

Czesław Matusz*, Jan Kobziński*, Grzegorz Tekieli*

PROFILAKTYKA TĄPANIOWA STOSOWANA PODCZAS EKSPLOATACJI RUDY MIEDZI W WARUNKACH SKRĘPOWANYCH NA PRZYKŁADZIE ROZCINKI ZŁOŻA W POLU G O/ZG POLKOWICE–SIEROSZOWICE

1. Wprowadzenie

Pole G kopalni Polkowice–Sieroszowice znajduje się w tzw. rejonie Polkowice-Wschodnie, gdzie po zlikwidowaniu szybów P–III i P–IV, do wyeksploatowania pozostały zasoby do tej pory uwiecznione w utworzonym dla nich filarze ochronnym. Wcześniej, kopalnia uzyskała decyzję zatwierdzającą pomniejszenie filarów szybowych, wydzielając fragment złoża w kształcie pierścienia, który był eksploatowany od 2004 roku. W latach 2007–2010 wybierane złożo znajdowało się w części należącej do pola G.

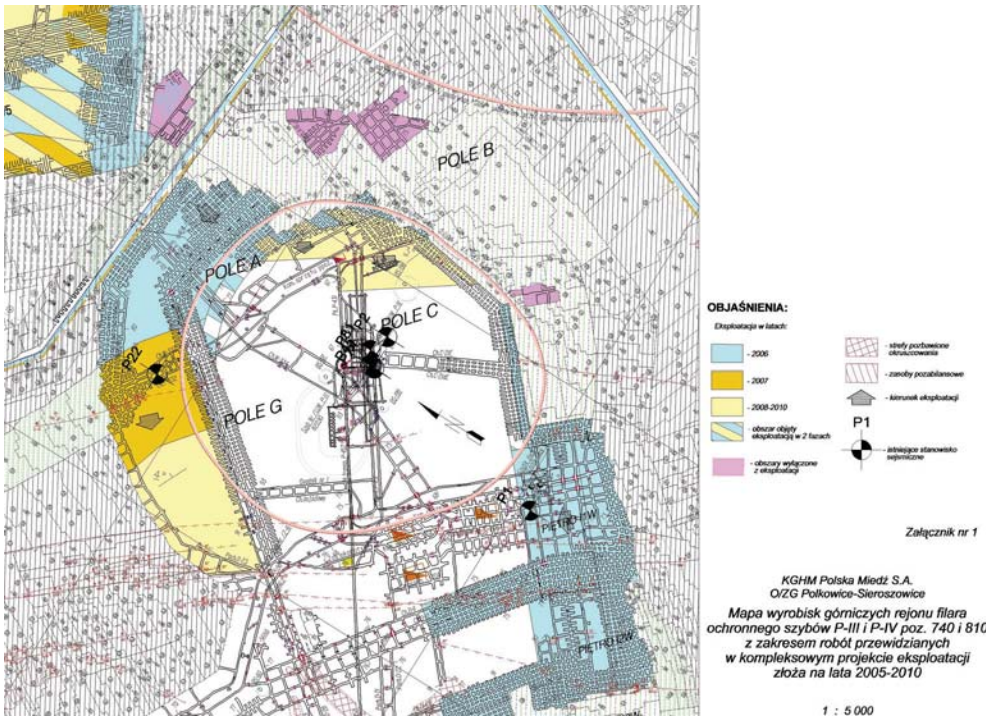
W rejonie szybów P–III i P–IV (rys. 1), złożo bilansowe zalega na głębokości 736 m do 787 m. Występuje ono w spagu skał węglanowych cechsztynu i w stropie piaskowców czerwonego spagowca. Warstwy złożowe obejmują piaskowce szare o miąższości od 0,6 do 4,5 m, łupkę miedzionośną o miąższości od 0,0 do 0,6 m (w części pola G występuje strefa pozbawiona łupki), dolomit smugowany oraz dolomit wapnisty o łącznej miąższości od 0,0 do 3,5 m. Grubość warstwy serii węglanowej cechsztynu wynosi około 80 m. Nad serią węglanową zalega kilkusetmetrowa warstwa nieprzepuszczalnych anhydrytów i iłolupków. Miąższość szarego piaskowca i czerwonego spagowca wynosi od 6 do 9 m.

Złożo zapada pod kątem $\sim 6^\circ$ na NE. Górotwór jest bardzo słabo zaangażowany tektonicznie.

