

PRZEGLĄD GÓRNICZY

założono 01.10.1903 r.

MIESIĘCZNIK STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW GÓRNICTWA

Nr 2 (1107)

luty 2015

Tom 71 (LXXI)

UKD 622.34:622.23:622.1:550.8

Dodatkowa profilaktyka tąpniowa z wykorzystaniem strzelań w warstwach stropowych – doświadczenia KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG „Rudna”

Additional prevention against tremors with the use of blasting in roof layers – tests of KGHM Polska Miedź S.A. “Rudna” coal mine



Mgr inż. Arkadiusz Anderko^{*)}

Mgr inż. Mirosław Laskowski^{*)}

Dr inż. Adam Mirek^{**)}

Mgr inż. Robert Osman^{*)}

Mgr inż. Jerzy Wróbel^{*)}

Treść: Przedstawiono przypadki stosowania w KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG „Rudna” strzelań w warstwach stropowych w ramach profilaktyki tąpniowej w różnych uwarunkowaniach geologiczno-górnictwa. Omówiono genezę, przebieg i efektywność odprężenia górotworu strzelaniem długimi otworami w warstwach stropowych na przykładzie pól eksploatacyjnych G-23/1, G-1/7, X/1, G-7/5 i G-11/8. W przypadku pól G-23/1 i G-1/7, z uwagi na rodzaj użytego MW i długość otworów strzałowych rzędu 60 m, konieczne było opracowanie przez służby kopalni wielu szczegółów technicznych dotyczących konstrukcji i sposobu ładowania MW oraz jego zabezpieczenia przed wypadnięciem z otworu.

Abstract: This paper presents the cases of using blasting in roof layers in the framework of prevention against tremors in different geological and mining conditions, performed in KGHM Polska Miedź S.A. “Rudna” coal mine. It describes the origin, course and efficiency of rock mass decompression thanks to blasting with long blast-holes in roof layers on the example of exploitation fields G-23/1, G-1/7, X/1, G-7/5 and G-11/8. In cases of fields G-23/1 and G-1/7, it was necessary to develop a series of technical details, concerning the structure and manner of loading the blasting material and securing it against falling down the hole, because of the type of the used blasting material and the length of blast-holes amounting to 60m.

^{*)} KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG Rudna, ^{**)} ITI EMAG

Uwaga – Redakcja nie otrzymała od autorów fotografii

Słowa kluczowe:

geologia, górnictwo, eksploatacja złoże, profilaktyka tąpniowa

Key words:

geology, mining, deposit exploitation, prevention against tremors

1. Wprowadzenie

Własności geomechaniczne górotworu, jego znaczne zaangażowanie tektoniczne oraz sukcesywny przyrost powierzchni wybranej, a tym samym konieczność prowadzenia eksploatacji w warunkach skrepowanych, to główne czynniki decydujące o wysokim poziomie sejsmiczności i zagrożenia tąpnięciami w O/ZG „Rudna”. Uwarunkowania takie przy prowadzeniu robót górniczych wymagają bieżącego stosowania i sukcesywnego rozwijania profilaktyki tąpniowej. W O/ZG „Rudna”, w ramach aktywnych metod profilaktycznych w szczególnie złożonych warunkach geologiczno-górnictwowych, podjęto próbę ingerencji robotami strzałowymi w sztywne warstwy stropowe. Pierwsze takie, doraźne strzelania w stropie, otworami odwierconymi nad rozcinaną calizną i sięgającymi przystropowych partii węglanów (~60 m), wykonano w polach G-23/1 i G-1/7. W późniejszym okresie podobne strzelania, lecz większą liczbą otworów, o długości około 15 m, wykonano w polu G-7/5 (w otoczeniu resztki calizny podzielonej uskokiem) oraz w polu X/1, usytuowanym w bliskim sąsiedztwie Synkliny Paulinowa. Od 2010 r. w polu G-11/8 prowadzono sukcesywne strzelania torpedujące

w stropie z wyrobisk przyzrobowych, usytuowanych między pozostawioną resztką a narożem rozcinanej calizny.

2. Pole G-23/1

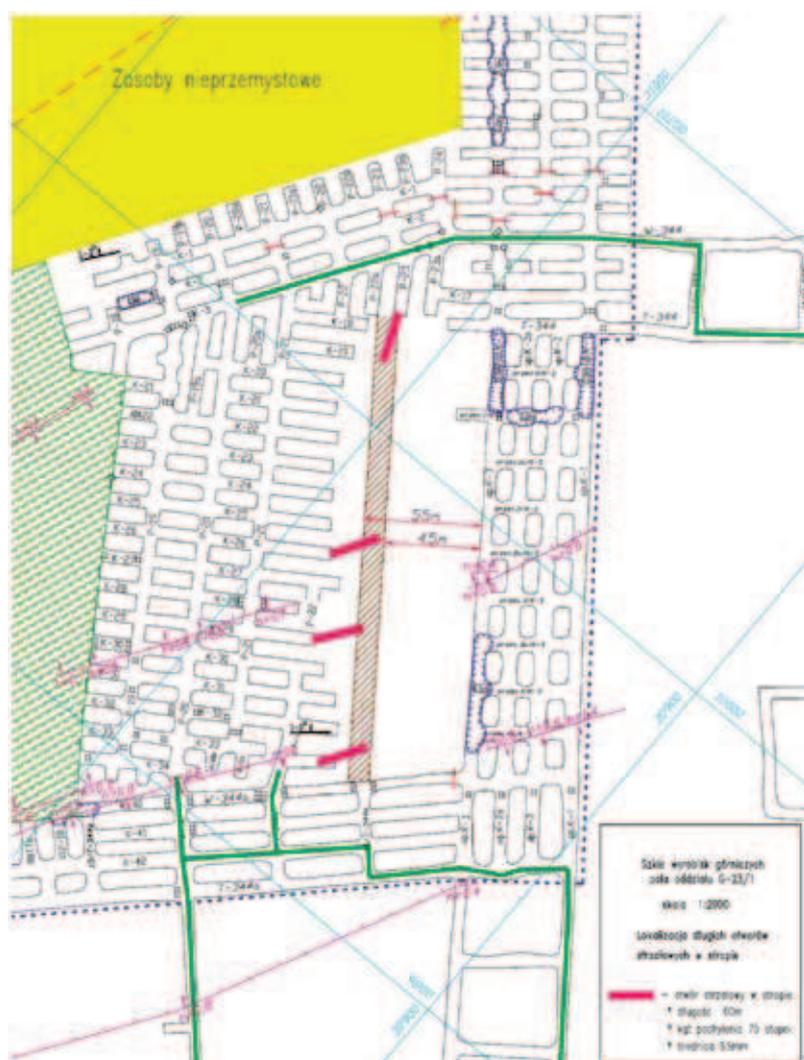
W dniu 18.07.2000 r. w polu G-23/1 KGHM Polska Miedź S.A O/ZG „Rudna” miało miejsce tąpnięcie wskutek samoistnego wstrząsu górotworu o energii 2,0E9J. Epicentrum wstrząsu zlokalizowano na krawędzi wydzielonego filara zasobów nieprzemysłowych, na przedłużeniu komory K-1 i pasa P-17. We wrześniu 2000 r. uruchomiono eksploatację w tym polu, a po uzyskaniu około 10 m postępu przodków rozpoczęto roboty związane z wykonywaniem strzelania torpedującego w stropie. Zgodnie z zaleceniem Komisji ds. Tapań, Obudowy i Kierowania Stropem w Zakładach Górniczych Wydobywających Rudy Miedzi strzelanie wykonano według następujących założeń:

