

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy: Stabilizacja siły podporności zmechanizowanej obudowy ścianowej

Autorka rozprawy: mgr inż. Beata BORSKA

Promotor: dr hab. inż. Dawid SZURGACZ, Centrum Hydrauliki DOH Sp. z o.o.

Promotor pomocniczy: dr inż. Jan GIL, Polska Grupa Górnicza S.A., Zakład Remontowo-Produkcyjny

Podstawa prawna

Recenzja rozprawy doktorskiej została opracowana na podstawie:

- ✓ pisma nr RDND09/90/2024 z dnia 25.03.2024 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Roberta KRÓLA;
- ✓ przedłożonej rozprawy doktorskiej w wersji papierowej i elektronicznej.

Charakterystyka ogólna rozprawy doktorskiej

Recenzowana rozprawa doktorska o objętości 126 stron zawiera streszczenie wraz z słowami kluczowymi, 13 rozdziałów, wykaz 131 pozycji literatury krajowej i zagranicznej (w tym 2 samodzielnych publikacji konferencyjnych i 9 współautorskich publikacji autorki rozprawy doktorskiej), wykaz 86 rysunków, spis 4 tabel oraz zestawienie najważniejszych skrótów i oznaczeń. Rozprawa została bardzo starannie opracowana w języku polskim z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi informatycznych, m.in.: edytora tekstu, oprogramowania CAD/CAE do projektowania wspomaganego komputerowo, programu graficznego i programu MATLAB.

Tematyka, cele i zadanie badawcze rozprawy doktorskiej są bardzo aktualne i istotne dla górnictwa węgla kamiennego, szczególnie w rejonach o złożonej budowie geologicznej i/lub wygaszanego wydobycia węgla kamiennego, gdzie występują niekontrolowane przyrosty koncentracji naprężenia w górotworze i zwiększone ryzyko wstrząsów wysokoenergetycznych. Problem wstrząsów wysokoenergetycznych i generowanych zagrożeń bezpieczeństwa pracy dotyczy większości kopalń węgla kamiennego (KWK) na Górnym Śląsku.

Autorka rozprawy doktorskiej dostrzegła możliwość zwiększenia bezpieczeństwa pracy górników i ochrony maszyn przed zagrożeniami od górotworu w polskich KWK poprzez rozszerzenie funkcjonalne układu hydraulicznego sekcji zmechanizowanej obudowy ścianowej o automatyczne doładowanie ciśnienia w przestrzeni podtłokowej stojaka. Funkcja automatycznego doładowania ciśnienia ma na celu:

- wyeliminowanie błędów ludzkich w zakresie ustawienia podporności – siły z jaką sekcja obudowy zmechanizowanej działa na strop wyrobiska;
- poprawę ustabilizowania siły podporności obudowy zmechanizowanej, a tym samym:

- ✓ zapewnienie uzyskania założonej podporności wstępnej i zachowania wymaganej podporności przez sekcje obudowy zmechanizowanej;
- ✓ zmniejszenie nierównomierności obciążenia stropu wyrobiska przez sekcje obudowy zmechanizowanej i poziomu ryzyka indukowania opadów skał stropowych przez obudowę zmechanizowaną;
- minimalizację niekorzystnych skutków wewnętrznych i zewnętrznych przecieków siłownika stojaka, narastających z czasem jego eksploatacji, na parametry podporności danej sekcji obudowy zmechanizowanej;
- minimalizację skutków wahań i spadków ciśnienia w długiej magistrali zasilania kilkunastu sekcji obudowy zmechanizowanej.

Tematyka i zawartość merytoryczna rozprawy wpisuje się w dziedzinę nauk inżyniersko-technicznych oraz dwie dyscypliny:

- ✓ **Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka:** w zakresie działalności przemysłowej zmierzającej do bezpiecznego wydobycia węgla kamiennego (kopaliny mającej bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo energetyczne kraju) z wykorzystaniem m.in. zmechanizowanej obudowy ścianowej;
- ✓ **Inżynieria Mechaniczna:** w zakresie projektowania, wytwarzania oraz eksploatacji maszyn i konstrukcji, m.in. zmechanizowanej obudowy ścianowej i jej układu hydraulicznego.

