Górnictwo i Geoinżynieria • Rok 33 • Zeszyt 1 • 2009

Adrian Gołda, Tadeusz Gębiś*,*
Grzegorz Śladowski, Mirosław Moszko**

AKTYWNOŚĆ SEJSMICZNA W GÓROTWORZE O NISKICH PARAMETRACH WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH NA PRZYKŁADZIE KWK „ZIEMOWIT"

Zagrożenie wysokoenergetycznymi wstrząsami górotworu w KWK „Ziemowit" pojawiło się na początku lat 80. XX w. Wstrząsy te nie powodowały szkód w wyrobiskach górniczych, były natomiast silnie odczuwane na powierzchni.

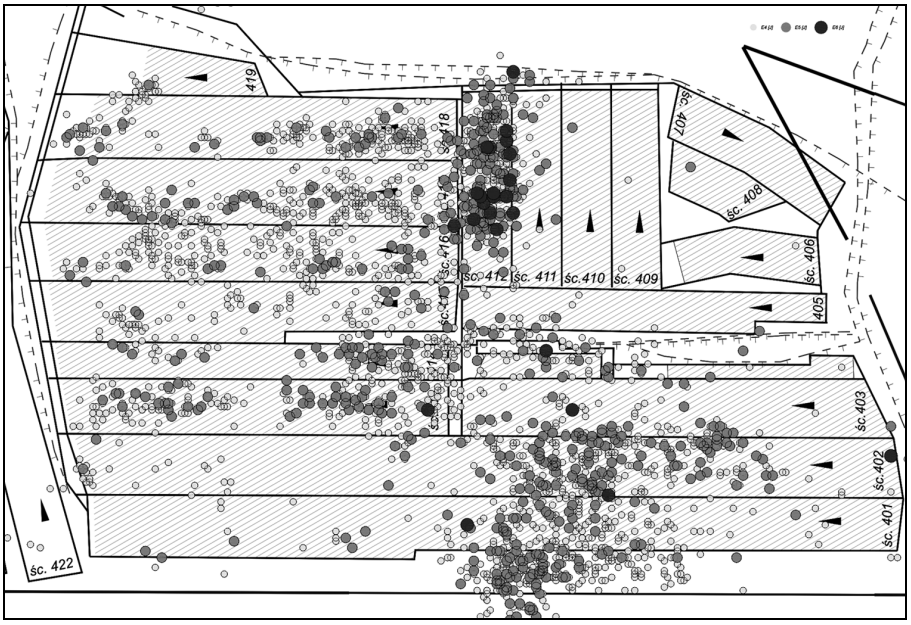
W 1985 roku kopalnia „Ziemowit" stała się jedną z najbardziej aktywnych sejsmicznie kopalń w całym górnośląskim zagłębiu węglowym. Na skutek podjętych działań profilaktycznych w sferze projektowania i prowadzenia eksploatacji, energia i liczba wstrząsów zaczęła stopniowo maleć i trend ten utrzymuje się do chwili obecnej.

Teorie mówiące, że górotwór zbudowany z warstw łaziskich o niskich parametrach wytrzymałościowych nie jest zdolny do generowania wstrząsów o energiach rzędu $10^6 \div 10^7$ J i większych, zostały zweryfikowane przez rzeczywistość (w roku 1992 Stacja Geofizyki KWK „Ziemowit" zarejestrowała wstrząs górotworu o energii $2*10^9$ J z rejonu KWK „Czeczot", prowadzącej eksploatację również w grupie warstw łaziskich). Opracowane do tej pory metodyki wyznaczania prognozowanych maksymalnych wartości energii wstrząsów w oparciu o parametry wytrzymałościowe skał (np. metoda Bilińskiego), stosowane m.in. w celu doboru obudowy chodnikowej i ścianowej, w przypadku warstw łaziskich również rozmijają się z rzeczywistymi obserwacjami.

