

Katowice, 18.08.2020 r.

**dr hab. inż. Ireneusz BAIC, prof. IMBiGS**  
Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ  
-Instytut Mechanizacji Budownictwa  
i Górnictwa Skalnego Oddział Zamiejscowy w Katowicach  
40-157 Katowice, Al. W. Korfantego 193A

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jarosława Szlugaja pt.:  
**„Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna odpadów wydobywczych z wybranych  
kopalń węgla kamiennego w aspekcie ich wykorzystania do produkcji kruszyw  
mineralnych”**

### **Podstawa recenzji**

Podstawą wykonania niniejszej recenzji jest pismo Nr AO-520-2/13 Dyrektora Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk w Krakowie z dnia 08.07.2020r., w którym zawarta jest informacja o powołaniu mnie zgodnie z uchwałą Nr 10/II/2020 Rady Naukowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie z dnia 02.07.2020r., na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Jarosława Szlugaja.

Recenzowana rozprawa jest opracowaniem badawczym w dyscyplinie naukowej – górnictwo i geologia inżynierska, które zostało wykonane w zakresie teoretycznym w Zakładzie Badań Rynku Surowcowego i Energetycznego, Pracowni Polityki Surowcowej Instytutu GSMiE PAN, pod kierunkiem Pana dr hab. inż. Krzysztofa Galosa, prof. IGSMiE PAN, pełniącego w przewodzie doktorskim obowiązki promotora. Natomiast część analityczna stanowiąca badania własne Doktoranta została przeprowadzona w akredytowanych laboratoriach badawczych: AGH, Ł-IMBiGS, Labotest Sp. z o.o. oraz PAK Centrum Badań Jakości Sp. z o.o..

### **Ogólna charakterystyka i omówienie rozprawy**

Rozprawę doktorską przedłożoną do recenzji stanowi manuskrypt zawierający spis treści, 10 rozdziałów, streszczenie w języku polskim i angielskim, spis literatury, norm i materiałów źródłowych, spis rysunków, tabel i fotografii oraz jeden załącznik zawierający 104 mikrofotografie z analizy mikroskopowej odpadów wydobywczych. Dysertacja obejmuje łącznie 182 strony, w tym 55 tabel, 27 rysunków i 13 fotografii. Udokumentowane źródła informacji na które powołuje się autor rozprawy to 187 pozycje literaturowe w tym 10 współautorstwa doktoranta, obejmujące fachowe piśmiennictwo, normy oraz linki do stron internetowych.

Rozprawa składa się z dwóch części. Pierwsza z nich (rozdziały od 1-6) stanowi studium literaturowe dotyczące analizy stanu wiedzy na temat budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w szczególności jego wschodniej części, dotychczas stosowanych

metod gospodarczego wykorzystania odpadów wydobywczych oraz wymagań normowych stawianym kruszywom mineralnym w zależności potencjalnych kierunków ich zastosowania.

Druga część (rozdziały 7-10) przedstawia natomiast wyniki prac własnych autora dysertacji wraz z dyskusją wyników i wnioskami końcowymi.

Treść i formuła recenzowanej rozprawy doktorskiej stanowi logiczną, komunikatywną w lekturze całość z staranną stroną edytorską.

W poszczególnych rozdziałach dysertacji Doktorant omawia następujące zagadnienia:

Rozdział pierwszy przedmiotowej dysertacji stanowi wstęp, w którym Doktorant w sposób syntetyczny przedstawił przesłanki decydujące o wyborze tematu pracy, sformułował cel badawczy i aplikacyjny oraz tezę pracy, a także zaprezentował zakres wykonanych własnych prac badawczych i analiz.

W rozdziale drugim Doktorant dokonał przeglądu stanu wiedzy na temat budowy geologicznej, litostratygrafii oraz tektoniki wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) charakteryzując warunki panujące w tym zakresie na przykładzie dwóch funkcjonujących na tym obszarze kopalń.