1. Wzdłuż frontu odwiercono cztery otwory sięgające przystropowych partii węglanów, przy czym końce otworów znajdowały się nad strefą zawartą między 45÷55 m rozcinanej calizny licząc od upadowej K-3;
2. Trzy otwory zlokalizowano w bliskim sąsiedztwie uskokuw przebiegających w polu, nadając im kierunek zbliżony do przebiegu tych uskokuw. Cztery otwór zlokalizowano w pasie P-23 w sąsiedztwie komory K-18;
3. Sumaryczny ładunek MW zawarty w tych otworach około 1000 kg.

Strzelanie torpedujące w stropie wykonano w dniu 14.10.2000 r. odpalając 948 kg emulgitu 82 GP załadowanego ręcznie do otworów o długości 60 m i średnicy 93 mm. Schemat wykonanych strzelań torpedujących przedstawiono na rysunku 1. Bezpośrednio po odpaleniu MW zarejestrowano (w polu G-23/1) wstrząs o energii 8,6E3J. Strzelanie ładunków MW w otworach o długości rzędu kilkudziesięciu metrów było wykonywane po raz pierwszy w kopalniach KGHM. Do tego czasu podobne roboty wykonywane były w otworach w stropie o głębokości do 15 m i w otworach poziomych długości do 25 m.

3. Pole G-1/7 [2]

W dniu 5.08.2005 r. w polu G-1/7 doszło do tąpnięcia związanego z samoistnym wstrząsem górotworu o energii 6,4E7J. Eksploatację w tym polu zatrzymano do czasu dokonania analizy sytuacji geologiczno-górnictwowej oraz oceny stanu zagrożenia tąpnięciami i zawałami w rejonie prowadzonej eksploatacji. Po przeprowadzeniu stosownych analiz opracowano nowy projekt, w którym jednym



Rys. 1. Schemat wykonanych strzelań torpedujących w polu G-23/1 w dniu 14.10.2000 r.

Fig. 1. Scheme of torpeding blasts in field G-23/1 from 14 October 2000

z elementów zalecanej profilaktyki tapaniowej było wykonanie dodatkowych strzałów odprężających w sztywnych warstwach stropowych. Założeniem takiego strzelania było podjęcie próby ingerencji działaniami profilaktycznymi w rejon granicy wykształcenia litologicznego wstrząsogennych warstw dolomitów i anhydrytu. W tym celu opracowano specjalną dokumentację wykonania strzelania odprężającego długimi otworami w polu G-1/7. Sposób dalszej eksploatacji w tym polu, wraz z propozycją wykonania dwukrotnego strzelania odprężającego w sztywnych warstwach stropowych (rys. 2), został w grudniu 2005 r. pozytywnie zaopiniowany przez Komisję ds. Tapań, Obudowy i Kierowania Stropem w Zakładach Górniczych Wydobywających Rudy Miedzi.

Według przyjętych wówczas założeń prowadzono eksploatację w polu G-1/7 do maja 2006 r., tj. do dnia wystąpienia w bloku A spowodowanego robotami strzałowymi tąpnięcia górotworu związanego ze wstrząsem o energii 1,9E9J. Uznano wówczas, że podejmowanie profilaktyki tapaniowej w stropie w bloku A jest bezzasadne i zalecono wykonanie robót strzałowych odprężających sztywne warstwy stropowe tylko w bloku B.

Po zrealizowaniu rozczki, w zakresie przedstawionym na rysunku 3, pod koniec stycznia 2007 r. przystąpiono do robót wiertniczych w stropie mających na celu przeprowadzenie przedmiotowego strzelania z zastosowaniem emulsyjnego MW załączanego do otworów strzałowych. Wykorzystując stacjonarną wiertnicę odwiercono cztery otwory strzałowe



Rys. 3. Stan wyrobisk w polu G-1/7 na koniec stycznia 2007 r. z projektowanymi otworami strzałowymi

Fig. 3. Condition of excavations in field G-1/7 at the end of January 2007 with the designed blast-holes



Rys. 2. Lokalizacja planowanych długich otworów w stropie, w polu G-1/7.

