

Prof. dr hab. inż. Urszula Woźnicka
Instytut Fizyki Jądrowej
Im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk

Kraków, 22 sierpnia 2019 r.

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Marcina Zycha

Niniejsza recenzja została sporządzona na wniosek Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów, która powołała mnie na recenzenta w ww. postępowaniu habilitacyjnym. Recenzja została przygotowana zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. poz. 261). Postępowanie habilitacyjne prowadzone jest przed Radą Wydziału Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie.

1. Omówienie osiągnięcia naukowego Habilitanta

Jako osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie nauk o Ziemi, dyscyplinie geofizyka, dr inż. Marcin Zych przedstawił jednotematyczny cykl 6 publikacji zatytułowany: *Analiza i interpretacja sygnałów w radiometrycznych pomiarach geofizycznych*.

Promieniowanie jonizujące, promieniowanie gamma i wiązki neutronowe są stosowane w licznych pomiarach geofizycznych. Wykorzystuje się charakterystyczne właściwości promieniowania w oddziaływaniu z ośrodkiem geologicznym w celu wyznaczania parametrów litologicznych, petrofizycznych, czy też transportowych, jak w zagadnieniach przepływów omawianych przez Habilitanta. Prace dr Zycha skupiają się na wykorzystaniu zjawiska absorpcji promieniowania gamma przez niejednorodne medium (np.: woda – powietrze lub woda – okruchy ciała stałego znajdujące się w objętości transportującej je rury) do wyznaczania parametrów opisujących przepływ tego medium. Metoda pozwala na wyznaczenie prędkości przepływu, określenie rodzaju transportu medium gazowego i rozmiarów bąbli gazu. Parametrem fizycznym w tych pomiarach jest współczynnik absorpcji promieniowania gamma, który jest właściwością charakterystyczną dla każdego pierwiastka. Ściślej należy powiedzieć, że wielkością determinującą możliwość i jakość wykonanego pomiaru jest różnica pomiędzy współczynnikami absorpcji składników medium dwufazowego.

Omówienie artykułów wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Habilitanta.

[ON1] Zych M (2018) An analysis and interpretation of the signals in gamma-absorption measurements of liquid-gas intermittent flow. *Acta Geophysica* **66**(6), str. 1435-1451.

W artykule zaprezentowana jest aparatura laboratoryjna służąca do badania przepływów dwufazowych ciecz – gaz znajdująca się na AGH, obecnie na Wydziale GGiOŚ. Aparatura składa się z dwóch zestawów źródło gamma – detektor umieszczonych w określonej odległości od siebie wzdłuż rury, prześwietlających transportowane medium. Sygnał każdego z detektorów jest miarą absorpcji promieniowania gamma przez medium w danej chwili i danym punkcie rury. Wynikiem pomiaru jest liczba zliczeń każdego z detektorów w funkcji

czasu zbierana z odpowiednią częstotliwością. Do wyników badań eksperymentalnych wykonanych na tym zestawie Habilitant odnosi się w zdecydowanej większości swoich prac.

Na przykładzie wyników z eksperymentów sygnowanych akronimem LIW (medium woda – powietrze) autor prezentuje metodę wyznaczania średniej prędkości fazy gazowej oraz sposób interpretacji wyników pozwalających na określenie rozmiarów i kształtów struktur gazowych w zależności od typu przepływu: uwarstwiony/falowy (*slug flow*) i tłokowy/korkowy (*plug flow*), które mogą tworzyć struktury składające się z różnych kombinacji dużych i małych pęcherzy powietrza. W tym eksperymencie średnia prędkość przepływu wody zmieniała się od 1,66 do 3,28 m/s, a prędkość przepływu gazu od 1,325 do 2,304 m/s. Do analizy dr Zych wykorzystuje metodę wzajemnej korelacji sygnałów rejestrowanych przez zestaw detektorów (CCF *cross correlation function*) oraz metodę gęstości widmowej CSDF (*cross-spectral density function*). Do wyznaczania prędkości fazy gazowej niezbędne są dane uzyskane z obydwu układów źródło – detektor, natomiast do identyfikacji struktur gazowych wystarczające są dane z jednego układu przy zachowaniu odpowiedniej częstości rejestrowanych sygnałów.

