

dr hab. inż. Józef KABIESZ, prof. GIG
Główny Instytut Górnictwa
pl. Gwarków 1
40-166 Katowice
tel.: 032 2592425
e-mail: jkabiesz@gig.eu

Katowice, kwiecień 2019 r.

Recenzja pracy doktorskiej
mgr inż. Dariusza JUSZYŃSKIEGO
pt.: *Ocena zagrożenia obwałami i opadem skał stropowych kopalniach LGOM*

Recenzję wykonałem na zlecenie Rady Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie w oparciu o pismo Dziekana prof. dr hab. inż. Marka Cały (l. dz. WGIG.b.510–2–1/2019 z dnia 04.02.2019 r.).

1. OGÓLNY UKŁAD PRACY

Praca doktorska mgr inż. Dariusza JUSZYŃSKIEGO została zrealizowana w Akademii Górniczo – Hutniczej, na wydziale Górnictwa i Geoinżynierii w Krakowie pod kierunkiem dr hab. inż. Piotra MAŁKOWSKIEGO, prof. nadzw. AGH. Liczy ona 123 strony wydruku z edytora tekstu oraz 17 stron Załączników. Tekst podstawowy obejmuje 10 merytorycznych rozdziałów zawierających, oprócz tekstu opisowego, 128 rysunków w tekście podstawowym oraz 39 w załącznikach, oraz 47 tabel w tekście podstawowym i 5 w załącznikach. Jego częścią składową jest również wykaz 104 pozycji literatury, z których w tekście znalazłem zacytowanych 100. Załączniki do tekstu podstawowego to tzw. karty zawałów, karty ocen jakości górotworu wg metody RFRI oraz RMR, charakterystyki systemów eksploatacji i informacje dotyczące obudów podstawowych i dodatkowych.

Układ pracy obejmuje następujące rozdziały:

1. Wprowadzenie
2. Cel, teza i zakres pracy
3. Zagrożenie zawałami w kopalniach LGOM
4. Inżynierskie metody oceny górotworu
5. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w geomechanice
6. Analiza zawałów w kopalniach miedzi w warunkach LGOM
7. Badania kopalniane w wybranych wyrobiskach
8. Analiza zagrożenia zawałowego za pomocą sieci neuronowych (SSN)
9. Koncepcja nowego wskaźnika
10. Podsumowanie

W rozdziale pierwszym, liczącym 6 stron, Doktorant zawarł wprowadzenie do zagadnienia występowania zawałów i obwałowań w kopalniach rud miedzi w LGOM. W szczególności przedstawia podstawowe typy mechanizmów powstawania zawałów, ich czynniki sprawcze, możliwości oceny tego zagrożenia oraz podstawowe rodzaje środków prewencyjnych.

Rozdział drugi, liczący niepełną 1 stronę, zawiera sformułowanie celu pracy i tezę wraz z krótkim komentarzem odnoszącym się do uwarunkowań ich realizacji i naukowego dowodzenia.

Rozdział trzeci, liczący 8 stron, to przegląd podstawowych przyczyn geologicznych, geomechanicznych, strukturalnych i innych występowania w latach 1990–1999 zawałów, przede wszystkim w warunkach LGOM. Podano także najpopularniejsze sposoby monitoringu tego zagrożenia.

Rozdział czwarty, liczący 28 stron, stanowi obszernie omówienie znanych z literatury i praktyki metod i sposobów oceny jakości górotworu, w tym także w odniesieniu do rodzajów i wymiarów wyrobisk oraz zastosowanej w nich obudowy. Obszerność tego rozdziału jest uzasadniona, niezależnie od istoty tych metod i ich bogatego wyboru, potrzebą identyfikacji najważniejszych parametrów charakteryzujących zjawisko i okoliczności zawałów.

Rozdział piąty (6 stron) to krótkie omówienie istoty działania sztucznych sieci neuronowych, które znajdują zastosowania także w zadaniach geomechanicznych. Ich wybrane przykłady zostały wymienione w końcowej części tego rozdziału.

