

dr hab. Dorota Porowska prof. ucz.
Katedra Hydrogeologii i Geofizyki
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

Warszawa, 24.04.2024 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej
Pana mgr. inż. Wojciecha Rykały**

Oddziaływanie pożarów nielegalnych składowisk odpadów stałych na środowisko gleb i wód

Podstawą wykonania recenzji rozprawy doktorskiej autorstwa Pana mgr. inż. Wojciecha Rykały jest pismo prof. dr hab. Ewy Łupikaszy, Dyrektora Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego z dnia 19 marca 2024 r. informujące o powołaniu mnie przez Radę Naukową Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego na recenzentkę rozprawy doktorskiej.

Praca doktorska wykonana została pod opieką Prof. dr hab. Moniki Fabiańskiej oraz Prof. UŚ dr hab. Dominiki Dąbrowskiej na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu.

1. FORMA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ I OCENA WKŁADU AUTORSKIEGO

Rozprawa doktorska ma formę zbioru trzech, spójnych tematycznie artykułów, z czego w dwóch przypadkach Doktorant jest pierwszym Autorem. Przyjęta przez Doktoranta forma rozprawy doktorskiej będąca cyklem publikacji jest dopuszczalna i zgodna z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. - *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2023 poz. 742 ze zm.).

Wyniki badań publikowano systematycznie w latach 2022 – 2023 w znaczących czasopiśmie naukowych, znajdujących się na liście "A" Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego i tym samym posiadających współczynnik wpływu Impact Factor (IF).

Artykuły składające się na rozprawę doktorską:

Artykuł 1. Dabrowska, D.; **Rykała, W.**; Nourani, V. Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review. *Sustainability* **2023**, *15*, 5713. <https://doi.org/10.3390/su15075713>

udział Doktoranta – przygotowanie artykułu, zbieranie materiałów do przygotowania tekstu, tłumaczenie tekstu

Artykuł 2. **Rykała, W.**; Fabiańska, M.J.; Dąbrowska, D. The Influence of a Fire at an Illegal Landfill in Southern Poland on the Formation of Toxic Compounds and Their Impact on the Natural Environment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 13613. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013613>

udział Doktoranta – prowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analiza, interpretacja i opisywanie otrzymanych wyników badań oraz przygotowanie wybranych rycin i tabel.

Artykuł 3. **Rykała, W.**, Fabiańska, M., Dąbrowska, D., & Nourani, V. PAHs and organophosphorus substances in burnt landfill material as a potential source of water and soil pollution. *Geological Quarterly*, **2023**, *67*(4), 67: 42, doi: 10.7306/gq.1712

udział Doktoranta – prowadzenie badań terenowych i laboratoryjnych, analiza, interpretacja i opisywanie otrzymanych wyników badań oraz przygotowanie wybranych rycin i tabel.

Rozprawę doktorską uzupełnia komentarz w języku polskim wprowadzający w podejmowaną tematykę oraz streszczenie w języku angielskim. Dołączone zostały również oświadczenia poszczególnych Autorów potwierdzające ich wkład pracy w powstanie przedkładanych przez Doktoranta artykułów. Udział Doktoranta w pracach badawczych i redakcyjnych nad tymi artykułami został jasno przedstawiony na tle innych współautorów. Doktorant nie ocenił jaki jest jego udział w procentach w współtworzeniu przedkładanych artykułów, jednak wymienione zadania, które wykonał oraz bycie pierwszym Autorem w dwóch publikacjach wskazuje na Jego znaczący udział, który nie budzi wątpliwości co do Jego wkładu pracy. Niestety w żadnym z artykułów Doktorant nie jest autorem korespondencyjnym.

2. OPIS ROZPRAWY DOKTORSKIEJ; UWAGI I SUGESTIE

Celem naukowym rozprawy jest określenie potencjalnego zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego na skutek zanieczyszczeń powstających podczas pożarów w miejscach nielegalnego składowania odpadów. Badania prowadzono w dwóch rejonach zlokalizowanych w południowej Polsce: w Trzebini (w 2021 roku) i w okolicach Wrocławia (w 2022 roku).

W dążeniu do realizacji postawionego celu, w obu lokalizacjach łącznie pobrano kilkadziesiąt próbek gleb oraz spalonych odpadów stałych, w których po odpowiednim przygotowaniu wykonano analizy WWA oraz obliczono wskaźniki toksyczności, wykorzystano diagramy diagnostyczne. W Trzebini badaniami objęto dodatkowo odcieki powstałe w wyniku przemycia zebranych odpadów stałych. Wyniki badań opublikowano w trzech indeksowanych czasopismach naukowych.

