

Dr hab. inż. Radosław Pomykała, prof. AGH

Kraków, 7.09.2020 r.

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Al. Mickiewicza 30

30-059 Kraków

e-mail: rpomyk@agh.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Jarosława Szlugaja pt.:

„Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna odpadów wydobywczych z wybranych kopalń węgla kamiennego w aspekcie ich wykorzystania do produkcji kruszyw mineralnych”

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej została przygotowana na podstawie Uchwały nr 10/II/2020 Rady Naukowej Instytutu Gospodarki Surowcami i Energią PAN w Krakowie z dnia 02.07.2020 r. oraz pisma zlecającego nr AO-520-2/13 z dnia 08.07.2020 r. podpisanego przez Pana Dyrektora dr hab. inż. Krzysztofa Galosa, prof. IGSMiE PAN

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska, napisana w języku polskim, obejmuje 10 rozdziałów, jeden załącznik będący zestawieniem mikrofotografii, a także spisy: treści, rysunków, ilustracji, tabel oraz spis literatury i materiałów źródłowych z wyodrębnieniem norm oraz źródeł internetowych. Rozprawa liczy ogółem 182 strony oraz 75 stron załącznika. Przywołanych zostało 175 pozycji literaturowych, w zdecydowanej większości polskojęzycznej, 9 norm oraz 3 źródła internetowe.

Temat rozprawy obejmuje charakterystykę petrograficzno-mineralogiczną wybranych odpadów z eksploatacji węgla kamiennego z dwóch kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wraz z oceną ich przydatności do produkcji kruszyw mineralnych. Przedmiotem badań są próbki materiału skalnego pozyskane z kopalń KWK Wesoła i KWK Ziemowit.

Praca składa się z dwóch zasadniczych części. W pierwszej – teoretycznej obejmującej rozdziały 1-5 zawarto wstęp, informacje na temat budowy geologicznej GZW, przegląd piśmiennictwa w zakresie właściwości i kierunków wykorzystania odpadów wydobywczych oraz wytworzonych z nich kruszyw, zestawienie wybranych wymagań normowych dotyczących kruszyw. W części drugiej – praktycznej, obejmującej rozdziały 7-10 opisano

przedmiot i metody badań, omówiono ich przebieg, zestawiono wyniki wraz z ich analizą, ocenę możliwości zastosowania kruszyw w wybranych aplikacjach, a także podsumowanie i wnioski. Całość pracy jest dobrze zbalansowana, następstwo rozdziałów logiczne, treści przedstawione zostały w sposób przejrzysty. Warty podkreślenia jest wysoki poziom dbałości o stronę edytorską oraz czystość języka w jego formie i stylu.

3. Treść i zakres rozprawy

We wstępie, czyli rozdziale pierwszym, Autor sformułował cel badawczy i aplikacyjny pracy, a także postawił tezę w brzmieniu: *„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”*. W dalszej części rozdziału pierwszego krótko opisano zakres rozdziałów rozprawy.

Rozdział drugi obejmuje szczegółową charakterystykę geologiczną Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), ze szczególnym uwzględnieniem jego wschodniej części. Rozdział zawiera szczegółowe informacje o formacjach węglonośnych, rodzajach i typach złóż oraz skał otaczających pokłady węgla, w tym w obszarach górniczych kopalń, z których pobrano materiały do badań.

W rozdziale trzecim zawarto wyniki przeglądu literaturowego w zakresie rodzajów i kierunków zagospodarowania odpadów wydobywczych, wydobywanych na powierzchnię oddzielnie lub też wydzielanych ze strumienia urobku w wyniku procesów przeróbczych. Opisane zostały kierunki zagospodarowania odpadów wydobywczych, w tym do produkcji kruszyw (jako materiału dla budownictwa inżynierskiego, hydrotechnicznego i drogowego), do produkcji cementu i ceramiki, jako materiału podsadzkowego, a także wykorzystania na cele energetyczne. W dalszej części omówiono rodzaje kruszyw wytwarzanych zarówno przez kopalnie z bieżącego wydobycia, jak i przez firmy zewnętrzne pozyskujące materiał z dawnych obiektów deponowania odpadów wydobywczych. Przytoczono przykłady wykorzystania kruszyw w różnych aplikacjach, głównie w budownictwie drogowym i hydrotechnicznym, a także lokalizacje najważniejszych zakładów wytwarzania kruszyw na Górnym Śląsku.

