

Prof. dr hab. inż. Jan Maciej Kościelny
Politechnika Warszawska
Wydział Mechatroniki
Instytut Automatyki i Robotyki
ul. Św. Andrzeja Boboli 8
02-525 Warszawa
tel. kom. 601 810 419
e-mail: jmk@mchtr.pw.edu.pl

Warszawa, 15.11.2019

Recenzja
osiągnięcia naukowego dr inż. Radosława Wajmana pt.
Informatyczne metody nieinwazyjnej diagnostyki
i regulowania procesem przepływów dwufazowych gaz-ciecz
i jego aktywności naukowej w związku z postępowaniem habilitacyjnym
prowadzonym przez Radę Wydziału Elektroniki, Elektrotechniki, Informatyki
i Automatyki Politechniki Łódzkiej

1. Podstawa recenzji

Przedmiotem recenzji są osiągnięcia naukowe oraz dorobek i aktywność naukowa dr inż. Radosława Wajmana w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, wszczętym decyzją Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów w dniu 6 września 2019 r. na wniosek Kandydata.

Podstawą wykonania recenzji jest pismo prof. dr hab. inż. Michała Strzeleckiego Prodziekana, Wydziału Elektroniki, Elektrotechniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej, z dnia 8 października 2019 r. informujące o powołaniu mnie w skład komisji postępowania habilitacyjnego dr inż. Radosława Wajmana i powierzeniu funkcji recenzenta. Opinia została opracowana na podstawie dokumentacji wniosku zawierającej kopię dokumentów złożonych w Centralnej Komisji.

2. Dane ogólne o Kandydacie

Pan dr inż. Radosław Wajman jest absolwentem Politechniki Łódzkiej, gdzie w 2000 r. ukończył studia magisterskie z oceną celującą na Wydziale Elektrotechniki i Elektroniki w dyscyplinie Informatyka na specjalności Inżynieria Oprogramowania i Sieci Komputerowe. W roku 2006 uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej na podstawie rozprawy pt. *Metoda rekonstrukcji obrazów dla potrzeb pojemnościowej tomografii procesowej*. Praca została wyróżniona przez Radę Wydziału. Od 2000 r. jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym macierzystego Wydziału, gdzie był zatrudniony początkowo w Katedrze Informatyki Stosowanej, a następnie w Instytucie Informatyki Stosowanej.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Swoje osiągnięcie naukowe pt. *Informatyczne metody nieinwazyjnej diagnostyki i regulowania procesem przepływów dwufazowych gaz-ciecz* przedstawił w cyklu następujących ośmiu publikacji powiązanych tematycznie:

1. **R. Wajman**, R. Banasiak, Ł. Mazurkiewicz, T. Dyakowski, D. Sankowski „*Spatial imaging with 3D capacitance measurements*”, Meas. Sci. Technol. 17 (July 2006) pp. 2113-2118
2. **R. Wajman**, R. Banasiak, Ł. Mazurkiewicz, D. Sankowski „*Reply to comments on 'Spatial imaging with 3D capacitance measurements'*” Meas. Sci. Technol. 18 No 11 (November 2007) pp. 3668-3670
3. M. R. Rząsa, **R. Wajman** „*Dobór metody wyznaczania mapy czułości dla tomografu pojemnościowego o zwiększonej czułości przy ścianie*”; Automatyka 13/3 (2009), AGH, Kraków, 1361-1368
4. **R. Wajman**, P. Fiderek, H. Fidos, T. Jaworski, J. Nowakowski, D. Sankowski and R. Banasiak “*Metrological evaluation of a 3D electrical capacitance tomography measurement system for two-phase flow fraction determination*”. Meas. Sci. Technol., (2013) Vol. 24 No. 065302
5. R. Banasiak, **R. Wajman**, T. Jaworski, P. Fiderek, H. Fidos, J. Nowakowski, D. Sankowski „*Study on two-phase flow regime visualization and identification using 3D electrical capacitance tomography and fuzzy-logic classification*” International Journal of Multiphase Flow, Vol. 58, 2014, pp. 1-14
6. **R. Wajman**, R. Banasiak “*Tunnel-based method of sensitivity matrix calculation for 3D-ECT imaging*”, Sensor Review, Vol. 34 Iss: 3, (2014), pp. 273 -283
7. P. Fiderek, J. Kucharski, **R. Wajman** “*Fuzzy inference for two-phase gas-liquid flow type evaluation based on raw 3D ECT measurement data*”, Flow Measurement and Instrumentation, Vol. 54, 2017, pp. 88-96
8. P. Fiderek, T. Jaworski, R. Banasiak, J. Nowakowski, J. Kucharski, **R. Wajman** “*Intelligent system for the two-phase flows diagnosis and control on the basis of raw 3D ECT data*”, IAPGOS, Vol. 7, No. 1, 2017, pp. 17-23, ISSN 2083-0157

