



RECENZJA
osiągnięć naukowych i aktywności naukowej
dra inż. Pawła Kryszkiewicza,
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja

Przedmiotem niniejszej recenzji jest dorobek naukowy dra inż. Pawła Kryszkiewicza (habilitanta), zebrany po uzyskaniu stopnia doktora, który ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.).

Recenzja składa się z dwóch zasadniczych części:

- oceny osiągnięć naukowych,
- oceny aktywności naukowej.

oraz dodatkowo z podsumowania i wniosków końcowych.

A. Ocena osiągnięć naukowych

Ocenianym osiągnięciem naukowym, na które zgodnie z Ustawą wskazał habilitant jest cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. *Nowe metody zwiększenia efektywności widmowej i energetycznej systemów radiokomunikacyjnych*

Na wskazany przez habilitanta cykl publikacji (wszystkie w języku angielskim, w wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym) składają się:

- dziewięć artykułów (ośmiu współautorskich, jednego samodzielnego) w czasopiśmie indeksowanych w bazie JCR (w tym pięć w wysoko punktowanych periodykach IEEE),
- sześć artykułów opublikowanych w materiałach konferencji międzynarodowych (w tym dwa samodzielne).

Wśród ww. artykułów są dwie publikacje w renomowanych wydawnictwach IEEE, o wysokiej punktacji 200 pkt. MEiN (*IEEE Journal on Selected Areas in Communications* oraz *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications*).

W autoreferacie habilitant przedstawił szczegółowo osiągnięcia i wyniki prac naukowych zawartych w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Można je przedstawić w postaci dwóch głównych grup zagadnień:

- 1) **Zwiększenie efektywności widmowej systemów radiokomunikacyjnych** (głównie komórkowych), a w szczególności:
 - a) Zastosowanie agregacji pasm i transmisji łącznej z ich zastosowaniem z wykorzystaniem transmisji NC-OFDM (*Non-Contiguous OFDM*) lub NC-FBMC (*Non-Contiguous Filter-Bank Multicarrier*) przy obecności w niewykorzystywanych podpasmach innych systemów (np. GSM), a także opracowanie modelu analitycznego wyznaczania mocy interferencji między działającymi systemami. Model ten został zastosowany w zaproponowanym oryginalnym procesie optymalizacyjnym w celu maksymalizacji przepływności systemu bezprzewodowego. Badania wykonano w ramach projektu UE H2020 COHERENT;
 - b) Zaproponowanie zastosowania algorytmu planowania przydziału zasobów typu *Proportional Fair* w sytuacji działania kilku różnych systemów radiowych w przypadku wspólnej lokalizacji stacji bazowych, co prowadzi do wysokiej efektywności widmowej. Badania wykonano w ramach projektu UE H2020 COHERENT;

- c) Badanie możliwości zastosowania elastycznego duplexu częstotliwościowego (FDD) dzięki czemu wykorzystywany jest fakt mniejszego ruchu w kierunku do stacji bazowych. Badania wykonano również w ramach projektu UE H2020 COHERENT;
- d) Zwiększenie efektywności widmowej poprzez zastosowanie geolokacyjnych baz danych typu REM (*Radio Environment Map*) pozwalających na efektywne współdzielenie widma elektromagnetycznego przez niezależne sieci komórkowe. Habilitant zbadał różne metody koegzystencji systemów. W szczególności skupił uwagę na koegzystencji systemów działających wewnątrz budynków z działającymi na zewnątrz i optymalizacji ich parametrów. Tego rodzaju badania wykonał zespół, w którym uczestniczył habilitant dla firmy Huawei Sweden;
- e) Podniesienie efektywności współdzielenia widma w systemie CBRS (*Citizen Broadband Radio Service*) w wyniku badań prowadzonych w ramach projektu COHERENT z firmami INEA (Polska) oraz Fairspectrum (Finlandia). W ramach badań zbudowano demonstrator przedstawiający współdziałanie składowych systemów, zaś habilitant był współautorem zaproponowanej architektury systemu, scenariusza jej wykorzystania i algorytmu sterowania mocą nadawczą użytkownika wtórnego, a także brał aktywny udział w pomiarach;
- f) Zbadanie możliwości wykorzystania przez systemy radiowe tzw. białych przestrzeni TV (*WVWS – TV White Spaces*) z wykorzystaniem baz danych typu REM na przykładzie baz danych dla Kenii – w ramach stażu Habilitanta w firmie Fairspectrum.

