

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Nikoliny Poranek
pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z ITPOK w betonie
o zwiększonej szczelności”,
której kopromotorami są prof. dr hab. inż. Krzysztof Pikoń,
oraz dr hab. inż. Beata Łażniewska-Piekarczyk, prof. PŚ

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą formalną niniejszej recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej z dnia 22.06.2023 oraz pismo przewodniczącego Rady Dyscypliny, Pana prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina informujące o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Nikoliny Poranek.

Praca dotyczy możliwości odzysku i zagospodarowania ubocznych produktów procesów termicznego przekształcania odpadów komunalnych takich jak: żużel, popioły: lotny i denny w produkcji mieszanek betonowych, których wykorzystanie pozwoli na wdrażanie gospodarki cyrkulacyjnej. Zaproponowane badania fizykochemiczne nowych materiałów oraz badania wymywalności zanieczyszczeń i fitotoksyczności wskazują na możliwości wykorzystania nowego, bezpiecznego dla środowiska produktu oraz redukcję wpływu na środowisko naturalne.

Praca prowadzona przez dwóch kopromotorów z dyscyplin: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz inżynieria lądowa, geodezja i transport, świadczy o interdyscyplinarności podjętego tematu oraz bardzo szerokim jego ujęciu. Proponowane rozwiązanie jest nie tylko zgodne z założeniami zrównoważonego rozwoju, pozwala na redukcję strumienia trudnych technologicznie odpadów niebezpiecznych, redukując ich deponowanie, a nowy produkt wprowadzany do gospodarki ogranicza zużycie surowców pierwotnych, realizując założenia circular economy.

2. Ocena wyboru tematu pracy i podjętej tematyki badawczej

Ramowa Dyrektywa Odpadowa już od 2008 roku jasno sprecyzowała hierarchię postępowania z odpadami jako: zapobieganie, przygotowywanie do ponownego użycia, recykling, inne metody odzysku, np. odzysk energii oraz unieszkodliwianie. Kolejność priorytetów działań, wskazuje na kierunek działań najkorzystniejszych, z punktu widzenia środowiska naturalnego. Zmiany dyrektywy 2008/98 wprowadzone w 2018 r. zapisami dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 kładą jeszcze większy nacisk niż dotychczasowe zapisy na zapobieganie powstawaniu odpadów, wskazując je jako najbardziej skuteczny sposób na poprawę efektywności wykorzystania zasobów i zmniejszenie oddziaływania odpadów na środowisko. W zmienionej dyrektywie o odpadach założono ponadto wzrost przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych ostatecznie do 65% do 2035 r., redukując jednocześnie procesy składowania do 10% masy odpadów wytworzonych. Widać stąd, że ogromny nacisk w hierarchii postępowania z odpadami kładziony jest na procesy odzysku i recyklingu. Istotność procesów recyklingu i tworzenia nowych materiałów podkreślona jest dodatkowo w przepisach poprzez zmianę sposobu ich obliczania, uwzględniając cały strumień odpadów, a nie tylko, jak dotychczas, frakcję surowcową. Zakładając, że frakcji surowcowej w odpadach komunalnych jest maksymalnie 30 - 40% to każdy kolejny punkt procentowy do uzyskania stanowi ogromne wyzwanie technologiczne. Pod uwagę należy więc brać kolejne frakcje odpadów, w tym m. in. produkty procesów termicznych.

Dodatkowo należy zaznaczyć, że rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. (tzw. „taksonomia” UE) w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje kwalifikuje, w art. 13, działalność gospodarczą jako wnosząca istotny wkład w przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym, jeżeli ogranicza zużycie surowców pierwotnych lub zwiększa wykorzystywanie produktów ubocznych i surowców wtórnych. Dodatkowo w artykule tym wskazane jest konieczność pobudzania „... rozwoju infrastruktury gospodarowania odpadami niezbędnej do zapobiegania ich powstawaniu, do przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów, przy jednoczesnym zapewnieniu, by odzyskane w ten sposób materiały zostały poddane recyklingowi jako surowiec wtórny stanowiący wysokiej jakości czynnik produkcji...”.

