

dr hab. inż. Andrzej Łuszczkiewicz, prof. nadzw. Pol. Wrocł.  
Politechnika Wrocławska  
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii  
ul. Na Grobli 15  
50-421 Wrocław

## RECENZJA

### **pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Jarosława Łagowskiego pt. „Wpływ parametrów przebiegu wysokociśnieniowego procesu płukania kruszyw na jego wyniki”**

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Jarosława Łagowskiego została wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie wynikające ze stosownej Uchwały Rady Wydziału z dnia 30 września 2019 r. Podstawę formalną recenzji stanowi pismo Dziekana Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, prof. dr hab. inż. Marka Cały z dnia 22 października 2019 r. Promotorem recenzowanej rozprawy jest dr hab. Daniel Saramak, prof. AGH, a promotorem pomocniczym dr hab. inż. Tomasz Gawenda, obaj z Katedry Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

### **Charakterystyka pracy doktorskiej**

Praca doktorska Pana mgr. inż. Jarosława Łagowskiego składa się z ośmiu podstawowych rozdziałów (152 stron tekstu) oraz spisu literatury (64 pozycje), spisu tabel i rysunków, zamieszczonych na ostatnich 12 stronach maszynopisu. Zasadnicza problematyka sformułowana w tytule rozprawy zawarta jest na 57 stronie rozprawy w rozdziale 4 pt. Cel i zakres pracy. Wcześniejsze rozdziały, po krótkim wprowadzeniu (rozdz. 1.), zawierają szeroki opis krajowej i europejskiej bazy surowcowo-produkcyjnej kruszyw oraz podstawowe informacje o ich zastosowaniu i przeznaczeniu, a także informacje o wybranych procesach i operacjach przeróbki kruszyw (rozdz. 2-3).

Jak napisał Doktorant w rozdziale 4, celem głównym rozprawy: było *zbadanie możliwości zastosowania technologii wysokociśnieniowej w uszlachetnianiu kruszyw pochodzących także z hałd odpadowych w celu ich efektywnego wykorzystania przemysłowego i ograniczenia negatywnych skutków ekonomicznych i ekologicznych związanych z ich składowaniem*. Uzasadnieniem tak postawionego celu rozprawy są ostre kryteria i wymagania normowe u głównego odbiorcy kruszyw - branży budowlanej dotyczące zanieczyszczeń pylasto-ilastych. Jak twierdzi Autor rozprawy, *brak możliwości efektywnego usuwania tych zanieczyszczeń, powoduje, że wybrane partie surowca, są traktowane jako odpad i hałdowane*. Zakładając, że główny cel rozprawy jest uzasadniony, Doktorant postawił sobie drugi cel badań – *próbę optymalizacji procesu płukania kruszyw poprzez zastosowanie modelu matematycznego, uwzględniającego wybrane parametry procesu: ciśnienie, uziarnienie, zawartość wtrąceń ilasto-gliniastych i ich strukturę fizyczną*.

Aby osiągnąć założony cel, niezależnie od redakcji tekstu i poszczególnych rozdziałów, w dysertacji można wyróżnić cztery główne etapy: 1. analiza stanu wiedzy na temat zasobów, właściwości i zagospodarowania kruszyw naturalnych w Polsce i Europie oraz metod ich eksploatacji i przeróbki, 2. identyfikacja obiektów badań, stanowiąca opis kilkudziesięciu próbek kruszyw naturalnych z różnych złóż i opis metodyki eksperymentów laboratoryjnych oraz przemysłowych w skali półtechnicznej wraz z opisem zastosowanej w badaniach analizy czynnikowej, 3. sporządzenie modelu funkcyjnego zależności czasu płukania od ciśnienia w komorze płuczki, określenie ilościowego wpływu właściwości kruszywa i czynników procesowych na efektywność laboratoryjnego płukania wraz z ich statystycznymi modelami, 4. weryfikacja wyników laboratoryjnych w skali półtechnicznej w warunkach instalacji przemysłowej wraz z określeniem modeli regresyjnych efektywności płukania.

