

Bezpieczeństwo użytkowania wyrobisk w warunkach zagrożenia zawałami i obrywaniem się skał w zakładach górniczych LGOM w świetle nowych przepisów

Safety of using the underground excavations in hazardous conditions such as the collapse and rockfall in the LGOM mining plants according to the new regulations



*Mgr inż. Dariusz Juszyński**



*Mgr inż. Robert Podolski**



*Mgr inż. Grzegorz Wowczuk**



*Mgr inż. Dagmara Pęczek**

Treść: Jednym z zagrożeń występujących podczas wykonywania robót górniczych jest możliwość powstania zawału stropu wyrobiska. W warunkach LGOM skały osadowe w stropie wyrobisk charakteryzują się budową warstwową, z płaszczyznami podzielności wypełnionymi substancjami o obniżonych parametrach wytrzymałościowych (gips, kalcyt, anhydryt, substancje ilaste), lokalnie zaburzoną płaszczyznami mikrotektonicznymi, w dużym stopniu determinującymi możliwość powstawania zawałów. Wnioski z badań powypadkowych zaistniałych zawałów wskazywały na ich powstanie, pomimo dobrania obudowy górniczej zgodnie z obowiązującymi regulacjami. Wobec nowelizacji aktów prawnych regulujących szczegółowe wymagania prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych, w artykule przedstawiono stan bezpieczeństwa użytkowania wyrobisk w warunkach zagrożenia zawałami i obrywaniem się skał w zakładach górniczych LGOM. Zostały również omówione zaistniałe w roku 2016 dwa zawały stropu w kopalniach rud miedzi oraz wypadki związane z opadającymi bryłami skalnymi. Poddano analizie zasady prowadzenia kontroli stateczności stropu w kopalniach LGOM w ramach profilaktyki zawałowej oraz sposób identyfikacji zagrożenia zawałowego.

Abstract: One of the hazards occurring during the mining works is the possibility of rock or roof fall. In the LGOM conditions, sedimentary rocks in the roof of the underground excavations are characterized by a layered structure, with divisibility planes filled with substances of reduced strength parameters (gypsum, calcite, anhydrite, clayey substances), locally disturbed microtectonic planes, determining the possibility of rock or roof fall. The conclusions from investigations of the existing roof fall indicated there were the events, despite the use of rockbolt in accordance with the applicable regulations. This paper discusses the safety of using the underground excavations in hazardous conditions such as the collapse and rockfall in the LGOM mining plants according to the new regulations. Two roof falls which occurred in 2016 in copper ore mines and accidents related to falling rock have also been discussed. The principles of conducting roof stability inspection in LGOM mines and assessment methods have been analyzed.

*1) Okręgowy Urząd Górniczy we Wrocławiu

Słowa kluczowe:

zagrożenie zawalami, opady i obwały skał, bezpieczeństwo pracy

Keywords:

roof fall hazard, roof fall and spalling, work safety

1. Wstęp

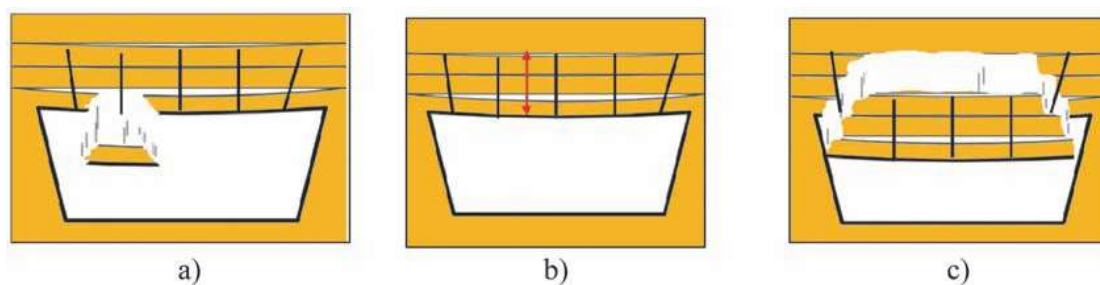
Jednym z zagrożeń występujących podczas wykonywania robót górniczych jest możliwość utraty stateczności warstw stropowych. Stan wyrobiska górniczego jest rozumiany jako jego zdolność do spełnienia określonych funkcji technologicznych. Z punktu widzenia geomechaniki pod pojęciem stateczności wyrobiska rozumie się taki stan, w którym procesy mechaniczne zachodzące w układzie górotwór – obudowa mają kontrolowany i prognozowany przebieg. Warunek stateczności jest spełniony, gdy obciążenia przenoszone przez wymieniony układ są mniejsze od obciążeń dopuszczalnych, zaś przemieszczenia układu mieszczą się również w granicach przemieszczeń prognozowanych (Kłeczek, 1992). Jak podaje Prusek i in. (2017, za: Olszewski i in. 1989), wyróżniamy następujące utrudnienia w utrzymaniu stropu:

- opad - drobne fragmenty, łaty i kawałki skał opadające ze stropu (rys. 1a),
- obwał - opad skał stropowych do wyrobiska, niepowodujący jednak jego niedrożności (rys. 1a, rys. 2 a),
- zawał - nagłe, niespodziewane obsunięcie się rozluźnianych skał stropowych do wyrobiska, przebiegające w sposób gwałtowny, mogące powodować wypadki i zaburzenia w produkcji (rys. 2 b).

Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r., w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych definiuje co oznacza zawał w wyrobisku górniczym:

§44.3. Przez zawał w wyrobisku wykonanym w obudowie kotwiowej w zakładach górniczych wydobywających rudy miedzi oraz cynku i ołowiu rozumie się niezamierzone, grawitacyjne przemieszczenie się do wyrobiska mas skalnych na skutek opadu skał stropowych na wysokość równą lub większą od długości kotwi obudowy podstawowej, powodujące całkowitą lub częściową utratę funkcjonalności lub bezpieczeństwa użytkowania wyrobiska (rys. 1b, rys. 1c).

Zagrożenie zawałami jest uznawane za zagrożenie techniczne, nie jest więc ujęte w polskich przepisach dotyczących klasyfikacji zagrożeń naturalnych. Wykonanie wyrobisk górniczych w górotworze powoduje naruszenie pierwotnego stanu naprężenia i odkształcenia górotworu. W warunkach Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM) skały osadowe w stropie wyrobisk charakteryzują się budową warstwową, z płaszczyznami podzielnosci wypełnionymi substancjami o obniżonych parametrach wytrzymałościowych (gips, kalcyt, anhydryt, substancje ilaste), lokalnie zaburzoną płaszczyznami mikrotektonicznymi lub pęknięciami powstałymi wskutek lokalnego wzrostu naprężeń. Metody doboru obudowy, czy jej projektowania są obarczone niepewnością metody, wynikającą z uproszczenia rzeczywistego obiektu, jakim jest górotwór. Jak podają (Hoek i in. 1993, Hoek, Brady 2005), nie można zakładać bezwzględnej skuteczności zabezpieczenia wyrobiska obudową kotwiową, ze względu na prawdopodobieństwo wystąpienia lokalnych, pogorszonych warunków stropowych, czyli sytuacji, w której wartość obciążenia kotwi jest zbliżona do wartości jej nośności. W przypadku, gdy wartość



Rys.1. a) Lokalne opady skał stropowych; b) szkic wyrobiska chodnikowego; c) zawał stropu
Fig.1. a) Local spalling rock from roof; b) sketch of a mining excavation c) roof fall



Rys. 2. Przykłady obwałów stropu w wyrobiskach chodnikowych
Fig. 2. Examples of rock fall in the underground excavations

obciążenia przekracza nośność obudowy, występuje wysokie prawdopodobieństwo zaistnienia opadu skał. Wykonanie wyrobiska i zabezpieczenie stropu obudowy kotwiową wymaga objęcia wyrobiska obserwacjami i pomiarami w zakresie tzw. odpowiedzi górotworu na roboty górnicze. „Odpowiedź” ta jest charakterystyczna dla warunków panujących w danym rejonie, których nigdy w pełni nie poznamy. Tylko obserwacje i pomiary mogą pozwolić na podjęcie decyzji o konieczności wykonania dodatkowych czynności jak: obrywki ręcznej, mechanicznej, wzmocnienia lub ponownego zabezpieczenia wyrobiska.