Fig. 2. Location of the planned long blast-holes in the roof, field G-1/7

o nachyleniu 75° , średnicy 76 mm i długości 62,5 m. Wiercenie rozpoczęto 23.01.2007 r., a zakończono 16.02.2007 r., co utrudniało prowadzenie normalnego ruchu pola. W komorach K-11 i K-15 wiercenie było utrudnione z uwagi na spękania i rozwarstwienia stropu występujące w interwale $15\div 20$ m otworu. Trudności te spowodowały wydłużenie czasu wiercenia tych otworów o około 4 dni w stosunku do pozostałych otworów.

Po odwierceniu otworów kolejnym etapem przedsięwzięcia było wprowadzenie do dna otworów głowic rozprężnych z linkami stalowymi i zastabilizowanie ich w dnie otworów. Głowice zapychano za pomocą urządzenia wierzącego z wykorzystaniem żerdzi wiertniczych, bezpośrednio po odwierceniu każdego otworu. Głowice rozprężano w otworach poprzez dociskanie klina rozprężającego do dna otworu. Głowice te pozwoliły na wprowadzenie do otworów lontu detonującego, dwóch rurek odpowietrzających i węża załadowniczego. Na czterdziestym metrze otworu założono korek uszczelniający, stanowiący podział otworu na część załadowniczą MW i część wypełnioną przybitką. Przez odwiercone w korku otwory przeciągnięto wąż załadowniczy, lont detonujący i rurki odpowietrzające, oraz linki stalowe. Nad korkiem uszczelniającym umocowano dwa 300-gramowe ładunki dynamitu skalnego uzbrojone dwoma zapalnikami nieelektrycznymi. Konstrukcję ładunku MW w otworze przedstawiono na rysunku 4. Operacja uzbrajania i wciągania całej kolumny do jednego otworu była pracochłonna i trwała około 3 godzin. Do każdego z otworów wtłoczono po 230 kg emulsyjnego MW, przy czym w komorach K-11 i K-15 z powodu spękań i rozwarstwień stropu z otworów wypłynęło po około 10 kg emulsji. Następnie zakorkowano wlot otworu kolejnym korkiem, wprowadzono do otworu drugi

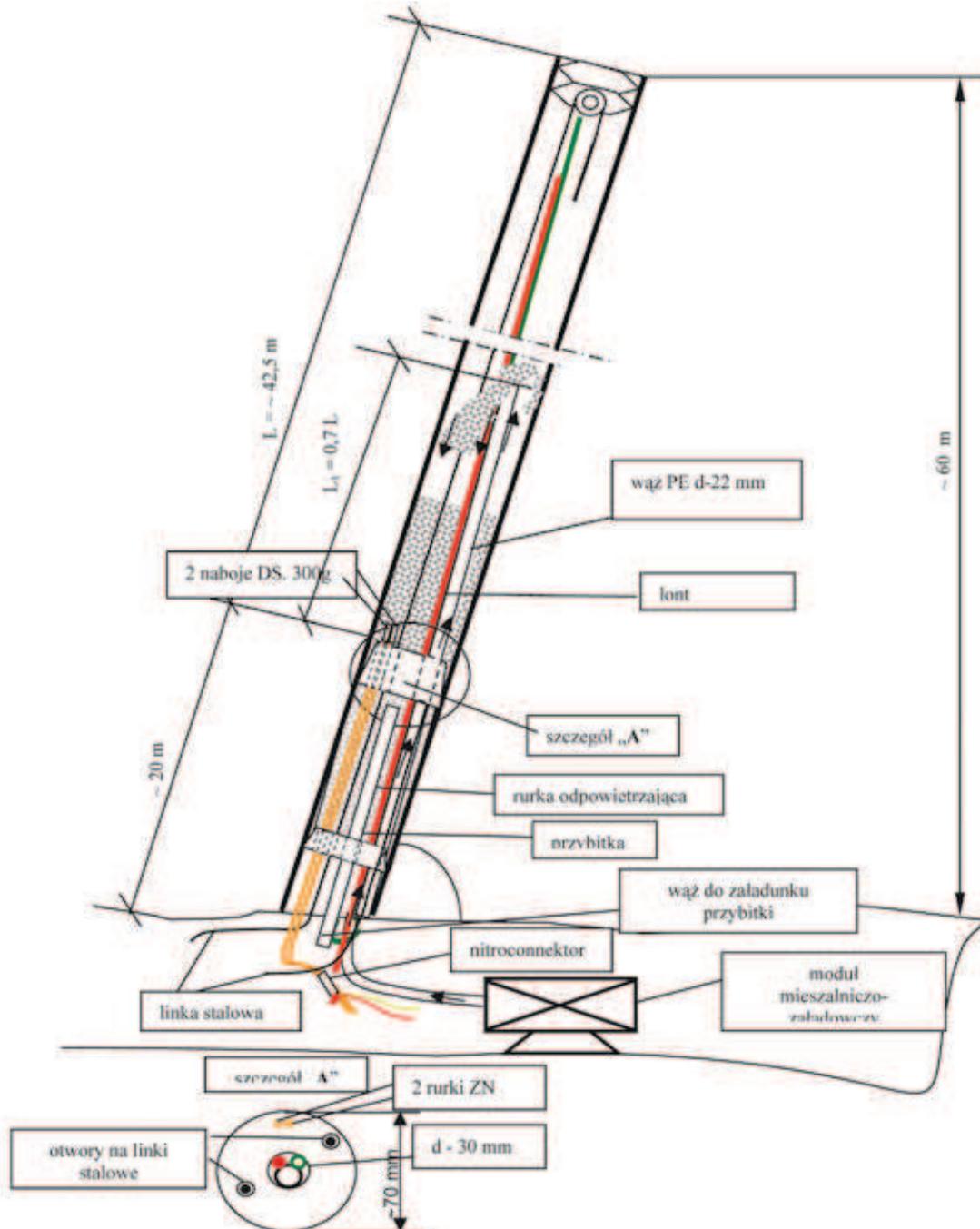
wąż i rozpoczęto zatłaczanie przybitki z drugiego modułu mieszalniczo-załadowczego. Łączny czas wtłaczania emulsji MW i przybitki do jednego otworu wyniósł około 2 godzin.