Zakres rozprawy doktorskiej obejmuje:

- ✓ rozpoznanie problemu badawczego w KWK Polskiej Grupy Górniczej S.A.;
- ✓ wybrane aspekty metodyczne prac badawczych, teoretyczne, metrologiczne i analityczne;
- ✓ modelowanie numeryczne obiektu badań;
- ✓ wybrane badania laboratoryjne demonstratora nowej technologii - zmodernizowanego układu hydraulicznego zespołu sterowania stojaka sekcji obudowy zmechanizowanej;
- ✓ badania prototypu rozwiązania konstrukcyjnego w warunkach zbliżonych do rzeczywistych – w ścianie wydobywczej kopalni węgla kamiennego Polskiej Grupy Górniczej S.A. położonej na głębokości 780 – 850 m i nachyleniu podłużnym do 12°, w której:
 - a) eksploatacja była prowadzona systemem ścianowym podłużnym na zawał;
 - b) występowały liczne zagrożenia:
 - ✓ III kategoria zagrożenia metanowego,
 - ✓ I stopień zagrożenia wodnego,
 - ✓ klasa B zagrożenia pyłowego,
 - ✓ III – IV grupa samozapalności węgla,
 - ✓ ryzyko opadu skał stropowych ze względu na uwarunkowania geologiczne opisane w rozprawie na str. 84;
 - c) górotwór i skały w rejonie ściany nie były skłonne do tąpnięć - poziom ryzyka tąpnięcia był niższy niż w innych kopalniach spółki, co zapewniło bezpieczny poziom ryzyka wykonywania badań eksperymentalnych;
 - d) zakres roboczy obudowy zmechanizowanej wynosił od 2,4 do 4,4 metra.
- ✓ syntezę nowej wiedzy eksperymentalnej w celu wykazania poprawności tezy i osiągnięcia celów rozprawy doktorskiej oraz uzyskania zweryfikowanych danych wejściowych do badań wdrożeniowych zmodernizowanego układu hydraulicznego stojaka obudowy zmechanizowanej.

Struktura rozprawy jest logiczna i merytorycznie uzasadniona zarówno dla prac naukowych, badań przemysłowych i prac rozwojowych.

Rozdział **pierwszy** stanowi zwięzłe wprowadzenie do podjętej tematyki i motywacji realizacji wybranego tematu pracy.

W rozdziale **drugim** scharakteryzowano otoczenie obiektu badań i potencjalnego odbiorcę opracowanej technologii – Polską Grupę Górniczą S.A.

W rozdziale **trzecim** przedstawiono wyniki analizy skali zagrożenia tąpnięciami w polskich kopalniach węgla kamiennego oraz omówiono wyniki badań ankietowych przeprowadzonych wśród pracowników Polskiej Grupy Górniczej S.A. w obszarze realizowanego tematu.

Rozdział **czwarty** zawiera:

- skrócony opis zmechanizowanego kompleksu ścianowego, ze szczególnym uwzględnieniem obudowy zmechanizowanej i cyklu pracy sekcji obudowy zmechanizowanej
- definicje sił podporności wstępnej, nominalnej i roboczej, których wartości i dynamika zmian mają istotne znaczenie dla utrzymania wyrobiska ścianowego;
- przykładowe wyniki analizy stanu wiedzy i rozwiązań konstrukcyjnych w Europie dotyczących tematyki pracy (2 rozwiązania niemieckie i 3 polskie);
- zwięzły opis systemu monitorowania podporności RUFUS 3G firmy Elsta Elektronika Sp. z o.o. z funkcjami ręcznego i automatycznego systemu podporności sekcji obudowy zmechanizowanej, który wg danej literaturowej [52] znacząco zmniejszył liczbę obwałów skał stropowych i nieplanowanych postojów w biegu ścian wydobywczych KWK Piast-Ziemowit.