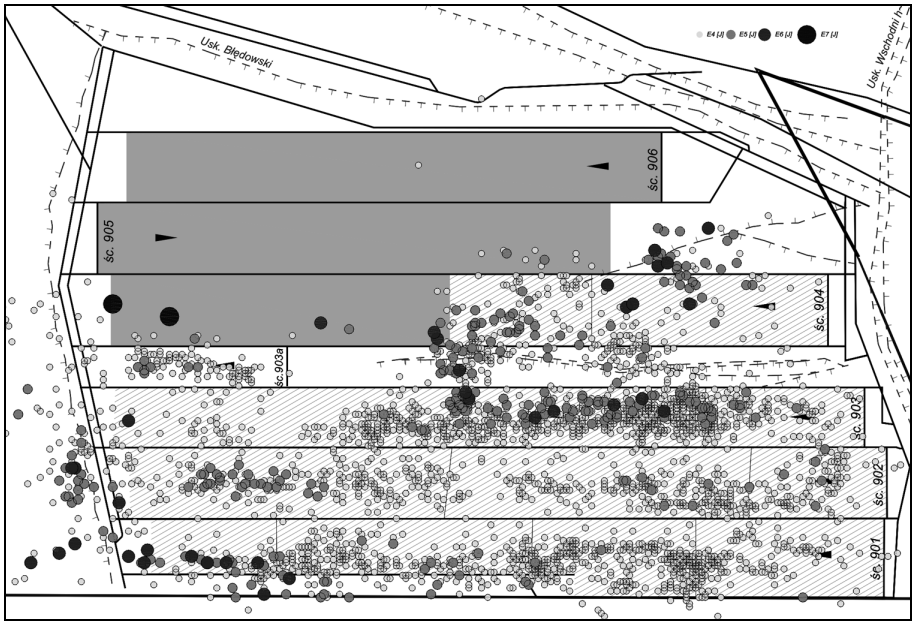
Występowanie wstrząsów wysokoenergetycznych towarzyszyło eksploatacji pokładów 206 i 207 (rys. 1) a obecnie towarzyszy głównie wybieraniu pokładu 209 w południowej części obszaru górniczego KWK „Ziemowit" (rys. 2). Eksploatacja prowadzona jest wyłącznie systemem ścianowym z zawałem stropu, z zastosowaniem obudów zmechanizowanych.

Okresowo obserwowana aktywność sejsmiczną jest bardzo wysoka, szczególnie w trakcie przechodzenia ścian pod krawędziami eksploatacji dokonanej w pokładach 207, 206/1 i 205/4 odległych odpowiednio 120, 210 i 280 m od pokładu 209 (rys. 3).

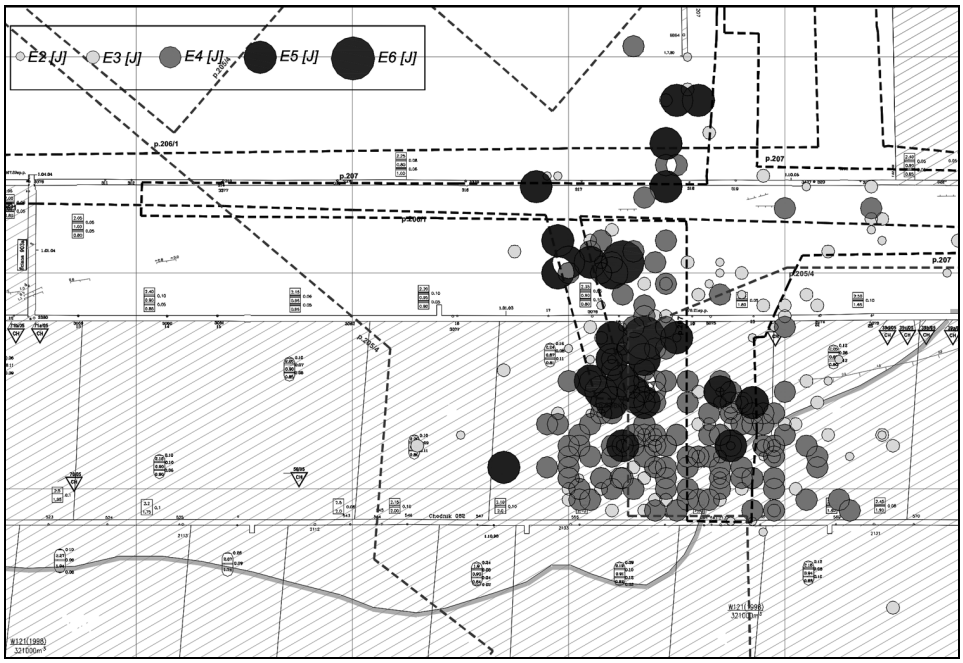
* Kompania Węglowa SA, KWK „Ziemowit", Lędziny