Zagrożenie tąpnięciami w rejonie pola G jest relatywnie wysokie i związane jest z następującymi czynnikami:

- występowaniem bardzo mocnych warstw spagowych (piaskowca) ponad 100 MPa,

* KGHM Polska Miedź S. A. O/ZG Polkowice–Sieroszowice, Polkowice



Rys. 1. Mapa wyrobisk górniczych rejonu filara ochronnego szybu P-III i P-IV

- naturalną skłonnością do tępów warstw w furcie wybierania,
- brakiem występowania poślizgowej warstwy łupku w znacznej części eksploatowanego obszaru,
- występowaniem rozległych zrobów bezpośrednio sąsiadujących z polem G,
- występowaniem dwóch stref tektonicznych.

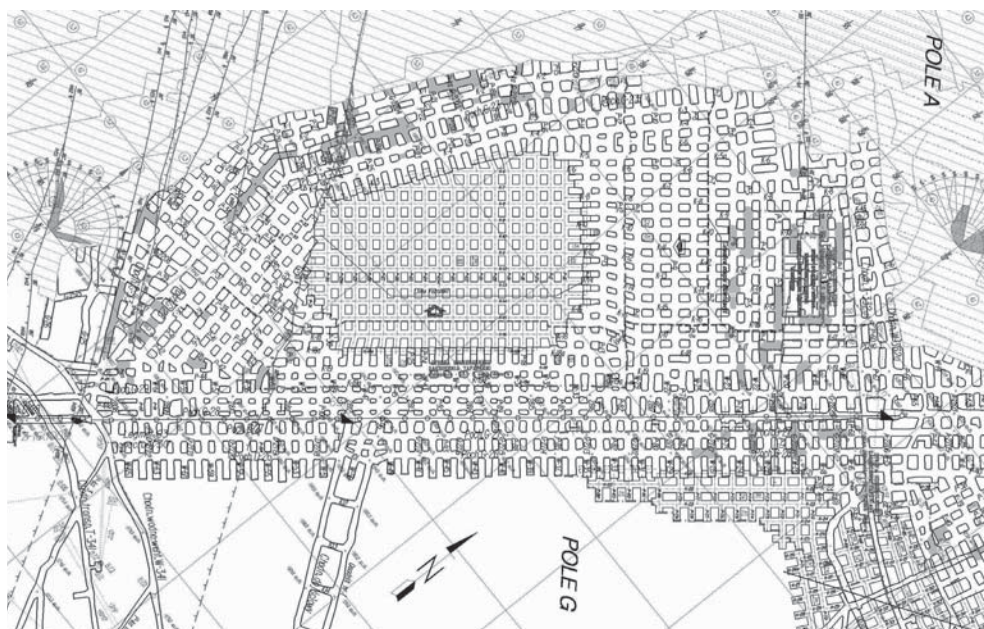
Obszar pola G, z racji parametrów wytrzymałościowych skał oraz w związku z zaistniałymi tąpnięciami w polach sąsiednich, zaliczony jest do III stopnia zagrożenia tąpnięciami.

2. Przebieg eksploatacji

Roboty górnicze w polu A i G rozpoczęto w sierpniu 2006 roku na podstawie projektu, który dotyczył parceli złożowej o kształcie pierścienia, powstałej z tzw. zasobów uwolnionych w wyniku pomniejszenia zasięgu filara ochronnego szybów P-III i P-IV (rys. 1). Przewidywał on rozcinanie złoża na filary technologiczne pracujące w stanie pozniszczeniowym oraz za jej postępowaniem, wykonywanie likwidacji tych filarów, poprzez zmniejszenie ich wymiarów do tzw. wymiarów resztkowych. Oprócz zachowania wyrównanej linii przodków, zakładano zwiększoną prędkość postępu części frontu przy zrobach, przez co zapewnione było zachowanie kąta rozwartego w stosunku do zrobów, na każdym etapie rozcinania. Eksploatacja wykonywana w polu A nie nastęrczała znacznych trudności pod względem zwalczania