W dniu 18.02.2007 r. w czterech długich otworach rozmieszczonych wzdłuż frontu G-1/7 zdetonowano jednocześnie 920 kg MW. Po wykonanym strzelaniu zarejestrowano wstrząs o energii 3,1E4J; w komorach K-15 i K-19 doszło do zniszczenia warstw stropu bezpośredniego, co wymusiło przy dalszych robotach rozcinkowych konieczność obejścia tych komór i zaburzenie wyrównanej linii rozcinki.

4. Pole X/1 [1]

Roboty górnicze w polu X/1, prowadzone w warunkach skrzepowanych z uwagi na zamykający charakter eksplo-

atacji, rozpoczęto w połowie 2005 r. W polu tym, oprócz rutynowych metod oceny stanu górotworu, prowadzono z częstotliwością 1 raz/m-c niwelacyjne pomiary osiadania stropu na liniach pomiarowych sukcesywnie rozbudowywanych wzdłuż komór K-18 i K-17. W marcu 2009 r. front pola X/1 osiągnął wybieg około 300 m (rys. 5), a pomiary niwelacyjne osiadania stropu wykazały dwukrotnie większe przyrosty w stosunku do okresów poprzednich. Również skojarzone z niwelacją stropu pomiary konwergencji wyrobisk zaczęły wskazywać na nietypowe zachowanie górotworu. Od 1.01.2009 r. do 5.03.2009 r. konwergencja utrzymywała się na stałym poziomie 0÷6 mm/dobę. Od 6 do 24 marca utrzymywał się 40 % wzrost konwergencji w stosunku do poprzednich pomiarów, a 26.03.2009 r. konwergencja na lewym skrzydle frontu osiągnęła wartość 24 mm. Wobec wzmocnionych deformacji w rejonie pola wycofano załogę



Rys. 4. Konstrukcja ładunku MW w otworze.

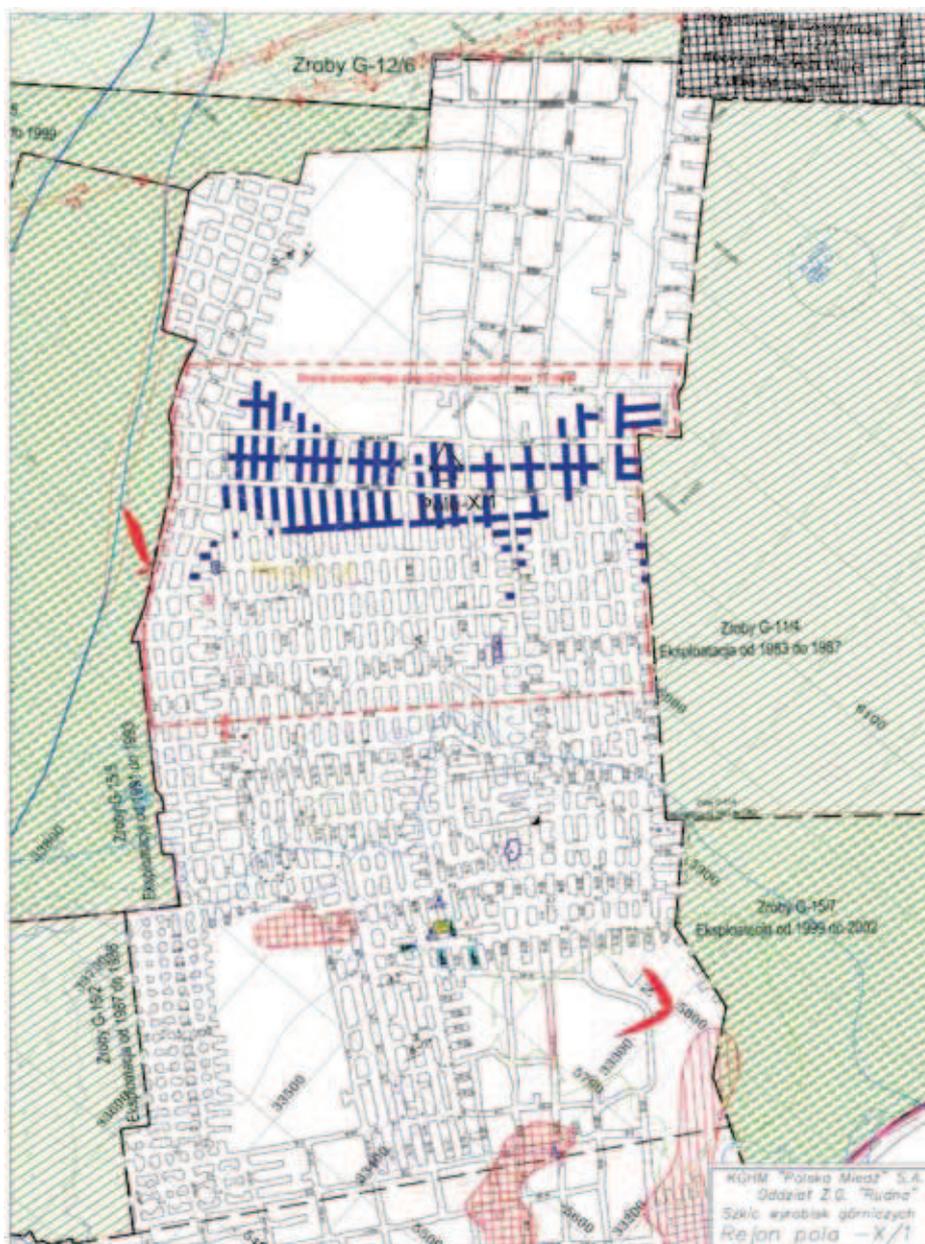
Fig. 4. Design of the blasting material charge in the hole

