

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Do Van Hoang pt. „Metoda doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych drążonych w warunkach geologiczno – górniczych kopalń w rejonie Cam Pha w Wietnamie”

1. Podstawa formalna recenzji

Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Do Van Hoang pt. „Metoda doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych drążonych w warunkach geologiczno – górniczych kopalń w rejonie Cam Pha w Wietnamie” opracowana została na podstawie zlecenia Dyrektora Głównego Instytutu Górnicztwa w Katowicach z dnia 19 lipca 2021 r. realizującego Uchwałę Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnicztwa.

Przedmiotowy przewód doktorski prowadzony jest zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w związku z art. 179 ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

2. Ocena celowości podjęcia badań

Udostępnienie i przygotowanie do eksploatacji złoża wymaga wykonania wielu wyrobisk korytarzowych, które drążone są często ze znacznym wyprzedzeniem czasowym w stosunku do eksploatacji złoża i przez to utrzymywane są w długim okresie czasu. Wyrobiska te spełniają podstawowe funkcje technologiczne związane z odstawą urobku, transportem, wentylacją czy odwadnianiem, co wymaga zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa konstrukcji obudowy oraz wymaganej wielkości przekroju poprzecznego. Dlatego problem doboru obudowy dla tych wyrobisk jest istotnym problemem.

Dobór obudowy o niewystarczającej w stosunku do oddziaływania górotworu podporności może w trakcie użytkowania wyrobiska stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa w postaci występowania obwałów lub zawału, ale najczęściej wiąże się z nadmiernym zaciskaniem przekroju wyrobiska powodując konieczność odtworzenia lub przebudowy wyrobiska na uszkodzonych odcinkach lub na całym wybiegu, a co za tym idzie wzrost kosztów eksploatacji. Dobór obudowy charakteryzującej się zawyżoną w stosunku do oddziaływania górotworu podpornością generować może zawyżenie kosztów, pogarszając w tym przypadku efektywność produkcji.

Z drugiej strony należy mieć świadomość, że na obszarach prowadzenia eksploatacji występują zmienne warunki tak pod względem budowy i właściwości masywu, technologii robót górniczych, mechanizacji prac, wymagań bezpieczeństwa pracy, wydajności, efektywności produkcji itd. W ramach prac badawczych i rozwojowych dzięki korzystaniu z nowych metod i narzędzi rozpoznawane są procesy zachodzące w górotworze pod

wpływem prowadzenia robót górniczych oraz stwarzane są możliwości posługiwania się w procesie projektowania nowymi narzędziami wykorzystującymi wyniki badań.

Dotychczasowe obserwacje, jak stwierdził Doktorant, wykazują, że w ostatnim okresie wraz ze zmianami warunków drążenia oraz utrzymywania wyrobisk przygotowawczych i wynikających z nich wymagań stosowane metody doboru obudowy nie gwarantują w pełni skuteczności zabezpieczenia tych wyrobisk.

Przedstawiona do recenzji praca dotyczy tego właśnie bardzo ważnego z punktu widzenia bezpieczeństwa i efektywności eksploatacji górniczej zagadnienia zachowania stateczności wyrobisk przygotowawczych w podziemnych kopalniach węgla kamiennego w rejonie Cam Pha w Wietnamie.

Biorąc zatem powyższe pod uwagę stwierdzam, że podjęcie tematu jest jak najbardziej celowe, a wyniki badań oczekiwane zarówno przez ośrodki badawcze jak i w szczególności przez praktykę górniczą.

3. Ogólne omówienie pracy

Przedstawiona do recenzji praca składa się z 187 ponumerowanych stron maszynopisu zawierającego streszczenie w j. polskim i j. angielskim, spis treści, 9 rozdziałów zawierających obok tekstu 73 tabele i 118 rysunków, spis literatury oraz 1 załącznik.

Streszczenia w j. polskim i j. angielskim o objętości ok. 1,5 strony każde zawiera uzasadnienie celowości podjęcia badań oraz syntetyczny opis zawartości pracy.

Rozdział 1 liczący niespełna 3 strony stanowi wstęp, w którym Doktorant przedstawił ogólne tło poruszanych w pracy zagadnień.

Rozdział 2 pracy liczący 22 strony obejmuje charakterystykę Zagłębia Cam Pha obejmującą lokalizację rejonu, opis warunków geologiczno – górniczych, opis metod drążenia wyrobisk korytarzowych, charakterystykę obudów stosowanych do zabezpieczenia wyrobisk korytarzowych w kopalniach Cam Pha oraz opis problemów związanych z zachowaniem stateczności wyrobisk przygotowawczych w kopalniach Cam Pha.

Rozdział 3 liczący 3 strony zawiera cel, tezę i zakres pracy. Doktorant sformułował cel naukowy pracy jako „określenie wpływu wybranych parametrów górotworu i obudowy na stateczność wyrobisk w warunkach geologiczno – górniczych w rejonie Cam Pha w Wietnamie”. Jako cel użyteczny Doktorant wyznaczył „opracowanie metody doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych drążonych w warunkach geologiczno – górniczych w rejonie Cam Pha oraz dobór konstrukcji obudowy w celu zapewnienia stateczności wyrobisk przygotowawczych”. Dla osiągnięcia zamierzonego celu sformułował tezę w brzmieniu: *„Możliwe jest wykorzystanie nowoczesnych programów komputerowych do projektowania i doboru obudowy zapewniającej stateczność wyrobisk przygotowawczych dla warunków geologiczno – górniczych kopalń Zagłębia Cam Pha. Połączenie modelowania numerycznego z badaniami in situ daje możliwość opracowania metody doboru obudowy dla warunków geologiczno – górniczych w Zagłębiu Cam Pha w Wietnamie.”* Dla osiągnięcia celów pracy i udowodnienia sformułowanej tezy założono zakres pracy obejmujący rozpoznanie literaturowe tematu, analizę warunków geologiczno – górniczych, badania dołowe, obliczenia numeryczne oraz opracowanie metody doboru obudowy.

