



Zagrożenie zawałami, obwałami i opadami skał ze stropu i ociosów w kopalniach rudy miedzi LGOM

Hazards connected with roof falls, rock slides and rock falling off the roof and side walls in the LGOM copper ore mines

*Dr inż. Jerzy Szymański **

Treść: W artykule przedstawiono stan wypadkowości w kopalniach rudy miedzi w okresie 2007-2018 r., ze szczególnym zwróceniem uwagi na wypadki spowodowane zawałami, obwałami, opadami skał ze stropu i ociosów wyrobisk korytarzowych i eksploatacyjnych, zabudowanych obudową kotwową oraz wyrobisk niezabudowanych. Opisano genezę tego zagrożenia oraz podejmowane działania profilaktyczne, w oparciu o obowiązujące przepisy górnicze w tym zakresie. Na podstawie opisanych niebezpiecznych zdarzeń w postaci zawałów, obwałów i opadów skał ze stropu i ociosów oraz skutków tych zdarzeń w postaci wypadków śmiertelnych i ciężkich, zwrócono uwagę na przyczyny geologiczno-górnice i błędy ludzkie polegające między innymi na nieprzestrzeganiu obowiązujących przepisów górniczych w tym zakresie.

Abstract: This article presents the state of accidents in copper ore mines in the period 2007-2018, with particular attention being paid to accidents caused by roof falls, rock slides and rock falling off the roof and side walls of dog heading galleries and mining headings with and without rockbolt support system. This paper describes the genesis of these hazards as well as preventive actions undertaken, based on applicable mining regulations in this area. On the basis of hazardous events described herein, such as roof falls, rock slides and rock falling off the roof and side walls and their consequences, involving fatal and serious accidents, attention was paid to geological and mining causes and human errors consisting, among other things, in failure to comply with applicable mining regulations in this area.

Słowa kluczowe:

zagrożenie zawałami, obwałami i opadami skał, przepisy górnicze, wypadki w pracy, działania prewencyjne

Keywords:

hazards connected with roof falls, rock slides and rock falling off the roof and side walls, mining regulations, accidents at work, preventive measures

1. Wprowadzenie

Na podstawie przeprowadzonych badań stanu bezpieczeństwa pracy w górnictwie podziemnym wykazano, że pod względem niebezpieczeństwa jest on w czołówce gałęzi gospodarki w naszym kraju (Matuszewski 2010, Krause 2015). Stan bezpieczeństwa pracy w górnictwie ocenia się na podstawie liczby wypadków ogółem, wypadków ciężkich i śmiertelnych oraz wskaźników częstotliwości i ryzyka tych wypadków. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego za okres 2000-2009 średnia wartość wskaźnika częstości wypadków śmiertelnych w kraju w przeliczeniu na 100 000 pracujących w gospodarce narodowej wynosiła 4,7, natomiast w górnictwie wyniosła 18,4, a zatem była prawie czterokrotnie wyższa (3,91) niż w całej gospodarce narodowej (Matuszewski 2010). Podobnie kształtuje się wypadkowość w latach 2009-2013 w kraju oraz w górnictwie w przeliczeniu na 100 000 pracujących, gdzie średnia wartość wskaźnika częstości wypadków śmiertelnych w gospodarce narodowej wynosiła 3,23, natomiast w górnictwie wyniosła 15,89, a zatem była ok. pięciokrotnie (4,9) wyższa niż w całej gospodarce narodowej (Krause 2015). Ze względu na to, że wskaźniki częstotliwości wypadków ciężkich i śmiertelnych w górnictwie są wyższe niż w innych branżach gospodarki w kraju, celowa wydaje się analiza przyczyn tych wypadków,

ze szczególnym uwzględnieniem czynnika ludzkiego. Liczby bezwzględne i wskaźniki częstości wypadków w górnictwie w porównaniu do innych gałęzi gospodarki świadczą o wysokim ryzyku pracy pod ziemią (Matuszewski 2010, Krause 2015, Mianowana i inni 2016). Zagrożenie zawodowe pracowników pracujących w górnictwie podziemnym związane jest z wykonywaną pracą w specyficznych, bardzo trudnych warunkach geologiczno-górnich, przy licznie występujących zagrożeniach naturalnych i technicznych prowadzących do zwiększonego ryzyka utraty zdrowia i życia.

