

RECENZJA ROZPRAWY HABILITACYJNEJ

dr Konrada Tudyki

Tytuł osiągnięcia naukowego:

"Metrologia oraz systemy do pomiarów środowiskowych radioaktywności i datowania dozymetrycznego "

Do oceny dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzacyjnego Habilitanta oraz przygotowania opinii wykorzystano następujące dokumenty w wersji elektronicznej:

- a. wniosek Habilitanta do Rady Doskonałości Naukowej;
- b. autoreferat;
- c. wykaz osiągnięć naukowych;
- d. skany publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego;
- e. skany oświadczeń współautorów;
- f. kopia dyplomu doktorskiego.

I. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Habilitant swoje osiągnięcie naukowe poświęcił metrologii oraz systemom do badań, pomiarów radioaktywności w środowisku i powiązał to również z uprawianą przez siebie dziedziną datowania metodami radioizotopowymi. Pomiar radioaktywności w środowisku i datowanie przy użyciu metod radioizotopowych obarczone są różnymi trudnościami pomiarowymi jak chociażby niskie aktywności a tym samym niskie sygnały i często niewielkie masowo próbki, a także zanieczyszczeniami innymi radionuklidami, utrudniającymi odseparowanie sygnału z zasadniczego radioizotopu. Dodatkowo dochodzą do tego zawansowane metody statystyczne i szacowanie niepewności pomiarowej.

Osiągnięcie naukowe zostało jasno zdefiniowane i Habilitant wybrał 9 publikacji (H1-H9). Opis osiągnięcia naukowego został podzielony na rozdziały:

- Koincydencje czasowe w sygnale rejestrowanym przez fotopowielacz;
- Detekcja, klasyfikacja i zastosowania koincydencji czasowej impulsów w pomiarach spektrometrii ciekłoscyntylacyjnej;
- Pary rozpadów i ich zastosowania do pomiaru środowiskowej radioaktywności;
- Precyzyjne pomiary mocy dawki oraz analiza niepewności ze skorelowanymi danymi w datowaniu dozymetrycznym;
- Metrologia radionuklidów szeregu ^{238}U oraz emanacja ^{222}Rn z materiałów referencyjnych.

