

Profesor, dr hab. inż. Yevhen Yashchyshyn
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska
Nowowiejska 15/19
00-665 Warszawa

Warszawa, 07. maja 2024 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego dr inż. Kacpra Nowaka zatytułowanego:
"BADANIA WŁAŚCIWOŚCI FAL TERAHERCOWYCH DLA ZASTOSOWAŃ TYPU CAS
(COMMUNICATION AND SENSING) "
oraz ocena aktywności naukowej Habilitanta w postępowaniu habilitacyjnym

I. Stan formalny

Recenzja została przygotowana w związku z powołaniem mnie, zgodnie z decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dnia 6.02.2023 r. (pismo DRKN.Z2.400.145.2022), na członka Komisji Habilitacyjnej i recenzenta w postępowaniu, w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Kacprowi Nowakowi oraz powołania Komisji Habilitacyjnej w pełnym składzie zgodnie z Uchwałą Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego, z dnia 12.03.2024 r (uchwała nr 10/RDN ITiT/2024).

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. **Kacpra Nowaka** została przygotowana w oparciu o dostarczoną dokumentację, która zawiera:

1. Wniosek Habilitanta o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.
2. Kopię dyplomu doktorskiego.
3. Autoreferat w języku polskim.
4. Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, obejmujący:
 - Informację o osiągnięciach naukowych (art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy);
 - Informację o aktywności naukowej, w tym: listę prac opublikowanych po i przed otrzymaniem stopnia doktora, listę referatów konferencyjnych po i przed otrzymaniem stopnia doktora, uczestnictwo w projektach, informację o stażach i wykonanych recenzjach;
 - Informację o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym;
 - Informację naukometryczną.
5. Monografię i publikacje po i przed otrzymaniem stopnia doktora.
6. Oświadczenia współautorów publikacji.
7. Dane kontaktowe wnioskodawcy.
8. Nośnik CD zawierający elektroniczną wersję przesłanych dokumentów.

Recenzję wykonano zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej w sprawie postępowania dotyczącego nadania stopnia doktora habilitowanego (art. 219 Ustawy, Dz.U.2023.742)

Oceniono kolejno:

- przedłożone osiągnięcie naukowe Habilitanta, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (Informatyka Techniczna i Telekomunikacja),
- istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Recenzję zamyka podsumowanie i wniosek końcowy.

II. Osiągnięcie naukowe Habilitanta

Pan Kacper Nowak jest absolwentem Politechniki Wrocławskiej (PWr). Studia magisterskie odbył na Wydziale Elektroniki na kierunku Elektronika i Telekomunikacja specjalizując się w Elektronice i Komputerowych Systemach Automatyki (ukończył w 2008 r.). Stopień doktora nauk technicznych w zakresie telekomunikacji uzyskał w 2012 roku na podstawie rozprawy doktorskiej pt. "Spektroskopia w dziedzinie fal dalekiej podczerwieni".

We wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie „Informatyka Techniczna i Telekomunikacja” Habilitant deklaruje osiągnięcie naukowe (dalej Osiągnięcie) w postaci jednotematycznego cyklu publikacji pod wspólnym tytułem "***Badania właściwości fal terahercowych dla zastosowań typu CAS (Communication and sensing)***". Zgodnie z zapisami w art. 219 Ustawy cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B. może stanowić osiągnięcie naukowe dające podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego.

Na przedstawione do oceny Osiągnięcie składa się 13 elementów, które Habilitant pogrupował jak następuje: 6 artykułów indeksowanych w bazie Journal Citation Records (JCR): [5], [6], [8], [11] - [13]; cztery publikacje stanowiące rozdziały w monografii „Zarys teorii i techniki żyrotronu, wybrane aspekty”, w tym dwa Rozdziały autorstwa Habilitanta, a dwa w współautorstwie z prof. E. Plińskim, oraz trzy publikacje w czasopismach z listy MNI SzW.

