

Dr hab. inż. Małgorzata Wysocka, prof. GIG

Katowice, 10 sierpnia 2019 r.

Główny Instytut Górnictwa

e-mail: mwysocka@gig.eu

**Recenzja osiągnięć naukowo-badawczych oraz dorobku dydaktycznego,  
popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej  
dr inż. Marcina Zycha**

### **1. Podstawa recenzji**

Recenzję opracowano na podstawie pisma Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza, z dnia 3 lipca 2019 r. znak WGGIOŚ-dz.0154-233/2019, w związku z powołaniem przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów Komisji Habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Marcina Zycha, w dziedzinie Nauk o Ziemi w dyscyplinie Geofizyka i powierzeniem mi w wyżej wymienionym postępowaniu funkcji recenzenta.

Przekazana dokumentacja w postaci:

- Wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego;
- Kopii dyplomu doktora nauk technicznych, nadanego uchwałą Rady Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie;
- Autoreferatu w języku polskim i angielskim;
- Cyklu publikacji powiązanych tematycznie, stanowiących osiągnięcie naukowe, wraz z oświadczeniami współautorów publikacji;
- Wykazu opublikowanych prac naukowych z podsumowaniem dorobku;
- Informacje o:
  - Osiągnięciach dydaktycznych i sprawowanej opiece naukowej nad studentami;
  - Współpracy z instytucjami naukowymi w kraju i za granicą;

- Odbytych stażach w krajowych i zagranicznych ośrodkach naukowych lub akademickich;
- Działalności popularyzującej naukę,

jest kompletna i spełnia wymogi stawiane w *Ustawie o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki* z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) oraz w *Rozporządzeniu MNISZW z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* (Dz. U. 2018 Poz. 261), a tym samym umożliwia ocenę formalną i merytoryczną Habilitanta.

Na podstawie oceny przedłożonej dokumentacji stwierdzam, że dorobek naukowo-badawczy Pana dr inż. Marcina Zycha mieści się w dziedzinie nauk Nauki o Ziemi w dyscyplinie Geofizyka, w obszarze dotyczącym radiometrycznych pomiarów geofizycznych, a szczególnie w zakresie problematyki związanej z układami pomiarowymi, umożliwiającymi analizowanie transportu promieniowania w różnych ośrodkach oraz przepływów wielofazowych.

Habilitant uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera fizyki technicznej, specjalność fizyka jądrowa w 2000 r. w Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie. Stopień doktora nauk fizycznych nadano mu także w Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie w 2007 r. Od 2010r. zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Katedrze Geofizyki Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie.

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego habilitanta**

Jako osiągnięcie naukowe pod tytułem *Analiza i interpretacja sygnałów w radiometrycznych pomiarach geofizycznych*, Habilitant przedstawił cykl 6 publikacji naukowych.

Cel naukowy Habilitant zdefiniował, jako „zdobycie na podstawie danych pomiarowych nowej wiedzy w zakresie nowych i modyfikacji istniejących metod analizy oraz interpretacji sygnałów z radiometrycznych układów pomiarowych w badaniach geofizyki stosowanej”. Habilitant realizował postawiony cel, poprzez podejmowanie badań, eksperymentów i prac opisanych w poszczególnych artykułach naukowych.

Pomiary radiometryczne, wykorzystywane w geofizyce, polegają na rejestracji promieniowania gamma lub neutronowego. Detektory promieniowania, dzięki układom elektronicznym, przetwarzają zmierzone promieniowanie na sygnał elektryczny, który może

być rejestrowany i analizowany, dostarczając informacji o specyficznych właściwościach ośrodka. Habilitant świadomie koncentruje swoje zainteresowania badawcze na:

- budowie układów pomiarowych oraz wykorzystaniu metod matematycznych, dających szansę na zwiększenie dokładności pomiarów, co w mojej ocenie determinuje poprawną analizę badanych cech, czy obserwowanych zjawisk;
- badaniach i eksperymentach, których wyniki Habilitant analizuje wykorzystując matematyczne metody obliczeniowe, co pozwala na modelowanie zjawisk związanych z transportem promieniowania w ośrodkach skalnych, przepływów wielofazowych, a w rezultacie poszerzają możliwości badawcze i weryfikują istniejące hipotezy.

