

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

Katowice, 14 luty 2019 r.

**Recenzja pracy doktorskiej**  
**mgr inż. Macieja BODLAKA**  
**pt.: *Prognoza wyrzutów gazów i skał dla***  
***projektowanej eksploatacji złoża węgla***  
***kamiennego Waclaw-Lech***

Recenzję wykonałem na zlecenie Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej w oparciu o pismo Dziekana prof. dr hab. inż. Moniki Hardygóra (l. dz. W6/134/2019 z dnia 22.01.2019 r.).

**1. OGÓLNY UKŁAD PRACY\***

Praca doktorska mgr inż. Macieja BODLAKA została zrealizowana w Politechnice Wrocławskiej we Wrocławiu pod kierunkiem dr hab. inż. Jana KUDEŁKO, prof. uczelni. Liczy ona 220 stron wydruku z edytora tekstu oraz 67 stron Załącznika 1 zatytułowanego *Rejestr wyrzutów gazów i skał, zaistniałych podczas eksploatacji w kopalni "Nowa Ruda", pole "Piaś", rejon "Lech"*. Tekst podstawowy obejmuje 7 merytorycznych rozdziałów zawierających, oprócz tekstu opisowego, 82 rysunki i 55 tabel. Jego częścią składową jest również wykaz 161 pozycji literatury, z których w tekście zostało zacytowanych 149. Załącznik 1 do tekstu podstawowego to zestawienie danych o 1294 przypadkach wyrzutów.

---

\* Fragmenty zawierające ceny recenzenta wyróżniono odmiennym rodzajem czcionki (Times New Roman)

Układ pracy obejmuje następujące rozdziały:

1. Wstęp
2. Cel i zakres badań
3. Zagrożenie wyrzutami gazów i skał w złożu "Waław-Lech"
4. Profilaktyka wyrzutowa w górnictwie węgla kamiennego w złożu "Waław-Lech"
5. Charakterystyka warunków geologiczno-górnicznych złoża "Waław-Lech"
6. Budowa modelu prognozy ilości oraz wielkości skutków generowanych wyrzutami gazów i skał dla złoża "Waław-Lech"
7. Podsumowanie

W rozdziale pierwszym Doktorant naświetla naturalne i organizacyjne uwarunkowania występujące w obszarze będącym przedmiotem rozważań, tj. w kopalni "Nowa Ruda", pole "Piast", rejon "Lech". W szczególności porusza, na tle geologicznych warunków zalegania tego złoża, historyczne aspekty prowadzonej eksploatacji, występujące tam zagrożenie wyrzutami gazów i skał oraz działania i plany wznowienia eksploatacji. W części końcowej odnosi się do zakresu swojej pracy, w tym do wykorzystywanych narzędzi prognozowania „wielkości” wyrzutów gazów i skał.

Rozdział drugi zawiera przegląd jakości (informatywności, dostępności) informacji decydujących o możliwości prognozowania zjawiska wyrzutów gazów i skał. Ocena tych uwarunkowań wskazała na szczególną rolę danych archiwalnych związanych z zarejestrowanymi w przeszłości wyrzutami oraz pozwoliła na sformułowanie celu pracy oraz tezy podstawowej i tezy dodatkowej.

Rozdział trzeci, liczący 20 stron, to historyczny syntetyczny obraz ujawnienia się zagrożenia wyrzutowego w górnictwie światowym oraz w kopalniach Dolnego Śląska, w szczególności w kopalni „Nowa Ruda” (dawniej "Wenceslaus"). Następnie Doktorant przedstawia przegląd teorii i poglądów na istotę zjawiska wyrzutów, wskazując na rozszerzanie ich zakresów w odniesieniu do czynników determinujących ich występowanie, przede wszystkim natury geomechanicznej.

Rozdział czwarty, liczący 43 strony, poświęcony jest przedstawieniu ewolucji poglądów, prawa i praktyki w zakresie zwalczania zagrożenia wyrzutami gazów i skał, głównie w Zagłębiu Dolnośląskim z odniesieniami do górnictwa zagranicznego. Omawiane są szczegółowe aspekty stosowanych przedsięwzięć profilaktycznych, generalnie odnoszone do konkretnych

przykładów związanych z występującymi katastrofami. Autor na tym tle obszernie i szczegółowo odnosi się także do zagadnienia rozwoju (efektywności, ograniczeń) metod prognozowania tego zjawiska, traktując je jako jedną z metod profilaktyki.

