

Dr hab. Krystian Skubacz, prof. nadzw. GIG-PIB
Śląskie Centrum Radiometrii Środowiskowej
Główny Instytut Górnictwa, Państwowy Instytut Badawczy
Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice

Katowice, 12 kwietnia 2024

Recenzja osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania
habilitacyjnego oraz dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego
Pani dr Lidii Małgorzaty Fijałkowskiej-Lichwy

1. Podstawa opracowania recenzji

Do wykonania recenzji zostałem wyznaczony przez Radę Doskonałości Naukowej, co znalazło swój wyraz w Uchwale nr 934/39/RDND08/2021-2024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej z dnia 21.02.2024 r.

O wyznaczeniu mnie na recenzenta i członka komisji habilitacyjnej zostałem poinformowany przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka dr hab. inż. Roberta Króla, prof. Politechniki Wrocławskiej w piśmie RDND08/55/2024 z dnia 23.02.2024 oraz przez Prorektora ds. Nauki tejże uczelni, prof. Andrzeja Ożyhara w piśmie z dnia 23.02.2024.

Podstawą do opracowania recenzji była dostarczona dokumentacja dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Pani dr Lidii Małgorzaty Fijałkowskiej-Lichwy.

2. Sylwetka Habilitantki

Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska-Lichwa ukończyła studia magisterskie na Politechnice Wrocławskiej w 2007 r. z wyróżnieniem. W tej samej uczelni, w 2012 uzyskała stopień doktora w dziedzinie nauk technicznych na podstawie rozprawy doktorskiej *Krótkookresowe zmiany stężenia aktywności 222Rn w podziemnych obiektach turystycznych*, a w rok później z bardzo dobrym wynikiem ukończyła studia podyplomowe w specjalności *Menedżer projektu badawczo-rozwojowego*, co niewątpliwie jest dużym atutem dla osób kierującymi projektami badawczymi. Wkrótce potem wygrała konkurs na stanowisko adiunkta w Zakładzie Geologii Inżynierskiej i Środowiskowej Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

W skład przedstawionego cyklu publikacji o jednolitej tematyce wchodzi następujące pozycje:

1. Fijałkowska-Lichwa, L., 2014. Short-term radon activity concentration changes along the Underground Educational Tourist Route in the Old Uranium Mine in Kletno (Sudety Mts., SW Poland), *Journal of Environmental Radioactivity*, 135, pp. 25-35.

Publikacja zawiera wyniki dwuletnich badań stężeń radonu ^{222}Rn wykonanych w turystycznej kopalni pouranowej w Kletnie. Stężenie radonu jest dość powszechnie stosowanym parametrem do oceny dawek. Podlega jednak dobowym i sezonowym zmianom. Analiza dwuletnia, stanowi, więc cenne źródło wiedzy dla przyjęcia odpowiednich korekt, jeśli pomiary są wykonywane w krótszym okresie czasu. Stężenie radonu, niezależnie od sezonu osiągało największe wartości w godzinach zwiedzania obiektu, a istniejący system mechanicznej wentylacji kopalni nie był zbyt wydajny. Mierzone stężenia aktywności sięgały 6700 Bq/m^3 . Wysokie były również średnie wartości, co wskazuje na wysoki stopień zagrożenia zwłaszcza dla pracowników. Wnioski sformułowane przez Kandydatkę są, więc bardzo dobrą podstawą do podjęcia przedsięwzięć obniżających dawki.

2. Fijałkowska-Lichwa, L., 2015. Estimation of radon risk exposure in selected underground workplaces in the Sudetes (southern Poland), *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 8, pp. 334-353.

Publikacja zawiera ocenę zagrożenia radonowego wykonaną dla turystycznej kopalni złota w Złotym Stoku, w jaskini Niedźwiedziej oraz kopalni pouranowej w Kletnie. Są to obiekty turystyczne i dlatego dawki zostały ocenione zarówno dla turystów jak i przewodników. Ze względu na czas ekspozycji dawki dla turystów nie przekraczały 1 mSv i mieściły się w granicach $0.001\text{-}0.2 \text{ mSv}$ w przeliczaniu na czas zwiedzania obiektu, natomiast dla pracowników przekraczały dawki graniczne we wszystkich badanych obiektach, zwłaszcza w kopalni złota w Złotym Stoku i w turystycznej kopalni pouranowej w Kletnie. To również osiągnięcie znaczącej wagi, ponieważ dotyczy bezpieczeństwa. Dawki zostały obliczone na podstawie współczynników UNSCEAR. Jednak obecnie, zgodnie z najnowszymi zaleceniami ICRP wartości konwersji, zwłaszcza dla jaskiń, ale też i dla podziemnych kopalń byłyby nawet kilkakrotnie większe.