Rys. 1. Wstrząsy zarejestrowane przez Stację Geofizyki KWK „Ziemowit”
w trakcie eksploatacji pokładu 207 w bloku *F*



Rys. 2. Wstrząsy zarejestrowane przez Stację Geofizyki KWK „Ziemowit”
w trakcie dotychczasowej eksploatacji pokładu 209 w bloku *F*

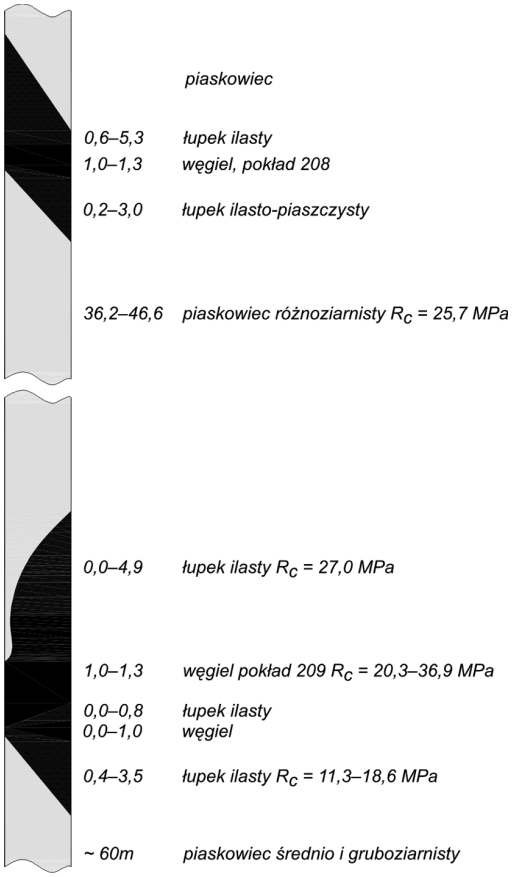


Rys. 3. Wstrząsy zarejestrowane przez Stację Geofizyki KWK „Ziemowit" w trakcie przechodzenia ściany 903 w rejonie krawędzi pokładów 205/4, 206, 207

Ze względu na duże odległości pomiędzy eksploatowanymi pokładami, pozostawione fragmenty pokładów i wytworzone krawędzie nie powodują powstawania wyraźnych stref koncentracji naprężeń w samym pokładzie 209, co potwierdzają wyniki wierceń małośrednicowych wykonywanych w tym pokładzie w trakcie eksploatacji oraz badania geofizyczne (np. prześwietlania sejsmiczne pól ścianowych). Krawędzie eksploatacji, strefy uskokowe i inne powierzchnie osłabionej wytrzymałości mają jednak znaczny wpływ na obraz sejsmiczności w tym rejonie, generując liczne wstrząsy, często o wysokich energiach. Z uwagi na duże odległości przedmiotowych krawędzi od pokładu 209 oraz duże spękania serii piaskowców pomiędzy pokładami, energia sejsmiczna wstrząsów jest silnie tłumiona. Lokalizację silnych wstrząsów w rejonach występujących krawędzi potwierdzają obserwacje sejsmologiczne prowadzone przez Stację Geofizyki Górniczej KWK „Ziemowit".