W rozdziale 4 na 37 stronach Doktorant podjął temat metod doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych. Opis rozpoczął od ogólnych informacji na temat obciążenia obudowy wyrobisk korytarzowych i charakterystyki paru wybranych metod obliczania obciążenia obudowy. Następnie podjął temat metod doboru obudowy wyrobisk korytarzowych

stosowanych w kopalniach węgla kamiennego. Wymienił i podał wzory 10 metod empirycznych opartych na wskaźnikach jakości górotworu oraz scharakteryzował metody numeryczne. W przypadku metod numerycznych ograniczył się w zasadzie do opisu narzędzi projektowania (programy komputerowe), a nie samych metod. Kolejny podpunkt stanowi ogólna charakterystyka 4 metod (aplikacji) doboru obudowy stosowanych w polskich kopalniach węgla kamiennego. W dalszej części Doktorant podjął próbę zastosowania zasad stosowanych w Polsce w warunkach geologiczno – górniczych kopalń Zagłębia Cam Pha porównując wyniki analiz z zaleceniami obowiązującymi w Wietnamie. Porównanie to wykazało znaczne różnice wyników obliczeń uzasadniając celowość podjęcia prac nad opracowaniem nowej metody.

W rozdziale 5 liczącym 19 stron stanowiącym jedną z podstawowych części rozprawy, Doktorant przedstawił przebieg i wyniki badań dołowych zachowania się wyrobisk przygotowawczych. Badania przeprowadzono w 3 stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych w 3 wyrobiskach przygotowawczych w pokładzie 11 w kopalni Khe Cham. Badania obejmowały pomiary przemieszczeń względnych 4 reperów zastabilizowanych w stropie, spągu i ociosach chodnika. Na tej podstawie określono konwergencję poziomą i pionową przekroju poprzecznego badanych wyrobisk w okresie od ich wykonania przez okres do około 2 lat. Wyniki badań przedstawiono w postaci opisu słownego, wykresów, zestawień tabelarycznych i wzorów empirycznych dla poszczególnych stacji pomiarowych, wyrobisk i mierzonych wielkości.

Rozdział 6 o objętości 49 stron Doktorant przedstawił obliczenia numeryczne zachowania się wybranych wyrobisk przygotowawczych. Jest to również jedna z podstawowych części rozprawy. Symulacje przeprowadzono na modelu płaskim w postaci tarczy odwzorowującej budowę górotworu w rejonie wyrobisk, w których prowadzono badania dołowe przypisując poszczególnym warstwom właściwości określone na drodze badań laboratoryjnych i analiz teoretycznych. W modelach do obliczenia przemieszczeń górotworu oraz konwergencji wyrobisk wykorzystano program FLAC2D oparty o metodę różnic skończonych z zastosowaniem modelu sprężysto – plastycznego Coulomba – Mohra. Wyniki przeprowadzonych symulacji porównano z wynikami badań dołowych. W następnej kolejności Doktorant przedstawił wyniki analiz numerycznych pracy odrzwi obudowy. W oparciu o obliczenia numeryczne dla 6 modeli wyznaczono współczynniki przeciążenia obudowy oraz zasięgi stref zniszczenia skał.

Analizę stanu wyęźnienia obudowy przeprowadzono dla stanu jej usztywnienia przy wykorzystaniu programu COSMOS/M opartego o metodę elementów skończonych. Symulacje przeprowadzono na modelu płaskim w postaci łuku o przekroju poprzecznym odpowiadającym analizowanemu kształtownikowi. Obliczenia wykonano dwuetapowo. W pierwszym etapie przeprowadzono symulację zgodnie z normą PN-G-15022, a w drugim etapie określono wyęźnienie odrzwi wywołane obciążeniem wynikającym z ciężaru skały zawartej w obrębie stref zniszczenia wyznaczonej w etapie 1 obliczeń numerycznych. Wyniki obliczeń symulacyjnych przedstawiono w postaci opisu słownego, wykresów i zestawień tabelarycznych.

W rozdziale 7 liczącym 5 stron Doktorant przedstawił jeden z elementów celu użytkowego pracy, a mianowicie swoją propozycję metody doboru obudowy dla warunków geologiczno – górniczych Cam Pha. Metoda składa się z 7 etapów obejmujących: określenie warunków geologiczno – górniczych, wstępny dobór obudowy, określenie współczynnika redukcji, budowa modelu górotworu, budowa modelu obudowy, analizę stanu wyęźnienia odrzwi oraz dobór kształtownika, gatunku stali i rozstawu odrzwi.

W rozdziale 8 liczącym 15 stron Doktorant przedstawił 2 przykłady zastosowania opracowanej metody i otrzymane wyniki porównał z wynikami otrzymanymi z empirycznych metod stosowanych w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny w Polsce. Obliczenia wykonał dla chodnika transportowego ściany 9-4 oraz chodnika wentylacyjnego ściany 10-5 w kopalni Khe Cham II-IV w Zagłębiu Cam Pha. Przeprowadzona analiza porównawcza wykazała znaczące różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi z proponowanej metody, a wynikami uzyskanymi na podstawie metod stosowanych w Polsce.

Kolejny rozdział 9 to podsumowanie. Na 3 stronach sformułowano stwierdzenia końcowe. Stwierdzono, że cele pracy zostały osiągnięte, a teza pracy udowodniona.