2. Ewolucja legislacji w zakresie zabezpieczania wyrobisk

Pierwsze zastosowanie kotwi datuje się na rok 1872, od roku 1913 nastąpił rozwój kotwienia (Turek i in. 2015). Na ziemiach polskich próby kotwienia podejmowano już w okresie pierwszej wojny światowej w kopalni „Pokój”, jednak dopiero rozpoczęcie eksploatacji złoża rud miedzi w LGOM systemami komorowo-filarowymi, związane było z zastosowaniem obudowy kotwiowej na wielką skalę, jako podstawowego sposobu zabezpieczenia podziemnych wyrobisk górniczych (Madziarz 2002). Pierwsze próby stosowania obudowy kotwiowej w kopalni rud miedzi podjęto w roku 1965 w kopalni „Lubin”, wspólnie przez Zakład Doświadczalny KGHM oraz Główny Instytut Górnictwa. W roku 1969 zabudowano ogółem 400 tys. kotwi, zaś w roku 1980 już 2300 tys. kotwi. (Kidybiński, Nierobisz 1997).

Przedstawienie historii regulacji prawnych odnoszących się do zapewnienia bezpiecznych warunków użytkowania wyrobisk górniczych obudową, można rozpocząć od przytoczenia brzmienia rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 1 sierpnia 1969 r., w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz bezpieczeństwa pożarowego w podziemnych zakładach górniczych, które regulowało kwestię zabezpieczenia wyrobisk w następujący sposób:

§ 54.1. Rodzaje obudowy w poszczególnych wyrobiskach oraz zasady jej wykonania ustala kierownik robót górniczych.

§ 54.2. Rodzaje obudowy i zasady jej wykonania należy wpisywać do książki obudowy. Książkę obudowy należy aktualizować, a jej treść podawać do wiadomości osób dozoru ruchu.

Zarządzenie nr 14 Ministra Przemysłu i Handlu z 24 września 1993 roku, w sprawie stosowania obudowy kotwiowej w podziemnych zakładach wydobywających rudy metali nieżelaznych, wprowadziło do stosowania nową instrukcję, która obowiązywała od 1 października 1993 roku. Instrukcja wprowadzała cztery klasy stropu oraz ujmowała szczegółowo zasady wykonania obudowy, kontroli i nadzoru nad jej wykonaniem. Instrukcja wprowadziła m.in. zasadę zabezpieczenia ociosów wyrobiska poprzez ich odchylenie o 10° na zewnątrz, która to zasada była zamieszczana w kolejnych przepisach aż do roku 2017.

Wydana w dniu 4 lutego 1994 r. ustawa – Prawo geologiczne i górnicze tworzyła nowy podział prawny w zakresie górnictwa i geologii. Ustawa zaczęła obowiązywać od dnia

1 września 1994 r. (z zastrzeżeniem, że przepisy art. 153 ust. 1 i 4 weszły w życie z dniem 15 marca 1994 r.). Nową koncepcją było rozróżnienie doboru obudowy kotwiowej dla górnictwa rud metali nieżelaznych oraz projektowania obudowy kotwiowej w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14 kwietnia 1995 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych, wydane na podstawie ustawy p.g.g. z dnia 4 lutego 1994 roku, regulowało kwestię zabezpieczenia wyrobisk wg dwóch załączników:

- załącznik nr 3: Zasady projektowania, wykonania oraz kontroli obudowy kotwiowej w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny,
- załącznik nr 4: Zasady projektowania, wykonania oraz kontroli obudowy kotwiowej w zakładach górniczych wydobywających rudy metali nieżelaznych.

Załącznik nr 4 określał dobór obudowy wg klas stropu opracowany w formie instrukcji. Dla zakładów wydobywających rudy miedzi klasę stropu ustalano na podstawie wartości wskaźnika stateczności stropu, który wyrażał zależność między wytrzymałością skał, grubością ławic i stopniem szczylności. Rozróżniano cztery klasy stropu (tab.1.).

W roku 1998 została wprowadzona Polska Norma PN-G-15091 - Kotwie górnicze. Wymagania - która określała ogólne wymagania w stosunku do wszystkich typów kotwi i ich części, a w szczególności do żerdzi, podkładek, nakrętek, opinki, spoiwa i ładunków klejowych. Norma zastępowała cztery normy z lat 1993-1996. W roku 1999 wprowadzono Polską Normę PN-G-15092 - Kotwie górnicze. Badania. Przedmiotem normy były badania kotwi podanych w normie z 1998 roku. W roku 2003 zakończono pracę nad normą PrPN-G-15093 - Kotwie górnicze – wymagania i badania dla warunków wstrząsów górniczych. W normie określono wymagania i podano rodzaj badań, jakimi powinny podlegać wszystkie rodzaje kotwi przeznaczonych do stosowania w podziemnych wyrobiskach górniczych, w warunkach występowania wstrząsów i tąpnięć. Norma nie została wprowadzona do użytku. Obecnie nie ma przesłanek świadczących o istotnym wpływie obciążeń dynamicznych, wywołanych wstrząsami górniczymi, na stan obudowy kotwiowej oraz bezpieczeństwo użytkowania wyrobisk górniczych w rejonach charakteryzujących się podwyższoną emisją sejsmiczną.