Przez wiele lat do określania zagrożenia tąpaniami używano „energetycznego wskaźnika skłonności pokładu do tąpań" WET. Węgle grupy warstw łaziskich (seria 200) charakteryzują się największą wytrzymałością spośród wszystkich grup pokładów w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Jak wynika z badań laboratoryjnych średnia wartość doraźnej wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie wynosi około 30 MPa. W parceli *F* pokładu 209 dla obserwowanego przedziału zmienności R_c = 20,7÷41,3 MPa, wskaźnik skłonności węgla do tąpań WET mieści się w granicach 2,82 do 7,27,co przy przyjęciu średniej jego wartości 5,35 określa węgiel jako silnie skłonny do tąpań. Odwrotnie jak węgle — skały otacza-

jące pokłady grupy 200 charakteryzują się generalnie niską, choć bardzo zróżnicowaną wytrzymałością R_c = 13÷25 MPa, w wielu przypadkach znacznie mniejszą niż węgle (rys. 4).



Rys. 4. Profil litologiczny z rejonu pokładu 209

Doświadczenia w prowadzonej eksploatacji węgla kamiennego wykazały, że WET nie jest właściwym miernikiem rzeczywistego stopnia zagrożenia tąpaniami, dlatego też określenie „skłonności pokładu do tąpań" zastąpiono w obowiązujących przepisach pojęciem „skłonność górotworu do tąpań". Tąpnięcie, zgodnie z definicją według grupy roboczej do spraw tąpań Międzynarodowego Biura Mechaniki Górotworu (1979 r.), rozumiane jest „jako kruche pęknięcie znajdującej się w krytycznym stanie naprężenia części pokładu węgla (skały) przylegającej do wyrobiska górniczego, powstające w warunkach, kiedy prędkość uwalniania energii przewyższa graniczną prędkość rozpraszania energii wskutek odkształceń nieodwracalnych. W tąpnięciu uczestniczy energia sprężysta pokładu węgla (skały) w ognisku pęknięcia i energia skał otaczających...". Definicja ta jest znacząca wobec in-

nych cytowanych w literaturze, ponieważ zwraca uwagę na prędkość pochłaniania i uwalniania energii oraz udział w tąpnięciu nie tylko skał pokładu, ale również skał otaczających [1].

O wystąpieniu tąpnięcia decyduje szereg czynników. W górotworze musi zaistnieć wstrząs o określonej sile, w odpowiedniej odległości od wyrobiska. W otoczeniu wyrobiska powstaje strefa spękana, a warstwy spągu, stropu i pokładu niespękanego muszą posiadać zdolność przenoszenia energii sprężystej. Pomiędzy własnościami wytrzymałościowymi, odkształceniowymi oraz cechami geometrycznymi skał otaczających wyrobisko muszą zachodzić ściśle określone relacje. Oznacza to, że wystąpienie tąpnięcia uzależnione jest od określonych przemian energetycznych zachodzących w układzie: pokład i otaczające go warstwy skalne. W związku z tym, o możliwości wystąpienia zjawiska tąpnięcia decydują własności układu: warstwy stropowe — pokład — warstwy spągowe, a nie tylko własności tego elementu (konkretnie pokładu), który ulega zniszczeniu [2]. Od pewnego czasu jednostki naukowo-badawcze zajmujące się problematyką tąpań próbują wprowadzić do praktycznego użytku nowe metody oceny skłonności do tąpań. Taką metodę, opartą na analizie tzw. wskaźnika tąpliwości układu „skały otaczające — pokład węgla", oznaczone jako WTG, zaproponował Zakład Tąpań i Mechaniki Górotworu GIG. Metodę przedstawiono m. in. w artykule dr hab. inż. Mirosławy Bukowskiej pt. „Wskaźnik skłonności do tąpań układu skały otaczające — pokład węgla". Według wskazanej metody, uśrednione wartości wskaźnika WTG dla poszczególnych pokładów serii łaziskiej, w obrębie złoża eksploatowanego przez KWK „Ziemowit" są znacznie większe niż 2, co oznacza, że górotwór KWK „Ziemowit" generalnie jest nieskłonny do tąpań z uwagi na to, że w układzie „skały otaczające — pokład węgla" nie ma możliwości wystąpienia przeskoku energii sprężystej z powodu słabych skał otaczających.