zagrożenia tąpnięciami. W październiku 2006 roku rozpoczęto rozcinkę filarów wielkogabarytowych w polu G, które z uwagi na bezpośrednie przyleganie do starych zrobów należało upodatnić wyprzedzająco w stosunku do pozostałej części frontu. W lutym 2007 r. wstrząs górotworu o niskiej energii $E = 2,5 \cdot 10^3$ J, zlokalizowany w pobliżu rejonu wykonywanych robót, był przyczyną urobienia i obsypania się ociosów drażonej komory na odcinku około 6 m od czoła przodka. W wyniku wstrząsu i towarzyszących mu zjawisk, uległ wypadkowi ciężkiemu operator wozu wierzącego SWW, przebywający w tym czasie na spągu wyrobiska. Był to pierwszy sygnał, że eksploatacja tej partii złoża będzie przebiegała w warunkach zwiększonego zagrożenia tąpnięciami. W ocenie kopalni, wiązało się to z występowaniem w tej partii złoża mocnych piaskowców, których szczególnie stropowa część posiadała zwiększone parametry wytrzymałościowe oraz zanikiem łupku, który jak się powszechnie przyjmuje, ze względu na swoją niską wytrzymałość, ułatwia przechodzenie filarów technologicznych w stan pozniszczeniowy. Dokonano aktualizacji projektu. Rozcinkę upodatniającą zaprojektowano w oparciu o mniejsze filary, łatwiej przechodzące w stan pozniszczeniowy. Pozwoliło to na zaprojektowanie dwóch przodków zasadniczych w rozcinanych filarach wielkogabarytowych i tym samym zwiększyło możliwości prowokowania odprężeń poprzez grupowe strzelania. W dniu 03.07.2007 r. po robotach strzałowych zlokalizowanych na froncie ostatniej fazy rozcinki pola A, wystąpił wstrząs o energii $E = 6,6 \cdot 10^7$ J, zakwalifikowany jako odprężenie spowodowane. W miarę postępu frontu zaobserwowano stopniowy wzrost aktywności sejsmicznej. Zbiegał się on z wejściem robotami w bezłupkową partię złoża. W dniu 15.04.2009 r. miał miejsce kolejny silny wstrząs o energii $E = 3,1 \cdot 10^7$ J. Wstrząs został spowodowany robotami strzałowymi, a zjawisko zakwalifikowano jako spowodowane odprężenie górotworu. Dalsze prace wykonywano bez zmiany dotychczasowych zasad i rygorów ich prowadzenia uznając, że prowokowanie wstrząsów i odprężeń świadczy o skuteczności zastosowanej profilaktyki tąpniowej. W dniu 27.05.2009 r. wystąpił wstrząs o energii $E = 1,9 \cdot 10^7$ J. Zjawisko posiadało cechy odprężenia górotworu ale tym razem wystąpiło w trakcie zmiany roboczej. Po przeanalizowaniu sytuacji geologiczno-górnicznej, w rejonie prowadzonej eksploatacji po zaistniałym odprężeniu, zwiększono miąższość piaskowca naruszanego robotami górniczymi. W tym celu nakazano wykonywanie, z każdym strzelaniem przodka, dodatkowego strzelania odprężającego w spągu, niezależnie od miąższości piaskowca urabianego w furcie eksploatacyjnej oraz dla zwiększenia efektu prowokacji zwiększenie rygoru strzelania przodków do 8. W trakcie dalszych robót zaobserwowano wzrost zagrożenia zawałowego na linii rozcinki frontu. Stosowane wówczas filary technologiczne o wymiarach 6×8 m i wysokości 3,5 m, pomimo znacznej smukłości, przechodziły z trudem w stan pozniszczeniowy. W typowym zachowaniu się górotworu przechodzenie to polega na ich „pęcznieniu” i wyciskaniu spod kostek warstw spągowych. W przypadku pola G, występowało przede wszystkim odpadanie brył z warstw przystropowych. W konsekwencji, po nałożeniu się skutków zaistniałej w polu aktywności sejsmicznej (w tym odprężeń), doprowadziło to do znacznego poszerzenia wyrobisk i do utraty stateczności w przyczaliznowych pasach P-12 i P-13, P-14. Pasy te wyłączono z ruchu, ponieważ ich przebudowa, ze względu na stwierdzone warunki i szerokości wyrobisk nie dawały gwarancji uzyskania statecznych,

bezpiecznych warunków ich eksploatacji. Przedstawiono wówczas koncepcję dalszej rozcinki w polu G, zakładającą zatrzymanie robót na dotychczasowym kierunku i przystąpienie do upodatniania pozostałej części pola, z pochylni G–29 w kierunku NW, czyli na zroby (rys. 2). Przedsiębiorca w tym zakresie uzyskał decyzję Prezesa WUG, zezwalającą na odstępstwo od przepisów nakazujących prowadzenie rozcinki frontów w stronę calizny.