Spośród przedstawionych prac, poza dwiema pozycjami (Rozdziały monografii) autorskimi, pozostałe powstały we współpracy z innymi naukowcami, przy czym procentowy wkład Autora nie jest możliwy do oszacowania z powodu jego braku w oświadczeniach współautorów. Ponadto, niezrozumiałym jest fakt, że współautorzy w Oświadczeniach oszacowują procentowy wkład Habilitanta w poszczególnych publikacjach. Z tego powodu ten wkład według różnych współautorów jest różny. W zamieszczonej poniżej tabeli „Oświadczenia” zaprezentowane są, przedstawione przez Habilitanta, jego procentowe udziały w publikacjach według współautorów. Szczególną uwagę zwraca publikacja [11], uważana przeze mnie za najważniejszą w dorobku dr inż. Kacpra Nowaka. Trzech współautorów ocenia udział Habilitanta w różnym stopniu, od 10% do 40%. Ponadto, nie wszyscy współautorzy przedstawili swoje Oświadczenia. Częściowo można to uzasadnić faktem, że niektórzy współautorzy byli pracownikami Uniwersytetów medycznych, a nie PWr. Jednak brakuje Oświadczenia Michała P. Grzelczaka, pracownika Politechniki Wrocławskiej.

Oświadczenia:

Publikacja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Szlachetko											10		10
Pliński			80	70		100					40	30	35
Jaworski								40	30	30			
Sterczewski											30	30	30
M. Nowak									30	30			
Dumbrajs													
Wieckowski						70							
Grzelczak											?		
Francik													
Recloak													
Szczesniak-Siega													
S.Plińska													
Malinka													

Po zapoznaniu się z merytorycznym udziałem Habilitanta w publikacji [11], zauważono zasadnicze rozbieżności w ich opisie. Poniżej, jako przykład takiej rozbieżności, przedstawiono trzy opisy wkładu dr inż. K. Nowaka w w/w publikacji: w samym artykule, w Autoreferacie oraz w opisie dorobku.

Opis z artykułu:

[11] ... K.N. porównał różne techniki normalizacji widma i przeprowadził badania predycyjne przy użyciu metody cząstkowych najmniejszych kwadratów, ... L.A.S., K.N., B.S. i MPG opracował spektroskopię THz konfiguracja z oprogramowaniem do gromadzenia i wstępnego przetwarzania danych ... Wszyscy autorzy omówili wyniki, skomentowali rękopis i pomogli go udoskonalić.

Opis z Autoreferatu:

[11] – w tej publikacji badałem podobieństwa spektralne różnych substancji przy użyciu fal z zakresu 0,3-3,5 THz. Spektrum potraktowane zostało jako sygnał, który jest wektorem liczb.

Następnie stosując zaawansowane metody numeryczne wyłoniłem grupy substancji i badałem ich podobieństwo z parametrami fizyko-chemicznymi. Metody te pozwalają badać w sposób statystyczny dowolne środowisko, w którym propaguje się fala terahercowa, więc nadają się znakomicie do analizy telekomunikacyjnego toru transmisyjnego.

Wkład w [11] z opisu dorobku:

Wykonanie pomiarów THz substancji. Analiza próbek metodą PCA. Wytypowanie za pomocą analizy statystycznej próbki, która „nie pasuje” do żadnej grupy próbek, co było motywacją napisania tej publikacji. Napisanie pierwowzoru publikacji.

Podstawowe parametry artykułów [5], [6], [8], [11] - [13] zestawilem w Tabeli poniżej, biorąc liczbę cytowań z bazy WoS, a pozostałe parametry - z zestawienia przygotowanego przez Habilitanta.