Na końcu pracy zamieszczono spis literatury, który liczy 144 pozycje (w tym ponad 40 % w języku obcym). Wiele z wymienionych pozycji literatury nie zostało przywołane w tekście pracy.

Praca zawiera również 1 załącznik, w którym Doktorant zamieścił wyniki obliczeń symulacyjnych wielkości stref zniszczenia skał wokół wyrobisk przygotowawczych. Są to tabele 6.18 – 6.23 dotyczące zagadnień omawianych w rozdziale 6.

4. Ocena merytoryczna pracy

Ocenę merytoryczną pracy przeprowadzono pod kątem następujących aspektów:

- sformułowanie problemu i celowość podjęcia tematu,
- rozeznanie literaturowe podjętego tematu,
- zastosowane metody badawcze,
- prezentacja, interpretacja i analiza wyników badań,
- elementy pracy stanowiące indywidualne osiągnięcie Doktoranta,
- osiągnięcie założonego celu i udowodnienie postawionej tezy,
- formalne aspekty pracy.

Recenzowana praca porusza bardzo ważny, zarówno z punktu poznawczego jak i użytkarwego, problem dotyczący zapewnienia użyteczności wyrobisk korytarzowych w podziemnych kopalniach węgla kamiennego. Dotyczy rozwiązania konkretnego problemu technicznego dla poprawy funkcjonowania kopalni w rejonie Cam Pha. Dlatego też biorąc pod uwagę aspekty przedstawione wcześniej (punkt 2 recenzji) podjęcie tematu jest uzasadnione. Swoje zainteresowania Doktorant skupił na problemach zapewnienia stateczności wyrobisk przygotowawczych w podziemnej kopalni węgla kamiennego, a dokładnie na zagadnieniach związanych z projektowaniem tych wyrobisk. Temat pracy sformułowany został jednoznacznie określając cel, do którego dąży Doktorant, oraz beneficjenta wyników prowadzonych badań.

Każda praca naukowa powinna zawierać przegląd dotychczasowych rozwiązań w zakresie prowadzonych badań oparty o literaturę. Opiniowana praca zawiera elementy takiego przeglądu zamieszczone w rozdz. 1, 2 i 4. Jest on jednak bardzo ogólny i wybiórczy, ograniczający się głównie do wybranych aplikacji i narzędzi projektowania stosowanych w Polsce. Niedosyt zatem budzi taki opis podstaw prowadzonych badań, a zamieszczenie treści w różnych miejscach pracy, w rozdziałach o tytułach niekoniecznie z tym się kojarzących jest niekorzystne dla komunikatywności pracy. W przeglądzie tym Doktorant nie zawarł informacji z wymienionych w spisie literatury wielu pozycji, do wielu z nich się nie odwołał, przez co trudno uzasadnić celowość ich zamieszczenia w tym zestawieniu. W opisie brak wielu rozwiązań tak obliczania obciążenia jak i obliczeń parametrów podpornościowych

obudowy. Wykorzystanie rozwiązań z wielu publikacji zamieszczonych w spisie literatury mogło korzystnie wpłynąć na efekt końcowy pracy.

Opiniowana praca dotyczy konkretnego rejonu górniczego w Wietnamie. Stąd po zdefiniowaniu potrzeb odpowiednich służb kopalń rejonu Cam Pha w zakresie doboru obudowy dla wyrobisk korytarzowych, Doktorant podjął się rozwiązania tego zadania, do rozwiązania którego zastosował następujące metody badań:

- analizę geologiczno – geomechaniczną i górniczo – techniczną,
- badania dołowe w wyrobiskach czynnych kopalń,
- analizę numeryczną,
- algorytmizację zadań.

Analizy geologiczno – geomechaniczna oraz górniczo – techniczna omówione zostały w rozdz. 2 pracy, który stanowi ogólne kompendium wiedzy w zakresie lokalizacji, warunków geologiczno – górniczych, hydrogeologicznych, metod drążenia oraz stosowanych obudów wyrobisk przygotowawczych.

Jednym z elementów wkładu własnego Doktoranta w rozwój dyscypliny jest zaprojektowanie i przeprowadzenie badań dołowych w wyrobiskach przygotowawczych czynnej kopalni Kha Cham. Badania te w każdym stanowisku pomiarowym prowadzone były w długim okresie czasu (do 2,5 roku), co zawsze w warunkach czynnej kopalni stwarza wiele problemów technicznych i organizacyjnych. Doktorantowi przeprowadzenie tych badań w pełni się powiodło.

Analizę zasadniczo oparł na następujących założeniach:

- badania prowadzono w 6 stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych w 3 wyrobiskach przygotowawczych, w tym samym polu eksploatacyjnym, w pokładzie 11,
- rozpatruje się wyrobiska przygotowawcze wykonane w pokładach węgla poza strefą wpływów eksploatacji górniczej,
- wyrobiska zlokalizowane są na podobnej głębokości tj. 370 – 390 m,
- górotwór w otoczeniu analizowanych wyrobisk zbudowany jest ze skał karbońskich – ilowców, piaskowców, mułowców, zlepieńców i węgla,
- analizą objęto wyrobiska przygotowawcze o wielkości przekroju poprzecznego w świetle obudowy w granicach: szerokość: 3,27 – 4,07 m, wysokość: 2,65 – 2,98 m,
- analizowane wyrobiska zabezpieczone zostały stalową obudową odrzwiową podatną.

