

Białystok, 14 lipca 2023 r.

Dr hab. inż. Ewa Świercz, prof. PB  
Katedra Fotoniki, Elektroniki i Techniki Światłnej  
Wydział Elektryczny Politechniki Białostockiej  
ul. Wiejska 45D, 15-351 Białystok

*RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY DYSCYPLINY*

*Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej*

Realizacja uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej z dnia 21 marca 2023 r. w sprawie wykonania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Jędrzeja Drozdowicza.

Tytuł rozprawy

**Single Channel 3D Synthetic Aperture Radar with Platform Trajectory Tuning**

Autor rozprawy:

**Jędrzej Drozdowicz**

- 1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy/teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?**

Mgr inż. Jędrzej Drozdowicz w rozprawie doktorskiej **Single Channel 3D Synthetic Aperture Radar with Platform Trajectory Tuning** rozpatrzył problem strojenia nieliniowej trajektorii poruszającej się platformy z nadajnikiem i odbiornikiem radarowym na potrzeby obrazowań 3D SAR. Generalnie poruszany przez doktoranta temat jest rozszerzeniem możliwości klasycznej metody obrazowania 2D SAR z prostoliniową aperturą 1D. Problemem jest wprowadzenie trzeciego wymiaru, który wymaga złożenia obserwacji obrazowanego obiektu pod różnymi kątami, a więc złożenia co najmniej dwóch odbić (odebranych w dwóch kanałach) na dwóch różnych wysokościach tzn. z dwóch różnych pionowych położeń anteny i obliczenia wysokości obiektu (wysokości interferometrycznej) z tych dwóch odbić na podstawie różnicy faz. Ten sam efekt można uzyskać w czasie przelotu czujnika radarowego z jednym kanałem odbiorczym na co najmniej dwóch różnych wysokościach. Zazwyczaj czujnik do obrazowania SAR jest umieszczany na ruchomej platformie, np. na bezzałogowym statku powietrznym (UAV), na samolocie lub na satelicie.

Klasyczna koncepcja wielobazowej interferometrii 3D SAR (MBSAR-multi-baseline SAR) zwana również tomografią SAR, bazująca na regularnie spróbkowanej w azymucie i elewacji trajektorii apertury 2D została w rozprawie doktorskiej twórczo zmodyfikowana poprzez wprowadzenie nieliniowej trajektorii ruchu czujnika radarowego umieszczonego na ruchomej platformie, co pozwoliło na uzyskanie obrazowania 3D SAR o akceptowanej jakości ze znaczną redukcją danych do przetwarzania i w znacznie krótszym czasie niż przy tradycyjnym obrazowaniu MBSAR, przy realizacji trajektorii w wielu przelotach platformy.

Dwie tezy naukowe zostały sformułowane w rozprawie doktorskiej następująco:

1. *“It is possible to obtain three-dimensional radar imaging of a region of interest using a single single-channel radar and a non-rectilinear trajectory of the radar platform”*. (Możliwe jest uzyskanie trójwymiarowego zobrazowania radarowego interesującego obszaru, przy użyciu pojedynczego jednokanałowego radaru i nieprostoliniowej trajektorii platformy radarowej).

2. *“It is possible to tune the trajectory of the radar platform to improve imaging quality or reduce sounding time, if the radar parameters, radar platform motion model, dimensions of the area of interest, and required imaging quality parameters are known”*. (Możliwe jest dostrojenie trajektorii platformy radarowej w celu poprawy jakości zobrazowania lub skrócenia czasu sondowania, jeśli parametry radaru, model ruchu platformy radarowej, wymiary obszaru zainteresowania i wymagane parametry jakości obrazowania są wstępnie ustalone).