W rozdziale trzecim na bazie przeglądu literaturowego autor rozprawy dokonał analizy kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów wydobywczych wytwarzanych w krajowych kopalniach węgla kamiennego omawiając ich zastosowanie w budownictwie inżynieryjnym, hydrotechnicznym i drogowym, jako materiału podsadzkowego i uszczelniającego w górnictwie węgla kamiennego oraz jako materiału do produkcji kruszyw łupkoporytowych, cementu i ceramiki. Doktorant w rozdziale tym przeanalizował również stosowane rozwiązania technologiczne ukierunkowane na odzysk węgla z obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych oraz produkcję niskojakościowych mieszanek energetycznych. Z uwagi na cel i postawioną tezę szczegółowej analizie zostały poddane przez Doktoranta badania dotyczące wykorzystania odpadów wydobywczych do produkcji kruszyw mineralnych.

Z kolei w rozdziale czwartym autor przedmiotowej dysertacji zaprezentował wymagania stawiane kruszywom mineralnym w zakresie składu ziarnowego, właściwości fizyko-mechanicznych, składu chemicznego oraz zawartości pierwiastków promieniotwórczych jakie ujęte są w obowiązujących normach krajowych.

Rozdział piąty rozprawy stanowi wstęp do prezentacji badań własnych Doktoranta. Przedstawiona w nim została ogólna charakterystyka geologiczno-górnicza wybranych do analizy kopalń węgla kamiennego zlokalizowanych w wschodniej części GZW, będących wytwórcami pobranych do szczegółowych badań odpadów wydobywczych.

W rozdziale szóstym w oparciu o dane zaprezentowane w rozdziale piątym Doktorant omówił przedmiot i przyjęte metody badań odpadów wydobywczych i uzyskanych z nich kruszyw oraz materiałów drobnoziarnistych. Przedstawione zostały zastosowane przez autora dysertacji metody badań odpadów wydobywczych takie jak: badania makroskopowe, analiza mikroskopowa w świetle przechodzącym, analiza rentgenograficzna, analiza

termiczna oraz oznaczanie składu chemicznego. Zaprezentowane zostały również metody badań otrzymanych kruszyw i niskoenergetycznych produktów drobnoziarnistych (0-4 mm).

W rozdziale siódmym autor rozprawy omówił i poddał analizie wyniki przeprowadzonych badań własnych odpadów wydobywczych z zastosowaniem opisanych w rozdziale szóstym metod.

Natomiast w rozdziale ósmym Doktorant przedstawił charakterystykę uzyskanych na bazie odpadów wydobywczych kruszyw mineralnych o uziarnieniu 4-31,5 mm oraz drobnoziarnistych produktów niskoenergetycznych o uziarnieniu 0-4 mm.

W rozdziale dziewiątym autor dysertacji dokonał oceny uzyskanych kruszyw mineralnych porównując ich parametry z wymaganiami zawartymi w krajowych normach oraz właściwościami podobnych produktów dostępnych na rynku. Przeprowadził również ocenę uzyskanych produktów drobnoziarnistych jako materiałów niskoenergetycznych przydatnych do sporządzania mieszanek paliwowych z wysokoenergetycznymi miazami węglowymi.

Rozprawa zakończona jest dyskusją wyników oraz wnioskami końcowymi (rozdział dziesiąty), w których Doktorant stwierdził, że przeprowadzone badania i analizy pozytywnie (choć tylko w pewnych zakresie) weryfikują postawioną tezę pracy.

Recenzent zgadza się z stwierdzeniem Doktoranta, podkreślając poprawność sformułowanych wniosków i ich zasadność merytoryczną.

### **Analiza i ocena rozprawy**

Analizę przeprowadzono biorąc pod uwagę: zasadność podjętego tematu, sposób wykorzystania źródeł literatury, sformułowaną tezę i cel pracy, zastosowaną metodykę badawczą, poprawność i wiarygodność uzyskanych rezultatów badań oraz umiejętność formułowania wniosków końcowych. Lektura dysertacji pozwala stwierdzić, że zawiera ona wszystkie elementy, które powinna zawierać praca doktorska oraz że elementy te zostały zrealizowane i opisane.