### **2.1. Najważniejsze elementy osiągnięcia naukowego.**

- Wyznaczanie średniej prędkości przepływów, jako jednego z najważniejszych parametrów fizycznych, przepływów w dwufazowych.

Do eksperymentów Habilitant skonstruował w 2004 instalację badawczą, którą wykorzystywał do badań w kolejnych zadaniach badawczych, w kolejnych latach. Skonstruowana instalacja została użyta do porównania trzech metod wyznaczania wartości średniej prędkości przepływu fazy rozproszonej, to jest korelacji wzajemnej, dekonwolucji oraz metody dwufazowej. Pracę i jej wyniki opisano w publikacji [ON6] *Application of gamma densitometry and statistical signal analysis to gas phase velocity measurements in pipeline hydrotransport* (Zych i in. 2015). W wyniku przeprowadzonych analiz Habilitant i współautorzy stwierdzili, że najlepszą metodą wyznaczania średniej prędkości przepływu fazy rozproszonej jest metoda korelacji wzajemnej. Lepszą precyzję uzyskuje się jednak za pomocą metody fazowej CSDF. Jest to istotne stwierdzenie, ponieważ dokonano oceny precyzji wszystkich trzech metod, co jest istotnym przyczynkiem poszerzenia możliwości interpretacji wyników pomiarów radiometrycznych.

- Redukcja szumów w pomiarach radiometrycznych.

Szumy pochodzące od promieniowania tła, generowane przez elektroniczne układy przetwarzania sygnału oraz inne zjawiska, niejednokrotnie zaburzają prawidłowość pomiarów radiometrycznych, a co za tym idzie, poprawną interpretację procesów fizycznych. Redukcja szumów poprawia więc precyzję pomiaru sygnału. W kolejnym artykule, składającym się na

osiągnięcie naukowe Habilitanta, (Zych i in., 2018, *Comparison of noise reduction methods in radiometric correlation measurements of two-phase liquid-gas* [ON2]), porównane zostały cztery metody redukcji szumów w pomiarach radiometrycznych, stosowane do wyznaczania prędkości w przepływie ciecz-gaz. Zaproponowane zostały nowe metody filtracji i wygładzania widma, pozwalające na zwiększenie dokładności pomiaru. Jak zostało podkreślone i co jest w mojej ocenie bardzo ważne, poprawa precyzji pomiaru jest szczególnie ważna w pomiarach, w których udział szumu jest istotny - na przykład pomiary przepływu mieszaniny ciecz – cząstki stałe. Zaproponowane przez Habilitanta metody filtracji i wygładzania mogą być stosowane w klasycznych metodach spektrometrycznych, szczególnie do pomiarów nuklidów naturalnych (potasu, uranu, toru) w próbkach stałych – na przykład w rdzeniach wiertniczych. To osiągnięcie Habilitanta daje istotny wkład do poprawy jakości pomiarów radiometrycznych, szczególnie spektrometrii promieniowania gamma.

- Rozpoznawanie typu przepływu dwufazowego ciecz-gaz.

Zagadnienie rozpoznawania typu przepływu jest istotnym problemem w przemyśle wydobywczym i petrochemicznym. Zmienność sygnału radiometrycznego w zależności od typu przepływu była tematem badań prowadzonych od kilku lat przez Habilitanta i jego zespół. Prace nad tym problemem zwięźza artykuł pt. *Identification of liquid-gas flow regime in a pipeline using gamma-ray absorption technique and computational intelligence methods* Hanus, Zych i in. 2018 [ON3]. Habilitant podkreśla, że opisane w tym elemencie osiągnięcia naukowego pomiary wykonywane były dynamicznie, w przeciwieństwie do stosowanych dotychczas metod statycznych. W mojej ocenie jest to ważna modyfikacja, dająca lepsze możliwości analizy otrzymywanych sygnałów i wykorzystania ich specyficznych cech statystycznych w różnego typu aplikacjach praktycznych – np. do rozpoznawania formacji geologicznych, struktur przepływów i innych.

- Zastosowanie analizy sygnału do określenie wielkości struktur w intermitentnym przepływie dwufazowym ciecz-gaz.