W rozdziale czwartym zawarto zestawienie norm i regulacji istotnych dla klasyfikacji kruszyw oraz ich charakterystyki. Wśród najważniejszych aktów prawnych dotyczących wprowadzania kruszyw do obrotu, Doktorant wymienił Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. z 2016 r. poz. 1966.). Rozporządzenie to wprowadziło istotne zmiany na rynku kruszyw, m.in. pojawiły się Krajowe Oceny Techniczne w miejsce Aprobata Technicznych, a także wielopoziomowe krajowe systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobów budowlanych. Pomimo przytoczenia tego rozporządzenia, w jego opisie znalazły się informacje z poprzednich regulacji.

W dalszej części rozdziału 4. Omówiono klasyfikację kruszyw oraz ich właściwości, wyodrębniając, zgodnie z normą PN-EN 12620 „Kruszywa do betonu”, właściwości geometryczne, mechaniczne i fizyczne, ciepłone i odporność na czynniki atmosferyczne, chemiczne oraz podstawowe. W ramach tych grup opisano zakres i metody badań, stawiane wymagania oraz metody klasyfikacji kruszyw na ich podstawie. Szczegółowe opisy dotyczą badań uziarnienia, gęstości, odporności na rozdrabnianie i ścieranie, składu chemicznego oraz wymywalności zanieczyszczeń chemicznych i promieniotwórczości.

Rozdział piąty jest ostatnim z części ściśle teoretycznej. Zawiera on krótką charakterystykę górniczo-geologiczną kopalń, z których pobrano materiał do badań.

W rozdziale 6. Doktorant opisał przedmiot i metodykę badań. Zawiera on wstępną charakterystykę odpadów wydobywczych będących przedmiotem badań, pozyskanych z dwóch kopalń węgla kamiennego – KWK Wesoła i KWK – Ziemowit, w ilości odpowiednio 302 kg i 569kg. Materiał ten wykorzystany został do wytwarzania kruszyw o uziarnieniu 0-4 mm oraz 4-31,5 mm, w instalacji demonstracyjnej zlokalizowanej w Centralnym Laboratorium Techniki Strzelniczej i Materiałów Wybuchowych Akademii Górniczo-Hutniczej w Regulicach. W dalszej części omówiono metodykę badań prowadzonych w dwóch głównych obszarach. Pierwszym z nich była charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna skał wchodzących w skład badanych odpadów. Opisane zostały zastosowane metody badań makroskopowych oraz analiz: mikroskopowej w świetle przechodzącym, rentgenograficznej (DSH), termicznej (DTA+TG) i składu chemicznego (w tym pierwiastków głównych, śladowych oraz REE i aktywności). Drugi obszar obejmował badania kruszyw wytworzonych w instalacji demonstracyjnej w oparciu o Polskie Normy, w tym m.in. dotyczące właściwości kruszyw, kruszyw do betonu oraz robót inżynierskich. Opisane metody badań właściwości kruszyw 4-31,5 mm dotyczyły składu ziarnowego, właściwości fizyczno-mechanicznych (odporność na ścieranie – współczynnik micro-Deval, odporność na rozdrabnianie – współczynnik Los Angeles, gęstość objętościowa, nasiąkliwość wagowa i objętościowa, mrozoodporność), analizy składu chemicznego, wymywalności zanieczyszczeń chemicznych. Dla kruszyw 0-4 mm zastosowano metodykę obejmującą wybrane badania dla materiałów niskoenergetycznych: zawartość wilgoci całkowitej, zawartość popiołu, zawartość siarki całkowitej, zawartość węgla całkowitego oraz wartość opałową.