W strukturze treści dysertacji w rozdziale piątym, Doktorant opisał metodykę badawczą, która obejmowała badania laboratoryjne oraz eksperymenty przemysłowe. Po krótkim wprowadzeniu, Doktorant opisał istotę, zasady i podstawy teoretyczne oceny przeprowadzanych eksperymentów. Metodyka badań obejmowała eksperyment czynnikowy, analizę czynnikową i wykorzystanie zmiennych pozornych, zastosowanie modeli regresyjnych oraz korelacji wraz z ich statystyczną oceną istotności. W dalszej części opisu metodyki badań scharakteryzowano stanowisko badawcze, w którym wykonywano eksperymenty laboratoryjne oraz instalację przemysłową, w której wykonywano badania w skali półtechnicznej. W obu przypadkach scharakteryzowano zastosowane zakresy parametrów procesu płukania badanych próbek kruszyw.

W rozdziale 6. opisano materiały wykorzystane w badaniach laboratoryjnych i półtechnicznych prowadzonych w skali przemysłowej. Materiałem do badań laboratoryjnych było 30 różnych próbek kruszyw z różnych złóż: kruszywa dolomitowe (6 próbek), wapienne (12 próbek) oraz kruszywa żwirowe (12 próbek). Poszczególne próbki pochodziły z różnych rejonów Polski oraz z ośmiu krajów Europy, a jedna próbka pochodziła z Turcji. Dla niektórych próbek podano jedynie rejony ich pochodzenia, bez podania nazwy złoża czy kopalni, a dla części tylko kraj pochodzenia.

W przemysłowych eksperymentach półtechnicznych w instalacji wyposażonej w płuczkę przemysłową badano tylko dwa typy kruszyw naturalnych stanowiące nadawę do badań: dolomit (7 próbek) i wapień (8 próbek), pochodzące ze złóż krajowych.

Badane materiały scharakteryzowano opisowo, podając w ogólnym zarysie ich uziarnienie (0-16, 0-40 i 0-32 mm), wykresy krzywych składu ziarnowego, poziom zanieczyszczeń, określanych jako zawartość frakcji < 0,063 mm oraz wskaźnik trudności usuwania zanieczyszczeń. Opis wszystkich próbek zilustrowano ich fotografiami, które wzbogacają graficznie tekst, jednak nie przedstawiają istotnych informacji i zdaniem recenzenta są zbędne.

W rozdziale 7. dysertacji, Doktorant przeprowadził analizę wyników badań obejmujących ocenę eksperymentów laboratoryjnych i półtechnicznych przeprowadzonych w skali przemysłowej.

Pracę zamyka rozdział 8., w którym Doktorant przedstawia podsumowanie i wnioski końcowe – cztery o charakterze ogólnym i sześć wniosków szczegółowych.

Układ pracy, zawartość tematyczna poszczególnych rozdziałów, opis materiałów źródłowych, prezentowane przykłady układają się w logiczny ciąg zadań od sformułowania

problemu, przez jego analizę, opracowanie metody rozwiązania problemu i jej weryfikację do podsumowania i wniosków.

Główną częścią rozprawy jest analiza wyników uzyskanych w ramach dwuetapowego programu badawczego, tj. eksperymentów laboratoryjnych i półtechnicznych. Przedmiotem analizy parametrów operacyjnych przyjętych w testach laboratoryjnych były:

- ciśnienie płukania,
- ziarno maksymalne nadawy ( $D_{max}$ ),
- procentowy udział zanieczyszczeń drobnoziarnistych w postaci frakcji  $<0,063$  mm,
- odporność zanieczyszczeń na usuwanie w wyniku operacji płukania,
- oraz obliczona została skuteczność usuwania zanieczyszczeń ilastych z nadawy według zaproponowanego wzoru.

Dodatkowo w procesie płukania rejestrowano: czas płukania, obecność piasku w zanieczyszczeniach, występowanie grudek w nadawie, wilgotność nadawy, wydajność płuczki.

Ocena intensywności wypłukiwania zanieczyszczeń w czasie trwania procesu w zależności od ciśnienia pozwoliła na wyznaczenie zależności czasu trwania procesu płukania jako funkcji ciśnienia, który, jak stwierdza Autor, opisuje dobrze hiperbola.

Wykorzystując analizę czynnikową dokonano oceny wagi wpływu poszczególnych parametrów procesu na jego efektywność. Najistotniejsze znaczenie wykazały: czas płukania, zanieczyszczenie produktu i wydajność płuczki (określono tę grupę jako czynniki procesowe).

