

Prof. dr hab. Tadeusz Andrzej PRZYLIBSKI
Politechnika Wrocławska
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Katedra Górnictwa
Laboratorium Nauk o Ziemi i Inżynierii Mineralnej
Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27
50-370 WROCŁAW
e-mail: Tadeusz.Przylibski@pwr.edu.pl

WROCŁAW, 2025.06.25.

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pana magistra inżyniera Huberta Makuły

**pt. „*Odzysk barytu z osadów powstałych w wyniku zrzutu wód dołowych
wzbogaconych w rad*”**

Autor wykonał recenzję pracy doktorskiej Pana mgr inż. Huberta Makuły na prośbę Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego oraz Prof. Jarosława Zagórowskiego – Dyrektora GIG – PIB (pismo z dnia 14.04.2025 r.). Promotorem pracy doktorskiej Pana mgr inż. Huberta Makuły jest dr hab. Bogusław Michalik, prof. GIG-PIB, a rolę promotora pomocniczego pełni dr inż. Krzysztof Wierzchowski. Doktorat ten jest realizowany w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Rozprawa doktorska składa się ze streszczenia w języku polskim i angielskim, 7 rozdziałów, z których pierwszym jest wstęp, kolejny zawiera tezę pracy, następnie przedstawiona jest metodyka badań oraz kolejne rozdziały merytoryczne zakończone podsumowaniem. Praca doktorska zawiera także spis tabel i rysunków oraz załącznik z tabelami przedstawiającymi szczegółowe wyniki flotacji. Dzięki zamieszczeniu w pracy 33 tabel i 60 rysunków wszystkie dyskutowane zagadnienia są dobrze uzasadnione prezentowanymi wynikami badań. Praca napisana jest precyzyjnym językiem, a zagadnienia prezentowane są w sposób zrozumiały i dość zwięzły. Autor zacytował 185 pozycji literatury dotyczącej wszystkich prezentowanych w pracy zagadnień.

Tezę pracy można streścić w sposób następujący. Wzbogacenie barytu metodą flotacji z osadów wód dołowych jest możliwe zarówno poprzez flotację bezpośrednią, jak również odwróconą w przypadku małej koncentracji barytu. Celem pracy jest udowodnienie możliwości wykorzystania osadów tworzących się z wód dołowych

kopalni węgla kamiennego GZW jako źródła barytu i jego wykorzystania jako surowca, z którego można pozyskać Ba (surowiec krytyczny) oraz Ra.

Autor żałuje, że przedstawienie tezy i celu pracy zajęło mgr. Inż. Hubertowi Makule znacznie więcej miejsca w pracy doktorskiej. Również podsumowanie jest niezwykle rozbudowane, zdecydowanie zbyt rozwlekłe, zbyt obszerne. Brakuje natomiast osobnego zaprezentowania trzech – czterech zwięzłych wniosków, które niepotrzebnie bardzo szeroko opisane są w ostatnim akapicie podsumowania. Poza rozwlekłością sformułowania tez, celów pracy i podsumowania uzyskanych wyników badań praca jest napisana raczej precyzyjnie i zwięźle. Pod względem formalnym, edytorskim i lingwistycznym zauważyłem nieliczne błędy stylistyczne i edytorskie. Dla przykładu można wymienić zapis wielocyfrowych liczb bez spacji. Można było te liczby zapisać także nie wprost przy użyciu jednostek układu SI, np. Bq, ale w kBq lub MBq (kilobekerel, megabekerel), albo wykorzystując mnożnik potęgi 10. Niekiedy Pan mgr inż. Hubert Makuła korzystał z tych możliwości, w innych miejscach pracy tego nie robił. Również podawanie wyników z dokładnością o 2 – 3 rzędy wielkości większą, niż wynosi niepewność oznaczenia (błąd pomiaru) jest niezgodne z praktyką inżynierską i dobrymi zasadami, a logicznie nie ma sensu. Niestety coraz więcej laboratoriów i młodych adeptów nauki nie zwraca na to uwagi. Ze spraw formalnych chciałbym także przekonać Pana mgr inż. Huberta Makulę do używania pojęcia „właściwości” chemicznych, czy fizyko-chemicznych, zamiast pojęcia „własności”, które raczej warto zachować dla kontekstu bycia właścicielem, posiadaczem zwykle w odniesieniu do wartości materialnych. Zupełnie także nie zgadzam się z pojęciem „skład mineralogiczny”. Skład odnoszący się do zawartości minerałów w skale, w koncentracji, w próbce jest ZAWSZE mineralny. Z ciekawych określeń udało mi się jeszcze wynotować „wiązania hydrauliczne górotworu” – co Autor miał na myśli?