Artykuł 1. "Causes, Types and Consequences of Municipal Waste Landfill Fires—Literature Review"

Artykuł jest przeglądem literatury dotyczącej przyczyn, rodzajów i konsekwencji dla środowiska wynikających z pożarów na składowiskach odpadów. Autorzy wykazali, że Pożary składowisk stanowią istotny problem dotyczący zanieczyszczenia powietrza, gleby i wód gruntowych. Stwierdzono, że odcieki są bardziej toksyczne niż odpady składowane bezpośrednio w składowisku. Spalone odpady oraz powstały popiół i żużel zawierają metale ciężkie: Cu, Zn, Cd, Ni oraz Mn, co sprawia, że można uznać je za odpady niebezpieczne. Autorzy podkreślili potrzebę prowadzenia dalszych badań z rozszerzeniem aspektu dotyczącego wpływu toksycznych odcieków pochodzących ze spalonych odpadów na środowisko gruntowo-wodne, aby jednoznacznie wykazać różnice pomiędzy toksycznością odpadów zdeponowanych w składowisku i odpadów spalonych.

Artykuł 2. "The Influence of a Fire at an Illegal Landfill in Southern Poland on the Formation of Toxic Compounds and Their Impact on the Natural Environment"

Artykuł dotyczy oceny wpływu toksycznych zanieczyszczeń pochodzących ze spalonych odpadów na jakość gleb. Pomiary wykonano w 32 próbkach spalonych odpadów i gleb pobranych w Trzebini (południowa Polska). Badano również odcieki (otrzymane w wyniku przemywania zebranych wcześniej spalonych odpadów) pod kątem zawartości chlorków, siarczanów i metali ciężkich (12 próbek). Wspomniano również o zanieczyszczeniu powietrza podczas trwania pożaru.

Wykonane badania wykazały, że gleby po pożarze charakteryzują się wyższą sumą stężeń WWA niż spalone odpady, co odpowiada poziomowi zanieczyszczenia gleb w rejonach przemysłowych. Badania wykazały również bardzo niebezpieczną dla środowiska i ważną prawidłowość, że nawet po wielu latach (w badanym przypadku po około 3 latach) od pożaru w spalonych odpadach i glebach występują niebezpieczne związki organiczne, w szczególności WWA. Autorzy dostrzegają potrzebę prowadzenia dalszych badań w celu oceny zanieczyszczenia wód podziemnych i migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych z zastosowaniem modelowania hydrodynamicznego i hydrogeochemicznego.

W tytule artykułu zawarta jest informacja o wpływie toksycznych związków powstających na skutek pożarów na środowisko naturalne. Pojęcie „środowisko naturalne” ma bardzo szerokie znaczenie, natomiast w artykule odniesiono się głównie do gleb. Badane odcieki uzyskano z przemycia osadów, nie były zatem próbkami in-situ pobranymi w terenie, więc nie odnosiły się bezpośrednio do warunków przyrodniczych. Nie badano również wód podziemnych (w strefie aeracji i saturacji) oraz roślinności, które też zaliczają się do środowiska naturalnego. Dużo trafniej określony został tytuł rozprawy doktorskiej - zawężony i odnoszący się do gleb i wód, chociaż i tu nie zostało dokładnie określone jaki rodzaj wód będzie rozpatrywany (wody powierzchniowe czy wody podziemne).

Artykuł 3. "PAHs and organophosphorus substances in burnt landfill material as a potential source of water and soil pollution"

Badania prowadzono na dwóch miejscach nielegalnego składowiskach zlokalizowanych w miejscach różniących się budową geologiczną i warunkami hydrogeologicznymi (Trzebinia i okolice Wrocławia). Badaniami objęto spalone odpady oraz próbki gruntu, w których oznaczano szeroki zakres WWA: naftalen (N), fluoren (F), fenantren (P), antracen (A), acenaften (Ace), acenaftylen (Acy), fluoranten (Fl), piren (Py), benzo(c)fenantren (BcPhe), benzo(a)antracen (BaA), chryzen (Ch), benzo(b+k)fluoranten (Bb+kF), benzo(a)fluoranten (BaF), benzo(c)fluoranten (BcF), benzo(a)piren (BaP), benzo(e)piren (BeP), perylen (Pe), indeno[1,2,3-cd]piren (IP), benzo(ghi)perylen (BghiP) i dibenzo(a+h)antracen (DB). Próbkę analizowano również pod kątem stężeń organofosforanów: tri(2-chloroizopropyl)fosforan (TCPP), trifenylofosforan (TPP), trikrezylfosforan (TCP), tri(butoksyetylo)fosforan (TBEP), tri(2-chloroetylo)fosforan (TCEP).

Z przeprowadzonego porównania wynika, że w obu obszarach badawczych wykryto podobne typy WWA, a naftalen częściej występował w próbkach spalonych odpadów niż w

próbkach gleby. Spośród pięciu badanych rodzajów związków organofosforanowych w odciekach występowały trzy: TCPP, TPP i TCEP.

Według jakiego kryterium wybrano miejsca do badań? Różnią się one warunkami hydrogeologicznymi, ale nie ma do tego bezpośredniego nawiązania przy interpretacji wyników. Jest to drobna sugestia w kierunku rozwoju dalszych badań.

