

Prof. dr hab. inż. Andrzej Maranda
Sieć Badawcza Łukasiewicz
Instytut Przemysłu Organicznego
ul. Annopol 6
03-236 Warszawa
tel.: 228841243
e-mail: andrzej.maranda@ipo.lukasiewicz.gov.pl

Warszawa 22.06.2022

Recenzja

rozprawy doktorskiej zatytułowanej

„Prognoza zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych przy urabianiu złóż surowców skalnych za pomocą materiałów wybuchowych”

wykonanej na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej
przez **mgr. inż. Sławomira Patłę**
pod opieką naukową **prof. dr. hab. inż. Witolda Pytla**
i promotora pomocniczego **dr. inż. Krzysztofa Hołodnika**

Recenzja została wykonana w związku z *art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższy i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669 z późn. zm.)* oraz na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka z dnia 11 maja 2022 roku.

A. Przedmiot rozprawy

Rozwój infrastruktury drogowej wymaga pozyskiwania coraz większej ilości surowców mineralnych. Podstawową metodą stosowaną w górnictwie skalnym jest technologia z wykorzystaniem materiałów wybuchowych (MW). Prace strzałowe powinny charakteryzować się dwoma podstawowymi cechami: efektywnością i bezpieczeństwem. W czasie ich realizacji musi obowiązywać zasada „*Primum non nocere*”. Prace z materiałami wybuchowymi mogą generować szereg zagrożeń, zarówno w stosunku do osób je prowadzących jak i środowiskowe. Materiały wybuchowe definiowane niekiedy jako substancje metastabilne, charakteryzują się wysoką wrażliwością na bodźce mechaniczne i termiczne, co przy niewłaściwym obchodzeniu się z nimi, może spowodować niekontrolowaną detonację. Wysoki stopień zagrożenia może wystąpić podczas przygotowywania systemu inicjowania ładunków MW w otworach strzałowych. Głównie wynika to z występowania tzw. prądów błędzących, jednak obecnie jest zminimalizowane w wyniku szerokiego stosowania systemów nonelektrycznych oraz wprowadzania zapalników elektronicznych.

Jednak nie tylko materiały wybuchowe i przedmioty je zawierające mogą stwarzać niebezpieczeństwo, ale również efekty detonacji podstawowego MW. Podczas detonacji MW w krótkim czasie generowana jest bardzo duża ilość energii oraz gazowych produktów wybuchu. W górotworze otaczającym otwór strzałowy zawierający detonujący MW propaguje się fala uderzeniowa, fragmentująca masę skalną a produkty wybuchu powodują ich przemieszczenie od calizny. Mamy do czynienia z pozytywną rolą detonacji zapewniającą uzyskanie urobku. Temu procesowi mogą również towarzyszyć zjawiska negatywne mające charakter chemiczny lub fizyczny. W wyniku niezbilansowanego tlenowo MW lub niskiego stopnia jego homogenizacji (MW górnicze prawie zawsze są mieszaninami utleniacza i składnika palnego), powstające produkty wybuchu mogą zawierać związki toksyczne. W przypadku prac strzałowych zaliczamy do nich tlenek węgla i

tlenki azotu, które szczególnie w warunkach górnictwa podziemnego stanowią zagrożenie dla górników. Natomiast w przypadku górnictwa odkrywkowego dominującą rolę odgrywają zagrożenia fizyczne: fala parasejsmiczna, powietrzna fala podmuchowa i rozrzut odłamków skalnych. Rozrzut odłamków skalnych jest najbardziej widocznym a w niektórych przypadkach najbardziej odczuwalnym negatywnie efektem prowadzenia prac strzałowych. ***Dlatego uważam, że temat jaki się podjął Doktorant, a dotyczący możliwie precyzyjnego prognozowanie strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych podczas urabiania górotworu techniką wybuchową, jest w dalszym ciągu bardzo aktualny i w pełni uzasadniony.***

B. Omówienie rozprawy oraz uwagi krytyczne i dyskusyjne

Podstawowa część rozprawy liczy 100 stron zawiera 42 rysunki (schematy, zdjęcia, wykresy) oraz 18 tabel. Uzupełnienie pracy jest 8 załączników. Do recenzji dostałem rozprawę w postaci wydruku i nośnika CD, na którym została zapisana w plikach formatu pdf. Praca składa się z siedmiu rozdziałów.