Artykuł	[5]	[6]	[8]	[11]	[12]	[13]
Rok opublikowania	2022	2019	2022	2017	2016	2016
Czasopismo	Bull. Pol. Acad. Sci.	Mathematical Modelling and Analysis	Bull. Pol. Acad. Sci.	Scientific Reports	Opt. Eng	Chemical Physics Letters
Cytowania WoS	2	2	2	12	3	10
Punkty MNiSW	100	40*	100	40*	20*	25*
IF, kwartyl	1.662, Q3	0.957, Q1	1.662, Q3	4.122, Q1	1.082, Q3	1.815, ?
Udział habilitanta,%						

- - stara skala punktacji

WoS = H-index =4, Cytowania 58; bez autora 55; Publikacje 27.

Badania naukowe Habilitanta dotyczą badań eksperymentalnych i teoretycznych w terahercowym zakresie częstotliwości. Przedstawione osiągnięcie naukowe dr inż. K. Nowaka można podzielić na dwie części: jedna związana z badaniami ośrodków (w tym biologicznych) za pomocą opracowanego spektroskopu terahercowego, a druga to badania teoretyczne żyrotronów. Wyniki z pierwszego obszaru są opublikowane w artykułach [11] – [13]. Natomiast drugi obszar jest przedstawiony w publikacjach [1] – [10].

Badania w pierwszym obszarze można podzielić na wyniki badań eksperymentalnych różnych substancji oraz opracowanie i badanie elementów terahercowego toru transmisyjnego. Habilitant zaproponował traktowanie spektrum transmisyjnego jako sygnał, który jest wektorem liczb. Następnie stosując zaawansowane metody numeryczne wyłonił grupy substancji, które zbadał z punktu widzenia ich podobieństwa z parametrami fizykochemicznymi. Metody te pozwoliły statystycznie zbadać dowolne ośrodki, w których rozchodzi się fala terahercowa. Ponadto, zostały zbadane substancje uwodnione. Zbadanie materiałów pod kątem wpływu ich wilgotności jest niezbędne do projektowania terahercowych układów telekomunikacyjnych. Okazało się, że w torze transmisyjnym wraz ze zmianami wilgotności, wywołanymi czynnikami zewnętrznymi, zwiększa się absorpcja w zakresie pracy nadajnika i powstaje „okno” przezroczystości w innym zakresie częstotliwości. Niestety, badania w tym zakresie nie były rozwijane, chociaż wymienione powyżej zjawisko może odgrywać bardzo ważną rolę w systemach komunikacji terahercowej.

Badania w drugim obszarze głównie dotyczą teoretycznych badań żyrotronu, jako przestrajalnego i stabilnego źródła wysokiej częstotliwości i dużej mocy. W badaniach biologicznych niezbędna jest także wysoka, długoterminowa stabilność mocy. Przebadano metody służące do stabilizacji oraz przestrajania żyrotronu. Ponadto, Habilitant przedstawił wszelkie możliwe zastosowania żyrotronu, także poza obszarem telekomunikacyjnym lub pośrednio związane z telekomunikacją, takie jak np. bezprzewodowe przesyłanie energii czy kształtowanie wiązki fali elektromagnetycznej do transmisji na duże odległości. Dr inż. K. Nowak pokazał także możliwość modulacji fali elektromagnetycznej w żyrotronie poprzez obliczenia czasowe, które pozwalają wskazać sposób modulacji fali elektromagnetycznej powstałej w rezonatorze żyrotronu poprzez „wstrzykiwanie” dodatkowego, zewnętrznego sygnału niskiej mocy do rezonatora. Tą techniką synchronizuje się fazę żyrotronów w

zastosowaniach, gdzie kilka żyrotronów musi działać synchronicznie. Habilitant także opisał numeryczne procedury niezbędne do rozwiązania równania modelu rezonatora żyrotronu za pomocą formalizmu tzw. „na zimno”, czyli przy niskiej mocy promieniowania. Jest to pierwsze, przybliżone rozwiązanie, nie uwzględniające równania ruchu elektronów. Poza badaniem rezonatora żyrotronu przebadano antenę formującą wiązkę elektromagnetyczną. Wykonanie układu wyprowadzającego silne promieniowanie elektromagnetyczne oprócz badań symulacyjnych wymaga dokonania pomiarowej weryfikacji poprawności działania układu, przed zamontowaniem w środowisku próżni i przed oświetleniem pełną mocą promieniowania. Autor wykorzystał możliwość wytworzenia fali elektromagnetycznej o niskiej mocy i rozkładzie możliwie jak najbardziej zbliżonym do tego, który będzie wytwarzany w rezonatorze żyrotronu. Opracowany generator niskiej mocy umożliwił testowanie komponentów mikrofalowych na stole laboratoryjnym, w atmosferze powietrza, przed zamontowaniem w żyrotronie.