2) Zwiększenie efektywności energetycznej systemów radiowych, w tym między innymi:

- a) Opracowanie koncepcji pomiarów i konstrukcji układu pomiarowego dla grupy modemów IEEE 802.11g,
- b) Zastosowanie i przebadanie połączenia metod minimalizacji stosunku mocy szczytowej do średniej w transmisji wielotonowej tzw. metody ACE (*Active Constellation Expansion*) oraz metody TR (*Tone Reservation*). Nowatorskie zastosowanie łączne tych metod prowadzi do podniesienia mocy średniej w stosunku do wartości szczytowej, a więc podnosi efektywność energetyczną systemu nadawczego. Badania wykonano w ramach projektu NCN Opus EcoNets.
- c) Przeprowadzenie optymalizacji parametrów łączy i miejsc obliczeń w sieci o wielu węzłach tj. sensorów, chmury obliczeniowej i tzw. mgły, co może być przydatne w optymalizacji miejsca wykonywania obliczeń w bezprzewodowej sieci sensorowej. Badania wykonano w ramach projektu FAUST realizowanego we współpracy polsko-tajwańskiej,
- d) Przeprowadzenie badań mających na celu maksymalizację efektywności energetycznej transmisji bezprzewodowej przez odwzorowanie architektury i technik transmisyjnych występujących w naturze, szczególnie w ludzkim mózgu. Badania wykonano w ramach projektu NCN BioNets.

Powszechnie wiadomo, że podstawową barierą w zwiększaniu ilości przesyłanych informacji we współczesnych systemach komórkowych są ograniczone zasoby widma oraz ich nieefektywne wykorzystanie, np. nie wszystkie zakresy częstotliwości są wykorzystywane w sposób ciągły w różnych lokalizacjach geograficznych. Problematyką tą zajmują się obecnie wszystkie wiodące ośrodki naukowe na świecie, a pionierskie osiągnięcia w tej dziedzinie ma również zespół z Politechniki Poznańskiej.

W swoich pracach habilitant skupił się na zagadnieniach koegzystencji różnych systemów radiowych. Systemy takie powinny w maksymalny sposób wykorzystywać dostępne pasma częstotliwości, a jednocześnie nie interferować ze sobą w istotny sposób. Uzyskanie takiego efektu wymaga rozwiązania skomplikowanych problemów optymalizacyjnych, uwzględniających wiele zmiennych, takich jak separacja przestrzenna poszczególnych urządzeń radiowych, ich odporność na zakłócenia, pasma pracy i poziomy emitowanej mocy.

Wśród wymienionych w załączniku 4. publikacji na szczególne wyróżnienie zasługuje pozycja [JCR1] *Small-Scale Spectrum Aggregation and Sharing*, opublikowana w *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* (200 pkt. MEiN), której habilitant jest wiodącym autorem. W pracy tej, dotyczącej problemu zapewnienia współistnienia kilku systemów radiowych przez zastosowanie technik transmisji o nieciągłym widmie (NC-OFDM, NC-FBMC), oprócz rozległej analizy teoretycznej opisano eksperyment pomiarowy jak również dokonano weryfikacji praktycznej. Należy tu podkreślić fakt, że w literaturze poświęconej rozważanej dziedzinie obserwuje się przewagę prac czysto teoretycznych.

Proces optymalnego przydziału zasobów wymaga dostępu do informacji odnośnie aktualnych warunków pracy rozważanych systemów radiowych. Prace przedstawione przez habilitanta skupiają się na rozwiązaniach, w których informacje takie przechowywane są w odpowiednich bazach danych.