Szacuje się, że w Polsce co roku powstaje ponad 15 mln ton popiołów i żużli z procesów spalania odpadów i z procesów energetycznych oraz około 2,5 mln ton gipsów z odsiarczania spalin. Szacuje się również, że łącznie z odpadami z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych, ich produktami w postaci szlamu, piaskami ze złóż fluidalnych oraz mieszanekami

popiołowo-żużłowymi z mokrego oczyszczania gazów spalinowych, ilość ubocznych produktów spalania (UPS) może wynosić obecnie nawet ponad 20 mln ton rocznie. Są one wykorzystywane w produkcji cementu, rekultywacji gruntów, budowy dróg, wypełniania wyrobisk, wciąż jednak definiowane są spore potrzeby na technologie zagospodarowania ich. Uboczne produkty spalania w większości przypadków zalegają na hałdach lub składowiska odpadów, w ilości nawet 50% masy odpadów wytwarzanych w tej postaci. Biorąc pod uwagę wzrastające zapotrzebowanie na rozwój technologii recyklingu, pozwalających na wzrost ilości odpadów nadających się do wykorzystania, uboczne produkty spalania to ogromny potencjał i możliwości technologiczne. Należy podkreślić, że dają one również administracyjne możliwości rozliczenia poziomów recyklingu.

Założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym generalnie jest budowanie gospodarki, w której w sposób zasobooszczędny i zeroemisyjny możliwe będzie stworzenie nowego systemu produkcji i konsumpcji, który generuje możliwie najmniejsze straty środowiskowe i gospodarcze, a priorytetem staje się zielona gospodarka.

W ocenianej pracy znajduje się propozycja budowy takiej właśnie gospodarki, w której odpady zwracane są do obiegu, redukując składowanie i związane z tym emisje, jednocześnie tworząc autorską technologię wytwarzania nowego produktu do wykorzystania.

W związku z powyższym wybór tematu rozprawy oceniam jako trafny, uzasadniony i niezwykle aktualny. Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska świadczy o umiejętności dokonania przez Doktorantkę wyboru istotnego naukowo i aplikacyjnie przedmiotu badań, stanowiącego udaną próbę wskazania i rozwiązania problemu badawczego, który przyczyni się do wypełnienia „luki poznawczej” w zakresie możliwości przetworzenia i wykorzystania ubocznych produktów spalania.

3. Sylwetka Kandydatki

Pani mgr inż. Nikolina Poranek ukończyła studia I i II stopnia na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej na kierunku Inżynieria Środowiska (specjalizacja Gospodarka Odpadami). Tytuł magistra inżyniera otrzymała w 2020 roku. Już w trakcie studiów wykazywała się dużą aktywnością naukową uczestnicząc w konferencjach naukowych, konkursach czy publikując rozdziały w monografiach. Obecnie kończy studia III stopnia we Wspólnej Szkole doktorskiej Politechniki Śląskiej.

Wg informacji od Pana Promotora dotychczas nie ubiegała się o nadanie stopnia doktora.

W latach 2017 – 2021 zatrudniona była w firmie SUEZ Polska Sp. z o.o. oraz PreZero Warszawa Sp. z o.o. jako analityk biznesowy i młodszy specjalista ds. marketingu strategicznego. W 2017 roku odbyła 2 miesięczne staże w firmach Starol Sp. z o.o. oraz Rudolph & Hellmann Automotive (Wielka Brytania).

4. Charakterystyka i ocena poprawności struktury i układu rozprawy oraz strony edytorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Nikoliny Poranek liczy 194 strony, zawiera 8 dużych, ponumerowanych rozdziałów, w prawidłowym i logicznym układzie.

