



## RECENZJA

rozprawy doktorskiej

mgr inż. Arkadiusza Pawlikowskiego

*pt. „OCENA WPŁYWU CZYNNIKÓW*

*KONSTRUKCYJNYCH I EKSPLOATACYJNYCH*

*NA PODPORNOŚĆ SEKCJI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ*

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję pracy doktorskiej opracowano na podstawie Uchwały Rady Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej z dnia 24 czerwca 2014 roku oraz zlecenia Dziekana Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej Pana **prof. dr. hab. inż. Mariana Dolipskiego** z dnia 25 czerwca 2014 roku (numer pisma: Ldz. RGBD/273/13/14).

### 2. Ogólna charakterystyka pracy

Opiniowana praca stanowi zwarte opracowanie na temat problematyki określonej tytułem rozprawy liczące **122 strony**. Rozprawa składa się z **9 rozdziałów** o zróżnicowanej objętości, wykazu ważniejszych oznaczeń, **78 rysunków** oraz **8 tablic**. Wykaz literatury obejmuje **71 pozycji** w tym **17 publikacji zagranicznych**.

Promotorem pracy jest **Pan prof. dr hab. inż. Marek Jaszczuk**.

W krótkim, jednostronicowym **rozdziale pierwszym** przedstawiono uzasadnienie celowości podjęcia tematu realizowanego w ramach recenzowanej pracy doktorskiej. Podjęcie i realizacja tematu badawczego w ramach ocenianej pracy doktorskiej znajduje uzasadnienie w obszarze poznawczym dotyczącym zapewnienia prawidłowej

współpracy sekcji obudowy zmechanizowanej z górotworem, a więc ustalenia wpływu czynników konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej. Jak wiadomo wiedza w tym zakresie jest niezbędna do prawidłowego doboru sekcji obudowy zmechanizowanej do danych warunków geologiczno-górnictwowych.

W **rozdziale drugim** przedstawiono dotychczasowy stan wiedzy dotyczącej problematyki doboru sekcji obudowy zmechanizowanej w górnictwie europejskim, jak i światowym. Krótko scharakteryzowano modele opisujące utrzymanie stropu obejmujące równowagę sił, bez uwzględnienia konwergencji wyrobiska. Opisano również stosowaną w Polsce metodę doboru sekcji obudowy opartą o dopuszczalne ugięcia stropu, która pozwala na sprawdzenie wpływu parametrów sekcji obudowy zmechanizowanej na stan utrzymania stropu ze względu na przeciwdziałanie zawałowi lub obwałowi stropu. Na podstawie tej metody dobre utrzymanie stropu można osiągnąć gdy wskaźnik nośności stropu  $g$ , zależny od relacji jednostkowego nachylenia stropu i granicznego nachylenia stropu, jest większy lub równy 0,8.

W rozdziale tym skupiono się na przedstawieniu powstałej w ostatnich latach koncepcji krzywych reakcji górotworu GRC (*Ground Response Curves*), która pozwala na wyznaczanie wymaganej podporności sekcji obudowy na podstawie relacji obciążenia sekcji i konwergencji wyrobiska zapewniającej utrzymanie stanu równowagi stropowej bryły górotworu. Krzywe te zostały uzyskane na podstawie analizy wyników badań eksploatacyjnych i stanowią narzędzie, które pozwala na graficzną analizę interakcji górotworu i sekcji obudowy zmechanizowanej.

W rozdziale tym opisano również czynniki eksploatacyjne istotnie wpływające na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej takie jak: obciążenie ostony odzawałowej skałami tworzącymi zawał chaotyczny, uzyskana podporność wstępna i zróżnicowanie rozparcia stojaków na długości ściany.

W **rozdziale trzecim** przedstawiono cel i zakres pracy. Celem naukowym pracy jest wyznaczenie wpływu czynników natury konstrukcyjnej i związanych z użytkowaniem na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej w ścianach prowadzonych z zawałem stropu.