Przedmiotem rozdziału 7. jest analiza mineralogiczno-petrograficzna wybranych typów litologicznych skał wyodrębnionych z kilkuset-kilogramowych próbek materiału skalnego odpadów wydobywczych pochodzących z KWK Wesoła oraz KWK Ziemowit. Jest to najdłuższy rozdział, liczy 40 stron, co stanowi niemal ¼ część pracy, a dodatkowo jego uzupełnieniem jest 75-stronicowym załącznik. Już sama objętość wskazuje, że opisana została w nich najważniejsza część badań. Do badań wyodrębniono z materiału skalnego KWK Wesoła: trzy typy piaskowców (reprezentujących ok 15% ogólnej masy materiału), trzy odmiany skał aleurytowo-pelitowych (stanowiących ok. 65% masy) oraz jedną odmianę łupka węglowego (ok. 20%). Z materiału skalnego KWK Ziemowit wyodrębniono sześć rodzajów piaskowców (reprezentujących ok. 40% masy materiału), jedną odmianę skał aleurytowo-pelitowych (ok. 60% masy) oraz incydentalnie występujący tonstein.

Analiza mikroskopowa w świetle przechodzącym została przeprowadzona bardzo szczegółowo, a dokumentacja fotograficzna liczy 104 zdjęcia. Omówiono skład i strukturę piaskowców, mułowców, iłowców, łupków węglowych oraz tonsteinu. Wyniki obserwacji i analiz zebrano w tabeli zbiorczej, co ułatwia ich ocenę i porównanie. W dalszej części rozdziału zamieszczono wyniki analizy rentgenograficznej oraz termicznej, co pozwoliło na jakościową i szacunkową ilościową ocenę składu mineralogicznego poszczególnych próbek skał. Analiza chemiczna próbek skał została zestawiona oddzielnie dla każdego z wyodrębnionych typów litologicznych oraz źródła ich pozyskania. Wyniki analiz obejmują skład tlenkowy wraz ze stratą prażenia, jak i zawartość pierwiastków śladowych oraz REE i aktynowców. Zawartość pierwiastków głównych dla poszczególnych próbek przedstawiono w postaci graficznej na końcu rozdziału, co ułatwia porównanie ich składów chemicznych. Zakres rozdziału siódmego uzupełniają wyniki badań wybranych właściwości fizyczno-mechanicznych – gęstości oraz nasiąkliwości wagowej i objętościowej.

Przedmiotem rozdziału 8. jest opis wytworzenia kruszyw mineralnych o uziarnieniu 4-31,5 mm i produktów drobnoziarnistych (0-4 mm) w instalacji demonstracyjnej, a także ich charakterystyka w oparciu o metodyki opisane w rozdziale 6. Proces produkcji kruszyw opisany został zdawkowo, podobnie jak właściwości (np. uziarnienie) materiału surowego. O ile wpływ parametrów procesu na właściwości kruszyw można pominąć, przy jednorazowej próbie oraz przy założeniu, że były one identyczne dla obu materiałów, o tyle skład ziarnowy materiału surowego jest istotnym czynnikiem wpływającym w właściwości kruszyw. Czynniki te są ważnym elementem optymalizacji procesu wytwarzania kruszyw oraz modelowania ich właściwości.

Wyniki badań podstawowych właściwości fizyczno-mechanicznych kruszyw (współczynniki micro-Deval i Los Angeles oraz gęstość, nasiąkliwość i mrozoodporność) zestawiono oddzielnie wg źródła pochodzenia materiału. Uzyskane wartości parametrów kruszyw Doktorant określił jako niskie jakościowo. Wysoka nasiąkliwość oraz mrozoodporność zostały wskazane jako uniemożliwiające zastosowanie takich kruszyw do betonów i budownictwa drogowego (dla górnych warstw nawierzchni – w strefie przemarzania i oddziaływania warunków atmosferycznych). Jednocześnie na podstawie tych badań Doktorant stwierdził, że *„Istnieje możliwość zastosowania takich mieszanek mineralnych poniżej zasięgu strefy przemarzania przy formowaniu nasypów i warstw konstrukcji drogowej, niwelacji terenu stanowiącego podłoże budowlane (/pod warunkiem dobrego zagęszczenia materiału), wymiany i wzmocnienia gruntów, a także do budowy szeregu obiektów inżynierskich takich jak nasypy hydrotechniczne, obwałowania zbiorników wodnych i osadników, grobli zapór”*. Tak sformułowany wniosek na tym etapie, uważam za zdecydowanie przedwczesny, a przynajmniej wymagający uzupełnienia o informacje o dotyczące dodatkowych badań wymaganych dla przynajmniej części z wymienionych aplikacji.