Dane do analizy zaciskania wyrobisk przygotowawczych przyjął z badań własnych. Tak dobrany materiał pozwalał na porównanie konwergencji wyrobisk zlokalizowanych na zbliżonej głębokości 370 – 390 m. Zaplanowane badania poprzez odpowiedni wybór lokalizacji stacji pomiarowych, obejmowały zróżnicowane warunki utrzymania wyrobisk.

Badania dołowe w wyrobiskach czynnych kopalń obejmowały pomiary zmiany odległości pomiędzy reperami zabudowanymi w stropie, spągu i ociosach wyrobiska, co pozwalało na określenie konwergencji przekroju wyrobiska. Te pomiary nie budzą zastrzeżeń. Wyniki pomiarów przedstawiono w sposób poprawny i czytelny. Jedyną uwagę jaką można zgłosić w tym przypadku, to przybliżony sposób wykreślenia wielkości i kształtu zaciśniętego przekroju poprzecznego wyrobiska w oparciu o 4 punkty i założeniu niezmienności punktu posadowienia odrzwi obudowy. Wykorzystując opracowane wykresy konwergencji przekroju wyrobiska wyznaczono funkcje trendu dla konwergencji pionowej i poziomej w czasie. Postać funkcji trendu dobrano prawidłowo (funkcja liniowa) uzyskując wartości współczynników determinacji, wynoszące od 0,7762 do 0,9847.

Trzecią metodą badawczą zastosowaną do rozwiązania postawionego w pracy zadania była analiza numeryczna, którą przeprowadzono wykorzystując do tego celu programy

obliczeniowe FLAC2D oparty o metodę różnic skończonych i kryterium zniszczenia Coulomba – Mohra oraz COSMOS/M oparty o metodę elementów skończonych. Problem rozwiązywano budując płaskie modele odzwierciedlające górotwór w otoczeniu analizowanych wyrobisk charakteryzując poszczególne warstwy właściwościami, których wartości przyjęto na podstawie dokumentacji. Wątpliwości budzi utożsamianie narzędzi (programów komputerowych) z metodami obliczeń. Programy komputerowe są narzędziem pozwalającym na przeprowadzenie skomplikowanych obliczeń w krótkim czasie i z reguły mają różne opcje do wyboru. W rozwiązaniu problemów naukowych istotą są metody obliczeń, na które powinno się głównie powoływać. W opiniowanej pracy stosowano różne metody modelowania (metoda elementów skończonych, metoda różnic skończonych), ale również wykorzystano równania stanu granicznego, elementy rachunku statystycznego itp.

Badania na modelach numerycznych oceniam jako poprawne. Zastosowanie modeli płaskich w przypadku wyrobisk korytarzowych, gdy wymiar wybiegu (długości) wyrobiska w stosunku do jego przekroju jest duży i trzeci wymiar modelu nie wpływa zasadniczo na wyniki analizowanych procesów w obliczeniach inżynierskich jest dopuszczalne.

Kolejną metodą badań zastosowaną do rozwiązania postawionego w pracy zadania jest algorytmizacja zadań. Podstawy tych metod Doktorant zastosował w opracowaniu metody doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych.

Podsumowując ocenę zastosowanych w pracy metod badawczych stwierdzam, że zastosowane w pracy metody w odniesieniu do jej celu, dobrane zostały prawidłowo.

W trakcie realizacji pracy Doktorant uzyskał wiele wyników uzyskanych z różnych metod badawczych i dotyczących różnych parametrów. Wyniki badań w pracy przedstawiono w postaci tabel, wykresów, wzorów lub map. Prezentacja wyników badań jest czytelna. Korzystne dla celu poznawczego jest powiązanie wyników badań modelowych z wynikami badań dołowych i laboratoryjnych. Pokazuje to sposób wykorzystania w praktyce wyników badań uzyskanych różnymi metodami. Przedstawienie, interpretację oraz analizę wyników badań w opiniowanej pracy oceniam pozytywnie.

Do elementów pracy stanowiących indywidualne osiągnięcie Doktoranta można zaliczyć:

- a) zaprojektowanie i przeprowadzenie w wytypowanych 3 wyrobiskach korytarzowych w 6 stacjach pomiarowych badań polowych o powtarzalnym zakresie rzeczowym i czasowym obejmujących pomiary przemieszczeń reperów zastabilizowanych w stropie, spągu i ociosach wyrobiska dla określenia konwergencji przekroju poprzecznego wyrobisk,
- b) powiązanie ze sobą badań laboratoryjnych, polowych oraz obliczeń numerycznych w aspekcie ich wykorzystania do określenia parametrów współpracy obudowy z górotworem,
- c) określenie zależności pomiędzy wielkością współczynnika redukcji wytrzymałości skał WR w funkcji czasu istnienia wyrobiska,
- d) opracowanie metodyki doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych, nie poddanych wpływom eksploatacji górniczej w kopalniach węgla kamiennego Zagłębia Cam Pha.

Cel naukowy pracy jako „określenie wpływu wybranych parametrów górotworu i obudowy na stateczność wyrobisk w warunkach geologiczno – górniczych w rejonie Cam Pha w Wietnamie” został osiągnięty, gdyż wykazano, że decydujący wpływ na stateczność wyrobisk mają głównie właściwości wytrzymałościowe i odkształceniowe skał budujących masyw, głębokość lokalizacji wyrobiska, wielkość i kształt przekroju poprzecznego, konstrukcja obudowy, materiał, z którego wykonana jest obudowa.

Cel użytkowy Doktorant w brzmieniu „opracowanie metody doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych drążonych w warunkach geologiczno – górniczych w rejonie Cam Pha

oraz dobór konstrukcji obudowy w celu zapewnienia stateczności wyrobisk przygotowawczych” został osiągnięty, gdyż w rozdz. 7 Doktorant przedstawił taką metodę, a w rozdz. 8 przykłady jej zastosowania.