i podjęto decyzję o wszczęciu działań profilaktycznych w postaci grupowego strzelania maksymalnej ilości przodków wraz z dodatkowymi otworami odprężającymi w przodkach komór. Strzelaniem tym spowodowano cztery wstrząsy niskoenergetyczne, zlokalizowane w rejonie frontu robót rozcinkowych. Jednocześnie nastąpił wzrost wskaźnika SWSG o 5 klas, a konwergencja spadła do 13 mm/dobę. Kolejnym grupowym strzelaniem przodków nie spowodowano wstrząsu, konwergencja wzrosła do 20 mm. Utrzymujące się nietypowe zachowanie górotworu powiązano z wpływem bliskiego sąsiedztwa synklijalnej Struktury Paulinowa, zlokalizowanej w obrębie rozległych zrobów sąsiednich pól G-15/5 i G-12/5. W związku z tym podjęto decyzję o wykonaniu kolejnego grupowego strzelania przodków połączonego ze strzelaniem krawędziowym w stopie komory K-9 otworami o długości 15 m, odchylonymi o 20° od pionu w stronę tych zrobów. Strzelanie to, którym bezpośrednio spowodowano wstrząs o energii 7,9E4J, wykonano 4.04.2009 r. (rys. 6).

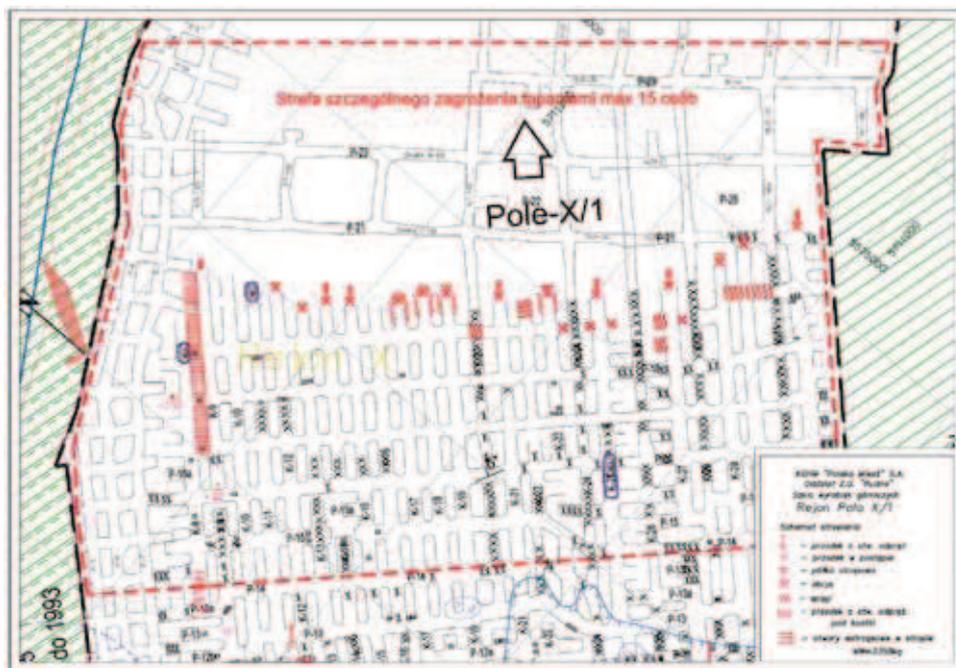
Łącznie odpalono 2358 kg MW – 1126 kg w przodkach i spągu oraz 1232 kg w 55 otworach odwierconych w stopie komory K-9, na odcinku około 100 m od czoła przodka. Po strzelaniu konwergencja na froncie pola ustabilizowała się i zawierała w przedziale od 4 do 9 mm/dobę, a tempo obniżania stropu, potwierdzone kolejnymi pomiarami niwelacyjnymi, powróciło do poziomu rejestrowanego w poprzednich okresach.

5. Pole G-7/5 [3]

W dniu 21.07.2009 r. w polu G-7/5 doszło do tąpnięcia związanego ze wstrząsem górotworu o energii 9,3E7J. Epicentrum tego wstrząsu zlokalizowano w caliznie w rejonie uskoku przebiegającego diagonalnie przez to pole. Po zdarzeniu opracowano projekt dalszej eksploatacji, w którym określono następujące dodatkowe elementy profilaktyki tapaniowej:



Rys. 5. Szkic wyrobisk górniczych pola X/1, projektowany zakres rozcinki – marzec 2009 r.
 Fig. 5. Outline of mining excavations with field X/1, designed range of boundary caving drift – March 2009



Rys. 6. Szkic wyrobisk górniczych pola X/1, schemat strzelania w dniu 4.04.2009 r.

Fig. 6. Outline of mining excavations with field X/1, blasting scheme from 4 April 2009

1. Pierwsze grupowe strzelanie przodków wykonać z zachowaniem rygoru odpalenia minimum 10 przodków, w tym co najmniej 5 z otworami odprężającymi.
2. Z uwagi na ograniczony zakres rozcinki w bloku A strzelać grupowo co najmniej 7 przodków, przy czym w celu przyspieszenia upodatnienia naroża calizny na prawym skrzydle dobierać do strzelań min. 2 przodki w tym narożu.
3. Wydłużyć do 12 godzin czas wyczekiwania po grupowym strzelaniu przodków.
4. Po zakończeniu upodatniania naroża calizny na prawym skrzydle, wykonać strzelanie odprężające w stropie zasadniczym w kierunku przewidywanego uskoku w polu.

