

Recenzja rozprawy doktorskiej pani mgr Moniki Śleziak pt. "Kompleksowa ocena zagrożenia radiologicznego w sąsiedztwie zbiorników osadowych wód kopalnianych na przykładzie kopalń Brzeszcze i Silesia".

Przedstawiona mi do recenzji praca doktorska pani mgr Moniki Śleziak została wykonana pod kierunkiem pana dr hab. inż. Marka Dulińskiego w Katedrze Zastosowań Fizyki Jądrowej na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Jest to obszerna, licząca 182 strony praca starająca się uchwycić szereg aspektów problemu zagrożenia radiologicznego spowodowanego obecnością naturalnych substancji radioaktywnych na terenach trzech zbiorników osadowych wód kopalnianych. Obszary, na których wykonywano badania to rejony zbiorników retencyjno-dozujących Brzeszcze, Kaniów oraz Rontok Duży należące do kopalń węgla kamiennego „Brzeszcze” oraz „Silesia”.

Za cel pracy autorka postawiła sobie „*rozszerzenie dotychczasowej wiedzy nt. wpływu eksploatacji kopalń na okalające je tereny w aspekcie skażeń promieniotwórczych*”. Jest to temat ważki z uwagi na fakt, że podczas eksploatacji kopalni nieuniknione są zmiany środowiskowe okolicznych terenów prowadzące do powstania zwałowisk skały płonnej i budowy zbiorników wody pochodzącej z odwadniania kopalni. Eksploatacja zbiorników retencyjno – dozujących prowadzi do akumulacji w nich osadów, a te z reguły zawierają wysokie stężenia naturalnych pierwiastków promieniotwórczych. Ponadto, same wody pochodzące z odwadniania kopalń to głównie solanki o wysokiej mineralizacji, które mogą w zależności od składu chemicznego charakteryzować się wysokimi stężeniami aktywności pierwiastków promieniotwórczych, głównie z szeregu ^{226}Ra . Zwałowiska czyli hałdy również mogą zawierać podwyższone stężenia radionuklidów, które kumulują się w wyniku składowania na nich skały płonnej.

Aby zrealizować główny cel rozprawy doktorskiej autorka zaplanowała przeprowadzenie szeregu analiz radiochemicznych izotopów radu, ołowiu, uranu a także

analizy składu izotopowego tlenu ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), wodoru ($^2\text{H}/^1\text{H}$) oraz stężenia trytu w próbach wód pobranych ze zbiorników. W odniesieniu do osadów i skał zaplanowała wykonanie pomiarów aktywności naturalnych izotopów promieniotwórczych. Rezultaty tych analiz wraz z wynikami analiz chemicznych wód miały posłużyć do: i) uściślenia mechanizmu transportu izotopów radu do osadów dennych zbiorników, ii) obliczeń modelowych rocznego strumienia ^{226}Ra do osadów i oceny jego aktywności zakumulowanej w okresie eksploatacji zbiorników Brzeszcze i Kaniów, iii) oceny możliwości wykorzystania osadów w ramach rekultywacji terenów po zakończeniu eksploatacji. To nie wszystkie z wymienianych przez autorkę celów.

Realizacja tych bogatych planów spowodowała, że praca jest bardzo obszerna i zawiera ogromny materiał badawczy. Wyniki pomiarów zamieszczone są w tabelach i na dołączonej płycie CD. Nasuwa się przy tym ogólne pytanie, pozostawione bez odpowiedzi w treści pracy, które z tych pomiarów autorka wykonała samodzielnie, a które zostały zlecone do innych jednostek lub pod-jednostek. Wydaje mi się, że nie istnieje jedno laboratorium zajmujące się zarówno skażeniami typu TENORM, w wodzie, glebie i powietrzu, jak i oznaczaniem stężeń składu izotopowego tlenu ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), wodoru ($^2\text{H}/^1\text{H}$) oraz trytu. Raczej jest to zadanie dla wielu laboratoriów a autorka nie mogła przecież pracować jednocześnie w kilku miejscach. Jedynie analizy chemiczne składu wody zostały zlecone do Laboratorium Hydrogeochemicznego Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska co zostało stwierdzone w rozdziale 6.1 na str. 54. Fakt nie podania *explicite*, które pomiary wykonywane były samodzielnie, a które nie, niesie za sobą kolejne konsekwencje, które omawiam w dalszej części mojej recenzji.