#### Zasadność podjętego tematu i sposób wykorzystania źródeł literatury:

W przedstawionej dysertacji doktorant podjął się realizacji bardzo aktualnego i istotnego z punktu widzenia ochrony środowiska tematu dotyczącego możliwości gospodarczego wykorzystania odpadów wydobywczych wytwarzanych przez kopalnie węgla kamiennego. Aktualność i istotność środowiskowa tematu wynika z faktu, że górnictwo węgla kamiennego jest jednym z rodzajów działalności gospodarczej, której towarzyszy wytwarzanie dużych ilości odpadów. Konsekwencją takiego stanu jest znaczący wpływ tej gałęzi przemysłu na środowisko, które w regionach o dużej koncentracji zakładów wydobywczych i przeróbczych uległo silnym przekształceniom. Dominującym elementem zmian wprowadzonych do krajobrazu za sprawą działalności górniczej są hałdy, na których składowana jest skała płonna. Spośród odpadów powstających na skutek eksploatacji podziemnych złóż węgla kamiennego, należy wyróżnić dwa zasadnicze rodzaje odpadów wydobywczych: odpady górnicze i przeróbcze. Odpady górnicze pochodzą wprost z górniczych robót

przygotowawczych oraz charakteryzują się dużą zmiennością składu petrograficznego. Ich skład ziarnowy zawiera się w przedziale 0-500 mm. Odpady przeróbcze pochodzą z różnych procesów wzbogacania urobku surowego i charakteryzują się większą stabilnością składu petrograficznego. W zależności od zastosowanych urządzeń wzbogacających i technologii odpady przeróbcze dzieli się na: gruboziarniste, drobnoziarniste oraz flotacyjne i mułowe. Obecnie 1 tonie wydobytego węgla towarzyszy w zależności od rodzaju złoża i dostępności pokładu wytwarzanie ok. 0,25-0,35 tony odpadów wydobywczych.

W ostatnich latach ilość wytwarzanych odpadów przez górnictwo węgla kamiennego wynosiła ok. 30 mln Mg. Dodatkowo szacuje się, że powyżej 500 mln Mg tego rodzaju odpadów jest już zdeponowana w środowisku stanowiąc potencjalne źródło zagrożenia.

Z analizy dostępnych danych wynika, że około 80% odpadów powstających podczas eksploatacji i przeróbki węgla kamiennego jest obecnie wykorzystywana gospodarczo. Z tej ilości zaledwie 30% jest wykorzystywane przemysłowo, m.in. do produkcji granulatów stanowiących jeden z produktów w mieszankach energetycznych, kruszyw sztucznych, spoiw hydraulicznych oraz mieszanek stabilizowanych kruszywowo-popiołowych. Pozostałe 70% wykorzystuje się do niwelacji i rekultywacji terenów zdegradowanych, w tym działalnością wydobywczą, w budownictwie hydrotechnicznym i ziemnym oraz do podsadzania wyrobisk eksploatacyjnych. W ten sposób znaczne ilości cennego surowca mineralnego są bezpowrotnie tracone. Potrzebą chwili staje się więc podjęcie kompleksowych działań, rozumianych jako wdrożenie innowacyjnych technologii w celu efektywniejszego wykorzystania skały płonnej, a także pozostałych odpadów powstających w trakcie udostępniania złóż, wydobywania i wzbogacania.

Mając na uwadze powyższe w niniejszej rozprawie Doktorant dokonał oceny możliwości gospodarczego wykorzystania kruszyw mineralnych i materiałów drobnoziarnistych wytworzonych na bazie odpadów wydobywczych pochodzących z dwóch kopalń węgla kamiennego KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit”.

Waga i znaczenie podjętego przez Doktoranta tematu poza przesłankami omówionymi powyżej wynika również z:

- faktu, że całość wytwarzanych przez KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit” odpadów wydobywczych jest obecnie deponowana w obiekcie unieszkodliwiania odpadów wydobywczych zarządzanym przez CTL „Maczki-Bór”.
- rosnącego zapotrzebowania na kruszywa mineralne o uziarnieniu 4-31,5 mm ze strony drogownictwa, budownictwa oraz innych gałęzi przemysłu,
- rosnącego zapotrzebowania na niskoenergetyczne materiały drobnoziarniste o uziarnieniu 0-4 mm ze strony energetyki i przemysłu cementowego,
- konieczności wdrożenia przez wytwórców odpadów wydobywczych w tym kopalnie węgla kamiennego kompleksowego podejścia do gospodarowania odpadami w tym zasady „Gospodarki o obiegu zamkniętym”,
- faktu ponoszenia przez wytwórców odpadów wydobywczych coraz wyższych opłat środowiskowych związanych z deponowaniem odpadów na obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych,
- obostrzeń natury prawnej i środowiskowej wymuszających poszukiwanie przez wytwórców odpadów wydobywczych nowych rozwiązań technologicznych ukierunkowanych na ich gospodarcze wykorzystanie.