W skład cyklu wchodzi sześć publikacji w czasopismach indeksowanych w bazie JCR i na liście MNiSW część A oraz dwie publikacje w recenzowanych czasopismach z listy MNiSW część B. Sumaryczny IF tych publikacji wynosi 10.124, a liczba punktów zgodnie z obowiązującym od roku 2017 wykazem czasopism naukowych MNiSW jest równa 195. Indeks Hirscha Habilitanta wg bazy Scopus wynosi 9, a wg bazy Web of Science 8.

Wszystkie publikacje cyklu są wieloautorskie. Liczba autorów waha się od dwóch do siedmiu. Dr inż. Radosław Wajman jest pierwszym autorem czterech artykułów z wyszczególnionego cyklu oraz dwukrotnie drugim współautorem. Uzasadnieniem tego stanu rzeczy jest interdyscyplinarny charakter badań, w których uczestniczył Habilitant.

3.1. Charakterystyka osiągnięcia badawczego

Główny nurt badań prowadzonych przez Habilitanta dotyczy komputerowych metod nieinwazyjnej trójwymiarowej diagnostyki tomograficznej i rozmytej regulacji przepływów dwufazowych. Badania prowadzone w tym zakresie są interdyscyplinarne. Obejmują takie obszary wiedzy jak: mechanika płynów, inżynieria procesowa, biotechnologia, inżynieria ochrony środowiska, a także metrologia, automatyka, informatyka techniczna, diagnostyka, elektrotechnika. Muszą być zatem prowadzone w zespołach grupujących specjalistów z różnych dyscyplin nauki. Skutkiem tego publikacje prezentujące wyniki badań mają wielu autorów reprezentujących różne dyscypliny naukowe.

Przepływy dwufazowe typu gaz-ciecz występują w wielu procesach przemysłowych, np. procesach chemicznych, petrochemicznych, w przemyśle wydobywczym, chłodniczym, urządzeniach do napowietrzania wody i ścieków itp. Pojawianie się przepływów dwufazowych jest często niepożądane, np. w wymiennikach ciepła lub urządzeniach grzewczych, a także w pompach wirowych (zjawisko kawitacji). Wczesne rozpoznanie takich zjawisk może zapobiec stanom awaryjnym tych urządzeń. Z drugiej strony wpływając na wielkość powierzchni międzyfazowej można oddziaływać na intensywność przebiegania tych procesów.

