

dr hab. Krzysztof Kozak
Instytut Fizyki Jądrowej
im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk
31-342 Kraków, Radzikowskiego 152

Kraków, 21.05.2015.

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr inż. Moniki Śleziak
pt. „Kompleksowa ocena zagrożenia radiologicznego
w sąsiedztwie zbiorników osadowych wód kopalnianych
na przykładzie kopalń Brzeszcze i Silesia”**

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Prof. dr hab. Janusza Wolny (WFiIS-b.510/15) z dnia 25 marca 2015 r. powołujące mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pani mgr. inż. Moniki Śleziak zatytułowanej „Kompleksowa ocena zagrożenia radiologicznego w sąsiedztwie zbiorników osadowych wód kopalnianych na przykładzie kopalń Brzeszcze i Silesia”. Promotorem pracy doktorskiej Pani mgr. inż. Moniki Śleziak był Pan dr hab. inż. Marek Duliński. Praca została wykonana w Akademii Górniczo Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej.

W projekcie "Polityki energetycznej Polski do roku 2050", przedstawionym w sierpniu 2014 roku przez Ministerstwo Gospodarki, zapisano, że węgiel kamienny i brunatny nadal będzie odgrywał bardzo ważną rolę w polskiej energetyce, tak więc recenzowana praca wpisuje się w ważny i aktualny ciągle aspekt dotyczący wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne. W skali globalnej węgiel to bardzo istotny nośnik energii. Na świecie ok. 40 proc. energii elektrycznej produkowane jest z węgla, a uzależnienie globalnego przemysłu stalowego od węgla sięga 70 procent. Pomimo planów zróżnicowania źródeł energii, szczególnie w Polsce, węgiel jeszcze na długo pozostanie ważnym składnikiem w miksie energetycznym.

Podjęty przez Autorkę temat ma szczególne znaczenie także w kontekście opublikowanej ostatnio Dyrektywy Rady 2013/59/EURATOM z dnia 5 grudnia 2013 r. ustanawiającej podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 17.01.2014, L 13/1). Dyrektywa stanowi ważny krok naprzód w zakresie ochrony pracowników, członków społeczeństwa i pacjentów przed szkodliwymi skutkami promieniowania jonizującego. Zapisy tej Dyrektywy odzwierciedlają wyniki badań

w zakresie ochrony radiologicznej związanej z wykorzystaniem promieniowania jonizującego, prowadzonych na przestrzeni ostatnich dwóch dekad na poziomie międzynarodowym, w tym przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA), Światową Organizację Zdrowia (WHO), Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) oraz Międzynarodową Komisję ds. Ochrony Radiologicznej (ICRP). Po raz pierwszy w dokumencie tej rangi narażenie na promieniowanie naturalne jest traktowane, tak samo jak narażenie od sztucznych źródeł promieniowania, jako sytuacja narażenia planowanego.

Praca Pani mgr. inż. Moniki Śleziak dotyczy właśnie tej tematyki. Autorka, jako główne cele pracy podaje „*rozszerzenie dotychczasowej wiedzy nt. wpływu eksploatacji kopalń na okalające je tereny w aspekcie skażeń promieniotwórczych*” (str. 9) oraz „*uściślenie i rozszerzenie wiedzy odnośnie wpływu działalności kopalń węgla kamiennego na środowisko naturalne i zdrowie okolicznej ludności*”: (str.11).

Praca doktorska liczy 182 strony. Podzielona jest na 15 rozdziałów. Rozdział 1 zawiera wstęp, a w Rozdz. 2 przedstawiono przegląd badań wykonanych przez Główny Instytut Górnictwa (Katowice) na terenach kopalnianych, na których Autorka prowadziła także swoje badania.