Na podstawie powyższych stwierdzeń można wnioskować, że teza pracy w brzmieniu: „Możliwe jest wykorzystanie nowoczesnych programów komputerowych do projektowania i doboru obudowy zapewniającej stateczność wyrobisk przygotowawczych dla warunków geologiczno – górniczych kopalń Zagłębia Cam Pha. Połączenie modelowania numerycznego z badaniami in situ daje możliwość opracowania metody doboru obudowy dla warunków geologiczno – górniczych w Zagłębiu Cam Pha w Wietnamie.” została udowodniona.

Praca napisana została poprawnie pod względem językowym, jej układ i struktura jest prawidłowa. Cel i teza pracy zostały jasno i dokładnie sformułowane. Zaplanowany i zrealizowany szeroki zakres badań umożliwił udowodnienie postawionej tezy. Praca zawiera zatem wszystkie elementy wymagane w pracach naukowych.

Biorąc powyższe pod uwagę, recenzowaną pracę doktorską oceniam pozytywnie, gdyż zawiera ona oryginalne własne badania Doktoranta i wnosi nowe rozwiązania do reprezentowanej przez Niego dyscypliny naukowej. Wyniki tej pracy mogą być wykorzystane w pracach badawczych nad doskonaleniem metod projektowania i utrzymania stateczności wyrobisk korytarzowych w podziemnych kopalniach węgla kamiennego w rejonie Cam Pha w Wietnamie.

5. Uwagi krytyczne i zapytania do pracy

Recenzowana praca doktorska, jak już wcześniej wspomniano, zawiera elementy, które stanowią własny wkład Doktoranta. Doktorant nie ustrzegł się jednak pewnych niedociągnięć i błędów, które wymagają dodatkowych wyjaśnień, a mianowicie:

- Na str. 25 jest sformułowanie: „Modelowane wyrobisko zlokalizowane było w skałach, których wartości średnioważone parametrów mechanicznych przedstawiono w tabeli 2.2.”. Na rys. 2.20 model składa się z warstwy nad pokładem, pokładu i warstwy pod pokładem, a w tabeli 2.2 podano wartości parametrów charakteryzujących skały budujące poszczególne warstwy. Jak należy rozumieć cytowane zdanie: model nad i pod pokładem był modelowany jako uwarstwiony (wówczas rysunek jest błędny) czy tak jak na rys. 2.20 (górotwór nad i pod pokładem jest jednorodny) ? Jak określano przywołane w pracy wartości masywu ?
- W pracy prezentuje się obliczenia numeryczne wykazując maksymalne naprężenia zredukowane w odrzwiach, które modeluje się jako sztywne i posadowione na podporach stałych. W rzeczywistości są to odrzwia podatne. W analizie wyników nie odniesiono się do nośności złącz czy zasad posadawiania odrzwi na spągu wyrobiska. Problem staje się aktualny bo np. w tab. 2.10 na str. 31 i tabelach załącznika 1 wyraźnie pokazano przypadki uplastycznienia podłoża w miejscu posadowienia odrzwi, czyli konstrukcja zgodnie z zasadami stanu granicznego konstrukcji budowli osiągnęła stan graniczny. Czy Doktorant mógłby odnieść się to tych zagadnień ?
- Do obliczenia według metody 1 wymaganej odległości pomiędzy odrzwiami (tabela 4.10) powołano się na nomogramy opracowane dla przyjętego jednego gatunku stali. Dla innych gatunków stali „Zasadach ...” zalecono korzystać z podanego wzoru. Czy dla porównania wyników obliczeń uzyskanych z różnych metod przyjęto te same dane (w tym gatunek stali) ? Analizując wyniki obliczeń wymaganej odległości pomiędzy odrzwiami za

pomocą metody 1 zamieszczone w tabeli 4.10 można zauważyć, że w przypadku stanowisk pomiarowych SK1, SK3 i SK4 występuje przypadek, w którym nośność odrzwi z warunku wytrzymałości profilu jest mniejsza niż z warunku nośności złącza (świadczą o tym obliczone odległości d_{01} i d_{02}). Oznacza to, że obudowa pracuje jako sztywne, a nie podatne. Jak zatem skorygować przyjęte parametry podpornościowe obudowy, aby zachowała ona charakterystykę obudowy podatnej ?