Ta powszechność występowania przepływów dwufazowych mieszanin gaz-ciecz narzuca rosnące wymagania związane z potrzebami automatycznego rozpoznania typu (struktury) przepływu (pęcherzykowy, korkowy, pianowy, itp.), monitorowania przebiegu procesu, diagnozowania stanów nienormalnych i awaryjnych, a także sterowania takimi przepływami. Rosną potrzeby budowy uniwersalnych, nieinwazyjnych i skutecznych metod komputerowej diagnostyki i regulacji procesami przepływów dwufazowych. Wykorzystywana jest do tego Elektryczna Tomografia Pojemnościowa - ECT (ang. *Electrical Capacitance Tomography*). Badania Habilitanta związane są z rozwojem tej techniki obrazowania. Wykorzystanie do diagnostyki i sterowania procesów w czasie rzeczywistym informacji wizyjnej stwarza nowe perspektywy w porównaniu z metodami bazującymi na klasycznych urządzeniach pomiarowych. Trzeba podkreślić, że wcześniej nie były znane metody diagnostyki i sterowania przepływów dwufazowych z wykorzystaniem tomografii pojemnościowej 3D.

Rozwiązania takie stwarzają możliwość podwyższenia efektywności ekonomicznej i bezpieczeństwa przebiegu procesów. Wykrywanie niewłaściwych parametrów przepływu umożliwia unikanie wytwarzania produktów wadliwych o niepożądanych właściwościach, a tym samym poprawę jakości i efektywności produkcji. Jeszcze większe znaczenia ma automatycznie realizowana bieżąca diagnostyka stanów zagrożenia. Pozwala ona na zapobieganie występowania stanów awaryjnych, w których proces jest odstawiany, co wiąże się z dużymi stratami ekonomicznymi. W niektórych procesach powstawać może zagrożenie dla środowiska a nawet dla zdrowia i życia ludzi. W przypadku takich procesów ranga automatycznie prowadzonej w czasie rzeczywistym i nieinwazyjnej diagnostyki przepływów dwufazowych w rurociągach jest szczególnie wysoka.

Tematyka badawcza pt. *Informatyczne metody nieinwazyjnej diagnostyki i regulowania procesem przepływów dwufazowych gaz-ciecz* zaprezentowana w cyklu ośmiu publikacji ma wysoką rangę naukową, a przy tym jest bardzo ważna dla rozwoju nowoczesnej techniki. Omówienie tematyki i celu naukowego badań zostało bardzo dobrze przedstawione w autoreferacie na tle stanu badań światowych.

3.2. Ocena osiągnięcia badawczego

Osiągnięcia naukowe Habilitanta obejmują oryginalne metody modelowania oraz wyznaczania przestrzennych macierzy wrażliwości czujników pojemnościowych ECT dla celów wizualizacji tomograficznej, metody wspomagania projektowania czujników pojemnościowych 3D oraz nowe algorytmy identyfikacji oraz regulacji procesów przepływu dwufazowego z wykorzystaniem wnioskowania rozmytego i nieinwazyjnej diagnostyki tomograficznej.

Wyniki badań dotyczące opracowania algorytmów komputerowego modelowania oraz wyznaczania modelu wrażliwości trójwymiarowych czujników ECT dla potrzeb wizualizacji tomograficznej przedstawiono w następujących publikacjach cyklu [1,3,6]. Istotnym rezultatem badań [1] jest algorytm wspierający proces konstruowania modelu trójwymiarowego czujnika pojemnościowego. Algorytm ten rozwiązuje zagadnienie proste w trakcie rekonstrukcji obrazów. Realizuje on obliczenia rozkładu pola elektrycznego na podstawie zadanego rozkładu przenikalności elektrycznej wewnątrz czujnika oraz numerycznie wyznacza wektor wartości pojemności międzyelektrodowych. Innym oryginalnym wynikiem jest podanie w pracy [1] metody wyznaczania przestrzennych macierzy wrażliwości czujnika na podstawie wyznaczonych wartości potencjałów elektrycznych w elementach siatki oraz algorytmu iteracyjnej rekonstrukcji obrazów trójwymiarowych. Habilitant jest autorem oprogramowania o nazwie *WinRECO*, które realizowało kompletny proces rekonstrukcji obrazów 3D.