3. Fijałkowska-Lichwa, L., 2016. Extremely high radon activity concentration in two adits of the abandoned uranium mine 'Podgórze' in Kowary (Sudety Mts., Poland), *Journal of Environmental Radioactivity* 165, pp. 13-23.

Pouranowa kopalnia "Podgórze" w Kowarach to kolejny obiekt badany przez Panią dr Lidę Małgorzatę Fijałkowską-Lichwę w Sudetach, gdzie mierzono stężenia radonu w dość długim półrocznym okresie czasu. Wartości były ekstremalnie wysokie i sięgały 1 MBq/m^3 w okresie wiosenno-letnim i były nieco mniejsze w drugiej połowie lata. Stężenia aktywności radonu wykazywały jednak bardzo dużą zmienność, ponieważ wartości minimalne osiągały 3 kBq/m^3 . Obiekt jest udostępniony dla turystów. Niefortunnie również i w tym obiekcie najwyższe stężenia odnotowano w czasie kiedy kopalnia była otwarta dla zwiedzających. Wykonane badania są zatem wskazówką dla właściciela, że bez specjalnych środków prewencyjnych zabezpieczających przed nadmierną ekspozycją zwiedzanie obiektu wiąże się z wysokim ryzykiem. Praca nie ogranicza się tylko do omówienia wyników pomiarów ale wskazuje również na środki zaradcze takie na przykład jak poprawa mechanicznej wentylacji, która, jak wynikało z przeprowadzonych badań działała zbyt krótko, a szybkość wymiany powietrza podczas jej pracy wynosiła od 5% do 25%.

4. Fijałkowska-Lichwa, L., 2020. The assessment of lining structure impact on radon behavior inside selected underground workings under the cour d'honneur of Książ castle. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10967-020-07391-3>.

W tej pracy również zawarto wyniki długookresowych obserwacji stężenia radonu. Tym razem wykonano je w zamku „Książ” (Wałbrzych), a dokładniej w tunelach wydrążonych przez Niemców podczas drugiej wojny światowej u podnóża zamku i pod nim samym. Stężenie aktywności radonu było największe w miesiącach letnich, kiedy mogło przewyższać nawet 3000 Bq/m^3 . Zwrócono uwagę na to czy izolacja górotworu przez beton wpływa na naturalną konwekcyjną wymianę powietrza i czy w zawiązku z tym również i tu można zaobserwować sezonowe zmiany stężenia radonu. Choć stężenia radonu wcale nie były małe to praca ta nie zawiera oceny dawek, a koncentruje się właśnie na tym aspekcie. W sumie charakter fluktuacji stężeń aktywności radonu w pomieszczeniu, odizolowanym od górotworu warstwą betonu, a miejscem, gdzie górotwór pozostawał odsłonięty był niemal identyczny. Stężenia aktywności radonu w pierwszym z nich były jednak znacząco niższe (średnio 1000 Bq/m^3) w porównaniu do pomieszczenia nieodizolowanego od górotworu (2500 Bq/m^3). Betonowa bariera znacząco zatem obniżała dopływ radonu. W obydwu przypadkach minimalne wartości stężeń mierzono w zimniejszych miesiącach, a maksymalne w miesiącach wiosennych i letnich. Wydaje się, że w przypadku tych badań istotnym uzupełnieniem byłby pomiar ekshalacji radonu ze ścian.

5. Fijałkowska-Lichwa, L., Przylibski, T., A. 2016. First radon measurements and occupational exposure assessments in underground geodynamic laboratory the Polish Academy of Sciences Space Research Centre in Książ Castle (SW Poland). *Journal of Environmental Radioactivity*. 165, pp. 253-269.

Analizę zagrożenia radonowego pominiętą w artykule nr. 4, przedstawiono w tej publikacji. Należy zauważyć, że również podziemia zamku „Książ” są udostępniane turystycznie i dlatego ocena zagrożenia radonowego staje się bardzo istotna, a zgodnie z wynikami pomiarów stężenie radonu sięgało 3500 Bq/m^3 , podczas gdy przyjęty obecnie w Polsce poziom referencyjny to 300 Bq/m^3 . Podobnie jak i w innych obiektach autorzy wykazali znaczne sezonowe wahania stężeń, co powinno zostać uwzględnione w przypadku, kiedy nie prowadzi się ciągłych długookresowych pomiarów. Dawki roczne oszacowane dla pracowników mieściły się w granicach 1 – 10 mSv, zgodnie z rekomendowanymi w tym czasie konwersjami. Gdyby jednak czynności wykonywane przez pracowników koncentrowały się w rejonie występującego w rejonie badań uskoku, to roczna dawka mogłaby nieznacznie przekroczyć dawkę dopuszczalną 20 mSv.

