

Prof. dr hab. inż. Marek Cała
Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Adriana Gołdy pt.:

Sposób realizacji krótkookresowej oceny zagrożenia sejsmicznego w KWK „Ziemowit” z wykorzystaniem krzywoliniowej tomografii pasywnej

I. PODSTAWA RECENZJI

Niniejsza recenzja została wykonana na zlecenie prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska (pismo nr NSR/300/2017). Zlecenie nawiązuje do uchwały Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa, w sprawie powołania recenzentów w przewodzie doktorskim mgr inż. Adriana Gołdy, realizowanym w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska.

II. MERYTORYCZNA ZAWARTOŚĆ PRACY

Na rozprawę składa się dziewięć zasadniczych rozdziałów.

W rozdziałach pierwszym i drugim zawarto krótkie wprowadzenie do tematyki poruszanej w pracy oraz sformułowano jej cele oraz tezę.

Rozdział drugi poświęcony jest zwięzłemu przedstawieniu podstaw teoretycznych tomografii pasywnej. Omówiono w nim sposoby rozwiązywania układów równań dotyczących tomografii pasywnej w górnictwie oraz przedstawiono podstawowe zależności pozwalające na rozwiązywanie zagadnień odwrotnych w geofizyce.

W rozdziale 3 zajęto się problematyką zastosowania tomografii pasywnej w górnictwie podziemnym. W zwięzły sposób scharakteryzowano możliwości jej wykorzystania do oceny stopnia spękania masywu skalnego, poprawy dokładności lokalizacji wstrząsów górniczych oraz oceny zagrożenia sejsmicznego i tąpnięciami.

Czwarty rozdział pracy zawiera opis techniczno-ruchowych aspektów prowadzenia ciągłej obserwacji sejsmologicznej. Omówiono w nim założenia teoretyczne przyjęte dla przeprowadzenia oceny jakości rejestrowanych i analizowanych danych. Umożliwiło to odpowiednią obróbkę danych dla opracowania map prędkości fali sejsmicznej podłużnej, gęstości promieni sejsmicznych oraz błędów odwzorowania pola prędkości wraz z

sejsmicznością rejestrowaną. Takie analizy zostały przeprowadzone dla dwóch poligonów badawczych: ściany 906 w pokładzie 209 w bloku F oraz ściany 913 w pokładzie 209 w bloku D. Dla obu poligonów przedstawiono charakterystykę wykonanych obserwacji sejsmologicznych, wykorzystaną aparaturę oraz rozmieszczenie sejsmometrów w otoczeniu parceli ścianowej.

W rozdziale szóstym przedstawiono charakterystykę metodyki badań i poligonów badawczych. Dla każdego z poligonów omówiono budowę geologiczną masywu skalnego oraz jego właściwości wytrzymałościowo-odkształceniowe i scharakteryzowano eksploatację dokonaną w pokładach niżej oraz wyżej zalegających. Pokazano także dokładne dane w zakresie aktywności sejsmicznej dla eksploatacji pokładu 209 w bloku F (dla poligonu I – ściana 906) oraz dla eksploatacji pokładu 209 w bloku D (dla poligonu II – ściana 913).

Najobszerniejszy w pracy jest rozdział siódmy, w którym zaprezentowano wyniki krótkookresowej oceny zagrożenia sejsmicznego z wykorzystaniem krzywoliniowej tomografii pasywnej, zintegrowanej z rejonowym systemem obserwacji sejsmologicznej, dla każdego z analizowanych poligonów badawczych. Dla poligonu I (ściana 906 w bloku F pokładu 209) pokazano symulacje tomograficzne, które objęły okres od 2010.10.01 do 2011.05.19. W sumie przeprowadzono kalkulacje dla 30 cykli obliczeniowych podczas których wykorzystano sejsmogramy 594 wstrząsów. Dla poligonu II (ściana 913 w bloku D pokładu 209) pokazano symulacje tomograficzne, które objęły okres od 2012.10.04 do 2013.10.31. W sumie przeprowadzono kalkulacje dla 55 cykli obliczeniowych podczas których wykorzystano 3327 sejsmogramów wstrząsów. Dla poligonu I wykonano obliczenia w 28-dniowych oknach czasowych z krokiem jednego tygodnia, a dla poligonu II w 14-dniowych oknach czasowych, także z krokiem jednego tygodnia. Dla każdego cyklu obliczeniowego, wyniki przedstawiono w postaci map pola prędkości sejsmicznej fali podłużnej P, map gęstości promieni sejsmicznych oraz błędów odwzorowania pola prędkości wraz z zarejestrowaną sejsmicznością.