Wymienione przesłanki zdaniem recenzenta jednoznacznie wskazują na istotność podjętego przez Doktoranta tematu.

Recenzent stwierdza ponadto, że cytowane przez Doktoranta źródła literaturowe obejmujące fachową wiedzę z zakresu objętego rozprawą dokorską świadczą o jego dogłębnej znajomości problematyki badań odpadów wydobywczych i otrzymywanych z nich kruszyw mineralnych oraz materiałów drobnoziarnistych, a także wymagań stawianych tym produktom w świetle obowiązujących norm i wytycznych technicznych.

#### Teza i cele pracy

Autor rozprawy na podstawie przeprowadzonego studium literaturowego oraz własnych analitycznych prac badawczych sformułował następującą tezę pracy:

***„Odpady wydobywcze z wybranych kopalń wschodniej części GZW są mineralnymi surowcami odpadowymi, na bazie których możliwa jest produkcja kruszyw mineralnych spełniających wymagania jakościowe stawiane takim materiałom budowlanym w określonych zastosowaniach gospodarczych”.***

Jako **cel główny** Doktorant przyjął – *„Opracowanie charakterystyki petrograficzno-mineralogicznej odpadów wydobywczych wytwarzanych w wybranych kopalniach wschodniej części GZW w kontekście ich potencjalnej przydatności do produkcji kruszyw mineralnych”.* Natomiast jako **cel aplikacyjny** autor rozprawy przyjął – *„Określenie przydatności wybranych materiałów odpadowych do produkcji mieszanek mineralnych o uziarnieniu 0/4-31,5 mm lub 0/4 – 63,0 mm”.*

W celu weryfikacji postawionej tezy Doktorant zrealizował szereg zadań badawczych. Zaliczyć do nich należy:

- przegląd stanu wiedzy na temat budowy geologicznej, tektoniki i litostratygrafii wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego z szczególnym uwzględnieniem warunków panujących na obszarach górniczych KWK Mysłowice-Wesoła, Ruch Wesoła oraz KWK Piast –Ziemowit, Ruch Ziemowit,
- analizę dotychczasowych prac badawczych mających na celu gospodarcze wykorzystanie odpadów wydobywczych,
- analizę wymagań stawianych kruszywom mineralnym w świetle obowiązujących norm, kryteriów technicznych dla wyrobów podlegających certyfikacji na znak bezpieczeństwa oraz wymagań technicznych opracowanych przez GDDKiA,
- przegląd metod badawczych stosowanych do badań odpadów wydobywczych oraz otrzymywanych z nich kruszyw mineralnych i produktów drobnoziarnistych 0-4 mm jako materiałów niskoenergetycznych,
- analizę wyników przeprowadzonych badań własnych odpadów wydobywczych z zastosowaniem obserwacji makroskopowych oraz analizy mikroskopowej w świetle przechodzącym, analizy rentgenograficznej, analizy termicznej, analizy składu chemicznego oraz właściwości fizyko-mechanicznych,
- analizę składu ziarnowego, właściwości fizyko-mechanicznych, składu chemicznego oraz wymywalności substancji szkodliwych dla otrzymanych z odpadów wydobywczych kruszyw mineralnych i produktów drobnoziarnistych,

- ocenę przydatności uzyskanych kruszyw mineralnych i produktów drobnoziarnistych w danych kierunkach zastosowań wraz z porównaniem do podobnych produktów dostępnych na rynku,
- dyskusję wyników i sformułowanie wniosków końcowych.

Powyzsze zadania badawcze zrealizowane przez autora dysertacji stanowią zdaniem recenzenta cele szczegółowe, których realizacja była niezbędna do udowodnienia postawionej przez Doktoranta tezy.

#### Przyjęte metody badawcze

Doktorant przedstawił szczegółowy opis zastosowanych metod badawczych w odniesieniu do odpadów wydobywczych oraz otrzymywanych z nich kruszyw jak i produktów drobnoziarnistych. Koncepcja przeprowadzonych badań własnych stanowi logiczną całość wraz z wzajemnym powiązaniem poszczególnych jej elementów ukierunkowaną na ocenę przydatności uzyskanych z odpadów wydobywczych kruszyw mineralnych i materiałów drobnoziarnistych w zidentyfikowanych kierunkach zastosowań.

