

Łódź, dnia 29 czerwca 2026 r.

Dr hab. inż. Jacek Kucharski, prof. PŁ
Politechnika Łódzka
Instytut Informatyki Stosowanej
ul. Bogdana Stefanowskiego 18
90-537 Łódź

**Recenzja w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja
wszczętym na wniosek dr. inż. Marka Rupniewskiego**

1. Podstawa sporządzenia recenzji

Recenzja została sporządzona w związku z powołaniem w dniu 24 marca 2026 r. przez Radę Naukową Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej, piszącego niniejszą recenzję, w skład komisji habilitacyjnej dr. inż. Marka Rupniewskiego.

Podstawę do opracowania recenzji stanowi dokumentacja załączona do Wniosku Kandydata o nadanie stopnia doktora habilitowanego, przekazana piszącemu niniejszą recenzję w wersji elektronicznej, zawierająca m. in. kopię dyplomu uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny, a także wydruki elektroniczne publikacji wchodzących w zakres osiągnięcia naukowego. Przekazana dokumentacja zawiera także materiały pomocnicze, takie jak analiza bibliometryczna dorobku naukowego Kandydata na podstawie baz Scopus, WoS i Google Scholar, przygotowana przez Politechnikę Warszawską w dniu 11 grudnia 2025 r. Osiągnięcia naukowe zostały udokumentowane w cyklu powiązanych tematycznie publikacji w czasopiśmie naukowych i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych.

Kryteria oceny dorobku dr. inż. Marka Rupniewskiego wynikają z przepisów zawartych w art. 219 ust.1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

2. Życiorys naukowy Kandydata

Dr inż. Marek Rupniewski uzyskał stopień doktora nauk matematycznych w 2009 r. w Instytucie Matematycznym Polskiej Akademii Nauk. Tytuł przedstawionej rozprawy doktorskiej to *Geometria dystrybucji afinicznych parzystego rzędu i ich krzywe osobliwe*.

Wcześniej Kandydat uzyskał tytuły zawodowe licencjata i magistra matematyki na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego odpowiednio w 2001 i 2003 r. Ponadto w 2002 uzyskał na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej tytuł zawodowy magistra inżyniera elektroniki w specjalności inżynieria komputerowa. Od 2003 r. Habilitant jest zatrudniony w Instytucie Systemów Elektronicznych na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej.

3. Ocena osiągnięć naukowych

Na osiągnięcia naukowe stanowiące podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego składa się cykl 10 autorskich publikacji dr. M. Rupniewskiego. Publikacje te są ze sobą powiązane tematycznie i pochodzą z lat 2014-2026, przy czym zdecydowana ich większość (9) została opublikowana w okresie sześciu lat bezpośrednio poprzedzających złożenie przedmiotowego wniosku. Lista ta obejmuje następujące pozycje:

- [1] Marek W. Rupniewski. Curve reconstruction from noisy and unordered samples. *ICPRAM 2014 – Proceeding of the 3rd International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods*, ss. 183-188.
- [2] Marek W. Rupniewski. Triggerless random interleaved sampling. *ICASSP 2020 – 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, ss. 5605-5609.
- [3] Marek W. Rupniewski. Reconstruction of periodic signals from asynchronous train of samples. *IEEE Signal Processing Letters*, 28: 289-293, 2021.
- [4] Marek W. Rupniewski. TRISH – a triggerless random interleaved sampling hardware. *2021 Signal Processing Symposium (SPSymposium)*, ss. 238-243. IEEE, 2021.
- [5] Marek W. Rupniewski. Super-resolution of periodic signals from short sequences of samples. *ICASSP 2021 – 2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, ss. 4995-4999.
- [6] Marek W. Rupniewski. Period and signal reconstruction from the curve of trains of samples. *IET Signal Processing*, 16(2): 232-237, 2022.
- [7] Marek W. Rupniewski. PCA-aided calibration of systems comprising multiple unbiased sensors. *2023 IEEE Statistical Signal Processing Workshop (SSP)*, ss. 502-506. IEEE, 2023.
- [8] Marek W. Rupniewski. Statistical reconstruction of pulse shapes from pulse streams. *2023 IEEE Statistical Signal Processing Workshop (SSP)*, ss. 235-239. IEEE, 2023.
- [9] Marek W. Rupniewski. Reconstruction of recurring pulses from distribution of short sequences of samples. *IEEE Signal Processing Letters*, 31: 396-400, 2024.
- [10] Marek W. Rupniewski. SVD calibration of inertial sensors. *Measurement*, 256: 117929, 2025.