Praca rozpoczyna się wykazem ważniejszych oznaczeń, stosowanych w pracy, streszczeniami w językach polskim i angielskim, spisami rysunków - 95 rysunków i tabel – 42 tabele (rozdziały nie numerowane). Kolejnymi rozdziałami w pracy (również nie numerowanymi) są cel i zakres. Prawidłowo wskazany został cel nadrzędny oraz cztery hipotezy badawcze. Zakres badań przedstawiony jest jasno i syntetycznie, prezentując również spodziewane rezultaty poszczególnych zadań badawczych. Praca rozpoczyna się wstępem (rozd. 1), podzielonym na podrozdziały, omawiające zagadnienia poruszane w pracy, począwszy od gospodarki o obiegu zamkniętym, poprzez gospodarkę odpadami, ze szczególnym uwzględnieniem procesów termicznego przekształcania, aż po wpływ przemysłu budowlanego na środowisko oraz charakterystykę składników betonu produkowanego z wykorzystaniem ubocznych produktów spalania pochodzących z instalacji termicznego przekształcania odpadów. Przedstawiona we wstępie szeroka analiza literaturowa, celnie uzasadniająca podjęte cele i zakres pracy uzasadniają podjętą tematykę badawczą. Kolejny rozdział – 2 prezentuje metodykę badawczą i rozpoczyna jednocześnie opracowanie merytoryczne podjętych badań. W rozdziale wskazano cel badań jako stworzenie mieszanki betonowej o zwiększonej szczelności w celu immobilizacji zanieczyszczeń pochodzących z ubocznych produktów spalania, a następnie systemowo omówiono kolejne etapy prowadzenia procesu badawczego. Kolejny rozdział – 3 stanowi omówienie wyników badań zarówno technologicznych oceniających jakość nowego materiału, jak i środowiskowych wskazujących na ich wpływ na środowisko naturalne. Rozdział 4 omawia uboczne produkty spalania jako produkty procesów termicznego przekształcania oraz ich potencjał do wykorzystania w realizacji założeń gospodarki o obiegu zamkniętym. Rozdział 5 omawia możliwości technologiczne przygotowania mieszanek budowlanych. Ponieważ przedstawione badania w pracy wykazały możliwość zagospodarowania UPS w betonie w rozdziale przedstawiono więc możliwości wykorzystania popiołu lotnego oraz wykorzystanie żużla jako kruszywa lekkiego sztucznego. Popiół denny

zalecono zawrócić ponownie do obiegu, a po termicznym przekształceniu zostanie od wbudowany w żużel i popiół lotny. W ocenianej pracy doktorskiej opracowano 3 składy betonów: z żużlem, z popiołem lotnym oraz i z żużlem, i z popiołem. W rozdziale 6 przeprowadzono analizę środowiskową w celu oceny stosunku immobilizacji zanieczyszczeń, poprzez badania wymywalności z wytworzonych materiałów; ocenę cyklu życia wybranego składu betonu oraz analizę fitotoksyczności z wykorzystaniem nasion rzeżuchy ogrodowej, w celu oceny wpływu na wzrost wybranego organizmu żywego. Rozdział 7 to wnioski – bardzo szeroki i merytoryczny. Rozdział 8 – bibliografia.

Rozprawa posiada standardowy układ w podziale na część teoretyczną, metodyczną i empiryczną. Jest to układ o uporządkowanej logicznej i spójnej strukturze, w której poruszane treści i omawiane zagadnienia przedstawione są we właściwej kolejności wynikania poruszanych i omawianych zagadnień. Wskazuje to na przemyślaną ścieżkę badawczą, dzięki której można łatwo śledzić prowadzony wywód naukowy. Wskazuje to na konsekwencje realizowanych zamierzeń badawczych i dojrzałość naukową Doktorantki. Objętość poszczególnych rozdziałów jest porównywalna i właściwa, a omawiane treści stanowią harmonijną całość.