Dwie tak postawione tezy rozprawy określiły kierunek badań teoretycznych i eksperymentalnych prowadzący do ich udowodnienia. Doktorant w tezach jasno formułuje swój problem badawczy, który dotyczy opracowania algorytmu wyznaczania trajektorii z uwzględnieniem modelu ruchu zapewniającego zakładaną dobrą jakość zobrazowania 3D wyszczególnionego obszaru obrazowania (ROI). Dobra jakość zobrazowania to nie tylko dobra rozdzielczość funkcji rozproszenie punktowego (PSF) określana parametrami  $\sigma_v$  i  $\sigma_H$ , ale również wytłumienie maksymalnego piku listka bocznego (PSLR) i sumarycznych listków bocznych (ISLR). Te wymagania, z odpowiednimi współczynnikami ważącymi, są składowymi funkcji kosztu, minimalizacja której pozwala na ustawienie punktów nawigacyjnych nieliniowej trajektorii w celu uzyskania dobrej jakości zobrazowania. Bardzo istotnym elementem algorytmu Doktoranta jest uwzględnienie dynamiki ruchu platformy w realizacji nieliniowej trajektorii. Doktorant przyjął nieliniowy model ruchu trzeciego rzędu, co jest rozsądnym założeniem dla platformy realizowanej przez typowe UAV. Ruch małego i zwrotnego bezzałogowego wielowirnikowca teoretycznie może zrealizować złożoną nieliniowość trajektorii, zapewniając obserwację wielokątową obiektu, a więc możliwość oceny pionowego wymiaru w zobrazowaniu 3D.

Udowodnienie tez rozprawy było zadaniem ambitnym, wymagającym zastosowania zaawansowanych algorytmów przetwarzania sygnałów, uzupełnionych o oryginalne, autorskie rozwiązania teoretyczne i symulacyjne. Zdaniem recenzenta, cele rozprawy i zadania badawcze zostały sformułowane poprawnie, a podjęta w pracy próba opracowania złożonego, wieloaspektowego algorytmu syntezy nieliniowej apertury 2D jest zadaniem naukowym odpowiadającym wymaganiom stawianym rozprawie doktorskiej.

Prezentowane w rozprawie podejście teoretyczne i eksperyment w środowisku rzeczywistym, z wykorzystaniem symulatora ruchu platformy radarowej zgodnie z zaprojektowaną trajektorią, nadają rozprawie charakter teoretyczno-doświadczalny.

**2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł/ w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle/ świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski sformułowano w sposób jasny i przekonujący?**

Spis literatury zawiera 93 pozycje, w tym 10 pozycji, w których Doktorant jest autorem lub współautorem. Wszystkie zamieszczone pozycje stanowią właściwe tło naukowe

do poruszanej w rozprawie tematyki. Analiza przytoczonych pozycji literaturowych pokazuje, że Doktorant dokonał właściwego wyboru. Są to nie tylko klasyczne pozycje książkowe, głównie o tematyce radarowej, ale również pozycje z renomowanych czasopism zagranicznych i prestiżowych międzynarodowych konferencji. Lista zamieszczonych publikacji wskazuje na to, że dobór tych publikacji był przemyślany i wskazuje na wysoki poziom wiedzy specjalistycznej, z której doktorant umiejętnie korzystał.

### **3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?**

Problem rozpatrywany w rozprawie doktorskiej jest złożony i wymaga wieloaspektowego spojrzenia na zobrazowanie 3D w radarach z syntetyczną aperturą. Zobrazowanie 2D SAR z liniową aperturą 1D w kierunku azymutalnym jest punktem wyjściowym do poszukiwań wprowadzenia dodatkowego wymiaru, pozwalającego na przestrzenne zobrazowanie obiektu. Ten dodatkowy wymiar Doktorant uzyskał wprowadzając wymiar pionowy, tworząc aperturę 2D realizowaną przez nieliniową trajektorię ruchu sensora radarowego. Dodatkowo realizację nieliniowej trajektorii Doktorant powiązał z możliwościami dynamiki ruchu platformy, właściwie zakładając jej ograniczenia (model dynamiki 3-go rzędu). W tym obszarze badawczym stanowi to oryginalne rozwiązanie zaproponowane przez Doktoranta. Realizacja planu badawczego przedstawionego w tezach jest pozytywnie zweryfikowana w badaniach symulacyjnych i eksperymentalnie potwierdzona w środowisku obiektów rzeczywistych.

