z listy JCR: w *Laser Physics Letters* ([MF-2]) oraz w *Journal of Lightwave Technology* ([MF-3]).

Do osiągnięć dydaktycznych Habilitanta można również zaliczyć prowadzenie szkolenia w 2018 r. dla grupy międzynarodowej (około 20 osób) dotyczącego procesu technologicznego wytwarzania światłowodów fonicznych w ramach „First Workshop on Photonic Crystal Fiber Technology for Ultrafast Optics” w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie, dwóch szkoleń w latach 2018 i 2019 dotyczących sposobu wytwarzania światłowodów włóknistych dla grupy około 30 osób – studentów Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie, przygotowanie i wygłoszenie wykładu (*on-line*) w 2021 r. pt. „Światłowody specjalne – technologia i zastosowania” dla studentów Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej oraz przygotowanie warsztatów w 2021 r. pt. „Światłowody foniczne i nanostrukturyzowane – metody wytwarzania i zastosowanie” dla studentów Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej w Instytucie Mikroelektroniki i Fotoniki w Warszawie.

Podsumowując, **osiągnięcia dydaktyczne Habilitanta są bardzo skromne**, co wynika z charakteru jego dotychczasowej pracy – Habilitant zatrudniony jest w instytucie naukowym, a nie na uczelni wyższej. Mimo tego należy podkreślić, że i na tym polu **wyказаł się dużym zaangażowaniem i talentem**, czego potwierdzeniem jest to, że obaj studenci, których Habilitant był promotorem ze strony instytutu zewnętrznego, zrealizowali swoje prace magisterskie z wynikiem bardzo dobrym oraz to, że obie prace wzięły udział w Konkursie im. Adama Smolińskiego na najlepsze prace dyplomowe z zakresu optoelektroniki, z których jedna została wyróżniona. O zaangażowaniu Habilitanta w proces dydaktyczny świadczy również to, że prowadził szkolenia oraz wykład dla studentów Politechniki Warszawskiej związany z wytwarzaniem światłowodów fotonicznych.

Do osiągnięć organizacyjnych Habilitanta można zaliczyć czynny udział w przygotowaniu wniosków o granty krajowe i międzynarodowe, w tym do Komitetu Badań Naukowych, w wyniku czego uzyskał finansowanie na grant nr N N507 434334, w którym został kierownikiem projektu. Habilitant uczestniczył w przygotowaniu merytorycznym wniosków o dotacje na inwestycje Instytutu Mikroelektroniki i Fotoniki pt. „Rozbudowa wieży światłowodowej o elementy do wytwarzania światłowodów nanostrukturyzowanych” (IA/SN/490007/2021) oraz „Budowa stanowiska do wytwarzania elementów mikrostrukturalnych do zastosowań biomedycznych” (IA/SN/490008/2021), z których ten pierwszy otrzymał finansowanie ok. 2,7 miliona złotych w latach 2021–2022.

Habilitant ma również osiągnięcia dotyczące popularyzacji nauki w postaci wygłoszonych seminariów i prezentacji skierowanych do przemysłu.

Za swoją działalność naukową Habilitant uzyskał nagrody zespołowe: w 2018 r. Złoty Medal na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków organizowanej przez Stowarzyszenie Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów – IWIS 2018 za zgłoszenie pt. “Nanostructured core optical fibre”, oraz w 2021 r. Nagrodę Ministra Edukacji i Nauki w zakresie działalności naukowej za osiągnięcie pt.: „Światłowody nanostrukturalne – kształtowanie właściwości propagacyjnych poprzez zastosowanie nanotechnologii”. Ponadto w 2020 r. Habilitant uzyskał II miejsce w 7. Edycji Konkursu EUREKA! DGP – ODKRYWAMY POLSKIE WYNALAZKI organizowanym przez Dziennik Gazeta Prawna za wynalazki „Sposób wytwarzania światłowodu aktywnego i światłowodów aktywny” P.419944 (UPRP), “Method of Manufacturing an Active Optical Fibre and the Active Optical Fibre” USPTO 10,132,993 (20.11.2018) i EU 3339261 (29.01.2020). Habilitantowi zostało również przyznane w drodze konkursu stypendium Fundacja na Rzecz Nauki Polskiej w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych, TEAM TECH /2016-1/1. W 1999 r. uzyskał też Nagrodę III stopnia, im. prof. Adama Smolińskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich za najlepszą pracę magisterską w zakresie optoelektroniki.

6. Konkluzja

Biorąc pod uwagę posiadany stopień doktora, pozytywną ocenę przedstawionego wyżej dorobku naukowego oraz aktywności naukowej, stwierdzam, że dr inż. Marcin Franczyk **spełnia wszystkie wymagania** Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym” (Dz. U. 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) do uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Wnoszę zatem o dopuszczenie dra inż. Marcina Franczyka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

J. Pluciński