Recenzowana praca zawiera 182 strony tekstu podzielone na piętnaście rozdziałów, w tym spis tabel i rysunków, bibliografia oraz spis załączników cyfrowych.

W rozdziałach 1-5 autorka przedstawiła charakterystykę obszarów badań należących do KWK Brzeszcze oraz KWK Silesia oraz znajdujących się na tych terenach zbiorników retencyjno-dozujących, budowę geologiczną złóż, rodzaje odpadów kopalnianych oraz wynikające z działalności kopalń potencjalne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Rozdział 5 zawiera zarys geochemii pierwiastków radioaktywnych.

Podsumowując tę część rozprawy doktorskiej i wydzielając ją umownie jako część teoretyczną można stwierdzić, że autorka wyczerpująco przedstawiła obszar badawczy i potencjalne zagrożenia jakie niesie eksploatacja podziemna węgla kamiennego. Pragnę zwrócić jedynie uwagę na ubogi rozdział 2, w którym autorka przedstawiła przegląd badań na terenach kopalnianych wykonanych przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach.

W całym rozdziale autorka powołuje się jedynie na sześć publikacji, z czego jedna podana jest z błędnym rocznikiem (Chałupnik, 2002 zamiast Chałupnik, 2004). Nie rozumiem dlaczego rozdział ten przedstawia jedynie prace GIG i to raczej w niepełnym zakresie. Publikacji dotyczących podobnych problemów środowiskowych jest mnóstwo. Na świecie organizowane są konferencje poświęcone tematowi TENORM tak więc można było przedstawić tutaj piękny przegląd badań z tej dziedziny i na tle problemów światowych uwypuklić problemy składowisk na Śląsku.

Z drobnych usterek redakcyjnych tej części pracy:

- Skróty lub definicje występujące podczas pierwszego użycia powinny być dobrze zdefiniowane: np. na str. 12 określenie 'wody radowe typu A i B' – wytłumaczenie tych określeń jest dopiero na stronie 26.
- W Roz. 5 podanie dwóch pozycji literatury w języku rosyjskim jest bezużyteczne (Ibragimow (2009) oraz Arbuzowa i Rihwanowa (2009)). (Jedna z błędnym rocznikiem (Ibragimow (2008))). Są to pozycje literatury niedostępne dla czytelnika. Można powołać się na prace z zakresu geochemii pierwiastków polskich autorów (np. Antoniego Polańskiego „Podstawy geochemii”), nie mówiąc już o literaturze anglojęzycznej.

Rozdziały 6-7 wprowadzają czytelnika w temat badań własnych autorki. W rozdziale 6 autorka przedstawiła wszystkie procedury radiochemicznej preparatyki prób wód oraz wyniki otrzymane dla wód pobranych z badanych zbiorników, a w rozdziale 7 metodykę pomiarową oraz wyniki dla skały płonnej i osadów. Rozdziały te zajmują 60 stron pracy. Autorka, moim zdaniem niepotrzebnie, postanowiła zamieścić opis wszystkich procedur radiochemicznych. Są to procedury znane i wielokrotnie publikowane i nie jest konieczne podawanie szczegółów w rozprawie nie będącej rozprawą z chemii analitycznej. Autorka nie ustrzegła się w tych rozdziałach szeregu błędów merytorycznych, których po prostu by nie było gdyby było jasno powiedziane kto wykonywał preparatykę prób oraz obliczenia i na tego autora należało się powołać. Jako przykład podam tu Rys. 8 i dopasowaną „linię trendu” do punktów eksperymentalnych rozpadu radu. Należało opisać punkty równaniem Batemana i z tego dopasowania wyznaczyć stężenie aktywności ^{226}Ra . Dla oznaczeń izotopów uranu, Rys. 9, na którym widać nakładanie się linii ^{228}Th na linię ^{232}U . W jaki sposób autorka poradziła sobie z tym problemem pomiarowym? Czy linie widmowe były rozdzielane analitycznie? Ile wynosiły limity detekcji dla oznaczeń poszczególnych izotopów?

Przez niepotrzebne szerokie przedstawienie technik analitycznych najciekawszy rozdział (6.3) dotyczący omówienia wyników pomiarów pozostawia niedosyt. Stwierdzenie „Generalnie aktywności tych izotopów są ze sobą skorelowane liniowo...” (str. 70) nie jest poparte obliczeniem współczynników korelacji lecz jedynie pokazaniem danych pomiarowych na wykresach (rysunki od 14 do 17). Kolejne stwierdzenie na tej samej stronie: „Silna liniowość zależności sugeruje mieszanie wód w układzie dwuskładnikowym.” wymagałoby szerszego rozwinięcia, na jakiej podstawie autorka wyciąga wnioski dotyczące mieszania wód, i o których z badanych wód jest mowa.