Rozdział szósty (20 stron) zawiera opisy wybranych z lat 2005 i 2006 zawałów o ściśle kontrolowanych przebiegach oraz 10 przypadków zawałów z lat 2015–2018 w polskich kopalniach rud miedzi. Oprócz zwięzłych informacji o warunkach geologicznych i górniczych Doktorant przedstawił

podstawową statystyczną analizę tych warunków, uwzględniając podstawowe z nich, zidentyfikowane w rozdziale 4. W końcowej części tego rozdziału zamieszczone są wyniki oceny jakości stanu górotworu metodą RMR i zagrożenia opadem skał stropowych RFRI dla każdego z przytaczanych przypadków oraz lista 16 tzw. kluczowych wskaźników dla utrzymania stateczności w warunkach LGOM.

W rozdziale 7, liczącym 25 stron, podano przegląd zakresów i wyników dołowych pomiarów, badań i obserwacji stanu górotworu i stateczności wyrobisk. Obejmowały one 17 skrzyżowań wyrobisk, w których przeprowadzono badania endoskopowe, obserwacje stanu stropu i oceny stanu górotworu metodami RMR, Q i RMI w 4 rejonach pól eksploatacyjnych kopalń rud miedzi. Wyniki tych ocen, jako podsumowanie przeprowadzonych badań, zamieszczono w podrozdziale 7.3 w tabelach 7.14 i 7.15.

Rozdział ósmy (14 stron) przedstawia próbę zbudowania narzędzia do oceny predyspozycji wyrobiska (jego stropu) do wystąpienia zawału oraz predyspozycję do jego utrzymania w stanie funkcjonalnym (bez wystąpienia zawału). Narzędziem tym, wg Autora, mogą być sztuczne sieci neuronowe typu MLP z sigmoidalną funkcją przejścia. Struktura tych sieci zawierała jedną warstwę ukrytą, a proces nadzorowanego uczenia wg algorytmu Levenberga–Marquardt’a był realizowany na 80 zestawach danych uczących, walidacyjnych i testowych. Dane te obejmowały 12 kluczowych wskaźników opisujących geologiczne, górnicze i techniczne cechy środowiska (górotworu i wyrobiska, a także wyniki monitoringu stanu stropu) oraz 4 kluczowe wskaźniki techniczne (obudowa wyrobisk). Wskaźnikom tym przypisano rzeczywiste ich wartości lub wartości umowne, bezwymiarowe i skwantyfikowane, określające rodzaj i jakość każdego z nich. Wszystkim badanym przypadkom Doktorant przypisał także jedną z 7 wartości wskaźnika określającego predyspozycję do wystąpienia zawału C_{RF}^P i jedną z 8 wartości wskaźnika określającego możliwość utrzymania wyrobiska C_{RF}^M . Na podstawie wyników oceny korelacji pomiędzy parami wskaźników stanu górotworu i wyrobiska a predyspozycjami do wystąpienia zawału lub utrzymania wyrobiska, przedstawionymi tabelarycznie w postaci wartości błędów MSE i współczynników korelacji R, oraz na wykresach obrazujących zależności wartości wskaźników predyspozycji a ich wartościami oczekiwanymi, syntetyczna analiza wskazała na wysoką ich zależność, określić wagi najważniejszych ze wskaźników i możliwości poprawy prognozy (korelacji).

Rozdział dziewiąty (3 strony) podaje koncepcję wprowadzenia do oceny zagrożenia zawałowego i oceny możliwości utrzymania wyrobiska dwóch syntetycznych wskaźników C_{RF}^P i C_{RF}^M . Ich geneza jest zlokalizowana w geologicznej, górniczej i technicznej charakterystyce ośrodka (górotwór, wyrobisko, jego obudowa) wspomaganą przez wyniki obserwacji stanu stropu. Kwantyfikacja przyjętych przedziałów wartości tych wskaźników została subiektywnie przyjęta przez Doktoranta „na podstawie obserwacji wytypowanych wyrobisk”. Rozdział kończą zalecenia do podejmowania stosownych działań w zależności od przedziałów wartości tych wskaźników.