Na tej podstawie zaproponowano wprowadzenie funkcji automatycznego doładowania ciśnienia do układu podpornościowego stojaka obudowy zmechanizowanej, w celu zapewnienia stabilizacji siły podporności. Jednocześnie dostrzeżono skalę problemu badawczego – wprowadzenie nowych urządzeń do górnictwa podziemnego wymaga nie tylko spełnienia wymogów formalno-prawnych, ale również uzyskania dużej niezawodności i prostoty działania z uwzględnieniem rzeczywistych warunków pracy.

W rozdziale **piątym** postawiono tezę rozprawy:

„Wprowadzenie do układu hydraulicznego stojaka obudowy zmechanizowanej funkcji doładowania ciśnienia w jego przestrzeni podtłokowej wpłynie na poprawę parametrów podpornościowych sekcji obudowy dla utrzymania stateczności wyrobisk ścianowych”

Zdefiniowano również cele użytkowe, szczegółowe i naukowe oraz zakres pracy i metodykę badań zobrazowaną graficznie na rys. 5.1.

W rozdziale **szóstym** opisano pierwszy etap badań, który obejmował opracowanie uproszczonego modelu matematycznego siłownika stojaka (w celu oszacowania charakterystyki pracy stojaka) oraz metodologię badań symulacyjnych zobrazowaną na rys. 6.2. Na opracowanym modelu przeprowadzono symulacje numeryczne, na podstawie których uzyskano dane wejściowe do opracowania prototypu zmodernizowanego układu hydraulicznego z funkcją doładowania ciśnienia oraz oczekiwane charakterystyki pracy tego prototypu.

W rozdziale **siódmym** na rys. 7.1. przedstawiono propozycję zmian konstrukcyjnych w układzie hydraulicznym stojaka obudowy zmechanizowanej, z odniesieniem do aktualnego rozwiązania konstrukcyjnego. Niezbędne zmiany konstrukcyjne obejmują:

- dodanie w bloku zaworowym:
 - ✓ **zaworu progowego** (2c) o ciśnieniu otwarcia 9 MPa,
 - ✓ **dwóch zaworów zwrotnych** (2b) i (2d),
 - ✓ **przyłącza** do podłączenia węża magistrali doładowania,
 - ✓ **wewnętrznych kanałów** łączących ww. dodane elementy z istniejącymi;
- dodanie **magistrali doładowania** ciśnienia z:
 - ✓ **zaworem zwrotnym** (6) zabezpieczającym przed skutkami niesprawności dodanego zaworu zwrotnego (2d) w bloku zaworowym;
 - ✓ **zaworem odcinającym** (10) umożliwiającym użytkownikowi wyłączenie funkcji doładowania i przejście w dotychczasowy tryb pracy bez doładowania;

Podstawowe dane techniczne prototypu bloku zaworowego z funkcją doładowania zawiera tabela 7.1.

W rozdziale **ósmym** przedstawiono wybrane wyniki badań laboratoryjnych (stoiskowych) prototyp zmodernizowanego bloku zaworowego z funkcją doładowania ciśnienia, uzyskanych podczas rejestracji sygnałów ciśnienia z maksymalną częstotliwością próbkowania 1 kHz (czujniki analogowe) i 10 kHz (sygnały cyfrowe), na podstawie których zweryfikowano poprawność pracy zmodernizowanego bloku sterującego w symulowanych warunkach. Uzyskany wynik potwierdził osiągnięcie VI Poziomu Gotowości Technologicznej (PGT).