W przypadku wyników badania składu chemicznego, porównano wyniki uzyskane dla kruszyw z wynikami badań dla poszczególnych typów litologicznych skał, omawianych w rozdziale 7. Takie porównanie można traktować jako badanie kontrolne w przypadku modelowania i/lub optymalizacji składu kruszywa podczas procesu przerobczego. W tym

wypadku (jednokrotnego procesu) mogłoby być wykorzystane do identyfikacji udziału poszczególnych grup litologicznych w każdej z dwóch frakcji uzyskanego produktu.

Interesujące, a zarazem budzące wątpliwości są wyniki zawartości węgla całkowitego w kruszywie 4-31,5 mm z KWK Wesoła. W tabeli 8.4 podano, że zawartość węgla całkowitego w „odpadzie przeróbczym” (co prawdopodobnie oznacza materiał „surowy” tj. pobrany bezpośrednio z kopalni – opisany w rozdziale 6.1.1. jako odpad popłuczkowy 20-200mm), wynosi 18,6%, a w kruszywie 4-31,5 mm – 6%. Stoi to w sprzeczności z wynikami z tabeli 8.7, gdzie wskazano, że zawartość węgla całkowitego wynosi 28,6%. Ten ostatni wynik koreluje z wysoką stratą prażenia wynoszącą 41,39% (tab. 8.7). Badania składu chemicznego kruszyw 0-4 mm z KWK Wesoła badanego w kierunku wykorzystania jako paliwa niskoenergetycznego, wskazują na zawartość węgla całkowitego wynoszącą 29% (tab. 8.11), czyli praktycznie identycznie jak kruszywa 4-31,5mm. Nie pasuje to do wyjaśnień o większej zawartości węgla w kruszywie 0-4 mm. Ta niespójność wymaga wyjaśnienia. W dalszej części rozdziału omówiono wyniki badań kruszyw 0-4 mm badanych w kierunku wykorzystania ich na cele energetyczne. Pozytywnie zarekomendowano ten kierunek dla kruszywa z KWK Wesoła, dzięki wartości opałowej wynoszącej 9,4 MJ/kg, w przeciwieństwie do kruszywa z KWK Ziemowit, gdzie wartość opałowa wyniosła 0,5 MJ/kg.

W rozdziale 9. zawarto ocenę przydatności wytworzonych kruszyw i materiałów drobnoziarnistych. Oceny tej dokonał Doktorant w oparciu o wyniki przeprowadzonych badań w odniesieniu do wymagań normowych dla wybranych parametrów, a także porównując uzyskane wyniki do właściwości kruszyw obecnych na rynku. *Do oceny wykorzystano wymagania określone normami PN-EN 12620 (Kruszywa do betonu), PN-EN 13242 (Kruszywa do hydraulicznie związanych i niezwiązanych materiałów w budownictwie i konstrukcji dróg), PN-EN 13043 (Kruszywa do mieszanek bitumicznych powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu), a także instrukcją WT-4 2010 (Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. Wymagania Techniczne. Załącznik 3 do zarządzenia nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 19. listopada 2010).* Uzyskane parametry kruszyw wykluczyły możliwość zastosowania tych materiałów jako składników betonów oraz budowli ziemnych w strefie przemarzania, m.in. z powodu niekorzystnych wartości nasiąkliwości oraz mrozoodporności. Analiza w tym zakresie jest rozwinięciem wniosków z rozdziału 8. Dotyczy to również dalszej części, w której powtórzona została opinia o możliwości wykorzystania kruszyw w różnego rodzaju budowlach ziemnych i hydrotechnicznych poniżej strefy zamarzania. Analizy właściwości i składników wyciągów wodnych wskazały niewielkie przekroczenia dopuszczalnych wartości pH dla kruszywa z KWK Ziemowit.

W dalszej części porównywano właściwości wytworzonych kruszyw o uziarnieniu 4-31,5 mm z kruszywami dostępnymi na rynku – produkowanymi przez Haldex S.A. – kruszywo 0-31,5mm oraz KWK Wujek – kruszywo 8-16 mm. Pomimo różnic w zakresie uziarnienia, pozostałe z badanych właściwości fizyczno-chemicznych okazały się bardzo zbliżone. Ostatni etap oceny dotyczył kruszyw 0-4mm badanych w kierunku wykorzystania na cele energetyczne. Przedstawiono w nim nieco rozszerzoną analizę, której najważniejsze elementy zawarto już w rozdziale 8. Istotnym wnioskiem jest potwierdzenie celowości odsiewania

najdrobniejszej frakcji ziarnowej (poniżej 4mm) w przypadku podwyższonej zawartości węgla w strumieniu odpadów.