3. OCENA MERYTORYCZNA

Podjętą problematykę badawczą uważam za aktualną, bardzo ważną i wychodzącą na przeciw potrzebom praktyki, zwłaszcza, że pożary składowanych nielegalnie odpadów nie są rzadkością. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Doktorant podjął się bardzo ważnego, a zarazem złożonego problemu, jakim jest ocena stanu środowiska gruntowo-wodnego w rejonach nielegalnych składowisk odpadów, które uległy spaleni. Na złożoność tego problemu składa się wiele czynników: niejednorodność odpadów, brak ewidencji co do ich ilości i rodzaju, postępująca biodegradacja przed pożarem, zmiany w odpadach zachodzące na skutek pożaru, brak izolacji podłoża nielegalnego składowiska, brak monitoringu wód podziemnych (położenia zwierciadła wody, chemizmu wody), brak badań gleb poza składowiskiem (które mogłyby służyć jako warunki naturalne w celach porównawczych), obecność innych potencjalnych ognisk zanieczyszczeń.

Przedstawione artykuły zostały wykonane w zespołach badawczych, w których Doktorant w dwóch przypadkach jest pierwszym Autorem (choć w żadnym z nich nie podjął się roli Autora do korespondencji). Wymienione zadania, które Doktorant wykonał na etapie prac terenowych, laboratoryjnych oraz kameralnych nad przygotowaniem publikacji świadczą o Jego znaczącym udziale, który nie budzi wątpliwości co do Jego wkładu pracy w przygotowanie rozprawy. Należy podkreślić, iż zespołowy charakter badań, w obecnie funkcjonującym świecie naukowym, jest niezbędny dla zapewnienia wysokiej jakości prac naukowych i w żaden sposób nie umniejsza roli, którą spełnił Doktorant, wręcz przeciwnie, świadczy o cennej umiejętności pracy zespołowej, w efekcie której powstają ciekawe artykuły o interdyscyplinarnej tematyce.

Biorąc pod uwagę krótki czas (lata 2022-2023) opublikowania artykułów należy docenić umiejętność planowania i realizacji prac oraz szybkie nabycie doświadczenia przez Doktoranta i swobodne poruszanie się w tak trudnych zagadnieniach.

Do przedłożonej rozprawy trudno odnieść się krytycznie, drobne sugestie wskazane powyżej nie umniejszają walorów merytorycznych rozprawy.

4. UWAGI KOŃCOWE

Tematyka przedstawiona w rozprawie doktorskiej jest niezwykle istotna nie tylko ze względu na walory poznawcze dotyczące miejsca, w którym prowadzono badania, ale również ze względu na konieczność kontynuacji badań również w innych rejonach, aby kompleksowo rozpoznać zagrożenia wynikające z pożarów na nielegalnych składowiskach. Podjęta tematyka jest aktualna i ma potencjał aplikacyjny. Należy podkreślić, że podjęte badania są niezwykle ważne i powinny być realizowane przez jednostki naukowe (w kontynuacji celów poznawczych i naukowych) oraz przez władze samorządowe (w trosce o stan środowiska i zdrowie ludzi oraz zachowanie odpowiedniej jakości gleb, wód powierzchniowych i wód podziemnych).

Recenzowana rozprawa świadczy o przygotowaniu teoretycznym i praktycznym Doktoranta. Wykazał się umiejętnością przeprowadzenia prac terenowych i laboratoryjnych, interpretacją i uzasadnieniem otrzymanych wyników badań oraz ich konfrontacją z wynikami innych badaczy. Praca poszerza zakres mało do tej pory znanej, a bardzo ważnej wiedzy na temat zanieczyszczeń powstających po pożarze.

W opiniowanej rozprawie można zauważyć: 1) bardzo dobrą znajomość literatury przedmiotu (czemu poświęcony jest pierwszy z przedłożonych artykułów) 2) opanowanie zastosowanych metod badawczych i interpretacyjnych, 3) umiejętność klarownej i zrozumiałej prezentacji wyników badań, 4) poprawne i trafne wysuwanie wniosków. Doktorant wykazał się dobrą znajomością tematu, zrealizował postawione cele badawcze i umiejętnie zinterpretował uzyskane wyniki, wnosząc nowe dane do nauki na temat potencjalnych zanieczyszczeń gleb w rejonach dotkniętych pożarami. Moje uwagi/sugestie mają jedynie charakter dyskusji i nie zmniejszają wartości pracy.

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa „*Oddziaływanie pożarów nielegalnych składowisk odpadów stałych na środowisko gleb i wód*” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. - *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2023 poz. 742 ze zm.). **Rozprawę doktorską oraz wkład Doktoranta w jej powstanie oceniam pozytywnie i wnioskuję o dopuszczenie mgr. inż. Wojciecha Rykały do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**