Praca stanowi w zasadzie całościowe podsumowanie osiągnięcia naukowego Habilitanta.

[ON2] Zych M, Hanus R, Wilk B, Petryka L, Świsulski D (2018) Comparison of noise reduction methods in radiometric correlation measurements of two-phase liquid-gas flows. *Measurement*, **129**, str. 288-295.
Udział Habilitanta: 45%. Przygotowanie i przeprowadzenie pomiarów, współudział w opracowaniu koncepcji artykułu, wybór metod filtracji, wykonanie części obliczeń, przygotowanie tekstu (ok. 85%) oraz rysunków i wykresów.

Eksperymentalnie jest tu zastosowany ten sam układ pomiarowy, co omówiony w pracy [ON1]. Próbki sygnowane są akronimem BUB. Jest to układ dwufazowy woda – powietrze, gdzie woda przepływa z prędkością od 0,9 do 1,92 m/s, a przepływ gazu jest formowany jako tłokowy, tłokowo-pęcherzykowy i pęcherzykowy (*plug, plug-bubble i bubble flow*) o prędkościach fazy gazowej od 0,7 do 1,46 m/s. Artykuł przedstawia możliwości poprawy dokładności (niepewności) wyników pomiaru prędkości przepływu gazu w dwufazowym układzie woda – powietrze przez zastosowanie różnych metod wygładzania pierwotnego widma pomiarowego (sygnału detektora w funkcji czasu przepływu gazu pomiędzy dwoma detektorami). Surowe widma eksperymentalne obarczone są niepewnością wynikającą przede wszystkim ze statystycznego charakteru rejestrowanego promieniowania gamma oraz warunków pomiarowych. Autorzy stosują różne metody wygładzania widm eksperymentalnych: filtr o nieskończonej odpowiedzi impulsowej (IIR), wygładzanie widma w metodzie gęstości widmowej (CSDF), wygładzanie przy zastosowaniu transformaty falkowej (DWT) oraz estymator jądrowy Nadaraya-Watsona (NWKE).

Zastosowanie tych metod wygładzania widma wpływa bezpośrednio na wyznaczenie wartości i niepewności tzw. czasu opóźnienia, czyli czasu, jaki upływa od przemieszczenia się medium z przekroju rury obserwowanego przez pierwszy detektor do punktu obserwowanego przez drugi detektor. Jest to wielkość, z której wyznacza się prędkość przepływu medium gazowego. Na dokładność (niepewność) wyznaczenia tej prędkości wpływa niepewność wyznaczenia ww. czasu i odległości pomiędzy detektorami. W zależności od zastosowanej metody wygładzania widma eksperymentalnego autorzy otrzymali różne wartości niepewności wyznaczenia czasu

opóźnień, a tym samym prędkości transportu fazy gazowej. Nie pokazano jednak, na ile otrzymane wartości niepewności odbiegają od tych wyznaczonych wprost z surowych danych eksperymentalnych.

W pracy [ON1], niepewność wyznaczania prędkości przepływu medium gazowego w próbkach LIW jest wyższa niż w eksperymencie z próbkami BUB: odpowiednio $\sigma(v_{\text{gaz LIW}})$ 4% ÷ 2.7%, w porównaniu do $\sigma(v_{\text{gaz BUB}})$, gdzie najwyższa wartość wynosi 2.4%. Habilitant w pracy [ON1] nie pisze, czy stosował procedurę metodę wygładzania widma. Obydwa eksperymenty różnią się prędkościami przepływu składników medium dwufazowego woda – powietrze. Szkoda, że Habilitant nie przeprowadził porównania obydwu serii eksperymentalnych.

Autorzy słusznie konkludują, że przydatność metody filtrowania powinna być określona przez jej prostotę, rozumianą jako minimalna liczba operacji do wykonania i minimalna liczba parametrów, które należy dopasować w sposób subiektywny.

[ON3] Hanus R, Zych M, Kusy M, Jaszczur M, Petryka L (2018) Identification of liquid-gas flow regime in a pipeline using gamma-ray absorption technique and computational intelligence methods. *Flow Measurement and Instrumentation* **60**, str. 17-23.