Rozdział piąty (27 stron) zawiera opis występujących w złożu "Waclaw - Lech" warunków geologiczno - górniczych z uwypukleniem tych ich aspektów, które według Doktoranta decydują o istniejącym tam stanie zagrożenia wyrzutami gazów i skał. Należą do nich przede wszystkim tektonika i gazonośność złoża. W części dotyczącej warunków górniczych Autor koncentruje się na obszernych opisach przypadków i statystyk wyrzutów, szczególnie podając i omawiając techniczne i organizacyjne aspekty okoliczności i przebiegów tych zjawisk oraz działań podejmowanych po ich istnieniu.

W najobszerniejszym rozdziale 6, liczącym 76 stron, przedstawiono zasadniczą część pracy, obejmującą 3 propozycje prognozowania wielkości wyrzutów:

- metodą analityczną,
- statystyczną metodą estymatorów nieparametrycznych (jądrowych),
- metodą uczenia maszynowego sieciami neuronowymi i metodą „lasy losowe”.

Podjęto także próby określania liczby wyrzutów z wykorzystaniem analizy średniej ruchomej dla przebiegów szeregów czasowych.

W ostatnim podrozdziale 6.5 Doktorant dokonuje syntezy zaprezentowanego procesu prognozowania wielkości i liczby wyrzutów gazów i skał w polu "Piast", rejon "Lech". Wskazuje jego najważniejsze etapy, obejmujące między innymi: budowę bazy danych wraz z podaniem niezbędnych jej składników, zestaw potrzebnych narzędzi do prognozowania, oraz przyszłościowe plany eksploatacyjne wraz z ich harmonogramami.

Ostania część tego podrozdziału poświęcona jest ekonomicznym (kosztowym) aspektom zarządzania projektami inwestycyjnymi w złożu zagrożonym wyrzutami gazów i skał.

Rozdział siódmy to podsumowanie zamykające merytoryczną część tekstu rozprawy. Zawiera ono syntezę rozważań zawartych w poprzedzających rozdziałach, odniesienia do postawionych tez oraz osiem wniosków.

Poza częścią merytoryczną Doktorant umieścił wykaz pozycji literaturowych, które zamykają pracę.

W Załączniku 1, liczącym 67 stron, zawarte jest tabelaryczne zestawienie informacji o zarejestrowanych od 1908 r. w kopalni "Nowa Ruda", pole "Piast", rejon "Lech" wyrzutach gazów i skał. Uwzględniono w nim dane dotyczące czasu (daty) i lokalizacji wyrzutu, parametrach fizykochemicznych towarzyszących wyrzutom, a także ich skutkach. Zamieszczono także informacje o okolicznościach występowania tych zjawisk. Kompletność tych danych jest zróżnicowana w odniesieniu do poszczególnych przypadków.

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**

Problem skutecznego i efektywnego prognozowania najważniejszych aspektów występujących w kopalniach zagrożeń naturalnych jest kluczowym zagadnieniem podejmowania ryzyka prowadzenia robót górniczych (eksploatacji złoża), kształtowania stanu bezpieczeństwa pracy oraz zapewnienia niezawodności i efektywności realizowanych procesów produkcyjnych. W tym kontekście niebezpieczeństwa stwarzane przez zagrożenie wyrzutami gazów i skał jest szczególnie istotne ze względu na jego potencjalnie duży wpływ na wymienione wyżej okoliczności prowadzenia działalności górniczej. W odniesieniu do tego zagrożenia przyczynami takiego stanu są między innymi:

- brak pełnego, wszechstronnego zrozumienia istoty i przyczyn występowania tego zjawiska, co skutkuje niedostatkami w teoriach go opisujących,
- brak skutecznych metod prognozowania wybranych przejawów, w tym następstw katastroficznych form zagrożenia wyrzutowego,
- ograniczona, do pewnego stopnia, skuteczność będących w dyspozycji metod profilaktyki wyrzutowej.