W badaniach półtechnicznych wykonanych w instalacji przemysłowej przy jednym ustalonym w testach laboratoryjnych ciśnieniu roboczym strumienia wody, wyznaczono regresyjne modele efektywności płukania osobno dla wapienia i dolomitu, oraz model łączny dla dolomitu i wapienia.

W podsumowaniu tej części recenzji, uważam, że bogaty materiał informacyjny, szerokie spektrum przebadanych materiałów i realizacja procedur oceny procesów uszlachetniania kruszyw oraz przykłady dotyczące zarówno wymagań technologicznych i właściwości kruszyw naturalnych przeznaczonych głównie do celów budowlanych nie tylko ilustrują problematykę rozwiązywaną w pracy, ale potwierdzają dodatkowo celowość jej podjęcia.

## **Ocena trafności wyboru problematyki badawczej i sformułowania tematu**

Górnictwo surowców skalnych, a szczególnie górnictwo kruszyw naturalnych stanowi zdecydowanie największą część przemysłu wydobywczego w Polsce. Jego znaczenie dla gospodarki naszego kraju będzie się utrzymywało, a nawet zwiększało w związku z trwającą obecnie i w przyszłości rozbudową infrastruktury transportowej, mieszkaniowej, usługowej itp. W tym kontekście, wobec nierównomiernej na obszarze naszego kraju lokalizacji ilościowej jak i jakościowej poszczególnych złóż kruszyw naturalnych, szczególnego znaczenia nabiera racjonalne gospodarowanie zasobami i kompleksowe ich wykorzystanie. To ostatnie rozumiane jest jako bezodpadowe wykorzystanie bieżąco wydobywanego surowca, a także wykorzystanie surowców odpadowych zdeponowanych wcześniej z powodu niskiej jakości i nieracjonalnej lub prymitywnej przeróbki wydobytego surowca. Dotyczy to przede wszystkim kruszyw żwirowych stanowiących około 75% wydobywanych w Polsce kruszyw naturalnych oraz odpadowych frakcji kruszyw łamanych często przez wiele lat składowanych w rejonach

ich eksploatacji. To ostatnie potwierdzone jest np. przez wyniki dużych projektów inwentaryzacyjnych odpadów skalnych realizowanych w ostatnich latach przez Oddział Dolnośląski Państwowego Instytutu Geologicznego.

Wobec niezwykle ważnej w gospodarce naszego kraju produkcji kruszyw naturalnych, podjęcie przez Doktoranta tematu skutecznego ich uszlachetniania, wpisuje się w podkreślane w wielu prognozach zagrożenie produkcji kruszyw z powodu pogarszającej się jakości bazy surowcowej złóż, zarówno w naszym kraju jak i w całej Europie. Na ten element Doktorant zwrócił uwagę przy uzasadnieniu koncepcji i celów swoich badań, a także na narastający problem surowców odpadowych powstających przy produkcji kruszyw. Jednym z założeń dysertacji jest zastosowanie technologii wysokociśnieniowego płukania kruszyw opartego na rozwiązaniach firmy Harver-Hydro-Clean, które w stosunku do tradycyjnych płuczek odznaczają się mniejszym zużyciem wody i energii, zmniejszoną ilością współpracujących maszyn, mniejszą zabudową, elastycznością we współpracy z innymi maszynami i dostrajaniem się do zmian stopnia zanieczyszczeń nadawy.

Wybór tematu dotyczącego zastosowania i optymalizacji nowej i wysokoefektywnej, jak przedstawia Doktorant, metody uszlachetniania kruszyw, jako podstawę koncepcji dysertacji, należy uznać za potrzebną i aktualną. W konsekwencji wymienionych uwag odnośnie podjętej tematyki rozprawy, uważam, że wybór obszaru badawczego jak i sformułowanie problematyki, w tym tytułu rozprawy, są uzasadnione i trafne.

