

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**  
**pt. „Metoda oceny szczelności izolacji**  
**zrobów i nieczynnych wyrobisk**  
**w kopalniach węgla kamiennego”**

**Katowice, 3 września 2016 r.**

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

### pt. „Metoda oceny szczelności izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk w kopalniach węgla kamiennego”, której autorem jest mgr inż. Arnold Przystolik

---

#### 1. Wstęp

Recenzję rozprawy doktorskiej mgr. inż. Arnolda Przystolika opracowałem na zlecenie Naczelnego Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa, dr. hab. inż. Stanisława Pruska, prof. nadzw. w GIG, skierowane pismem z dnia 05.07.2016 r.

Szczegółowa ocena rozprawy doktorskiej odnosi się do warunków określonych 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. z 2003 r. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) w kontekście ich spełnienia.

#### 2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena rozprawy doktorskiej pt. „**Metoda oceny szczelności izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk w kopalniach węgla kamiennego**” przygotowanej w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach, w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska.

Po zapoznaniu się z przedłożoną rozprawą doktorską stwierdzam, że:

- przygotowana została pod kierunkiem promotora prof. dr. hab. inż. Andrzeja Strumińskiego, co spełnia warunek zawarty w art. 13. ust. 1. cytowanej ustawy;
- ma ona postać maszynopisu książki, przez co spełnia warunek zawarty w art. 13. ust. 2. cytowanej ustawy;
- zawiera streszczenie w języku angielskim, czym spełnia warunek zawarty w art. 13. ust. 6. cytowanej ustawy.

W dalszej części recenzji dokonana zostanie ocena pod kątem kolejnych wymagań dotyczących rozprawy doktorskiej – zawartych w art. 13. ust. 1. – tj. pod względem:

- oryginalności rozwiązania problemu naukowego przez Doktoranta,
- wykazania się ogólną wiedzą teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska,
- umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta.

### 3. Struktura formalna rozprawy doktorskiej

Strukturę rozprawy doktorskiej stanowią: rozdziały merytoryczne, podsumowanie wraz ze stwierdzeniami i wnioskami końcowymi, spisy rysunków i tabel oraz wykaz literatury. Recenzowana rozprawa zawiera łącznie 160 stron, w tym:

- pierwsze 5 stron (1-5), to strona tytułowa, streszczenie w języku angielskim, podziękowanie dla promotora i członków rodziny Doktoranta oraz spis treści,
- dalsze 144 strony (6-149), to tekst podany w siedmiu rozdziałach, zawierających 49 rysunków, 27 tabel i 40 wzorów,
- na kolejnych 3 stronach podany jest spis rysunków (150-151) – zawierający 105 pozycji – oraz spis tabel (152) – zawierający 30 pozycji,
- ostatnie 8 stron (153-160) stanowi bibliografia, zawierająca wykaz 201 ponumerowanych pozycji, przy czym poz. 126 i 127 są takie same zaś pozycje 144 i 145 stanowią całość; w rzeczywistości jest więc 199 pozycji, w tym 3 pozycje współautorskie Doktoranta.

### 4. Zakres tematyczny rozprawy i uwagi merytoryczne

Rozdział 1. (str. 6-9) to wstęp, w którym Doktorant od ogólnych stwierdzeń dotyczących wykorzystywania węgla kamiennego w energetyce, poprzez wskazanie na wzrost poziomu zagrożeń naturalnych, wynikających ze zwiększającej się głębokości prowadzenia eksploatacji pokładów węgla, dochodzi do istoty przedmiotu rozprawy, tj. do szczelności tam izolujących zroby i nieczynne wyrobiska. W konkluzji stwierdza, że „zagadnienie szczelnej izolacji z punktu widzenia praktyki górniczej jest oczywiste, jednak nie ma ono żadnych ram formalnych, które w jakikolwiek sposób klasyfikowały, bądź definiowały sprawę stopnia (jakości) omawianego uszczelnienia”.

W rozdziale 2. (str. 9-11) przedstawiono cel, tezę i zakres pracy doktorskiej. Punktem wyjścia jest odniesienie się do oceny jakościowej i ilościowej, jaką można zastosować kontrolując szczelność tam izolacyjnych. Przedstawiono tu istotność wpływu zmian ciśnienia atmosferycznego – nieustannych okresów zniżek i wzniesień – na jakość powietrza w wyrobiskach z opływowym prądem powietrza, a tym samym na bezpieczeństwo pracowników oraz wskazano na brak ustaleń, przy jakiej intensywności zmiany ciśnienia należy zwiększyć czujność, o której mówią zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące w górnictwie podziemnym. Doktorant stwierdza tu, że istnieje problem prowadzenia oceny szczelności tam izolacyjnych, w związku z czym postawione zostały dwa cele – naukowy i praktyczny.

Celem naukowym pracy jest badanie i analiza pomiarów zmieniającego się ciśnienia atmosferycznego na powierzchni oraz porównanie tych zmian ze zmianami różnicy ciśnień w wybranych tamach izolacyjnych, w wybranych tamach wentylacyjnych oraz w odpowiednim modelu. Celem praktycznym jest uzyskanie prostego „narzędzia”, umożliwiającego obserwację w czasie skuteczności prac doszczelniających otoczenie tamy izolacyjnej (górotworu) i jej wyposażenia, co ma pozwolić w dowolnym momencie kontrolować wpływ tych działań na stan szczelności (rozszczelnienia) tamy (zrobów).

Postawiona teza zakłada, że „długotrwała obserwacja i analiza zmian różnicy ciśnień w tamie izolacyjnej oraz istniejąca korelacja pomiędzy zmianami ciśnienia atmosferycznego a zmianami różnicy ciśnień w tamie izolacyjnej mogą być wykorzystywane do oceny stopnia szczelności izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk w górnictwie podziemnym”.

Podany przez Doktoranta zakres prac obejmuje m.in. omówienie: dotychczasowych metod oceny stopnia szczelności tam izolacyjnych, uwarunkowań stosowania tam izolacyjnych, wymagań przepisów regulujących kwestie izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk, czynników decydujących o przenikaniu gazów i szczelności tam izolacyjnych oraz – co najistotniejsze – omówienie metod i wyników przeprowadzonych przez Doktoranta badań na modelu fizycznym, a także na wybranych tamach izolacyjnych, w tym z zastosowaniem wskaźników oceny stopnia szczelności izolacji otamowanych wyrobisk.