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

Trudności w efektywnym prognozowaniu kształtowania się przejawów zagrożenia wyrzutami gazów i skał wynikają przede wszystkim z dużej złożoności zjawiska, jego interdyscyplinarności oraz ograniczonej możliwości jego bada-

nia. Wzajemne relacje pomiędzy parametrami prowadzonej eksploatacji, właściwościami górotworu, skał i gazów a występującymi zjawiskami wyrzutów są niedostatecznie rozpoznane i opisane, mimo iż górnicy stykają się z nim od około 180 lat i bardzo wcześnie rozpoznali zasadnicze warunki jego występowania. W tym kontekście podjęcie przez Doktoranta próby eliminacji części tych niedogodności i luk jest w pełni uzasadnione.

Zagrożenie wyrzutami gazów i skał posiada w znaczącym stopniu lokalną specyfikę, którą kształtują przede wszystkim indywidualne właściwości górotworu i skał oraz specyfika prowadzonych robót górniczych i stosowana (lub niestosowana) profilaktyka. W związku z tym Autor zmuszony był do korzystania z historycznych danych o zarejestrowanych w kopalni "Nowa Ruda", pole "Piast", rejon "Lech" przypadkach wyrzutów, dla których dane często nie były kompletne. Stwarzało to dodatkowe trudności w zastosowaniu odpowiednich narzędzi badawczych i pogarszało jakość uzyskiwanych wyników. Skłoniło także Go do korzystania, pomocniczo, z zagranicznych informacji pochodzących z zagłębi węglowych o innych warunkach złożowych. Należy jednakże stwierdzić, że współczesne narzędzia badawcze, zastosowane w recenzowanej rozprawie, pozwalają na przynajmniej częściową eliminację tych wad. Recenzowana praca doktorska jest tego przykładem.

**Dla uzyskania praktycznych rozwiązań przedmiotowego zagadnienia niezbędne było zbadanie kilku możliwości rozwiązania postawionego zadania badawczego. Ich identyfikacja oraz wykorzystanie są indywidualnym, autorskim wkładem w jego rozwiązanie, spełniając warunek oryginalności podjętego tematu rozprawy doktorskiej.**

### **3. ZAWARTOŚĆ MERYTORYCZNA PRACY WRAZ Z KRYTYCZNĄ JEJ OCENĄ**

Recenzowana praca poświęcona jest opracowaniu metody prognozowania najważniejszych, z praktycznego punktu widzenia, aspektów katastroficznych przejawów zagrożenia wyrzutami gazów i skał w złożu węgla kamiennego "Waclaw-Lech", tj. objętości wydzielonej mieszaniny gazów wyrzutowych, masy wyrzucanych skał oraz długości wypełnianych tymi skałami wyrobisk górniczych. Aby zrealizować takie zamierzenie, w sytuacji gdy eksploatacja tego złoża została zaniechana w pierwszej połowie 90 lat XX wieku, Doktorant musiał wykorzystywać zbiór danych archiwalnych o takich zjawiskach występujących w tym złożu

w przeszłości. Oczywiście, posiłkował się także, w dostępnym innymi informacjami, w tym geomechanicznymi i geologicznymi.

W pierwszych dwóch rozdziałach Doktorant przedstawił:

- praktyczne uzasadnienie podjęcia tematu rozprawy, zawierające elementy natury historyczno – biznesowej (plany ponownego podjęcia eksploatacji, występujące w złożu trudności – zagrożenie wyrzutowe),
- sformułowanie celu i tezy rozprawy,
- sprecyzowanie rodzaju użytych narzędzi badawczych.

Nadrzędnym zadaniem towarzyszącym każdego rodzaju działalności człowieka jest zapewnienie bezpieczeństwa ludzi oraz skuteczności i efektywności realizowanych procesów. W tym kontekście **zaprezentowane** przez Doktoranta **argumenty wystarczająco uzasadniają potrzebę postawienia tytułowego zagadnienia**. Sformułowany **cel pracy oraz dwie tezy są z nim spójne, bowiem konkretyzują niezbędne elementy dla racjonalnego, naukowego jego rozwiązania**.

Doktorant w rozdziale 2 sygnalizuje wybór rodzaju narzędzi badawczych, deklarując ich analityczny i statystyczny charakter.

Rozdział 3 to dwa podstawowe zbiory informacji:

- obszerne omówienie istoty zagrożenia wyrzutami gazów i skał, warunków jego występowania w złożu "Waław–Lech" i wybranych górnictwach zagranicznych,
- teorie opisujących to zagrożenie.