Praca opracowana jest bardzo starannie, Autorka zadbała o poprawność językową, praca nie zawiera błędów gramatycznych, stylistycznych ani literowych. Bardzo staranna jest strona edytorska i redakcyjna ocenianej rozprawy.

5. Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Bibliografia zawiera 248 pozycji, w których zdecydowana większość to pozycje literatury światowej, wydane w większości po 2000 r., a często po 2015 roku. Dobór literatury i analiza bibliografii są wyczerpujące, zgodne z profilem pracy i wskazują na „lukę” badawczą” uzupełnioną w wyniku podjętych badań. Przeprowadzona umiejętnie analiza literatury świadczy o wysokim potencjale naukowym Kandydatki oraz potwierdza posiadanie przez Nią ogólnej wiedzy teoretycznej w obydwu dyscyplinach: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz inżynieria lądowa, geodezja i transport, zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Dotychczasowy stan wiedzy, ma wartość syntetyzującą i stanowił bardzo dobrą podstawę do dalszych badań. Wybór tematu i jego aktualność są uzasadnione szeroką prezentacją literatury.

6. Wskazanie oraz ocena celu pracy Kandydatki

Doktorantka zdefiniowała nadrzędny cel pracy na początku swojej dysertacji jako: „... *opracowanie technologii wytwarzania materiału budowlanego zgodnego z zasadami Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (GOZ), polegającego na wykorzystaniu Ubocznych Produktów Spalania (UPS) z Instalacji Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych (ITPOK) w mieszance betonowej.*”

Cel rozprawy oceniam jako nowatorski z perspektywy poznawczej i naukowej, wpisujący się w aktualne trendy oraz interdyscyplinarny obejmujący dyscypliny: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz inżynieria lądowa, geodezja i transport. Temat dysertacji jest precyzyjny i zwarty, oddaje w pełni treść rozprawy oraz realizację celu nadrzędnego. Zarówno cel, jak i hipotezy badacze odzwierciedlają problematykę podjętych obszarów badawczych.

7. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych

Zaproponowany przez Kandydatkę plan badawczy jest bardzo obszerny a jego realizacja wymagała zastosowania szeregu metod badawczych, w tym:

- przeglądu literatury i jej krytycznej oceny,
- laboratoryjnych analiz fizycznych i chemicznych właściwości odpadów i ubocznych produktów spalania, chemicznych badań wymywalności oraz badań fitotoksyczności, diagnostycznych technologicznych badań wytworzonych mieszanek,
- opracowania planu badawczego dla całej metodyki badawczej,

Szczegółowo opisana procedura badawcza świadczy o umiejętności prowadzenia badań, od zaplanowania eksperymentu, poprzez pobór prób, badania analityczne, aż do opracowania i interpretacji wniosków. Walorem pracy jest logika i przejrzystość rozumowania.

Ocena metod i narzędzi badawczych: przegląd literatury i jej krytyczna analiza, pozwoliły wyjaśnić istotę badań a dobór metod i narzędzi badawczych oceniam jako właściwy dla rozwiązania postawionego problemu badawczego. Prawidłowo opisana metodyka i wyczerpujące badania świadczą o dobrym warsztacie badawczym Doktorantki.

8. Omówienie wyników i możliwość ich praktycznego zastosowania oraz oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Praca miała charakter badawczy, a postawiony problem badawczy został rozwiązany poprawnie i samodzielnie. Efektem przeprowadzonych badań jest zaprezentowana technologia i skład mieszanki, która posiada wszelkie parametry materiałowe, gwarantujące możliwość wykorzystania go jako pełnowartościowego nowego materiału: posiada m.in. wysoką

wodoszczelność, mrozoodporność, odporność na korozję siarczanową, etc. W pracy wskazano parametry (m.in. gęstość objętościową, zawartość siarki, chloru, wolnego wapna, miąłkość, itp.) klasyfikujące UPS jako składniki betonu, gdzie żużel stanowi kruszywo lekkie, natomiast popiół lotny to dodatek do klinkieru typu II.