Wszystkie wymienione przeze mnie uwagi mają charakter drobiazgów, które zapewne przed kolejnymi publikacjami tych i przyszłych wyników badań naukowych przez mgr inż. Huberta Makulę będą poprawione. Nie mają one żadnego znaczenia dla merytorycznej oceny pracy.

Treść pracy natomiast w sposób konsekwentny prezentuje problematykę pozyskiwania i wzbogacania barytu z różnych rodzajów złóż na tle zagadnień geochemicznych. Prezentowane są także zagadnienia związane z geochemią izotopów promieniotwórczych, w tym w szczególności izotopów radu, który może diadochowo podstawiać wapń w strukturze barytu. Na podstawie przeglądu zagad-

nień z zakresu mineralogii, geochemii, hydrochemii, przeróbki kopalin, promienionowania jonizującego, ochrony radiologicznej i gospodarki surowcami oraz odpadami i prawnych aspektów z tymi zagadnieniami związanych Pan mgr inż. Hubert Makuła przedstawia szczegółowo tok swoich badań prowadzących do udowodnienia postawionych tez i realizacji celu dysertacji. Wszystkie kwestie związane z prowadzonymi eksperymentami są przedstawione właściwie i w większości zagadnień opisane dostatecznie precyzyjnie i wyczerpująco. Analiza i dyskusja uzyskanych wyników badań także nie budzi moich zastrzeżeń. Na podstawie analizy i dyskusji Pan mgr inż. Hubert Makuła wyciąga logiczne i prawidłowe wnioski. Do części merytorycznej nie mam żadnych uwag krytycznych.

Mam jednak pytania, które mogą być początkiem dyskusji nad niektórymi nie opisanymi dostatecznie dokładnie zagadnieniami zawartymi w doktoracie. Są to następujące pytania:

1. Na czym dokładnie polegała homogenizacja próbek poniżej frakcji 0,2 mm przed flotacją (s. 68)?
2. Jaki był rozkład ziarnowy materiału przygotowywanego do flotacji, dlaczego nie pokazano krzywych rozkładu ziarnowego (krzywych uziarnienia)?
3. Dlaczego nie pokazano w pracy obliczeń (szacowania) objętości i masy osadów zgromadzonych w zbiorniku KWK ROW Ruch Jankowice?
4. Jaki minerał jest nośnikiem Ra w koncentracie minerałów płonnych (kwarcu)? Czy nadal baryt? Jeśli tak, to czy procentowa zawartość barytu (~5,5%) może odpowiadać za zmierzone stężenia aktywności ^{226}Ra (4 800 Bq/kg) i ^{228}Ra (350 Bq/kg)?
5. Dlaczego w pracy sprawdzano możliwość uzyskania radu (koncentracji radionuklidów) metodą chemiczną, tj. przy pomocy konkretnego odczynnika, jeśli ze wstępu do pracy wynikało, że Ra jest wbudowany w strukturę barytu i może być z niej uwalniany tylko przy zastosowaniu podgrzanego kwasu siarkowego?

W związku z przedstawionymi stwierdzeniami w opinii piszącego te słowa pod względem formalnym praca doktorska przedstawiona mi do recenzji spełnia wszelkie kryteria stawiane pracom naukowym, a w szczególności także dysertacjom doktorskim. Mieści się ona w dziedzinie *nauk inżyniersko-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

Moim zdaniem Pan magister inżynier Hubert Makuła posiada już niezbędną wiedzę i umiejętności do prowadzenia samodzielnych badań naukowych i realizowania własnych projektów badawczych.

Reasumując pragnę stwierdzić, że przedstawiona mi do recenzji praca doktorska Pana magistra inżyniera Huberta Makuły świadczy o jego szerokiej wiedzy z zakresu inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki, w tym z zakresu stosowania mineralogii, geochemii, hydrochemii oraz przeróbki kopalin, gospodarki surowcami i odpadami oraz zagadnień dotyczących promieniowania jonizującego i ochrony radiologicznej. Oceniana rozprawa doktorska stanowi niewątpliwie oryginalne rozwiązanie postawionych problemów naukowych. Wbrew wątpliwościom Doktoranta praca dowodzi słuszności postawionych tez i realizuje założony cel. Tok rozumowania, interpretacja wyników badań i wnioski wyciągane na tej podstawie są logiczne i prawidłowe. **Oceniana przeze mnie dysertacja doktorska dowodzi, że Pan magister inżynier Hubert Makuła wykazał się umiejętnością prowadzenia pracy naukowej i spełnił wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668, z późn. zm.). Wobec tego wnoszę o dopuszczenie jego rozprawy doktorskiej do publicznej obrony.**