Po osiągnięciu planowanego zakresu upodatnienia naroża calizny na prawym skrzydle frontu, w dniu 21.11.2009 r. wraz z grupowym strzelaniem przodków wykonano strzelanie odprężającego długimi otworami w stropie w kierunku przewidywanego uskoku (rys.7.) Łącznie odpalono 2064kg MW, w tym 990 kg w przodkach oraz 1074 kg w 24 otworach odwierconych w stropie komory K-20 i K-22, o długości 20 m i średnicy 64 mm. Wykonanymi robotami strzałowymi spowodowano trzy wstrząsy górotworu o łącznej energii 5,6E4J.

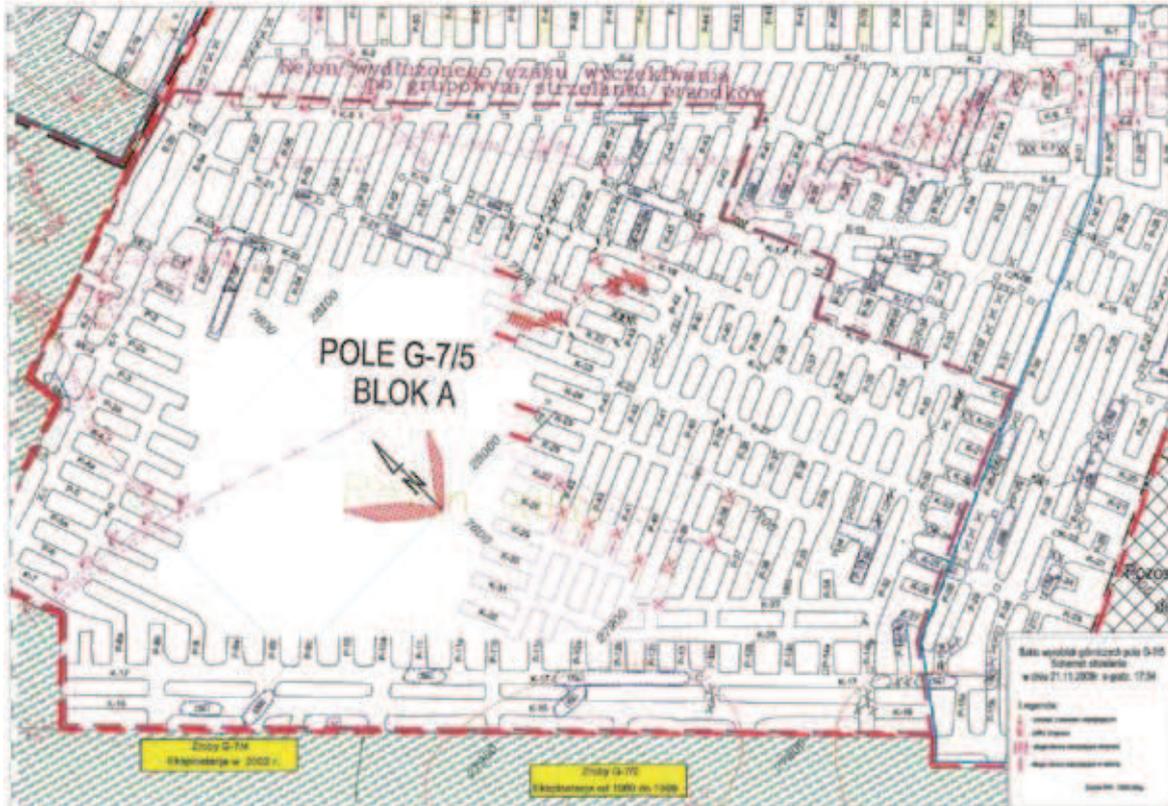
Przeprowadzone pomiary zachowania górotworu zarówno po wykonanym strzelaniu, jak i w okresie kolejnych siedmiu dni przyjmowały wartości do siebie zbliżone, nie wskazując na wzrost zagrożenia tąpniętami. W wyniku wykonanego strzelania w stropie, otworami o zwiększonej długości, doszło do destrukcji warstw stropowych w komorze K-22 od P-45 do czoła przodka oraz w komorze K-20 pomiędzy pasami P-42 a P-45, co pociągnęło za sobą konieczność wygrozdzenia ww. komór z ruchu ludzi i maszyn. Strzelanie to przyczyniło się również do zmian warunków stropowych w sąsiedniej komorze K-19 pomiędzy pasami P-48÷P-43 – wyrobisko to dodatkowo wzmocniono stojakami hydraulicznymi.

6. Pole G-11/8

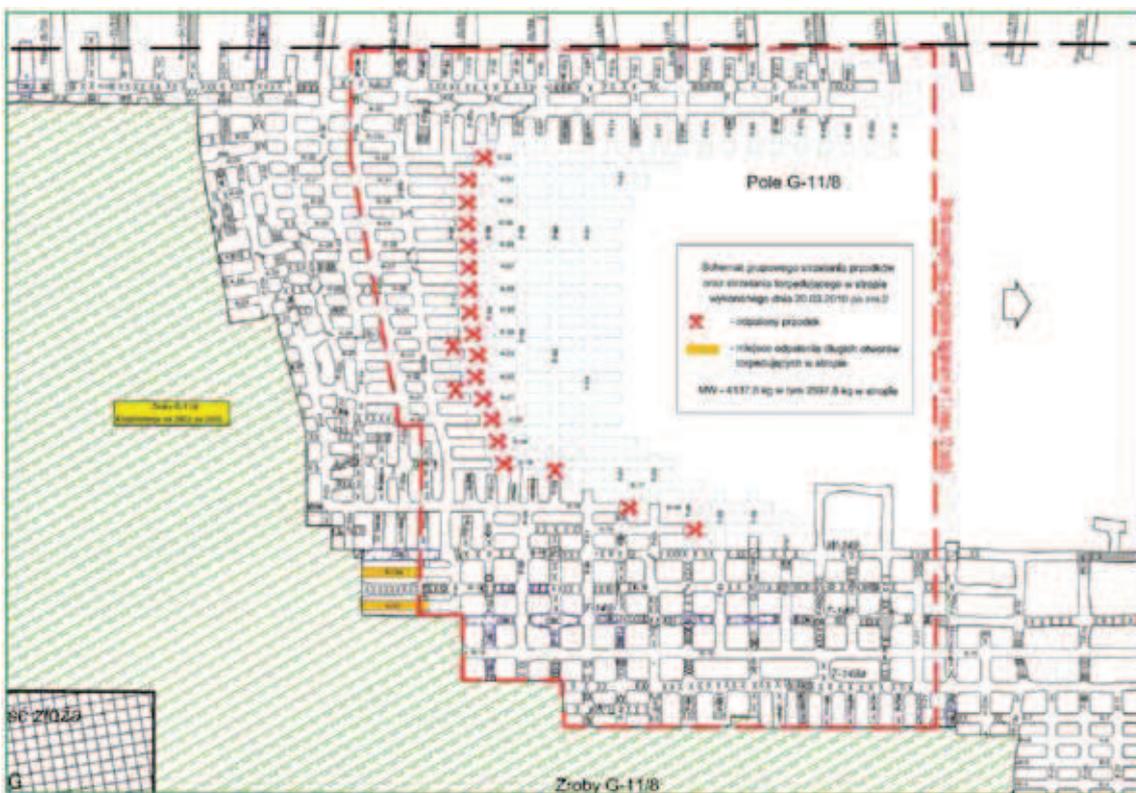
Po tąpnięciu zaistniałym w styczniu 2010 r. w polu G-11/8, związanym z samoistnym wstrząsem górotworu o energii 3,7E7J, dalszą eksploatację prowadzono z zastosowaniem dodatkowej profilaktyki tąpniawej:

1. Do pierwszego grupowego strzelania dobrano minimum 12 przodków; łącznie z którym wykonano strzelanie torpedujące w stropie wyrobisk przyzrobowych, usytuowanych między pozostawioną w zrobach resztką a narożem rozcinanej calizny.
2. Kolejne grupowe strzelania wykonywano z zachowaniem rygoru co najmniej 12 przodków, przy czym co najmniej 10 w caliznie.
3. Grupowe strzelania wykonywano z częstotliwością 1 raz w tygodniu, z zachowaniem wydłużonego do 24 godzin czasu wyczekiwania w strefie szczególnego zagrożenia tąpniętami.
4. Z postępem rozcinki, na długości ostatniego zabioru, strzelano dodatkowe otwory odprężające pod filary technologiczne i w spągu.
5. Co 30 m postępu rozcinki zasadniczej części frontu, w wyrobiskach przyzrobowych usytuowanych między pozostawioną resztką a narożem rozcinanej calizny, wykonywano strzelania torpedujące w stropie.

Pierwsze grupowe strzelanie przodków połączone z odpaleniem długich otworów w stropie wykonano w dniu 20.03.2010 r. Łącznie odpalono 4137 kg MW, w tym 2597 kg w 90 otworach odwierconych w stropie komór K-12 i K-13a (rys. 8). Strzelaniem tym bezpośrednio spowodowano wstrząs o energii 2.0E5J. Od wznowienia eksploatacji, w polu G-11/8 wykonano 20 grupowych strzelań przodków połączonych ze strzelaniem torpedującym w stropie. Parametry tych strzelań i aktywność sejsmiczną zarejestrowaną w dwudziestoczterogodzinnym czasie wyczekiwania, zestawiono w tabelicy 1. Ostatnie strzelanie torpedujące w polu G-11/8, przy szerokości zrobów od pozostawionej resztki wynoszącej ponad 700 m, wykonano w dniu 14.06.2014 r. w komorze K-17 z pasa P-85. Schemat tego strzelania przedstawiono na rysunku 9.



Rys. 7. Szkic wyrobisk górniczych pola G-7/5, schemat strzelania w dniu 21.11.2009 r.
 Fig. 7. Outline of mining excavations with field G-7/5, blasting scheme from 21 November 2009



Rys. 8. Szkic wyrobisk górniczych pola G-11/8, schemat strzelania w dniu 20.03.2010 r.
 Fig. 8. Outline of mining excavations with field G-11/8, blasting scheme from 20 March 2010



Rys. 9. Szkic wyrobisk górniczych pola G-11/8, schemat strzelania w dniu 14.06.2014 r.
Fig. 9. Outline of mining excavations with field G-11/8, blasting scheme from 14 June 2014

Tablica 1. Parametry strzelań przodkowych i torpedujących w stropie oraz aktywności sejsmicznej
Table 1. Parameters of face and torpedo blasts in the roof and seismic activity

Lp.	Data	Liczba MW	Energia wstrząsu	Uwagi
1	20.03.2010	4137 w tym 2597 w stropie	2,0E5 J	PP0s
2	08.05.2010	2974 w tym 1575 w stropie	1,7 E5 J	PP0s
3	10.07.2010	2522 w tym 1519 w stropie	7,1E4J	PP0s
4	09.10.2010	3132 w tym 1558 w stropie	1,3 E5J, 3,3 E3J	PP0s, PP6s
5	11.12.2010	3021 w tym 1594 w stropie	1,2 E5J, 2,2 E3J	PP30s, PP19
6	19.02.2011	4038 w tym 1957 w stropie	2,9E5J; 2,0E3J	PP0s; PP44
7	14.05.2011	3571 w tym 1814 w stropie	1,5E5J; 9,4 E4J	PP0s; PP187
8	13.08.2011	3633 w tym 1833 w stropie	1,8E5J	PP0s
9	05.11.2011	3525 w tym 1608 w stropie	1,8 E5J	PP0s
10	21.01.2012	3803 w tym 1728 w stropie	3,3 E5J	PP2
11	24.03.2012	3633 w tym 1831 w stropie	1,5 E5J	PP0s
12	30.06.2012	3686 w tym 1752 w stropie	1,4 E5J; 3,9 E4J	PP0s; PP497
13	22.09.2012	3445 w tym 1691 w stropie	1,2 E5J;	PP1
14	22.12.2012	3259 w tym 1773 w stropie	1,6 E5J; 1,6 E4J; 3,2 E4J; 6,1 E4J;	PP0s; PP288 PP1190; PP1322
15	23.03.2013	3236 w tym 1580 w stropie	1,8E5; 1,8E3; 2,9E4; 7,2E4 1,6E4	PP0s; PP277 PP553; PP695 PP1112
16	15.06.2013	3582 w tym 1856 w stropie	1,6E5; 5,9E3 3,2E4	PP0s; PP1424 PP1436

Tablica 1. cd.