### **Ocena zastosowanej metodyki badań procesów uszlachetniania kruszyw naturalnych**

Analizując szczegółowo wymienione elementy dysertacji z punktu widzenia metodologii naukowej w części doświadczalnej, poprawnie i przejrzysto przyjęto strukturę pracy obejmującej: plan badań z omówieniem podstaw i założeń teoretycznych metodologii eksperymentów czynnikowych i modelowania regresyjnego, opis badanych materiałów, zastosowaną aparaturę i przebieg eksperymentów, omówienie wyników i wnioski – choć miejscami szkielet ten się nieco rozmywa, co utrudnia czytanie i analizę dysertacji. Opis materiałów do badań zwykle podaje się przed szczegółowym opisem metodyki, Doktorant zrobił to odwrotnie.

Metodyka badań obejmowała analizy procesu płukania kilkudziesięciu różnych próbek kruszyw w skali laboratoryjnej prowadzonych przy użyciu wysokociśnieniowego bębna płuczącego RWB300 (niestety nie podano jego bliższej charakterystyki) oraz weryfikację wyników laboratoryjnych w skali półtechnicznej, prowadzonej w instalacji przemysłowej.

Materiałem do badań laboratoryjnych były kruszywa dolomitowe, wapienne oraz kruszywa żwirowe pochodzące z różnych rejonów Polski i z ośmiu krajów Europy oraz jedna próbka z Turcji. O ile większość próbek ma podane przybliżone lokalizacje geograficzne źródeł, to jedyna informacja o pochodzeniu, że próbka pochodzi z Rosji, Francji, Austrii, Turcji czy Holandii brzmi trochę dziwnie. Oczywiście nie jest istotna „narodowość” próbki, a jedynie jej badane właściwości będące przedmiotem rozprawy.

W badaniach laboratoryjnych, oceniano skuteczność płukania zmieniając ciśnienie (3 poziomy) podawanej wody dla różnych nadaw różniących się stopniem zanieczyszczeń ilastych (mierzonej wychodem klasy poniżej  $< 63 \mu\text{m}$ ), składem ziarnowym oraz zaproponowanym przez Doktoranta wskaźnikiem trudności usuwania zanieczyszczeń

z nadawy, którego niestety Doktorant nie zdefiniował, co jest istotnym brakiem.

W przemysłowych eksperymentach półtechnicznych stosowano instalację technologiczną wyposażoną w płuczkę Hydro-Clean HC 350. W tej serii eksperymentów badano tylko dwa typy kruszyw naturalnych stanowiące nadawę do badań: dolomit i wapień. Przy stałym ciśnieniu podawanej wody oceniano skuteczność płukania nadaw charakteryzujących się dwoma poziomami zanieczyszczeń, dwoma różnymi uziarnieniami (nadawa drobniejsza i grubsza), dwoma poziomami wskaźnika trudności usuwania zanieczyszczeń dla dolomitu i trzema poziomami wskaźnika trudności usuwania zanieczyszczeń dla wapienia. Eksperymenty półtechniczne prowadzono w instalacjach przemysłowych i nadawach wybranych zakładów górniczych w Polsce w rejonie Kielc (kruszywo wapienne) oraz z trzech nieokreślonych kopalń w województwach Śląskim i Świętokrzyskim.

We wszystkich eksperymentach laboratoryjnych i przemysłowych zmiennymi niezależnymi były: ciśnienie podawane wody do urządzenia, zawartość frakcji  $< 0,063$  mm, wielkość maksymalnego ziarna nadawy i wskaźnik odporności na wypłukiwanie zanieczyszczeń. Zmienną zależną był stopień usunięcia zanieczyszczeń (frakcji  $< 0,063$  mm) określany procentowo.

Metodykę badań zastosowaną przez Doktoranta, w części standardowej obejmującej pobieranie próbek do badań i ocenę ich właściwości, trudno ocenić czy była oparta na odpowiednich normach branżowych pobierania i przygotowania próbek. Powoływanie się na normy ma jedynie miejsce przy określaniu składu ziarnowego, wilgotności i zawartości frakcji  $< 0,063$  mm, która traktowana jest jako zawartość zanieczyszczeń.

W zasadniczej części badawczej zastosowana metodyka stanowiła oryginalny wkład Autora zmierzający do udowodnienia i osiągnięcia postawionych celów pracy. Głównym materiałem do badań Doktoranta były próbki rzeczywistych nadaw różnych kopalń kruszyw naturalnych charakteryzujących się szeroką, losową gamą właściwości, co nadaje dysertacji istotne znaczenie aplikacyjne. Mocnym akcentem aplikacyjnym dysertacji jest dwuetapowa metodyka eksperymentów od oceny wyników laboratoryjnych do ich weryfikacji w skali przemysłowej. Może to mieć istotnie znaczenie przy ocenie jakości zasobów złóż kruszyw zarówno pierwotnych jak i wtórnych (odpadów przeróbczych) pochodzenia antropogenicznego.