W rozdziale **dziewiątym** na rys. 9.2 przedstawiono wyniki pomiarów uzyskane przy pomocy dodatkowej aparatury badawczej i częstotliwości próbkowania sygnału 100 Hz w okresie około 6 miesięcy w warunkach pracy zbliżonych do rzeczywistości (łac. in-situ). W ścianie wydobywczej kopalni na stojaku hydraulicznym obudowy zmechanizowanej, w którym występowały wewnętrzne i zewnętrzne nieszczelności wykryte przez monitoring ciśnienia. Opisane fragmenty wyniki pomiarów zobrazowano na rys. 9.4 – 9.10. Na podstawie uzyskanych danych eksperymentalnych:

- ✓ potwierdzono przydatność automatycznej funkcji doładowania ciśnienia – tabela 9.2;
- ✓ wyznaczono charakterystyki wpływu doładowania na podporność – rys. 9.11;
- ✓ wyznaczono wpływ ciśnienia zasilania na podporność po doładowaniu – rys. 9.12;
- ✓ zobrazowano dynamikę doładowania przestrzeni podłokowej (rys. 9.13 – rys. 9.15); która ujawniła wpływ czynników pominiętych w badaniach symulacyjnych i laboratoryjnych;
- ✓ zobrazowano wpływ doładowania ciśnienia podczas narastającej nieszczelności zewnętrznej w stojaku hydraulicznym z nieszczelnością wewnętrzną (rys. 9.16 – 9.23), który ujawnił zaletę nowej funkcji: możliwość utrzymania wymaganych parametrów pracy sekcji obudowy zmechanizowanej przez kilkanaście dni, co umożliwia zaplanowanie jej wymiany bez awaryjnego przestoju obudowy zmechanizowanej;
- ✓ potwierdzono możliwość automatycznego korygowania błędów operatora obudowy zmechanizowanej, gdy sekcja nie uzyskała wymaganej podporności.

Stwierdzono, że proponowane rozwiązanie spełnia przyjęte założenia dla zapewnienia wymaganej podporności, co pozwoliło realizować dalsze badania.

W rozdziale **dziesiątym** wykonano równoczesne badania 3 egzemplarzy prototypu zmodernizowanego układu hydraulicznego w warunkach rzeczywistych, podczas prowadzenia eksploatacji obudowy zmechanizowanej w ścianie wydobywczej. Podczas eksperymentu biernego porównano pracę sekcji obudowy zmechanizowanej przy zastosowaniu standardowego (dotychczasowego) układu hydraulicznego i układu hydraulicznego z doładowaniem zaproponowanym przez autorkę rozprawy. Do pomiarów wykorzystano istniejący kopalniany system monitoringu ciśnienia, z częstotliwością próbkowania sygnałów 1 Hz, uzupełniony o dodatkowe czujniki na badanych prototypach. Przykładowe wyniki pomiarów zobrazowano na rys. 10.1 – rys. 10.4. Eksperymentalnie wykazano, że:

- w dotychczasowym rozwiązaniu konstrukcyjnym układu hydraulicznego sekcje obudowy zmechanizowanej mogą być rozpierane w wyrobisku ścianowym z dużymi różnicami siły podporności wstępnej, na co decydujący wpływ mają wahania ciśnienia w magistrali zasilającej (wahania do kilkunastu MPa) oraz spadki ciśnienia (od 2 do 5 MPa) w krótkim okresie po rozparciu sekcji obudowy;
- w zmodernizowanym układzie hydraulicznym obudowy zmechanizowanej:
 - ✓ uzyskuje się bardziej powtarzalne wyniki podporności wstępnej w sąsiednich sekcjach obudowy, co zapewnia równomierne podparcie stropu wzdłuż długości ściany oraz stabilną pracę obudowy zmechanizowanej;
 - ✓ niwelowany jest negatywny wpływ wahań ciśnienia zasilania sąsiednich sekcji obudowy zmechanizowanej na parametry podporności;
 - ✓ nie jest w pełni niwelowany wpływ różnicy średniego ciśnienia zasilania między sekcjami na parametry podporności.