Dane statystyczne z zakresu wypadkowości w kopalniach rudy miedzi LGOM potwierdzają, że praca w tych kopalniach jest równie niebezpieczna jak w kopalniach węglowych (Witryna WUG, tabela 1). Wypadki powodowane są zagrożeniami naturalnymi, głównie tapaniami i obwałami skał ze stropu i ociosów oraz zagrożeniami technicznymi z tytułu użytkowania samojezdnych maszyn górniczych, pojazdów i urządzeń energetycznych, stosowanych środków strzałowych, pożarów maszyn i urządzeń oraz z wykonywaniem obudowy wyrobisk górniczych. W eksploatacji rudy miedzi, z coraz to głębiej zalegającego złoża, zagrożenie tapaniami i klimatyczne jest bardziej intensywne, a jednocześnie występują nowe zagrożenia takie jak: siarkowodorowe lub gazogeodynamiczne. Wdrażany w sposób ciągły postęp techniczny, technologiczny i organizacyjny w górnictwie rud miedzi przyczynia się do wzrostu bezpieczeństwa pracy, jednak jest on niewystarczający. O poprawie bezpieczeństwa pracy świadczą długookresowe trendy czasowe ogólnej liczby

*) Uczelnia Jana Wyżykowskiego, Polkowice

wypadków, które przyjmują charakter spadkowy, przy niezmiennym poziomie zatrudnienia pracowników dołowych (tabela 1). Natomiast trendy czasowe wypadków ciężkich i śmiertelnych nie przedstawiają już takiego spadkowego charakteru (Zimroz 2002, Mirek 2006, Wowczuk 2007). Podobnie przedstawia się stan wypadkowości w analizowanym okresie od 2007 r. do 2018 r. Trend czasowy ogólnej liczby wypadków ma także charakter spadkowy. Natomiast liczby bezwzględne wypadków śmiertelnych i ciężkich w analizowanym 11-letnim okresie przedstawiają się różnie; w niektórych okresach liczby te znacznie maleją, a w innych wzrastają w stosunku do średniorocznej liczby wypadków śmiertelnych, które kształtują się na poziomie ok. 5 i średniej liczby wypadków ciężkich na poziomie 3,5 (tab.1.)

W górnictwie rud miedzi szczególną uwagę należy zwrócić na zagrożenia zawałami skał stropowych oraz obrywaniem się skał z ociosów i opadami skał ze stropu. Intensywność występowania tych zagrożeń związana jest z coraz większą głębokością prowadzonej eksploatacji złoża, jak również z coraz większą powierzchnią zrobów poeksploatacyjnych i odsłoniętych powierzchni stropów i ociosów, z tytułu licznie drażonych wyrobisk korytarzowych i eksploatacyjnych. Czynności górnicze i energomechaniczne wykonywane są na stanowiskach w otoczeniu skał stropowych i ociosowych o skomplikowanej geologicznej budowie, a zastosowana technika i technologia nie zawsze eliminuje niebezpieczne zdarzenia z tytułu zawałów, obwałowań skał ze stropu i ociosów w wyrobiskach zabudowanych i niezabudowanych.

W kopalniach rud miedzi wprowadzanie nowych technik i technologii w zakresie wykonywania różnych robót i czynności górniczych, opartych na zastosowaniu coraz nowszych, bardziej udoskonalonych maszyn i urządzeń, zapewniających większe wydajności i bezpieczniejszą pracę pociąga za sobą wzrost wymagań kwalifikacyjnych od załogi górniczej z zakresu obowiązujących przepisów górniczych oraz dyscyplin technologicznych, tj. kolejności wykonywanych czynności górniczych i energomechanicznych na stanowiskach przodkowych podczas drażenia wyrobisk, i na stanowiskach pozaprzodkowych.