W rozdziale 8 przedstawiono dyskusję wyników krótkookresowej oceny zagrożenia sejsmicznego przy pomocy krzywoliniowej tomografii pasywnej.

Podsumowanie przeprowadzonych wyników obliczeń i analiz zawarto w krótkim (1.5 strony) rozdziale 9. Zebrano w nim najważniejsze wnioski wynikające z przeprowadzonych studiów literaturowych oraz wykonanych ocen zagrożenia sejsmicznego dla obu rozpatrywanych poligonów.

III. KRYTYCZNA OCENA PRACY

Teza pracy została sformułowana w sposób dość karkołomny językowo, ale jest zrozumiała. Autor obiecuje pokazanie możliwości zastosowania konkretnych rozwiązań czasoprzestrzennego zagadnienia na dwóch przykładach rzeczywistych.

W trakcie realizacji pracy Autor korzystał z oprogramowania użyczonego przez promotora pracy – profesora Adama Lurkę. Używał zatem gotowego programu komputerowego i za jego pomocą wykonał 85 cykli obliczeniowych dla obu poligonów badawczych.

Najbardziej cenną częścią pracy są wykonane osobiście przez Autora pracy obliczenia i symulacje. Ich przeprowadzenie wymagało dużych nakładów pracy i szczegółowej analizy wyników. To właśnie doprowadziło Autora do sformułowania wniosków o możliwości praktycznego zastosowania tomografii pasywnej do prognozowania zagrożenia sejsmicznego.

Warto jednakże podkreślić, że przed wykonaniem symulacji zostały odpowiednio przygotowane dwa poligony badawcze. Zoptymalizowano i dopasowano położenie stanowisk rejonowej sieci obserwacyjnej do planowanej eksploatacji w obu objętych poligonami parcelach ścianowych.

Można stwierdzić, że mamy po raz pierwszy do czynienia z dokładnie udokumentowanym, opisanym i zilustrowanym przypadkiem zastosowania krzywoliniowej tomografii pasywnej dla prowadzenia ciągłego monitoringu zagrożenia sejsmicznego.

Autor w zakresie tematyki rozprawy przeprowadził w pracy wystarczająco dobry przegląd literatury oraz krytyczną jej analizę. Lista literatury obejmuje 90 pozycji, z których prawie połowa to pozycje w języku angielskim (jedna pozycja w języku niemieckim).

Praktycznie regułą jest, że poszukiwanie rozwiązania każdego problemu z zakresu geoinżynierii, można przyrównać do rozwiązywania układu wielu równań z liczbą niewiadomych większą (niekiedy kilkukrotnie!) od liczby równań. Z podobnym zadaniem zmierzył się Autor w swojej rozprawie.

Trzeba przyznać, że podczas pisania rozprawy nie ustrzegł się drobnych nieścisłości (w dużej mierze wynikających z dużego stopnia komplikacji zagadnienia) ale całość należy ocenić bardzo pozytywnie – jako istotny krok w kierunku praktycznego rozwiązania zagadnienia czasoprzestrzennej prognozy zagrożenia sejsmicznego podczas prowadzenia podziemnej eksploatacji pokładów węgla.

Warto także zwrócić uwagę na staranną szatę graficzną recenzowanej pracy. Układ tekstu jest przejrzysty, rysunki są dość czytelne (choć mogłyby być nieco większe, ale zapewne powodem była chęć ograniczenia objętości pracy).

Podczas lektury pracy nasunęło mi się wiele uwag o charakterze merytorycznym oraz pytań, które zamieszczam poniżej. Ilość przedstawionych uwag merytorycznych i komentarzy świadczy o zainteresowaniu recenzenta tą problematyką i jego przekonaniu o celowości realizacji pracy, a także potrzebie kontynuacji dalszych badań w tym zakresie.

