

Gliwice dnia 12 grudnia 2019 r.

Prof. dr hab. inż. Piotr Strzałkowski

Katedra Geomechaniki i Budownictwa Podziemnego

Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej

Politechniki Śląskiej

RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ P.T.:
„OCENA WPŁYWU PODSADZANIA ZROBÓW ZAWAŁOWYCH NA OBNIŻENIA
POWIERZCHNI TERENU W WARUNKACH
GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO”
AUTORSTWA Pana mgr inż. Tadeusza Rutkowskiego

1. Podstawa formalna recenzji

Podstawę formalną recenzji stanowi zlecenie Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa Pana Prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska z dnia 06.11.2019 r.

2. Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Opiniowana rozprawa doktorska dotyczy wpływu doszczelniania zrobów zawałowych mieszaninami drobnofrakcyjnymi - produktami spalania węgla. W praktyce spotyka się również dodawanie do mieszanin odpadów poflotacyjnych. Zatlaczanie odpadów wpływa na zmniejszenie poeksploatacyjnych deformacji terenu górniczego, jeśli są one lokowane w zrobach przed ich zaciśnięciem. Zatem aby zatlaczanie było skuteczne musi być realizowane w ślad za postępującym frontem wybierania. W związku z dużym ograniczeniem w ostatnich latach eksploatacji prowadzonej z podsadzką hydrauliczną, doszczelnianie zrobów zawałowych jest coraz częściej stosowanym sposobem minimalizacji wpływów górniczych na powierzchnię. Zabieg ten posiada jeszcze jeden aspekt ekologiczny nie wskazany w opiniowanej pracy doktorskiej. Mianowicie odpady nie są składowane na powierzchni, dzięki czemu nie następuje degradacja krajobrazu, a odpady nie oddziałują na środowisko naturalne, w tym na wody gruntowe i ciekły wodne. Biorąc pod uwagę powyższe należy uznać, że opiniowana praca doktorska dotyczy zagadnień aktualnych i istotnych dla praktyki górniczej.

Rozprawa doktorska składa się z: wykazu ważniejszych oznaczeń, streszczenia, dziesięciu rozdziałów oraz wykazu cytowanej literatury, spisu tabel i rysunków oraz załączników dołączonych w formie papierowej i zapisanych na płycie CD.

W rozdziale 1 zawarto wstęp i przedstawiono cele pracy.

W rozdziale 2 scharakteryzowano eksploatację prowadzoną z zawałem stropu i podsadzką hydrauliczną i wpływ tej eksploatacji na powierzchnię. Podano również niektóre informacje dotyczące technologii stosowania odpadów przemysłowych do doszczelniania zrobów zawałowych.

W rozdziale 3 przedstawiono informacje na temat wpływu doszczelniania zrobów zawałowych na deformacji terenu górniczego.

Rozdział 4 zawiera tezę oraz opis metody i założeń przyjętych w pracy.

Rozdział 5 zawiera informacje na temat teorii Budryka – Knothego, w tym podanej przez J. Białka modyfikacji tej teorii, uwzględnionej w zastosowanym w pracy programie komputerowym o nazwie EDBJ-OPN. W rozdziale tym przedstawiono również metody wyznaczania wartości parametrów teorii na podstawie wyników pomiarów geodezyjnych.

W rozdziale 6 scharakteryzowano wybrany do badań rejon eksploatacji. Opisano warunki geologiczno – górnicze, a w tym: budowę górotworu, tektonikę oraz dokonaną eksploatację górniczą. Była ona prowadzona z doszczelnianym zawałem skał stropowych. Autor przedstawił informacje na temat ilości dostarczanych do zrobów odpadów. W rozdziale tym scharakteryzowano również prowadzone w rozpatrywanym rejonie pomiary geodezyjne.

W rozdziale 7 Autor przedstawił podstawy teoretyczne określania wpływu doszczelniania zrobów zawałowych na zmniejszenie deformacji powierzchni z wykorzystaniem wyników pomiarów niwelacyjnych.

Rozdział 8 to wyniki analiz wpływu doszczelniania zrobów zawałowych na wielkość obniżeń powierzchni stwierdzonych pomiarami geodezyjnymi.