Osiągnięcie tak postawionego celu wymagało:

- opracowania modelu obciążenia zewnętrznego sekcji obudowy zmechanizowanej z uwzględnieniem podparcia stropowej bryły górotworu przez: sekcję obudowy, pokład węgla, skały tworzące zawał chaotyczny i uporządkowany;

- przeprowadzenia badań eksploatacyjnych, w trakcie których rejestrowano przebiegi czasowe ciśnienia w części podłokowej siłowników układu podpornościowego oraz położenie stropnicy, spągnicy i osłony odzawałowej;
- opracowania procedury wyznaczania sztywności podparcia stropowej bryły górotworu przez skały tworzące zawał uporządkowany;
- identyfikacji parametrów modelu;
- walidacji modelu;
- przeprowadzenia symulacji komputerowej pozwalającej na ustalenie wpływu podatności sekcji na warunki równowagi stropowej bryły górotworu;
- analizy uzyskanych wyników w aspekcie ustalenia wpływu obciążenia osłony odzawałowej, podporności wstępnej, podatności sekcji wynikającej ze sztywności stojaków, stopnia zapowietrzenia medium roboczego i wysokości ściany na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej;
- analizy danych doświadczalnych w celu ustalenia wpływu rzeczywistej podporności wstępnej i nierównomiernego rozparcia na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej i szybkość jej narastania;
- dokonania syntezy w oparciu o przeprowadzoną analizę uzyskanych wyników badań modelowych i doświadczalnych mająca na celu sformułowanie wniosków.

Istotnym novum w stosunku do dotychczas stosowanych modeli jest uwzględnienie: składowej poziomej reakcji zrobów, podatności sekcji oraz w postaci jawnej reakcji pokładu, zależnych od przemieszczenia stropowej bryły górotworu, której miernikiem jest zmiana kąta nachylenia pułapu wyrobiska. Ponadto w modelu wprowadzono obciążenie osłony odzawałowej skałami tworzącymi zawał chaotyczny. Zaproponowana procedura badawcza z wykorzystaniem opracowanego modelu pozwala na predykcję warunków równowagi stropowej bryły górotworu poprzez ustalenie konwergencji wyrobiska dla zadanych parametrów sekcji obudowy lub doboru parametrów technicznych i podporności wstępnej w celu uzyskania założonej konwergencji wyrobiska.

**Na podstawie założonego celu i przyjętego zakresu pracy uważam, że podjęty temat pracy doktorskiej jest trafny, a rozważane w niej zagadnienia mają znaczenie zarówno teoretyczne jak i praktyczne.**

**Rozdział czwarty** jest pierwszym z pięciu zasadniczych rozdziałów pracy. Podzielony jest na 5 podrozdziałów, w których przedstawiono model obciążenia sekcji obudowy zmechanizowanej oraz metodę wyznaczania: podporności stojaków i podpory stropnicy w funkcji zsuwu wywołanego przyrostem nachylenia stropowej bryły górotworu, obciążenia osłony odzawałowej wynikającej z nacisku skał tworzących zawał chaotyczny, reakcji pokładu oraz składowej pionowej reakcji zrobów w funkcji zgniotu.

**W rozdziale piątym**, podzielonym na 5 podrozdziałów omówiono metodykę prowadzonych badań, opisano szczegółowo i wyczerpująco tory pomiarowe wykorzystane do badań eksperymentalnych, jak i sposób opracowania wyników badań eksploatacyjnych. Na ich podstawie wyznaczono parametry w modelu obciążenia zewnętrznego sekcji obudowy zmechanizowanej umożliwiające wyznaczenie składowej poziomej reakcji zrobów, stanowiącej istotne novum przy wyznaczaniu wymaganej podporności sekcji obudowy zmechanizowanej niezbędnej dla zapewnienia równowagi stropowej bryły górotworu.