W pracy [3] podano nowy algorytm numerycznego wyznaczenia rozkładów potencjałów pola elektrycznego oraz wyznaczania macierzy wrażliwości dla opracowanego czujnika tomograficznego o zwiększonej wrażliwości przy ściankach przeznaczonego do diagnostyki przeciwprądowych przepływów dwufazowych. Przedstawiona metoda rekonstrukcji obrazów uwzględnia geometrię nowego czujnika, którego konstrukcja została opatentowana przez interdyscyplinarny zespół badawczy z udziałem Habilitanta.

Uzyskane wyniki, takie jak poprawa zdolności pomiarowej systemów tomografii pojemnościowej oraz pozyskiwania trójwymiarowych danych pomiarowych, tworzenia obrazów i wizualizacji przy jednoczesnym zachowaniu dużej szybkości zbierania danych są związane z badaniami prowadzonymi w międzynarodowym projekcie FP6 DENIDIA. Uzyskano patent europejski pt. *A method and a device for measuring component fractions in a multiphase flow*. Innym ważnym osiągnięciem projektu DENIDIA jest budowa laboratorium naukowo-badawczego Tomografii Procesowej im. prof. Tomasza Dyakowskiego,

zrealizowana przy znaczącym udziale Habilitanta. W Laboratorium znajdują się trzy przemysłowe instalacje do nieinwazyjnego badania zjawisk fizyko-chemicznych w przepływach wielofazowych.

Oryginalny tunelowy algorytm wyznaczania macierzy wrażliwości, który w każdej iteracji procesu rekonstrukcji tworzy mapy wrażliwości przedstawiono w pracy [6]. Wykazano przy tym, że mapy te dokładniej oddają nieliniową naturę pola elektrycznego niż tradycyjne metody bazujące na analizie energii pola elektrycznego. Algorytm tunelowy został zastosowany do nieliniowej rekonstrukcji obrazów w systemie identyfikacji przepływów dwufazowych gaz-ciecz w projekcie N-B MNiSW pt. *„Zastosowanie trójwymiarowej elektrycznej tomografii pojemnościowej do wyznaczania udziału faz oraz identyfikacji struktur w przepływach typu gaz-ciecz w rurociągach poziomych i pionowych”*.

Istotnym osiągnięciem Habilitanta są także metody wspierające projektowanie czujników pojemnościowych 3D. Dotyczą one struktury mechaniczno-elektrycznej i jej parametrów, takich jak średnica profilu montażowego rurociągu, pole powierzchni elektrod i ich kształt, lokalizacja, odstęp międzyelektrodowe poziome i pionowe, szerokość ekranów wewnętrz-elektrodowych i brzegowych, grubość izolacji ochronnej itp. Bardzo ważnym zagadnieniem jest analiza martwych stref w obszarach międzyelektrodowych trójwymiarowego czujnika pojemnościowego. W publikacji [2] Habilitant zaproponował nowy algorytm analizy martwych stref. W pracy wykazano, że w autorskiej wersji czujnika pojemnościowego 3D martwe strefy są znacząco zredukowane, a zaproponowany czujnik charakteryzuje się zwiększoną zdolnością pomiarową w porównaniu do czujnika opracowanego przez naukowców z USA.

Zbiór algorytmów do metrologicznej analizy zdolności pomiarowej oraz wrażliwości trójwymiarowych czujników ECT pod kątem możliwości skanowania przepływu mieszanin gaz-ciecz został przedstawiony w pracy [4]. W pracy [5] podano algorytm komputerowego wyznaczania parametrów geometrycznych czujnika 3D ECT umożliwiający zmniejszenie niejednorodności rozkładu wrażliwości.