Rozdział 3. (str. 11-35) zawiera przegląd dotychczasowych badań i metod oceny szczelności tam izolacyjnych. Doktorant omówił kolejno dziewięć metod, zarówno ilościowych jak i jakościowych. Część z nich służy do – w zasadzie – do oszacowania poziomu szczelności tamy, a część do stwierdzenia występowania na tyle znaczących, ewentualnych nieszczelności, które mogą stworzyć zagrożenie wentylacyjne. Jako pierwszą omówił metodę pomiarów składu powietrza przed i za tamą izolacyjną oraz pomiar różnicy ciśnień w tamie wraz z interpretacją wyników pomiarów. Jako drugą – metodę gazów znacznikowych, tj. aplikowania jednego z takich gazów (w przypadku górnictwa jest to SF<sub>6</sub>) do określonego punktu w celu stwierdzenia przepływu do innych określonych punktów wraz ze sposobem zinterpretowania rezultatów, z wykorzystaniem analizy pola potencjałów aerodynamicznych. Podał też utrudnienia występujące przy stosowaniu tej metody. Następnie omówił metodę z dodatkową tamą płócienną, polegającą na zabudowie takiej tamy – jako dodatkowej – w pewnej odległości przed badaną tamą izolacyjną. Wskazał zalety i wady tej metody, w tym przede wszystkim nie uwzględnianie przepływu powietrza (gazów) przez spēkany wokół tamy górotwór, a także konieczność wykonania i zdemontowania takiej dodatkowej tamy. Jako kolejną, omówił termowizyjną metodę kontrolowania tamy izolacyjnej i otaczającego ją górotworu za pomocą kamery termowizyjnej, w rezultacie czego uzyskuje się termogram tamy. Jednak – jak konkluduje Doktorant – metoda ta jest raczej metodą jakościową niż ilościową, wymaga systematycznej okresowej analizy obrazów termalnych i dużego doświadczenia ze strony prowadzącego obserwacje. Brak też kryteriów oceny, które mogłyby powstać po przeprowadzeniu długofalowych badań. Kolejną omówioną metodą jest metoda oceny wyrównywania ciśnień, polegająca na ocenie ilościowej procesu przenikania gazów między izolowanymi przestrzeniami, a czynnymi wyrobiskami oraz ocenie szczelności tych izolacji przestrzeni za pomocą współczynnika wyrównywania ciśnień. Wykorzystywana jest tu zasada, że im okres wyrównywania się w tamie różnicy ciśnień powstałej po wystąpieniu zmiany ciśnienia atmosferycznego jest dłuższy, tym szczelność tamy jest lepsza. Wskazano tu jednak na brak walidacji tej metody, pozostającej jedynie jako rezultat rozważań teoretycznych oraz na fakt, iż rozładowywanie różnicy ciśnień w tamie izolacyjnej nie przebiega przy dostatecznie długo trwającym stałym ciśnieniu atmosferycznym. To zaś, dla prawidłowego określenia wartości współczynnika konkretnej tamy wymagałoby wielu pomiarów dla uzyskania wyników z wykorzystaniem metod statystyki matematycznej. Następną omówioną metodą jest metoda z tamą regulacyjną, co polega na wyznaczeniu strumienia objętości powietrza przepływającego przez badaną tamę poprzez pomiary dwóch różnych stanów przepływu gazów. W tym celu wykorzystuje się pomocniczą tamę regulacyjną zabudowaną (dodatkowo) przed (patrząc od strony dopływu powietrza) tamą izolacyjną. Pierwszy pomiar wykonuje się przy stanie normalnym, zaś drugi wykonuje się po specjalnie dokonanej zmianie oporu tej pomocniczej tamy. W rezultacie określa się teoretycznie wyznaczony współczynnik proporcjonalności, nazwany współczynnikiem szczelności, który później pozwalać ma na proste obliczanie ucieczek powietrza przez tamę izolacyjną już tylko po dokonaniu pomiaru różnicy ciśnień, jaka w danym momencie występuje w tej tamie. W konkluzji

wskazano na wady metody wynikające z konieczności zabudowy dodatkowej tamy regulacyjnej i jej rozebrania, a także na niestabilność górotworu, co powodować może rozszczelnienia wokół tamy, a tym samym nie do końca możliwe stosowanie współczynnika proporcjonalności. Kolejną omówioną metodą jest metoda bilansu masy, w której – przy założeniu, że sieć ta jest w stanie ustalonym – na wynikową masę gazów w prądzie opływowym powietrza za otamowanym wyrobiskiem składają się masa gazów w prądzie powietrza płynącym przed odizolowanym wyrobiskiem i masa gazów przemieszczająca się poprzez tamę izolacyjną. Ponieważ, jak stwierdza Doktorant, wyznaczenie strumienia objętości gazów jest funkcją kilkunastu zmiennych, to przy złożoności pomiarów pośrednich obliczenie masy przemieszczającej się przez tamę izolacyjną może być obarczone dużym błędem, a trudny do spełnienia warunek stanu ustalonego sieci wymagałby stosowania tej metody wielokrotnie dla jednej tamy, aby z uzyskanych pomiarów i obliczeń móc wyciągnąć wnioski w oparciu o statystykę. Jako przedostatnia wymieniona jest metoda badania przenikania izotopów, przeznaczona dla kopalń gazów, a polegająca na badaniu zmienności składu trwałych izotopów węgla i wodoru z metanu, co pozwala na określenie migracji gazów w złożu w czasie i przestrzeni. Jednak z uwagi na to, że metoda ta wymaga szeregu czynności związanych z przygotowaniem próbek gazów do analizy oraz kosztownej aparatury i dużego doświadczenia ze strony badających, a także z uwagi na mogący nastąpić wzrost poziomu zagrożenia radiacyjnego praktycznie nie ma możliwości jej stosowania w kopalniach węgla kamiennego. Na koniec omówione zostały metody numeryczne, oparte na stosowanych metodach komputerowej symulacji procesu przewietrzania zrobów w połączeniu z całą siecią wyrobisk kopalni, czy też komputerowych programach numerycznej mechaniki płynów. Umożliwiają one na symulowanie przepływu gazów, płynu przez szczeliny pomiędzy blokami skalnymi, a tym samym umożliwiałyby symulowanie stanu rzeczywistego dla oceny szczelności tamy izolacyjnej. Występuje jednak szereg trudności w wyznaczaniu parametrów modelu numerycznego z wykorzystaniem danych uzyskanych z czujników kopalnianego systemu gazometrii automatycznej, co m.in. wynika z punktowego sposobu pomiarów w tych systemach oraz losowych zaburzeń sygnałów pomiarowych parametrów powietrza. To zaś, a także wynikająca z tego konieczność uwiarygodnienia uzyskanych danych poprzez ręczne pomiary porównawcze powodują, że metody te nie są bezpośrednio stosowane w ocenie szczelności tam izolacyjnych.

W podsumowaniu rozdziału stwierdzono, że zarówno metody jakościowe, jak i ilościowe oceny szczelności tam izolacyjnych są praktycznie mało, bądź w ogóle niestosowane. Stosowany zaś sposób w przypadku tam pożarowych jest archaiczny (opisany w 1974 r.), a polega na bieleniu ich wraz z przyległymi ociosami i stropem wyrobiska na długości 3 m od tamy oraz obserwacji rys na bielonych tamach lub ociosach, które świadczą o powstałych szczelinach. Z kolei stosowanie przed niektórymi tamami izolacyjnymi czujników metanometrii automatycznej służy praktycznie do stwierdzania ewentualnych zmian stężeń metanu przed tamą, czyli stwierdzenia pośrednio nieszczelności tam.

Celowo dosyć szczegółowo przytaczam opisane w rozprawie metody by podkreślić, jakie znaczenie ma temat podjęty przez Doktoranta.

W rozdziale 4. (str. 35-62) przedstawiono uwarunkowania stosowania tam izolacyjnych. W pierwszej kolejności omówiono wymagania przepisów w zakresie stosowania tam izolacyjnych przywołując odpowiednie zapisy ustawy Prawo geologiczne i górnicze oraz przepisów wykonawczych. Odnoszą się one do wyrobisk wybierkowych, korytarzowych oraz pionowych i do różnych sposobów izolacji, a także do różnego sposobu kontroli tam izolacyjnych. Jednak – jak słusznie podkreślono – przepisy nie zawierają jakichkolwiek wymagań co do kryteriów oceniających skuteczność prowadzonych prac uszczelniających zrobów, czy też szczelność tam izolacyjnych. W konkluzji

stwierdzono, że istnieje obowiązek pomiaru składu atmosfery za i przed tamą izolacyjną, przy czym jest to realizowane z różną, określoną częstotliwością, jednak całość jest dosyć lakoniczna, co zmusza kopalnie do ustalania własnych zasad postępowania w zakresie kontroli stanu tam izolacyjnych i ich ewentualnego wpływu na poziom zagrożeń aerologicznych w kopalni. Stwierdzono także, że kwestia szczelności tam izolacyjnych jest podnoszona tylko po wystąpieniu zagrożenia i podczas prowadzenia akcji ratowniczej pożarowej, metanowej oraz w przypadku tam izolujących pole pożarowe. Z kolei w warunkach nieakcyjnych oraz w polach niemetanowych kwestia szczelności tam schodzi na drugi plan.