Rozdział dziesiąty (2,5 strony) stanowi przegląd i podsumowanie poprzednich części pracy, po którym następuje podanie 16 wniosków obejmujących odniesienia do zjawiska zawałów, przeprowadzonych badań i obserwacji poligonowych, analiz z wykorzystaniem sieci neuronowych, zaproponowanych wskaźników C_{RF}^P i C_{RF}^M oraz o charakterze ogólnych uwag.

Poza częścią merytoryczną Doktorant umieścił wykaz 104 pozycji literaturowych, które zamykają merytoryczną część pracy.

Generalnie można zauważyć, że **recenzowana praca posiada poprawny układ formalny. Zawiera wszystkie niezbędne elementy swojej struktury przynależne pracom naukowym.**

2. ANALIZA ZASADNOŚCI I ORYGINALNOŚCI TEMATU ROZPRAWY

Zagrożenie zawałowe jest nieodłącznym dla górnictwa podziemnego zjawiskiem geomechanicznym, które w zasadniczy sposób wpływa na bezpieczeństwo pracy oraz skuteczność i efektywność produkcji. Może być jednocześnie zjawiskiem bardzo złożonym i zmiennym, silnie zależnym od lokalnych warunków górniczych, technicznych, organizacyjnych itp., które często nie poddają się nawet wyrafinowanym analizom.

Okoliczności te stanowią wystarczające, ogólne uzasadnienie dla podejmowania prób rozwiązania tych problemów, w tym podjęcia tytułowego tematu pracy doktorskiej mgr inż. Dariusza Juszyńskiego.

Pomimo znanych licznych sposobów oceny stanu górotworu, wykorzystywanych w górnictwie, geoinżynierii, budownictwie lądowym skuteczne

rozwiązanie zagadnienia oceny i prognozy zagrożenia zawałowego jest niewystarczające. Dla uzyskania zadowalających w tym względzie efektów niezbędne jest połączenie wielu informacji, okoliczności, w tym także natury technicznej – np. obudowa wyrobisk. Występujące w górotworze zjawiska reologiczne, dynamiczne i geochemiczne (np. hydrogeologia, geochemia) dodatkowo mogą komplikować to zagadnienie. **Dla uzyskania praktycznych rozwiązań niezbędne było w pracy doktorskiej zbadanie istniejących możliwości rozwiązania postawionego zadania badawczego. Ich identyfikacja oraz ustalenie są elementem indywidualnego, naukowego wkładu Autora do rozwoju tej części wiedzy, spełniając warunek oryginalności podjętego tematu rozprawy doktorskiej.**

3. ZAWARTOŚĆ MERYTORYCZNA PRACY WRAZ Z KRYTYCZNĄ JEJ OCENĄ

Recenzowana praca poświęcona jest opracowaniu metody oceny i prognozy predyspozycji górotworu otaczającego wyrobiska do występowania zawałów oraz oceny możliwości utrzymania jego stateczności. Problem ten został naświetlony w rozdziale 1, a konsekwencją zawartych tam informacji są sformułowane w rozdziale 2 cel pracy i teza, określające zasadnicze ramy zakresu merytorycznego rozprawy, określonego jej tytułem. **Sformułowany cel pracy oraz teza są z nim spójne, bowiem konkretyzują niezbędne elementy dla racjonalnego, naukowego jego rozwiązania.**

Aby zrealizować takie zamierzenie Doktorant dokonał w rozdziale 3 omówienia istoty, genezy i sposobów prewencji zagrożenia zawałowego występującego w kopalniach LGOM.

W rozdziale 4 zawarł szeroki przegląd znanych, literaturowych sposobów oceny jakości górotworu, bazujących przede wszystkim na jego cechach strukturalnych i geomechanicznych. Podał także przykłady takich sposobów, w których uwzględniono charakterystyki geometryczne wyrobisk górniczych oraz właściwości ich obudów. **Przyjęty w tym rozdziale formalny układ jego treści jest poprawny, obejmując całość problemu oceny i prognozy zagrożenia zawałowego. Informacje w nim zawarte stanowią bazę dla dalszej analizy tytułowego zagadnienia oraz podejmowanych decyzji wyborze ścieżki kolejnych analiz.**