We „Wprowadzeniu” Autor po krótkim przedstawieniu zagrożeń towarzyszących prowadzeniu prac strzałowym, ze szczególnym wyeksponowaniem rozrzutu odłamków skalnych, uzasadnia wybór tematu. Stwierdza między innymi, że *„Koniecznym elementem uzupełniającym procedurę wyznaczania zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych powinna być adekwatna procedura wnioskowania pozwalająca oszacować stopień rozpoznania kluczowych parametrów prac wiertniczo-strzałowych towarzyszących eksploatacji złoża”*. Uważa, że aby uzyskać najbardziej prawdopodobne (precyzyjne) wartości zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych (ZSZROS), należy w procedurze zawrzeć odpowiednią metodykę pomiarów oraz modele teoretyczne. Następnie przeprowadza analizę stanu prawnego wyznaczania wartości ZSZROS. Przedstawia sekwencje sygnałów ostrzegawczych związanych z detonacją ładunków MW. Uważam, że w tej części rozprawy, zdając sobie z tego sprawę, niepotrzebnie stosuje nazewnictwo potoczne. Na przykład „odpalenie” zamiast np. „zainicjowanie”. Również stwierdzenie „zapalania lontów” jest niewłaściwe, ponieważ obecnie stosuje się wyłącznie lonty detonujące, które się nie zapala ale inicjuje zapalnikiem pobudzającym. Kolejno przechodzi do omówienia zarysu technologii wykonywania robót strzałowych. Podkreśla, że *„Dobór siatki strzałowej powinien zapewnić oczekiwane rozdrobnienie urobku przy akceptowalnych oddziaływaniach środowiskowych”*. Pokazuje w formie wykresu (rys. 2, str. 14) zależność pomiędzy rozrzutem odłamków skalnych a wielkością drgań parasejsmicznych i nadgabarytów. Jednak nie wyjaśnia co oznaczają symbole: V_{max} , V_{min} , R_{max} , R_{min} , d_{max} i d_{min} . Oczywiście ich znaczeń można się łatwo domyślić, ale w rozprawie wyjaśnienie powinno się znaleźć. Podrozdział kończy wypunktowaniem poszczególnych etapów (projektowego, wykonawczego i kontrolnego) procesu prowadzenia robót strzałowych. W kolejnych podrozdziałach Doktorant przedstawia tezę i cel pracy oraz definiuje jej zakres. Uszczegółowia plan składający się z czterech etapów: prace studialne, badania terenowe, audyt robót strzałowych i badania symulacyjne.

Rozdział 2 obejmuje opis aktualnego stanu technologii prowadzenia robót strzałowych w kopalniach. W ramach pierwszego podrozdziału Autor definiuje zjawisko wybuchu i przedstawia podział materiałów wybuchowych. Najpierw klasyczny a następnie dotyczący wyłącznie MW górnictwych, powielając w tabeli 6 błędy znajdujące się w monografii (*Morawa i Onderka, 2013*), między innymi twierdzenie, że jednym z podstawowych składników materiałów wybuchowych