Udział habilitanta: 30%. Przygotowanie i przeprowadzenie pomiarów, wybór pomiarów reprezentatywnych i ich analiza, współdziałanie w opracowaniu koncepcji artykułu, wykonanie części rysunków, współredakcja tekstu.

Pozostając przy rezultatach eksperymentów z próbkami sygnowanymi jako LIW, autorzy podjęli się analizy i identyfikacji typu dwufazowego przepływu woda – powietrze przy zastosowaniu różnych numerycznych metod sztucznej inteligencji: trzy rodzaje sieci neuronowych (probabilistyczna sieć neuronowa PNN, wielowarstwowy perceptron MLP oraz sieci neuronowe o radialnych funkcjach bazowych RBFN), a także algorytm wektorów wspierających SVM, algorytm pojedynczego drzewa decyzyjnego SDT i metodę K-średnich K-means. Metody te zastosowano w celu rozpoznania struktury przepływu powietrza: uwarstwionego (*slug flow*), tłokowego, tłokowo-pęcherzykowego i pęcherzykowego w eksperymencie z próbkami LIW. Stwierdzono, że wszystkie metody dają dobre wyniki rozpoznawania badanych rodzajów przepływu. Do oceny wydajności algorytmów wykorzystano dokładność, czułość i swoistość. Wartości tych wskaźników były bardzo wysokie dla wszystkich metod z wyjątkiem metody pojedynczego drzewa decyzyjnego.

Metoda rozpoznawania struktur przepływu medium dwufazowego woda – powietrze przedstawiona jest również w nowszym artykule [ON1]. Niestety ani w pracy [ON1], ani w Autoreferacie dr Zych nie przeprowadził szerszej dyskusji porównawczej obydwu podejść do interpretacji charakteru przepływu dwufazowego.

[ON4] Zych M, Hanus R, Vlasák P, Jaszczur M, Petryka L (2017) Radiometric methods in the measurement of particle-laden flows. *Powder Technology* **318**, str. 491-500.

Udział Habilitanta: 50%. Przygotowanie części radiometrycznej pomiarów (przygotowanie dokumentacji na zezwolenie od Państwowej Agencji Atomistyki na wykonanie pomiarów, przygotowanie sprzętu pomiarowego i koncepcji pomiarów), wykonanie pomiarów, opracowanie koncepcji artykułu, wykonanie obliczeń, rysunków i wykresów, przygotowanie tekstu (ok. 70%), tabel, dokonanie interpretacji fizycznej i statystycznej otrzymanych wyników.

Artykuł opisuje dwuczęściowy eksperyment laboratoryjny badający hydrotransport cząstek stałych w rurociągu pionowym. Wykorzystano dwie metody pomiarowe: metodę pomiaru

prędkości cząstek stałych z wykorzystaniem radioznacznika oraz omawianą w powyższych pracach metodę absorpcji promieniowania gamma w układzie dwóch zestawów źródło – detektor. Eksperymenty przeprowadzono w rurociągu o średnicy wewnętrznej 150 mm, dla trzech różnych prędkości wody w zakresie 1,5–3,6 m/s oraz dla trzech zestawów modeli ceramicznych o różnych średnicach ziaren. Metodą absorpcji promieniowania gamma została wyznaczona tylko średnia prędkość przemieszczania się ziaren, natomiast szczegółowe eksperymenty ze znaczącymi izotopowo ziarnami pozwalały na określenie prędkości przemieszczania się ziaren w funkcji ich rozmiarów, co, dla porównania wyników z obydwu metod, pozwalało na wyznaczenie prędkości średniej dla danej grupy ziaren. Uzyskane wyniki z obydwu metod są zgodne w zakresie jednego do dwóch odchyień standardowych.

W omawianej pracy nie zostało przedstawione, czy były tu stosowane metody redukcji szumu, czy wygładzania pierwotnego widma eksperymentalnego do poprawy dokładności wyznaczania prędkości przepływu fazy stałej w eksperymencie absorpcyjnym.

W Autoreferacie Habilitant pisze, że „Ponadto wykonałem, na podstawie wcześniej przeprowadzonej kalibracji układu pomiarowego, oznaczenia bardzo istotnego parametru przepływu, którym jest objętościowa, przekrojowa koncentracja fazy stałej”. Prace te są opublikowane w innych eksperymentach przepływów dwufazowych ciecz – ciało stałe, przedstawionych jako pozostały dorobek naukowy Habilitanta, m.in. w: Petryka et al. (2016) *Possibilities of radioisotope measuring in control of an unstable solid particles hydrotransport*. EPJ Web of Conferences 114: 02093-1–02093-5.