Taka charakterystyka serii łaziskiej KWK „Ziemowit" nie oznacza, że wystąpienie tąpnięcia jest w tych warunkach całkowicie niemożliwe. Przykład tąpnięcia w KWK „Piast" w 1986 r. (jedynego jak dotąd w pokładach warstw łaziskich) wskazuje, że w szczególnych warunkach górniczo — geologicznych może dojść do zjawiska dynamicznego zbliżonego do tąpnięcia, także w górotworze nieskłonnym do tąpań. Ponieważ w trakcie prowadzenia przez KWK „Ziemowit" eksploatacji w pokładach serii łaziskiej nie wystąpiło tąpnięcie, można przyjąć, że ocena skłonności górotworu do tąpań poprzez użycie wskaźnika WTG dobrze oddaje rzeczywisty stopień zagrożenia tąpaniami, jak również, że zaliczenie części pokładów serii 200 do I, najniższego stopnia zagrożenia tąpaniami, było i jest odpowiednie do realnego zagrożenia tąpaniami.

Jak pokazano w niniejszej pracy, wstrząsy górnicze, często o wysokich energiach, towarzyszą nie tylko eksploatacji w warunkach występowania warstw o wysokich parametrach wytrzymałościowych, jak to ma miejsce np. w kopalniach centralnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego czy też w kopalniach miedzi na Dolnym Śląsku. Dlatego koniecznym jest modyfikacja istniejących podstaw teoretycznych opisujących mechanizmy powstawania zjawisk sejsmicznych w warunkach występowania warstw o niskich parametrach wytrzymałościowych. Jedną z nielicznych, a zarazem ciekawszych propozycji przedstawił prof. dr hab. inż. H. Marcak, wiążąc genezę wstrząsów występujących w warunkach

warstw serii łaziskiej z procesem rozwoju osiadania w górotworze, który ma charakter przesunięć bloków skalnych na strefach nieciągłości.

Proces ten przebiega w następujący sposób:

— następuje deformacja plastyczna w warstwie stropowej polegająca na odspajaniu i tworzeniu stref przemieszczeń bloków skalnych lub uruchamianiu istniejących stref nieciągłości,
— deformacja niesprężysta powoduje obrót układu naprężeń głównych ze związanym z tym układem położeniem płaszczyzn potencjalnego pęknięcia,
— przesuwanie bloków skalnych, którym towarzyszy emisja sejsmiczna proporcjonalna do prędkości zsuwania. Następuje również rozwój liniowej strefy zsuwania, wzdłuż której następuje emisja sejsmiczna,
— przesuwaniu mas skalnych przeciwstawiają się wypusty i mosty w strefie nieciągłości, doprowadzając do wstrzymania deformacji przed wstrząsem. Wzrost naprężeń doprowadza w końcu do pokonania oporów. Energia wstrząsu, który następuje po pokonaniu oporów zależy od intensywności procesu wstrzymania deformacji [3].

Zasoby na istniejących poziomach eksploatacyjnych Kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego powoli się kończą i zachodzi potrzeba przesuwania eksploatacji głębiej, gdzie wzrasta poziom zagrożenia tąpaniami i aktywnością sejsmiczną. Z tego względu rozwój badań nad naturą mechanizmów wstrząsów górniczych i zagrożeniem tąpaniami jest niezmiernie ważny szczególnie, że znaczna część zagadnień odnośnie genezy wstrząsów oraz ich prognozowania nie jest rozwiązana bądź ma charakter hipotetyczny.

LITERATURA

[1] *Bukowska M.*: Wskaźnik skłonności do tąpań układu „skały otaczające — pokład węgla". Przegląd Górniczy, nr 1, 2003
[2] *Zorychta A.*: Geomechaniczne modele górotworu tąpiącego. Praca zbiorowa. Kraków, Wydawnictwo IGSME PAN 2003
[3] *Marcak H.*: Prognoza oddziaływania wstrząsów górniczych na obiekty powierzchniowe w obrębie prowadzonej i projektowanej eksploatacji górniczej w pokładzie 209 — blok F, w aspekcie pożądanej profilaktyki górniczej, 2005 (opracowanie niepublikowane)