Dzięki zastosowaniu techniki trójwymiarowej tomografii pojemnościowej - 3D ECT możliwa jest nieinwazyjna diagnostyka i monitorowanie wnętrza wybranego fragmentu przepływu, realizowana w czasie rzeczywistym. Zostało to wykorzystane do identyfikacji i regulacji procesów przepływu dwufazowego. Opracowano i zbudowano system diagnostyczno-sterujący przeznaczony do monitorowania i automatycznej regulacji procesów przepływów dwufazowych mieszanin gaz-ciecz w rurociągach pionowych i poziomych o przekroju walcowym. Oryginalnym elementem tego systemu jest algorytm identyfikacji typu przepływu dwufazowego na podstawie surowych danych tomograficznych. Do wyznaczania kształtów i lokalizacji struktur przepływu z surowych przestrzennych danych pomiarowych zastosowano rozmytą klasteryzację [7]. Informacje o przestrzennej charakterystyce przepływu stanowią dane wejściowe algorytmu sterowania rozmytego przebiegiem procesu przepływowego [8]. Rozwiązanie to pt. *„Rozmyty regulator do sterowania typem przepływu dwufazowego”* zostało zgłoszone do Polskiego Urzędu Patentowego.

Powyższe algorytmy identyfikacji i regulacji są osiągnięciami uzyskanymi w ramach projektu naukowo-badawczego SONATA pt. „*Inteligentny system sterowania przepływem dwufazowym w oparciu o pojemnościowe tomograficzne techniki diagnostyczne*”, którego kierownikiem był dr inż. Radosław Wajman. Rezultatem tego grantu jest też inteligentny system diagnostyki i sterowania o akronimie *intelliFlowControl* przeznaczony do rozpoznawania własności dwufazowego przepływu na podstawie tomograficznych danych pomiarowych oraz jego sterowania. System uruchomiono w instalacji przepływu dwufazowego gaz-ciecz w skali półtechnicznej w Laboratorium Tomografii Procesowej im. Prof. Tomasza Dyakowskiego w Instytucie Informatyki Stosowanej PŁ.

Habilitant w autoreferacie wspomina także o innych osiągnięciach praktycznych, takich jak realizacja oprogramowania *TomoKJSStudio*, które jest podstawowym oprogramowaniem diagnostycznym w laboratorium tomografii procesowej. Jednak publikacje dokumentujące to osiągnięcie nie zostały włączone do głównego cyklu i brak ich w dokumentacji wniosku habilitacyjnego, a jedynie tytuły można znaleźć w zał.3 dostarczonej dokumentacji.

Znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja polega na opracowaniu nowych komputerowych metod wizualizacji i przetwarzania trójwymiarowych tomograficznych danych pomiarowych dla potrzeb nieinwazyjnej diagnostyki i regulacji typu przemysłowych procesów przepływu. W publikacjach jednotematycznego cyklu podano oryginalne rozwiązania w dziedzinie klasyfikatorów rozmytych, regulacji rozmytej, statystycznego przetwarzania danych i sygnałów. Podkreślić należy duży potencjał aplikacyjny opracowanych metod trójwymiarowej tomografii pojemnościowej oraz algorytmów identyfikacji i regulacji przepływów dwufazowych bazujących na diagnostyce tomograficznej. Powszechność występowania przepływów dwufazowych w procesach przemysłowych stwarza perspektywy zastosowań. Aplikacje mogą być celowe szczególnie dla procesów krytycznych, w których zmiany typu przepływu mogą wiązać się z powstaniem zagrożeń dla jakości produktu lub bezpieczeństwa instalacji technologicznej a także ludzi ją obsługujących.

Na podstawie analizy dorobku naukowego Habilitanta uważam, że należy on do tej grupy naukowców-inżynierów, których podejście do pracy naukowej oceniam najwyżej, gdyż podejmują się rozwiązania autentycznych problemów technicznych wykorzystując do tego swoją głęboką wiedzę teoretyczną.

4. Ocena aktywności naukowej

Na dorobek naukowy dr inż. Radosława Wajmana po uzyskaniu doktoratu w roku 2006, składa się 69 publikacji, w tym 10 artykułów opublikowanych na łamach czasopism indeksowanych w bazie JCR oraz na liście MNiSW część A, 4 rozdziały w anglojęzycznych monografiach, 24 artykuły opublikowane na łamach recenzowanych czasopism znajdujących się na liście MNiSW część B oraz 30 referatów konferencyjnych. Najważniejsze publikacje (w czasopismach z listy A MNiSZW) ukazały się w następujących czasopismach: *Measurement*

Science and Technology (3publ.) - IF 1,685 35pkt; *International Journal of Multiphase Flow* - IF 2,592, 40 pkt; *Sensor Review* - IF 1,089, 20 pkt; *Flow Measurement and Instrumentation* - IF 1,522, 30pkt; *Insight – Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*. IF 0,754, 20 pkt; *NDT & E International* - IF 2,976, 45 pkt; *Progress in Electromagnetics Research*, (2 publ.) - IF 2,874, 25 pkt.

Dorobek powyższy uzupełnia 1 patent europejski oraz udział w realizacji 7 projektów krajowych i 3 europejskich. Jednym projektem Habilitant kierował a w innych był wykonawcą. Imponujący jest wykaz nagród na międzynarodowych i krajowych wystawach innowacji i wynalazczości, który obejmuje 16 medali, nagród lub wyróżnień uzyskanych w Taipei, Brukseli, Zagrzebiu, Suzhou, Bukareszcie, Kuala Lumpur, Warszawie i Łodzi.

Liczba cytowani prac autorstwa lub współautorstwa Habilitanta wynosi 461 wg bazy Scopus, 301 wg bazy WoS, 691 wg bazy Google Scholar. Indeks Hirscha wynosi – 10 wg bazy Scopus i 8 wg bazy WoS oraz 11 bazy wg Google. W mojej ocenie wartości wskaźników bibliometrycznych są wysokie jak dla młodego naukowca - inżyniera.

Pozostałe osiągnięcia naukowe Habilitanta, nie związane bezpośrednio z osiągnięciami zestawionymi w ocenianym powyżej cyklu prac, dotyczyły następujących zagadnień:

- Weryfikacji możliwości aplikacyjnych systemu diagnostycznego tomografii pojemnościowej do wykrywania ładunków wybuchowych zakopanych w ziemi. Temat realizowany był w projekcie pt. *Autonomiczny robot pola walki przeznaczony do zadań zwiadu i wykrywania min*. Wykazano, że system ECT zdolny jest rozróżniać materiały wybuchowe umieszczone płytko pod powierzchnią gruntu nawet w otoczeniu innych materiałów jak drewno czy tworzywa sztuczne.
- Opracowania metody i urządzenia do pomiaru frakcji składników w przepływie wielofazowym, w szczególności pomiaru frakcji wody, ropy i gazu w przepływach wielofazowych w rurociągach instalacji wydobywczej ropy. Istotą wynalazku, chronionego patentem europejskim EP-2416127, jest zastosowanie trzech tomograficznych technik EIT/ECT/GRT w jednym czujniku i opracowanie komputerowych metod agregacji danych pomiarowych. Udział Habilitanta obejmował opracowanie i implementację algorytmów diagnostyki tomografii elektrycznej w tym m.in. algorytmu synchronizacji i kalibracji systemu pojemnościowego i rezystancyjnego, algorytmów rekonstrukcji obrazów oraz algorytmów agregacji tych obrazów.
- Opracowania dwóch nieuwzględnionych w głównym cyklu osiągnięć komponentów systemu *intelliFlowControl*. Pierwszy z algorytmów synchronizacji danych pomiarowych pochodzących z różnych źródeł o różnej prędkości ich akwizycji. Synchronizacji podlegają dwa tomografy pojemnościowe, kamera CCD oraz liczne urządzenia pomiarowe instalacji jak gazomierze, ciśnieniomierze oraz przepływomierze. Drugi komponent to mobilny panel dotykowy wizualizacji modelu systemu wraz z implementacją programistycznego interfejsu graficznego wizualizacji stanu instalacji, w którym zastosowano koncepcję

„gestów dotykowych” do sterowania procesem przepływu z poziomu np. monitora dotykowego lub tabletu.