Rozdział 9. jest naturalnym uzupełnieniem, czy też kontynuacją rozdziału 8. Warto rozważyć ich połączenie lub też ograniczenie licznych powtórzeń w zakresie wniosków z badań i rekomendacji, przed ewentualną publikacją pracy.

Ostatni, 10 rozdział pracy doktorskiej zawiera podsumowania wyników badań i analiz będących przedmiotem rozdziałów 7-9. Dotyczy to analizy mineralogiczno-petrograficznej skał wchodzących w skład odpadów wydobywczych z kopalń KWK Wesoła i KWK Ziemowit, a także własności wytworzonych z nich kruszyw w odniesieniu do wymagań wybranych norm budowlanych oraz na cele energetyczne. Zestawione są tu rekomendacje w zakresie możliwych kierunków wykorzystania takich kruszyw. Doktorant uznał, że teza rozprawy została udowodniona w zakresie możliwości wykorzystania kruszyw (częściowo z uwagi na niskie wartości niektórych parametrów) oraz w zakresie wpływu litologii materiałów na właściwości uzyskiwanych z nich kruszyw.

4. Ocena pracy, uwag i pytania

Recenzowana rozprawa mgr inż. Jarosław Szlugaja dotyczy ważnego problemu zagospodarowania materiałów antropogenicznych – odpadów wydobywczych z eksploatacji węgla kamiennego. Temat ten, pomimo bogatej literatury przedmiotu, obficie przytoczonej w rozprawie, jest nie tylko wciąż aktualny, ale zyskuje coraz większe znaczenie w świetle rosnących wymagań środowiskowych, ograniczeń deponowania odpadów, czy też praktycznego wdrażania idei gospodarki o obiegu zamkniętym. Badania właściwości odpadów wydobywczych dla określenia ich przydatności do wykorzystania w konkretnych technologiach, szczególnie budowlanych, niesie ze sobą sporo trudności z powodu z wielowątkowości samego zagadnienia, wynikającego m.in.: z różnorodności rodzaju skał tworzących strumień odpadów, rzadko cechujących się wysokimi parametrami mechanicznymi, ze zmienności (w czasie i przestrzeni) ich składu litologicznego, z trudności z wydzielenie reprezentatywnej próbki, z mnogości norm i wymagań stawianych materiałom dla takich zastosowań itp.

Doktorantowi udało się pokonać większość tych trudności oraz zaproponować własną ścieżkę metodyczną. Istotną wartością prowadzonych badań była praca z materiałem w skali wielkolaboratoryjnej, co pozwoliło na zachowanie wysokiej reprezentatywności prowadzonych badań. Z dwóch próbek materiałów wyodrębniono typy litologiczne skał oraz przygotowano kruszywa z wykorzystaniem instalacji demonstracyjnej. Wyraźny nacisk położony został na źródło pochodzenia materiałów oraz ich charakterystykę mineralogiczno-petrograficzną. Zarówno wybór typów litologicznych skał, jak i cały szereg badań i analiz ich właściwości, opisany w rozdziale siódmym i udokumentowany ponad setką mikrofotografii, ma bardzo wysoki walor poznawczy.

Drugi obszar badawczy dotyczył badań właściwości kruszyw wytworzonych w instalacji demonstracyjnej przy, jak można się domyślać, jednakowych parametrach pracy dla obu rodzajów materiału. Szkoda, że ten wątek potraktowany został nieco pobieżnie, ponieważ ma duży potencjał praktycznego wykorzystania.