Podstawowe informacje o istocie zagadnienia oraz stanie wiedzy są niezbędnym elementem dla prawidłowego i skutecznego przeprowadzenia analizy postawionego zadania badawczego. **Przedstawiony ich zakres, respektując ograniczenia objętościowe doktorskiej dysertacji, jest zadowalający i oddaje istniejący stan wiedzy oraz praktyczne doświadczenia** wynikające z byłej eksploatacji złoża "Waław–Lech".

Rozdział 4 poświęcony jest przeglądowi historycznego rozwoju stanu wiedzy o zagrożeniu wyrzutami gazów i skał oraz doświadczeń praktycznych. Doktorant przedstawił tę tematykę w perspektywie historycznej eksploatacji złoża dolnośląskiego oraz złóż w innych wybranych krajach. Zawartość rozdziału jest podzielona na trzy części, obejmujące:

- kryteria oceny i prognozy stanu zagrożenia,
- metody zawalczania zagrożenia,
- opisy wybranych przypadków wyrzutów zarejestrowanych w złożu „Waław–Lech”.

Przyjęty w tym rozdziale **formalny układ jego treści jest poprawny**, obejmując całość problemu profilaktyki zagrożenia wyrzutowego skonfrontowanego z przypadkami największych takich katastrof. Oprócz merytorycznych informacji dotyczących wprost profilaktyki tego zagrożenia zawiera on wiele szczegółowych wiadomości, często luźno tylko powiązanych z tematem, które nie zostały wykorzystane w dalszej części pracy (np. cytaty na str. 37–39, 41–44, str. 52–59 i inne). Posiadają one czasem charakter bardziej beletrystyczny, niż techniczny i nie powinny znajdować się w pracy naukowej (np. str. 75, 78). Są one niewątpliwie ciekawe dla zainteresowanego tematem wyrzutów czytelnika, ale nie wnoszą do istoty rozprawy znaczących treści.

Recenzent nie rozumie użytego przez Doktoranta na stronie 69 w 11 wierszu od góry określenia „stanie naprężeń plastycznych” i prosi o jego interpretację (wyjaśnienie) w trakcie obrony.

Ponieważ Doktorant swoje rozważania oparł o konkretną lokalizację konkretnego złoża ("Wacław–Lech"), w rozdziale 5 szczegółowo omawia jego geologię oraz uwarunkowania górnicze i „zagrożeniowe” tam występujące. Przedstawił uwarunkowania sedymentacyjne, tektoniczne i gazowe, a także chronologiczny opis historii funkcjonowania zlokalizowanej w rejonie "Lech" kopalni "Ruben", później "Nowa Ruda". Rozdział ten kończy część poświęcona statystycznemu opisowi 1182 wyrzutów zarejestrowanych w czasie prowadzenia tam wydobywania.

Część dotycząca opisu geologicznego jest zwarta, syntetyczna i ukierunkowana na najistotniejsze aspekty budowy złoża mające związek z występującym tam zagrożeniem wyrzutami gazów i skał. Odmienny charakter posiada fragment (podrozdział 6.2) odnoszący się do historii eksploatacji tego złoża, ze specjalnym potraktowaniem najważniejszych etapów ujawniania się zagrożenia wyrzutowego i związanej z nim profilaktyki. Ten fragment, oprócz istotnych, obiektywnych danych zawiera także informacje, z punktu widzenia tematu pracy, nieistotne. Przykładami takimi są np.:

- nieprzydatne dla naukowych dywagacji okoliczności organizacyjnych zmian w funkcjonowaniu kopalni; str. 97, 100, 102 – 106 i inne,
- zbyt szczegółowe i nieuzasadnione merytorycznie informacje o okolicznościach wyrzutów i wypadków, opisywanych na kolejnych stronach tego podrozdziału,
- niepotrzebne fragmenty o personalnych relacjach pomiędzy osobami narażonymi na skutki wyrzutu (np. str. 107).

Część ostatnia tego rozdziału zawiera prezentację statystyczną parametrów opisujących wielkość zaistniałych wyrzutów. Są to dane niewątpliwie przydatne dla konstrukcji modelu prognozy wielkości wyrzutu, gdyż wstępnie pozwalają określić jego charakter, użyteczność konkretnych narzędzi analizy itp.

Prezentowane w tej części rysunki o numeracji 5.3.1 – 5.3.3 nie posiadają opisów osi poziomych, a rysunek 5.3.4. obydwóch osi. Autor nie podaje także odniesienia do wykorzystanego do tej analizy oprogramowania.