- Na str. 89 na rys. 5.12 podano równania wyznaczone na podstawie analizy danych z określonego przedziału czasowego. Według nich występuje natychmiastowe zaciskanie: dla $t=0$ zmiany szerokości i wysokości wynoszą odpowiednio 0,039 – 0,366 m i 0,021 – 0,252 m przy wartościach końcowych podobnego rzędu. Dla jakiego przedziału czasu opracowane wzory są prawdziwe ?
- W pracy (rozdział 6.2.1) budowane są modele płaskie, co utrudnia modelowanie obudowy odrzwiowej o różnym rozstawie. Proszę przedstawić sposób odwzorowania zmiennego rozstawu odrzwi w płaskim modelu górotworu i wyrobiska (w odniesieniu do tab. 6.3).
- W rozdziale 6.3, w obliczeniach numerycznych obciążenie obudowy liczone jest z uwzględnieniem współczynnika redukcji wytrzymałości skał w zależności od czasu. Czy w modelach obudowy uwzględniono zmienność parametrów obudowy w czasie odpowiadającej np. jej odkształceniu się ?
- Tabela 6.5. przedstawia zestawienie wyników badań dołowych i modelowania numerycznego w celu ich porównania. W kolumnach zawierających wyniki badań dołowych zapisano wielkości konwergencji pionowej i poziomej, a w kolumnach dotyczących wyników badań numerycznych podano wartości z tabeli 6.4. zatytułowanej „Wyniki obliczeń maksymalna wartość przemieszczenia”. Czy porównywane wielkości dotyczą tego samego parametru (konwergencji) ?
- W rozdziale 6.5.2 analizę wyteżenia odrzwi przeprowadzono dla odrzwi sztywnych przyjmując obciążenie odrzwi ze strony górotworu określone jako ciężar skał zawartych w strefie uplastycznienia na długości 1 m wyrobiska (tabela 6.26). Z lokalizacji tych stref przedstawionych na mapach uplastycznienia (tabele 6.17 – 6.23) wynika, że obciążenie to działa na odrzwia pod innym kątem i jego wartości są inne niż podane w tabeli 6.26. Czy w obliczeniach uwzględniono ten problem ?
- W rozdziale 7 omówiono metodę doboru obudowy dla wyrobisk przygotowawczych wykorzystującą rozwiązania cząstkowe, zamieszczone w pracy i ocenione wcześniej. W projekcie wyrobiska należy podać wykonawcy nie tylko rozstaw odrzwi, rodzaj kształtownika czy gatunek stali, co jest przedmiotem obliczeń w metodzie. Jednak ponieważ obudowa, o której jest mowa jest konstrukcją podatną, zatem konieczne jest podanie również parametrów (nośności) złącza. Kolejny problem dotyczy posadowienia odrzwi obudowy. W metodzie stanów granicznych jako jeden z warunków osiągnięcia tego stanu podaje się uplastycznienie podłoża (że taki stan w analizowanych przypadkach występuje wykazały obliczenia numeryczne). Jak rozwiązanie tych problemów dla kompletności proponowanej metody widzi Doktorant ?

Oprócz wymienionych powyżej problemów do dyskusji w pracy stwierdzono sformułowania dyskusyjne oraz błędy edytorskie i formalne, które zalecam uwzględnić w trakcie przygotowania pracy do upowszechnienia, np. :

- Odwołania do literatury powinny być kierowane bezpośrednio do źródła, a nie do publikacji już przywołującej dany pogląd z innego źródła.
- We wstępie podano dyskusyjny pogląd o zmianach właściwości skał wraz ze wzrostem głębokości. Poglądy głoszone w XX wieku, wskazujące na ogólną zależność wzrostu

- wytrzymałości skał wraz ze wzrostem głębokości ich zalegania. Pogląd ten został sformułowany bez uwzględnienia tego, że wraz ze wzrostem głębokości zmienia się poziom stratygraficzny decydujący o zmianach budowy mineralogicznej poszczególnych skał powodującej wzrost właściwości wytrzymałościowych skał (pisał o tym np. A. Kidybiński w 1982). Pogląd o braku zależności pomiędzy wpływem głębokości na wartości właściwości skał tego samego poziomu stratygraficznego znalazł potwierdzenie w badaniach publikowanych w I dekadzie XXI wieku m.in. przez autora niniejszej recenzji.
- Rozdział 2 obejmuje opis warunków geologiczno – górniczych, jednak nie uwzględniono w nim zagrożeń naturalnych w kopalniach rejonu Cam Pha.
 - Str. 10 – jest „... wiele fałd i uskoków być „... wiele fałdów i uskoków ...”,
 - Str. 13 – na profilu na rys. 2.3 nie pokazano wszystkich pokładów eksploatowanych w kopalni Khe Cham (w tabeli wymieniono pokłady 11 – 16, a na profilu pokazano pokłady 8 – 13),
 - Str. 14 – Tabela 2.3 – jest „zasięg strefy uskokowej”. Należy doprecyzować czy to dotyczy szerokości strefy uskokowej czy np. zasięgu jego oddziaływania ? Pojęcie wymaga jednoznacznej definicji.
 - Str. 19 – rys. 2.10 – jest „... wyrobisk podziemnych ...” proponuję „... wyrobisk korytarzowych ...” lub „... wyrobisk przygotowawczych ...”. W użytym pojęciu należałoby uwzględniać również obudowy ścianowe, komór, tunele itp.
 - W rozdziale 2 w opisie elementów pomocniczych obudowy odrzwiowej Doktorant skrótowo omówił ich zadania, np. okładzin. Rola okładzin w obudowie odrzwiowej jest znacznie szersza niż to podano na str. 22. Okładzina przede wszystkim przejmuje obciążenia ze strony górotworu na odcinku pomiędzy odrzwiami i przekazuje je na odrzwia. Gdyby okładzina tylko służyła do podtrzymania wykładki, to niepotrzebne byłoby stosowanie okładzin o dużej nośności.
 - Na str. 23 w tekście należałoby jednoznacznie oddzielić opis teorii Protodiakonowa i Cymbariewicza. Aktualny tekst łączy te teorie tak, jakby była to jedna teoria.
 - Str. 24 – sformułowanie: „ciężar strefy” – powinno być „ciężar skał zawartych w obrębie strefy”
 - Str. 25 – 27 – rys. 2.20 – 2.23 dotyczą chyba różnych przykładów obliczeniowych, gdyż przyjmując zaleganie warstw jak na rys. 2.20 rozkład sił wewnętrznych w obudowie powinien być symetryczny na obwodzie obudowy.
 - Str. 33 – jest „...gabarytów wyrobiska...” powinno być „...gabarytów przekroju poprzecznego wyrobiska...”
 - Rozdz. 4. Określając obciążenie obudowy nie można ograniczać się tylko do obciążenia statycznego ze strony górotworu. Obudowa w wyrobisku jest również konstrukcją nośną dla jego wyposażenia, co współcześnie powinno się na etapie projektowania uwzględniać. W rozdziale tym brak jest również założenia o braku wpływów eksploatacji górniczej i innych czynników naturalnych i górniczo – technicznych.
 - Str. 38 – jest „... decyduje o wielkości i rodzaju konstrukcji ...” powinno być „...decyduje o wielkości i rodzaju obciążenia konstrukcji...”
 - Str. 42 – mało precyzyjne sformułowanie tytułu rozdziału. Proponuję: „4.2. Metody doboru obudowy wyrobisk korytarzowych stosowane w kopalniach węgla kamiennego.”
 - Str. 48 – mało precyzyjne sformułowanie tytułu rozdziału. Proponuję: „4.3. Dobór obudowy wyrobisk korytarzowych w oparciu o metody empiryczne stosowane w polskich kopalniach węgla kamiennego.”