zawieszonych jest olej napędowy. Opisuje cztery typy materiałów wybuchowych stosowanych aktualnie w górnictwie surowców skalnych. Następnie charakteryzuje parametry MW, które zazwyczaj są eksponowane przez producentów w folderach reklamowych. Wymienia między innymi ciśnienie detonacji. Cytuje nieprawidłowo z pracy (Fidler, 2009) wzór wiążący ciśnienie detonacji (p_d) z prędkością detonacji (D) i gęstością MW (ρ_o), którego właściwa forma ma postać $p_d = 0,25 \cdot D^2 \cdot \rho_o$. W tabeli 4 zestawia parametry energetyczne MW wytwarzanych przez różnych producentów. Autor nie podaje źródeł cytowanych danych. Nie do przyjęcia są takie same wartości minimalnej i maksymalnej prędkości detonacji (np., emulinit 2, blendex CE) czy bardzo zróżnicowane przy takich samych gęstościach (np. riohit Al, riogel troner). Kolejne podrozdziały dotyczą parametrów geometrycznych i wytrzymałościowych zabierki, wiercenia otworów strzałowych i systemów ich ładowania oraz systemów inicjacji detonacji ładunków materiałów wybuchowych. Wymienione operacje technologiczne mają decydujący wpływ na efektywność prac strzałowych, w tym również na wielkość strefy rozrzutu odłamków skalnych. Autor podkreśla znaczenie funkcjonujących w przemyśle wydobywczym programów komputerowych konstatując, że ułatwiają prace strzałowe, jednak nie rozwiązują problemu zagrożenia wynikającego z rozrzutu odłamków skalnych. Następnie Doktorant charakteryzuje aparaturę jaką wykorzystywał podczas wykonywania badań. Do odwzorowania kształtu ociosu stosował skaner laserowy MDL. Rzeczywista trajektoria otworu strzałowego była wyznaczana sondą profilującą, która dzięki wbudowanym sensorom umożliwia powiązanie geometrii zabierki z usytuowaniem osi otworu względem ociosu. Strukturę górotworu określał na podstawie postępu wiercenia.

Kolejno opisuje dwa sposoby wiercenia – dolnego i górnego młotka. Przedstawia stosowane aktualnie systemy ładowania otworów strzałowych obejmujące mobilne urządzenia mieszalniczo-załadowcze, których zaletami jest wysoki stopień ujednorodnienia wybuchowej mieszaniny oraz precyzyjna kontrola masy materiału wybuchowego zaelaborowanego do otworu strzałowego. Charakteryzuje obecnie stosowane sposoby inicjacji ładunków w otworach strzałowych: elektryczny, nieelektryczny i elektroniczny.

W zakończeniu rozdziału 2 Doktorant zestawia metody kontroli odstrzału: analizy składu granulometrycznego urobku, pomiaru intensywności drgań parasejsmicznych, powietrznej fali podmuchowej i hałasu, rejestracji przebiegu procesu inicjacji ładunków, ich detonacji oraz przemieszczania urobku. Doktorant podkreśla, że dopiero cały kompleks wyników z danego strzelania oraz ich dogłębna analiza pozwala prawidłowo zaprojektować kolejne.

Rozdział 3 zawiera krytyczną analizę dziewięciu wzorów empirycznych, proponowanych przez różnych autorów, opisujących zależność zasięgu rozrzutu odłamków od wielu odmiennych parametrów: średnicy otworu strzałowego, masy ładunku w otworze strzałowym, odległości między otworami, gęstości skały, wskaźnika urabialności, prędkości początkowej odłamka skalnego, ładunku jednostkowego, energii właściwej materiału wybuchowego, przeciętnego wymiaru bryły urobku, wskaźnika działania ładunku MW, kąta rozrzutu odłamków skalnych. Dla oceny wpływu niektórych z wymienionych parametrów Doktorant opracował szereg wykresów *...przyjmując jeden parametr jako zmienną a pozostałe na poziomie średnich wartości w warunkach polskich kopalń*. Podsumowanie przedstawionych szacowań zestawia na diagramie (rys. 28, str. 54), z którego wynika, że wartości zasięgu obliczonych rozrzutów odłamków skalnych są w zakresie od 28 m do 205 m. Otrzymane wyniki potwierdzają konieczność modernizacji