Zasadnicze osiągnięcia naukowe Habilitanta można streścić w następujących punktach:

- opanowanie techniki wytwarzania, prowadzenia oraz detekcji wiązki terahercowej,
- wytworzenie oprogramowania implementującego wiele zaawansowanych algorytmów przetwarzania danych oraz sterowanie układem pomiarowym,
- scharakteryzowanie szeregu substancji, z których potencjalnie mogą zostać wytworzone elementy systemu terahercowego,
- scharakteryzowanie środowisk tłumiących i rozpraszających promieniowanie terahercowe,
- autorski, iteracyjny sposób wyznaczania prądu startowego żyrotronu przy użyciu formalizmu „Time Dependent”,
- autorska definicja zakresu przeszukiwania wartości Q (dobroci rezonatora) w formalizmie „Cold Cavity”,
- implementacja metod obliczeniowych w środowisku Matlab. Zweryfikowanie poprawności obliczeń i udostępnienie kodów źródłowych na zasadach „open-source” społeczności akademickiej na świecie. Nie ma na świecie alternatywnego kodu dostępnego w formie otwartej.

Warto także podkreślić, że znacząca część prac została wykonana w ramach dwóch projektów, których Habilitant był wykonawcą: projekty NCBiR „Mikrofalowa Broń Obezwładniająca MBO”, umowa DOB-1-2/1/PS/2014 oraz „Badania i symulacje skutków działania impulsów HPM”, umowa DOB-BIO2/PS/5/2/2016.

Powyższą część recenzji można podsumować stwierdzeniem, że **przedłożone do oceny Osiągnięcie naukowe dr inż. Kacpra Nowaka, w postaci jednotematycznego cyklu publikacji spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w zakresie dyscypliny naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja i stanowi istotny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny.** Jednak, należy zauważyć, że według mnie przedłożone Osiągnięcie naukowe bardziej spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w zakresie dyscypliny naukowej *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.*

III. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Przy ocenie wzięto pod uwagę wskazówki w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitacyjnego, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 3, Dz.U.2023.742. Oceniane są istotne osiągnięcia w ramach danej dyscypliny, a w szczególności:

- autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych (nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego) w czasopismach międzynarodowych lub krajowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) - **3** przed doktoratem, **3** - po doktoracie;
- patenty - brak;
- rozdziały w monografii - brak;
- referaty konferencyjne - **13** (po doktoracie) + 5 (przed doktoratem);
- sumaryczny IF zgodnie z rokiem opublikowania - **18,053**;
- liczbę cytowań (bez cytowań własnych) publikacji według bazy WoS - **41**;
- Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy WoS - **4**;
- kierowanie międzynarodowymi projektami badawczymi - brak;
- udział w międzynarodowych projektach - brak;
- kierowanie krajowymi projektami badawczymi – **1** (jednoosobowy wykonawca);
- udział w krajowych projektach - **3**;
- kierowanie projektami wdrożeniowymi na potrzeby przemysłu - brak;
- udział w projektach wdrożeniowych na potrzeby przemysłu – **7** (deklaracja bez potwierdzenia);
- autorstwo lub współautorstwo opracowań zbiorowych, ekspertyz, sprzedaż licencji - **19**;
- międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową - brak;
- wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych - **18** (**13** po doktoracie /**5** przed doktoratem);
- staże zagraniczne - **7**