- Str. 51 – Doktorant pisze, że w metodzie 1 wielkość obciążenia obudowy określa się z nomogramów. Niestety jest to efekt opierania się o wydane „Zasady doboru i projektowania ...” Będące uproszczonym narzędziem pomocniczym dla kopalń. Model obliczeniowy zastosowany do opracowania nomogramów obciążenia obudowy wykorzystuje model podany w PN-G-05600: 1998. „Podziemne wyrobiska korytarzowe i komorowe. Obudowa powłokowa. Zasady projektowania i obliczeń statycznych”. Wzory empiryczne opisujące nomogramy podane są w innych publikacjach naukowych, które nie zostały przywołane w opiniowanej dysertacji.
- Tabela 4.10. W tabeli występują wiersze nazwane: „Wymagana odległość między odrzwiami określona z warunku wytrzymałościowego profilu obudowy” oznaczona przez d_{01} oraz drugi wiersz „Wymagana odległość między odrzwiami określona z warunku nośności profilu” oznaczona przez d_{02} . Prawdopodobnie występuje tu błąd, bo opierając się na symbolach poszczególnych wielkości d_{02} w „zasadach ...” oznacza odległość między odrzwiami określoną z warunku nośności złącza.
- Rozdział 5.2 – w odniesieniu do lokalizacji stanowisk pomiarowych używa się skrótów myślowych (np. na x m) lub pojęć gwarowych (np. na metrażu). Dla czytelnika nie związanego z kopalnią jest to nieczytelne, bo nie wiadomo od którego miejsca w wyrobisku i w jakim kierunku te wielkości są mierzone. Położenie stanowiska powinno podawać się jako odległość od jednoznacznie określonego miejsca (np. połączenia z innym wyrobiskiem)
- Rozdział 5.3 – w opisie brak jednoznacznego określenia czasu, jaki minął od momentu wydrążenia wyrobiska do zabudowy stacji pomiarowej i wykonania pierwszego pomiaru. Ma to znaczenie dla oszacowania tzw. przemieszczeń natychmiastowych, które mogą występować w czasie poza okresem pomiarowym.
- Rys. 5.3 – 5.8 – W podpisach pod rysunkami jest: „... Zmiana gabarytów chodnika ...” powinno być: „... Zmiana gabarytów przekroju poprzecznego chodnika ...”.
- Tabela 5.4. – w główce tabeli występuje opis: „Wartość zmiany przekroju poprzecznego (m)”. Jednostką powierzchni przekroju jest m^2 , a nie m. W tak opisanych kolumnach podaje się zmiany szerokości i wysokości przekroju wyrobiska. Tytuł kolumn powinien brzmieć „Wartość zmiany wymiarów przekroju poprzecznego (m)”.
- Str. 87 – jest: „... przemieszczenie przekroju poprzecznego było zmienne ...” Sformułowanie jest niepoprawne. Chodzi o przemieszczenia obrysu wyrobiska (zaciskanie przekroju lub zaciskanie wyrobiska), a nie całego przekroju.
- Rys. 5,9 – jest: „...konwergencji konturu...” powinno być „... konwergencji przekroju ...”
- Str. 88 – w analizie wyników pomiarów stwierdzono, że wskutek nadmiernego zaciskania zastosowana obudowa nie zapewniła stateczności wyrobiska. Wskazane jest podanie jakie były dopuszczalne wielkości konwergencji badanych wyrobisk ?
- Str. 90 – podpis pod rysunkiem 5.15 przeniesiony został na następną stronę.
- Rozdział 6. Opis metody modelowania numerycznego ogranicza się do opisu narzędzia (programów komputerowych), a nie metody. W pracy naukowej istotą jest metoda, jej założenia i model matematyczny.
- Str. 94 i następne – rys. 6.1 – 6.6 – na rysunkach modeli stosuje się różne kolory dla poszczególnych skał. Może to być mylące. Dla pełnej komunikatywności pracy korzystne byłoby konsekwentne stosowanie tych samych kolorów dla poszczególnych warstw.
- Str. 98 – tab. 6.1 – błędnie opisana kolumna – jest: „ciężar objętościowy, γ (kg/m^3)”. W opisie podano jednostkę gęstości objętościowej. Gdyby w tabeli podano wartość