Trudno ocenić, czy wyniki zawarte w pracy z 2016 roku są kompatybilne z wynikami w pracy [ON4]. Wyniki w pracy Petryka et al. (2016) przedstawiają tylko oszacowania objętości fazy stałej uzyskane metodą absorpcji promieniowania gamma i nie są porównywane ze znanymi rozmiarami ziaren, które są opisane w pracy [ON4].

[ON5] Mosorov V, **Zych M**, Hanus R, Petryka L (2016) Modelling of dynamic experiments in MCNP5 environment. *Applied Radiation and Isotopes* **112**, str. 136-140.
Udział Habilitanta: 35%. Zaprojektowanie i wykonanie eksperymentów, współudział w opracowaniu koncepcji i redakcji artykułu, przygotowanie rysunków i wykresów, wykonanie dodatkowych obliczeń potwierdzających model opracowany w środowisku obliczeniowym MCNP (Monte Carlo N-particle), współredakcja tekstu.

Projektowanie eksperymentów fizycznych coraz częściej poprzedzane jest wykonaniem eksperymentu numerycznego, pozwalającego na optymalizację rzeczywistego układu pomiarowego i przebiegu samego eksperymentu. W pracy autorzy przedstawili eksperyment numeryczny, wykorzystujący kod obliczeniowy do symulacji Monte Carlo transportu promieniowania w zadanej geometrii ośrodka. Symulowany pomiar polegał na wyznaczeniu z odpowiednią częstotliwością liczby zliczeń w układzie dwóch detektorów kwantów gamma umieszczonych w określonej odległości od siebie. Rejestrowany przez detektory sygnał pochodził od przemieszczającego się ze stałą prędkością izotopowego źródła gamma. Jako sprawdzian dla zastosowanej metody obliczeniowej został wykonany eksperyment, w którym źródło izotopowe Ba-133 przemieszcza się z określoną prędkością, pojawiając się w polu widzenia kolejno pierwszego i drugiego detektora NaJ. Przedstawiono dobrą zgodność symulacji i eksperymentu, co świadczy o możliwości stosowania tego typu symulacji np. do

dalszego badania możliwości prezentowanej przez Habilitanta metody absorpcji promieniowania gamma.

[ON6] Zych M, Hanus R, Petryka L, Świsulski D, Strzępowicz A, Zych P (2015) Application of gamma densitometry and statistical signal analysis to gas phase velocity measurements in pipeline hydrotransport, in: *EPJ Web of Conferences* **92**, nr 02122, str. 02122-1–02122-6.
Udział Habilitanta: 40%. Przygotowanie i przeprowadzenie pomiarów, opracowanie koncepcji artykułu, wykonanie obliczeń i analizy niepewności, współredakcja tekstu, wykonanie rysunków i wykresów.

Jest to praca z 2015 roku, starsza w stosunku do pracy [ON2], gdzie w obydwu tych artykułach omawiane są metody pozwalające na poprawę dokładności wyznaczania prędkości fazy gazowej w przepływie woda – powietrze. Obydwie prace odnoszą się do tych samych eksperymentów sygnowanych jako BUB006, BUB004 i BUB001. W pracy [ON6] zaprezentowano, oprócz podstawowej metody korelacji wzajemnej, jeszcze dwie metody: dekonwolucję oraz metodę fazy wzajemnej gęstości widmowej. Do wyznaczania gęstości widmowych (CSDF) autorzy zastosowali dyskretną transformację Fouriera. Czas opóźnienia fazy gazowej można obliczyć na podstawie współczynnika kierunkowego prostej regresji fazy CSDF względem częstotliwości.

Według tej pracy najniższe wartości niepewności wyznaczania czasu opóźnienia i prędkości fazy gazowej uzyskano stosując metodę CSDF dla pomiarów BUB006 (najwyższy stosunek sygnału do szumu) i BUB004. W przypadku próbki BUB001 (największy udział szumu) wartości niepewności wyznaczone wszystkimi trzema metodami są zbliżone do siebie.