Dobór badań oraz norm definiujących wymagania stawiane kruszywom w zakresie ich podstawowych właściwości fizyczno-mechanicznych, wymagań środowiskowych oraz zastosowania jako składników betonu uważam za trafny i pełny. Natomiast w zakresie dotyczącym oceny możliwości zastosowania kruszyw w budowlach ziemnych i hydrotechnicznych oraz dla budownictwa drogowego gama norm i wytycznych jest bardzo szeroka. Zauważalny jest brak badań właściwości wymaganych, przynajmniej w części aplikacji budownictwa inżynierskiego, a dotyczących m.in. filtracji czy badań geotechnicznych np. nośności. Określone są one m.in. w przywoływanej tu instrukcji WT-4, jak i w normach dotyczących podbudów czy też Eurokodu 7. Jest to odczuwalne z uwagi na rekomendacje zamieszczone w rozdziałach 8-10 dotyczące możliwości wykorzystania kruszyw w różnego typu budowlach inżynierskich. W tego typu rekomendacjach, warto ograniczyć się do stwierdzenia o braku przeszkód w świetle przeprowadzonych badań lub też wskazaniu obszarów wymaganych badań uzupełniających.

Ważnym elementem rozprawy są również wątki dotyczące oceny możliwości wykorzystania drobnoziarnistych kruszyw na cele energetyczne, a także próba powiązania litologii materiału skalnego z właściwościami kruszyw z ich udziałem. Ogółem pomimo wspomnianych uwag, rozprawę oceniam wysoko ze względu na walory poznawcze i aplikacyjne. Na uwagę zasługują zarówno szczegółowość opisów jak i umiejętność syntezy informacji zebranych w wyniku badań.

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy nasuwają się następujące pytania do Doktoranta:

1. Czy w Pana opinii, w skali przemysłowej jest celowa i możliwa ocena właściwości aplikacyjnych kruszyw na podstawie analizy mineralogiczno-petrograficznej skał towarzyszących pokładom węgla?, jeśli tak, jakie powinny być etapy takiej oceny?
2. Jakie działania zaproponowałby Pan kopalniom dla uzyskania formalnych i technicznych możliwości sprzedaży i/lub wykorzystania kruszyw „jakościowych” czyli o określonych parametrach dla konkretnych zastosowań?
3. Jak widzi Pan zasadność wytwarzania kruszyw w wyniku eksploatacji zrekultywowanych obiektów deponowania odpadów w świetle obecnych wymagań środowiskowych i oczekiwań społecznych?
4. Jakie kierunki aplikacji widzi Pan dla kruszyw 0-4mm, których wartość opałowa jest za niska dla wykorzystania na cele energetyczne.
5. Czy w świetle przeprowadzonych badań widzi Pan możliwość pozyskania pierwiastków krytycznych ze skał karbońskich towarzyszących pokładom węgla?

5. Uwagi redakcyjne

Oprócz uwag zamieszczonych wcześniej, do poprawy przed ewentualną publikacją:

W spisie norm brakuje kilku przywołanych w rozdziałach 4-6, m.in. PN-EN 1367, PN-EN1744, PN-EN 1097. Kilka przytoczonych norm jest już nieaktualnych – zostały wycofane i zastąpione nowymi wersjami, m.in. norma PN-EN 12620: 2004.

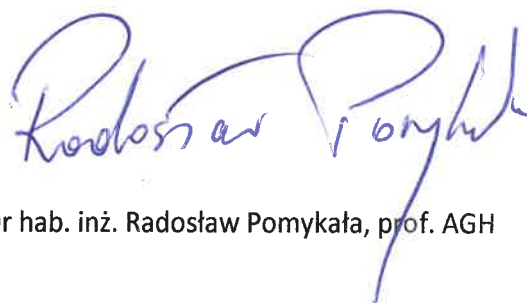
Od strony wizualnej zalecam, przed ew. publikacją, wzbogacenie rozdziału 8. o graficzne przedstawienie wyników badań.

6. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. Jarosław Szlugaja pt: *„Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna odpadów wydobywczych z wybranych kopalń węgla kamiennego w aspekcie ich wykorzystania do produkcji kruszyw mineralnych”*

stanowi rozwiązanie problemu naukowego i wskazuje na dobry poziom wiedzy Doktoranta z dyscypliny górnictwo i geologia inżynierska (obecnie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka), a także na umiejętność prowadzenia pracy naukowej. Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania określone przez ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. 2003.65.595 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).

Przedkładam Wysokiej Radzie Naukowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN W Krakowie niniejszą recenzję z wnioskiem o przyjęcie pracy jako rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Dr hab. inż. Radosław Pomykała, prof. AGH