W dalszej części omówiono funkcje i rodzaje tam izolacyjnych. Najpierw podano 10 zadań, które mogą takie tamy realizować, przy czym podkreślono, że najczęściej jest spełnianych kilka jednocześnie. Słusznie uogólniono też to do funkcji wentylacyjnych, o charakterze oddzielającej (odgradzającej), uszczelniającej i chroniącej (zabezpieczającej, osłaniającej). Doktorant zaproponował też, by tamom izolacyjnym wykonanym jako tamy przeciwwybuchowe przypisać funkcję uszczelniająco-chroniącą. Następnie omówiono trzy najistotniejsze powody izolowania wyrobisk, przy czym podkreślono, że z uwagi na rozszerzanie się zagrożenia metanowego i wzrastający jego poziom coraz częściej wyrobiska będą musiały być likwidowane za pomocą szczelnych tam (korków) lub tam o konstrukcji przeciwwybuchowej.

Opisano też zagadnienie przepływu gazów przez układ tama izolacyjna – górotwór, podkreślając, że migracja przez taki układ występuje stale, nawet w zlikwidowanych już dawno temu kopalniach. Podano także przykład celowego rozszczelniania tamy izolacyjnej jako działanie profilaktyczne. Po określeniu sposobów przepływu gazów przez tamę zaakcentowano, że o jego wielkości decydować będą nieszczelności o najmniejszym oporze. Wyjaśniono też, że pod pojęciem przepływu gazów przez tamę, czyli nieszczelności tamy rozumie się przepływ gazów przez kompleks: materiał tamy izolacyjnej, górotwór i wszystkie nieszczelności wokół wyposażenia tamy oraz na połączeniu tama – środowisko skalne. Na koniec tej części skonkludowano, że określenie strumienia masy gazów przenikających przez tamę wymaga – oprócz znajomości parametrów stanu gazów – wiedzy z zakresu ilości i parametrów geometrycznych szczelin w górotworze, co drogą analityczną jest niemożliwe.

Kolejnym omówionym w tym rozdziale zagadnieniem jest stan górotworu – jako jego szczelność – oraz szczelność tam izolacyjnych. Najpierw scharakteryzowano budowę górotworu pod kątem właściwości reologicznych, następnie podano wiele stwierdzeń dotyczących szczelności, a właściwie nieszczelności górotworu w obrębie prowadzonych robót górniczych, wynikających z szerokiej gamy badań. Podano też klasyfikacje masywu skalnego pod względem szczelinowatości, a także klasyfikację szczelin pod względem ich rozwarcia. Na koniec tej części bardziej szczegółowo omówiono dwie metody badania szczelinowatości górotworu i wymieniono jeszcze kilka innych metod.

Jako kolejne zagadnienie istotnie związane ze szczelnością układu tama izolacyjna – górotwór omówione zostało ograniczanie przenikania powietrza przez tamy izolacyjne. Doktorant opisał kilka sposobów zmierzających do zwiększenia oporu aerodynamicznego tamy (uszczelnianie tam i/lub górotworu) oraz zmniejszenia różnicy ciśnień wywołującej przepływ gazów. Zwrócił uwagę na dobre (mimo archaiczności) efekty wynikające z rapowania już wykonanej tamy izolacyjnej, z doboru odpowiedniego materiału i starannego zastosowania odpowiedniej technologii wykonania, z zastosowania metody numerycznej dla określenia wielkości deformacji danego wyrobiska, co w rezultacie powinno pozwolić podjąć odpowiednie działania profilaktyczne dla zabezpieczenia miejsca zabudowy tamy przed przewidywanym zniszczeniem i odkształceniami. Następnie dosyć szczegółowo omówione zostały metody powierzchniowe (powłokowe) i metody iniekcyjne doszczelniania kompleksu tama – górotwór. Podano to również sposoby i urządzenia jakie stosuje się

przy takich pracach. W końcowej części tego zagadnienia omówiono stosowanie przed tamami izolacyjnymi komór wyrównawczych (kompensacyjnych), wraz z określeniem ich zalet i wad, oraz komór inertyzacyjnych (gaszących), której przydatność zależy od szczelności górotworu w sąsiedztwie zasadniczej tamy izolacyjnej i tamy pomocniczej zbudowanej dla stworzenia komory inertyzacyjnej – jest nieprzydatna przy bardzo rozszczelnionym górotworze.

Ostatnim omawianym zagadnieniem w tym rozdziale jest oddziaływanie zmian ciśnienia atmosferycznego na tamy wentylacyjne. Rozpoczęto od wyjaśnienia pojęcia ciśnienia atmosferycznego, omówienia istoty zmian jego wartości. Następnie podano kilka przypadków zmian ciśnienia atmosferycznego i ciśnienia na tamie izolacyjnej przypisując poszczególne przypadki do czterech zakresów. Wszystko to zostało zobrazowane odpowiednimi rysunkami. Na koniec podano, że te przedstawione zależności zainspirowały Doktoranta do podjęcia próby badania zmiany różnicy ciśnień w tamie izolacyjnej w okresach zmian ciśnienia atmosferycznego.

Rozdział 5. (str. 63-101) zawiera opis metodyki badań, przy czym rozpoczyna go opis obserwacji zmian ciśnienia w tamie TI A oraz ciśnienia atmosferycznego, prowadzonych w latach 2001-2008, której to tamie przypisano charakter tamy wylotowej dla kompleksu zrobów pięciu ścian w pokładzie 510 Dw. Doktorant do dalszych rozważań wybrał jeden zakres pomiarów, najistotniejszy z punktu widzenia badacza. Dało się tu zauważyć zarówno wpływ zmian ciśnienia atmosferycznego oraz rozpoczętego i intensyfikowanego odmetanowania na zmiany różnicy ciśnień w tamie.

Następnie przedstawiono założenia metody badań zmian różnicy ciśnień w tamie izolacyjnej w czasie zmieniającego się ciśnienia atmosferycznego, które miały się charakteryzować prostotą, prowadzeniem ciągłych pomiarów w długim horyzoncie czasowym, rejestracją wyników pomiarów w formie cyfrowej oraz możliwością obróbki danych pomiarowych i wyciągania wniosków bez specjalistycznego oprogramowania lub urządzeń.

Dalsza część rozdziału zawiera szereg opisów. Opisano zakres badań, w tym najpierw warunki górniczo-wentylacyjne w miejscach prowadzonych przez 20 miesięcy badań 12 tam izolujących i oddzielających, mających charakter tam wlotowych i wylotowych – oraz podano lokalizację i opis miejsc pomiarowych dla każdej z badanych tam. Opisano także model fizyczny, który miał służyć jako odniesienie do pomiarów ciśnień w tamach. Następnie scharakteryzowano system monitorowania parametrów środowiska SMP, za pomocą którego rejestrowane i archiwizowane były wyniki pomiarów realizowanych przez opisany czujnik różnicy ciśnień MRC oraz mikroprocesorową stację pogodową MSP-1 wykorzystaną do pomiaru ciśnienia atmosferycznego. Dalej omówiono sposób przygotowania danych pomiarowych dla określenia rozkładu przedziałowego oraz rozkładu szczegółowego zmian ciśnienia oraz sposób filtracji tzw. wyników surowych.

