SN.410.8.7.2025

mgr Alicja Caputa
Instytut Geofizyki
Polskiej Akademii Nauk

Streszczenie dysertacji pt.:

Analiza wpływu aktywnej profilaktyki tąpaniowej na źródła wstrząsów indukowanych działalnością górniczą.

Podziemne wydobycie surowców naturalnych nieodłącznie wiąże się z licznymi zagrożeniami, w tym wstrząsami i tąpaniami wynikającymi ze zmiany naprężeń w eksploatowanym górotworze. Jedną z metod ograniczania tych zjawisk jest aktywna profilaktyka tąpaniowa, obejmująca m.in. detonację ładunków wybuchowych. Zabiegi te pozwalają na kontrolowane i bezpieczne dla załogi odprężenie skał wokół wyrobiska. Jak do tej pory nie dostarczono jednak bezpośrednich dowodów oraz wyjaśnień w jaki sposób działania tego typu mogą wpływać na obserwowane po nich wstrząsy. Głównym celem niniejszej pracy jest więc weryfikacja, czy oraz w jaki sposób wstrząsy występujące w czasie wyczekiwania po strzelaniach mogą być związane z użyciem materiałów wybuchowych.

Badania przeprowadzono w oparciu o zapisy dołowej sieci monitoringu sejsmicznego ZG Rudna w Polkowicach. Celem przeprowadzenia rzetelnej i dokładnej analizy, w pierwszym kroku sprawdzono możliwości rejestracji i ograniczenia wybranej sieci dołowej. Ewaluację przeprowadzono na podstawie testów syntetycznych 425 źródeł sejsmicznych o charakterze ścinającym i złożonym, zlokalizowanych w różnych częściach obszaru wydobywczego, o zmiennym pokryciu siecią pomiarową. Zastosowano również dwie metody inwersji tensora momentu sejsmicznego: inwersję pełnego pola falowego oraz inwersję pierwszych wstąpień fali P, co umożliwiło poznanie syntetycznych mechanizmów ogniskowych i porównanie ich z modelami. Dzięki takiemu podejściu zaobserwowano m.in. że zjawiska o magnitudzie poniżej M=2.0 charakteryzują się silnymi zaburzeniami niezależnie od lokalizacji czy metody wyznaczania mechanizmu ogniskowego. Natomiast rozwiązania dla wstrząsów silniejszych (M>2.0) są stabilniejsze przy użyciu inwersji pełnego pola falowego, niezależnie od obszaru kopalni. Na podstawie tych obserwacji zdecydowano o zastosowaniu właśnie tej metody do dalszej analizy danych rzeczywistych z pola G-11/8, dla którego dane syntetyczne wykazały wiarygodność rozwiązań.

W celu odnalezienia charakterystyk wstrząsów indukowanych aktywną profilaktyką tąpaniową w kolejnym kroku przeanalizowano mechanizmy ogniskowe oraz parametry źródłowe 50 zjawisk sejsmicznych zarejestrowanych w czasie wyczekiwania po detonacjach ładunków

wybuchowych. Wstrząsy te porównano z grupą 50 zjawisk, które wystąpiły samoistnie w tym samym obszarze i podobnym przedziale czasowym, jednak nie zostały zakwalifikowane w katalogu jako wstrząsy po strzelaniach. Analiza wykazała, że zjawiska rejestrowane w momencie lub bezpośrednio po przeprowadzonych pracach strzałowych różnią się w sposób istotny statystycznie od wstrząsów nieprowokowanych. Przede wszystkim cechują się wyższym udziałem składowej eksplozywnej, co może sugerować wpływ sił po detonacji na źródła prowokowanych wstrząsów. Dodatkowo, niższy poziom składowej DC wskazuje, że złożony charakter ognisk objawia się głównie przez znaczący udział rozciągania i sił eksplozywnych. Niski poziom ścinania jest w badaniu także potwierdzany przez stosunek ES/EP. Wyniki niniejszej pracy wskazują na możliwość efektywniejszego planowania prac strzałowych dzięki zrozumieniu wpływu aktywnej profilaktyki tąpaniowej na mechanizmy ogniskowe wstrząsów.

Alicja Caputa, M.Sc.
Institute of Geophysics
Polish Academy of Sciences

Abstract of the dissertation, titled:

Impact analysis of the active rockburst prevention on the seismic sources induced by mining

Underground exploitation of natural resources is inherently associated with numerous hazards, including tremors and rock bursts resulting from changes in stress within the exploited rock mass. One method to mitigate these problems is active rockburst prevention, including detonating explosive charges. These measures allow for controlled and safe stress relief of the rock surrounding the excavation site. However, direct evidence of how such activities might influence the seismic events observed afterwards has yet to be provided. Therefore, this study's main objective is to verify whether and how tremors occurring during the waiting period after blasting could be related to the use of explosives within active rockburst prevention.

The research was conducted based on data from the underground seismic monitoring network of the Rudna Mine in Polkowice. To provide reliable and accurate results, the first step involved assessing the recording capabilities and limitations of the chosen underground network. The evaluation was carried out based on synthetic tests of 425 seismic sources of shear and complex mechanisms, located in different parts of the mining area, with varying coverage by the seismic network. Two methods of seismic moment tensor inversion were also applied: full waveform inversion and inversion of first P-wave onsets, which allowed for the determination of synthetic focal mechanisms and comparison with models. This approach revealed, among other findings, that events of magnitudes below M=2.0 are characterized by high disturbances regardless of location or the method used for focal mechanism calculation. In contrast, solutions for stronger quakes (M>2.0) are more stable when using full waveform inversion, regardless of the location within the mining area. Based on these observations, the decision was made to use this method for further analysis of real data. Seismic records investigated in the next step of the research come from the field G-11/8, for which synthetic data demonstrated the reliability of solutions.

An analysis of the focal mechanisms and source parameters of 50 quakes recorded during the waiting period after detonations was carried out, to identify the characteristics of these types of events. These tremors were compared with a group of 50 events that occurred spontaneously in the same area and a similar time frame but were not classified in the catalogue as post-blasting

events. The research showed that events recorded during or immediately after blasting operations are statistically significantly different from unprovoked tremors. Primarily, they are characterized by a higher share of explosive components, which may suggest an influence of post-detonation forces on the sources of provoked events. Additionally, a lower level of the DC component, confirmed by the ES/EP ratio as well, indicates that the complex nature of the foci is mainly manifested through a significant contribution of tensile and explosive forces. These results indicate the potential for more effective planning of blasting operations through understanding the impact of active rockburst prevention on the seismi events' focal mechanisms.