### **4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?**

Za główne osiągnięcie Doktoranta, które również zostało wskazane przez Doktoranta w treści pracy (str. 20), recenzent uważa opracowanie kompletnego algorytmu zobrazowania 3D SAR z wykorzystaniem przelotu platformy z jednym czujnikiem radarowym po nieliniowej trajektorii i jego weryfikację w środowisku symulacyjnym i rzeczywistym.

Realizacja głównego osiągnięcia prowadziła przez realizację osiągnięć częściowych:

- opracowanie koncepcji nieliniowej trajektorii ruchu czujnika w interferometrii SAR o wysokiej rozdzielczości [20],
- opracowanie autorskiego algorytmu strojenia trajektorii w celu poprawy parametrów obrazowania,
- uwzględnienie modelu ruchu platformy radarowej w realizacji nieliniowej trajektorii [28, 29],
- opracowanie pełnego symulatora 3D SAR [30],
- weryfikacja opracowanej metody na danych symulacyjnych i eksperymentalnych [29].

Wyniki prac Doktoranta były prezentowane w publikacjach w prestiżowych czasopismach i prezentowane na renomowanych konferencjach obejmujących tematykę obrazowania SAR. Aktualność problemu naukowego, badanego w rozprawie, została więc pozytywnie zweryfikowana przez społeczność naukową.

Zdaniem recenzenta, opiniowana rozprawa stanowi samodzielne i oryginalne rozwiązanie problemu badawczego, potwierdzając tym samym umiejętność prowadzenia przez Doktoranta pracy naukowej. Treść rozprawy i jej merytoryczny poziom świadczą o dużej wiedzy teoretycznej i umiejętnościach Doktoranta w zakresie podstawowej dyscypliny naukowej, w której jest ulokowana rozprawa.

## **5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/**

Należy podkreślić, że praca została napisana poprawnie w języku angielskim i zawiera 118 stron podzielonych na streszczenie w języku polskim i angielskim, spis treści, listę skrótów, listę symboli użytych w pracy, sześć rozdziałów i bibliografię.

Pierwszy rozdział INTRODUCTION zawiera motywację do podjęcia tej tematyki. Najczęściej radary z syntetyczną aperturą są stosowane do zobrazowania 2D. Ponieważ fale radiowe penetrują wewnętrzną strukturę obiektów, to celowe są badania nad możliwościami zobrazowania 3D i dokładniejszego zbadania tej struktury. W tym rozdziale Autor zamieszcza również dwie tezy swojej rozprawy i podkreśla swój wkład w udowodnienie tez.

W rozdziale drugim THEORETICAL BACKGROUND Doktorant przedstawia podłoże teoretyczne zobrazowania 3D na przykładzie własności funkcji PSF 2D i 3D i proponuje zbiór miar do oceny jakości zobrazowania. W tym rozdziale przedstawione są również założenia interferometrii radarowej InSAR, której istotą jest odbiór ech radarowych niezależnie przez co najmniej dwie anteny, pozwalającej na zobrazowanie 3D. Zamieszczone graficzne reprezentacje InSAR 3D PSF uzupełniają teoretyczne zależności i znakomicie ułatwiają zrozumienie tego zobrazowania.

W rozdziale trzecim STATE OF THE ART AND LITERATURE REVIEW są przedstawione reprezentatywne i znane w literaturze metody zobrazowania 3D SAR. Te metody bazują na trajektoriach kołowych (CSAR), wielokrotnych trajektoriach liniowych (MBSAR) i trajektoriach nieliniowych, jak chociażby w podejściu HAT. Przedstawione są zalety i wady przytoczonych rozwiązań. Pozwala to na porównanie autorskiego rozwiązania zobrazowania 3D SAR z tymi znanymi z literatury.