Model obciążenia zewnętrznego sekcji zweryfikowano doświadczalnie a następnie posłużył on do przeprowadzenia symulacji interakcji sekcji obudowy zmechanizowanej z górotworem. Na podstawie otrzymanych wyników symulacji uzyskano zależności graficzne, za pomocą których możliwe jest wyznaczenie zakresu podporności sekcji obudowy zmechanizowanej i konwergencji wyrobiska w warunkach danej ściany.

**W rozdziale szóstym** przeprowadzono symulację wpływu obciążenia osłony odzawałowej na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej. Wynika z niej, iż wyznaczenie wartości nacisku skał tworzących zawał na osłonę odzawałową, jak i punktu przyłożenia wypadkowej tego nacisku na osłonie jest problemem bardzo istotnym zarówno w aspekcie ustalenia podporności sekcji w warunkach danej ściany, jak i określenia obciążenia zewnętrznego osłony, które należy uwzględnić na etapie projektowania tego elementu.

**Rozdział siódmy** składający się z 2 podrozdziałów poświęcony jest analizie wpływu cech geometrycznych stojaka na charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy. Przedstawiono metodę wyznaczania sztywności stojaka dwuteleskopowego, w zależności od wysokości użytkowania, dla całego zakresu użytkowania sekcji. Wyznaczone charakterystyki sztywności stojaka dwuteleskopowego porównano z charakterystykami stojaka z przedłużaczem mechanicznym przy zachowaniu skoku odpowiadającemu zakresowi wysuwu stopnia I oraz jednoteleskopowego o średnicy równej cylindrowi I stopnia i zakresie wysuwu odpowiadającemu stojakowi dwuteleskopowemu. Uzyskane charakterystyki wykorzystano do wyznaczenia zależności podporności sekcji obudowy zmechanizowanej od przyrostu kąta nachylenia stropnicy, przy zróżnicowanej podporności wstępnej w warunkach obciążenia statycznego.

Na podstawie analizy stwierdzono, że dobór podporności wstępnej do warunków danej ściany powinien być dokonywany z uwzględnieniem charakterystyki podpornościowej sekcji obudowy zmechanizowanej, zależnej od konstrukcji stojaków i wynikającej z nich sztywności, cech geometrycznych sekcji obudowy zmechanizowanej, wysokości ściany i rodzaju skał zalegających w stropie wyrobiska.

**W rozdziale ósmym**, podzielonym na 6 podrozdziałów przeprowadzono analizę wpływu podporności wstępnej na obciążenie sekcji obudowy zmechanizowanej. Podobnie jak w rozdziale piątym przedstawiono metodykę badań i przygotowanie danych do analizy. Na podstawie danych eksploatacyjnych przeprowadzono analizę:

- zależności ciśnienia końcowego od ciśnienia wstępnego,
- wpływu zróżnicowania ciśnienia wstępnego na ciśnienie końcowe stojaków sekcji obudowy zmechanizowanej,
- wpływu ciśnienia wstępnego na szybkość narastania ciśnienia w stojakach,
- obciążenia zewnętrznego sekcji z uwzględnieniem obciążenia sekcji sąsiednich.

Analiza wyników, przedstawiona w rozdziałach od piątego do ósmego, pozwoliła na podsumowanie rozprawy i sformułowanie wniosków końcowych, które zamieszczono w **rozdziale dziewiątym**.

Dobór literatury, na który powołuje się Autor należy uznać za trafny. Ponadto na uwagę zasługuje fakt, iż w spisie literatury znajdują się 7 pozycji autorstwa lub współautorstwa Doktoranta.

### 3. Merytoryczna ocena rozprawy

Moim zdaniem godnym podkreślenia jest fakt, iż podjęty temat rozprawy doktorskiej Doktorant realizował **przede wszystkim na drodze badań eksperymentalnych**.

Mimo mojej generalnie bardzo pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Arkadiusza Pawlikowskiego mam kilka uwag , a mianowicie:

- Str.15,11 rząd .od góry

Doktorant pisze „błędne wyznaczenie podporności..... „ - w pracy [17]....