wyznaczania zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych. Następnie Autor rozprawy analizuje wpływ zmienności parametrów robót strzałowych na odległość rozrzutu, wyodrębniając dwa typy zmiennych. Zmienne, które ze względu technologicznych i właściwości górotworu są limitowane: średnica otworu strzałowego, długość przybitki, gęstość skały i energia właściwa materiału wybuchowego. Autor uważa, że zmienność ostatniego z wymienionych parametrów w obrębie jednego rodzaju MW jest znikoma. Nie zgadzam się z takim stwierdzeniem; ponieważ szczególnie w przypadku materiałów wybuchowych emulsyjnych można w dość szerokim zakresie regulować gęstość, co ma bezpośredni wpływ na wartość prędkości detonacji i ciepła (energii) wybuchu na jednostkę objętości. Do zmiennych nieograniczonych zalicza wielkość (precyzyjniej – masę) ładunku MW, średni wymiar bryły w urobku, odległość między otworami, ładunek jednostkowy i wskaźnik urabialności (traktuje je jako energochłonność urabianego górotworu) oraz zabiór. W przypadku zabioru podaje zależność (wzór 3.22, str. 56) od odległości wlotu otworu strzałowego od krawędzi poziomu eksploatacyjnego i kąta pochylenia ociosu, który jest nieprawidłowy. Kolejno, dla wybranych równań, określa wpływ wymienionych powyżej zmiennych na wielkość rozrzutu odłamków skalnych, przypisując im wagi wpływu. Zestawione w tabeli 6 dane, są podstawą dla Doktoranta do wytypowania zabioru jako parametru determinującego stopień zagrożenia rozrzutem odłamków skał. Przyjmuje dane wejściowe (tabela 7, str. 59) i na podstawie 15 wzorów oblicza zabiór stosując zróżnicowane zestawy parametrów (tabela 9, str. 66). Uzyskane wyniki zestawia w postaci diagramu (rys. 32, str. 65) ilustrującego bardzo duże różnice w obliczonych wartościach zabioru, w zależności od zastosowanego wzoru. Nie rozumiem dlaczego Doktorant w podpisie rys. 32 używa sformułowania „*Widok rzeczywistego przebiegu linii zabioru*” a jest to zestaw wartości obliczonych. Ostatni podpunkt rozdziału 3 dotyczy parametrów fizyko-mechanicznych górotworu. Doktorant w postaci tabelaryzowanej przedstawia klasyfikację skał wg Protodiakonowa (tabela 10, str. 69) i kategorie urabialności skał materiałami wybuchowymi (tabela 11, str. 70).

Rozdział 4 dotyczy autorskiej metodyki badawczej opracowanej przez Doktoranta, która jest podstawą do wyznaczania zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamkami skalnymi. Zaproponowana metodyka bazuje na Audycie Robót Strzałowych (ARS), z którego powinny wypływać informacje o bezpośrednim lub pośrednim otoczeniu robót wiertniczo-strzałowych mogących mieć wpływ na ZSZROS. Autor dysertacji zakłada, że w wyniku ARS poszczególnym etapom prac wiertniczo-strzałowym będą przypisywane wartości punktowe. Opracował siedmiostopniową skalę oceny od +3 (zasadniczo wpływa na zmniejszenie zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych) do -3 (zasadniczo wpływa na zwiększenie analizowanego zagrożenia). Następnie wyznacza do opisu i oceny osiem parametrów a dla siedmiu przedstawia punktację ARS w tabeli 12. Uważam, że opisy parametrów znajdujących się w pierwszym wierszu tabeli 12, powinny mieć takie same brzmienie jak parametry szczegółowo opisane w tekście znajdującym się przed tabelą 12. Kolejna tabela 13 zawiera zakresy oceny kopalni z punktu widzenia zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych w postaci punktowej i opisowej, uzupełnione wartościami poprawek dla kolejnych kategorii. Poprawki podane w procentach pokazują o jakie wielkości należy zwiększyć obliczone wielkości rozrzutu odłamków skalnych.