W rozdziale 9 przedstawiono dyskusję otrzymanych wyników obliczeń i przedstawiono zależność wartości współczynnika eksploatacji od stopnia wypełnienia zrobów zawałowych odpadami.

Następnie przedstawiono wykaz wykorzystanej w pracy literatury.

Za najistotniejsze pod względem merytorycznym należy w moim odczuciu uznać rozdziały 7-10 pracy. W rozdziale 7 Autor wyjaśnił metodykę prowadzenia badań. Podał między innymi wzór teorii Budryka – Knothego wyrażający obniżenie punktu na powierzchni (7.1), w którym w dalszym postępowaniu przyjął typowe (przeciętne) wartości parametrów: $a = 0.8$ i $\operatorname{tg}\beta = 2$. Następnie podał wzór do obliczania sumarycznej grubości zastępczej dla danego

poła wybierania z uwzględnieniem ilości zatłaczanych pyłów w poszczególnych parcelach. Tą grubość zastępczą, uwzględniającą wartość całki z funkcji wpływów Autor utożsamia z tzw. „antyobniżeniem”. W dalszej kolejności Autor opisał trzy sposoby przeprowadzonych badań zmierzających do oceny wpływu stopnia wypełnienia zrobów pyłami na zmniejszenie deformacji. Sposób 1 ogranicza się do analiz dotyczących pojedynczych punktów o znanych obniżeniach uzyskanych z pomiarów, bliskich obniżeniom maksymalnych. Uwzględnia przy tym wartości obniżeń obliczonych teoretycznie przy przyjęciu typowych wartości parametrów. Dodatkowo zakłada równomierne rozłożenie pyłów w ścianie. Sposób 2 polegał na uwzględnieniu wyników pomiarów w kilku lub kilkunastu punktach, przy założeniu równomiernego rozłożenia pyłów w ścianie. Uwzględniano przy tym wartości parametrów wyznaczone na podstawie niecek końcowych. Sposób 3 polegał na wyznaczeniu wartości współczynnika eksploatacji ze wzoru (7.3) na podstawie obniżenia teoretycznego i uzyskanego z pomiarów we wszystkich punktach linii z uwzględnieniem ilości popiołów dostarczanych w poszczególnych kwartałach lat prowadzonej eksploatacji. Rozpatrywano wariant z równomiernym rozłożeniem popiołów w ścianach i zróżnicowane ich rozmieszczenie.

Następnie sporządzone zostały wykresy przedstawiające zależność wartości wyznaczonej współczynnika eksploatacji od ilorazu wysokości zastępczej i obniżeń teoretycznych w poszczególnych punktach.

W podsumowaniu rozdziału 8 Autor stwierdził, że w przypadku prowadzenia eksploatacji z zawałem stropu współczynnik eksploatacji powinien przyjmować w analizowanych warunkach wartość $a = 0.88$, natomiast przy zatłaczaniu pyłów zapewniającym ulokowanie ich w ilości odpowiadającej 30 % wysokości ściany można uzyskać jego wartość $a = 0.69$. Obrazuje to tabela 8.3.3.2.

W rozdziale 9 Autor doszedł do wniosku, że najbardziej wiarygodny wynik otrzymano w przypadku sposobu 3, co nie jest zaskoczeniem.

3. Ocena merytoryczna pracy

Jak już zasygnalizowano punkcie 2 niniejszej recenzji, tematyka pracy jest aktualna i posiada aspekt praktyczny. Przedstawiony sposób oceny wpływu stopnia doszczelniania zrobów zawałowych na stan deformacji terenu górniczego należy uznać za ciekawy. Przeprowadzone w pracy analizy wykazały słuszność przyjętych założeń i pozwoliły na

wyciągnięcie logicznych wniosków, które pozostają w zgodności z wynikami prac innych autorów. Należy uznać, że teza pracy została udowodniona.

Jako osiągnięcie pracy można wskazać podanie zależności wiążącej wartość współczynnika kierowania stropem z ilością zatłaczanych pyłów. Zależność ta została opracowana na podstawie przeprowadzonych analiz dotyczących warunków geologiczno – górniczych panujących w KWK „Ruda”. Nie mniej sam sposób postępowania zaprezentowany w pracy pokazuje możliwości opracowania podobnych wzorów dla dowolnych warunków geologiczno – górniczych. Stanowi to niewątpliwie dodatkowy walor pracy.

