

Kraków, 21 listopada 2019

dr hab. inż. Zdzisław Stęgowski prof. AGH  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
al. Mickiewicza 30  
30-059 Kraków  
tel. (+48) 12 617 39 15  
e-mail: stegowski@fis.agh.edu.pl

**Recenzja osiągnięcia naukowego:**

**„Informatyczne metody nieinwazyjnej diagnostyki i regulowania procesem przepływów  
dwufazowych gaz-ciecz”**

**oraz dorobku naukowego, dra inż. Radosława Wajmana**

zatrudnianego na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki,  
Politechniki Łódzkiej

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

**Ocena cyklu publikacji** pt. „Informatyczne metody nieinwazyjnej diagnostyki i regulowania procesem przepływów dwufazowych gaz-ciecz”, stanowiącego podstawę osiągnięcia naukowego w staraniach o stopień doktora habilitowanego.

Podstawą ubiegania się dra inż. Radosława Wajmana o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest cykl ośmiu publikacji oznaczonych w autoreferacie od I.B.1 do I.B.8. Są to prace opublikowane w latach 2006 – 2017 i wszystkie dotyczą zagadnień teoretycznych i praktycznych zastosowania Elektrycznej Tomografii Pojemnościowej (ETP). Całość tych prac ukierunkowana jest na praktyczne zastosowanie metody ETP w diagnostyce i sterowaniu procesami przemysłowymi w których występuje przepływ dwufazowy.

Pewne wątpliwości budzi zaliczenie publikacja I.B.1 do osiągnięcia w staraniach o stopień doktora habilitowanego. Zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003, art.1 osiągnięcia te powinny dotyczyć okresu po otrzymaniu stopnia doktora. Stopień doktora został nadany panu Wajmanowi 9 maja 2006 roku, publikacja została zgłoszona do druku w styczniu 2006 i opublikowana lipcu tego samego roku. Nie znam treści rozprawy doktorskiej i nie jestem w stanie ocenić czy i w jakim stopniu publikacja pokrywa się z pracą doktorską. Tytuły obu prac nie wykluczają tego. Formalnie praca I.B.1 została opublikowana dwa miesiące po uzyskaniu stopnia doktora i patrząc z tej strony można ją włączyć do osiągnięcia naukowego w staraniach o stopień doktora habilitowanego. Jest to o tyle istotne, że praca I.B.2 jest wynikiem pracy I.B.1 i stanowią istotną część wskazanego osiągnięcia naukowego. Uważam, że te niejasności powinny być poruszone i wyjaśnione na Zebraniu Komisji. W swojej ocenie będę uwzględniał obie publikacje.

Przed dokładniejszym omówieniem przedstawionych prac, zwrócę uwagę na ich chronologiczne ułożenie, co równocześnie ukazuje pewien logiczny ciąg rozwoju metody