- ciężaru objętościowego należało podać jednostkę (N/m^3). Jeżeli poprawnie jest podana jednostka, to opis powinien brzmieć: „gęstość przestrzenna, γ (kg/m^3)”.
- Str. 99 – w pierwszym akapicie na tej stronie wymieniane są właściwości odkształceniowe i wytrzymałościowe górotworu wymagane do zadania w modelach numerycznych.
 - Str. 102 – nieprecyzyjne sformułowanie. Nie można utożsamiać przemieszczeń skał z zaciskaniem wyrobiska. Przemieszczenie jest wartością bezwzględną, a zaciskanie względną. Np. zaciskanie przekroju wyrobiska jest sumą przemieszczeń stropu i spągu (zaciskanie pionowe) oraz ociosów (zaciskanie poziome).
 - Tabela 6.4 – Tytuł tabeli w brzmieniu „Wyniki obliczeń maksymalna wartość przemieszczenia” jest obciążony błędem gramatycznym. Powinno być: „Wyniki obliczeń maksymalnych wartości przemieszczenia”, a w świetle wcześniej sformułowanej uwagi i zapytania może chodzi o konwergencję, a nie przemieszczenia ?
 - Str. 105 i następane – rys. 6.9 – 6.14 – niepoprawny opis osi. Jest: „Wartość zmiany przemieszczeń wyrobiska (m)”. Na wykresie opisano to jako przebieg konwergencji pionowej i poziomej. Prawidłowy opis: „Wartość konwergencji wyrobiska (m)”.
 - Rozdział 6.4. Opis analizy numerycznej pracy odrzwi obudowy jest bardzo ogólny przez co stał się mało komunikatywny. W analizie wyników obliczeń Doktorant wskazał na zależności zmiany wybranych parametrów wejściowych na wyniki obliczeń. Szkoda, że w analizie tej nie zastosował metod analizy wrażliwości.
 - Str. 130. – jest „...(MES) a pomocą programu...” powinno być „...(MES) za pomocą programu”
 - Str. 133 – rys. 6.43 – błąd w legendzie. Jest: „wskaźnik maksymalne nośności odrzwi k1” – powinno być „wskaźnik nośności odrzwi k1”. Nośność jest cechą konstrukcji i definiowana jest jako maksymalna siła lub ciśnienie jakie może przenieść konstrukcja.
 - Str. 134 – nieprecyzyjne sformułowanie tytułu. Jest: „6.5.2. Analiza odrzwi w warunkach obciążeń wybranych stanowisk badawczych” – proponuję: „6.5.2. Analiza wyłączenia odrzwi spowodowanych obciążeniem w warunkach wybranych stanowisk badawczych”
 - Str. 134 – tabela 6.26 – błąd w opisie kolumny jak w tabeli 6.1. na stronie 98. Ponadto niezrozumiały jest opis stanowisk: „w lewo ociosu”, „w prawo ociosu”. Chodzi chyba o „lewy ocios”, „prawy ocios”.
 - Rozdział 8 – tytuł rozdziału nie odpowiada w pełni jego treści. Ogólnie omówiono treści ściśle związane z tytułem rozdziału, a następnie przeprowadzono obliczenia według metod, które wcześniej zostały ocenione przez Doktoranta jako niewiarygodne. W tej sytuacji ich zastosowanie uznaję za niecelowe.
 - Str. 147 – rys. 8.2 – przekrój A-A (profil geologiczny) nie uwzględnia w górnej części warstwy piaskowca.
 - Str. 147 – tabela 8.1 – błąd w opisie kolumny jak w tabeli 6.1. na stronie 98. Brak właściwości dla piaskowca.
 - Str. 150 – tabela 8.3 – niezrozumiały opis kolumn: „Wyniki oceny z kształtowników odrzwi (gatunek stali)”.
 - Str. 151 – tabela 8.4 – w wierszu zawierającym wartość obliczeniową obciążenia statycznego obudowy wyrobiska według metody 1 podano błędną jednostkę. Jest (Pa) powinno być (kPa).
 - Str. 154 – tabela 8.6 – błąd w opisie kolumny jak w tabeli 6.1. na stronie 98. Brak właściwości ilowca.
 - Str. 155 – rys. 8.7 – przekrój A-A (profil geologiczny) nie uwzględnia w górnej części warstwy piaskowca, a w dolnej warstwy ilowca.

- Str. 157 – tabela 8.8 – niezrozumiały opis kolumn: „Wyniki oceny z kształtowników odrzwi (gatunek stali)”.
- Str. 158 – tabela 8.9 – w wierszu zawierającym wartość obliczeniową obciążenia statycznego obudowy wyrobiska według metody 1 podano błędną jednostkę. Jest (Pa) powinno być (kPa). Tytuł tabeli włączony jest do tekstu.

Wymienione powyżej uwagi krytyczne i zapytania do recenzowanej pracy nie obniżają zasadniczej jej wartości merytorycznej, którą ogólnie oceniam pozytywnie. Bardzo szeroki zakres przeprowadzonych badań i uzyskane tą drogą bogate wyniki mogą być wykorzystane zarówno w praktyce jak i w planowaniu dalszych badań nad problemem doboru obudowy dla wyrobisk korytarzowych zlokalizowanych w podziemnych kopalniach węgla kamiennego.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana praca wykonana została poprawnie pod względem merytorycznym i posiada zarówno walory poznawcze jak i użytkowe. Stanowi samodzielne rozwiązanie przez Doktoranta problemu naukowego z zakresu geomechaniki górniczej i budownictwa podziemnego. Doktorant wykazał się opanowaniem wiedzy teoretycznej z zakresu reprezentowanej dyscypliny oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w tej dyscyplinie. Tym samym spełnił wymogi formalne stawiane pracom doktorskim.

W związku z tym stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Do Van Hoang pt. „Metoda doboru obudowy wyrobisk przygotowawczych drążonych w warunkach geologiczno – górniczych kopalń w rejonie Cam Pha w Wietnamie” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki wraz z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2003, Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach o dalsze procedowanie przewodu i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