W rozdziale czwartym METHOD Autor rozprawy przedstawia własną koncepcję zobrazowania 3D SAR, uzupełniając rozważania teoretyczne bogatą interpretacją graficzną omawianych zagadnień. Po przedstawieniu geometrii obrazowania 3D Doktorant opisuje wymagania dotyczące jakości obrazowania i rozdzielczości. Najważniejszy fragment tego rozdziału i tak naprawdę istota badań naukowych skupia się na wyznaczeniu kształtu syntetycznej apertury, zdefiniowanego przez zbiór punktów nawigacyjnych wyznaczonych w wyniku optymalizacji zaproponowanej przez Doktoranta wielokryterialnej funkcji kosztu generacji trajektorii. Funkcja kosztu uwzględnia ważne koszty składowe: koszt obliczenia listków bocznych funkcji PSF (PSLR, ISLR) koszt zapewnienia zakładanej rozdzielczości pionowej i poziomej zobrazowania i koszt związany z właściwą długością trajektorii.

W rozdziale piątym RESULTS AND DISCUSSION przedstawiono wyniki badań symulacyjnych dla przykładowego celu i przykładowego czujnika radarowego na przykładowej platformie, z założoną ograniczoną dynamiką ruchu. Bardzo dokładnie porównano i skomentowano dwa warianty uzyskania trajektorii optymalnej (proces strojenia z wymaganiami ściśle ustalonymi i proces strojenia ze złagodzonymi wymaganiami), a wyniki przedstawiono w czytelnej postaci tabelarycznej i graficznej. W rozdziale tym również przedstawiono eksperyment z wykorzystaniem sprzętowego symulatora platformy radarowej.

Symulator sprzętowy platformy radarowej to zestaw dwóch anten – nadawczej i odbiorczej – umieszczonych na długim słupie, przesuwanej ręcznie. Warunki eksperymentu bardzo szczegółowo związane z możliwościami symulatora sprzętowego. Wyniki wcześniej

prezentowanych symulacji potwierdzają konieczność strojenia trajektorii i ostatecznie obiekt 3-punktowy jest dobrze rozpoznawalny, jak pokazano to na rys. 5.42. Potwierdza to prawdziwość tezy rozprawy w warunkach symulacji. Wnioski z eksperymentu rzeczywistego wymagają komentarza, ponieważ różnią się od wyników symulacji. Eksperyment udowodnił, że konieczna jest dokładna lokalizacja platformy na trajektorii, a symulator sprzętowy 3D SAR obsługiwany ręcznie i zakłócenia środowiskowe tej dokładności nie zapewniają. Tak więc platforma sprzętowa powinna być wyposażona w dodatkowe elementy eliminujące zakłócenia pomiarów.

Końcowy rozdział szósty rozprawy (SUMMARY) pełni funkcję podsumowania głównych osiągnięć, które są również prezentowane zarówno symulacyjnie jak i eksperymentalnie. Rozdział kończy się wskazaniem kierunków dalszej pracy nad tą tematyką.

Podsumowując recenzowaną rozprawę recenzent podkreśla, że przedstawiony przez Doktoranta algorytm budowania nieliniowej trajektorii bazujący na wiedzy o modelu ruchu platformy z czujnikiem radarowym pozwala na uzyskanie trójwymiarowości obrazowania obszaru ROI z założoną jakością w krótszym czasie niż dotychczas stosowane metody 3D SAR.

Przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską recenzent ocenia zatem jednoznacznie pozytywnie.

## **6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?**

Rozprawa ma charakter teoretyczno doświadczalny, co wymaga wspólnej oceny rozwiązań teoretycznych i doświadczalnych. W zasadzie rozprawa nie posiada wad od strony merytorycznej. Koncepcja teoretyczna rozprawy, przy określonych założeniach upraszczających, jest opisana logicznie i poprawnie. Słabszą stroną rozprawy są skrótowe wyprowadzenia niektórych zależności teoretycznych i odsyłanie do literatury w celu bardziej precyzyjnego opisu, co jest miejscami denerwujące. Pojawiają się też zagadnienia natury dyskusyjnej, jak chociażby wykorzystanie wyników pracy doktoranta w praktyce. Problemy pojawiające się w realizacji eksperymentów pokazały konieczność dalszych badań nad implementacją sprzętową algorytmu.