Tego typu badania prawdopodobnie nie znajdują odzwierciedlenia w normach branżowych wnioskując z przedstawionego przez Doktoranta przeglądu literatury. Ten aspekt mógłby stanowić istotny element aplikacyjny rozprawy, jako jej kontynuacja, czym wypełniałaby istotną lukę w obszarze wiedzy na styku technologii przygotowania materiałów budowlanych i drogowych oraz prognozowania jakości produkcji kruszyw z konkretnych eksploatowanych czy dokumentowanych złóż.

Podsumowując tą część recenzji stwierdzam należyte rozpoznanie przez Doktoranta problematyki zarówno pod względem naukowym jak i aplikacyjnym, gruntowne przygotowanie i dostosowanie niezbędnych informacji do potrzeb rozwiązywanego zadania, adekwatność wybranych metod i narzędzi do rozwiązania złożonego, interdyscyplinarnego problemu. Uważam także, że Doktorant wykazał należyte przygotowanie i opanowanie nie tylko problematyki racjonalnego wykorzystanie surowców skalnych, ale także zagadnień z zakresu planowania eksperymentów i ich oceny statystycznej, co powinno być pomocne przy kontynuowaniu badań technologicznych procesów przeróbczych i ich optymalizacji.

## Uwagi krytyczne, ocena strony językowej i redakcyjnej rozprawy

Niezależnie od oceny merytorycznej dysertacji rolą recenzenta jest także zwrócenie uwagi na błędy i niedociągnięcia oraz takie ujęcia zagadnienia, które w opinii recenzenta powinny być podane inaczej.

Rozprawa ma prawidłowy, spójny i logiczny układ, jest w zasadzie poprawnie opracowana edytorsko i pomijając drobne potknięcia językowe i częściej interpunkcyjne, pragnę zwrócić uwagę na błędy i nieścisłości, które zauważyłem, do których Doktorant powinien się odnieść i które Doktorant powinien uwzględnić w ewentualnych dalszych pracach. Poniżej pozwoliłem sobie wyszczególnić ważniejsze z nich.

1. W bardzo rozbudowanej części wstępnej (rozdz. 2 i 3.) opisującej m.in. właściwości kruszyw oraz krajową i europejską bazę surowcową oraz operacje eksploatacji i przeróbki kruszyw naturalnych trudno znaleźć przykłady trudności z uszlachetnianiem i wykorzystaniem konkretnych kruszyw naturalnych czy przeróbczych odpadów skalnych z powodu, jak stwierdza Doktorant w uzasadnieniu celu pracy, braku możliwości efektywnego usuwania z nich zanieczyszczeń głównie ilastych, co powoduje, że wybrane partie surowca, są traktowane jako odpad i hałdowane. Powoduje to niekorzystne skutki ekonomiczne i ekologiczne oraz uszczupla bazę surowcową. Są to stwierdzenia zapewne prawdziwe i oczywiste, jednak bez podania przykładów problemu, zbyt ogólne. Nie podano ani jednego przykładu takich faktów, ani w rozdziałach wprowadzających, ani w badaniach zasadniczych dysertacji opisujących kilkadziesiąt różnych materiałów. Mało przekonującym jedynym dowodem są fotografie na str. 61 przedstawiające niezbyt jednoznacznie określone odpady technologiczne.
2. Rozdziały wstępne wprowadzające w wielu akapitach są pozbawione odniesień źródeł i nie może być tu wytłumaczeniem, że są to rzeczy oczywiste, czy ogólnie znane, pojawiają się bowiem konkretne liczby oraz opisywane fakty o charakterze dyskusyjnym i nie oczywistym. Jeśli są to oceny całkowicie wynikające z własnych doświadczeń Doktoranta powinno to być jednoznacznie stwierdzone. W pracy naukowej ustępy podane bez jakichkolwiek cytowań, nawet typu podręcznikowego są uważane, że Autor taką wiedzę sam stworzył, co może budzić wątpliwości. Np. dane dotyczące wydobycia kruszyw w Polsce (rozdz. 2.2) musiał Autor zaczerpnąć z jakiegoś źródła.
3. Dyskusyjnym elementem pracy, zdaniem recenzenta, jest przyjęte założenie braku informacji o pochodzeniu próbek badanych kruszyw, co jak sugeruje Autor, było celowe, jednak powodów tego nie wyjaśniono. Część próbek ma podane przybliżone lokalizacje geograficzne źródeł (np. niewiele mówiące „okolice Drezna”), jednak dla kilku z nich jedyna informacja o pochodzeniu, to to, że próbka pochodzi z województwa łódzkiego, z Rosji, Francji, Austrii, Turcji czy Holandii. Brzmi to dziwnie, gdyż sugeruje „narodowości” próbkom. Można oczywiście przyjąć, że w założeniach dysertacji nie jest istotne pochodzenie próbki, a jedynie jej badane właściwości, jednak jest to zbyt duże uogólnienie. Uważam, że traci się przez to aspekt aplikacyjny pracy w świetle problemów wykorzystania bazy surowców skalnych, a także szczególnie bazy naszego kraju.
4. Sposób cytowania i zestawiania cytowanych prac w spisie literatury jest często nieprecyzyjny, czasami błędny uniemożliwiający lub utrudniający weryfikację. Np. dane na str.19 EUPG (nigdzie nie wyjaśniono tego skrótu - Union Européenne des Producteurs de Granulats), a podawane dane bibliograficzne są niezgodne ze źródłem, na które powołuje