W rozdziale 6. (str. 101-138) przedstawiono i omówiono wyniki pomiarów. W pierwszej części szczegółowo omówiono badania, jakie przeprowadzono w dziewięciu etapach na modelu fizycznym R, będącym rurociągiem. Zmieniano jego szczelność poprzez określone i sparametryzowane działania, co przy występujących zmianach ciśnienia barometrycznego umożliwiało obserwację przebiegu zmian ciśnienia w modelu względem występujących zmian. Dla każdego etapu przedstawiono na wykresie rozkład wartości mierzonej w poszczególnych przedziałach klasowych, zaś przykładowe wykresy punktowe, na których pokazano zmiany ciśnienia atmosferycznego wraz ze zmianami różnicy ciśnień z wyznaczonymi prostą regresji i współczynnikiem jej nachylenia, przedstawiono dla etapów I, VII i VIII. Ponadto przedstawiono też przykładowe wspólne wykresy z wynikami pomiarów ciśnienia różnicowego MRC i ciśnienia barometrycznego B dla etapów II, III, VI i V. Następnie dokonano oceny

zebranych wyników dla modelu R rozpoczynając od zestawienia podstawowych statystycznych miar opisowych. Zwrócono przy tym uwagę na dwa aspekty. Pierwszy, to fakt, iż – co prawda – w ocenie szczelności modelu im rozstęp R (tab. 15) jest większy, tym szczelność większa, tym nie mniej należy mieć uwadze wpływ zaburzeń wentylacyjnych. Stąd – jak stwierdzono – istotniejsze będą odchylenia standardowe, których większa wartość świadczy o większym odchyleniu od średniej, co z punktu widzenia rozproszenia pomiarów świadczy o większej szczelności modelu. Drugi odnosi się do oceny szczelności zamkniętej przestrzeni – stwierdzono, że jest ona tym lepsza im wyższa jest wartość współczynnika zmienności odchylenia standardowego, przy czym nie potwierdza się to w przypadku większego rozszczelnienia. Doktorant przeprowadza tu też wywody związane z analizą opartą o statystykę opisową, która nie daje pożądaney oceny poza wizualną oceną rozkładów cech lub porównywaniu wielkości bezwzględnych miar opisujących struktury zebranych pomiarów. Ze względu na różną liczebność zbiorów pomiarów i zakresów występowania, Doktorant zastosował m.in. wskaźniki struktury (częstości) mające doprowadzić do porównywalności poprzez jednakową szerokość przedziałów wielkości – ostatecznie przyjętą jako wielkość 25 Pa – oraz przyjętą (ostatecznie) liczbę przedziałów wynoszącą 22. Dzięki temu wyróżnił trzy poziomy rozkładu wartości mierzonej, co pozwoliło uznać, że im układ szczelniejszy tym rozkład cechy jest bardziej równomierny w poszczególnych przedziałach klasowych. W końcowym fragmencie tej części stwierdzono, że z punktu widzenia praktyki wentylacyjnej łatwiej byłoby posługiwać się wskaźnikiem liczbowym oceniającym stopień szczelności tamy. Omówiono tu, istotny dla rozprawy, współczynnik szczelności izolacji zamknięcia wyrobisk tamami izolacyjnymi ( $W_{ST_A}$ ). Wyjaśniono też, dlaczego przy ocenie szczelności nie można posłużyć się współczynnikiem koncentracji Pearsona ( $K$ ) do wzajemnych porównań rozkładów oraz dlaczego interpretacja wyników za pomocą względnego wskaźnika podobieństwa struktur ( $Z$ ) nie w każdym przypadku jest adekwatna do stanu rzeczywistego.

W drugiej części rozdziału omówione zostały wyniki pomiarów różnicy ciśnień z czujników MRC realizowanych dla trzech tam oddzielających, które przeanalizowano pod względem częstotliwości występowania poszczególnych wartości. Zilustrowano to m.in. wykresami szeregów rozdzielczych przedziałowych i liczebności względnej oraz zmian ciśnienia atmosferycznego i różnicy ciśnień w tamach. Skonkludowano to stwierdzeniem, że zmiany ciśnienia barometrycznego przenoszą się, w przypadku wyrobisk z tamami wentylacyjnymi oddzielającymi, w taki sposób i z taką prędkością, że nie mają one wpływu na wartość wskazań różnicy ciśnień czujnika pracującego w śluzie wentylacyjnej, która wynika z dyssypacji energii, jaką otrzymuje się na tym oporze lokalnym.

W ostatniej części tego rozdziału dokonano prezentacji i podsumowania pomiarów wykonanych dla wybranych do badań tam izolacyjnych. Analizowano rozkłady wartości mierzonej różnicy pod względem rozkładu częstości wartości mierzonej ciśnień i liczby przedziałów, co zilustrowano wykresami rozrzutu wyznaczonych wielkości, wraz z wyznaczonym współczynnikiem korelacji i wyznaczoną prostą regresji, oraz wykresami zmian ciśnienia atmosferycznego i różnicy ciśnień w tamie. Podano też przykładowe (dla czterech tam) zestawienie danych współczynnika korelacji i prostej regresji.

W ostatnim rozdziale – rozdział 7., (str. 138-149) – na wstępie dokonano podsumowania wykonanych analiz i zrealizowanych badań mających na celu opracowanie nowej metody oceny szczelności izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk w kopalniach węgla kamiennego. Wymieniono m.in. przeprowadzenie szczegółowej analizy znanych dziewięciu sposobów oceny ilościowej lub jakościowej stanu izolacji wyrobisk, uwarunkowań stosowania tam izolacyjnych, także czynników wpływających na intensywność łącznego przepływu gazów przez tamę i górotwór stanowiący



otoczenie tej tamy, czy też analiz zmian różnicy ciśnień w tamach izolacyjnych w czynnej kopalni węgla kamiennego. Wymieniono też m.in. przeprowadzenie długotrwałych obserwacji, badania korelacji jaka zachodzi pomiędzy zmianami ciśnienia atmosferycznego a zmianami różnicy ciśnień w tamach izolacyjnych oraz badania na modelu fizycznym.

W dalszej części rozdziału (podrozdz. 7.1) podano najważniejsze stwierdzenia sformułowane na podstawie zestawienia statystycznych miar opisowych i współczynnika szczelności izolacji zamknięcia wyrobisk ( $W_{ST,A}$ ) dla badanych tam izolacyjnych TI, zestawienia rozkładu częstości względnej w poszczególnych przedziałach, zestawień porównawczych wskaźnika podobieństwa struktur (Z). Wyjaśniono także dlaczego stwierdzone przeciwstawne wartości korelacji między pomiarami na modelu oraz w tamach izolacyjnych nie ma znaczenia dla badania zależności.

W kolejnej części rozdziału (podrozdz. 7.2) podano 13 wniosków ogólnych sformułowanych na podstawie przeprowadzonego studium literatury, przeprowadzonych badań in situ (w wyrobiskach dołowych) i analiz uzyskanych wyników w zakresie określania stopnia szczelności izolacji zbędnych wyrobisk górniczych. Zaś na koniec (podrozdz. 7.3) podano 14 wniosków z przeprowadzonych badań.

Rozdział ten potwierdza, że przyjętą w założeniu nową metodę oceny szczelności izolacji wyrobisk górniczych opracowano i uwiarygodniono w przeprowadzonych badaniach na modelu i w badaniach prowadzonych na rzeczywistych tamach izolujących i oddzielających.

## 5. Uwagi merytoryczne

W trakcie recenzowania przedmiotowej pracy doktorskiej nasunęło mi się kilka uwag o charakterze merytorycznym oraz kilka pytań o tym charakterze.