Powstaje pytanie, czy rzeczywisty wielowirnikowiec o określonej masie, ograniczeniach zasobów energii i ograniczonym czasie trwania przelotu byłby w stanie zrealizować nieliniowość teoretycznej trajektorii uzyskanej w procesie jej dostrajania dostatecznie dokładnie? Pytanie, czy jest możliwa „pełna” realizacja założeń projektu w warunkach realnych nie jest zarzutem, a raczej szerokim problemem dyskusyjnym. Co prawda doktorant próbuje wskazać wybór platformy dostępnej komercyjnie i wskazuje przykładowy zbiór parametrów radaru do realizacji zadania w oparciu o wcześniejsze doświadczenia własne i zespołu naukowego Grupy Badawczej Technik Radarowych w Instytucie Systemów Elektronicznych na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych PW, ale są to rozważania uproszczone, zwłaszcza jeśli dotyczy to modelu dynamiki platformy.

Autor nie ustrzegł się również pewnych mniej istotnych usterek redakcyjnych, skrótów myślowych i uproszczeń, wymienionych poniżej.

Lista symboli i lista skrótów nie zawiera wszystkich symboli i skrótów wykorzystywanych w tekście rozprawy.

Str. 29 – równanie (2.7) przedstawia równanie PSF dla jednopunktowego obiektu i jednego punktu apertury. Doktorant powołuje się na pozycję [6] w spisie literatury bez próby wyjaśnienia, dlaczego dokładnie taką postać przyjmuje funkcja PSF. Bardzo proszę o analityczne wyjaśnienie pojawienia się funkcji  $\text{sinc}\{r/(c/2B)\}$  w tej zależności. Prawdziwość zależności (2.7) jest uwarunkowana nierównością  $BT \geq 100$ . W tym zapisie pojawia się pasmo sygnału B, co natychmiast generuje pytanie, jaki sygnał pobudzający może być brany pod uwagę?

Str. 30 – na rys. 2.7 pojawiają się oznaczenia rozmiaru piksela  $p_{xr}$ ,  $p_{xc-r}$  w płaszczyźnie obrazowej range – cross-range (opisy w równaniach 2.18 i 2.19) w klasycznym 2D SAR-e. Natomiast na rys 2.9 jest wyszczególniony rozmiar piksela o symbolicznych oznaczeniach  $p_{xV}$ ,  $p_{xH}$ , ale brak jest wyjaśnienia w tym miejscu tekstu możliwości analitycznego wyznaczenia wymiaru tego piksela w przekroju 3D PSF w płaszczyźnie cross-range *horizontal-cross-range vertical*. Algorytm BPA buduje obraz piksel po pikselu, więc taka wiedza jest praktycznie potrzebna.

Str. 31 – sformułowanie *Given that (2.7) describes the one-dimensional range profile obtained by range compression from (2.5)* wymaga doprecyzowania, ponieważ równanie (2.5) nie przedstawia operacji kompresji w odległości, tylko jest zapisem sygnału odebranego, który jest opóźnioną i przesuniętą w fazie kopią sygnału nadanego. Proszę wyjaśnić, na czym polega ta kompresja?

Str. 31 – równanie (2.11) przedstawia podstawową koncepcję zobrazowania BPA wykorzystaną w rozprawie doktorskiej, więc krótkie omówienie idei metody BPA i wyprowadzenie tej zależności powinno być dokładniej omówione.

Str. 33 – proszę o bardziej precyzyjne objaśnienie zapisu *Note that 2D cross-sections provided assume zero bandwidth to exclude range resolution impact, while 3D PSFs assume bandwidth of 300MHz.*

Str. 36 – we wzorze (2.18) *fd* is the range sampling rate natomiast w spisie oznaczeń  $f_d$  to częstotliwość Dopplera.

Str. 38 – przy omawianiu parametrów oceny jakości obrazowania warto jednak dodać, że chodzi o maksymalizację kontrastu (IC) i minimalizację entropii (IE).