się Autor. Podobne przypadki pojawiają się w kilku miejscach, gdzie Autor powołuje się na nieprecyzyjne, lub błędnie podane pozycje, lub nie wymienione w spisie literatury (przykłady w punkcie następnym uwag).

5. W opisie materiałów do badań laboratoryjnych wymieniono rodzaje badań tych materiałów, w którym wymieniono m.in. ocenę plastyczności materiału, na podstawie której określono wskaźnik odporności materiału na wypłukiwanie zanieczyszczeń. Wskaźnik ten jest ważnym parametrem procesowym w prezentowanych badaniach. Nie podano żadnych informacji o właściwościach i metodyce określania tego parametru odsyłając czytelnika w sposób bardzo nieprecyzyjny do inaczej wymienionej w spisie literatury *Field Handbook for the Soils of Western Canada* (str. 84). Jednak według treści tej pozycji (jej poprawne dane bibliograficzne tej, to: *Watson, K. and D. Pennock, 2016. Section 3. Soil Profile Description. From: D. Pennock, K. Watson, and P. Sanborn. 2016. Field Handbook for the Soils of Western Canada. Pedology Subcommittee, Canadian Society of Soil Science.*), wątpliwości recenzenta tylko się pogłębiły. Wskaźnik plastyczności w tej pozycji literatury jednoznacznie dotyczy materiału glebowego i Doktorant musiał zapewne dokonać istotnej jego modyfikacji, by zastosować go do kruszyw i swoich badań. Niestety nie wyjaśnił tego.

Podobna sytuacja pojawia się na str.116 gdzie Doktorant wymienia wśród rejestrowanych czynników procesu płukania, nigdzie w pracy nie zdefiniowane właściwości grudek, odsyłając czytelnika do jakiejś procedury w nie wyszczególnionej w spisie bibliografii pozycji o dziwnym tytule: *Estimatig Soil Texture by British Columbia*.

Z innych zauważonych nieścisłości:

- brak w spisie literatury cytowanej pozycji: Mańczak 1976 (str. 78),
- rys. 3.16 (str. 50) powołuje się na pozycję literatury (Łagowski i in. 2013), w której rysunek ten nie istnieje,
- powoływanie się na jakiś podręcznik *Harver Niagara oraz W.S. Tyler Canada* bez jakichkolwiek danych w spisie literatury (str. 37); prawdopodobnie chodzi o katalogi producentów, ale one też zwykle mają dość ściśle dane bibliograficzne, nr katalogowe itp.