Wskazano możliwość uzyskania większej powtarzalności podporności sąsiednich sekcji obudowy zmechanizowanej oraz skrócenia czasu rozpierania po wyposażeniu całego kompleksu obudowy zmechanizowanej w opracowany prototyp. Pozytywne wyniki badań

potwierdziły osiągnięcie IX PGT przez badany prototyp zmodernizowanego układu hydraulicznego.

W rozdziale **jedenastym** przedstawiono wnioski z realizacji pracy doktorskiej. Wyniki prac badawczych potwierdziły przyjętą tezę rozprawy doktorskiej. Zakres merytoryczny pracy zapewnił uzyskanie założonego celu utylitarnego i celu szczegółowego. Osiągnięty został również cel naukowy.

W rozdziale **dwunastym** przedstawiono podsumowanie pracy, w tym pozytywny wpływ opracowanego prototypu na poprawę parametrów podporności stojaka hydraulicznego obudowy zmechanizowanej, bezpieczeństwo pracy górników, zachowanie ciągłości eksploatacji i minimalizacji nieplanowych przestołów oraz zwiększenie efektywności wydobycia węgla kamiennego.

W rozdziale **trzynastym** wyznaczono kierunki dalszych badań przedwdrożeńowych i wdrożeńowych.

Uwagi szczegółowe:

Pomimo zachowania staranności edycyjnej w rozprawie występują drobne błędy edycyjne, m.in.:

- ✓ pominięto informację o typie cieczy hydraulicznej stosowanej w obudowach zmechanizowanych eksploatowanych w polskich KWK oraz cieczy używanej w badaniach stoiskowych i kopalnianych prototypu układu hydraulicznego z funkcją doładowania ciśnienia (w domyśle: wg norm ISO 5598:2020 i PN EN ISO 12922:2020 są to trudnopalne cieczy hydrauliczne kategorii HFAE i HFAS na bazie wody z dodatkiem koncentratów emulgujących), co utrudnia czytelnikowi weryfikację niektórych stwierdzeń autorki rozprawy doktorskiej, m.in. wpływu ściślności cieczy w pierwszej fazie ruchu tłoka (str. 59) czy pominięcie problemu kawitacji cieczy w układzie hydraulicznym obudowy zmechanizowanej;
- ✓ w niektórych przypadkach cytowane są tylko utwory wtórne z pominięciem utworu pierwotnego (źródła danych), m.in. tabela 3.3 i rys. 3.5 na stronie 20 oraz rys. 8.3 na stronie 73;
- ✓ str. 24: nazwa własna „Przemysł 4.0” została napisana z małej litery, pomimo że autorka zna i użyła poprawną zasadę pisowni tej nazwy własnej na str. 22;
- ✓ str. 40: w tytule podrozdziału 4.4. występuje dwuznaczność i uproszczona nazwa firmy. Obecnie Elsta Elektronika Sp. z o.o., która 10.05.2022 powstała z przekształcenia Elsta Elektronika Sp. z o.o. Spółka Komandytowo-Akcyjna. Spółka jest producentem systemu RUFUS 3G aktywnego podtrzymania ciśnienia w stojakach obudowy zmechanizowanej, używanego m.in. w obudowach zmechanizowanych firmy FAMUR, a nie producentem obudowy zmechanizowanej (wpływ dwuznaczności);
- ✓ str. 41: błędna funkcjonalność przypisana urządzeniu μ RUFUS: jest „czujniki podtrzymania ciśnienia” (skrót myślowy), powinno być: „Elektryczny System Pilotowego Sterowania Obudowami Zmechanizowanymi”. W ukończeniu systemu wchodzi: sterowniki typu μ DPS-100, separatory typu SEP-01, zasilacze typu EZI-01, elektrozapory, hydrauliczne bloki wykonawcze, niezbędne okablowanie systemu. Opcjonalnie system może zostać rozbudowany na życzenie klienta m.in. o czujniki pomiaru ciśnień w stojakach;
- ✓ str. 54: równanie (6.7) jest prawdziwe tylko przy założeniu, że ciśnienie nad tłokiem stojaka obudowy zmechanizowanej ma wartość zero;
- ✓ str. 57: brak rozwinięcia nazw skrótowca „ODE 2-rzędu” i „ODE 1-rzędu” (ODE, ang. **Order Differential Equation**) – równanie różniczkowe rzędu ... odpowiednio: drugiego o postaci $F(t, y, dy/dt, d^2y/dt^2)$ i pierwszego o postaci $F(t, y, dy/dt)$. Stąd błędne (skrót myślowy lub kalka językowa) sformułowanie „System ODE ...rzędu” zamiast „Układ ODE ... rzędu” lub „System dynamiczny opisany przez układ równań ... rzędu”;