Str. 40 – analizując wzory (2.26-2.29) trudno zaakceptować zdanie *“Note that the determined height depends on the phase difference  $\Delta\phi$  not the distance difference so it is a periodic function”*. We wzorze 2.7  $\Delta\phi$  zależy jednak od różnicy odległości  $\Delta r$ . Nie bardzo wiadomo, jaką myśl chciał przekazać doktorant budując taką strukturę zdania.

Str. 77 – jakie względy zadecydowały o przyjęciu parametrów  $k_\alpha = 1$ ,  $k_\gamma = 2$ ,  $k_\rho = 0,5$ ,  $k_\sigma = 0,5$  w procedurze minimalizacji simpleksem funkcji kosztów opisanej wzorem (4.50)? Jaką mamy pewność, że zaproponowany algorytm minimalizacji osiągnie minimum globalne dla tak zbudowanej niewypukłej funkcji kosztów na etapie projektu trajektorii?

Str. 82 – problem doboru warunków początkowych procedury minimalizacji jest zawsze istotny i trudny do określenia. Czy tylko symulacje pozwalają na decyzje, która z symulowanych trajektorii jest „najlepsza”?

Str. 92 – fraza *It can be noted that the final PSF does not have the periodicity characteristic of the initial and reference PSFs. This is because the periodic PSF is characterized by higher PSLR and ISLR than the non-periodic one, and minimizing these parameters is the goal of the tuning procedure* została niezbyt fortunnie sformułowana, ponieważ periodyczność PSF ma inny mechanizm powstania niż sama obecność wysokich listków bocznych.

Eksperyment z dostrajaniem trajektorii przeprowadzono na autorskim symulatorze ruchu platformy [30] sterowanym manualnie, a nie na fizycznym wielowirnikowcu, co uniemożliwia obliczenia realnego czasu eksperymentu z dostrajaniem całej trajektorii. Natomiast to podejście pokazuje inwencję i pasję twórczą Doktoranta do pokazania zobrazowania 3D SAR z ograniczoną realizacją sprzętową i stanowi wskazówkę do dalszego udoskonalenia zaproponowanego algorytmu, a zwłaszcza jego realizacji sprzętowej.

## **7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?**

Treść rozprawy dotyczy zagadnień zobrazowania 3D SAR obiektów, a więc problematyki, która ma istotne znaczenie praktyczne. Radar w odróżnieniu od obrazowania optycznego widzi w dzień i w nocy, a także w warunkach zakłóceń, które eliminują obrazowanie optyczne. Praktyczne zobrazowanie 3D może być elementem wspomagającym monitorowanie uszkodzeń struktur materiałowych, ponieważ promieniowanie radiowe może wnikać głęboko wewnątrz struktury. Ta właściwość daje możliwości zastosowania zaproponowanego zobrazowania zarówno w wielu aplikacjach wojskowych, jak i cywilnych. Mały zwrotny UAV może polecieć w rejony zagrożone i dokonać zobrazowania na potrzeby wypracowania strategii ochronnych zagrożonych obszarów. Doktorant brał udział w międzynarodowym zespole opracowującym obrazowanie 3D SAR w celu identyfikacji niekooperujących obiektów w projekcie badawczo-technologicznym RING ([67] 3D Radar Imaging for Non-Cooperative Target Recognition), co świadczy o potrzebie dalszych prac w tej tematyce.

## **8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:**

- a) niespełniająca wymagań,
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania,
- c) spełniająca wymagania,
- d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem,
- e) **wybitnie dobra zasługująca na wyróżnienie.**

Zgodnie z zaprezentowaną powyżej oceną merytoryczną rozprawy Pana mgr inż. Jędrzeja Drozdowicza stwierdzam, że opiniowana praca spełnia warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w Artykule 13, ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 z 2003 r., poz. 595 z późn. zm.) oraz w stosownych przepisach wykonawczych wydanych na podstawie w/w Ustawy.

W związku z Art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669) stawiam zatem wniosek o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Jędrzeja Drozdowicza do publicznej obrony, zgodnie z procedurą określoną przez Radę Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej.