

dr hab. inż. Jan Skowronek

ul. Jana Długosza 57

41-949 Piekary Śląskie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

Pani mgr inż. Katarzyny Wołoszczuk

Metoda wyznaczania rozkładu ziarnowego aerozoli promieniotwórczych na podstawie rozkładu aerozoli środowiskowych

w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych

dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka

Informacje ogólne

Pani mgr inż. Katarzyna Wołoszczuk jest pracownikiem Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie. Początkowo zatrudniona była w Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych i Radonowych, by od 2018 roku objąć funkcję kierownika Zakładu Kontroli Dawek i Wzorcowania. Jak z tego wynika, w ciągu całej swej dotychczasowej kariery zawodowej zajmowała się, problematyką radonową, a ściślej mówiąc - problemami związanymi z oceną narażenia na krótkożyciowe produkty rozpadu radonu.

Problematyka oceny narażenia na radon i jego pochodne od lat stanowi problem w ochronie przed promieniowaniem jonizującym. Z jednej strony wiąże się to z problemami metrologicznymi, zwłaszcza na podstawie pomiaru jakich radionuklidów jest ona dokonywana – radonu czy jego produktów rozpadu. Wiadomo, że największe zagrożenie dla zdrowia człowieka przebywającego w tzw. atmosferze radonowej mają obecne w niej krótkożyciowe produkty rozpadu radonu.

Znacznie prostsze w realizacji są pomiary stężenia radonu niż jego krótkożyciowych pochodnych. Jednakże ocena narażenia oparta o pomiary stężenia radonu obarczona jest dużym błędem wskutek zmienności współczynnika równowagi między nim a jego

pochodnymi, co oznacza możliwość popełnienia grubego błędu przy wyznaczaniu stężenia jego produktów rozpadu.

Pomiar stężenia krótkożyciowych produktów rozpadu radonu jest znacznie bardziej skomplikowany. Ze względu na krótkie czasy ich połowicznego rozpadu, praktycznie rzecz biorąc – wymaga pomiaru *in situ*. Sam pomiar stężenia krótkożyciowych produktów rozpadu też nie jest wystarczający dla dokładnej oceny narażenia. Rozmiary aerozoli zawierających pochodne radonu wpływają na miejsce ich depozycji w układzie oddechowym człowieka i w ten sposób wpływają na wielkość zagrożenia.

Doktorantka, praktycznie przez cały okres pracy zawodowej natrafiła na te problemy, pracując przy kalibrowaniu przyrządów do pomiaru radonu i/lub jego pochodnych w jednej z pierwszych w Polsce dużych komór radonowych. To i współpraca z innymi krajowymi i zagranicznymi ośrodkami zajmującymi się problematyką radonową zwróciło jej uwagę na zmienne wartości współczynnika konwersji dawki powodowanej ekspozycją na krótkożyciowe produkty rozpadu radonu w zależności od ich rozkładu ziarnowego.

Promotorem rozprawy jest pracownik Śląskiego Centrum Radiometrii Środowiskowej Głównego Instytutu Górniczego Pan dr hab. Krystian Skubacz, prof. GIG. Rada Naukowa Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach, która prowadzi czynności przewodu doktorskiego, powołała też promotora pomocniczego w osobie Pana dra Kamila Szewczaka z Instytutu Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk.

Przedstawiona do recenzji rozprawa liczy 122 strony oraz dwa załączniki. Zgodnie z wymaganiami ustawowymi zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim. Zawartość została ujęta w 8 rozdziałów, listę załączników oraz bibliografię.

Rozdział 1 to uzasadnienie tematyki badań podjętych przez Doktorantkę. W kolejnym rozdziale przedstawiono tezę rozprawy i zakres wykonanych badań. Rozdział 3 zatytułowany „Wstęp teoretyczny” zawiera informacje literaturowe o zagrożeniu radonowym, współczynnikach konwersji i metodach ich wyznaczania oraz rozkładach ziarnowych aerozoli promieniotwórczych i środowiskowych i metodach ich wyznaczania.

W kolejnych rozdziałach Doktorantka opisuje badania własne. Przedstawia w nich aparaturę pomiarową z której korzystała i miejsca prowadzenia badań. Rozdziały 6 do 9 zawierają wyniki przeprowadzonych badań, ich analizę oraz podsumowanie.

Bibliografia liczy 93 pozycje, wśród których nie ma publikacji autorstwa bądź współautorstwa Doktorantki.

Analiza spełnienia wymagań ustawy

Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (test jednolity Dz. U. z 16 marca 2021r., poz. 478) w artykule 187 określa następujące wymagania co do rozprawy doktorskiej:

- 1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*
- 2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.*
- 3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.*

Prezentacja ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata w dyscyplinie naukowej i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Wołoszczuk została przedstawiona do oceny w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka i pod tym kątem należy oceniać ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki.

Swoją wiedzę o aktualnych osiągnięciach światowych Doktorantka prezentuje przede wszystkim w pierwszych rozdziałach rozprawy. Na szczególne podkreślenie zasługują treści prezentowane w rozdziale 3.

Doktorantka prezentuje w nim swoją wiedzę zarówno o pierwiastkach będących obiektem jej zainteresowania – o radonie i jego produktach rozpadu, ale też w jaki sposób i w jakim stopniu mogą one stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka. Podkreśla też fakt, iż rzeczywiste zagrożenie dla zdrowia stwarzają krótkożyciowe produkty rozpadu i dla szacowania tego zagrożenia niezbędna jest wiedza o ich stężeniu w powietrzu. Zwraca uwagę, że w powietrzu aerozole promieniotwórcze są różnej wielkości, co determinuje zasięg ich penetracji w układzie oddechowym człowieka. Wiedza o tym, jaki jest udział poszczególnych frakcji ziarnowych aerozoli promieniotwórczych ma decydujące znaczenie w obliczeniach dawki, a tym samym ocenie zagrożenia.

Dobrze orientuje się w aktualnych metodach szacowania ryzyka powodowanego przez krótkożyciowe produkty rozpadu radonu. Zna i biegle przywołuje rekomendacje Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP). Przedstawia najnowsze metody

i urządzenia do wyznaczania rozkładu ziarnowego aerozoli promieniotwórczych i aerozoli środowiskowych. W swej pracy wykorzystuje nowoczesny sprzęt pomiarowy, wykazując bardzo dobrą znajomość podstaw jego działania.

Jako cel swoich badań Doktorantka wskazała znalezienie korelacji między aerozolami środowiskowymi a promieniotwórczymi, a następnie wykorzystanie jej do określenia współczynników konwersji ekspozycji na krótkożyciowe produkty rozpadu radonu na dawkę na podstawie łatwiejszych do realizacji w warunkach polowych pomiarów rozkładu ziarnowego aerozoli środowiskowych.

Doktorantka wykazała się umiejętnością prowadzenia pracy badawczej. Na podkreślenie zasługuje wnikliwość i krytyczne podejście zarówno do stosowanej aparatury jak i metod pomiarowych, a także umiejętność wykorzystania dostępnego sprzętu i metod pomiarowych do realizacji założonego celu.

Badania prowadzone były w różnych środowiskach, zarówno kontrolowanych (komora radonowa) jak i terenowych. Wyniki pomiarów poddane były krytycznej analizie.

Należy więc stwierdzić, że Doktorantka wykazała się niezbędną wiedzą a także umiejętnością prowadzenia pracy naukowej. Pewien niedosyt budzi brak próby określenia, jak znalezione zależności mogą wpłynąć na ocenę zagrożenia na konkretnych stanowiskach pracy, dla których wykonuje się takie oceny, np. dla górników podziemnych zakładów górniczych.

Oryginalność pracy

Mankamentem przy próbach prawidłowej oceny zagrożenia krótkożyciowymi produktami rozpadu radonu był brak znajomości jakie frakcje ziarnowe aerozoli promieniotwórczych występują w miejscach pobytu ludzi w których występuje to zagrożenie. Aparatura przeznaczona do ich pomiaru nie jest dotychczas szeroko dostępna, poza tym warunki jej stosowania w niektórych miejscach, na przykład podziemnych zakładach górniczych, wręcz nie pozwalają na jej wykorzystanie.