Od 2 września roku 2002 zaczęło obowiązywać nowe Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych, które regulowało dobór obudowy wg załącznika nr 3 (tzw. wersja 2.0). Przy doborze obudowy były uwzględniane własności geomechaniczne skał stropowych, występujące lokalnie zaburzenia geologiczne, przeznaczenie wyrobiska i jego wymiary oraz klasy stropu według klasyfikacji ustalonej na podstawie badań geomechanicznych własności skał wykonanych przez rzeczoznawcę. Klasy stropu wyznaczano na podstawie wartości następujących parametrów: uławicenia

Tabela 1. Klasy stropu wg rozporządzenia Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14 kwietnia 1995 r.

Table 1. Classification of rocks according to the Regulation of the Polish Minister of Industry and Trade of 14 April 1995

Stropy klasy I tworzą skały o budowie drobnoławicowej, o wytrzymałości na ściskanie od 15 do 30 MPa oraz dużym tektonicznym zaangażowaniu
Stropy klasy II tworzą skały o zróżnicowanej budowie i wytrzymałości na ściskanie od 30 do 50 MPa oraz zmiennym tektonicznym zaangażowaniu
Stropy klasy III tworzą skały o budowie gruboławicowej i wytrzymałości na ściskanie od 50 do 80 MPa oraz małym zaangażowaniu tektonicznym stropu
Stropy klasy IV tworzą skały o wytrzymałości na ściskanie powyżej 80 MPa oraz budowie gruboławicowej i bardzo małym zaangażowaniu tektonicznym (na całej przestrzeni strop o dużej nośności)

stropu, zagęszczenia szczelin zmineralizowanych w stropie wyrobisk, zuskokowania, zrzutu uskoków i parametrów wytrzymałościowych. Rozrózono pięć klas stropu (tab. 2.).

Tabela 2. Klasy stropu wg rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r.

Table 2. Classification of rocks according to the Regulation of the Polish Minister of Economy of 28 June 2002

Nazwa klasy	Opis
Klasa I	skały słabe
Klasa II	skały średnio mocne I
Klasa III	skały średnio mocne II
Klasa IV	skały mocne
Klasa V	skały bardzo mocne

W okresie obowiązywania powyższej regulacji, Dyrektor Okręgowego Urzędu Górniczego we Wrocławiu, wielokrotnie zwracał uwagę na pewne braki w załączniku nr 3 (nieuwzględnianie głębokości robót, „starzenia się górotworu” – czasookresu użytkowania wyrobiska, itp.). Po zawale stropu w dniu 17.01.2004 r., zostały sformułowane wnioski dotyczące m.in. nieskuteczności procedury rozpoznawania zagrożenia zawałowego przyjętej dla części kopalni, gdzie wystąpił zawal. W toku przeprowadzonych badań nie stwierdzono nieprawidłowości formalnych w zakresie działania osób kierownictwa i dozoru ruchu. Wznowiło to rozważanie problemu, który pojawił się po roku 1995, tj. po znowelizowaniu przepisów dotyczących zasad rozpoznawania parametrów geomechanicznych skał. Problem ten polegał na braku szczegółowych uregulowań dotyczących procedury rozpoznawania zagrożenia tąpnięciami i zawałami. Jako pozytywne aspekty uregulowań wskazywano ułatwienie wykonywania przez przedsiębiorcę obowiązków nałożonych na niego art. 73 pkt 1 ustawy Prawo geologiczne i górnicze, tj. rozpoznawania i podejmowania środków zmierzających do zapobiegania zagrożeniom i ich usuwania. Jednocześnie rozporządzenie unieważniło wszystkie obowiązujące do tego czasu wewnętrzne ustalenia przedsiębiorcy (np. Wytyczne prowadzenia robót...), w tym również instrukcję regulującą zasady lokalizowania otworów, z których pobierane są rdzenie niezbędne do wykonania badań parametrów geomechanicznych. Po zaistniałych w roku 2009 dwóch zawałach oraz po rozpoznaniu faktycznego stanu zagrożenia zawałowego we wszystkich oddziałach eksploatacyjnych kopalń rud miedzi stwierdzono, że mimo dobierania obudowy kotwiowej zgodnie z procedurą oraz wzmacniania obudową dodatkową, zagrożenie zawałowe w wyrobiskach było duże. Obydwa zawały wystąpiły, pomimo dokonania zgodnego z przepisami doboru obudowy kotwiowej. Stosowanie sygnalizatorów rozwarstwień warstw stropowych oraz obserwacje stropu pozwalały wielokrotnie na doprowadzenie do kontrolowanego opadu skał stropowych, z uwagi na objawy pogorszenia się stateczności wyrobiska. Wskazywano wówczas na konieczność uwzględniania lokalnych warunków geologiczno-górnicych w miarę postępującego rozpoznania i nabywania doświadczeń, oraz konieczność poddania krytycznej ocenie instrukcji wyznaczania parametrów geomechanicznych skał stropowych pod kątem określania klas stropu. Po zaistnieniu dwóch zawałów w roku 2011, Dyrektor Okręgowego Urzędu Górniczego we Wrocławiu wystąpił o zwrócenie szczególnej uwagi na procedurę i sposób przeprowadzania weryfikacji doboru obudowy kotwiowej, mający potwierdzić prawidłowość zastosowanych rozwiązań i tym samym zwiększyć bezpieczeństwo załóg zatrudnionych pod ziemią. Wskazał również na ograniczoną możliwość rozpoznawania budowy stropu z uwagi na występowanie płaszczyzn nieciągłości, będących jedną z głównych