Krótki rozdział 5 poświęcony jest sieciom neuronowym, a w szczególności ich funkcjonalnej budowie oraz zastosowaniom w geomechanice. Ogranicza się on do opisu tylko jednego typu sieci (perceptronu wielowarstwowego), co można uznać za pewnego rodzaju samoograniczenie Autora. **Wydaje się, że z powodzeniem rozdział ten mógłby być pierwszym podrozdziałem rozdziału 8, gdyż przedstawione w nim informacje bezpośrednio korespondują z jego treścią.**

Uzupełnieniem budowanej w pracy bazy danych są informacje przedstawione w rozdziale 6, odnoszące się do okoliczności występowania wybranych przypadków zawałów w kopalniach LGOM. Szczególnie wnikliwie Doktorant opisał występujące w rejonie zawałów warunki geologiczne i zastosowane rodzaje obudowy. Ich analiza pozwoliła na zidentyfikowanie najważniejszych (kluczowych) czynników kształtujących zagrożenia zawałowe oraz możliwość utrzymania stateczności wyrobiska. **Jest to ważny etap, określający zakres dalszych analiz, a zestaw 16 kluczowych czynników, stanowiący wzorzec oceny, był wykorzystywany w dalszych częściach pracy.**

Rozdział 7 to opis badań i obserwacji wykonanych przez Doktoranta w czterech poligonach dołowych. Wnosi on podstawową część danych o stanach górotworu w otoczeniu wybranych wyrobisk i ich skrzyżowań. Badania, pomiary i obserwacje prowadzone były przez długi okres czasu, co posiada istotne znaczenie dla zagrożenia zawałowego traktowanego jako zjawisko rozciągnięte w czasie, gdzie między innymi procesy reologiczne odgrywają znaczącą rolę. Oprócz danych liczbowych uzyskiwanych z bezpośrednich pomiarów i obserwacji dla każdego wydzielonego stanowiska, w którym wykonywano wżernikowanie, Doktorant dokonał oceny jakości górotworu metodami RMR, Q i RMI, co pozwoliło na scharakteryzowanie każdego z poligonów.

Rozdział 8 to analiza występujących korelacji pomiędzy cechami górotworu, wyrobisk i ich obudowy a wskaźnikiem predyspozycji do zawału C_{RF}^P oraz wskaźnikiem określającym możliwość utrzymania wyrobiska C_{RF}^M . Narzędziem analizy był zestaw sieci neuronowych typu MLP o jednej warstwie ukrytej, z neuronami o sigmoidalnej funkcji przejścia. Danymi uczącymi było 80 zestawów danych, w skład których wchodziły wartości parametrów opisujących geologiczne i górnicze warunki danego wyrobiska, wyniki obserwacji jego stanu, a dla wskaźnika C_{RF}^M dodatkowo podstawowe dane określone dla zastosowanej obudowy. Parametry te posiadały wartości wynikające z ich fizycznej postaci lub wartości umowne. Każdemu

z badanych przypadków przypisano także, jako wartość wyjściową, tj. indywidualną wartość wskaźnika C_{RF}^P , odpowiadająca stanowi zaawansowania destrukcji stropu, i C_{RF}^M odpowiadająca stanowi stropu po upływie czasu obserwacji. Ostatecznie wygenerowano zbiór 2400 danych (odpowiednio 1040 i 1360), który podzielono na trzy podzbiory:

- uczący – 50% danych,
- walidacyjny – 30%,
- testowy – 20%.

Najlepsze efekty (minimalna wartość błędu MSE i maksymalna wartość współczynnika korelacji R) uzyskano dla sieci o 4 (C_{RF}^P) i 8 neuronach (C_{RF}^M) w warstwie ukrytej. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci wykresów rozkładów wartości obliczonej obydwu składników względem ich wartości oczekiwanej. Wartości błędów MSE wyniosły odpowiednio $8,6 \cdot 10^{-3}$ i $9,6 \cdot 10^{-3}$, a współczynnika korelacji R odpowiednio 0,85 i 0,90.

Rozdział kończy krótka analiza rozkładu otrzymanych wyników, zawierająca także sugestie możliwych działań dla poprawy ich jakości.