Rozdział 6 to zbiór informacji o przyjętych modelach prognozy wielkości wyrzutów:

- analitycznym, wykorzystującym zależności sformułowane przez Chodota, Gila, Ryncarza oraz podstawowe matematyczne związki fizyczne i geometryczne,
- statystycznym, opartym o estymatory nieparametryczne z jądrem gaussowskim,
- uczenia maszynowego, obejmującym sieci neuronowe, regresję logistyczną oraz metodę lasów losowych,
- analizy szeregów czasowych z wykorzystaniem średniej ruchomej, zastosowanej dla prognozy liczby wyrzutów.

Rozdział ten kończy podsumowanie, w którym Doktorant zawarł:

- przegląd etapów wykonanych prób prognozy, syntetyczne ujętych na rysunku 6.5.1,
- kod dla przeprowadzania predykcji wielkości i liczby wyrzutów (tablica 6.5.1),
- weryfikację proponowanej metody dla przyszłej eksploatacji w złożu "Lech" wraz ze schematem tej metody (rysunek 6.5.2),
- dywagacje na temat szacowania kosztów związanych występowaniem wyrzutów gazów i skał.

Rozdział 6 zawiera najważniejsze, z punktu widzenia wykonanych przez Doktoranta przedsięwzięć oraz Jego wkładu w rozwiązanie postawionego zadania, informacje. Posiłkując się właściwościami geomechanicznymi uzyskanymi dla badanego złoża oraz literaturowymi Autor przeprowadził analizę, w wyniku której uzyskał, dla wybranego przykładu wyrzutu z 13.08.1971 r., wartości trzech podstawowych wielkości: długości zasypanych wyrobisk  $S_w$ , masy wyrzuconych skał  $I_S$  oraz objętości wyrzuconych gazów  $V_w$ , dla których błędy prognozy wyniosły odpowiednio 0,5%, 1% i 42%. Próba rozwiązania zadania w zakresie czysto geomechanicznym i termodynamicznym wymaga dysponowania wiarygodnymi danymi w tych zakresach i nie była wystarczająco dokładna dla



objętości wyrzucanych gazów  $V_W$ . Dla etapu projektowania eksploatacji, a szczególnie podejmowania decyzji inwestycyjnych, może wg Autora, być niewystarczająca.

W kolejnym etapie Doktorant zastosował metody statystyczne, bazujące na analizie danych historycznych. Wykorzystana metoda nieparametrycznej estymacji maksimum typu kernel jedynie w przypadku prognozowania masy wyrzucanych skał dała realne wyniki. Dla objętości wyrzucanych gazów oraz długości wypełnianych masami wyrzutowymi wyrobisk posiadane dane okazały się niewystarczające dla uzyskania zadowalających wyników. Było to powodem podjęcia przez Doktoranta kolejnej próby wykorzystania bardziej wyrafinowanego narzędzia badawczego z zakresu uczenia maszynowego – sieci neuronowych i lasów losowych.

W komentowanej wyżej części pracy zamieszczonych jest 5 rysunków (wykresów 6.2.1 – 6.2.5), w których brak opisu osi.

W następnej kolejności Autor wspomina o testowaniu sieci neuronowych, nie podając ich typów, rodzajów i uzyskiwanych szczegółowych wyników. Jednocześnie sugeruje ich nieprzydatność, motywując to zaburzonym(?) procesem uczenia oraz wynikami prognozy zbliżonymi do uśrednionych wartości wejściowych. Związku z brakiem w tekście rozprawy podstawowych informacji o tej podjętej próbie nie można się ustosunkować do jej rezultatów. Recenzent oczekuje bliższych informacji na ten temat, w szczególności o typach użytych sieci, szczegółach danych uczących, uzyskiwanych indywidualnych wynikach (wartościach błędu RMS dla zbioru uczącego, testowego, walidacyjnego) itp.

Kolejnym przedsięwzięciem Doktoranta była próba wykorzystania regresji logistycznej z uzupełnianiem brakujących danych wartościami równymi 0. Uzyskane wyniki Autor deklaratywnie uznał za „satysfakcjonujące”, wspierając to stwierdzenie wartościami błędu RMSE dla trzech prognozowanych wielkości  $S_W$ ,  $I_S$  oraz  $V_W$  (tablice 6.3.1 – 6.3.3). Stwierdza także, że po uzupełnieniu luk w danych „wartości RMSE uległy znaczącej redukcji” (str. 138, 1-szy wiersz od dołu). Niestety, w pracy nie podano wartości wielkości predykowanych.