- Udziału w programie HORYZONT 2020 Marie Skłodowska-Curie Innovative Training NetWork *“Smart tomographic sensors for advanced industrial process control (TOMOCON)”*, w którym współpracowało 12 instytucji naukowych (krajowych i zagranicznych) oraz 15 partnerów przemysłowych. Tematyka dotyczyła rozwoju nowych obszarów zastosowań dla tomografii procesowej w zakresie innowacyjnych inteligentnych czujników i systemów kontroli procesów. Udział habilitanta dotyczył zadania badawczego pt. *„Zastosowanie tomografii ERT dla potrzeb pomiaru procesu krystalografii w reaktorach wsadowych”*.
- Udziału w realizacji projektów NCBiR. Jeden z projektów o akronimie LETS dotyczy opracowania systemu *„tomografu elektrycznego do innowacyjnego obrazowania i monitorowania obszarowego z wykorzystaniem mapy potencjałów węzłowych”*. Celem drugiego projektu o akronimie PLATOM jest zbudowanie *„nowej generacji platformy tomografii przemysłowej do diagnostyki i sterowania procesami technologicznymi”*.

Są to wszystko znaczące osiągnięcia naukowe, świadczące o aktywności naukowej Habilitanta i umiejętnym łączeniu wiedzy teoretycznej z problematyką wynikającą z potrzeb przemysłu.

Bardzo pozytywnie należy ocenić szeroki zakres międzynarodowej współpracy naukowej dr inż. Radosława Wajmana oraz jego udział w trzech grantach europejskich oraz siedmiu krajowych. Jest on także członkiem Polskiego Towarzystwa Informatycznego, w którym pełnił w latach 2006- 2012 funkcję sekretarza Oddziału Łódzkiego oraz członkiem zarządu Polskiego Towarzystwa Tomografii Procesowej. Habilitant uzyskał stypendium dla wybitnych młodych naukowców przyznawane przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Innym przejawem aktywności naukowej dr inż. Radosława Wajmana jest recenzowanie prac do renomowanych czasopism naukowych: *Measurement Science and Technology, New Journal of Physics, Progress in Electromagnetics Research, Flow Measurement and Instrumentation, International Journal of Multiphase Flow, Sensors, Sensor Review* i innych. To wszystko świadczy o jego bardzo dużej aktywności naukowej w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.

Działalność dydaktyczną Habilitanta oceniam także bardzo pozytywnie. Prowadził wykłady na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ z przedmiotów: Programowanie Sieciowe, Programowanie Komunikacji Internetowej, Programowanie Urządzeń Mobilnych, Sieciowe Aplikacje Multimedialne, Interfejsy platform Mobilnych, Zarządzanie Projektami Informatycznymi, Project Base Learning. Był opiekunem 35 prac dyplomowych inżynierskich i 24 magisterskich. Prowadzi także zajęcia dla osób niepełnosprawnych. Pełni rolę opiekuna pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich, w tym doktoranta zagranicznego studiującego na PŁ.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie powyższych ocen cząstkowych stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr inż. Radosława Wajmana pt. ***Informatyczne metody nieinwazyjnej diagnostyki i regulowania procesem przepływów dwufazowych gaz-ciecz*** wnosi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Rozwiązania stanowiące elementy tego osiągnięcia są oryginalne, powstały w wyniku dogłębnej analizy badanych zagadnień oraz mają duży potencjał aplikacyjny. Dorobek publikacyjny Habilitanta i jego aktywność naukową oceniam jako bardzo dobrą. Uważam, że spełnione są wszystkie wymagania, ujęte w rozporządzeniu MNiSW z dnia 01.09.2011, niezbędne do nadania dr inż. Radosławowi Wajmanowi stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych, zgodnie z Ustawą o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wnoszę zatem do Rady Wydziału Elektroniki, Elektrotechniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