Pomimo tych krytycznych uwag, rozprawa, jak wcześniej stwierdziłem, ma spójny i logiczny układ. Pomimo starannego przygotowania, jako recenzent mam jednak pewne zastrzeżenia do strony redakcyjnej. Dysertacja szeroko i kompleksowo obejmuje bardzo ważną problematykę surowcową, została jednak zredagowana momentami trochę chaotycznie, co utrudnia jej czytanie. W opisie metodyki podstawy i zasady eksperymentu czynnikowego, analiz statystycznych pojawiają się nieudokumentowane wyniki badań jako przykładowe, wyraźnie związane z opisywanymi w pracy badaniami. Bogaty materiał wyjściowy i dowodowy, zdaniem recenzenta, został ujęty w mało informacyjnej formie opisowej oraz dokumentacji fotograficznej, w większości zbędnej, zamiast prostej, przejrzystej i standardowej formy tabelarycznej. Istotne dla jakości kruszyw składy ziarnowe podane są w jedynie w formie mało czytelnych wykresów bez pełnych linii siatki i w większości bez punktów doświadczalnych. Szczegóły dotyczące składów ziarnowych badanych nie są co prawda istotne dla przyjętej metodyki dysertacji, jednak powinny się znaleźć w dokumentacji badań.

Zauważone usterki dotyczące redakcji, oznaczeń i cytowań nie obniżają merytorycznej wartości pracy, ale ich usunięcie wskazane byłoby przy przygotowaniu publikacji czy innych

w przyszłości opracowań, np. wymagający wyjaśnienia problem wskaźnika odporności materiału na wyplukiwanie zanieczyszczeń. Zauważone w pracy niedociągnięcia muszą być koniecznie usunięte przy wykorzystaniu wyników pracy w publikacjach.

## **Wnioski końcowe**

Oceniając przedłożoną do recenzji pracę doktorską Pana mgr. inż. Jarosława Łagowskiego stwierdzam należyte rozpoznanie problematyki stanowiącej przedmiot rozprawy zarówno w warstwie naukowej jak i aplikacyjnej. Wybór obszaru badawczego i tematyki uważam za trafne i wychodzące naprzeciw potrzebom praktyki technologicznej i gospodarki surowcowej. Wybrana metodologia rozwiązywania problemów i zaprezentowany w rozprawie tok postępowania oraz dyskusja przedstawionych wyników, pomimo wytkniętych uwag, pozwalają na stwierdzenie, że Doktorant ma dobrze opanowany warsztat badawczy. Doktorant niewątpliwie wykazał się umiejętnością samodzielnego rozwiązywania trudnych, interdyscyplinarnych problemów naukowych na styku badań laboratoryjnych i praktyki technologicznej w ważnych dla gospodarki problemach jakości i wykorzystania kruszyw naturalnych.

Przedłożone uwagi krytyczne i sugestie recenzenta wskazują głównie na konieczność bardziej precyzyjnego i jednoznacznego formułowania opisów dokonań Autora, nie wpływają istotnie na poziom jego rozprawy. Jak można zauważyć nie mają one także wpływu na istotę rozważań i wniosków, jakie Doktorant przedstawił.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Łagowskiego jest dobrze zrealizowana od strony koncepcyjnej, eksperymentalnej i interpretacyjnej, i stanowi oryginalne rozwiązanie przez Doktoranta problemu naukowego. Stwierdzam, że rozprawa doktorska napisana przez mgr. inż. Jarosława Łagowskiego pt. *Wpływ parametrów przebiegu wysokociśnieniowego procesu płukania kruszyw na jego wyniki* dotyczy zagadnień z obszaru nauk technicznych, dyscypliny górnictwo i geologia inżynierska. W oparciu o moją wiedzę o rozprawie, mogę stwierdzić, że treści w niej zawarte świadczą o ogólnej wiedzy teoretycznej i praktycznej Doktoranta, a także o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska. Uwzględniając powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Łagowskiego spełnia warunki stawiane pracom doktorskim zawarte w *Ustawie z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw* (Dz.U. 2017, poz. 859) oraz *Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2018, poz. 1668) i wnoszę do Rady Naukowej o dopuszczenie mgr inż. Jarosława Łagowskiego do dalszych czynności przewodu doktorskiego.

Dr hab. inż. Andrzej Łuszczkiewicz, prof. nadzw.



Wrocław, 23 grudnia 2019 r.