Lp.	Data	Liczba MW	Energia wstrząsu	Uwagi
17	14.09.2013	3792 w tym 1796 w stropie	1,4E5J; 1,6E4J 1,6E4J; 3,7E3J 6,9E3J; 5,0E3J	PP6s; PP1 PP127; PP657 PP664; PP801
18	14.12.2013	3591 w tym 1297 w stropie	5,9E4J	PP0s
19	15.03.2014	3441 w tym 1652 w stropie	9,5 E5J; 4,0E3J	PP0s; PP580
20	14.06.2014	3658 w tym 1633 w stropie	9,4 E4J; 1,2 E3J 2,3E3J	PP0s; PP112s PP1380

6. Podsumowanie

Strzelania ładunków MW w otworach o długości 60 m wykonywano wg opisanych technologii po raz pierwszy w kopalniach KGHM. Pierwsze strzelanie wykonano w roku 2000 w polu G-23/1 używając MW nabożowanego wciągane-go do otworów przy użyciu linki. Przebieg robót strzałowych w ZG Rudna pozwala stwierdzić, że ładowanie i odpalenie w stropie otworów długości ~ 60 m jest wykonalne i nie wykracza poza możliwości techniczne i organizacyjne służby strzałowej kopalni. Wymaga ono jednak długiego procesu wykonywania robót, a tym samym przebywania w bezpośrednim sąsiedztwie rozcinananej calizny. W wyniku wykonywanych strzelań w otworach rozmieszczonych wzdłuż frontu eksploatacyjnego dochodziło do destrukcji warstw stropu zasadniczego w komorach i w ich sąsiedztwie, nawet przy umieszczeniu ładunku MW 20 m. nad stropem wyrobisk. Powodowało to konieczność wykonania długotrwałych przebudów stropu i doprowadzało do zaburzenia rytmiczności prowadzenia robót rozcinkowych, niekorzystnego przy prowadzeniu eksploatacji w warunkach zagrożenia tapaniami. Również w przypadku wykonanych strzelań w stropie otworami o długości 15 m w strefie roboczej pól G-7/5 i X/1 zniszczeniu uległ strop wyrobisk, przy czym wyłączenie z ruchu tych wyrobisk nie zaburzało prowadzenia robót górniczych. Ponadto strzelanie krawędziowe w polu X/1 w sąsiedztwie oddziaływania synkliny, wykonane doraźnie z uwagi na nietypowe dla tego pola zachowanie górotworu, pozwoliło na odciążenie rozcinananej calizny i ustabilizowanie tempa konwergencji oraz osiadanie stropu. Wykonywane sukcesywnie strzelania torpedujące w stropie wyrobisk, zlokalizowanych w sąsiedztwie zrobów pola G-11/8, nie powodowały zaburzenia rytmiczności prowadzenia robót rozcinkowych. Roboty strzałowe prowadzone były w strefie upodatnionej poza strefą wpływów od strony rozcinananej calizny. W przypadku destrukcji stropu w sąsiednich wyrobiskach najczęściej były one zbędne i wygradzane.

W świetle dotychczas wykonanych strzelań w warstwach stropowych, w ramach dodatkowej profilaktyki tapaniowej, nasuwają się następujące wnioski:

1. Nie jest celowe prowadzenie takich strzelań na linii frontu robót rozcinkowych z uwagi na destrukcję warstw stropowych i wzrost zagrożenia zawałowego;
2. Zasadne jest wykonywanie strzelań torpedujących w stropie w przypadkach nietypowego zachowania górotworu, zwłaszcza w powiązaniu zaburzeniami geologicznymi występującymi w danym polu eksploatacyjnym;
3. W szczególnych przypadkach celowe jest wykonywanie strzelań torpedujących w stropie, między rozcinaną calizną a pozostawionymi resztkami, przy czym strzelania te nie mogą zaburzać rytmicznego prowadzenia eksploatacji.

Literatura

1. *Gzik K., Laskowski M., Wróbel J.*: Wpływ strzelania krawędziowego na zachowanie górotworu w polu X/1 O/ZG „Rudna”, prowadzonym w szczególnie trudnych warunkach geologiczno-górnicych. *Górnicy Zagrożenia Naturalne – Praca Zbiorowa*, Wydawnictwo GIG, Katowice, 2010.
2. *Hryciuk A., Kirej M., Laskowski M., Mirek A., Półtorak M.*: Zagrożenia naturalne i podejmowane działania profilaktyczne w KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG Rudna w latach 1993-2013. *Prewencja Zagrożeń Naturalnych – Praca Zbiorowa pod redakcją J. Kabiesza*, Wydawnictwo GIG, Katowice, 2013.
3. *Gzik K., Laskowski M., Świder M., Mirek A.*: Wpływ uwarunkowań tektonicznych na prowadzenie robót eksploatacyjnych w polu G-7/5 O/ZG Rudna. *Zagrożenia i Technologie – Praca Zbiorowa pod redakcją J. Kabiesza*, Wydawnictwo GIG, Katowice, 2012.
4. *Mirek A., Zorychta A.*: Wpływ systemu z szerokim otwarciem stropu na zagrożenie wstrząsami wysokoenergetycznymi w kopalniach LGOM. *Monografia, Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej (Seria z Perlikiem Nr 11)*. Agencja Wydawniczo-Konsultingowa GEO, Kraków, 2004.