Dodatkowym atutem materiału jest wbudowanie w jego strukturze zanieczyszczeń z UPS z instalacji termicznego przekształcania odpadów, co przyczynia się do obniżenia emisji dwutlenku węgla, zmniejszenia wydobycia surowców naturalnych, obniżenia kosztów produkcji oraz redukcji ostatecznego deponowanie odpadów na składowiskach.

Wyniki badań poddane zostały starannej analizie i ocenie. W opisach materiałów i metod Doktorantka odnosiła się do licznie i trafnie wybranych źródeł literaturowych.

Praca może stanowić przyczynek do dalszych badań stymulujących rozwój recyklingu ubocznych produktów spalania. Podsumowanie i wnioski z całości opracowana są bardzo dobrze i szeroko opracowane.

Praca stanowi twórcze rozwinięcie zagadnień technologicznych, a osiągnięte rezultaty można traktować jako istotne i liczące się w dyscyplinach: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Opracowane wyniki pracy potwierdziły osiągnięcie założonych celów i potwierdzone są publikacjami Autorki, cytowanymi w bibliografii. Założenia, opracowana metodyka i wyniki pracy które uważam za oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

9. Pytania i uwagi

Z uwagi na bardzo trafną, interdyscyplinarną tematykę badawczą, zdefiniowany problem, prawidłowo opracowaną metodykę oraz rzetelnie przeprowadzone badania i opracowane wnioski wysoko oceniam przedstawioną mi do oceny dysertację. W trakcie opracowywania opinii nasunęły mi się pytania i uwagi o charakterze dyskusyjnym, które prosiłabym wyjaśnić:

1. Czy zastanawiała się Pani czy istnieją możliwości technologiczne, ekonomiczne i środowiskowe utrzymania wyprodukowanego materiału w obiegu gospodarczym, czyli kilkukrotnego zawrócenie w obiegu, zgodnie z zasadami GOZ i z uwzględnieniem tzw. „end of life” proponowanych rozwiązań?

-
2. Czy podejmowała Pani próby zastosowania zaproponowanych produktów w większej skali, technicznej lub półtechnicznej?
 3. Jakie są koszty zaproponowanej przez Panią technologii wytwarzania nowych materiałów oprócz ograniczenie kosztów składowania, które są dosyć łatwe do oszacowania?
 4. Czy stosowała Pani metody statystyczne, jeśli tak, to jakie, w opracowywaniu wyników badań?
 5. W kolejnych pracach badawczych i publikacjach wnioski proponuję rozdzielać na ogólne, podsumowujące i szczegółowe, aplikacyjne wyniki badań
 6. Proponuję nie stosować skrótów w tytułach, zwłaszcza wyłącznie skrótów – rozdz. 4 „UPS Z ITPOK W GOZ”

Przytoczone uchybienia oraz nieścisłości, nie umniejszają wartości rozprawy, którą oceniam wysoko, jako rzetelnie wykonaną, zarówno pod względem merytorycznym, jak i redakcyjnym.

Podsumowanie

Konkludując ostatecznie, stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska Pani mgr inż. mgr inż. Nikoliny Poranek pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z ITPOK w betonie o zwiększonej szczelności”, której kopromotorami są prof. dr hab. inż. Krzysztof Pikoń oraz dr hab. inż. Beata Łązniewska-Piekarczyk, prof. PŚ stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego oraz spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim.

Postawione cele i tezy pracy zostały w pełni osiągnięte, przedstawiona dysertacja prezentuje wysoką wartość naukową i użyteczną, jest przygotowana rzetelnie i starannie. Wnoszę, wobec powyższego o dopuszczenie Pani mgr inż. Nikoliny Poranek do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Jednocześnie podkreślając wartość naukową, interdyscyplinarność tematu, zaprezentowane rozwiązanie technologiczne oraz oryginalność pracy proponuję Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej wyróżnienie przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej autorstwa Pani Nikoliny Poranek.

Agnieszka Gencowicz