Należy zaznaczyć, że sieci o stosunkowo prostej architekturze są zdolne do skutecznej i efektywnej analizy badanych zależności. Wskazują jednocześnie na adekwatność wskaźników C_{RF}^P i C_{RF}^M do sposobu przyjętego opisu zagrożenia zawałowego.

Rozdział 9 odnosi się do postawionej przez Doktoranta w celu pracy i tezie koncepcji wskaźników C_{RF}^P i C_{RF}^M . Oprócz omówienia ich istoty Autor omawia odniesienia ich wartości do sytuacji rzeczywistych oraz podaje propozycje określonych działań w wydzielonych przedziałach tych wartości. Działania te obejmują sferę ingerencji w obserwację struktury górotworu, obudowę, działalność górniczą oraz przedsięwzięcia organizacyjne.

Rozdział ten stanowi zamknięcie merytorycznych rozważań przeprowadzanych w poprzednich częściach pracy. Z praktycznego punktu widzenia jest wskazówką dla wykorzystania w ruchu kopalni osiągniętych wyników oceny predyspozycji do występowania zawałów oraz możliwości utrzymania wyrobiska. Jest więc ważnym elementem utylitarne osiągnięcia Doktoranta.

Uważam, że część treści tego rozdziału, dotycząca w szczególności samej koncepcji wskaźników C_{RF}^P i C_{RF}^M , a przede wszystkim uzasadnienia kryterialnego podziału ich wartości, powinny znaleźć się w podrozdziale 8.2, gdzie znajdują zastosowanie jako uzasadnienie dla treści zawartych w tabelach 8.5 i 8.6.

W podsumowaniu tej części pracy można podać, że:

Uwzględniając bardzo dużą złożoność zagadnienia należy zaznaczyć, że było to zadanie trudne, wymagające dużej wiedzy teoretycznej i praktycznej z wielu dziedzin. **Postawione zadanie badawcze zostało skutecznie wykonane z wykorzystaniem analizy stanu wiedzy, rozważań teoretycznych oraz analizy uzyskanych wyników obserwacji, pomiarów i badań.**

Charakter badanego zjawiska oraz charakter danych wymusił od Doktoranta **posiadanie rozległej wiedzy, znaczących umiejętności w posługiwaniu się określonymi narzędziami oraz dużej elastyczności w ich doborze, konfiguracji itp.** W przedstawionym toku postępowania można zauważyć **logicznie uporządkowany proces postępującej analizy będących w dyspozycji danych.**

Ze względu na ich specyficzność, w tym przede wszystkim różnorodność i ograniczoną dostępność, Autor wybrał dla przeprowadzania analiz i budowy modelu oceny **zaawansowane narzędzie matematyczne (numeryczne) w postaci sieci neuronowych.** Wykazał, że w takich sytuacjach zapewniają one bardzo dobrą dokładność i wiarygodność. Powiązanie tych elementów w jeden logiczny ciąg rozumowania jest **niewątpliwym osiągnięciem Doktoranta, stanowiące Jego wkład do rozwoju wiedzy.** Autor potrafił trafnie zidentyfikować kluczowe elementy opisu badanych sytuacji i zjawisk, skupiając się na ich analizie.

Przyjmując, asekuracyjnie za Doktorantem, że przedstawione w rozprawie rezultaty wymagają dalszych badań, można stwierdzić, że już na tym etapie istnieje możliwość ich wykorzystywania w celach praktycznych – racjonalnego planowania doboru obudowy, zakresów kontroli stanu wyrobisk itp. **Doktorant prawidłowo rozwiązał postawione poznawcze i jednocześnie praktyczne zadanie, co oznacza, że jest to Jego osiągnięcie naukowe i użyteczne.**

4. Ocena wniosków

Zawarte w rozdziale 10 podsumowanie wykonanych przez Doktoranta badań, analiz i ustaleń odpowiada treści pracy i zamieszczonym tam informacjom.

Zamieszczone w tym rozdziale 16 wniosków odzwierciedla merytoryczny i formalny zakres rozprawy doktorskiej. Zostały sformułowane czytelnie i zrozumiale, a ich układ oddaje logikę wywodów prezentowanych w pracy.