ETP od podstawowych zagadnień pomiaru i rekonstrukcji obrazów do zastosowania metod sztucznej inteligencji analizujących te obrazy. Praca I.B.1 przedstawia zastosowanie 12-elektrodowego systemu ETP do trójwymiarowego obrazowania (3D). Praca obejmuje zarówno teoretyczne analizy i modelowania, jak i wyniki badań przeprowadzone na trzech fantomach. Praca posiada 6 autorów a Habilitant jest pierwszym autorem i posiada najwyższy 40% udział w jej opracowaniu. Udział ten obejmuje opracowanie komputerowego trójwymiarowego systemu ETP pozwalającego na numeryczne symulacje procesu pomiaru oraz rekonstrukcji obrazu 3D. Opracowanie to, plus weryfikacja doświadczalna jest istotą tej publikacji. Praca I.B.2 jest bezpośrednim wynikiem publikacji I.B.1. Jest to odpowiedź na uwagi grupy prof. Fana dotyczące słabej jakości odtwarzania obrazu w obszarach międzyelektrodowych. Praca jest krótka, przedstawia dyskusję i wyniki rekonstrukcji obrazów 3D dla 12 i 40 elektrodowego systemu ETP. Habilitant jest pierwszym autorem tego artykułu i posiada 50% udział w jej opracowaniu. Wynikiem zlecenia z Politechniki Opolskiej jest praca I.B.3 poświęcona konstrukcji systemu ETP o zwiększonej czułości przy ściankach rurociągu. Taki system dedykowany jest dla układów gdzie istotna jest identyfikacja ilości cieczy przepływającej przy ścianie rurociągu. Aby to osiągnąć zaproponowano dołożenie dodatkowych elektrod do klasycznego systemu ETP. Dla takiego systemu przy zadanej geometrii przetestowano trzy metody wyznaczania mapy czułości: metodą geometryczną, metodą równania Poissona oraz metodą śledzenia linii pola elektrycznego (EFL). Rekonstrukcja obrazu wykonano metodą liniowej projekcji wstecznej oraz iteracyjnej projekcji wstecznej. Wprowadzenie dodatkowych elektrod wymagało opracowania modelu systemu, dodatkowych opracowań w zakresie wyznaczania macierzy wrażliwości oraz iteracyjnego algorytmu rekonstrukcji obrazu. Te prace zostały wykonane przez dra Wajmana, a pozostałe wspólnie lub przez drugiego współautora. Publikacje I.B.4 i I.B.5 opracowane są przez siedmiu tych samych autorów. W pierwszej udział Habilitanta wynosi 30% a w drugiej 25%. Praca I.B.4 dotyczy systemu ETP z wewnętrznymi elektrodami w zastosowaniu do przepływów dwufazowych. Praca I.B.5 przedstawia zastosowanie logiki rozmytej do klasyfikacji struktury przepływu mieszaniny gaz – ciecz. W obu przypadkach główny udział Habilitanta polegał na zaprojektowaniu systemu ETP oraz optymalizacja algorytmów jego działania. W pracy I.B.4 doszło jeszcze opracowanie tunelowych macierzy wrażliwości. Praca I.B.6 poświęcona jest zagadnieniu wyznaczania tunelowych macierzy wrażliwości. Habilitant jest głównym autorem tej pracy. W pracy opisana jest dokładnie droga prowadząca do wyznaczenia tunelowych macierzy wrażliwości oraz przedstawione są wyniki jej działania na przykładzie testów wykonanych na fantomie. Metoda ta była już stosowana w pracy I.B.4 i przedstawione tam wyniki są identyczne jak w pracy I.B.6 (Rys. 9, 10 i 11). W tym kontekście dziwny jest fakt braku odniesienia w pracy I.B.6 do pracy I.B.4. Prace I.B.7 i I.B.8 są ze sobą związane tematem zastosowania metody logiki rozmytej w badaniach i sterowaniu przepływami dwufazowymi w oparciu o dane otrzymane z pomiarów ETP. Głównym tematem pracy I.B.7 jest zastosowanie metody logiki rozmytej do klasyfikacji charakteru przepływu dwufazowego na podstawie nieprzetworzonych danych z systemu ETP. W pracy I.B.8 przedstawiony jest inteligentny system opracowany i zastosowany do diagnostyki i sterowania układów z przepływem mieszaniny gaz - ciecz. W obu przypadkach Habilitant jest wiodącym autorem przedstawionych osiągnięć. Drugi autor, o takim samym udziale procentowym w tych publikacjach, jest doktorantem a jego opiekunem jest dr Wajman.

Przedstawiony cykl publikacji pokazuje na ciągły i duży rozwój zastosowania Elektrycznej Tomografii Pojemnościowej w badaniach przepływu mieszaniny gaz – ciecz oraz praktycznym jej zastosowaniu. Podstawowymi elementami tego rozwoju jest opracowywanie nowych zaawansowanych metod numerycznych do projektowania systemów ETP, przetwarzania i analizy danych pomiarowych oraz tworzenie układów do diagnostyki i sterowania układów z przepływem dwufazowym. Są to zagadnienia, którymi zajmował się Habilitant i moim zdaniem są wyróżniającym się osiągnięciem naukowym w zakresie informatyki w obszarze nauk technicznych.

Namacalnym efektem tych działań jest powstałe na Politechnice Łódzkiej laboratorium naukowobadawcze Tomografii Procesowej im. Prof. Tomasza Dyakowskiego a w jego ramach oprogramowanie „TomoKISSdio”, którego jednym z głównych wykonawców jest Habilitant.