Pierwsza z uwag dotyczy rozdz. 1., gdzie na str. 6. pisząc o metanonośności podano, że – tu cytat: „W okresie ostatnich 10 lat wzrosła ona o  $2,56 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{Mg}_{\text{CSW}}$  (Krause 2008).” Przywołanie tu pozycji literatury z roku 2008 wskazuje, że przytoczony przyrost metanonośności dotyczy lat 1998-2007, a nie lat 2006-2015, co sugeruje to zdanie.

Druga uwaga dotyczy rozdz. 4., w którym na str. 35. zacytowano fragment obowiązujących przepisów związanych z likwidacją zakładu górniczego w całości lub w części, i odniesiono to również do likwidacji wyrobiska. Cytat: „Ponadto w przypadku likwidacji zakładu górniczego, w całości lub w części (a likwidację wyrobiska można traktować, jako częściową likwidację zakładu górniczego), przedsiębiorca jest obowiązany: zabezpieczyć lub zlikwidować wyrobiska górnicze... zabezpieczyć niewykorzystaną część złoża kopaliny; zabezpieczyć sąsiednie złoża kopaliny; przedsięwziąć niezbędne środki chroniące wyrobiska sąsiednich zakładów górniczych; przedsięwziąć niezbędne środki w celu ochrony środowiska ...po działalności górniczej.” Nie można się zgodzić ze stwierdzeniem podanym przez Doktoranta w nawiasie tego zacytowanego fragmentu. Częściowa likwidacja zakładu górniczego to konieczność uruchomienia odpowiednich procedur, i to takich jak w przypadku likwidacji całego zakładu – chodzi o plan ruchu likwidowanego zakładu górniczego w całości lub w części. Takiego dokumentu nie wymaga się dla likwidacji wyrobiska. W obowiązujących przepisach wykonawczych, tj. w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy ... jest jedynie wskazanie na konieczność uwzględniania wpływu likwidowanych wyrobisk na sąsiednie partie pokładów i sąsiednie zakłady górnicze (§ 42. ust. 4. pkt 8), zaś nie ma mowy o tym, że ma to związek z częściową likwidacją zakładu górniczego.

Kolejne dwie uwagi również dotyczą rozdz. 4., a odnoszą się do fragmentu w którym wymieniane są zadania, jakie może spełniać tama izolacyjna. Na str. 40 podano:

- cytata pierwszy: „- ogranicza doptyw powietrza (tlenu) do pustek poeksploatacyjnych, w których pozostawiony węgiel ulega utlenianiu, co często prowadzi do zapoczątkowania procesu samozagrzewania się węgla, a tym samym do powstania pożaru będącego bardzo dużym zagrożeniem dla górników,”; stwierdzenie to tylko w pierwszej części jest w pełni prawdziwe, gdyż nie każdy proces samozagrzewania zapoczątkowany w tych warunkach doprowadza do powstania pożaru,
- cytata drugi: „- chroni przed przedostaniem się skutków wybuchu metanu w przestrzeni otamowanej do czynnych wyrobisk stwarzających szereg zagrożeń dla załóg górniczych,”; powinno to być uzupełnione również o wybuch gazów pożarowych, bo przed takim zjawiskiem też chroni tama izolacyjna o konstrukcji przeciwybuchowej.

Następna uwaga dotyczy opisu tabeli 21 (podrozdz. 6.1., str. 117), gdzie jej dwie części są identycznie nazwane (notabene z błędami w nazwie), z różnym układem, co powinno być w nazwie podane jako ich odróżnienie. Ponadto w pierwszej części wartości podano z dokładnością do setnych części, w drugiej – do tysięcznych.

Kolejna uwaga dotyczy wyboru wyników dla dokonania ich porównania. Otóż w podrozdz. 6.2 na str. 117. Doktorant podał, że do porównania wyników pomiarów ciśnienia z czujników MCR wybrano dzień 15.05.2014 r. – nie uzasadnił jednak dlaczego.

Ostatnia uwaga dotyczy rozdz. 7. o tytule „Podsumowanie, stwierdzenia i wnioski końcowe”, składającego się z trzech podrozdziałów. Tytuł sugeruje, że jest to już końcowa, kwintesencjonalna część pracy. I zanim nie przeczyta się całego rozdziału 7., to po przeczytaniu pierwszych sześciu rozdziałów i przeczytaniu tytułu rozdziału 7. ma się pewien niedosyt, i rodzi się pytanie, gdzie tu właściwie była w sposób klarowny opisana ta nowa metoda oceny szczelności? Otóż uważam, że pierwszy i drugi podrozdział powinny być odrębnym rozdziałem o tytule uwzględniającym tę nową metodę oceny. Dopiero podrozdział 7.3 mógłby stanowić ostatni rozdział.

Jeśli zaś chodzi o pytania, to pierwsze trzy dotyczą rozdziału 4., a każde dotyczy jednej z omawianych metod oceny szczelności tam izolacyjnych.

Pytanie pierwsze dotyczy zagadnienia regulacji potencjału aerodynamicznego stosowanej szczególnie w celu wyrównania spadków potencjału. Na str. 47. podano – cytata: „Zmiana masy gazów zrobowych przez regulowanie odmetanowania lub prowadzenie inertyzacji może być skuteczne (Kajdasz, Markiefka, Stefanowicz 2002), zmieniając wielkość różnicy ciśnień w tamie.” Czy w skuteczności chodzi o wielkość masy, czy o skład gazów?

Pytanie drugie dotyczy metody z zastosowaniem bezwymiarowego wskaźnika  $k$  określonego jako iloraz powierzchni przenikania szczelin w badanym odcinku otworu, wyliczonej na podstawie czasów spadku ciśnienia, do powierzchni pobocznic walca utworzonego z badanego odcinka otworu. Na str. 50. stwierdzono – cytata: „Z badań wynikało, że po dwóch latach wielkość otworu równoznacznego szczelinowatości w strefach przyociosowych wzrastała (z 40 do 80 cm<sup>2</sup>), a na głębokości 2 m ulegała niewielkim zmianom.” Wszak podany wzrost szczelinowatości w strefach przyociosowych to też zmiana. Czy zatem zmiany na głębokości 2 m miały charakter dodatni – pozytywny z punktu widzenia szczelności górotworu w przypadku budowy w takim miejscu tamy izolacyjnej, czy też ujemny (negatywny)?

Ostatnie pytanie trzecie ma związek ze szczelinowatością górotworu. Na str. 51. podano – cytata: „Do innych metod pomiarowych pozwalających na badanie szczelinowatości należą: karotaż g-g,

metoda sejsmoakustyczna, elektrooporowa lub ekstesometryczna, która pozwala mierzyć szczeliny o rozwarciu od 0,02 mm.” Czy zatem każda z tych metod pozwala mierzyć szczeliny o rozwarciu od 0,02 mm, czy tylko ekstesometryczna, a jeśli tylko ta, to jakiej wielkości rozwarcia są w stanie mierzyć pozostałe metody?

Podsumowując te uwagi, a także postawione pytania muszę stwierdzić, że choć są istotne z punktu widzenia merytoryki sensu stricte, to nie są jednak uwagami dotyczącymi przeprowadzonych przez Doktoranta badań, analiz wyników pomiarów i obliczeń, czy też formułowania wniosków i stwierdzeń.

## **6. Uwagi formalne**

Poza przedstawionymi wyżej uwagami merytorycznymi podaję też uwagi formalne, związane ze stosowanym nazewnictwem, redakcją tekstu, tabel i rysunków oraz innymi drobnymi błędami stwierdzonymi w recenzowanej wersji rozprawy doktorskiej.