Treść wniosków oraz wcześniejszych stwierdzeń i konkluzji odzwierciedla wyniki rozważań i analiz, a także informacje uzyskane poprzez rozeznanie literaturowe. Wskazano w nich, że występujące w kopalniach LGOM zagrożenie zawałowe poddaje się prognozowaniu z dokładnością wystarczającą dla etapu podejmowania decyzji o zakresie i rodzaju stosowanych rozwiązań technicznych (obudowa) i organizacyjnych (kontrola zagrożenia). We wnioskach zawarto także informacje o napotkanych i niedostatecznie rozwiązanych problemach, które uzasadniają dalsze możliwości i potrzeby prowadzenia badań w tym zakresie.

6. Uwagi formalno – redakcyjne i ogólna ocena rozprawy

Przedstawiona do recenzji praca posiada jednolitą i zwartą formę, w której przedstawiono w podstawowym układzie chronologiczne następstwo realizacji procesu badawczego. **Jest to okoliczność godna podkreślenia wobec konieczności scalenia i przedstawienia wielu różnorodnych informacji, analiz teoretycznych i empirycznych. Świadczy o odpowiednich umiejętnościach organizacyjnych Doktoranta, jak również posiadanych zdolnościach do syntezy wyników badań naukowych.**

Uwagi formalno – redakcyjne nie są czynnikiem decydującym o poprawności rozprawy. Jednakże wpływają na ogólną jej percepcję oraz mogą posiadać istotne znaczenie dla przyszłej jej publikacji. W trakcie czytania pracy nasunęły się recenzentowi uwagi formalne o charakterze ogólnym i szczegółowym.

Uwagi ogólne:

1. W tekście pracy nie zamieszczono spisu rysunków i tabel, co zwyczajowo jest praktykowane i ułatwia jej czytanie.
2. Zrozumienie wywodów Autora poprawiłoby podanie definicji cytowanych i stosowanych pojęć. Jest to ważne ze względu na posługiwanie się w pracy wieloma zróżnicowanymi wielkościami, parametrami i nomenklaturą dla określonych zjawisk.
3. Generalnie, układ rozdziałów oddaje logiczną chronologię rozwoju zaawansowania procesu rozwiązywania badanego problemu. Wyjątkiem od tego stanu może być rozdział 5, który moim zdaniem mógłby być pierwszym podrozdziałem rozdziału 8, gdyż przedstawione w nim informacje bezpośrednio korespondują z jego treścią. Również część

treści rozdziału 9, dotycząca w szczególności samej koncepcji wskaźników C_{RF}^P i C_{RF}^M , a przede wszystkim uzasadnienia kryterialnego podziału ich wartości, powinny znaleźć się w podrozdziale 8.2, gdzie znajdują zastosowanie jako uzasadnienie dla treści zawartych w tabelach 8.5 i 8.6.

4. Praca jest napisana poprawnym językiem pod względem gramatycznym i stylistycznym. Można zgłaszać uwagi do specyficznej interpunkcji stosowanej w tekście, która w niektórych zdaniach zmienia ich sens.
5. Przypisywanie charakterystyk warunków opisujących poszczególne, analizowane przypadki do kryterialnych przedziałów wartości wskaźników C_{RF}^P i C_{RF}^M można realizować także z użyciem klasyfikujących sieci neuronowych, np. sieci Kohonena. Może być interesującym, co Doktorant sądzi o takim, odmiennym podejściu do rozwiązywanego przez Niego problemu.