W publikacjach H1 i H2 habilitant przedstawił problem i wyjaśnił zjawiska jakie zachodzą w fotopowielaczu czyli w standardowym detektorze do pomiarów natężenia światła. Jest to szczególnie ważne przy pomiarach, gdzie ilość impulsów z badanej próbki jest niewiele większa niż z tła naturalnego lub na poziomie szumów fotopowielacza. Często też określa się anomalie w sygnałach z fotopowielaczy jako tło od elektroniki układu pomiarowego. Fotopowielacze są jedynymi urządzeniami mierzącym na poziomie jednego fotonu i są stosowane w czytnikach TL oraz OSL do pomiarów dawek, a także sygnałów stosowanych w datowaniu próbek np. kwarcu i dlatego warto zająć się tą problematyką. W publikacji H1 autor zbudował dwa tory pomiarowe do analizy statystycznej zliczeń i pomiaru czasów oraz amplitudy impulsów. Rozkład jaki został otrzymany przez autora odbiegał od rozkładu Poissona i tym samym wskazało to na wtórne impulsy generowane w fotopowielaczu. Natomiast na podstawie serii amplitud impulsów i czasów odstępów można było obliczyć prawdopodobieństwo wielokrotnych impulsów wtórnych. Publikacja H2 jest ciągłością poprzedniej i tutaj w celu wyjaśnienia zjawisk powstawania impulsu w fotopowielaczu Habilitant zaprojektował i zaprogramował symulacje Monte-Carlo, używając języka Python. W wyniku symulacji stwierdzono, że za powstawanie impulsów wtórnych jest odpowiedzialny He, zgromadzony w fotopowielaczu. W powiązaniu z eksperymentami z publikacji H1 i ekspozycją fotopowielacza na promieniowanie jonizujące w różnych temperaturach wyjaśniono, że część impulsów jest związana z innymi procesami zachodzącymi w fotopowielaczu m.in. rozpraszaniem elektronów lub jonizacją atomów helu. Prace H1 i H2 nad rozkładem statystycznych impulsów wtórnych i amplitud doprowadziły do pomysłu nad redukcją tła w fotopowielaczach włącznie ze zgłoszeniem patentowym. Praca H3 opisuje prototyp spektrometru ciekłoscyntylacyjnego do pomiarów niskich aktywności radioizotopów ^{14}C , ^{226}Ra , ^{222}Rn wraz z elektroniką, która analizuje amplitudy, kształty impulsów i czasy pomiędzy impulsami. Prototyp ten został opracowany i zbudowany w ramach projektu LIDER (NCBiR) przez Habilitanta jako kierownika projektu. Spektrometr ten posiada szereg unikalnych własności m.in. separację rozpadów $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ umożliwiającą pomiar śladowych zanieczyszczeń próbek radonem ^{222}Rn w roztworach ciekłych scyntylatorów do pomiarów ^{14}C . Umożliwia to korekcję wyników pozornie zawyżających mierzoną aktywność radiowęglu. Dotychczas należało odczekać, aż ^{222}Rn się rozpadnie do ^{210}Pb . Pomiaru koincydencji impulsów umożliwiły przeprowadzenie eksperymentów opisanych w pracy H5, które dostarczyły dane zachowania się radioizotopu ^{222}Rn podczas syntezy C_6H_6 . Dzięki tej pracy Habilitant przedstawił metodę eliminacji radonu ^{222}Rn z próbki. Przed opublikowaniem pracy H5 został zgłoszony patent dotyczący właśnie eliminacji ^{222}Rn nawet w przypadku braku odpowiedniej aparatury do pomiaru niskich aktywności. W pracy H6 został przedstawiony system pomiarowy o nazwie μDOSE do pomiaru małych, 1 g próbek na zawartość takich naturalnych radioizotopów jak ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th i ^{40}K . Habilitant jest głównym twórcą tego systemu. Głównym elementem systemu μDOSE jest głowica scyntylacyjna z podwójnym scyntylatorem do detekcji cząstek α i β , która pozwala na zwiększenie wydajności detekcji fotonów pochodzących ze scyntylacji, a także pozwala na eliminację konieczności zmiany scyntylatora wraz ze zmianą badanej próbki. Przedmiotem ochrony patentowej jest sposób obliczenia aktywności radioizotopów naturalnych biorąc pod uwagę szybkość zliczeń cząstek α i β oraz par rozpadów. W pracy H7 znalazły się badania nad statystyką zliczeń i zależnych niepewności, gdzie Habilitant zaproponował metodę obliczania efektywnej mocy dawki w datowaniu dozymetrycznym. Zaproponowane algorytmy pozwalają uwzględniać czynniki takie jak nasycenie defektów pułapkowych przez ekspozycje na promieniowanie α , wielkość ziaren, zawartość wody w osadzie i inne. Obliczenia były wykonane poprzez symulacje Monte-Carlo i metody statystyki bayesowskiej. Praktyczne zastosowanie obliczeń to zmniejszenie niepewności pomiarowej, co jest niezwykle ważne w

pomiarach niskich aktywności. W pracy H8 znajduje się opis platformy/aplikacji do wyznaczania mocy dawki (<https://miu-rate.popsl.pl>). Praca H9 opisuje problemy metrologiczne pomiaru radioizotopów ^{238}U oraz emanację radonu ^{222}Rn w materiałach referencyjnych. Jest to dość istotny problem biorąc pod uwagę główne materiały wzorcowe Międzynarodowej Agencji Atomistyki w Wiedniu. Wykazano, że emanacja radonu ^{222}Rn przyczynia się w istotny sposób do zafałszowania wyników pomiarowych w wysokorozdzielczej spektrometrii gamma a w mniejszym stopniu w pomiarach systemem μDOSE . Rozwiązanie Habilitanta pozwoliło na odpowiednie poprawki, dotychczas różne ośrodki stosowały workowanie, ale jest to metoda niszcząca. W pracy pokazano, że emanacja radonu może doprowadzać do różnic na poziomie do kilkudziesięciu procent, co jest znaczące w szczególności, że dotyczy materiałów referencyjnych.