Należy podkreślić bardzo szeroki zakres zrealizowanych przez Doktoranta analitycznych prac własnych dotyczących:

- w przypadku odpadów wydobywczych:
  - obserwacji makroskopowych i analiz mikroskopowych w świetle przechodzącym z identyfikacją występujących typów litologicznych,
  - analiz rentgenograficznych,
  - analiz termicznych,
  - analiz składu chemicznego,
  - właściwości fizyko-mechanicznych,
- w przypadku uzyskanych z odpadów wydobywczych kruszyw mineralnych:
  - składu ziarnowego,
  - właściwości fizyko-mechanicznych,
  - analiz składu chemicznego w tym wymywalności substancji szkodliwych,
- w przypadku uzyskanych z odpadów wydobywczych materiałów drobnoziarnistych:
  - zawartości wilgoci całkowitej,
  - zawartości popiołu,
  - zawartości siarki całkowitej,
  - zawartości węgla całkowitego,
  - wartości opałowej.

**Reasumując należy stwierdzić, że wykorzystany przez Doktoranta warsztat naukowo-badawczy jest prawidłowy i umożliwił osiągnięcie postawionych celów i udowodnienie postawionej tezy.**

#### **Ocena dorobku naukowego Doktoranta i rozprawy doktorskiej**

Pan mgr inż. Jarosław Szlugaj ubiega się o stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska. Studia magisterskie ukończył w 1995r. na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej

w Krakowie (specjalność: ochrona środowiska). Praca magisterska autorstwa Doktoranta dotyczyła: „Metali ciężkich w glebach na wybranym obszarze oddziaływania Huty im. Tadeusza Sendzimira (HTS) w Krakowie”. W okresie trwania studiów autor rozprawy odbył trzy miesięczną praktykę zawodową w Centre for Environmental Protection, Imperial College w Londynie.

Doktorant od 1997 roku pracuje w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Zakładzie Badań Rynku Surowcowego i Energetycznego, Pracowni Polityki Surowcowej. Obecnie jest zatrudniony na stanowisku starszego specjalisty.

Jest członkiem Polskiego Stowarzyszenia Wyceny Złóż Kopalin (Taksator nr TKZO24), a także Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa.

Mgr inż. Jarosław Szlugaj posiada wieloletnie doświadczenie w zakresie analizy gospodarki surowcami mineralnymi na poziomie krajowym i światowym. Brał udział w realizacji wielu prac badawczych, ekspertyz i opracowań realizowanych przez IGSMiE PAN. Na szczególną uwagę zasługuje udział Doktoranta w realizacji międzynarodowego projektu „MIN-NOVATION”, którego celem był transfer innowacyjnych technologii w zakresie zagospodarowania odpadów wydobywczych i przeróbczych. W ramach tego projektu powstała m.in. instalacja demonstracyjna do produkcji kruszyw zlokalizowana w Centralnym Laboratorium Techniki Strzelniczej i Materiałów Wybuchowych AGH, która została wykorzystana przez autora dysertacji do produkcji z odpadów wydobywczych wybranych sortymentów kruszyw mineralnych.

Doktorant jest autorem 4 i współautorem 96 publikacji z zakresu gospodarki surowcami mineralnymi, w tym dotyczących gospodarczego wykorzystania odpadów wydobywczych powstających podczas eksploatacji złóż węgla kamiennego (głównie skały płonnej).

Na szczególną uwagę zasługują publikacje związane z tematyką rozprawy doktorskiej. Należą do nich m.in.:

- Galos K., Szlugaj J., 2012 - Odpady z górnictwa i przeróbki węgla kamiennego jako materiały do produkcji kruszyw mineralnych. Cuprum nr 4 (65)/2012.
- Galos K., Szlugaj J., 2014 – Badania przydatności odpadów przeróbczych z wybranych kopalń węgla kamiennego do produkcji kruszyw mineralnych w pilotowej instalacji w Laboratorium AGH w Regulicach. Przegląd Górniczy 2014, Tom 70, zeszyt 5. Wyd. Zarząd Główny SITG, Katowice 2014
- Galos K., Szlugaj J., 2016 – Obecne i perspektywiczne kierunki wykorzystania skały płonnej z kopalń węgla kamiennego w Polsce. [W:] Prawne, techniczne, ekonomiczne i środowiskowe aspekty gospodarki skałą płonną w kopalniach węgla kamiennego. Praca zbiorowa pod redakcją J. Kickiego i J. Sobczyka. Wyd. Instytut GSMiE PAN, s. 79-92.