Ranga powyższych publikacji jest zróżnicowana – są wśród nich pisma o znaczącym prestiżu takie jak: *Measurement*, *IEEE Signal Processing Letters* czy *IET Signal Processing* oraz ważne konferencje branżowe, jak *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, ale także sympozja i warsztaty o mniejszej randze, które jednak bardzo dobrze wpisują się w tematykę badań Habilitanta.

Badania udokumentowane przez dr. M. Rupniewskiego w cyklu publikacji dotyczą rekonstrukcji sygnałów i ich różnych cech na podstawie probabilistyczno-geometrycznej

analizy chmur punktów reprezentujących w wielowymiarowej przestrzeni euklidesowej sekwencje pomiarowe. Habilitant w znaczącym stopniu rozwinął metody wyznaczania krzywej na bazie chmury punktów poprzez wskazanie na możliwość wykorzystania w tym celu wielu krótkich sekwencji próbek sygnału (sample train), pozyskiwanych asynchronicznie, ale z tą samą częstotliwością próbkowania. Dr Rupniewski wykazał, że powstała w ten sposób abstrakcyjna krzywa stanowi istotne źródło informacji na temat sygnału i jego parametrów, a także podał metody pozyskiwania tych informacji oparte na analizie geometrii krzywej, analizie rozkładów prawdopodobieństwa wzdłuż krzywej, oraz z wykorzystaniem podejścia topologicznego na bazie twierdzenia Poincaré'go. Zaproponowane przez Kandydata metody dotyczą sygnałów okresowych oraz impulsowych, a także zostały zastosowane w zagadnieniach kalibracji multisensorycznej.

W artykule [1] Autor zaproponował stosunkowo prosty algorytm rekonstrukcji krzywych na podstawie zbioru nieuporządkowanych i zakłóconych próbek. Idea algorytmu polega na iteracyjnym wyznaczeniu wierzchołków ścieżki łamanej aproksymującej poszukiwaną krzywą. Dokonuje się tego poprzez przetwarzanie zbioru sfer, których środki przypadają w pewnym podzbiorze próbek krzywej, redukując i przemieszczając elementy tego zbioru z wykorzystaniem odległości Hausdorff'a pomiędzy poszukiwaną krzywą i aproksymującą ją łamaną. Przedstawione w pracy analizy symulacyjne dowodzą skuteczność zaproponowanego rozwiązania, co dodatkowo potwierdzono przykładem weryfikacji eksperymentalnej na danych radarowych. Zaproponowana w artykule metoda – choć w pewnym stopniu heurystyczna i nie pozbawiona słabości (na co wskazuje sam Autor) - ma istotne znaczenie dla całego cyklu publikacji i stanowi podstawę do dalszych prac, w których punktem wyjścia jest chmura punktów będąca reprezentacją zbioru krótkich ciągów próbek.

W artykule [2] podjęto problem rekonstrukcji sygnału okresowego na podstawie zbioru zachodzących na siebie sekwencji próbek pobieranych w ogólnym przypadku z częstotliwością poniżej częstotliwości Nyquist'a i – dodatkowo - w losowych chwilach czasu, przy czym istotnym założeniem jest równomierny w rozumieniu statystycznym rozkład czasu startu akwizycji w okresie sygnału. Zaproponowano nowatorską technikę próbkowania sygnału niewrażliwą na niestabilność wyzwalacza oraz losowość opóźnienia pomiędzy wyzwoleniem próbkowania a rzeczywistym czasem pobrania próbki. Wykazano, że pełna znajomość rozkładu prawdopodobieństwa sekwencji próbek sygnału pozwala na jego dokładną rekonstrukcję, a skończony podzbiór tych sekwencji daje możliwość prawidłowej estymacji sygnału.

Artykuł [3] stanowi dojrzałe teoretyczne rozwinięcie metody zaproponowanej w [2]. Autor wykazał, że gęstość prawdopodobieństwa zmiennej losowej reprezentującej sekwencje próbek niesie w sobie pełną informację pozwalającą na rekonstrukcję sygnału z dokładnością do przesunięcia fazowego, pod warunkiem, że okres próbkowania jest mniejszy od połowy okresu sygnału. Na uwagę zasługuje nowatorskie wykorzystanie funkcji kwantylowej dla potrzeb metod rekonstrukcji sygnału na podstawie zbioru sekwencji jego próbek. Zawarty w artykule dowód zgodności estymatora okresu próbkowania przy skończonej liczbie ciągów próbek przenosi rodzinę opracowanych metod z poziomu konstrukcji algorytmicznej do poziomu statystycznie uzasadnionej metody.