przyczyn niezamierzonych i niekontrolowanych opadów skał stropowych. Wyniki ustaleń badanych zawałów wskazywały również na nieprecyzyjną ocenę geologiczną lokalnych warunków w wyrobiskach. Po raz kolejny wskazano na konieczność pilnej, krytycznej oceny obowiązujących zasad i procedury doboru obudowy kotwiowej. Ostatnie doświadczenia związane z wypadkiem zaistniałym w dniu 12 stycznia 2016 r., spowodowanym samoistnym opadem skał z przystropowej części ociosu, świadczą o coraz większym wpływie „starzenia się górotworu” oraz obniżania jego parametrów wytrzymałościowych (niezwiązanych z obecnością wody) na stateczność wyrobisk.

Od 1 lipca 2017 roku obowiązuje nowe rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych, wydane na podstawie art. 120 ust. 1 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze. Kwestię zabezpieczenia wyrobisk sformułowano w następujących zapisach:

§ 119. 1. Obudowę wyrobiska dostosowuje się do warunków geologiczno-górnicych.

§ 120. 1. Dobór obudowy w poszczególnych wyrobiskach jest dokonywany przez kierownika działu górniczego na podstawie: warunków geologiczno-geologicznych; (...).

§ 121. 1. Częstotliwość kontrolowania stanu obudowy wyrobisk jest określana przez kierownika działu górniczego.

§ 125. 2. Stosowanie obudowy kotwiowej do zabezpieczenia wyrobisk w zakładach górniczych wydobywających rudy miedzi, cynku i ołowiu jest dopuszczalne wyłącznie w przypadku gdy:

(...)

4) opracowano projekt techniczny, który zawiera w szczególności:

- klasy stropu ustalone na podstawie badań geomechanicznych przeprowadzonych przez rzeczoznawcę,
- badania geomechaniczne właściwości skał oraz badania uzupełniające,
- dobór obudowy kotwiowej,
- zabezpieczenie ociosów,
- zabezpieczenie stropu wyrobisk w fazie likwidacji,
- sposób wykonania obudowy kotwiowej,
- organizację nadzoru i kontroli.

Doświadczenia sprzed roku 1995 wskazują na pozytywny aspekt obecnie przyjętego rozporządzenia, ze względu na możliwość bieżącego aktualizowania metod i rozszerzania procedur ograniczania zagrożenia zawałowego.

3. Podstawowa obrywka ręczna i mechaniczna

W zakresie ograniczenia zdarzeń związanych z opadającymi bryłami skalnymi, utrzymany został przepis regulujący konieczność wykonywania obrywki ręcznej (rys. 3.).