6. Fijałkowska-Lichwa, L., Przylibski, T., A., 2019. A comprehensive characteristic of ^{222}Rn activity concentration changes and ionising radiation exposure in newly discovered parts of Bear Cave in Kletno, Poland. *Radiation Protection Dosimetry*. 165, pp. 1-19. doi:10.1093/rpd/ncz263.

Praca ponownie dotyczy badań wykonanych w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie. Obiekt ten posiada prawdopodobnie jeszcze wiele nieznanych dotąd komór. Niektóre z nich odkryto stosunkowo niedawno i w związku z tym nie są jeszcze udostępnione. Jest to niezwykle popularny obiekt, który cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem turystów. Dla bezpieczeństwa tych osób jak i bezpieczeństwa personelu, każda nowa komora powinna jednak zostać zbadana przed jej udostępnieniem i tak rozumiem wartość dodaną tej pracy. Badania wykonano w komorze odkrytej w 2012 roku. Wykonano tam badania, które trwały nieprzerwanie przez prawie dwa lata. Średnie stężenia aktywności radonu wahały się w granicach od około 2600 do 3700 Bq/m^3 , a maksymalne sięgały nawet 9600 Bq/m^3 . Z pracy wynika, że w przypadku otwarcia tej komory dla zwiedzających niezbędne stałoby się monitorowanie czasu pracy i dawek dla przewodników.

7. Fijałkowska-Lichwa, L., Przylibski, T., A. 2021. Assessment of occupational exposure from radon in the newly formed underground tourist route under Książ castle, Poland. *Radiation and Environmental Biophysics*. <https://doi.org/10.1007/s00411-021-00903-z>.

Podobnie jak w przypadku Jaskini Niedźwiedziej również i w tym przypadku praca nawiązuje do tej części podziemia zamku „Książ”, która dopiero co została udostępniona dla turystów. Schemat działań, zastosowane metody i sposób oceny wyników są takie same jak w poprzednich publikacjach. Badania trwały prawie trzy lata. Gdyby wziąć pod uwagę okres zimowy i letni to moce dawek skutecznych wahałyby się od 0.0003 do 0.014 mSv/h, a biorąc pod uwagę cały trzyletni okres jej wartość wyniosłaby 0.004 mSv/h. Uwzględniając czas pracy składałoby się to na dawkę roczną około 8 mSv. Zgodnie jednak z współczesnymi rekomendacjami dotyczącymi współczynników konwersji jakie należałoby przyjąć dla jaskiń, dawka roczna przekroczyłaby znacząco 20 mSv, co stanowiłoby problem dla pracodawcy.

8. Fijałkowska-Lichwa, L., Przylibski, T., A. 2022. Monthly and quarterly correction factors for determining the mean annual radon concentration in the atmosphere of underground workplaces in Poland. *Environ Geochem Health*. <https://doi.org/10.1007/s10653-022-01280-2>.

Publikacja ta odróżnia się od innych wymienionych wyżej prac, choć również dotyczy zagrożenia radonowego. Tym razem autorzy podjęli wysiłek oceny współczynników korekcji uwzględniając dane z różnych miejsc zlokalizowanych pod ziemią. Ma to duże znaczenie w sytuacji, kiedy pomiarów dokonuje się przez jakiś okres w roku, a następnie ma się ocenić średnioroczną wartość, na którą przecież wpływają zmiany sezonowe. Korekty zostały wyliczone odrębnie dla obiektów wyposażonych w wentylację mechaniczną, obiektów dobrze odizolowanych od wpływu atmosfery i obiektów z naturalną wentylacją słabiej odizolowanych od wpływów atmosfery. Oceniono również korekty wypadkowe. Autorzy wykazali, że ich wartości mogą się zmieniać w przedziałach 0.38-2.40, 0.6-3.3 i 0.69-1.50 odpowiednio dla obiektów z wentylacją mechaniczną, dobrze izolowanych i słabiej izolowanych z naturalną wentylacją oraz od 0.78-1.62 w ujęciu wartości wypadkowych. Są to bardzo znaczące wahania. Wskazano tym samym na możliwość wystąpienia dużych nieścisłości w ocenie zagrożenia radonowego w przypadku pomiarów wykonanych w jakimś jednym określonym sezonie.