Należy postawić pytanie, czy uzupełnianie brakujących danych innymi wartościami niż 0 (zero), np. wartościami średniej, średniej lokalnej dla danego parametru lub dobieranymi według bardziej wyrafinowanych strategii (np. sekwencyjnego wstawiania regresyjnego), może poprawić jakość prognozy?

Dążąc do takiej poprawy Doktorant zdecydował się na zastosowanie metody lasów losowych, która szczególnie w aplikacji XGBoost daje lepsze możli-

wości praktyczne analizy złożonych danych, w tym także przeciwdziałania zjawisku przeuczenia modelu. Uzyskane średnie wartości błędu RMSE dla wielkości mas powyrzutowych są rzeczywiście mniejsze niż dla regresji logistycznej (tablice 6.3.1 oraz 6.3.7 – 6.3.9). Podobne rezultaty otrzymano także dla objętości wydzielających się gazów (tablice 6.3.2 oraz 6.3.16 – 6.3.18) oraz długości wypełnionych skałami wyrobisk górniczych (tablice 6.3.3 oraz 6.3.25 – 6.3.27). Różnice te, wynikające z różnicy pomiędzy wartościami RMSE dla regresji logistycznej a wskazanym przez Doktoranta najlepszym modelem w metodzie lasów losowych, w wartościach względnych, wynoszą:

- dla mas powyrzutowych: dla zbioru uczącego +23,5% oraz dla zbioru walidacyjnego +2,1%,
- dla objętości gazów: odpowiednio +29,4% oraz +0,7%,
- dla długości wypełnionych wyrobisk: odpowiednio +52,2% oraz +82,2%.

Znak „+” oznacza poprawę wyniku prognozy (zmniejszenie wartości RMSE).

Jakość prognozy została także zweryfikowana poprzez porównanie wyników prognozy z wartościami zarejestrowanymi. Rezultaty zostały przedstawione w postaci wykresów (rysunki 6.3.9 – 6.3.14) oraz podaniu podstawowych parametrów statystycznych ( $r$ ,  $r^2$ ,  $p$ ). Rysunki te pozbawione są opisu osi odciętych.

Ważnym elementem dalszych rozważań jest analiza istotności cech złoża, które wchodziły w skład danych służących do budowy i analizy modeli wyrzutów. Zestawy istotności tych cech są specyficzne dla prognozowanych wielkości, a sformułowane na tej podstawie wnioski wydają się generalnie słuszne. Recenzent wnosi jedynie sugestię, czy przyczyną niewielkiej istotności gazonośności pokładu oraz braku w rankingu zwięzłości węgla nie wynika ze zbyt ogólnego (nieodpowiedniego) ich potraktowania, np. generalizacji ich zmienności, szczególnie w sąsiedztwie uskoków?

Bardziej szczegółową analizę wpływu poszczególnych cech złoża na parametry wyrzutu przeprowadzono dla występujących ich zakresów zmienności. Należy ją uznać za trafną, chociaż istnieje w tym względzie wyjątek – trudno jednoznacznie przyjąć, że spadek wartości gazonośności może generować wzrost wielkości masy wyrzucanych skał.

Doktorant zajął się także, niejako poza deklarowanym wcześniej zakresem analiz, próbą prognozy liczby wyrzutów. Należy to uznać za działanie pożądane; liczba wyrzutów będzie bardzo silnie wpływać na ciągłość i efektywność przyszłej eksploatacji złoża.

Zastosowana metoda analizy szeregów czasowych z wykorzystaniem średniej ruchomej jest adekwatna dla charakteru danych (historyczne, układające się w chronologiczny ciąg informacje) oraz celu, jakim jest próba wnioskowania o liczbie kolejnych hipotetycznych zdarzeń w przyszłości. Recenzent nie wnosi do tej części pracy istotnych zastrzeżeń; zwraca jedynie uwagę na brak opisu osi w rysunkach 6.4.1 – 6.4.5, oraz potencjalna sprzeczność w stwierdzeniu Autora zawartego w zdaniu (str. 176, 8, 9 i 10 wiersz od góry):