Sprawdzenie stanu stropu i ociosów reguluje:

§ 44 ust. 4. Przed przystąpieniem do wykonywania prac w zakładach górniczych wydobywających rudy miedzi w wyrobiskach górniczych, w których zlokalizowane są stanowiska pracy lub zespół urządzeń, który w ramach powierzonych pracownikom czynności podlega przeglądowi, pracownicy wykonują podstawową obrywkę ręczną oraz usuwają luźne bryły skalne ze stropu i ociosu wyrobiska na warunkach i zasadach określonych przez kierownika ruchu zakładu górniczego”.

Doświadczenia z analizy zaistniałych zawałów wskazują na wysoką skuteczność ochrony pracowników samojezdnymi maszynami górniczymi objętych skutkami opadów i obwałów



Rys. 3. Obrywka ręczna wykonywana przez pracownika
(Źródło: KGHM Polska Miedź S.A.)

Fig. 3. Safe manual scaling performed by a worker
(Source: KGHM Polska Miedź S.A.)

skął, dzięki wzmocnionym konstrukcjom kabin operatorów. Samojezdne maszyn górnicze z napędem spalinowym, stosowane w procesie technologicznym wydobywania rud metali nieżelaznych, są wyposażone w konstrukcję ochronną stanowiska operatora, która: „zapewnia nienaruszenie przestrzeni chronionej od obciążenia dynamicznego energią nie mniejszą niż 60 kJ”.

4. Wypadki śmiertelne w 2016 roku

W roku 2016 miały miejsce dwa zawały w wyrobiskach; w wyniku tych zdarzeń nastąpiło uwięzienie operatorów we wnętrzu kabiny. Operatorzy, którzy ulegli wypadkom lekkim, zostali uwolnieni przez zastępy ratowników. W obu przypadkach kabiny zapewniły skuteczną ochronę. W roku 2016 miały miejsce cztery wypadki śmiertelne spowodowane opadającymi bryłami skalnymi. W przypadku wypadku zbiorowego (trzy śmiertelne) jedną z przyczyn była niska jakość stali żerdzi kotwionych. Statystycznie, w latach 2010-2016 co 212 dni miał miejsce zawał w wyrobisku. Średnia powierzchnia stropu ulegająca zawałowi w latach 2009-2016 wynosiła 154 m², co wobec liczonej w km² powierzchni stropu odsłanianego rocznie stanowi ułamek promila. W analogicznym okresie, co 425 dni miał miejsce wypadek śmiertelny spowodowany opadającymi bryłami skalnymi. Od roku 2014 do roku 2017 doszło łącznie do sześciu wypadków śmiertelnych, spowodowanych opadającymi bryłami skalnymi. Analiza zdarzeń związanych z zaistniałymi zawałami i wypadkami związanymi z opadającymi bryłami skalnymi wskazuje jako główną przyczynę brak sygnalizacji zagrożenia i jego nagłość. Podkreślenia wymaga wysoka skuteczność ochrony operatorów samojezdnych maszyn górniczych, przebywających w czasie zdarzenia wewnątrz kabin. Najbardziej narażeni są pracownicy przebywający poza kabinami maszyn górniczych.

5. Zagrożenie zawałami i obrywaniem się skał – działania ograniczające

W kopalniach rud miedzi w ramach profilaktyki zawałowej jest wykonywana kontrola stateczności stropu. Identyfikacja zagrożenia zawałowego polega na ocenie stateczności stropu oraz pracy obudowy i obejmuje (Matusz, Szczubiński 2013):

- obserwacje sygnalizatorów rozwarstwienia stropu, które są budowane na wszystkich skrzyżowaniach wyrobisk eksploatacyjnych,
- obserwacje wizualne powstawania i rozwoju spękań stropu,

- wykonywanie badań endoskopowych stropu w celu rozpoznania jego budowy (rozwarstwienia, płaszczyzny podzielnosci, przerosty), badanie momentu dokręcenia i nośności obudowy kotwionej oraz obserwację zachowania się obudowy pod wpływem przejmowanych obciążeń (deformacja podkładek kotwionych, pękanie i łamanie stojaków obudowy drewnianej, kontrola pracy indywidualnych stojaków hydraulicznych).