Analizując prace [ON2] i [ON6] trudno dociec, czy w stosunku do pomiarów BUB006 i BUB004 zastosowano dokładnie tę samą procedurę CSDF. Występują jednak znaczące różnice w wyznaczeniu niepewności czasu opóźnienia i prędkości fazy gazowej $u(\tau_0)$ i $u(v_G)$ dla tych próbek:

BUB006

Praca [ON2]: $\tau_0 = 136,6$ ms $u(\tau_0) = 2,1$ ms $v_G = 0,710$ m/s $u(v_G) = 0,011$ m/s

Praca [ON6]: $\tau_0 = 136,6$ ms $u(\tau_0) = 0,4$ ms $v_G = 0,710$ m/s $u(v_G) = 0,002$ m/s

BUB004

Praca [ON2]: $\tau_0 = 91,0$ ms $u(\tau_0) = 1,5$ ms $v_G = 1,066$ m/s $u(v_G) = 0,017$ m/s

Praca [ON6]: $\tau_0 = 91,5$ ms $u(\tau_0) = 0,2$ ms $v_G = 1,060$ m/s $u(v_G) = 0,003$ m/s

W przypadku próbki BUB001 wyniki w obydwu pracach są zgodne.

Jeśli w istocie, zastosowana metoda obliczeniowa w 2015 roku pozwoliła na uzyskanie takich dobrych wyników, to dlaczego w późniejszej pracy z 2018 roku autorzy nie zastosowali tej samej metody?

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Na osiągnięcie naukowe dr Marcina Zycha składa się 6 prac opublikowanych w stosownych do tematyki czasopismach międzynarodowych w latach 2015 – 2018. Jeden artykuł jest pracą autorską, pozostałe są kilku autorskie; w 3 artykułach Habilitant jest pierwszym autorem. Liczba współautorów nie przekracza sześciu osób, co świadczy o tym, że były to prace prowadzone w określonych grupach badawczych, a afiliacje współautorów są dowodem współpracy naukowej dr Zycha z różnymi ośrodkami naukowymi w Polsce.

Kolejność zaprezentowanych prac pozwala na następujące uogólnienie osiągnięcia naukowego dr Zycha. W pierwszej pracy [ON1] habilitant prezentuje układ laboratoryjny pozwalający na badanie zjawiska transportu dwufazowego typu ciecz – gaz lub ciecz – ciało stałe przy wykorzystaniu zjawiska absorpcji promieniowania gamma. Dla takiego układu przedstawione są możliwości analizy i interpretacji wyników eksperymentów, które pozwalają na wyznaczenie średniej prędkości przepływu fazy gazowej (lub ziaren stałych) oraz struktury przepływu fazy gazowej. Szczegółowa analiza pozwala dodatkowo wyznaczać rozmiary takich struktur, rozróżniając większe i mniejsze bąble powietrza. Kolejne prace, chronologicznie starsze, obejmują kolejno:

[ON2] – dyskusję doboru odpowiedniej metody analizy pierwotnego widma pomiarowego (liczby zliczeń w funkcji czasu) w celu uzyskania jak najlepszej dokładności wyznaczenia prędkości przepływu, która prowadzi do konkluzji, że przy niskim stosunku sygnału do szumu wszystkie proponowane metody dają podobne wartości dokładności wyznaczenia końcowego wyniku – średniej prędkości gazu.

[ON3] – możliwości zastosowania metod sztucznej inteligencji do rozróżniania struktur gazowych w przepływie ciecz – woda.

[ON4] – przykład wykorzystania metody absorpcji promieniowania gamma do badania przepływu woda – ciało stałe i pozytywna weryfikacja otrzymanych wyników (średniej prędkości fazy stałej) z metodą znacznikową.

[ON5] – wykazanie możliwości przeprowadzenia eksperymentu numerycznego realizującego pomiar rejestrujący sygnał od poruszającego się w sposób ciągły źródła promieniowania oraz weryfikacja poprawności takiego modelu numerycznego z eksperymentem fizycznym.

[ON6] – stanowi w zasadzie uzupełnienie pracy [ON2] o inne metody analizy pierwotnego widma pomiarowego w celu poprawy dokładności wyników.