Rozdział 7 zawiera pełny opis składu osadów i skały płonnej. Autorka wykazała się tu wnikliwością analizując wyniki pomiarów wykonane w innych laboratoriach i krytycznie oceniając otrzymane dane (tabela 10 – zawyżone stężenie baru). Natomiast wyniki badań stężeń aktywności przedstawione w tabeli 14 wymagałyby więcej komentarzy, np. dlaczego w wynikach dla osadów z Rontoka Dużego brak analiz na izotop ^{210}Pb oraz co oznacza $^{210}\text{Pb}(\text{Cs})$ w kolejnej kolumnie tabeli (linie widmowe o jakich energiach?).

Z drobnych usterek redakcyjnych tej części pracy:

- Na stronie 84 autorka pisze, że zlecono dodatkowe analizy zawartości radu w osadach a chodzi chyba o dodatkowe analizy zawartości baru (tabela 13).
- Zamieszczenie rysunku 21 bez jakiegokolwiek komentarza mija się z celem.
- Na stronie 85 autorka pisze: „próbki zamknięto ... na trzy tygodnie w celu uzyskania równowagi promieniotwórczej pomiędzy radonem ^{222}Rn i jego produktami rozpadu.” Chodzi o równowagę promieniotwórczą ustanowioną pomiędzy izotopem radu ^{226}Ra a izotopem radonu ^{222}Rn i co za tym idzie pozostałą częścią szeregu promieniotwórczego.

Rozdziały 8-11 stanowią kontynuację badań własnych autorki. W tej części eksperymentalnej pracy można również znaleźć szereg ważnych wyników pomiarów i wniosków. W rozdziale 8 autorka przedstawia bilans wodny zbiorników wykorzystując wyniki oznaczeń przedstawione w poprzedniej części pracy. Na podstawie określenia stopnia wytrącania barytu z wody autorka wnioskuje o aktywności wytrącanego do osadów ^{226}Ra . Rozdział 9 rozprawy przedstawia pomiary stężenia aktywności radonu ^{222}Rn w powietrzu atmosferycznym wokół zbiorników. Ze względu na wysokie chwilowe stężenia tego gazu autorka oszacowała dawki, które mogą otrzymać ludzie przebywający na tych terenach. Nie są to na szczęście wartości przekraczające wartość dopuszczalną 1 mSv/rok, należy jednak

mieć na uwadze okres czasu bezpiecznego przebywania w tej okolicy. W rozdziale 10 autorka przedstawia wyniki pomiarów przestrzennego równoważnika mocy dawki promieniowania gamma, w bezpośredniej okolicy zbiorników oraz na terenach oddalonych, nie zanieczyszczonych. Na zakończenie rozprawy autorka wskazuje, które z materiałów, osadów czy skał z hald można wykorzystać jako materiał budowlany do budowy budynków lub dróg.

Podsumowując tę eksperymentalną część rozprawy doktorskiej, można z powodzeniem potraktować ją jako „kompleksową ocenę zagrożenia radiologicznego w sąsiedztwie zbiorników osadowych wód kopalnianych”. Autorka zgromadziła bardzo bogaty materiał doświadczalny i starannie go omówiła pod koniec każdego rozdziału w Omówieniu wyników. Rozdział 12 rozprawy zawiera wnioski płynące z wykonanych badań, zgrabnie zebrane w 11-tu punktach. Można z powodzeniem stwierdzić, że autorka w pełni zrealizowała postawione sobie cele, zacytowane na początku mojej recenzji. Nasuwa się pytanie dlaczego autorka nie pokusiła się o opublikowanie wyników pomiarów? W części bibliograficznej pracy można znaleźć jedynie jedną pozycję literaturową z jej nazwiskiem.

Wymienione przeze mnie różne drobne uwagi krytyczne w żadnym stopniu nie wpływają na moją wysoką ocenę recenzowanej rozprawy, spełniającej wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

Stwierdzam, że przedstawiona mi praca doktorska, której autorką jest pani mgr Monika Śleziak, spełnia warunki wymienione w Art. 13 poz. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr. 65 poz. 595) i wnoszę o dopuszczenie jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

B. Wronowski