9. Fijałkowska-Lichwa, L., Przylibski, T., A., Norenberg, M., Maciejewski, P. 2023. Intercomparison of equipment measuring radon activity concentration in the air - an example from a hydrotechnical structure in Dobromierz (SW Poland). *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10967-023-08882-9>.

Jest to niejako podsumowanie metrologiczne cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe. W każdym przypadku w pomiarach wykorzystywano półprzewodnikowe detektory SRDN-3. Praca ta zawiera wyniki pomiarów porównawczych, podczas których jednym z urządzeń były właśnie tego typu detektor, którego wskazania porównywano z powszechnie stosowanymi urządzeniami takim jak AlphaGuard, AlphaE czy detektory śladowe CR-39. Uzyskane wyniki wskazują na dobrą zgodność metrologiczną.

10. Fijałkowska-Lichwa, L., Przylibski, T., A., 2023. Radon (^{222}Rn) as a tracer in natural ventilation efficiency assessment in underground workings – an example of „St John Mine” tourist complex in Krobica (the Sudetes, SW Poland). *Journal of Environmental Radioactivity*. 265.

Artykuł dotyczy zagrożeń radonowych, lecz w zupełnie innym ujęciu: jak wykorzystać naturalny radon, jako wskaźnik wentylacji w obiektach znajdujących się pod ziemią w sytuacji, kiedy jej intensywność jest zdeterminowana wyłącznie czynnikami atmosferycznymi, co oznacza brak wentylacji mechanicznej. Badania wykonano w miejscu stanowiącym część turystycznej trasy. Sztolnie Jana i Leopolda w Krobicy są częścią nieczynnych już kopalń, gdzie kiedyś wydobywano rudę cyny. Średnie stężenia radonu mieściły się w granicach od około 20 Bq/m^3 do 32 kBq/m^3 . Wielomiesięczne badania wykonane w tych lokalizacjach pozwoliły na wskazanie przedsięwzięć, dzięki którym można obniżyć stopień zagrożenia radonowego w tym sztolniach w Krobicy dla zwiedzających ten obiekt i dla osób będących pracownikami.

Przedstawiony cykl publikacji został dobrze dobrany. Obejmuje trzy zagadnienia:

- Ocena zagrożenia radonowego w obiektach turystycznych zlokalizowanych w rejonie Sudetów. Tego zagadnienia dotyczy większość materiału. Jest to istotne, ponieważ zagrożenie radonowe jest obecnie postrzegane, jako bardzo ważny czynnik w odniesieniu do naturalnych nuklidów promieniotwórczych. Radon i jego krótkożyciowe produkty rozpadu wnoszą największy wkład do dawki, jaką otrzymuje przeciętny mieszkaniec Polski, a U.S. Environmental Protection Agency wskazuje, że jest do druga po paleniu papierosów przyczyna indukcji nowotworów płuc. Z tych powodów duża część europejskiej dyrektywy 2013/59/Euratom z dnia 5 grudnia 2013 dotyczy tego właśnie zagrożenia. Na szczególną

uwagę zasługuje tu długotrwałość wszystkich kampanii pomiarowych. Oceniając dawki można by również uwzględnić konwersje wskazywane przez prawo.

- Jak przedsięwzięcia techniczne mogą wpłynąć na redukcję stężenia radonu lub w jaki sposób wykorzystać radon do oceny naturalnej wentylacji obiektów zlokalizowanych pod ziemią
- Ocena metrologiczna zastosowanych metod pomiarowych w tym wskazówki jak w sposób efektywny zastosować metody pomiarowe w praktyce tak, aby ocena zagrożenia radonowego uwzględniała sezonowe zmiany stężenia

Podsumowując przedstawiony cykl publikacji mogę stwierdzić, że są one niewątpliwie powiązane tematycznie ze sobą i stanowią jeden zwarty blok. Wskazują, że Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska–Lichwa:

- pewnie porusza się w problematyce zaprezentowanej w cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe,
- potrafi w sposób wszechstronny spojrzeć na problemy związane z zagrożeniem radonowym,
- prawidłowo planuje i realizuje badania z zakresu problematyki związanej z zagrożeniem radonowym. Są to długotrwałe badania obejmujące wiele sezonów i wymagające dużego wysiłku. Dzięki temu osiągnięte rezultaty posiadają dużą statystyczną wagę,
- właściwie i celnie ocenia osiągnięte rezultaty.
- w planowaniu badań naukowych Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska-Lichwa nie zapomina nigdy, tam gdzie jest to konieczne, o tak istotnych parametrach jak charakterystyka geologiczna obiektu badań.