Powyższe artykuły stanowią samodzielne opracowania o interesującej wartości poznawczej i spełniają wymóg cyklu jednotematycznego. Postawą wszystkich prac jest eksperyment wykorzystujący zjawisko absorpcji promieniowania gamma w złożonym, niejednorodnym medium dwufazowym. Zarówno umiejętność wyznaczenia czasu opóźnienia przepływu z dużą dokładnością, jak i rozpoznawania struktur przepływu frakcji gazowej świadczy o dużym doświadczeniu badawczym Habilitanta i Jego osobistym wkładzie w rozwój tej metody. Dr Zych wykazał, że stosowana przez Niego wraz z zespołem metoda pomiarowa daje poprawne wyniki w przypadku dwufazowego transportu poziomego i pionowego w układach ciecz – gaz i ciecz – ciało stałe. Rozwój metod takich pomiarów jest stale aktualny przy

rosnących zastosowaniach w przemyśle (i oczywiście w geofizyce) przepływów wielofazowych.

Jednakowoż brak jest całościowego syntetycznego omówienia uzyskanych osiągnięć. Na przykład: w najstarszej pracy [ON6] autorzy przedstawiają możliwość wykorzystania metody dekonwolucji do wyznaczania prędkości przepływu i jej dokładności, uzyskując zbliżone wyniki jak w innych przytoczonych metodach. W nowszej pracy [ON2] przedstawionych jest szereg innych metod obróbki sygnału, dekonwolucja już nie jest wykorzystywana. W najnowszej pracy [ON1] dla przepływów woda – powietrze i w pracy [ON4] dla przepływów woda – ciało stałe, dr Zych stosuje do wyznaczenia prędkości przepływu tylko metodę korelacji wzajemnej. Brak jest więc dyskusji, kiedy i dlaczego warto stosować inne metody obróbki sygnału. Wprawdzie w pracy [ON6] autorzy wykazują, że zastosowanie funkcji gęstości widmowych znacząco poprawia dokładność wyznaczenia opóźnienia czasowego przepływu w przypadku wysokiego stosunku sygnału do szumu (eksperyment BUB006), to jednak w pracy [ON2] zastosowanie tej techniki obróbki sygnału dla tych samych próbek daje porównywalne wyniki z innymi metodami obliczeniowymi.

Podobnie, przedstawia się sprawa określania struktury przepływu fazy gazowej. W pracy [ON3] wykazano, że metodami sztucznej inteligencji można rozróżnić struktury przepływu, a w pracy [ON1] dr Zych pokazuje, że można to zrobić bez zaprzęgnięcia tak złożonego aparatu matematycznego. Tu również interesujące byłyby uogólnione konkluzje co do stosowalności różnych metod.

Trzeba również zauważyć, że przeprowadzone eksperymenty ograniczają się do niewielkiego zakresu zmienności właściwości absorpcyjnych samego medium dwufazowego. Należy pamiętać o podstawowym założeniu, że wynik pomiaru zależy od różnicy (stosunku) współczynników absorpcji promieniowania gamma obydwu frakcji. W omawianych pracach mamy przykłady układów woda – powietrze i woda – materiał ceramiczny. Zagadnienie, na ile zastosowane przez Habilitanta metody obróbki sygnałów sprawdziłyby się dla innych stosunków współczynników absorpcji (zwłaszcza przy rozróżnianiu struktur formowanych w układach ciecz – ciało stałe) jest otwarte i być może atrakcyjne dla rozwoju takich prac w przyszłości.

Powyższe, wybrane spostrzeżenia sugerują, że zawarty w przedstawionych pracach materiał badawczy znacznie lepiej prezentowałby się w formie autorskiej monografii, która w sposób jednolity, całościowy przedstawiłaby problemy pomiarów, metody analizy i interpretacji złożonego eksperymentu radiometrycznego.

Udział dr Zycha w opublikowanych pracach sprowadzał się zarówno do zaprojektowania i przeprowadzenia pomiarów, jak i ich analizy i interpretacji – często z określeniem „częściowe”. Podobnie swój udział deklarowali inni współautorzy tych prac. Tak więc dorobek Habilitanta sprowadza się nie tylko (zgodnie z tytułem osiągnięcia naukowego) do analizy i interpretacji sygnałów radiometrycznych, ale do całości badań eksperymentalnych. W gronie współautorów ww. prac dr Zych jest najsilniej związany z zagadnieniami geofizycznymi. W wykazie Jego pozostałego dorobku naukowego widać, że doświadczenia wyniesione z rozwoju metody absorpcji promieniowania gamma stara się przenosić na rozwiązywanie zagadnień w innych pomiarach geofizycznych.