W artykule [5] Autor rozszerzył zaproponowane wcześniej rozwiązania na przypadek, w którym do rekonstrukcji sygnału wykorzystuje się ciąg jego zakłóconych próbek. Jest to ważny krok w przedstawionym cyklu badań, gdyż znacznie zwiększa stosowalność opracowanych metod w warunkach rzeczywistych. W rozważanym przypadku gęstość prawdopodobieństwa obserwacji modelowana jest jako spłot funkcji gęstości prawdopodobieństwa sekwencji próbek wzdłuż krzywej oraz radialnej gęstości prawdopodobieństwa szumu. Zaproponowany algorytm jest ciekawym złożeniem kroków, będących sekwencją wcześniej opracowanych metod, w tym odwzorowania krzywej [1] i rekonstrukcji sygnału bezszumowego [2]. Wykazano, że przy odpowiednio małej wariancji szumu zakłócającego istnieje możliwość odwzorowania oryginalnego sygnału w trybie tzw. super-rozdzielczości, a okres próbkowania może być relatywnie duży w stosunku do okresu sygnału. Zauważono jednocześnie, że dokładność odwzorowania zależy od liczby punktów reprezentujących sekwencje próbek, przy czym wraz ze wzrostem tej liczby zwiększa się wymiarowość przestrzeni rozważań i w związku z tym koszt przetwarzania rośnie. Przedstawione wyniki eksperymentalne dowodzą wysokiej skuteczności metody w rekonstrukcji obrazu oscyloskopu.

Ciekawym rozwinięciem w prowadzonych badaniach jest zaproponowana w [6] metoda wykorzystania twierdzenia Poincaré'go dotyczącego liczby rotacji homomorfizmu. W tym rozwiązaniu, zamiast bazować na rozkładzie prawdopodobieństwa wzdłuż krzywej, Autor opiera się na topologicznej inwariantności liczby rotacji punktu na krzywej zamkniętej i związku tej liczby z okresem sygnału. Wykazano, że znajomość krzywej, której punkty stanowią reprezentacje d -elementowych ciągów próbek w d wymiarowej przestrzeni daje możliwość wyznaczenia okresu sygnału, a przy niewymierności stosunku τ/T także samego sygnału z dokładnością do przesunięcia fazowego. Podano także sposób estymacji okresu i pasma sygnału na podstawie skończonego ciągu sekwencji próbek. Warto również zauważyć, że przedstawiony w artykule kontrprzykład jasno wskazuje granice stosowalności metody. Dodatkowym elementem rozważań zawartych w [6] jest wskazanie na ważny związek teorii próbkowania i teorii systemów dynamicznych.

Uzupełnieniem rozważań dotyczących metod rekonstrukcji sygnałów na podstawie wielu krótkich sekwencji jego próbek jest przedstawiony w artykule [4] specjalizowany system sprzętowy umożliwiający akwizycję w rzeczywistych warunkach eksperymentalnych odpowiednich sekwencji w reżimie zgodnym z wymaganiami metody.

Kolejne dwa artykuły [8, 9] dotyczą rekonstrukcji sygnału o charakterze impulsowym. Habilitant wykorzystał opracowany na wcześniejszym etapie aparat, dostosowując go do specyfiki sygnałów impulsowych. Podobnie jak poprzednio Autor wykazał, że sygnał impulsowy może być odtworzony na podstawie funkcji gęstości prawdopodobieństwa nad krzywą reprezentującą wektory krótkich sekwencji próbek, a skończony podzbiór tych sekwencji pozwala wyznaczyć estymatę takiego sygnału. Tak jak w przypadku sygnałów okresowych wymagany jest równomierny w rozumieniu statystycznym rozkład czasu startu akwizycji sekwencji próbek. Analizowany sygnał musi być zbiorem funkcji impulsowych o jednakowym kształcie, przy czym odległość czasowa poszczególnych impulsów musi być nie mniejsza niż czas obejmujący sekwencję próbek. Opracowana metoda wykorzystuje