### **Ocena działalności naukowej.**

Dr inż. Radosław Wajman ukończył studia magisterskie na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechniki Łódzkiej i cała jego kariera zawodowa związana jest z tym Wydziałem. Pracę magisterską pod tytułem „Rekonstrukcja i analiza zdjęć obrazów uzyskanych z tomografu procesowego” obronił w roku 2000. W tym samym roku rozpoczął pracę w Katedrze Informatyki Stosowanej na stanowisku asystenta. W roku 2006 obronił pracę doktorską pod tytułem „Nowa metoda rekonstrukcji obrazów dla potrzeb pojemnościowej tomografii procesowej” i od tego roku do chwili obecnej zatrudniony jest na stanowisku adiunkta. Prace doktorska została wyróżniona przez Radę Wydziału EEIiA, PŁ.

Od czasu doktoratu Habilitant wykazuje dużą aktywność naukowo badawczą. Jedną z form tej aktywności jest udział w projektach krajowych i zagranicznych. Łącznie, od roku 2006 projektów tych było jedenaście, w tym trzy międzynarodowe. Były to projekty naukowo - badawcze jak i rozwojowe. W większości z nich Habilitant był głównym wykonawcą

a w jednym przypadku był kierownikiem grantu NCN. Efektem tego grantu był wniosek patentowy pt. „Rozmyty regulator do sterowania typem przepływu dwufazowego”. Większość tych projektów dotyczyła tomografii lub diagnostyki procesów przepływu mieszanin dwufazowych w oparciu o technikę pomiaru pojemności elektrycznych.

Dorobek publikacyjny Habilitanta to 10 artykułów w czasopismach z listy A MNiSW, 24 artykuły w czasopismach z listy B, 4 rozdziały w monografiach i 29 publikacji w materiałach konferencyjnych. W przypadku pierwszych dziesięciu artykułów to były to czasopisma o punktacji MNiSW od 20 do 45 punktów, a średnia ważona wynosi 31 punktów. W przypadku artykułów w czasopismach z listy B to są głównie dwa czasopisma: Automatyka – AGH (5 punktów) oraz Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska (7 punktów). Publikacje konferencyjne pochodzą z czternastu konferencji międzynarodowych w tym czterech organizowanych na terenie Polski. Z załącznika 3 nie wynika jednoznacznie, że Habilitant brał udział we wszystkich tych konferencjach. Cennym dorobkiem publikacyjnym Habilitanta jest udział w opracowaniu czterech monografii pod redakcją prof. Sankowskiego. Na dzień 20 listopada 2019 roku w bazie Web of Science znajduje się 13 artykułów w których dr Wajman jest współautorem.

Bez autocytowań są one cytowane 305 razy co daje średnią 23,4 cytowań na artykuł. Pięć artykułów posiada średnioroczne cytowanie od 3,5 do 7,2. Indeks Hirsha Habilitanta w tej bazie wynosi 8. Można zaobserwować pewien wzrost liczby publikacji począwszy od roku 2009. W bazie Web of Science 80 procent cytowań pochodzi z lat 2012-2019. Świadczy to zarówno o wzroście zainteresowania tematyką i osiągnięciami Habilitanta jak i jego systematycznej pracy w powiązaniu z publikacją jej wyników. Wszystkie publikacje są wieloautorskie co wynika z prowadzonych badań, które wymagają pracy zespołowej obejmującej przygotowania urządzeń, aparatury, wykonywania testów i pomiarów, opracowań algorytmów i modeli numerycznych. Biorąc pod uwagę obszar nauk oraz dyscyplinę w której dr R. Wajman stara się o stopień doktora habilitowanego dorobek publikacyjny (w tym liczba cytowań) uważam za bardzo dobry. Efektem tego dorobku jest powoływanie Habilitanta na recenzenta artykułów przez renomowane czasopisma międzynarodowe. Główną tematyką naukową uprawianą przez Habilitanta jest Elektryczna Tomografia Pojemnościowa i jej zastosowanie w praktyce przemysłowej. Oprócz publikacji, o osiągnięciach w tej dziedzinie świadczą liczne nagrody i wyróżnienia uzyskane na światowych i krajowych wystawach innowacyjności i wynalazczości. Łącznie było ich dwadzieścia w tym osiem na wystawach zagranicznych. Jednym ze zwieńczeń dotychczasowych osiągnięć naukowych Habilitanta jest Jego udział w projektach NCBR obejmujących współpracę Politechniki Łódzkiej z ośrodkiem badawczo-rozwojowym NETRIX. Całą działalność naukową Habilitanta oceniam bardzo wysoko.