W obszarze transmisji dodatkowych zasobów widmowych habilitant zaproponował ciekawe rozwiązanie polegające na wykorzystaniu do transmisji w łączu w dół pasma typowo używanego w łączu w górę. Osiągnięciem habilitanta jest wyznaczenie warunków w jakich taka transmisja może być przeprowadzona oraz zaproponowanie metody kształtowania widma sygnału nadawanego - [JCR2] *Multichannel Simultaneous Uplink and Downlink Transmission Scheme for Flexible Duplexing*.

W pracach [JCR4] *Spectrum Management Application for Virtualized Wireless Vehicular Networks* oraz [konf3] *Database Supported Flexible Spectrum Access - Field Trials in Commercial Networks* habilitant analizował współistnienie trzech różnych systemów radiowych na zasadzie zaczerpniętej z koncepcji CBRS (*Citizens Broadband Radio Service*). Rozważanymi systemami były WiMax, radiolinia oraz system do rozsiewczej transmisji strumienia wideo, zbudowany w oparciu o technikę radia programowalnego (SDR), przy czym dwa pierwsze systemy miały status systemów chronionych, natomiast działanie trzeciego systemu limitowane było wymogiem niewprowadzania istotnych interferencji. Dynamiczny dostęp do zasobów radiowych realizowany był w oparciu o odległą bazę danych i zaproponowany protokół przydziału dozwolonego poziomu mocy nadawanej oraz częstotliwości. W tym przypadku zaproponowane rozwiązania zweryfikowane zostały za pomocą testów polowych. Problem dynamicznego przydziału zasobów w systemie CBRS analizowany był teoretycznie również w pracy [JCR6] *Coordinated Spectrum Allocation and Coexistence Management in CBRS-SAS Wireless Networks*, gdzie zaproponowane zostało podejście sprowadzające postawiony problem optymalizacyjny do problemu kolorowania grafu.

W pracach [JCR5] *Context-Based Spectrum Sharing in 5G Wireless Networks Based on Radio Environment Maps* oraz [JCR7] *Beyond 5G: Big Data Processing for Better Spectrum Utilization* habilitant prezentuje analizę problemu koegzystencji systemów pracujących w pewnej separacji przestrzennej. Przedstawiony jest problem sieci działających we wnętrzu i na zewnątrz budynku. Wysokie tłumienie ścian zapewnia możliwość ponownego wykorzystania we wnętrzu częstotliwości używanych przez sieć zewnętrzną. Przeprowadzone zostały badania symulacyjne, w których uwzględniono różne metody ochrony sieci zewnętrznej przed interferencjami wprowadzanymi przez sieć wewnętrzną. Metody zaproponowane przez habilitanta (wykorzystywanie wsparcia dynamicznie aktualizowanej bazy danych) pozwoliły na uzyskanie lepszych wyników w porównaniu do znanych, rozwiązań statycznych. Propozycje algorytmów współdzielenia zasobów przez sieć zewnętrzną i wewnętrzną mogą znaleźć szerokie zastosowanie w przyszłych systemach 6G.

W publikacjach habilitanta dominuje tematyka zwiększenia efektywności widmowej. Została ona poruszona w większości publikacji z listy JCR (8 na 9) oraz w połowie referatów z listy publikacji konferencyjnych. Do określenia tego obszaru habilitant używa terminu efektywności widmowej. Termin ten może być mylący z powodu bezpośredniego skojarzenia z wydajnością (efektywnością) widmową (*spectral efficiency*), która jest parametrem systemu transmisyjnego określającym liczbę bitów, którą można przesłać w ciągu 1 sekundy mając do dyspozycji 1 herc dostępnego pasma częstotliwości. W cytowanych przez habilitanta publikacjach zostały zastosowane inne miary i kryteria oceny proponowanych rozwiązań. Należy założyć, że autor używa tego terminu w znaczeniu potocznym, raczej w sensie zwiększenia pojemności systemów. Badania prowadzone przez habilitanta w tym obszarze dotyczyły analizy i modelowania sygnałów zakłócających wpływających na pracę innych urządzeń radiowych. Chciałbym podkreślić, że publikacje w tym obszarze są spójne i bardzo wartościowe. Habilitant biegle posługuje się aparatem matematycznym i skutecznie potrafi modelować złożone systemy radiokomunikacyjne. Ten zbiór 11 publikacji w pełni by wystarczył do wystąpienia o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Drugi obszar badań jest związany ze zwiększeniem efektywności energetycznej systemów radiokomunikacyjnych. Osiągnięcia w tym obszarze habilitant opisał w dwóch publikacjach z listy JCR oraz trzech publikacjach konferencyjnych. Zgodnie z definicją „efektywność energetyczna” oznacza stosunek uzyskanych wyników, usług, towarów lub energii do wkładu energii. W większości publikacji brak jest jasnej deklaracji miar i kryteriów oceny tego parametru.