Konkludując można stwierdzić, że Habilitant, prezentując ww. zestaw prac wykazał się umiejętnością prowadzenia eksperymentów badawczych, korzystania z licznych metod matematycznej obróbki sygnałów do analizy i interpretacji wyników pomiarowych i na podstawie zdobytego doświadczenia potrafi je zastosować w innych typach eksperymentów z zakresu geofizyki. Taka konkluzja może w pewnym sensie uzasadniać nader pojemny tytuł osiągnięcia naukowego: *Analiza i interpretacja sygnałów w radiometrycznych pomiarach geofizycznych.*

3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Podsumowanie opublikowanych prac naukowych oraz osiągnięcia dydaktyczne, współpraca naukowa i popularyzacja nauki.

Działalność publikacyjna

Przed doktoratem:

- Dr Marcin Zych jest współautorem 1 publikacji w czasopiśmie z listy JRC oraz współautorem 4 artykułów zamieszczonych w materiałach konferencyjnych.

Po doktoracie (od 2010 roku):

- Dr M. Zych opublikował 14 prac w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JRC) zaliczanych w odpowiednich latach przez MNiSW do tzw. listy A. Pięć z tych prac wchodzi w skład „osiągnięcia naukowego” Habilitanta. Jedna publikacja (Acta Geophysica 66(6)) jest pracą autorską, pozostałe to prace zespołowe. W 5-ciu z nich dr Zych jest pierwszym autorem.
- Kolejnych 17 prac współautorstwa M. Zycha jest zakwalifikowanych do ministerialnej grupy B, dwie z nich to prace autorskie, w pozostałych czterokrotnie występuje jako pierwszy autor.
- Do dorobku publikacyjnego M. Zycha zalicza się również 49 pozycji materiałów konferencyjnych, w których raz występuje jako jedyny autor, a 11 razy jako pierwszy autor w kilkuosobowym zespole.
- Dr Zych jest współautorem 5-ciu rozdziałów monografii, będącej wynikiem realizacji zadania badawczego w projekcie Blue Gas - Polski Gaz Łupkowy, oraz współautorem pojedynczych rozdziałów w dwóch innych monografiach.

Dorobek publikacyjny świadczy o współpracy dr Zycha z zespołami badawczymi różnych ośrodków naukowych w Polsce. Są to prace, gdzie liczba współautorów nie przekracza siedmiu osób, a deklarowany udział dr Zycha wynosi średnio ok. 30%, co świadczy o Jego aktywnym wkładzie w prowadzone badania.

Dane bibliometryczne:

- Sumaryczny impact factor 14,9.
- Liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science: 223, w tym 81 bez autocytowań
- Index Hirscha wg bazy Web of Science: 5.

Kierowanie projektami badawczymi lub udział w takich projektach.

- Po uzyskaniu stopnia doktora dr M. Zych był wykonawcą w 4 projektach badawczych finansowanych przez Fundusz Nauki i Technologii Polskiej, NCBiR, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka oraz jeden w ramach współpracy międzynarodowej z Republiką Czeską. W Autoreferacie dr Zych przedstawia swój udział w tych projektach uwypuklając silniej swoją działalność organizacyjną niż badawczą, jedynie w projekcie Blue-Gas jego zaangażowanie obejmuje szerszy zakres badań naukowych. Niemniej wszystkie te projekty zostały uwieńczone wspólnymi publikacjami i licznymi wystąpieniami konferencyjnymi, których współautorem jest Habilitant.
- W roku 2018 dr Zych był organizatorem międzynarodowego seminarium: *Consultant Meeting on development of tool package for flow-rate measurement using cross-correlation metod* na Wydziale GGiOŚ AGH we współpracy z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej. Wzięli w nim udział przedstawiciele uczelni i ośrodków naukowych Brazylii, Republiki Korei Południowej, Norwegii, USA oraz Polski.

Nagrody za działalność naukową.