### **a) Nazewnictwo**

Nazewnictwo zastosowane przez Doktoranta jest – poza kilkoma przypadkami – poprawne. Zwracam jednak uwagę na oznaczanie nowych elementów opisanego procesu badawczego. Doktorant w kilku przypadkach korzystał z takiego samego symbolu literowego. Literą „A” opisano „Cykl A” (np. str. 90), „Zakres A” (np. tab. 2 – str. 61), „zakreślenie A” (str. 100 – tekst, str. 101 – rys. 47). Z kolei literą „B”, oprócz opisu „Cykl B”, „zakres B”, „zakreślenie B”, oznaczono jeszcze „czujnik B” (str. 95) – mając na myśli przyrząd do pomiaru ciśnienia barometrycznego, a także oznaczono wartości pomiarów tego ciśnienia barometrycznego przedstawiając je na kilku rysunkach opisanych jako np. „Przykładowy wykres wspólny MRC i B dla R III” (rys. 54, str. 105), gdzie chodzi o przykładowy wykres zmian wartości ciśnień mierzonych w tamie (MRC) oraz zmian wartości ciśnienia barometrycznego (B). Trudno w takich przypadkach o jednoznaczną interpretację treści, jeśli zastosuje się np. skrót myślowy i napisana zostanie sama litera „B”. Przykład ze str. 98., gdzie zapisano – cytata: „ ... przez liczbę pomiarów unormowanych z B ...” a powinno być „... przez liczbę pomiarów unormowanych z czujnika B ...”. Zapisanie tylko „z B” bez dodania z „czujnika B” sugeruje w pierwszej chwili, że chodzi o Cykl B, o którym mowa na str. 99.

Ponadto, w kilku przypadkach Doktorant zastosował potoczne określenia. Np.: „44,8 mld ton” (str. 6) zamiast 44,8 mld Mg; „obiegowych” zamiast „opływowych” prądów powietrza (np. str. 11); „zamknięte” zamiast „zaizolowane” wyrobiska (np. str. 42); przeprowadzano „kontrolę dołową” zamiast „kontrolę miejsc zabudowy tam” (str. 73); cytata ze str. 73: „ ... i możliwością nie zaakceptowania takiego wyboru przez kopalnię.”, kiedy chodzi oczywiście o ewentualne nie zaakceptowanie przez odpowiednią osobę kierownictwa kopalni.

### **b) Redakcja tekstu, tabel i rysunków**

W zasadzie tekst zredagowany jest poprawnie, chociaż nie udało się uniknąć pewnych błędów.

Duże znaczenie w odbiorze pracy przez czytelnika ma porównanie przywołanych w tekście opisów z rysunkami. Dlatego przywołany rysunek powinien być możliwie jak najbliżej przywołania. W kilku przypadkach tej zasady nie zachowano, a dobitnym tego przykładem jest rys. 4. (str. 26), który dotyczy podrozdz. 3.3, a umieszczony jest w podrozdz. 3.4.

Mają też miejsce błędy stylistyczne. Np. na str. 63 podano – cytata: „Amplituda zmian różnicy ciśnień w poszczególnych dniach była znacząca i wynosiła ponad kilkadziesiąt mm H<sub>2</sub>O.” – to ponad

ile? Na str. 47 podano – cytata: „Do opisania przepływu powietrza w sieci kopalnianej ...” powinno być „Dla opisania przepływu powietrza w sieci kopalnianej ...”.

Z kolei w podrozdziale 5.4.1. podano – na podstawie instrukcji producenta – opis czujnika MRC i sposobu jego zamocowania i podłączenia do systemu, stosując tryb rozkazujący czasu teraźniejszego. Jest m.in. zapisane (str. 86): „Mierzone ciśnienia należy doprowadzić do czujnika za pomocą ...”, „Szczególną uwagę należy zwrócić na staranne dokręcenie nakrętek ...”, czy też „Węże należy prowadzić tak, aby..”. Zastosowany powinien być tryb czasu przeszłego dokonanego, czyli tak jak to zostało wykonane, tj. np.: „Węże poprowadzono tak, aby ...”, czy też „Mierzone ciśnienia doprowadzono do czujnika za pomocą ...”. Takie dosłowne przytaczanie czynności mających być wykonanymi nie ma właściwie uzasadnienia.

Ponadto, na str. 98, gdzie omawiane są cztery moduły dodatkowe oprogramowania, podano nazwę tylko trzech.

Zastrzeżenia budzi też sposób zredagowania wykazu literatury. W większości pozycji podano pełne imiona autorów i nazwiska, niekiedy podano tylko pierwszą literę imienia i nazwiska, a niekiedy tylko nazwiska. W niektórych pozycjach nie wymieniono wszystkich autorów – podano pierwszego współautora i in. np. Dziurzyński Waclaw i in. (poz. 32), Firganek i in. (poz. 34). Zazwyczaj wykaz literatury redaguje się tak, że podaje się nazwisko i pierwszą literę imienia autora/autorów. Także w tekście są błędy związane z przywoływaniem literatury, gdyż np. w niektórych przywołaniach wymieniono trzech (np. str. 26, 32), czy nawet czterech współautorów (np. str. 43), kiedy podaje się w takich przypadkach tylko pierwszego współautora dodając „i inni”. Kilka pozycji wydawniczych jest niewłaściwie opisanych, podano np.: „Miesięcznik WUG” zamiast: „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie”, jest „Bezpieczeństwo Pracy” zamiast „Bezpieczeństwo Pracy – Nauka i Praktyka”, czy też „Warsztaty 2009”, zamiast: „Warsztaty Górnicze 2009”. Ponadto, w wykazie tym dwa razy podana jest poz. Krause 2009 (poz. 76. i 81.) o różnych tytułach, co oznacza, że powinno być podane jako 2009a i 2009b. Zdublowano też (o czym już wspominałem) publikację w poz. 126 i 127. Nie zachowano też kolejności alfabetycznej w wykazie literatury, czego przykładami są m.in. poz. 10, 11, 26, 71, 82, 104, 172, 173.

Ponadto, w wykazie literatury znajdują się trzy pozycje nie przywołane w tekście: poz. 80 (Krause 2007), poz. 105 (Matuszewski Krzysztof, Nowak Joachim 2006) i poz. 113 (Miesięcznik WUG 2000). Z kolei niektóre pozycje w tekście przywołano z błędami, np.: na str. 11 przywołano pozycję literatury (Dziurzyński i in. 2010), a miała być poz. 30. Dziurzyński i in. 2010a, na str. 41 pozycję (Glubiak 2010), zaś w wykazie literatury (poz. 39) podano rok 2013, na str. 42 pozycję (Szlązak J., Szlązak N. 2002) zaś w wykazie (poz. 179) Szlązak Nikodem, Szlązak Jan 2002 oraz (Szlązak, Obracaj, Borowski 2004), zamiast Szlązak, Obracaj, Borowski 2003 (poz. 42); na str. 47 jest podane (Mikoś, Stewarski 1997), a ma być rok 1977 (poz. 112); na str. 57 jest podane (Bystroń 2002a) ma być (poz. 13) Bystroń 2000a.

Dosyć nietypowo są też przedstawione niektóre tabele. Np. tabele 8 i 9 umieszczone są obok siebie, wręcz się ze sobą stykają, a ich tytuły są nad nimi podane jako – cytata: „Tab. 8. (od lewej) Przykład tabeli ze statystyką opisową danych z MRC” i „Tab. 9. (od prawej) Przykład tabeli dla szeregu rozdzielczego danych z MRC”.