parametryzację krzywej oraz funkcję kwantylową, aby ostatecznie wyznaczyć szukany sygnał impulsowy (lub jego estymatę). Ważną cechą proponowanej metody jest brak konieczności posiadania bogatej wiedzy na temat odwzorowanego impulsu i możliwość pozyskiwania próbek poniżej częstotliwości Nyquist'a. Autor wykazuje również na drodze symulacyjnej, że jakość odwzorowania rośnie wraz ze wzrostem liczby analizowanych impulsów i jednocześnie silnie maleje prawdopodobieństwo niepowodzenia algorytmu. Istotne rozwinięcie zaproponowanego w [8] podejścia do odwzorowania sygnału impulsowego podano w [9], gdzie analizie poddawany jest otwarty fragment krzywej, co umożliwia analizę krzywych posiadających punkty samoprzecięcia i rozszerza klasę impulsów możliwych do odwzorowania. Pewne obszary i problemy, których rozwiązań Autor nie proponuje w powyższych publikacjach, jak choćby odporność metody na szum czy zmienność amplitudy impulsu, choć ograniczają praktyczne zastosowanie metody to jednak wskazują na rozwojowy charakter prowadzonych przez dr. Rupniewskiego badań.

Nieco odmienną, choć metodycznie zbliżoną tematykę Habilitant podjął w pracach [7] i [10]. Nie dotyczą one - jak wcześniej - rekonstrukcji sygnału na podstawie ciągów próbek, ale problemu kalibracji wielokanałowego układu czujników, będących źródłem pomiarów, które można traktować jako punkty w wielowymiarowej przestrzeni. Autor, dostrzegając pewne charakterystyczne cechy takich chmury punktów, proponuje metodę wyznaczania parametrów kalibracji na drodze algebry liniowej, w szczególności poprzez faktoryzację macierzy pomiarów z wykorzystaniem uogólnionego zagadnienia własnego i rozkładu według wartości osobliwych. Podejście to, choć silnie nawiązuje do wcześniejszych prac dotyczących wykorzystania Singular Value Decomposition (SVD) i Principal Component Analysis (PCA) do faktoryzacji, ma jednak wyraźnie nowatorski charakter. Widać to w szczególności w artykule [10], gdzie autor zaproponował algebraizację przypadku z offsetem czujników, poprzez konstrukcję afiniczną i rozwiązanie uogólnionego problemu własnego. Mimo stosunkowo skromnej weryfikacji eksperymentalnej można oczekiwać, że zaproponowana metoda pozwala na uproszczenie kalibracji np. wieloosiowych inercyjnych jednostek pomiarowych (Inertial Measurement Unit – IMU).

Podsumowując stwierdzam, że poziom merytoryczny i zakres tematyczny przedstawionego przez dr. M. Rupniewskiego cyklu powiązanych ze sobą autorskich publikacji stanowi znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja. Jednocześnie warto podkreślić, że uniwersalny charakter tematyki badawczej dr. Rupniewskiego, w szczególności zaawansowane metody przetwarzania sygnałów w układach cyfrowych, mogą także przyczynić się do rozwoju innych obszarów naukowych, jak automatyka czy metrologia, a przez to potencjalnie stanowią wkład w dyscyplinę automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

4. Ocena aktywności naukowej

Dr inż. Marek Rupniewski wykazuje się znaczącą aktywnością naukową zarówno w formie współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, jak i w kierowaniu i udziale w projektach badawczych krajowych jak i międzynarodowych. W 2005 roku Kandydat odbył trzymiesięczny

staż naukowy w ramach stypendium Marie Curie Fellowship w Laboratory of Mathematics INSA w Rouen (Francja). Wymiernym owocem tego stażu były dwie publikacje z prof. W. Respondkiem: rozdział w monografii *Taming Heterogeneity and Complexity of Embedded Control* oraz artykuł w znaczącym piśmie *Mathematics of Control, Signals, and Systems*. W ramach tego samego programu stypendialnego Habilitant w 2003 r. wziął też udział w trzymiesięcznych warsztatach nt. Dynamical and Control Systems zorganizowanych w Trieście we Włoszech przez School for Advanced Studies. Ponadto w latach 2018 – 2025 sześciokrotnie przebywał w charakterze konsultanta na Beibu Gulf University w Qinzhou w Chinach, w ramach współpracy tego uniwersytetu z Politechniką Warszawską.