Pytania, uwagi, zastrzeżenia i komentarze merytoryczne

1. Brakuje mi tutaj opisu kolejnych kroków postępowania dla dowolnej parceli ścianowej zlokalizowanej kopalni podziemnej. Zapewne Autor ma taki schemat „w głowie”, ale nie ujął tego w pracy w syntetyczny sposób. Czy zatem jest możliwe wypracowanie algorytmu, który formułowałby kolejne kroki postępowania na drodze do prognozowania aktywności sejsmicznej masywu skalnego w oparciu o krzywoliniową tomografię pasywną? Innymi słowy „prowokuję” Autora pracy do próby ujęcia całości w jednolitą metodę prognozowania zagrożenia sejsmicznego.
2. Wiadome jest, że im więcej stanowisk pomiarowych tym lepsza jest dokładność prognoz. A czy istnieje pewna minimalna liczba stanowisk pomiarowych – niezbędna do zastosowania krzywoliniowej tomografii pasywnej?
3. Czy możliwe jest wykorzystanie tomografii pasywnej do prognozy występowania wstrząsów o wysokich energiach, które wywołują większe skutki dla obiektów budowlanych na powierzchni niż w wyrobiskach podziemnych? Lokalizacja ich ognisk wstrząsów jest najczęściej wiązana ze zniszczeniem mocnych warstw skalnych zalegających wysoko ponad eksploatowanymi pokładami, często w sąsiedztwie uskoków lub stref uskokowych. Autor pracy, jako pracownik kopalni „Piast-Ziemowit”, zapewne doskonale rozumie intencję pytania recenzenta.
4. Jakie Autor widzi praktyczne możliwości zastosowania wypracowanej metodyki badań dla innych kopalń eksploatujących w warunkach zagrożenia sejsmicznego? Czy Autor pracy widzi możliwości jej zastosowania także w kopalniach eksploatujących rudy miedzi?
5. Brakuje mi nieco jasno sformułowanej informacji w zakresie wkładu własnego Autora pracy (wiadomo, że korzystał przy jej tworzeniu z programów prof. A Lurki). Wnikliwa lektora pracy pozwoliła recenzentowi na wyrobienie sobie jasnego poglądu w tej materii, jednakowoż dobre byłoby usystematyzowanie tego przez samego Autora pracy, dla wyjaśnienia wszelkich możliwych wątpliwości w tej kwestii.
6. Uwaga ogólna – w czasookresie pomiędzy otwarciem przewodu doktorskiego, a obroną pracy zmieniła się nazwa kopalni. Nie widzę potrzeby uaktualniania tytułu pracy, ale warto pamiętać o tym podczas ewentualnej publikacji pracy lub jej fragmentów w formie artykułów.
7. W całej pracy zauważono dość dużą ilość błędów interpunkcyjnych, rekomenduje się ich korektę przed ewentualną publikacją.
8. Na str. 37 (11 wiersz od góry) jest powołanie na rys. 13 – najprawdopodobniej chodzi o rys. 7.

IV WNIOSEK KOŃCOWY

Recenzowana praca doktorska, pomimo zgłoszonych krytycznych uwag, zawiera propozycje oryginalnych rozwiązań sformułowanego w niej zagadnienia naukowego. Autor podjął w niej problem, który ma istotne znaczenie z punktu widzenia poznawczego i praktycznego. Przeprowadzając swoje wywody wykazał się dobrą znajomością ogólnej wiedzy praktycznej i teoretycznej. Warto podkreślić, że tematyka pracy bardzo dobrze rokuje pod względem kontynuacji badań w tym zakresie. Jest to tym bardziej cenne ze względu na dalsze perspektywy prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej w warunkach zagrożenia wstrząsami i tąpnięciami.

Dlatego stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wszystkie warunki stawiane pracom doktorskim i określone w ustawie z dnia 14. 03. 2003 r. *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* Dz.U. Nr 65, poz.595, art. 13 pkt. 1 (z późniejszymi zmianami) i może być podstawą dalszych etapów przewodu doktorskiego.