Problematyka, którą obejmują te publikacje jest bardzo istotna dla bezpieczeństwa zwłaszcza pracowników obsługujących te obiekty, a sposób, w jaki sformułowano i rozwiązano problemy mają cechę oryginalności.

4. Ocena dorobku naukowego

Oceniając wszystkie osiągnięcia Pani dr Lidii Małgorzaty Fijałkowskiej–Lichwy w zakresie osiągnięcia naukowego, dorobku naukowo-badawczego i dydaktycznego stwierdzam, że:

- Cykl 10-publicacji zawiera oryginalny wkład w rozwój naukowy w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Cztery z nich są samodzielnymi pracami, a w pozostałych jest pierwszym autorem.

Są to publikacje z listy filadelfijskiej i ujęte w bazie *Journal Citation Reports*. Łączna punktacja wg MNiSW to 590 punktów Są istotną wartością dodaną w rozwoju metod właściwej oceny bezpieczeństwa pracowników w podziemnych obiektach. Ponadto odznaczają się wszechstronnym podejściem, ponieważ dotyczą niemal wszystkich problemów związanych z zagrożeniem radonowym: bezpieczeństwo, przedsięwzięcia techniczne w celach redukcji zagrożenia, metrologia i wykorzystanie radonu, jako znacznika do oceny naturalnej wentylacji.

- Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska-Lichwa jest również współautorem innych recenzowanych prac, dla których łączna punktacja wg MNiSW wyniosła 1060 punktów.
- Indeks Hirsha za cały dorobek naukowy z uwzględnieniem autocytowań wyniósł w roku zgłoszenia wniosku habilitacyjnego 6, 7 lub 8 odpowiednio wg *Web of Science Core Collection*, *Scopus* i *Google Scholar*
- Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska-Lichwa opracowała 10 rozdziałów do monografii. Ponadto uczestniczyła w rozpowszechnianiu wyników swojej pracy poprzez aktywny udział w konferencjach krajowych i zagranicznych. W rezultacie powstało 10 prac dołączonych do materiałów konferencyjnych i 10 referatów.

Dorobek naukowy Pani dr Lidii Małgorzaty Fijałkowskiej-Lichwy oceniam, jako dobry. Cytowania w liczbie 177, które uzyskała do momentu zgłoszenia wniosku habilitacyjnego wskazują na zainteresowanie rezultatami jej badań oraz ich międzynarodowy zasięg i znaczenie.

Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska-Lichwa brała ponadto udział w projektach międzynarodowych. Wymienić to należy projekt nr 571 *Radon, Health and Natural Hazards*, w którym uczestniczyły placówki badawcze z Anglii, Czech, Francji i Stanów Zjednoczonych oraz projekt *Radon in groundwaters of the Sudety Mountains, etap III, Region Chrastava – Bogatynia w Górach Izerskich* realizowany we współpracy z Republiką Czeską w latach 2013–2014. Swoje kwalifikacje naukowe i menedżerskie wykorzystwała kierując również kilkoma projektami krajowymi.

Podczas realizacji projektów badawczych współpracowała z zagranicznymi uczelniami oraz instytucjami naukowo-badawczymi, a swoje kwalifikacje podwyższała uczestnicząc również w stażach, w pomiarach terenowych oraz prowadząc wzorcowania w takich ośrodkach jak Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie, Instytut Medycyny Pracy im. Prof. dr Jerzego Nofera w Łodzi oraz Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie.

5. Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego

Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska-Lichwa wykazuje również aktywność w działalności dydaktycznej poprzez samodzielne przygotowanie programów zajęć, materiałów źródłowych dla studentów i prowadzenie zajęć. Była promotorem i recenzentem prac inżynierskich realizowanych w macierzystej uczelni.

Ponadto organizowała i prowadziła zajęcia edukacyjne dla młodzieży, które odbywały się w ramach XXII Dolnośląskiego Festiwalu Nauki w 2019 roku. Za jej wkład w działalność organizacyjną uczelni została trzykrotnie nagrodzona przez Rektora Politechniki Wrocławskiej. Była również kierownikiem projektów realizowanych w ramach programu Młoda Kadra służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich.

Dorobek dydaktyczny Pani dr Lidii Małgorzaty Fijałkowskiej-Lichwy oceniam, jako dobry.

6. Wniosek końcowy

Uwzględniając powyższe stwierdzam, że zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami) Pani dr Lidia Małgorzata Fijałkowska-Lichwa spełnia wymagania niezbędne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego i wnioskuję o dopuszczenie Jej do dalszego postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Skiba