Na podstawie informacji zebranych przez służby kopalnie (obserwatorów działów tupań, geologów rejonowych), kierownicy działów górniczych podejmują decyzję o potrzebie i sposobie dodatkowego zabezpieczenia wyrobisk. O potrzebie szukania nowych rozwiązań może świadczyć fakt, że polskie górnictwo rud do dnia dzisiejszego nie opracowało skutecznego narzędzia wsparcia decyzji kierowników działów górniczych, którzy prawnie odpowiadają za stan użytkowania wyrobisk górniczych. Zapewnienie bezpieczeństwa użytkowania wyrobisk chodnikowych wymaga wykorzystania efektywnej metodyki, pozwalającej na bezpośrednie wykorzystanie zgromadzonych danych i pomiarów. Do oceny stanu górotworu mogą służyć metody wskaźnikowe stosowane w górnictwie światowym np. *Rock Mass Rating* czy *Roof Fall Risk Index*, za których pomocą można ocenić stan zagrożenia zawałowego.

6. Wnioski

Na podstawie ponad 50 lat doświadczeń stosowania obudowy kotwionej w polskich zakładach górniczych wydobywających rudy miedzi w LGOM, zostały zebrane doświadczenia oraz sformułowane wnioski mające na celu wyznaczenie dalszych kierunków w zakresie poprawy bezpieczeństwa użytkowania wyrobisk górniczych. W roku 2016 wystąpiły dwa zawały stropu w zakładach górniczych prowadzących roboty w LGOM i zdarzenia te nie spowodowały wypadków śmiertelnych. Natomiast w wyniku opadu skał stropowych miały miejsce cztery wpadki śmiertelne. Średnia powierzchnia stropu ulegająca zawałowi w latach 2009-2016 wynosiła 154 m². Wobec powstającej co roku nowej powierzchni odsłoniętej stropu wyrobisk, liczonej sumarycznie w kilometrach kwadratowych – powierzchnia stropu ulegająca zawałowi stanowi jej znikomą część. W odniesieniu do udziału powierzchni stropu ulegającej uszkodzeniu, obecnie stosowane środki techniczne zabezpieczania stropu wydają się zadawalające, natomiast metody sygnalizacji zagrożenia wymagają dalszych prac badawczych. Podkreślenia wymaga fakt, że złożona budowa górotworu utworzonego ze skał osadowych wymaga również stosowania w pewnych miejscach dodatkowej obudowy podporowej. W ostatnich latach nie stwierdzono zawałów stropu w wyrobiskach zabezpieczonych obudową podporową łukową bądź prostokątną. Nowe regulacje prawne wprowadzone od 1 lipca 2017 roku, mają na celu zapobieżenie zdarzeniom związanym z opadającymi bryłami skalnymi. Doświadczenia z zaistniałych zdarzeń wskazują na konieczność prowadzenia dalszych prac badawczych m.in. nad inżynierskimi metodami oceny górotworu, łączącymi w sposób kompleksowy wykonywane pomiary i obserwacje górotworu ze zdalnymi metodami obserwacji.

Literatura

- KŁECZEK Z. 1992 - Geomechaniczne formy utraty stateczności wyrobisk górniczych. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków.
MATU SZ CZ., SZCZUBIŃSKI K. 2013 - Zwalczanie skutków zawałów

- skał oraz działania mające na celu zmniejszenie ilości zawałów i wypadków w kopalni „Polkowice-Sieroszowice”. CUPRUM Czasopismo Naukowo-Techniczne Górnictwa Rud, Wrocław.
- OLSZEWSKI J., OSUCHOWSKI J., PILECKI J. i in. 1989 - Leksykon Górnicy. Śląsk, Katowice.
- PRUSEK S., RAJWA S., WRAN A., RAWICKI Z. 2017 - Obwały skał stropowych w przodkach wyrobisk korytarzowych – badania ankietowe. Wyd. WUG, Katowice.
- HOEK E.T., BRADY B.H.G. 2005 - Rock Mechanics: For underground mining. Springer, New York.
- HOEK E., KAISER P.K., BAWDEN W.F. 1993 - Support of underground excavations in hard rock. CRC Press, Balkema.
- TUREK M., PRUSEK S., MASNY S. 2015 - Obudowa podporowo-kotwowa w kopalniach węgla kamiennego. Wyd. GIG, Katowice.
- MADZIARZ M. 2002 - Badania kotwi górniczych w laboratorium Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- KIDYBIŃSKI A., NIEROBISZ A. 1997 - Stan i kierunki rozwojowe obudowy kotwowej w górnictwie podziemnym. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” wydanie specjalne.

Artykuł wpłynął do redakcji – styczeń 2018
Artykuł akceptowano do druku 24.01.2018