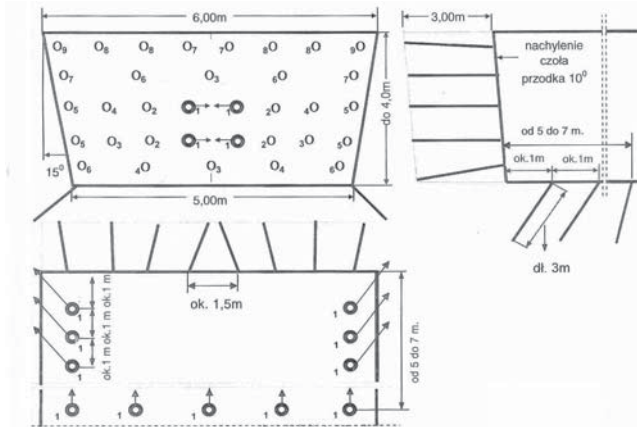
Rys. 2. Szkic wyrobisk pola G w czasie uzyskania zezwolenia na rozcinkę frontem skierowanym w kierunku „na zroby”

Roboty kontynuowano ustalając dodatkowe rygory strzelań:

- strzelać jednocześnie wszystkie przodki zasadnicze (skierowane w rozcinaną caliznę) z dopuszczalnym zmniejszeniem o 2 przodki (w praktyce ok. 18 przodków zasadniczych),
- w przodkach zasadniczych stosować otwory włomowo-odprężające,
- wraz z każdym strzelaniem przodków wykonywać strzelanie odprężające w spągu (rys. 3).

Rozcinkę w kierunku na zroby prowadzono od czerwca 2009 r. Po wstrząsie o energii $E = 1,5 \cdot 10^7$ J zaistniałym 22 września 2009 r. dodatkowo nakazano:

- zwiększyć miąższość piaskowca naruszanego robotami górniczymi poprzez zwiększenie wysokości wyrobisk do 4,0 m, zachowując ich dotychczasowy pułap,
- oprócz wykonywanych otworów przerywających ciągłość piaskowca, tzw. pod kostki, wykonywać co trzeci zabiór próbę przerywania ciągłości piaskowca, wykonując rząd otworów prostopadle do osi wyrobiska, w odległości $5 \div 7$ m od czoła przodka.



Rys. 3. Fragment metryki strzałowej z dodatkowymi otworami w spągu

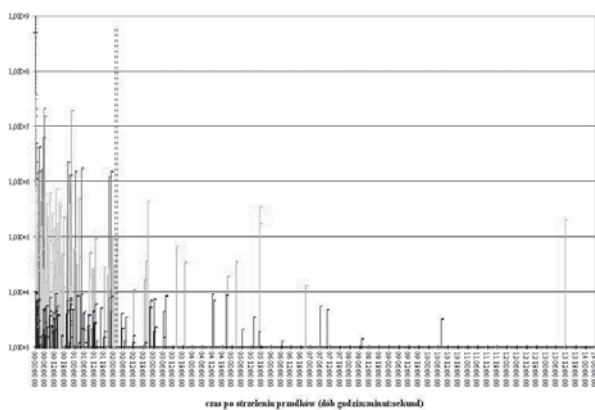
Po kolejnym wzroście aktywności na przełomie października i listopada, kiedy to wystąpiły 3 zjawiska klasy E7 w tym jedno odprężenie, dokonano następnej zmiany rygorów prowadzenia robót, wydłużając czasy wyczekiwania po robotach strzałowych do 2 dób. Czas ten był wynikiem dokonanej analizy statystycznej aktywności sejsmicznej po robotach strzałowych i pozwalał na oczekiwanie wystąpienia w jego okresie wszystkich zjawisk o energiach przekraczających E6 i około 80÷90% wszystkich zjawisk sejsmicznych.



Rys. 4. Szkic wzrostki eksploatacyjnych w polu G po zakończeniu rozcinki resztki (widoczne wzrostki wypełnione skałą i drogi transportowe wewnątrz pola eksploatacyjnego)

Dla ograniczenia „rozpadania się” filarów i utraty przez nie podpórności, co mogłoby doprowadzić do wzrostu obciążenia rozcinanej calizny, rozpoczęto również czasowe lokowanie urobku w wycinanych komorach, pozostawiając co trzecie wyrobisko przejezdne (rys. 4). W czasie robót prowadzonych wg tych rygorów wystąpiły jeszcze trzy bardzo silne zjawiska, wszystkie spowodowane robotami strzałowymi.