Oryginalnym pomysłem Doktorantki była idea znalezienia korelacji między rozkładem ziarnowym aerozoli promieniotwórczych a rozkładem ziarnowym aerozoli środowiskowych. Tak też deklaruje cel naukowy swojej pracy badawczej – określenie zależności między rozkładem ziarnowym aerozoli środowiskowych a rozkładem ziarnowym aerozoli promieniotwórczych – i użyteczny – w oparciu o wykonane pomiary wyznaczenie współczynników konwersji w celu właściwej oceny dawek związanych z występowaniem w powietrzu krótkożyciowych produktów rozpadu radonu i narażeniem na nie przebywających w tej atmosferze ludzi.

Do realizacji pracy Doktorantka wykorzystwała aparaturę pomiarową stosowaną w macierzystej jednostce naukowej, jak i korzystała z aparatury dostępnej w innych instytucjach badawczych. Wykazała się tym samym umiejętnością współpracy naukowej.

Doktorantka przeprowadziła badania w różnych warunkach. Pomiary wykonywała zarówno w komorze radonowej laboratorium instytutu badawczego, jak i w warunkach terenowych: wyrobiskach kopalnianych, jaskiniach jak i na składowisku odpadów promieniotwórczych, czyli miejscach gdzie należy spodziewać się istotnego zagrożenia pochodnymi radonu. Doktorantka do analizy wyników wykorzystwała specjalnie wykonane oprogramowanie. Wyznaczyła współczynniki konwersji dla różnych szybkości i sposobów oddychania.

Dotychczas stosuje się współczynniki konwersji wyznaczone empirycznie, w określonych warunkach środowiskowych. Nie wszędzie muszą one być prawdziwe. Potwierdziły to badania Doktorantki, w których wykazała, że mają one wyższe wartości dla stanowisk pracy i mogą one być nawet czterokrotnie wyższe od obecnie przyjętych w prawie atomowym.

Na tej podstawie stwierdzam, że została Doktorantka spełniła wymóg ustawowy, przedstawiając oryginalny sposób wyznaczania współczynników konwersji dla stanowisk pracy zlokalizowanych w miejscach występowania podwyższonych stężeń radonu i jego krótkożyciowych produktów rozpadu.

Sposób przedstawienia rozprawy

Spośród kilku sposobów wskazanych przez ustawodawcę Doktorantka wybrała przedstawienie wyników swoich badań w postaci pracy pisemnej o charakterze monografii. Spełniła tym samym kolejny wymóg ustawowy.

Uwagi końcowe

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest wykonana starannie pod względem edytorskim. Zamieszczone w niej rysunki i tabele dobrze ilustrują tok myślenia i przebieg badań. Niezbyt liczne usterki redakcyjne są do naprawienia przy ewentualnym przygotowaniu części lub całości pracy do publikacji. Doktorantka powinna w tekście rozprawy konsekwentnie stosować jednostki układu SI.

Doktorantka deklaruje w rozprawie zamiar stworzenia systemu pomiarowo-interpretacyjnego, którego wynikiem byłoby otrzymanie wiarygodnych wyników zagrożenia krótkożyciowymi produktami rozpadu radonu na podstawie pomiarów rozkładu ziarnowego aerozoli środowiskowych. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskała wiarygodne korelacje między rozkładami ziarnowymi aerozoli środowiskowych i

promieniotwórczych. Pozwoliło to na określenie nowych wartości współczynników konwersji, bardziej odpowiadających warunkom środowiska pracy. Metoda ta nadaje się do praktycznego zastosowania. Na podstawie uzyskanych wyników można będzie skorygować w przyszłych pracach legislacyjnych wartości tych współczynników.

Można też będzie na tej podstawie dokonać weryfikacji dotychczasowych ocen zagrożenia krótkożyciowymi produktami rozpadu radonu na stanowiskach pracy, np. w podziemnych zakładach górniczych.

W spisie literatury brak pozycji autorstwa Doktorantki. W przesłanym recenzentom opisie dorobku naukowego podanych jest 17 pozycji literaturowych w których Doktorantka występuje jako współautor. Niestety, nie zawsze spełniają one wymóg prawidłowego opisu bibliograficznego.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Wołoszczuk pt. ~~Metoda~~ ^{Metoda} **wyznaczania rozkładu ziarnowego aerozoli promieniotwórczych na podstawie rozkładu aerozoli środowiskowych** spełnia wymagania ustawowe i wnoszę o dopuszczenie do dalszych czynności przewodu doktorskiego w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Piekary Śląskie, 20 września 2021 r.