Podsumowanie prac nad pogłębioną analizą sygnałów z układów pomiarowych stanowi kolejne osiągnięcie naukowe Habilitanta pt. *An analysis and interpretation of the signals in gamma-absorption measurements of liquid-gas intermittent flow* (Zych i in. 2018) [ON1]. Habilitant wyodrębnił takie cechy sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, które mógł powiązać z wybranymi wielkościami fizycznymi przepływu – średnią głębokością i długością struktur gazowych. Niewątpliwym osiągnięciem jest wykazanie, że stosując układ składający

się z dwóch sond scyntylicyjnych można, podobnie jak w przypadku metod tomograficznych, zrekonstruować przepływy.

- Porównanie pomiarów radioizotopowych i absorpcji promieniowania gamma w przepływie dwufazowym ciecz-cząstki ciała stałego.

Badania i eksperymenty z wykorzystaniem radioizotopów dają na ogół bardzo ciekawe wyniki. Wymagają jednak zarówno dobrego przygotowania i zaplanowania eksperymentu, jak i doświadczenia w pracy z radioizotopami. Habilitant przeprowadził również i takie wymagające eksperymenty, których opis zawarł w publikacji *Radiometric methods in the measurement of particle-laden flows* (Zych i in. 2017) [ON4]. W trakcie eksperymentu badano zarówno pochłanianie promieniowania gamma, jak i śledzono prędkość przepływu wybranych, znaczonych ziaren. Znacznik stanowił izotop Tc-99m. Eksperyment miał na celu prześledzenie przepływów ziaren w poszczególnych klasach ziarnowych, w stosunku do średniej wielkości populacji ziaren. Istotną nowością wniesioną przez Habilitanta jest oznaczenie objętościowej, przekrojowej koncentracji fazy stałej – istotnego parametru przepływu.

- Symulacje sygnałów dla przepływu znaczonych izotopowo cząstek ciała stałego.

Podjęmując się badań i eksperymentów z wykorzystaniem znaczników izotopowych, Habilitant przeanalizował zarówno skomplikowaną logistykę zadania, wynikającą z wymogów ochrony radiologicznej, trudności metrologicznych pomiarów izotopowych, jak i koszty nabycia, przechowywania i ewentualnej utylizacji izotopu, czy skażonych odpadów. Z tego względu, świadomie podjął się realizacji zadania polegającego na wykorzystaniu symulacji komputerowych do teoretycznego prześledzenia zaplanowanego eksperymentu. Wykorzystując środowisko obliczeniowe Monte Carlo - MCNP5 zbudował model matematyczny dla zjawiska dynamicznego przepływu ciecz-cząstki ciała stałego, co zostało opisane w artykule *Modelling of dynamic experiments in MCNP5 environment* (Mosorov, Zych i in., 2016) [ON5]. Habilitant wykonywał symulacje komputerowe równoległe z eksperymentami pomiarowymi, prowadzonymi z wykorzystaniem specjalnie w tym celu zbudowanego stanowiska. Dzięki analizie wyników eksperymentu i symulacji komputerowych Habilitant stworzył dynamiczny model ruchu źródła promieniowania gamma oraz empirycznie ustalił minimalną liczbę dyskretnych pozycji, niezbędną do symulacji ruchu tego źródła.

Analizując całość prac stanowiących osiągnięcie naukowe należy podkreślić te elementy, które w mojej opinii, stanowią o szczególnej wartości pracy Habilitanta:

- zwiększenie precyzji pomiarów radiometrycznych,
- poszerzenie zakresu informacji o badanym ośrodku i procesie ,
- zastosowanie do interpretacji wyników pomiarów radiometrycznych nowych, lub modyfikacja istniejących metod matematycznych,
- wykorzystanie możliwości metod radioznacznikowych i symulacji komputerowych do opisu procesów, trudnych lub niemożliwych do realizacji w warunkach laboratoryjnych.