Uwagi szczegółowe:

6. Przedstawione rysunki, wykresy i fotografie bezpośrednio nawiązują do bieżącej treści rozprawy. Większość z nich jest czytelna i na odpowiednim poziomie edycyjnym. Od tej reguły istnieją wyjątki, obejmujące:
 - brak opisu jednej z osi wykresów prezentowanych na:
 - rys. 6.21 ÷ 6.25 – str. 67 i 68,
 - słaba czytelność i brak oznaczenia miejsc lokalizacji poligonów badawczych na rys. 7.1 (str. 76),
 - słaba czytelność opisów rys. 4.29 na str. 48 oraz rys. 8.4 na str. 112.
7. Autor, w kilku przypadkach, nie rozróżnia pojęć „wielkości” i „wartości”, „własności” i „właściwości”, a także konsekwencji językowych rzeczowników policzalnych (określenie: „liczba”) i niepoliczalnych (określenie: „ilość”).
8. Autor używa niekonsekwentnie różnych form odnośników do cytowanych pozycji literaturowych. Przykładów tego mankamentu jest w tekście wiele i obejmują różne jego postacie.
9. W tekście rozprawy przywoływane są pozycje literaturowe, które nie zostały zamieszczone w ich spisie. Dotyczy to między innymi:
 - str. 31 (Sinha i in. 2009),
 - str. 31 (19 pozycji literaturowych przytoczonych w tabeli 4.4),

- str. 32 (Laubsher i Jakubec 2000),
- str. 32 (Laubsher 1993),
- str. 40 (Piechota i Korzeniowski 2000),
- str. 47 (Niedbalski 2004),
- str. 47 (Majcherczyk, Małkowski, Majcherczyk, Małkowski, Niedbalski 2008),
- str. 47 (Korzeniowski, Niełacny 2010),
- str. 112, 113, 119 (Zorychta 2003),
- str. 117 (Małkowski 2013).

10. W spisie literatury występuje 5 pozycji (nr. 26, 37, 57, 62, 82), na które nie znalazłem odwołań w tekście rozprawy.
11. W spisie literatury można zauważyć w niektórych przypadkach braki pełnych danych bibliograficznych.
12. Na str. 99 Doktorant w komentarzu do oceny jakości górotworu metodami RMR, Q oraz RMi zamieszcza zdanie:
Jakość górotworu w miejscu zaistniałych zawałów nie jest zatem rażąco niższa niż w miejscu badań poligonowych.
Niezależnie od intencji Autora nasuwa się pytanie, dlaczego w takim razie w miejscach badań poligonowych zawały nie wystąpiły?
13. Doktorant w analizowanym zestawie zawałów z lat 2005-20018 nie uwzględnił spektakularnego przypadku obwału z dnia 23.09.2016 r. w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice”, co do którego powinna być znana większość potrzebnych (kluczowych) informacji, choćby z efektów prac Komisji Specjalnej powołanej przez Prezesa WUG dla zbadania okoliczności jego wystąpienia. Co było powodem takiej decyzji Doktoranta?

Przedstawione wyżej uwagi nie wpływają w istotny sposób na merytoryczną wartość pracy. Stanowi ona spójną całość, w której w sposób logiczny, zgodnie z zasadami postępowania naukowego, przeprowadzono wywód zmierzający do zrealizowania celu pracy i udowodnienia postawionej tezy.

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Autor wykazał, że posiadał **umiejętność samodzielnego rozwiązania złożonego zadania badawczego** planując i konsekwentnie realizując wiele różnorodnych badań, pomiarów i analiz. W procesie tym **rozwiązał konkretny oryginalny problem naukowy** o charakterze poznawczym i praktycznym, **mieszczącym się w dyscyplinie naukowej gór-**

nictwo i geologia inżynierska. Jego oryginalnym osiągnięciem naukowym jest zidentyfikowanie kluczowych czynników wpływających na stan zagrożenia zawałowego w podziemnych wyrobiskach kopalń rud miedzi LGOM, sformułowanie koncepcji wskaźników określających predyspozycje górotworu do powstawania zawałów i zdolności do utrzymania stateczności wyrobisk nimi zagrożonych oraz obiektywne powiązanie tych czynników.

Doktorant **wykazał się wystarczającą wiedzą teoretyczną i praktycznymi umiejętnościami samodzielnego prowadzenia badań naukowych** spełniając tym samym formalne wymagania stawiane rozprawom doktorskim. W związku z tym, zgodnie z art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym ..., wnoszę do Rady Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Dariusza JUSZYŃSKIEGO do dalszego trybu postępowania w przewodzie doktorskim, określonego przez tę Ustawę.