Po zapoznaniu się z dysertacją stwierdzam, że Doktorant wykazał się wiedzą teoretyczną i praktyczną w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska w szczególności w zakresie metod badawczych odpadów wydobywczych i otrzymywanych z nich kruszyw mineralnych oraz materiałów droбноziarnistych oraz umiejętnością w zakresie:

- określenia problemu naukowego,
- planowania i prowadzenia prac analitycznych z wykorzystaniem różnych metod badawczych,
- sformułowania wniosków końcowych.

Należy podkreślić, że dysertacja autorstwa Pana mgr inż. Jarosława Szlugaja cechuje się wieloma elementami nowatorskimi o uniwersalnych cechach. Zaliczyć do nich należy przeprowadzenie:

- analiz mineralogiczno-petrograficznych (obserwacja makroskopowa, analiza mikroskopowa w świetle przechodzącym) odpadów wydobywczych z KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit” w celu określenia występujących w nich typów litologicznych oraz korelacji ich parametrów z składem chemicznym i właściwościami fizyko-mechanicznymi otrzymanych kruszyw mineralnych i materiałów drobnoziarnistych,
- analiz rentgenograficznych w celu określenia występujących w odpadach wydobywczych faz krystalograficznych,
- analiz termicznych w celu oszacowania w badanych odpadach wydobywczych zawartości kaolinitu, illitu, smektytów i substancji organicznych,
- analiz chemicznych w zakresie zawartości pierwiastków głównych, śladowych, REE i aktywności oraz węgla całkowitego w podziale na typy skał tworzących odpady wydobywcze w KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit” tzn. skały piaskowcowe, skały ilasto-mułowcowe, łupki węglowe i tonstein.

Wyniki badań zaprezentowanych w rozprawie doktorskiej stanowią potwierdzenie:

- istotności i złożoności problemu gospodarczego wykorzystania odpadów wydobywczych wytwarzanych w KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit” w związku z faktem ich deponowania w całości w obiekcie unieszkodliwiania odpadów wydobywczych zarządzanym przez CTL „Maczki-Bór”.
- wpływu typów litologicznych jakie występują w badanych odpadach wydobywczych na możliwości gospodarczego wykorzystania utworzonych na ich bazie kruszyw mineralnych i materiałów drobnoziarnistych,
- ograniczeń w zakresie gospodarczego wykorzystania kruszyw mineralnych utworzonych na bazie odpadów wydobywczych wynikających z uwarunkowań normowych oraz wymagań technicznych,
- konieczności przeprowadzenia analiz mineralogiczno-petrograficznych dla odpadów wydobywczych wytwarzanych przez inne kopalnie węgla kamiennego.

Podsumowując, należy stwierdzić, że Doktorant logicznie zinterpretował wyniki przeprowadzonych badań i analiz wyciągając prawidłowe wnioski o charakterze poznawczym i aplikacyjnym.

### **Krytyczna analiza wyników badań oraz uwagi do rozprawy**

Na wstępie należy podkreślić, że dysertacja została przygotowana starannie pod względem edycyjnym.

Na wysoką ocenę zasługuje szczególnie część badawcza pracy dotycząca określenia w odpadach wydobywczych z KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit” w oparciu o przeprowadzone obserwacje makroskopowe i analizy mikroskopowe występujących w nich typów litologicznych oraz wzajemna korelacja ich właściwości z parametrami chemicznymi otrzymanych kruszyw o uziarnieniu 4-31,5 mm.



Recenzent nie stwierdził istotnych błędów, a jedynie kilkanaście literówek, powtórzeń oraz błędów stylistycznych, które nie wpływają jednak na pozytywną ocenę pracy jako całości.