W stosunku do kilku rysunków nasuwają się wątpliwości związane z jednakowymi pod nimi podpisami, a innym ich zobrazowaniem. W rozdz. 6. zastosowano kilka razy jednakową nazwę – cytata: „Przykładowy wykres wspólny MRC i B dla R ...”. Ma to miejsce w podpisach pod rysunkami nr 52 dla RII (str. 104.), nr 54 dla RIII (str. 105.), nr 57 dla RVI (str. 107.) i nr 59 dla RV (str. 108.), na których pokazane są zmiany wartości ciśnień barometrycznego oraz w tamie. Z kolei na tak samo podpisanych rysunkach nr 60 dla RVII (str. 109.) i nr 63 dla RVIII (str. 110.) wykres zmian wartości ciśnień odniesiony jest do prostych regresji i podane są współrzędne tych prostych oraz

współczynniki ich nachylenia. Wydaje się, że takie jednakowe podpisy dla dwóch różnych rodzajów rysunków są niepoprawne.

### c) Drobne błędy formalne

W tekście nie uniknięto drobnych błędów, głównie tzw. „literówek”, np.:

- na str. 44 zapisano – cytat: „Np. kopalnia „Wieczorek” (Projekt ...2009) ...”, a powinno być „Np. w kopalni „Wieczorek” ...”
- na str. 50 – cytat: „Metoda aerometryczną stosowana jest ...”, a powinno być „Metoda aerometryczna stosowana jest ...”,
- na str. 68 – jest pomyłkowo podana „ściana 508” zamiast „ściana 558”,
- na str. 84 podano – cytat: „Dziurzyński, Wasileski 2013)”, a powinno być „Dziurzyński, Wasilewski 2013)”,
- na str. 105 – cytat: „Rozkład dla IV przedstawia ...”, a powinno być „Rozkład dla RIV przedstawia ...”
- na str. 143 zapisano – cytat: „...można wykorzystać do wyznaczenia drugiego **wskaznik szczelności izolacji** ...”, a powinno być „...można wykorzystać do wyznaczenia drugiego **wskaznika szczelności izolacji...**”,
- na str. 154, w wykazie literatury podano w poz. 30 i 33 – cytat: „Dziurzyński Wacława” zamiast Dziurzyński Wacław.

Liczne są też przypadki nieprawidłowego stosowania zapisów z użyciem myślnika „-” i dywizu „-” (rozdzielnika), szczególnie w wyrazach równoznacznych, np.: „cementowo –wapienną” zamiast cementowo-wapienną; „pożarowo – metanowego” zamiast „pożarowo-metanowego”; „popiołowo – wodną” zamiast popiołowo-wodną; „górnictwo – geologicznych” zamiast górnictwo-geologicznych; „wentylacyjno – górnictwo” zamiast wentylacyjno-górnictwo itp.

Są też przypadki niestosowania spacji, np.: zapisano: 1,5m<sup>3</sup>/s zamiast 1,5 m<sup>3</sup>/s; 1000m<sup>3</sup>/min zamiast 1000 m<sup>3</sup>/min; 12,6x4,5x4,5m zamiast 12,6 x 4,5 x 4,5 m; 0,25m zamiast 0,25 m; 3,5x3,5m do 1,45x1,49m zamiast 3,5 x 3,5 m do 1,45 x 1,49 m; 1500Pa zamiast 1500 Pa; 0,51m zamiast 0,51 m; 12,07m<sup>2</sup> zamiast 12,07 m<sup>2</sup> itp.

Przytoczone wyżej błędy, zarówno w nazewnictwie, redakcji tekstów, jak i pozostałe drobne błędy formalne nie świadczą o dużej staranności przy jej korekcie, jednak nie wpływają na merytoryczną wartość rozprawy. Nadmienię, że w przypadku wykorzystania tematu rozprawy w monografii należałoby te uwagi uwzględnić i konieczna byłaby profesjonalna korekta tekstu.

## 7. Ocena rozprawy doktorskiej

### a) Ocena pod względem oryginalności rozwiązania problemu naukowego

Biorąc pod uwagę przyjęty cel praktyczny, jakim było opracowanie prostego „narzędzia”, umożliwiającego obserwację w czasie skuteczności prac doszczelniających otoczenie tamy izolacyjnej (górotworu) i jej wyposażenia, należy stwierdzić, że jego osiągnięcie nie byłoby możliwe bez przeprowadzenia badań i analiz pomiarów zmieniających się ciśnień: atmosferycznego oraz w tamach izolacyjnych i wentylacyjnych, i w odpowiednim modelu.

Szczególnie istotną rolę odegrały tu oryginalne podejścia do rozwiązania problemu. Po pierwsze, zastosowanie oryginalnego modelu fizycznego jako wzorca szczelności całkowitej i regulowanej.

Modelem tym był rurociąg średnicy 300 mm i długości 102 m, z zaślepkami (na obu końcach) z otworami przelotowymi zakończonymi końcówkami typu „Stecko”. Był on poddany badaniom za pomocą czujnika różnicy ciśnień w stanie pełnej szczelności oraz w różnym stopniu rozszczelnienia, co dało łącznie dziewięć etapów pomiarowych, wykorzystywanych w dalszych procesach badawczych przeprowadzonych przez Doktoranta.

Po drugie, zastosowanie oryginalnego stopniowania w analizie danych pomiarowych, polegające na analizie danych uzyskanych z czujnika MRC w ramach cyklu określonego przez Doktoranta jako Cykl A, a w szczególnych, określonych przez Doktoranta przypadkach do analizy dodatkowej określonej jako Cykl B. Pozwoliło to na określenie rozkładu przedziałowego oraz rozkładu szczegółowego zmian ciśnienia.

Te dwa rozwiązane zagadnienia, ale także inne – o czym w dalszej części recenzji – pozwoliły na odniesienie się do pomiarów wynikających ze zmian ciśnienia atmosferycznego w sposób bardzo jednoznaczny. W konsekwencji umożliwiło wprowadzenie wskaźnika oceny szczelności.

W konkluzji oceniam, że Doktorant założył w rozprawie oryginalne zadania badawcze i je rozwiązał, przez co osiągnął założone cele i udowodnił założoną tezę. Potwierdzam też raz jeszcze, że poczynione przeze mnie uwagi merytoryczne nie zmniejszają oryginalności oraz znaczenia osiągniętych celów i udowodnienia tezy.

#### **b) Ocena pod względem wykazania się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska**

Ze względu na skomplikowaną materię i szeroki zakres zagadnień objęty pracą doktorską, Doktorant musiał wykazać się rozległą wiedzą w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska. W rozdziale 3. Doktorant dokonał przeglądu dotychczasowych badań i metod oceny szczelności tam izolacyjnych. Pokazał, chronologicznie, najważniejsze publikacje z tego zakresu poczynawszy od lat 50-tych ub. wieku. Zdecydowanie przeważają tu publikacje autorów krajowych, przy czym z publikacji zagranicznych autorów znalazły się te najistotniejsze – przede wszystkim badania z 1959 r. radzieckiego badacza, M. A. Patruszewa.

Dużo uwagi Doktorant poświęcił obszernej pracy z przedmiotowego zakresu, tj. pracy doktorskiej Mariana Dziurowicza z 1979 r., która bazowała na wynikach pomiarów uzyskanych na obiekcie specjalnie do tego celu wybudowanym. Rezultatem tej pracy jest – jak słusznie zauważył Doktorant – potwierdzenie intuicyjnie znanych zależności, takich jak np. to, że im tama ma większą grubość, tym ucieczki powietrza mniejsze, zaś im powierzchnia tamy większa tym ucieczki większe, czy też to, że tama z gazobetonów jest bardziej szczelna niż tama murowa. Doktorant przytoczył również publikacje krytyczne do wyników tej pracy doktorskiej oparte na wskazaniu różnicy pomiędzy badaniami M. Dziurowicza w warunkach modelowych, a występującymi warunkami rzeczywistymi. Te bowiem charakteryzują się spękaniem górotworu wokół tamy, stąd – jak zauważył – bliższe rzeczywistości wyniki uzyskiwał w badaniach M. A. Patruszew. Przytoczono też publikacje dotyczące stosowanych w kopalniach rud miedzi tam wentylacyjnych izolujących. Istotne jest też omówienie dziewięciu metod ilościowych bądź jakościowych, służących do oszacowania szczelności tamy lub stwierdzenia, czy tama stwarza zagrożenie aerologiczne.