*Zastąpienie luk w bazie danych wartościami średnimi, lub zerem może zniekształcić wyniki, co zostało zaobserwowane we wcześniejszym rozdziale, w przypadku testowania regresji logistycznej.*

ze stwierdzeniem zawartym na stronie 138, 1 i 2 wiersz od dołu:

*W przypadku ingerencji w bazę danych, polegającą na wpisaniu w istniejące luki wartości zerowych, wartości RMSE uległy znaczącej redukcji.*

Rozdział 6 zamyka synteza zrealizowanych przez Doktoranta przedsięwzięć, porządkująca bardzo obszerny materiał oraz zakres analiz i rozważań. Może stanowić ona przewodnik przyszłych badaczy przedmiotowych zagadnień i użytkowników zgromadzonej w pracy wiedzy i rezultatów.

Częścią składową tego fragmentu rozdziału 6 są rozważania Autora o kosztach związanych z występowaniem w kopalniach wyrzutów. Recenzent, w związku z brakiem odpowiednich kompetencji, nie czuje się upoważniony do ich komentowania lub recenzowania. Nawiązując do motta zamieszczonego na stronie 194, nie jest w stanie ocenić, czy Autor w tym zakresie nie zaszedł zbyt daleko .... Niezależnie od tego, nie negując ich obiektywnej ważności, recenzent uważa, że przedmiotowa praca posiada odmienny deklarowany i rzeczywisty charakter i zakres, wobec czego ten fragment pracy wykracza poza przyjęte jej granice. Autor w tym względzie wykazuje niezdecydowanie, bowiem na str. 11, 3-ci wiersz od dołu deklarował, że: *...obliczenia kosztu wyrzutu gazów i skał nie są przedmiotem pracy*, a na stronie 13, w wierszach 2 – 5 od góry pisze: *Ponadto, w rozdziale szóstym zostaje przybliżona koncepcja wykorzystania wyników opracowanego modelu do szacowania kosztów/strat generowanych zaistnieniem badanego zjawiska podczas planowanej eksploatacji.*

Podsumowując komentarze, spostrzeżenia i uwagi można stwierdzić, że w rozdziale 6 Doktorant zawarł opisy kolejnych prób przyjęcia – zbudowania modeli pozwalających z jednej strony na wykorzystywanie będących w jego

dyspozycji danych źródłowych, a z drugiej na uzyskanie zadowalających wyników.

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.**

Specyfika 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 niekompletność, Autor wybrał dla przeprowadzania analiz i budowy modelu predykcji **zaawansowane narzędzia matematyczne.** Wykazał, że tylko one w takich sytuacjach zapewniają maksimum dokładności i wiarygodności. Powiązanie tych elementów w jeden logiczny ciąg rozumowania jest **niewątpliwym osiągnięciem Doktoranta, co stanowi 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 przyszłej i bezpiecznej eksploatacji złoża węgla kamiennego. **Doktorant prawidłowo rozwiązał postawione poznawcze i jednocześnie użyteczne zadanie, co oznacza, że jest to Jego osiągnięcie naukowe i użyteczne.**

#### **4. OCENA WNIOSKÓW**

Zamieszczone w rozdziale 7 osiem 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 złożu "Waław-Lech" zagrożenie

wyrzutami gazów i skał jest uwarunkowane lokalnymi właściwościami, a jego katastroficzne przejawy poddają się prognozowaniu z dokładnością wystarczającą dla etapu podejmowania decyzji o wznowieniu w nim eksploatacji.

We wnioskach zawarto także informacje o napotkanych i niedostatecznie rozwiązanych problemach, które uzasadniają dalsze możliwości i potrzeby prowadzenia badań w tym zakresie.

## 5. UWAGI FORMALNO – REDAKCYJNE I OGÓLNA OCENA ROZPRAWY

Przedstawiona do recenzji praca posiada jednolitą i zwartą formę, w której przedstawiono chronologiczne następstwo realizacji procesu badawczego. Jest to okoliczność godna podkreślenia wobec konieczności scalenia i przedstawienia wielu różnorodnych informacji oraz wieloetapowych analiz dużych i niekompletnych zbiorów danych. **Świadczy o odpowiednich umiejętnościach organizacyjnych Doktoranta**, jak również o **posiadanych zdolnościach do syntezy wyników badań naukowych**. Przedstawiony tekst, rysunki, wykresy i fotokopie są czytelne, na odpowiednim poziomie edycyjnym.