Pierwsza z przywołanych przez habilitanta publikacji [JCR8] *Stochastic Power Consumption Model of Wireless Transceivers* dotyczy opracowania modelu dostępnych na rynku kart WiFi. Tytuł prezentowanej publikacji obejmuje bardzo szeroką klasę urządzeń (w zasadzie wszystkie bezprzewodowe układy nadawczo-odbiorcze), natomiast autorzy publikacji koncentrują się na badaniach jedynie kilkunastu kart WiFi dołączonych do komputera poprzez układ pozwalający na ocenę pobieranej energii. Badania były

przeprowadzane w środowisku wielodrogowym (dla tej samej odległości pomiarowej), z użyciem kart wyposażonych w różne anteny. W dalszych badaniach warto wziąć pod uwagę charakterystyki anten oraz poziom sygnału odbieranego. Proponuję również, aby dalsze badania zostały poszerzone o inne moduły radiowe, w których zużycie energii jest bardziej istotne np. Bluetooth, ZigBee. Moduły WiFi charakteryzują się poborem prądu nawet kilkadziesiąt razy większym od wspomnianych układów. Poza tym zazwyczaj są stosowane w urządzeniach, których pobór energii jest wielokrotnie większy, kwestie związane z oszczędnością energii przez karty WiFi są wtedy mniej znaczące.

W kolejnej z przywoływanych publikacji [konf5] *Neuron-Inspired Communications for Energy Efficient Internet of Things Networks* habilitant proponuje wykorzystanie koncepcji sieci radiowej opartej na modelu neuronu. Jest to rozwiązanie ciekawe, ale wymaga dalszych badań. W przedstawionej pracy autor ogranicza się do scenariusza badań wykorzystującego prostą modulację i uproszczony schemat transmisji. Artykuł nie zawiera opisu koncepcji wielodostępu i technik synchronizacji węzłów, których realizacja może być kosztowna, także w sensie energetycznym.

Z przedstawionego do oceny cyklu piętnastu artykułów, trzy to publikacje samodzielne (wysoko punktowane: 200, 140 oraz 70 pkt.) oraz dwanaście publikacji współautorskich zespołów realizujących różne projekty krajowe i międzynarodowe. Chciałbym wyraźnie podkreślić, że oryginalny wkład habilitanta we wszystkich publikacjach współautorskich jest jasno udokumentowany, w ośmiu artykułach jest on autorem wiodącym (o najwyższym wkładzie procentowym).

Dane naukometryczne:

- Sumaryczny znormalizowany IF artykułów opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora – 25,9
- Sumaryczna liczba punktów wg. MNiSW
 - 3500 (37 prac punktowanych)
 - 4370 (wszystkie publikacje)
- Liczba cytowań (bez autocytowań)
 - wg. Web of Science – 190
 - wg. Google Scholar – 741
- Indeks Hirscha
 - wg. Web of Science – 6
 - wg. Google Scholar – 12

Podsumowując tę część recenzji uważam, że omówiony powyżej cykl publikacji dra Pawła Kryszkiewicza spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) i **wyrażam pełne przekonanie, że może być podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego** w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

B. Ocena aktywności naukowej i zawodowej

a) Dorobek publikacyjny (całokształt)

Z przygotowanych przez dra Pawła Kryszkiewicza załączników (dobrze udokumentowanych) wynika, że habilitant jest autorem lub współautorem 92 publikacji naukowych (w tym 62 publikacji po uzyskaniu stopnia doktora), w zdecydowanej większości w periodykach zagranicznych oraz w materiałach wiodących konferencji międzynarodowych.