Wybrane przez habilitanta publikacje są w najlepszych tematycznych czasopismach czyli Radiation Measurements i Measurements. Wszystkie publikacje są, przy tak zatytułowanym osiągnięciu naukowym monotematyczne i zawierają pewien komplet-system problematyki pomiarowej dla próbek środowiskowych i jego zarówno zrozumienia jak i rozwiązania. Dodatkowym elementem są związane z pracami patenty jakie zgłosił i otrzymał Habilitant, świadczące o dojrzałości naukowej i inżynierskiej oraz praktycznej znajomości prawa własności intelektualnej. Uważam, że dzieło-osiągnięcie naukowe w postaci „zszywki” 9 wybranych, oryginalnych publikacji jest kompletne, na wysokim poziomie merytorycznym, wnosi znaczną naukową wartość dodaną i może być w pełni przyjęte jako osiągnięcie do stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.

II. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Dr Konrad Tudyka jest aktywny zawodowo. Opublikował w sumie 30 oryginalnych artykułów, z tego przed doktoratem 5 a po doktoracie 25. Artykuły są w tematycznych czasopismach: Review of Scientific Instruments, Measurements, Radiation Measurements, Geochronometria, Radiocarbon i IEEE Transactions on Nuclear Science. Habilitant miał też liczne wystąpienia na tematycznych konferencjach: 33 wystąpienia jako pierwszy autor oraz 54 wystąpienia jako współautor. Warto odnotować, że dr K. Tudyka ma znaczący dorobek technologiczny. Jest pomysłodawcą i projektantem systemu μDOSE służącego do wykrywania naturalnych radioizotopów α i β , przede wszystkim do stosowania w datowaniu dozymetrycznym, a także spektrometru ciekłoscyntylacyjnego. Na Międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji INTARG® 2020 system μDOSE zdobył złoty medal oraz otrzymał nagrodę od Prezydenta Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej. W ramach współpracy z sektorem gospodarczym dr K. Tudyka jest prezesem zarządu firmy miDose Solutions Sp. z o.o., gdzie wdrożono innowacyjne i opatentowane metody w praktyce w dziedzinie z zakresu metrologii pomiarów radioaktywności środowiska. Habilitant był wykonawcą w 3 grantach naukowych i dodatkowo w 2 kierownikiem. Może pochwalić się 9 patentami z dziedziny metrologii i pomiarów środowiskowych oraz 4 wdrożeniami technologii w firmie miDOSE. Był Członkiem komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji Radiocarbon in the Environment III, 05-09.07.2021. Jest Członkiem Komisji Metrologii przy Oddziale PAN w Katowicach od 2023 roku. Dr Konrad Tudyka prowadził szereg wykładów i ćwiczeń dla studentów PŚ m.in. z Metod Numerycznych w Fizyce, ćwiczenia tablicowe z Fizyki Współczesnej czy zajęcia seminaryjne dla studentów Fizyki Technicznej. Był opiekunem pracy inżynierskiej i promotorem pomocniczym pracy doktorskiej. Był również opiekunem studenckiego koła naukowego γFORCE , które prezentowało swoje wyniki na

międzynarodowych konferencjach. Był recenzentem czasopism tematycznych: Geochronometria, Radiation Physics and Chemistry, Radiation Measurements, Measurements, Nuclear Science and Techniques i innych. Przebywał kilkakrotnie w dobrych naukowych ośrodkach zagranicznych.

III. PODSUMOWANIE

Przedstawione osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowi istotny wkład w naukę. Habilitant jest niewątpliwie bardzo dobrym aktywnym naukowcem a prace wnoszą znaczącą wartość dodaną w dziedzinie pomiarów środowiskowych i niskich aktywności radioizotopów naturalnych. Na szczególną uwagę zasługują osiągnięcia Habilitanta na polu inżynierskim i budowy unikalnej na skalę światową aparatury oraz zastrzeżenia własności intelektualnej w postaci wielu patentów. To jest również powiązane z założeniem firmy typu Spin off miDose Solutions sp. z o.o. i jej prowadzeniem. Habilitant zasługuje na wyróżnienie bo nie tylko opublikował badania na wysokim światowym poziomie w dobrych czasopismach, ale również w sposób wyróżniający wykorzystał badania naukowe w praktyce i przeprowadził ich komercjalizację.

Biorąc pod uwagę powyższe, uważam że dr Konrad Tudyka spełnia z naddatkiem ustawowe wymagania, o których mowa w Ustawie Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z dnia 20 lipca 2018 r) stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne i wnoszę o dopuszczenie do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego a także wnoszę o wyróżnienie rozprawy habilitacyjnej.

Marek Budrawa .