Powyższe liczby pozwalają stwierdzić, że dorobek Habilitanta jest wystarczający. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitant brał udział w trzech projektach naukowych, w tym w projekcie innowacyjnym „Dolnośląski Bon na Innowacje”. Projekt dotyczył opracowania algorytmu sterowania procesem palenia kawy. Projekt był realizowany we współpracy z firmą „Cafe Borówka” (obecnie „Blueberry Roasters”). Naukowy aspekt pracy polegał na sterowaniu palnikami gazowymi w sposób zapewniający powtarzalne wypalanie kawy. Sam pomiar rozpoczyna się bez znajomości parametrów surowca (zielonej kawy). Naukowa część dotyczyła wykorzystania metod predykcyjnych i wiedzy eksperckiej w celu stworzenia algorytmu, który skoryguje parametry palenia na podstawie przewidzianych parametrów surowca, tak by dopasować przebieg palenia do zmiennej wagi wsadu, wilgotności, gatunku kawy. Ostatecznie palenie musi przebiegać wedle określonej krzywej, aby finalny produkt miał powtarzalne walory smakowe i wizualne. Dodatkowo zbadano możliwości zastosowania techniki terahercowej w procesie oceny parametrów kawy przed i po wypaleniu. Tłumiące własności wody przed paleniem, a węgla w wypalonym produkcie utrudniają pomiar spektrum terahercowego w warunkach laboratoryjnych, a całkowicie uniemożliwiają w środowisku produkcyjnym.

Według deklaracji Habilitanta wykonano wiele wdrożeń technologicznych. W trakcie takich wdrożeń rola dr inż. K. Nowaka obejmowała skomunikowanie poszczególnych podmiotów w celu doprowadzenia inwestycji do stanu gotowości, czego rezultatem było uruchomienie zaprogramowanego przez Habilitanta układu sterowania. Najważniejsze

wdrożenia technologiczne wykonane po uzyskaniu stopnia doktora: wspomniane sterowanie palarnią kawy „Blueberry Roasters”; sterowanie pompami w Aquaparku w Kępnie; sterowanie liniami technologicznymi w dwóch młynach zbożowych w Osipowiczach na Białorusi; sterowanie liniami technologicznymi w dwóch młynach oraz mieszalnia mąki w miejscowości Dobre; sterowanie linią technologiczną w młynie zbożowym i mieszalnia mąki koło Augustowa.

Przed uzyskaniem stopnia doktora najważniejsze wdrożenia technologiczne to: opracowanie układu sterowania linią czyszczenia czarnego zboża w Browarze Górnośląskim oraz układ sterowania młynem zbożowy w Siechnicach. Niestety Habilitant nie podał przynajmniej sumarycznego budżetu wykonanych projektów wdrożeniowych.

Nie ma wątpliwości, że po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant znacząco powiększył swój dorobek naukowy, publikacyjny i wdrożeniowy.

Przedstawiona charakterystyka Habilitanta pokazuje, że dr Kacper Nowak wykazuje dużą, istotną aktywność naukową, której przejawami są przede wszystkim powiększenie cytowanego dorobku publikacyjnego po uzyskaniu stopnia doktora, udział w projektach badawczych i wdrożeniowych w charakterze wykonawcy lub/i kierownika. Podsumowując uważam, że pozostały (w odniesieniu do osiągnięcia naukowego) dorobek Habilitanta jest na wystarczającym poziomie i zasadniczo wzmacnia przedłożone osiągnięcie naukowe.