#### **Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i współpracy międzynarodowej.**

W przypadku zajęć dydaktycznych Habilitant prowadzi zajęcia z szerokiego zakresu informatyki począwszy od podstaw programowania, systemów operacyjnych, sieci komputerowych do grafiki komputerowej i aplikacji multimedialnych. W wielu z tych przedmiotów prowadzi zarówno wykłady jak i ćwiczenia. Prowadzone przedmioty wskazują na szerokie kompetencje Habilitanta w zakresie informatyki.

W zakresie kształcenia kadr, od czasu uzyskania stopnia doktora, dr R. Wajman był opiekunem 35 prac inżynierskich i 24 prac magisterskich. Obecnie jest promotorem pomocniczym dwóch prac doktorskich. Dane te świadczą o odpowiednim potencjale naukowym Habilitanta pozwalającym stworzyć tematy naukowe służące dyplomowaniu studentów. Dorobek ten w nadmiarze spełnia formalne i zwyczajowe wymagania dla pracowników badawczo-dydaktycznych starających się o stopień doktora habilitowanego.

Działalność organizacyjna Habilitanta jest głównie związana z bezpośrednią działalnością naukową i dydaktyczną. Oprócz członkostwa w Zarządzie Polskiego Towarzystwa Tomografii Procesowej Habilitant nie wykazał innej działalności organizacyjnej w obrębie, czy to Wydziału, czy to Uczelni.

Współpraca międzynarodowa Habilitanta to głównie udział w trzech programach. Pierwszy (dla którego nie są podane szczegóły) to prawdopodobnie program koordynowany przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej w Wiedniu. Program obejmował lata 2003-2007 i dotyczył tomografii procesów przemysłowych. W programie tym brało udział dziesięć ośrodków naukowych z różnych krajów całego świata. Drugi to program dotyczący rozwoju nieinwazyjnej diagnostyki w zastosowaniach przemysłowych i naukowych.

W programie uczestniczyło siedem ośrodków naukowych z pięciu krajów. Program miał akronim „DENIDA”, realizowany był w ramach 6-tego Programu Ramowego w latach 2007-2010 (lub 2006-2010). Trzeci program realizowany w latach 2017- 2021 dotyczy zastosowania inteligentnych czujników tomograficznych do kontroli procesów przemysłowych. W programie bierze udział dziesięć ośrodków naukowych z różnych krajów oraz piętnastu partnerów z przemysłu z siedmiu krajów. Co do staży to dr R. Wajman odbył tylko jeden krótki, dwutygodniowy staż na Uniwersytecie w Bath w Wielkiej Brytanii w ramach programu „DENIDA”. Z wyjątkiem staży i pobytów zagranicznych współpracę zagraniczną Habilitanta uważam za zadowalającą.

#### **Uwagi.**

Oprócz wymienionych uwag do publikacji I.B.1 i I.B.6 mam nie merytoryczne uwagi do przygotowanych przez Habilitanta materiałów we wniosku habilitacyjnym. Zarówno w wersji papierowej jak i elektronicznej przygotowane kserokopie są bardzo marnej jakości. W przypadku publikacji wykonane kopie w skali szarości dla kolorowych rysunków są praktycznie nieczytelne. Jest to całkowicie niezrozumiałe jako, że kopie tych publikacji są dostępne w bazach internetowych w oryginalnych kolorowych wersjach.

#### **Wnioski końcowe**

Po zapoznaniu się cyklem publikacji pt. „Informatyczne metody nieinwazyjnej diagnostyki i regulowania procesem przepływów dwufazowych gaz-ciecz” stwierdzam że stanowi on osiągnięcie naukowe wnoszące znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny „Informatyka” (dyscyplina wskazana we wniosku), a obecnie odpowiada to dyscyplinie „Informatyka Techniczna i Telekomunikacja”. Także działalność dydaktyczna, organizacyjna i współpraca międzynarodowa Habilitanta świadczy o Jego odpowiednich kompetencjach, wiedzy i ogólnym przygotowaniu do prowadzenia w pełni samodzielnej działalności naukowej. Stwierdzam, że osiągnięcia Habilitanta spełniają wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz rozporządzenie ministra nauki i szkolnictwa wyższego z dnia 1 września 2011 r.

W związku z tym wnioskuję o nadanie dr. inż. Radosławowi Wajmanowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

*Zo. Sękowski*