Treść rozdziału 3 przedstawia budowę geologiczną złóż tzn. stratygrafię i litologię warstw nadkładu i karbonu KWK Brzeszcze i KWK Silesia. Zamieszczono tu także charakterystykę odpadów stałych będących nieodłącznym efektem eksploatacji złoża węgla, tzn. skały płonnej oraz żużlu powstałego ze spalania węgla w kotłowniach kopalnianych produkujących parę dla celów technologicznych i grzewczych. Autorka omawia także charakterystyki wód kopalnianych i problemy zagrożenia wodnego kopalń. Zakończenie rozdziału stanowi ogólna charakterystyka zagrożeń dla środowiska naturalnego wynikająca z działalności kopalń.

Charakterystyka zbiorników retencyjno–dozujących Brzeszcze, Rontok Duży i Kaniów stanowi treść rozdziału 4. Przedstawiono opis zbiorników, ich parametry techniczne jak i prowadzone modernizacje.

Bardzo ciekawy i ważny z punktu widzenia celów edukacyjnych, które powinny być brane pod uwagę przy ocenie prac doktorskich, jest rozdział 5 zatytułowany „Zarys geochemii pierwiastków radioaktywnych”. Czytelnik ma okazję zapoznać się procesami krystalizacji magmowej oraz procesami hipergenicznymi. Szczegółowo, ale jasno i zrozumiale, nawet dla niespecjalisty, opisane są procesy, którym podlegają uran, tor i potas. Szczególną uwagę autorka poświęca istotnym procesom usuwania uranu i toru z wodnych roztworów oraz zachowaniu radu w układach hydrotermalnych.

Kolejne pięć rozdziałów (Rozdz. 6 – 10) stanowi zasadniczą część pracy doktorskiej. Autorka przedstawia w nich wykonane pomiary:

- próbek wody pobranych z powierzchniowych zbiorników retencyjno – dozujących oraz z cieków znajdujących się w ich najbliższym sąsiedztwie (Rozdz. 6),
- składu mineralogicznego i pierwiastkowego osadów i skały płonnej (Rozdz. 7)
- stężeń radonu (^{222}Rn) w powietrzu atmosferycznym (Rozdz. 9)
- przestrzennego równoważnika mocy dawki promieniowania gamma na badanym terenie (Rozdz.10).

Rozdział 8 zawiera bilans wodny i jego wpływ na usuwanie radu z kolumny wody, a także „oszacowanie aktywności radu ^{226}Ra skumulowanej w osadach dennych zbiorników, Brzeszcze i Kaniów”. Cennym wynikiem jest sporządzenie, na podstawie składu izotopowego i stężenia jonów chlorkowych, bilansu wodnego zbiorników Brzeszcze oraz ustalenie wielkości głównych strumieni wodnych. Podobne analizy na podstawie stężenia chlorków wykonano dla zbiornika Kaniów.

Autorka zamieszcza szczegółowe opisy preparatyki chemicznej próbek oraz procedur pomiarowych. Zwraca uwagę szeroki zakres prowadzonych analiz obejmujących pomiary radu (^{226}Ra), ołowiu (^{210}Pb), uranu (^{234}U , ^{238}U), trytu i deuteru, tlenu (^{18}O) oraz jonów chlorków i składu chemicznego próbek wody.

Omówienie uzyskanych wyników składu chemicznego i stężeń izotopów gamma promieniotwórczych w próbkach wody z badanych zbiorników przedstawiono w 9 punktach oraz na rysunkach prezentujących zależności między analizowanymi izotopami promieniotwórczymi, stabilnymi i chlorkami.

Wykonane pomiary mineralogiczne, pomiary składu chemicznego wód i bilansu wodnego pozwoliły na modelowanie procesu wytrącania barytu oraz ustalenie rzędu wielkości aktywności radu (^{226}Ra) zakumulowanej w osadach dennych zbiorników Brzeszcze i Kaniów, wynoszących odpowiednio 5 GBq i 200 GBq.

Rozdziały te ujawniają naukowy charakter badań, oraz duży wkład pracy i kompetencje Autorki w zakresie planowania oraz prowadzenia pomiarów, zarówno laboratoryjnych jak środowiskowych, które wymagają szczególnej dokładności i precyzji. Zwraca uwagę poprawny i jasny opis, co wskazuje na bardzo dobrą orientację Doktorantki w przedstawianych tematach.