- Dr Zych trzykrotnie uzyskał indywidualne nagrody Rektora AGH za osiągnięcia naukowe oraz wyróżnienie dla najlepszej prezentacji dnia na międzynarodowej konferencji.

Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach.

- Dr Zych wygłosił 10 referatów na konferencjach, w tym 1 wykład na zaproszenie na międzynarodowej konferencji Experimental Fluid Mechanics w Republice Czeskiej.
- Oprócz tego wyniki swoich badań prezentował 13-to krotnie w formie plakatów.

Współpraca z ośrodkami naukowo-badawczymi w kraju i zagranicą

- Dr M. Zych współpracuje z ośrodkami naukowymi w Polsce (np.: Politechnika Rzeszowska, Łódzka, Gdańska) i również z innymi Wydziałami AGH. Podejmuje działania w kierunku nawiązania współpracy z naukowcami z ośrodków zagranicznych.

Członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych.

- Członek Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego (SITPNiG) od 2014 r.

Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki.

- Dr Zych z racji zatrudnienia na stanowisku adiunkta w Katedrze Geofizyki WGGiOŚ AGH prowadzi zajęcia dydaktyczne, zarówno w języku polskim jak i angielskim dla studentów studiów stacjonarnych I i II stopnia kierunku geofizyka, w tym wykłady i ćwiczenia w wymiarze zgodnym z obowiązującym pensum.
- Był opiekunem dziewięciu projektów inżynierskich oraz promotorem dziesięciu prac magisterskich. Ponadto, w latach 2016-2017 sprawował opiekę nad projektem realizowanym przez studentów Koła Naukowego Geofizyków AGH „GEOFON”, pt.: *Komplementarność badań mineralogicznych i petrofizycznych w kontekście właściwości fizykochemicznych.*
- Od roku 2016 z ramienia Katedry Geofizyki WGGiOŚ AGH jest członkiem Wydziałowego Zespołu ds. Jakości Kształcenia.

Staże w ośrodkach naukowych lub akademickich.

- W 2014 roku dr M. Zych odbył krótką wizytę w Instytucie Hydrodynamiki Czeskiej Akademii Nauk.
- W 2012 roku odbył miesięczny staż w Przedsiębiorstwie Geofizyka Kraków.

Recenzowanie projektów i publikacji.

- Dr M. Zych jest aktywnym recenzentem (ok. 40 pozycji) publikacji dla czasopism naukowych, głównie Elseviera i Springer, a także wydawnictw polskich.

Jako element „istotnej aktywności naukowej” dr M. Zycha należy uznać Jego działalność w zakresie rozwijanej współpracy badawczej z krajowymi ośrodkami naukowymi: Politechniką Rzeszowską, Łódzką, Wrocławską i Warszawską. Współpraca ta opiera się na realizacji wspólnych eksperymentów realizowanych na stanowiskach pomiarowych (zlokalizowanych w Krakowie i Wrocławiu) służących do badania właściwości przepływów wielofazowych. Rezultatem tej współpracy są wspólne publikacje i wystąpienia konferencyjne. Należy również podkreślić działalność dr Zycha, która doprowadziła do unowocześnienia Laboratorium Geofizyki Otworowej WGGiOŚ, służącego zarówno jako laboratorium studenckie, jak i do prowadzenia prac badawczych.

4. Podsumowanie

Dr inż. Marcin Zych przedstawił dorobek naukowy w formie cyklu 6 publikacji, który stanowi nowatorski wkład w rozwój bardzo potrzebnych badań z zakresu geofizyki i stanowi istotny wkład w poszerzenie możliwości eksperymentalnych poprzez odpowiednią analizę i interpretację fizycznego pomiaru radiometrycznego.

Osiągnięcia z zakresu aktywności naukowej, organizacji nauki i dydaktyki na poziomie szkolnictwa wyższego świadczą o dobrym przygotowaniu dr Zycha do pełnienia roli i obowiązków samodzielnego pracownika naukowego.

Na podstawie Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) uważam, że zarówno dorobek naukowy, jak i pozostała działalność badawcza dr Zycha, spełniają warunki stawiane przez Ustawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego dziedzinie nauk o Ziemi, w dyscyplinie geofizyka i stawiam wniosek o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