Wyżej wymienione aspekty osiągnięcia naukowego Habilitanta przesądzają o oryginalnym, autorskim wkładzie dr inż. Marcina Zycha w rozwój dyscypliny *geofizyka*. Opracowane metody mogą być wykorzystane w dużo szerszym zakresie, niż przedstawiono w publikacjach, składających się na osiągnięcie naukowe Habilitanta, zarówno w geofizyce stosowanej, jak i geologii. Badania, eksperymenty i analizy matematyczne prowadzone przez Habilitanta mają charakter twórczy i odpowiadają na wyzwania naukowe i potrzeby praktyczne, warunkujące rozwój dyscypliny, wypełniając lukę badawczą i poznawczą w obszarze analizy i interpretacji sygnałów w radiometrycznych w pomiarach geofizycznych.

**Wszystkie wymienione powyżej okoliczności świadczą o zdolności Habilitanta do samodzielnego prowadzenia badań naukowych, a przedstawione przez niego osiągnięcie naukowe pod tytułem *Analiza i interpretacja sygnałów w radiometrycznych pomiarach geofizycznych*, jako cykl powiązanych tematycznie publikacji, może stanowić podstawę do nadania doktorowi inżynierowi Marcinowi Zychowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie *Nauki o Ziemi*, w dyscyplinie *Geofizyka*.**

### **3. Ocena pozostałego dorobku naukowego Habilitanta**

Zainteresowania naukowe Habilitanta, poza przedstawionymi, jako osiągnięcie naukowe, koncentrowały się na badaniach, eksperymentach i analizach matematycznych zjawisk fizycznych determinujących przepływy w różnych ośrodkach. Według mnie zasługuje na podkreślenie fakt, że Habilitant w większości prac zespołowych, uczestniczył w projektowaniu stanowisk eksperymentalnych, prowadził badania i wykonywał obliczenia, angażując niejednokrotnie wyrafinowane metody matematyczne. Świadczy to o dojrzałości

i dużym doświadczeniu, pozwalającym na holistyczną analizę i interpretację zjawisk fizycznych. Wyniki prac, niestanowiących zasadniczego osiągnięcia naukowego, publikowane były zarówno w czasopismach z listy A i B MNiSZW, jak i prezentowane podczas krajowych i międzynarodowych konferencji. Habilitant współpracował z zespołami krajowymi (nie tylko z macierzystej uczelni) i zagranicznymi, co świadczy o rozpoznawalności Habilitanta i jego osiągnięć oraz o umiejętności odpowiadania na potrzeby różnych środowisk naukowych.

#### **4. Ocena osiągnięć dydaktycznych i popularyzatorskich Habilitanta**

Habilitant zaangażowany jest w działalność dydaktyczną od okresu studiów doktoranckich, kiedy na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH prowadził ćwiczenia audytoryjne z fizyki i ćwiczenia laboratoryjne z fizyki i z metod radioizotopowych. Po zatrudnieniu na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH Habilitant prowadził zarówno ćwiczenia z petrofizyki, aplikacji obliczeniowych, ochrony radiologicznej, wstępu do astrofizyki, geofizyki, obliczeń i metod matematycznych w geofizyce i innych tematów. Warto podkreślić, że Habilitant prowadzi wykłady zarówno w języku polskim jak i w języku angielskim, dla studentów polskich i zagranicznych.

Szeroki zakres tematyczny ćwiczeń i wykładów wymuszają ciągłą pracę nad poszerzaniem wiedzy i doskonaleniem warsztatu. Dr inż. Marcin Zych, jest autorem artykułu o charakterze dydaktycznym pt. *Statystyczny Charakter rozpadu promieniotwórczego*, który został zarówno opublikowany, jak i przedstawiony podczas Międzynarodowego Seminarium Metrologów. Dr inż. M. Zych sprawował opiekę nad 9 projektami inżynierskimi i 10 pracami magisterskimi.

Istotnym faktem, świadczącym o poważnym zaangażowaniu w pracę dydaktyczną, jest uczestnictwo w Wydziałowym Zespole Jakości Kształcenia.

Wysoko oceniam zaangażowanie Habilitanta w ten aspekt aktywności naukowej: szeroki zakres tematyczny działalności, ciągłe podnoszenie kwalifikacji, promowanie zarówno nauki, jak i nauczania.