Rozdział 9 opisuje metodykę i uzyskane wyniki pomiarów stężeń gazowego izotopu radonu (^{222}Rn) w powietrzu, w sąsiedztwie zbiorników osadowych wód kopalnianych.

Pomiary były prowadzone w sposób ciągły w jednym punkcie pomiarowym na wysokości 2,5 nad powierzchnią gruntu przez okres ok. 2,5 miesiąca w okresie zimowym. Autorka podejmuje próbę analizy zależności stężenia radonu w powietrzu z wybranymi parametrami meteorologicznymi. Temat ten jest bardzo złożony i wyciąganie wiarygodnych wniosków w oparciu o tak krótkoterminowe pomiary nie jest możliwe. Interesujące są jedynie analizy dotyczące zmienności stężeń radonu w powiązaniu z kierunkiem wiatru, lecz wymagają dalszych długoterminowych badań. Wykonano także pomiary stężeń radonu w powietrzu w kilkudziesięciu punktach pomiarowych wokół zbiorników, co pozwoliło na obliczenie dawek inhalacyjnych od radonu i jego pochodnych dla osób przebywających na tym terenie.

Końcowe wnioski z przeprowadzonych badań, zebrane w 11 punktach, zawarte są w Rozdz. 12. Rozdział 13 to spis 39 tabel i 43 rysunków zamieszczonych w pracy. Bibliografię obejmującą 87 pozycji literaturowych i 3 odnośniki do witryn internetowych zebrano w Rozdz. 14. Uzupełnieniem pracy jest Rozdz. 15 ze spisem zawartości dołączonej płyty CD z 7 zbiorami danych pomiarowych w formacie arkuszy Excel.

Analiza rozprawy doktorskiej nasuwa następujące uwagi:

- wśród 87 cytowanych pozycji literaturowych tylko jedna pozycja zawiera nazwisko Autorki. Publikacja ta z roku 2008 pt. „Ocena zagrożenia radiacyjnego pochodzącego od zbiornika odpadów poprodukcyjnych Rontok Duży” nie podaje dokładnie w jakim czasopiśmie się ukazała – podany jest jedynie Kraków, co jak rozumiem jest miejsce wydania. W ogólnie dostępnych źródłach można znaleźć kilka prac, gdzie Pani mgr inż. Monika Śleziak jest współautorem, a które obejmują podobną tematykę, co recenzowana praca. W rozprawie brak jest odwołania się do tych prac. Dziwi to tym bardziej, iż dowodzi to, że Doktorantka już „stawiła czoła” recenzentom i znalazła uznanie dla wyników swych badań. Potwierdza to także, iż Autorka uczestniczyła w realizacji wielu prac badawczych, jako pracownik jednostki o ugruntowanej tradycji, dbającej o rzetelność i profesjonalizm. W trakcie obrony oczekuję odpowiedzi, dlaczego Autorka nie cytuje tych prac w przedstawianej rozprawie doktorskiej?
- zwraca uwagę niedopuszczalna w pracach naukowych dowolność używania określenia jednostki Bq/kg. W różnych miejscach pracy jednostka ta określana jest jako: aktywność, radioaktywność, aktywność promieniotwórcza, aktywność właściwa, aktywność właściwa promieniowania lub koncentracja. To poważny mankament przedstawionej pracy i absolutną koniecznością w przypadku publikacji całości lub części pracy jest ujednolicenie tych określeń zarówno w tekście jak i w opisach tabel

i rysunków. Jako recenzent zalecam zapoznanie się z bardzo cenną publikacją Pana Tadeusza Musiałowicza pt. „Ochrona Radiologiczna, Encyklopedyczny Słownik Angielsko Polski”, Raport CLOR NR 154Wyd. 6-te uzupełnione, Warszawa 2014, ISBN 978-83-920940-6-7, która podejmuje próbę ujednoczenia stosowanej nomenklatury. Jedynym poprawnym określeniem tej jednostki jest stężenie promieniotwórcze (stężenie substancji promieniotwórczej). Lub aktywność właściwa. Jednostką jest bekerel na kilogram, [Bq/kg] lub bekerel na metr sześcienny [Bq/m³].