Rozdział 5 zawiera wyniki badań wpływu rozpoznania i kontroli wybranych parametrów na zasięg strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych. Bazując na rezultatach pomiarów najważniejszych parametrów procesu technologii urabiania

górotworu, Doktorant analizuje zakresy ich zmienności. Uzyskane dane są podstawą do przeprowadzenia symulacji zmienności wielkości zabioru w funkcji geometrii siatki i profili otworów strzałowych. Porównanie rozkładu wartości zabioru do 5,5 m, w przypadku profilowania i bez profilowania przedstawia na wykresie – rys. 34, str. 78. Następnie dla wybranych zabiorów oblicza wielkości odległości rozrzutu odłamków skalnych. Doktorant doświadczenia prowadził w kopalniach dolomitu, piaskowca i wapienia (tabela 17, str. 84).

Kolejny etap pracy opisany w rozdziale 5 obejmuje określenie zmienności ładunku jednostkowego. Wychodząc ze słusznego założenia, że istotne znaczenie ma stosunek masy materiału wybuchowego do objętości urabianej skały, Doktorant wykonuje symulacje koncentracji MW w otworze strzałowym. W tabeli 18 zestawia warunki geometryczne zabierki oraz dane dotyczące ładunku: koncentrację MW, masę MW jednostkową i całkowitą oraz maksymalną w pojedynczym otworze. Tabela 18 zawiera dane dotyczące nie tylko parametrów zabierki ale również ładunku (materiału wybuchowego), co powinno się znaleźć w jej tytule. Na podstawie wykonanych symulacji i analiz Doktorant opracował kolejne etapy postępowania, prowadzące do wyznaczenia strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych, które przedstawił na schemacie (rys. 42, str. 90). Korzystając z powyższego schematu przeprowadził obliczenia ZSZROS metodą projektowania klasyczną dla kopalni *Dolomit_31* i dla opracowanej rozszerzonej metody projektowania dla kopalni *Wapień_72*. Nie precyzuje co się kryje pod określeniem „metoda klasyczna”. Jedyne lakonicznie stwierdza „taśma miernicza”, w odróżnieniu „skaning 3D”, które to określenie dotyczy rozszerzonej metody projektowania. W ocenie rozwiązania podkreśla, że „... eksploatacja surowców skalnych będzie możliwa w rejonach złoży dotychczas wyłączonych z prowadzenia robót strzałowych przy jednoczesnym zachowaniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa”. Jednak uważam, że Doktorant powinien zawęzić to stwierdzenie wyłącznie do zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych. Ponieważ Jego rozwiązanie dotyczy jedynie tego zjawiska, a nie obejmuje negatywnego oddziaływania na otoczenie kopalni fal parasejsmicznych i powietrznych fal podmuchowych wygenerowanych w wyniku detonacji MW w otworach strzałowych.

Rozdział 6 zawiera podsumowanie i wnioski. Autor rozprawy w podsumowaniu podkreśla wnioski wypływające z analizy danych literaturowych, z których wynika, że podstawową przyczyną zaniedbania problemu zasięgu rozrzutem odłamków skalnych jest zainteresowanie badaczy głównie optymalnym rozdrobnieniu urobku. A więc sprawy ekonomiczne przeważają nad bezpieczeństwem wykonywania prac strzałowych. Również kontrola wartości parametrów procesu urabiania złoży skalnego nie jest wystarczająca. Twierdzi, że największy wpływ na niekontrolowany rozrzut odłamków skalnych ma nierozpoznana wielkość rzeczywistego zabioru. Uważa, że zarówno jest istotna wiedza na temat zmienności parametrów (np. osiowości otworów strzałowych) jak i możliwości technicznego ich wyeliminowania.