## 5. Ocena współpracy z instytucjami naukowymi w kraju i za granicą

Habilitant, angażując się w realizację projektów finansowanych z różnych źródeł krajowych (np. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Europejskiego Funduszu Regionalnego) i zagranicznych (np. współpraca polsko-czeska), podejmował współpracę z instytucjami krajowymi i zagranicznymi. Do najistotniejszych należą: Instytut Fizyki Jądrowej PAN im. Henryka Niewodniczańskiego w Krakowie, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Politechnika Łódzka, Politechnika Gdańska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska, Instytut Hydrodynamiki Czeskiej Akademii Nauk, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Górnictwa Surowców Chemicznych „CHEMKOP” Sp. Z o.o. i in. Dzięki obecności publikacji autorstwa lub współautorstwa Habilitanta w wartościowych czasopismach i wynikającej z tego faktu rozpoznawalności, nawiązuje współpracę i kontakty z zespołami z uniwersytetów i instytutów w Iranie, co zwieńczone zostaje wspólną publikacją. Kolejny zagraniczny uniwersytet, z którym Habilitant współpracuje to węgierski Uniwersytet w Miskolcu.

Wysoko oceniam współpracę Habilitanta z agencjami atomistyki, zarówno Polską Agencją Atomistyki, jak i wiedeńską Międzynarodową Agencją Energii Atomowej (IAEA). Wspólnie ze specjalistami IAEA dr Zych zorganizował w czerwcu 2018r., na wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH seminarium pn. *Consultant Meeting on development of tool package for flow-rate measurement using cross-correlation method*.

Habilitant odbywał staże i wizyty studyjne oraz odbywał praktyki m.in. :

- na otwór wiertniczy Dukla I,
- w przedsiębiorstwie Geofizyka Kraków S.A.,
- w Instytucie Hydrodynamiki Czeskiej Akademii Nauk.

## 5. Wniosek końcowy

Analizując informacje zawarte we wniosku dr inż. Marcina Zycha oraz oceny jego osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej stwierdzam, że Habilitant spełnia wymogi określone w *Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. i Rozporządzeniu MNISZW z dnia 19 stycznia 2018 r. (Dz. U. 2018 r. poz. 261),



a w szczególności:

- Posiada osiągnięcia naukowe, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny geofizyka, w postaci cyklu publikacji powiązanych tematycznie pt.: *Analiza i interpretacja sygnałów w radiometrycznych pomiarach geofizycznych*, będące podsumowaniem badań i eksperymentów z zakresu radiometrycznych pomiarów geofizycznych,
- jest autorem lub współautorem publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Report (JCR) - 27 publikacji po uzyskaniu stopnia doktora;
- jest autorem lub współautorem 7 rozdziałów w monografiach naukowych;
- jest autorem lub współautorem 27 materiałów konferencyjnych punktowanych przez MNISZW oraz 22 niepunktowanych;
- wygłosił 9 referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych, w tym 1 wykład plenarny, zaprezentował 13 posterów na konferencjach;
- posiada sumaryczny impact factor publikacji naukowych 14,891;
- liczba cytowań (bez autocytowań) wg Web of Science to 81, liczba wszystkich cytowań wynosi 223;
- indeks Hirsha wg. bazy Web of Science równy jest 5;
- otrzymał 3-krotnie nagrody indywidualne pierwszego lub drugiego stopnia J.M. Rektora AGH;
- wykazał się osiągnięciami dydaktycznymi oraz z zakresu popularyzacji nauki;
- uczestniczył w pracach zespołów naukowych, ekspercki krajowych i międzynarodowych;
- wykonał około 40 recenzji manuskryptów kierowanych do krajowych i zagranicznych czasopism i materiałów konferencyjnych.

W związku z powyższym, biorąc pod uwagę osiągnięcie naukowe oraz całościową ocenę dorobku naukowego dr inż. Marcina Zycha, pozytywnie oceniam jego wnioski o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki o Ziemi w dyscyplinie geofizyka. Stwierdzam, że przedstawiony dorobek spełnia wymagania określone w Ustawie i Rozporządzeniu MNISZW i wnoszę o dopuszczenie Habilitanta do dalszych czynności w postępowaniu habilitacyjnym.

**KIEROWNIK**  
Śląskiego Centrum Radiometrii Środowiskowej  
im. Marii Gieppert Mayer  
Głównego Instytutu Górniczego  
*Malgorzata Wysocka*  
dr hab. inż. Malgorzata Wysocka, prof. GIG