W zakresie pracy dydaktycznej Habilitant uczestniczył w organizacji **laboratorium techniki terahercowej**, w ramach którego zautomatyzował proces pomiarowy, opracowując elementy elektroniki, oprogramowania mikroprocesorów (C++), opracowanie koncepcji wykonania elementów mechaniki, a także przedłożył autorski sposób pomiaru częstotliwości fali terahercowej w układzie fotomiksera. Laboratorium było prezentowane w ramach „Dni otwartych Politechniki Wrocławskiej”. Dr K. Nowak wypromował kilku inżynierów, którzy w pracy wykorzystali możliwości laboratorium terahercowego. Ponadto, dr K. Nowak prowadził prace dyplomowe z zakresu nowoczesnych technologii, w tym z wykorzystaniem aplikacji mobilnych (Android Studio, java), webowych (język javascript, php), akwizycji dużej ilości danych (C#, sql). Ogólna liczba wypromowanych prac inżynierskich jest równa 5. Dość mała liczba wypromowanych prac dyplomowych wynika zapewne z tego, że proponowana tematyka jest dość skomplikowana i niechętnie podejmowana przez studentów.

Na szczególną uwagę zasługuje organizacja **laboratorium do symulacji żyrotronowych** (w ramach projektów DOB-1-2/1/PS/2014 oraz DOB-BIO2/PS/5/2/2016), która obejmuje: ocenę wymaganych mocy obliczeniowych i dobór konfiguracji sprzętowej pod kątem symulacji PIC (particle in cell); przygotowanie środowiska (serwera) obliczeniowego z oddzielnym serwerem plików NAS, polityką kopii zapasowych, wersjonowania kodu obliczeniowego; instalacja i konfiguracja pakietów Matlab, CST Microwave Studio, Altair Feko; testy porównawcze algorytmów obliczeniowych, metod FDTD, MoM + MLFMM pod kątem symulacji żyrotronowych w zakresie wydajności, użycie pamięci, maksymalnych rozmiarów problemu jaki można zasymulować; testy porównawcze implementacji algorytmów w pakietach CST Studio oraz Feko.

Dr K. Nowak pełnił rolę promotora pomocniczego dysertacji doktorskiej pt. „Investigation into properties of indium arsenide films with respect to the emission of terahertz radiation” autorstwa Michała Kozuba, której promotorem był dr hab. inż. Grzegorz Sęk, wypromowanej w 2017 roku.



Po obronie doktoratu dr Kacper Nowak odbył półroczny staż na Politechnice w Brunszwiku u prof. Martina Kocha, w ramach programu wymiany doktorantów Erasmus w tematyce spektroskopii terahercowej. Ponadto, odbył krótkoterminowy staż naukowy w zespole prof. Gregorym Nusinovicha w „Maryland University” w tematyce teorii żyrotronu, konsultacje i dyskusję naukową z prof. Victorem Granatsteinem w zakresie żyrotronów o częstotliwościach terahercowych i możliwościach ich praktycznego zastosowania w ramach pobytu na Uniwersytecie Maryland, a także odbył kurs na temat metod obliczeniowych zagadnień żyrotronowych z prof. Olgierdem Dumbrajssem z Łotewskiej Akademii Nauk w Rydze. Poza wymienionymi wyjazdami dr K. Nowak brał udział w konsultacjach z prof. Haroldem Weitznerem na wydziale matematyki „New York University”, w zakresie optymalizacji rozwiązywania równań żyrotronowych; uczestniczył w cyklu wykładów z prof. Olegiem Loukshą z Politechniki Sankt-Petersburskiej na temat zakłóceń powstających w kanale dolotowym żyrotronu oraz okolicach działa elektronowego oraz odbył wykłady w Instytucie Technologicznym w Karlsruhe w zespole prof. Manfreda Thumma, który projektuje żyrotrony na potrzeby Tokamaku oraz Stellaratora, czyli fuzji jądrowej.

Zgodnie z dostarczoną dokumentacją, w 2020r. Habilitant recenzował artykuł dla czasopisma „Transactions on Terahertz Science and Technology”.

Podsumowując, można stwierdzić, że we wszystkich wymienionych obszarach dorobek Habilitanta jest dostateczny dla osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

V. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę przedstawioną analizę stwierdzam, że Osiągnięcie naukowe oraz istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej dr inż. Kacpra Nowaka **spełnia wymagania** określone w art. art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy

Popieram zatem wniosek o nadanie dr inż. Kacprowi Nowakowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