Cytowana w rozprawie bibliografia, zawiera **tylko 40** pozycji, w tym siedem aktów prawnych i norm. Jest głównie polskojęzyczna (70%). Uważam, że w dobie internetu Autor nie powinien mieć żadnych problemów, aby ją uzupełnić o kolejne głównie anglojęzyczne pozycje, np. starsze:

- Bhowmik S., Raina A. K., Chakraborty A. K., Ramulu M., Sahu P. B., Haldar A., Choudhury P. Flyrock prediction and control in opencast mines: a critical appraisal. *Min. Eng. J.* 2004, 6(5), 10-20, lub opublikowane ostatnio, np.:

- Murlidhar B. R., Nguyen H., Rostami J., Bui X-N., Armaghani D. J., Ragam P., Mohamad E.T. Prediction of flyrock distance induced by mine blasting using a novel Harris Hawks optimization-based multi-layer perceptron neural network. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.* 2021, 13(6), 1413-1427,
- Jamei M., Hasanipanah M., Karbosi M., Ahmadianfar I., Taherifar S. Prediction of flyrock induced by mine blasting using a novel kernel-based extreme learning machine. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.* 2021, 13(6), 1438-1451.

Zapis poszczególnych pozycji literaturowych jest bardzo chaotyczny. Nie jestem w stanie określić jakie zasady zostały przyjęte do przygotowania bibliografii. Uważam, że merytorycznie i edytorsko jest to najmniej dopracowana część dysertacji, a szczegółowe uwagi przedstawiłem w kolejnym punkcie recenzji.

C. Niedociągnięcia edytorskie

Zasadniczo rozprawa jest ogólnie napisana na odpowiednim poziomie edytorskim. Nie mam zwyczaju eksponować w recenzji tzw. „literówek”, ale chciałbym zwrócić uwagę na dwa zagadnienia. Pierwsze to **oznaczenia**. Na str. 8 znajduje się tabela, w której Autor zestawiał najważniejsze według niego oznaczenia i skrótowce. Przygotowując tabelę przyjął, że najpierw będą w kolejności skrótowce i symbole według alfabetu polskiego a następnie greckiego. Jednak do końca nie był konsekwentny i dwie ostatnie pozycje dotyczą alfabetu polskiego. Zaskakujący jest również fakt, że w analizowanej tabeli nie zamieścił kluczowego dla pracy oznaczenia R (odległość czy też zasięg rozrzutu). Po raz pierwszy wyjaśnienie tego symbolu znalazłem na stronie 52. Ale już na stronie 68 R oznacza stosunek prędkości fali podłużnej do poprzecznej. W tekście pojawia się R z różnymi indeksami a poszczególne symbole nie są objaśniane.

Oznaczenie jednym symbolem różnych właściwości dotyczy również innych parametrów, np.: b (odległość między szeregami otworów strzałowych, str. 8 lub odległość wlotu otworu strzałowego od krawędzi poziomu eksploatacyjnego, str. 56) czy α (kął pochylenia otworu strzałowego, str. 8 lub kął odrzutu odłamka, str. 52). W tekście można również zauważyć, że jeden parametr oznaczany jest różnymi symbolami, np. gęstość skały (ρ_s , str. 43 lub γ , str. 52) czy średnica otworu strzałowego (ϕ , str. 15 lub d , str. 46). Doktorant na stronie 42, cytując równanie Langerforsa i in. zaznacza, że stosowane w nim symbole mają zapis oryginalny, jednak nie precyzuje czy obejmuje to pozostałe równania znajdujące się w rozdziale 3, lub w dalszych częściach pracy. Uważam, że symbole powinny być w miarę możliwości zunifikowane.

Druga moja uwaga edytorska dotyczy **Bibliografii**, a szczególnie podpunktu 7.2 i zestawionych w nim artykułów w czasopismach, materiałach konferencyjnych, monografiach itp. Zapisy są bardzo zróżnicowane nawet dla jednego czasopisma. Na przykład pozycje znajdujące się w czasopiśmie CHEMIK (taki jest prawidłowy zapis – wielkimi literami): (*Biegańska, 2013*) – Tom 7, 1, strony 47-52, a (*Sitkiewicz-Wołodko i Maranda, 2016*) – strony 3-18. Kolejność podawania numerów tomów, stron i lat są różne: (*Bajpayee i in., 2004*) – 35, p. 47-57, 2004 r., (*Morin i Ficarazzo, 2006*) – 32, 2006, p. 352-399 a (*Pyra i in., 2017*) – 2017, 101, strony 247-264. W niektórych przypadkach nie jest podawane miejsce publikacji lub prezentacji. Artykuł (*Onederra i in., 2009*) został przedstawiony na *Fragblast 9: 9th International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, Granada, Spain, 13-17 September 2009* (brak takiego zapisu w tekście, a można to bardzo łatwo znaleźć w internecie). Doktorant dla czasopism krajowych podaje miasto, gdzie są wydawane – nigdy nie spotkałem się z taką formą opisu publikacji. Miasto podaje się jeżeli jest to