Struktura publikacji:

- 1 monografia (współautorstwo) wydana w prestiżowym wydawnictwie zagranicznym (Wiley, 2017),
- rozdziały w dwóch monografiach (współautorstwo), w wydawnictwach Wiley, CRC Press,
- 24 artykuły w czasopismach indeksowanych w bazie JCR (w tym m. in. 10 w tak renomowanych jak: *IEEE Transactions on Communications*, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, *IEEE Vehicular Technology Magazine*, *Computer Communications*,
- 3 artykuły w innych czasopismach międzynarodowych,
- 42 komunikaty w materiałach konferencji międzynarodowych,

- 20 komunikatów w materiałach konferencji krajowych.

b) udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych

Habilitant brał czynny udział w ponad 70 konferencjach i workshopach (w zdecydowanej większości międzynarodowych), gdzie prezentował swoje prace. Na kilkunastu konferencjach organizował sesje specjalne i warsztaty techniczne. Był członkiem Komitetów programowych dla ponad 20 konferencji. Był przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego *EAI International Conference on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks* (CROWNCOM) 2019, Poznań.

c) udział w projektach, konsorcjach i sieciach badawczych

Habilitant brał udział w realizacji 11 projektów badawczych

- trzech sieci doskonałości w ramach 7. Programu Ramowego UE: CT-COGEU, ICT-ACROPOLIS, ICT-Newcom# (lider grupy roboczej),
- jednego projektu międzynarodowego - COST IC0902 ,
- jednego projektu w ramach programu międzynarodowego UE Horyzont 2020-COHERENT,
- sześciu grantów NCN: PRELUDIUM (kierownik), OPUS - BioNets oraz EcoNets, SONATA, FAUST (w ramach Polsko-Tajwańskiej Współpracy Badawczej),

d) staże naukowe

- stypendium fundacji Fulbrighta, Worcester Polytechnic Institute (WPI), USA, luty-maj 2021, realizacja projektu *Multicarrier Systems Abstraction for Model-based Dynamic Spectrum Access*,
- staż w firmie Fairspectrum, Helsinki, Finlandia, czerwiec-lipiec 2019, w ramach projektu *5G-Xcast*, opracowanie oprogramowania oraz map na potrzeby dynamicznego wykorzystania niezajętych zasobów widmowych w pasmie telewizyjnej naziemnej w Kenii.
- prawie 30 kilkudniowych spotkań roboczych w ramach realizowanych projektów europejskich, w firmach telekomunikacyjnych i na uniwersytetach technicznych (Szwecja, Finlandia, Niemcy, Belgia, Francja, Włochy, Hiszpania, Portugalia, Grecja, Słowacja).

e) współpraca z sektorem gospodarczym

- system dynamicznego dostępu do widma w oparciu o geolokacyjną bazę danych i interfejs zdefiniowany w ramach standardu CBRS-SAS (2017) - współpraca z firmą **INEA** (wykorzystanie komercyjnej sieci WiMax do transmisji z pomocą radia programowalnego USRP)
- opracowanie metod wykorzystania baz danych REM/RSM dla poprawy wydajności sieci 5G - dwa projekty finansowane przez **Huawei Szwecja**: *Radio Environment Maps for 5G* (2017) oraz *R3for5G: RSM Based Radio Resource Provisioning for Spectral-, Energy- and Computational Efficiency in 5G Networks* (2018-2019),.
- projekty i prace dotyczące różnych technik dynamicznego dostępu do widma we współpracy z **Fairspectrum, Finlandia**, (5 projektów w latach 2018-2019).

f) członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

- *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) od 2012, Senior Member 2019
IEEE Communications Society - od 2012 r.
IEEE Vehicular Technology Society - od 2020 r.
- *European Association for Signal Processing* (EURASIP) w latach 2014-2015.

g) osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki

Habilitant prowadził i prowadzi zajęcia na studiach pierwszego i drugiego stopnia na Wydziale Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej (wykłady, laboratoria, ćwiczenia) dotyczące tematyki: podstaw programowania, sygnałów i modulacji cyfrowych., w dużej części w języku angielskim. Był też opiekunem prac dyplomowych. Między innymi opracował:

- anglojęzyczny skrypt do laboratoriów z algorytmów obliczeniowych,
- anglojęzyczny skrypt do ćwiczeń z radiokomunikacji,
- materiały na potrzeby laboratorium „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w radiokomunikacji”.

Ma też osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki, m.in. przygotowywał warsztaty i prezentacje w ramach Poznańskiego Festiwalu Nauki.

h) recenzowanie publikacji w czasopismach naukowych

- recenzje 39 artykułów dla czasopism z listy JCR oraz 9 dla innych czasopism międzynarodowych,
- recenzje 96 komunikatów na wiodących konferencjach międzynarodowych.

i) stypendia, nagrody i wyróżnienia

- Stypendium Fundacji Fulbrighta „Senior Award”, USA, luty-maj 2021;
- Stypendium dla wybitnego młodego naukowca ufundowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 2017;
- Stypendium START Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, 2017;
- Pierwsza nagroda w konkursie na najlepszą pracę doktorską z zakresu radiokomunikacji i technik multimedialnych przyznana przez Fundację Wspierania Rozwoju Radiokomunikacji i Technik Multimedialnych, 2016;
- Nagrody za najlepsze prezentacje młodych autorów na konferencjach krajowych (Krajowa Konferencja Radiokomunikacji, Radiofonii i Telewizji: 2011, 2014) i zagranicznych (SDR-WINnComm 2014, *Wireless Innovation Forum Conference on Wireless Communications Technologies and Software Defined Radio*);
- Stypendium Europejskiego Funduszu Społecznego dla doktorantów w latach 2012, 2013;
- Nagrody Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia naukowe w latach: 2015, 2016, 2017, 2019.

Podsumowując tę część recenzji wyrażam przekonanie, że habilitant wykazuje nieprzeciętną aktywność naukową i ma znakomite osiągnięcia. Bardzo pozytywnie oceniam również działalność w zakresie dydaktycznym i organizacyjnym.

C. Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy wskazanego przez habilitanta cyklu publikacji, całokształtu dorobku naukowego oraz aktywności zawodowej można stwierdzić, że dr inż. Paweł Kryszkiewicz:

- podejmuje bardzo ważną i aktualną tematykę badawczą związaną z rozwojem nowoczesnej radiokomunikacji;
- posiada w pełni udokumentowany, oryginalny i wyróżniający się dorobek naukowy (między innymi w postaci publikacji w wysoko punktowanych czasopismach naukowych);
- przedłożył do oceny cykl publikacji naukowych dotyczących nowych metod zwiększenia efektywności widmowej i energetycznej systemów radiokomunikacyjnych, który jednoznacznie spełnia wymagania stawiane kandydatom w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja;
- prezentował wyniki swoich prac badawczych na licznych renomowanych konferencjach zagranicznych i krajowych;
- brał i bierze udział w ważnych międzynarodowych projektach badawczych;
- posiada znaczący dorobek dydaktyczny w postaci autorskich wykładów i laboratoriów (szczególnie na studiach anglojęzycznych);
- otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia za swój dorobek naukowy i zawodowy;
- mimo młodego wieku jest osobą dobrze rozpoznawalną w międzynarodowym środowisku zawodowym w zakresie radiokomunikacji;

W związku z tym, wnioskuję o nadanie dr. inż. Pawłowi Kryszkiewiczowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