- ✓ str. 64: na rys. 6.15 pominięto informację o wartościach współczynnika determinacji R^2 – miary jakości dopasowania zastosowanego modelu liniowego $y = ax + b$ do danych empirycznych z sześciu doładowań. Wizualnie, stosowany model liniowy zapewnia dobre dopasowanie do danych pomiarowych za wyjątkiem końcowej fazy doładowania oraz ostatniego (szóstego) doładowania. Dokładniejsze dopasowanie w pełnym zakresie doładowania zapewniłby model opisujący człon inercyjny II rzędu, który jednocześnie udostępniłby informację o dwóch stałych czasowych opisujących stany przejściowe.
- ✓ str. 68: w akapicie „Przy stosowaniu automatycznego doładowania ... Dodatkowo układ ten wyposażony jest w zawór przelewowy (5)...” występuje niespójność logiczna względem rys. 7.1. Zawór przelewowy (5) jest obecny w obu rozwiązaniach konstrukcyjnych (tradycyjnym i zmodernizowanym) układu hydraulicznego stojaka obudowy zmechanizowanej i pełni tę samą rolę;
- ✓ str. 72: brak nazwy przenośnego urządzenia pomiarowego i jego producenta (przenośnego wielofunkcyjnego ręcznego przyrządu pomiarowego **The Parker Service Master Plus** firmy Parker Hannifin Corporation) oraz informacji o paśmie pomiarowym i rozdzielczości konwersji analogowo-cyfrowej sygnałów czujników analogowych i cyfrowych;
- ✓ str. 113: w propozycji dalszych prac rozwojowych i wdrożeniowych pominięto aspekt badań niezawodnościowych.

Dostrzeżone drobne błędy edycyjne nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy.

Analizując zawartość merytoryczną pracy i cytowaną literaturę dostrzega się, że opiniowana rozprawa doktorska jest wydzielonym fragmentem wieloletnich prac badawczo-rozwojowych realizowanych z udziałem autorki i samodzielnie opracowanych wyników. Oczywistym jest, że szczegóły merytoryczne badanego prototypu bloku sterującego z funkcją automatycznego doładowania ciśnienia (założenia techniczne, dokumentacja konstrukcyjna, obliczenia wytrzymałościowe, CFD i niezawodnościowe) oraz pełne wyniki badań przemysłowych i prac rozwojowych są know-how Producenta, mają wartość rynkową i objęte są tajemnicą handlową. W efekcie, w publicznie dostępnej rozprawie doktorskiej pominięto niektóre szczegóły. Dlatego pojawiają się pytania dotyczące zagadnień merytorycznych rozprawy doktorskiej:

1. Dlaczego w uproszczonym modelu numerycznym stojaka hydraulicznego pominięto wpływ sił od grawitacji ziemskiej dla tłoka i płynu nad tłokiem?
2. Co to jest kawitacja i na jakiej podstawie przyjęto założenie, że kawitacja nie występuje w układzie hydraulicznym stojaka obudowy zmechanizowanej, szczególnie w przestrzeniach o dużym spadku ciśnienia, np. w zaworach?
3. Czy w badaniach laboratoryjnych analizowano widmo częstotliwościowe sygnałów ciśnienia cieczy hydraulicznej, m.in. w celu potwierdzenia poprawności przyjętego założenia dotyczącego braku kawitacji oraz oceny jakości pracy dodanych zaworów?
4. W omówieniu wyników badań prototypu wykonanych w kopalni dla niepełnego obserwatora stanu przy opisie nietypowych symptomów występują słowa „prawdopodobnie” i „wpływ górotworu”. Czy przewiduje się wykonanie uzupełniających badań laboratoryjnych (stoiskowych) dla pełnego obserwatora stanu (prototypu z rejestracją wszystkich sygnałów) w celu wyeliminowania tych niepewności, które mogą mieć wpływ na niezawodność zmodernizowanego układu hydraulicznego stojaka obudowy zmechanizowanej?

Podsumowanie i wnioski końcowe

Opiniowaną rozprawę doktorską mgr inż. Beaty BORSKIEJ pt. „Stabilizacja siły podporności zmechanizowanej obudowy ścianowej” oceniam pozytywnie. Uważam, że spełnia ona w pełni warunki i wymagania określone w art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2023, poz. 742):

- a) Opiniowana rozprawa doktorska prezentuje ogólną i specjalistyczną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie inżynieria środowiskowa, górnictwo i energetyka oraz jej umiejętności do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz prac badawczo-rozwojowych również w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.
- b) Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowo-badawczego z osiągnięciem **IX Poziomu Gotowości Technologicznej** przez przebadane egzemplarze prototypu zmodernizowanego układu hydraulicznego obudowy zmechanizowanej z funkcją doładowania ciśnienia w rzeczywistych warunkach pracy. Pozytywne wyniki badań symulacyjnych oraz badań eksperymentalnych prototypu w warunkach laboratoryjnych oraz kopalni węgla kamiennego potwierdziły zasadność i poprawność wprowadzenia zmiany funkcjonalnej (automatycznego doładowania ciśnienia), która będzie miała bezpośredni wpływ w sferze gospodarczej (w górnictwie węgla kamiennego) na:
- ✓ bezpieczeństwo pracy górników i poziom ryzyka uszkodzenia maszyn w ścianie wydobywczej narażonej na tąpnięcia;
 - ✓ zmniejszenie wpływu czynnika ludzkiego (operatora obudowy zmechanizowanej) na ryzyko indukowania niekontrolowanych wstrząsów, obsunięć i tąpnięć górotworu w ścianie wydobywczej, w wyniku niewłaściwego lub nierównomiernego ustawienia siły podporności w kolejnych segmentach obudowy zmechanizowanej;
 - ✓ możliwość zmniejszenia liczby nieplanowanych postojów obudowy zmechanizowanej poprzez wprowadzenia nadzorowanej eksploatacji jej segmentów z nieszczelnościami wewnętrznymi i zewnętrznymi;
 - ✓ możliwość bardziej efektywnego i ekonomicznie uzasadnionego zarządzania eksploatacją obudowy zmechanizowanej.

W związku z powyższym wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Beaty BORSKIEJ pt. „*Stabilizacja siły podporności zmechanizowanej obudowy ścianowej*” i dopuszczenie do publicznej obrony.

Uważam, że opiniowana rozprawa doktorska wyróżnia się zakresem zrealizowanych prac badawczych, szczególnie w części eksperymentalnej wykonanej w rzeczywistych, trudnych warunkach pracy obudowy zmechanizowanej w kopalni węgla kamiennego, a przebadane rozwiązanie konstrukcyjne zmodernizowanego układu hydraulicznego i uzyskane wyniki prac rozwojowych na IX Poziomie Gotowości Technologicznej wnoszą istotny wkład do górnictwa oraz wskazują techniczne możliwości poprawy bezpieczeństwa energetycznego kraju. W związku z powyższym proponuję wyróżnić rozprawę doktorską mgr inż. Beaty BORSKIEJ pt. „*Stabilizacja siły podporności zmechanizowanej obudowy ścianowej*”.

..Krosow... Włob... f.h..