Po wstrząsie energii $E = 4,9 \cdot 10^8$ J, zaistniałym po robotach strzałowych w dniu 06.02.2010 r., w wyniku którego doszło do tąpnięcia (spowodowanego), wprowadzono kolejną modyfikację strzelań odprężających w spągu zwiększając ich ilość. Skutki tąpnięcia były usuwane do końca marca a regularna rozcinka calizny została rozpoczęta w kwietniu i była kontynuowana do wykonania pełnego zaprojektowanego zakresu. Od czasu wystąpienia tąpnięcia aktywność sejsmiczna znacząco zmalała i do zakończenia rozcinki nie wystąpił już wstrząs ze skutkami (rys. 5).



Rys. 5. Wykres obrazujący czasy wystąpienia wstrząsów po poprzedzającym go strzelaniu prądów uwzględniający zjawiska, które wystąpiły w okresie od stycznia 2009 do lutego 2010 r.

W wyniku stosowanych aktywnych i pasywnych metod zwalczania tąpnięć uzyskano bardzo wysoką skuteczność odprężania górotworu. Zdecydowana większość odprężeń górotworu została spowodowana w czasie wyczekiwania po robotach strzałowych, zapewniając tym samym akceptowalny poziom bezpieczeństwa dla pracującej w oddziale G-23 załogi. W tabeli 1 zestawiono silne zjawiska sejsmiczne zaistniałe w okresie rozcinki prowadzonej w kierunku na zroby w polu G.

3. Podsumowanie

Dzięki stosowanej profilaktyce oraz bieżącym zmianom projektowym udało się w sposób bezpieczny wykonać rozcinkę upodatniającą pole G.

Podjęte zostały następujące działania:

- przerywanie zwięzłej warstwy piaskowca poprzez stosowanie strzelań spągowych,

TABELA 1

Zestawienie silnych zjawisk sejsmicznych zaistniałych w okresie rozciągania prowadzonej w kierunku na zroby w polu G

Czas wystąpienia	Energia	Lokalizacja		Prowokacja
		x	y	
07-06-09 09:50:27	1,70E+06	26898	7197	w dniu wolnym
16-07-09 05:46:06	1,40E+06	0	0	sprowokowany
28-07-09 17:41:51	2,20E+06	0	0	sprowokowany
12-08-09 06:14:06	4,00E+06	26990	7354	sprowokowany
02-09-09 05:52:45	1,50E+06	0	0	sprowokowany
09-09-09 09:41:58	1,60E+06	26788	7205	sprowokowany
17-09-09 10:29:05	6,10E+06	26799	7063	
22-09-09 11:30:19	1,50E+07	26742	7145	
24-09-09 01:39:17	2,20E+06	27011	7360	
02-10-09 02:34:20	1,30E+06	26862	7481	
03-10-09 05:41:48	4,90E+06	0	0	sprowokowany
21-10-09 05:47:48	3,70E+07	26825	7135	sprowokowany
31-10-09 05:50:17	1,50E+07	0	0	sprowokowany
07-11-09 10:44:30	2,10E+07	26849	7047	
12-12-09 05:39:36	2,10E+07	0	0	sprowokowany
09-01-10 05:55:35	2,00E+07	0	0	sprowokowany
06-02-10 05:55:15	4,90E+08	0	0	sprowokowany
07-02-10 03:55:38	1,60E+06	26790	7316	
26-06-10 05:38:23	3,50E+06	0	0	sprowokowany
26-06-10 05:38:26	1,20E+06	0	0	sprowokowany
10-07-10 05:38:54	8,40E+06	0	0	sprowokowany
19-07-10 00:29:24	1,00E+06	26690	7222	w dniu wolnym

- stosowanie strzelań pod filary technologiczne,
- zastosowanie grupowego strzelania zwiększonej ilości przodków,
- ustalenie czasu wyczekiwania po strzelaniach na podstawie analizy statystycznej,
- stosowanie cykliczności strzelań,
- poprzez wypełnianie skałą płoną wybranych komór, złagodzone przechodzenie stropów z calizny nad strefę upodatkowaną,
- na bieżąco dostosowywano smukłość filarów eksploatacyjnych do wytrzymałości skał.