Doktorant koryguje ten „błąd” Pytanie jakie różnice w wynikach np [%] powodowało to „błędne” podejście ( moim zdaniem to raczej było podejście uproszczone,może nieściśle ,ale czy błędne?)

- Str 19 do 21 Rysunki

W pracy pisanej po polsku opisy rysunków powinny być wykonane w języku polskim. Zamieszczenie pod rysunkami „mini słownika” jak to czyni Doktorant moim zdaniem jest niepoważne. Tym bardziej ,że autorami źródłowej pracy [2] są polacy.....

- Str 19 -7 wiersz od dołu uwaga dotycząca cytowania literatury.-.Raczej powinno być - „Medhurst [40,41] ....



- .str 118 W spisie literatury w stosunkowo licznych pozycjach występują niepełne dane wydawnicze utrudniające identyfikacje publikacji -Tylko przykładowo wymieniam np....poz. [2] [9]
- Str 115 -We wnioskach w pierwszym zdaniu pominięto wpływ sił spójności „bryły” z górotworem wyżej zalegającym (do czasu oderwania się tej bryły od skał wyżej usytuowanych.)
- Czy nie można bardziej zunifikować jednostek stosowanych w pracy.  
Na przykład wymiary liniowe występują w pracy jako [mm], [cm] ,[m]

Ponadto chciałem zaznaczyć, że inne drobne uwagi redakcyjne przekazałem Doktorantowi zaznaczając je w tekście egzemplarza, który otrzymałem do recenzji. Jestem przekonany, że zostaną one uwzględnione przy dalszym publikowaniu wyników pracy.

#### **4. Wniosek końcowy**

Praca doktorska mgra inż. Arkadiusza Pawlikowskiego stanowi oryginalne rozwiązanie poprawnie postawionego problemu naukowego wchodzącego w zakres dyscypliny naukowej górnictwo i geologia inżynierska.

Autor rozprawy postawił sobie kilka znaczących zagadnień badawczych, które mają istotne znaczenie poznawcze oraz aplikacyjne i rozwiązał je w sposób poprawny, wykazując przy tym szeroką wiedzę i umiejętności w zakresie dyscypliny, której rozprawa dotyczy.

Do istotnych osiągnięć poznawczych należy zaliczyć ustalenie wpływu:

- konwergencji wyrobiska na kształtowanie się podporności sekcji obudowy zmechanizowanej;
- obciążenia osłony odzawałowej na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej;
- cech geometrycznych stojaków na charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej;
- podporności wstępnej na podporność stojaków sekcji obudowy zmechanizowanej;

- podporności wstępnej stojaków sekcji obudowy zmechanizowanej na szybkość narastania ciśnienia w stojakach;
- zróżnicowania podporności wstępnej na podporność stojaków sekcji obudowy zmechanizowanej;
- zróżnicowania podporności sekcji sąsiednich na obciążenie stojaków sekcji obudowy zmechanizowanej.

Układ pracy oraz jej język nie budzą zastrzeżeń (z uwzględnieniem wcześniej sformułowanych uwag). Na ogół myśli Autora sformułowane są jasno i zwięźle.

W związku z powyższym uważam, że zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm. w Dz. U. z 2005r., Nr 164, poz. 1365, ze zm. w Dz. U. z 2011r., Nr 84, poz. 455), a w szczególności z art. 13.1 oraz 13.2, recenzowana praca Pana mgr inż. Arkadiusza Pawlikowskiego pt. „Ocena wpływu czynników konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej” stanowi oryginalne rozwiązanie przez Autora problemu naukowego oraz wykazuje Jego ogólną wiedzę teoretyczną i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

**Wnoszę zatem do Rady Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej o przyjęcie recenzowanej pracy jako rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony, a po jej pozytywnym przebiegu o nadanie Panu mgr inż. Arkadiuszowi Pawlikowskiemu stopnia naukowego doktora nauk technicznych.**

Z poważaniem

Antoni Kalukiewicz



A handwritten signature in blue ink, which appears to be "Antoni Kalukiewicz".