Same analizy, sposób ich przeprowadzenie i archiwizacji wyników należy uznać za poprawne.

Studiując pracę nasuwa się pytanie dyskusyjne do Autora. Mianowicie: czy widzi Pan konieczność uwzględniania w dalszych analizach wpływu ściśliwości drobnofrakcyjnych materiałów odpadowych na wartość współczynnika kierowania stropem?

Oczywiście, jak w każdej pracy, Autor nie ustrzegł się popełnienia pewnych błędów i nieścisłości o większym czy mniejszym znaczeniu, które podano w dalszej części recenzji. Ich uwzględnienie może polepszyć jakość materiału, który Autor będzie zapewne chciał przygotować do druku.

4. Uwagi do pracy

Proponuję unikać pojęcia „podsadzanie zrobów zawałowych”, które występuje również w tytule pracy. Sugeruję konsekwentnie używać terminu doszczelnianie zrobów zawałowych.

Opis sposobu prowadzenia analiz w oparciu o prezentowane w rozdziale 7 wzory jest w przekonaniu recenzenta mało klarowny. W przypadku przygotowania pracy lub jej fragmentów do publikacji warto sformułować tekst bardziej precyzyjnie.

Recenzent rozumie, że podawanie niektórych wzorów miało na celu jedynie wykazanie pewnych tendencji występujących w zależnościach. Bardziej istotne zależności można było podać określając również przedziały ufności. Analizy statystyczne zostały w pracy wykonane w oparciu o program EXCEL, który posiada takie możliwości.

Spośród uwag mniej istotnych warto wymienić:

Przytoczona klasyfikacja skał stropowych jest autorstwa W. Budryka, a nie A. Sałustowicza – strona 9.

Rozdział 2.3 nie zawiera w zasadzie opisu technologii lokowania odpadów drobnofrakcyjnych stosowanych w polskich kopalniach, a w każdym razie nie jest on wyczerpujący.

W rozdziale tym na str. 18 użyto terminu „złoże” w odniesieniu do górotworu doszczelnionego popiołami lotnymi. Użycie tego terminu budzi wątpliwości.

Na stronie 22 stwierdzono: „Brak jest jednak relacji między objętością dostarczanych popiołów do zrobów, a zmianą wartości współczynnika eksploatacyjnego.” Twierdzenie to nie jest ściśle bowiem we wzorze uwzględniano ilość zatłaczanych popiołów (objętość) poprzez wysokość ich warstwy, lecz z braku dokładnych informacji przyjęto maksymalną chłonność wodną zrobów zawałowych wg badań GIG.

W pracy użyto terminu „zagregowany zbiór obniżeń”. Może lepiej po prostu mówić o wykorzystaniu wyników pomiarów prowadzonych we wszystkich punktach pomiarowych, czy też w wielu punktach.

W rozdziale 5 na stronie 27 wymieniono programy komputerowe do prognoz stanu deformacji terenu górniczego. Warto wspomnieć o systemie DEFK-Win autorstwa R. Ściągły z Politechniki Śląskiej.

We wzorze (7.5) brak znaku „-” jeśli chce się być konsekwentnym ze wzorem (7.4).

Na stronie 55 jest mowa o „wykresie punktów”, co jest nieścisłością matematyczną.

5. Wniosek końcowy

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne i samodzielne rozwiązanie Autora. Teza pracy została udowodniona, a zatem założony cel został zrealizowany. Osiągnięciem Autora jest podanie zależności pomiędzy ilością lokowanych pyłów w strefie zawału a wartością współczynnika kierowania stropem. Wyniki badań mogą być wykorzystane w podobnych warunkach geologiczno – górniczych do objętych analizami.

Natomiast zaprezentowany sposób może być zastosowany do prowadzenia analiz również w innych warunkach geologiczno - górniczych.

Rozprawa mieści się w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Praca odpowiada warunkom określonym w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595).

Mając na względzie powyższe, wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o dopuszczenie pracy Pana mgr inż. Tadeusza Rutkowskiego do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'T. Rutkowski', is positioned to the right of the text. The signature is stylized and cursive.