Lektura rozprawy prowadzi jednak do kilku spostrzeżeń i uwag do których Doktorant powinien się ustosunkować:

- Nieaktualność niektórych rozporządzeń cytowanych w dysertacji. Dotyczy to w szczególności rozporządzeń wykorzystanych przez Doktoranta do porównania badań wyciągów wodnych dla otrzymanych próbek kruszyw o uziarnieniu 4-31,5 mm. (str. 76). Obowiązujące akty prawne to: Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz. U. z 2017r. poz. 1566), Ustawa z dnia 30 maja 2014 r. o zmianie ustawy – Prawo wodne oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2014 r. poz. 850) oraz Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczenia odpadów do składowania na składowiskach (Dz. U. z 2015 r. poz. 1277). *Proszę o komentarz czy nie uległy zmianie wymagania stawiane dla środowiska wodnego i składowania na składowiskach odpadów obojętnych.*
- Każda technologia przetwarzania odpadów w tym zastosowanie wskazanych przez Doktoranta kierunków wykorzystania kruszyw mineralnych i materiałów drobnoziarnistych otrzymywanych z odpadów wydobywczych z KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit” powinna cechować się efektywnością ekonomiczną. W oparciu o przedstawione w rozprawie informacje na ten temat trudno jednoznacznie potwierdzić tą tezę. *Proszę o komentarz.*
- Brak krytycznej analizy w zakresie metodyki (wyciąg wodny) określenia wymywalności zanieczyszczeń z kruszyw mineralnych otrzymywanych z odpadów wydobywczych w związku z planowanymi zmianami w zakresie pH medium – patrz. PD CEN/TS 16637-1:2018 - *Construction products. Assessment of release of dangerous substances. Guidance for the determination of leaching tests and additional testing steps.* Zastosowanie nowej metodyki może istotnie zmienić poziom wymywalności zanieczyszczeń z badanych próbek kruszyw. *Proszę o komentarz.*
- Proszę o wyjaśnienie przyjętego zakresu badań kruszyw mineralnych o uziarnieniu 4-31,5 mm uzyskanych z odpadów wydobywczych. Brak badań m.in. w zakresie reaktywności alkalicznej, promieniotwórczości i innych parametrów ujętych w normach i wytycznych technicznych GDDKiA. *Proszę o komentarz.*

Przedstawione uwagi i spostrzeżenia nie obniżają wartości recenzowanej pracy. Powinny zostać jednak wzięte pod uwagę przy planowanych dalszych pracach lub publikacjach z tego zakresu.

### Wniosek końcowy

Podjęty w dysertacji temat oraz wyniki uzyskanych badań są zdaniem recenzenta istotne dla rozwoju dyscypliny naukowej – górnictwo i geologia inżynierska. Recenzowana rozprawa doktorska odpowiada wymogom ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r., Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) w związku z art. 179 ust.1. ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669).

Przedłożona do recenzji praca została wykonana w uzasadnionym zakresie rozważań teoretycznych i w pełnym zakresie badań praktycznych. Stan omawianych w dysertacji zagadnień w odniesieniu do dostępnej Doktorantowi wiedzy został przedstawiony wystarczająco, o czym świadczą liczne cytowania i aktualne pozycje literaturowe.

Rozprawa w sposób kompleksowy wskazuje możliwe kierunki gospodarczego wykorzystania wytworzonych na bazie odpadów wydobywczych z KWK „Wesoła” i KWK „Ziemowit” kruszyw mineralnych o uziarnieniu 4-31,5 mm oraz materiałów drobnoziarnistych o uziarnieniu 0-4 mm. Doktorant w oparciu o przeprowadzone szczegółowe badania własne wskazuje na ścisły związek jaki zachodzi pomiędzy litologią badanych odpadów wydobywczych, a możliwością ich gospodarczego wykorzystania.

Przeprowadzone przez autora dysertacji badania własne stanowią cenny materiał poznawczy który powinien być zadaniem recenzenta wykorzystany przez ww. kopalnie w działaniach aplikacyjnych oraz stanowić wytyczne dla innych wytwórców odpadów wydobywczych w zakresie niezbędnych do przeprowadzenia badań.

**Podsumowując stawiam wniosek do Rady Naukowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie o dopuszczenie mgr inż. Jarosława Szlugaja do kolejnych etapów przewodu doktorskiego w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska.**