Dr Rupniewski brał udział w licznych projektach finansowanych przez NCBiR, MNiSW oraz ze środków europejskich. Jednym z ważniejszych jest aktualnie realizowany (2025-2028) projekt finansowany przez European Defence Agency: *SDR-Based Fully Polarimetric AESA Radar (PORTAL)*, w którym Habilitant pełni rolę kierownika. W dwu innych projektach finansowanych z tego samego źródła dr Rupniewski pełnił lub pełni rolę wykonawcy: *HYPersOnic Threat dETection aNd coUntermeaSurEs (HYPOTENUSE)* - projekt realizowany w latach 2022-2023, *Navigation based on SAR (NAVISAR)* – projekt realizowany w latach 2025-2027. Warto również zauważyć dwa inne projekty finansowane przez NCBiR realizowane w latach 2021-2024, w których Habilitant brał udział w charakterze wykonawcy, a których tematyka nawiązuje do Jego głównego nurtu badań. Są to projekty: *Uniwersalny moduł inercyjnej nawigacji zliczeniowej (IMU) do układów sterowania i naprowadzania rakiet (NAVIMU)* oraz *Technologia transmisji szerokopasmowej głęboko odpornej na zakłócenia (TETRAGON)*.

Oprócz omówionych w pkt. 3 niniejszej recenzji 10 publikacji stanowiących przedstawiony do oceny cykl, dr Rupniewski legitymuje się również bogatszym dorobkiem publikacyjnym. Według różnych baz całkowita liczba publikacji Kandydata to: 25 (Scopus), 28 (Web of Science), 36 (Google Scholar), liczba cytowań tych prac (bez autocytowań) to odpowiednio 45, 40, 62, a wynikający z tego indeks Hirscha to 5, 4, 6. Całkowity Impact Factor wynosi 19,5, z czego istotna większość (14,4) związana jest z ocenianym cyklem publikacji. Takie wskaźniki bibliometryczne nie są szczególnie imponujące na tym etapie rozwoju naukowego, ale w mojej opinii spełniają w podstawowym stopniu zwyczajowe oczekiwania formułowane wobec Kandydata do stopnia doktora habilitowanego, szczególnie biorąc pod uwagę fakt indywidualnego autorstwa wszystkich publikacji przedstawionych do oceny jako spójny tematycznie cykl.

Dr M. Rupniewski wielokrotnie recenzował także artykuły w czasopismach i na konferencjach m.in. dla *IEEE Signal Processing Letters*, *Digital Signal Processing*, *IET Signal Processing* czy *Bulletin of Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*.

Aktywność naukowa dr. M. Rupniewskiego została zauważona w środowisku międzynarodowym, co znalazło odzwierciedlenie w Jego członkostwie od 2005 r. w *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, gdzie od 2021 r. posiada status Senior Member, a także w *European Association For Signal Processing (EURASIP)*, którego członkiem Habilitant jest od 2021 r. Także na polu krajowym prace dr. Rupniewskiego zaowocowały

przyznaniem Mu w 2009 r. Nagrody zespołowej I stopnia Rektora PW za osiągnięcia naukowe za *Opracowanie koncepcji, zaprojektowanie i współudział w wykonaniu systemu przetwarzania sygnałów dla radaru MTD, wdrożonego do produkcji w Centrum Naukowo-Produkcyjnym Elektroniki Profesjonalnej RADWAR.*

W moim przekonaniu aktywność naukowa dr. inż. M. Rupniewskiego spełnia wymagania wyrażone w art. 219 ust.1 pkt 3 Ustawy, w szczególności można ją ocenić jako intensywną oraz realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w tym zagranicznej.

5. Ocena aktywności dydaktycznej i organizacyjnej

Habilitant jest także aktywny na polu dydaktycznym i organizacyjnym. Między innymi pełnił funkcję promotora 18 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich, a za osiągnięcia dydaktyczne uzyskał dwukrotnie, w latach 2010 i 2012, Nagrodę zespołową I stopnia Rektora PW, w szczególności za opracowanie i wdrożenie nowej koncepcji laboratorium dydaktycznego Zakładu Teorii Obwodów i Sygnałów.

W zakresie organizacyjnym dr Rupniewski brał udział w 2025 r. w organizacji konferencji *IEEE Radar Conference (RadarConf 2025)* jako przewodniczący ds. publikacji, w 2026 r. współorganizował *International Radar Symposium (IRS 2026)* także jako przewodniczący ds. publikacji, a w 2021 r. był członkiem komitetu organizacyjnego *Signal Processing Symposium (SPSymo 2021)*.

Za swoją pracę Habilitant został odznaczony Medalem Komisji Edukacji Narodowej (2022) i Srebrnym Medalem za Długoletnią Służbę (2025).

6. Wniosek końcowy

Osiągnięcia naukowe, aktywność naukową oraz dorobek organizacyjny i dydaktyczny dr. inż. Marka Rupniewskiego, ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, oceniam pozytywnie. Jego dorobek odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742) i może stanowić podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