Warte podkreślenia jest to, że Doktorant wykazał się wiedzą nie tylko z zakresu aerologii górniczej, ale także z zakresu geomechaniki górotworu. Ze 171 przywołanych publikacji literaturowych 83 pozycji dotyczy aerologii górniczej, a aż 36 pozycji dotyczy geomechaniki. Dlatego też w rozdziałach 3. i 4. Doktorant z dużą swobodą porusza się po tematach przewijających się

w przywoływanych przez niego publikacjach, co potwierdza posiadanie dużej wiedzy teoretycznej popartej dużą wiedzą praktyczną z tej dyscypliny naukowej. Również w pozostałych rozdziałach pracy przywoływana jest właściwa bibliografia, i nie zmienia tego brak przywołania trzech pozycji umieszczonych w wykazie literatury.

W konkluzji oceniam ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska, wykazaną przez Doktorantkę w rozprawie, jako bardzo dobrą.

### **c) Ocena pod względem umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**

Przedstawiona w rozprawie doktorskiej tematyka była dla Doktoranta nurtującym zagadnieniem znacznie wcześniej, tj. od poczynionych w latach 2001-2008 obserwacji, kiedy to pracował jako osoba kierownictwa działu wentylacji w kopalni „Wesoła”. Obserwacje przez niego czynione zaburzały nieco powszechne pogląd o tamach izolacyjnych o charakterze jednoznacznie wlotowym i wydechowym ze względu na lokalizację danej tamy w sieci wentylacyjnej. Jednym z istotnych zagadnień z tym związanych był szczelność tam izolacyjnych, której nie można było jednoznacznie oceniać. Dlatego Doktorant postanowił opracować metodę oceny, co stopniowo realizował w kolejnych latach.

Proces badawczy przedstawiony w rozprawie doktorskiej charakteryzuje się pewną logiczną chronologią. Istotne działania dla prowadzenia pracy naukowej Doktorant zaczyna od rozpoznania tematu na podstawie literatury. Ponieważ dotyczy to jak już wspomniałem – szerokiego zakresu wiedzy, to pokazuje ją poprzez cytowanie literatury. Mając po tym rozpoznaniu literaturowym wystarczającą wiedzę w obszarze istotnym dla dalszego przebiegu rozprawy zakłada cel badawczy i cel praktyczny do realizacji oraz stawia tezę, która ma świadczyć, iż jest to możliwe do osiągnięcia.

Dla realizacji celu praktycznego służy dalsze rozpoznanie tematyki, ale już konkretnie ukierunkowane na współzależność warunków miejsca lokalizacji tamy – chodzi o geomechanikę – oraz rodzaj tamy i innych prac profilaktycznych mających przyczynić się do jak najlepszej szczelności. W dalszej części rozprawy określa konkretne problemy naukowe (opisane wcześniej), które rozwiązuje stosując kolejne, równie oryginalne sposoby i metody. Pierwszym z nich jest filtracja tzw. wyników surowych, polegająca m.in. na ich oczyszczeniu ze zbędnej szaty graficznej i dodatkowych informacji zapisywanych przez system dyspozytorski. Pozwoliło to sporządzić wykres przebiegu zmian ciśnienia barycznego i przefiltrowanych przebiegów zmian ciśnienia w tamach.

Kolejnym oryginalnym rozwiązaniem problemu doprowadzenia do porównywalności pomiarów ciśnienia atmosferycznego i w tamach, przy różnych czasach zapisywania zmian tych ciśnień i różnej ilości zapisanych wartości, było zastosowanie opracowanego dla tego celu programu komputerowego pn. „Filtrowanie obserwacji”. Co prawda, Doktorant sam tego programu nie napisał, jednak opracował algorytmy, w oparciu o które możliwe było uporządkowanie danych. Doktorant uznał bowiem, że jeżeli rozproszenie danych pomiarowych w poszczególnych przedziałach szeregu rozdzielczego będzie wyraźnie widoczne, to są przesłanki ku temu, aby uznać zamknięcie wyrobiska za szczelne.

I na koniec, oryginalne rozwiązanie Doktoranta w postaci wskaźnika liczbowego oceniającego stopień szczelności tamy. W zasadzie są to dwa współczynniki szczelności izolacji zamknięcia wyrobisk tamami izolacyjnymi – pierwszy o symbolu  $W_{ST\_A}$ , kiedy badanie i ocena kończą się po Cyklu A, oraz  $W_{ST\_B}$ , kiedy koniecznym było zastosowanie Cyklu B. Całość więc weryfikacja dokonana na badanych obiektach.

W oparciu o powyższe stwierdzam, że tak opracowana rozprawa doktorska świadczy o dużej samodzielności Doktoranta, co w konkluzji oznacza, iż pozytywnie oceniam jego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

#### d) Ocena ogólna rozprawy

Głównym miernikiem całości rozprawy doktorskiej pt. „Metoda oceny szczelności izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk w kopalniach węgla kamiennego”, są głównie jej walory poznawcze, czyli przedstawienie nowego i oryginalnego rozwiązania problemu badawczego, co bez wątplenia zostało osiągnięte.

Atutem rozprawy jest sposób przedstawienia tematyki w odniesieniu nie tylko do zagadnień czysto wentylacyjnych, czy też technicznych związanych z wykonaniem tamy, lecz także uwzględnienie geomechaniki. W całej rozprawie akcenty rozłożono na właściwe zagadnienia.

Duże doświadczenie praktyczne Doktoranta spowodowało, iż udało się w rozprawie doktorskiej uniknąć błędów merytorycznych dotyczących rozwiązywania problemu badawczego. Z błędów nie mających związku z procesem badawczym, tj. z opisanych przez mnie merytorycznych oraz formalnych i redakcyjnych, jeden uważam za na tyle istotny, iż ma wpływ na ogólną ocenę pracy. Chodzi mianowicie o odrębne wyartykułowanie sedna pracy czyli metody oceny szczelności izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk.

W konkluzji stwierdzam więc, że wymienione w recenzji mankamenty nie wpłynęły na istotę problemu jaki został rozwiązany i na osiągnięte cele. Spowodowały one jednak obniżenie mojej ogólnej oceny całej rozprawy doktorskiej do poziomu nie wyższego niż dobry.

#### 8. Wniosek końcowy

Na podstawie dokonanej recenzji rozprawy doktorskiej pt. „**Metoda oceny szczelności izolacji zrobów i nieczynnych wyrobisk w kopalniach węgla kamiennego**” stwierdzam, że:

- a) rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie przez Doktoranta problemu naukowego,
- b) rozprawa dotyczy dyscypliny naukowej górnictwo i geologia inżynierska oraz świadczy bardzo dobrze o ogólnej wiedzy teoretycznej Doktoranta w tej dyscyplinie,
- c) rozprawa potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta,

co stanowi spełnienie wymagań art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

W kontekście wcześniejszego stwierdzenia spełnienia także pozostałych wymagań stawianych przez tę ustawę rozprawom doktorskim – opisanych w pkt. 2. niniejszej recenzji – **wnioskuje o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Katowice, 03.09.2016 r.