W trakcie czytania pracy nasunęły się recenzentowi następujące ogólne i szczegółowe uwagi formalne:

1. Doktorant, wbrew deklaracjom o zakresie pracy, rozszerzył go o prognozę liczby wyrzutów oraz zagadnienie szacowania kosztów. O ile pierwsze z nich nie budzi większych kontrowersji, to zagadnienia ekonomiczne trudno umieścić w zakresie przedstawianych podstawowych rozważań i analiz. Mogą one (powinny) być tematem odrębnych prac naukowo – badawczych.
2. W rozprawie zamieszczonych jest wiele informacji, które nie zostały w niej wykorzystane – posiadają one charakter szczegółowych opisów wielu zdarzeń, sytuacji i okoliczności mieszczących się w szeroko rozumianym tle tytułowego problemu dysertacji.
3. Autor w tekście powołuje się na pozycje literaturowe, które nie zamieścił w spisie literatury:
  - str. 31: (Żyła i inni, 1997),
  - str. 33: (Bodlak 2015),
  - str. 44: (Noack i in., 1995),

- str. 103: (Materiały, 1976),
- str. 118: (Chodot, 1961),
- str. 126: (...Gibowicz, Kijko, 1993),
- str. 137: (Li Wanwu, 2009).

Wielokrotnie pomija w cytowaniach współautorów danej pozycji.

4. W spisie literatury:

- występuje 12 pozycji, na które nie znalazłem odwołań w tekście rozprawy. Są to: 11, 18, 26, 27, 33, 49, 73, 103, 108, 111, 116 oraz 137.
- dwa powtórzenia tej samej pozycji: 82 i 88 oraz 98 i 99,
- w niektórych przypadkach ignorowana jest ich chronologia lub ewentualnie alfabetyczny porządek, a także występują braki w danych bibliograficznych.

5. Autor używa niewłaściwych dla pracy naukowej określeń (sformułowań), typu:

- str. 153, 4–ty wiersz od dołu: ... *predykcji wielkości gazów i skał* ...,
- str. 165, 3–ci wiersz od dołu: ... *proporcjonalnie do wzrostu gazów powyrzutowych, ilość mas powyrzutowych powinna maleć*.,
- str. 168, 10–ty wiersz od dołu: ... *wzroście predykcji na wysokości wartości 50%* ...,
- str. 174, 12–14 wiersz od góry: ... *w poszczególnych pokładach ilość pomiarów spada do zaledwie kilku. Liczba ta odpowiada liczbie rozpoznanych pokładów* ....

6. Zrozumienie wywodów Autora poprawiłoby podanie definicji cytowanych i stosowanych pojęć, w tym także statystycznych. Jest to ważne ze względu na posługiwanie się w pracy wieloma zróżnicowanymi wielkościami, parametrami i nomenklaturą dla określonych zjawisk.

7. W tekście rozprawy zdarzają się przypadki błędów interpunkcyjnych i edycyjnych, brak rozróżniania form rzeczowników policzalnych i niepoliczalnych, stosowania zamiennie terminu wielkość w odniesieniu do pojęcia wartości, rozłącznego używania słowa „wskutek – w skutek”, itp.

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 udowodnienia postawionego celu pracy.

## 7. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Autor wykazał, że **posiadł umiejętność samodzielnego rozwiązania złożonego zadania badawczego** planując i konsekwentnie realizując wiele różnorodnych badań i analiz. W procesie tym **rozwiązał konkretny oryginalny problem naukowy** o charakterze poznawczym i praktycznym **mieszczącym się w dyscyplinie naukowej górnictwo i geoinżynieria**. Jego **oryginalnym osiągnięciem naukowym** jest podanie sposobu skutecznego prognozowania wartości podstawowych parametrów (objętości gazów, masy wyrzucanych skał, długości zasypanych wyrobisk górniczych, liczby wyrzutów) charakteryzujących skutki wyrzutów gazów i skał w kopalniach węgla kamiennego. Osiągnięcie to **mieści się w zakresie dyscypliny naukowej górnictwo i geologia inżynierska** i może znaleźć zastosowanie praktyczne w ocenie opłacalności i planowaniu eksploatacji w zagrożonych złożach.

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 Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Macieja BODLAKA do dalszego trybu postępowania w przewodzie doktorskim, określonego przez tę Ustawę.