- Autorka cytuje pozycję z roku 2011, „Działalność Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki i ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2010r.” – bardziej właściwe byłoby odwołanie się do aktualnego Raportu Roczno „Działalność Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2013 roku” wydanego przez Państwową Agencję Atomistyki w roku 2014.
- obszerna Tabela 9 (str.62-67) zamieszczona jest w sposób utrudniających jej analizę i wymaga od czytelnika ciągłego odwracania całej pracy
- przy opisie metod pomiarowych brak jest podania metod wyznaczania niepewności otrzymanych wyników i granic oznaczalności (minimalnych mierzonych stężeń)
- niepewności zamieszczone w tabelach prezentujących wyniki
- str. 85 – Autorka niepoprawnie stwierdza iż „*Pomiar aktywności prób osadów oraz skał został przeprowadzony przy użyciu metody spektrometrii promieniowania gamma za pomocą półprzewodnikowego detektora HPGe*” – pomiar taki można przeprowadzić za pomocą toru spektrometrycznego, którego jednym z elementów jest detektor – brak podstawowych informacji na temat pozostałych elementów zastosowanego toru spektrometru promieniowania gamma
- str. 90, Tabela 14; niezrozumiałe jest oznaczenie kolumny 8: ²¹⁰Pb(Cs) oraz brak podania niepewności i jednostki w kolumnie 9
- podawanie wyniku w postaci np. 710,6 ± 9,4 Bq/kg jest niepoprawne
- str. 92, Tabela 15; błąd edycyjny wiersz 2 (średnia, mediana, max, min)
- pomiary stężeń radonu w powietrzu atmosferycznym podano z dokładnością do tysięcznych części Bq/m³ – jest to pozbawione sensu

- Str. 143, Rozdz.9.3 – zupełnie niepoprawne jest stwierdzenie, że „*Podwyższona koncentracja radonu ²²²Rn w powietrzu atmosferycznym w najbliższym otoczeniu zbiorników kopalnianych przyczynia się do wzrostu dawki promieniowania gamma, którą otrzymują na tych terenach ludzie.*” – proszę o wyjaśnienie, co Autorka miała na myśli.

Pod względem językowym praca napisana jest bardzo poprawnie a edycja graficzna także nie budzi zastrzeżeń.

Biorąc pod uwagę obecny stan literatury, przeprowadzone w rozprawie badania i proponowane metody oceny zagrożenia radiologicznego są oryginalne i poszerzają wiedzę o ważnych aspektach wpływu przemysłu na środowisko naturalne.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska zawiera bardzo interesujące i ważne z punktu widzenia ochrony radiologicznej wyniki. Zawarte w recenzji uwagi nie umniejszają wysokich zalet pracy. Praca nie zawiera istotnych błędów merytorycznych, które podważałyby postawione tezy lub uzyskane wyniki. Cele postawione przez Autorkę w pracy zostały osiągnięte.

W mojej ocenie, na podstawie lektury rozprawy doktorskiej, Pani mgr inż. Monika Śleziak jest dojrzałym i dobrze przygotowanym do pracy naukowej pracownikiem posiadającym także, jak przypuszczam, umiejętność pracy w zespole.

Uwzględniając znaczenie tematyki badań, opanowanie szerokiego warsztatu pomiarowego oraz oryginalność uzyskanych wyników stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Śleziak zatytułowana „Kompleksowa ocena zagrożenia radiologicznego w sąsiedztwie zbiorników osadowych wód kopalnianych na przykładzie kopalń Brzeszcze i Silesia” stanowi oryginalne i nowatorskie rozwiązanie problemu naukowego, ukazuje wiedzę teoretyczną a także umiejętność samodzielnego planowania i prowadzenia pracy naukowej.

Przedstawiona praca w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). W związku z tym wnoszę o dopuszczenie doktorantki, Pani mgr inż. Moniki Śleziak do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Kraków, 21.05.2015


Krzysztof Kozak