monografia, raport, praca nieopublikowana itp. Autor również w przypadku monografii stosuje odmienne zapisy, np. (*Sulima-Samujo, 1979*) – Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Kraków, a poniżej (*Sztuk, Śnieżek i Wojtkiewicz, 1980*) – Wrocław: Politechnika Wrocławska. Dwa razy cytuje tę samą publikację – (*Korzeniowski i Onderka, 2006*).

D. Ogólna ocena rozprawy

Doktorant zrealizował założony cel pracy, którym było udoskonalenie sposobów wyznaczania zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych podczas urabiania górotworu za pomocą materiałów wybuchowych. Aby go osiągnąć zastosował adekwatne do zakresu pracy systemy kontrolno-pomiarowe. Badania prowadził *in situ*, w działających zakładach wydobywczych, co na pewno nie ułatwiało ich realizację ale stwarzało szereg problemów technicznych i logistycznych, które Autorowi dysertacji udało się pokonać. Sposób realizacji pracy świadczy o dużej wiedzy teoretycznej a szczególnie praktycznej Doktoranta, umożliwiającej wykonanie założonych przedsięwzięć eksperymentalnych. Autor rozprawy wykazał się zdolnością prawidłowej analizy wyników badań i wyciągania z nich wniosków adekwatnych do uzyskanych rezultatów. Najważniejszymi osiągnięciami Autora rozprawy są:

- wybór odpowiednich nowoczesnych metod pomiarowych, których zastosowanie w warunkach *in situ* umożliwiło Mu osiągnięcie celu pracy,
- opracowanie **oryginalnej** metodyki prognozowania zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych przy urabianiu górotworu z wykorzystaniem środków strzałowych.

Praca została napisana w miarę jasny i przejrzysty sposób. Pod względem edytorskim dysertacja zredagowana jest względnie starannie, a występujące niedociągnięcia (przedstawione w części C recenzji), nie deprecjonują pozytywną ocenę rozprawy ani nie obniżają jej wartości merytorycznej. Według mnie wynikają one z braku doświadczenia Doktoranta w pisaniu artykułów naukowych. W spisie literatury znalazłem tylko jedną pracę opublikowaną, której był współautorem – (*Grześkowiak i Patla, 2017*). Mam nadzieję, że moje krytyczne uwagi pozwolą Autorowi dysertacji we właściwej formie przygotować kolejne publikacje. Ponieważ uważam, że wyniki eksperymentów wraz z wypływającymi z nich wnioskami powinny zostać przedstawione jak najszerszemu gronu inżynierów i techników strzałowych.

E. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr. inż. Sławomira Patli jest oryginalnym opracowaniem wnoszącym wkład w poszerzenie znajomości zagadnień dotyczących zagrożeń związanych z urabianiem złóż surowców skalnych w kopalniach odkrywkowych z zastosowaniem materiałów wybuchowych, ze szczególnym uwzględnieniem rozrzutu odłamków skalnych. Problematyka pracy mieści się ściśle w zakresie dyscypliny: *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

Recenzowana praca doktorska pt.: „*Prognoza zasięgu strefy zagrożenia rozrzutem odłamków skalnych przy urabianiu złóż surowców skalnych za pomocą materiałów wybuchowych*” spełnia warunki określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 z 2003 r., poz. 595 z późn. zm.) i zwracam się do Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie jej Autora do kolejnych etapów przewodu doktorskiego.