W artykule przedstawiono analizę wypadkowości za okres 2007-2018 w kopalniach LGOM związaną z zawałami skał stropowych, a w szczególności z obrywaniem się skał ze stropu i ociosów w wyrobiskach górniczych zabudowanych obudową kotwową i niezabudowanych. Ten rodzaj zagrożenia, na tle wielu innych zagrożeń naturalnych i technicznych występujących w kopalniach rud miedzi, prowadzący do wypadków ciężkich i śmiertelnych, należy do zagrożeń o najwyższym potencjalnym zagrożeniu utraty zdrowia i życia.

2. Krótka charakterystyka wypadkowości i ich przyczyny

Dane statystyczne z zakresu ilości występujących zdarzeń w postaci zawałów skał stropowych, obrywania się skał ze

stropu i ociosów i opadów skał ze stropu oraz liczby wypadków spowodowane tymi zdarzeniami wskazują, że były i nadal są zagrożeniami potencjalnymi utraty zdrowia i życia pracowników zatrudnionych pod ziemią w kopalniach LGOM.

Na przestrzeni ponad 30-letniej eksploatacji złoża rudy miedzi, tj. w okresie od 1970 r. do 2000 r. w oddziałach górniczych kopalń LGOM odnotowywano średniorocznie 5 wypadków śmiertelnych i 4 wypadki ciężkie spowodowane obrywaniem się skał ze stropu i ociosów na ogólną średnią liczbę 10 wypadków śmiertelnych rocznie i 11 wypadków ciężkich (Zimroz 2002). Wypadki zaistniałe na skutek obrywania się skał z calizny stanowiły istotną grupę przyczynową obok wypadków powodowanych tąpnięciami i przyczynami technicznymi.

Na podstawie oceny wypadkowości w kopalniach KGHM zawartych w corocznych sprawozdaniach za okres 1983-1990 (Zespół Ekonomiczny KGHM) udział wypadków lekkich, ciężkich i śmiertelnych spowodowanych obrywaniem się skał ze stropu i ociosów zawierał się na poziomie od 15,2% do 11,2 % ogólnej liczby wypadków, a w liczbach bezwzględnych wynosił od 230 do 177, w stosunku do ogólnej liczby wypadków od ok. 1575 do ok. 1000 rocznie. Szczegółowa analiza wypadków śmiertelnych w tym okresie wykazała, że liczba wypadków spowodowana obrywaniem się skał ze stropu była od 2-1,5 razy większa od wypadków powodowanych obrywaniem się skał z ociosów.

Podobnie przedstawiała się struktura wypadków śmiertelnych w latach 1980-2006, które spowodowane były zawałami i obrywaniem się skał ze stropu i ociosów. Przeprowadzona analiza wykazała, że w tym okresie zarejestrowano 38 zawałów skał stropowych w wyrobiskach zabudowanych, które spowodowały 26 śmiertelnych wypadków. W okresie tym zarejestrowano 69 wypadków śmiertelnych z powodu obwałowań skał stropowych i 45 wypadków śmiertelnych z tytułu oberwania się skał z ociosów i czoła przodków (Mirek 2007).

W okresie od 1991 do 2008 roku udział wypadków lekkich, ciężkich i śmiertelnych spowodowanych obrywaniem się skał ze stropu i ociosów w stosunku do ogólnej liczby wypadków przedstawiał się na podobnym poziomie tj. około 12%, przy zdecydowanym spadkowym trendzie ogólnej liczby wypadków z ok. 1600 do ok. 600 (Wowczuk 2008).

Szczegółowe analizy wypadków śmiertelnych w tych okresach wykazały, że liczba wypadków spowodowanych obrywaniem się skał ze stropu była 1,5 razy większa od liczby wypadków powodowanych obrywaniem się skał z ociosów.

W niniejszym artykule szczegółowo przeanalizowano stan wypadkowości za lata 2007-2018 w zakresie zagrożenia zawałami, obwałami i opadami skał ze stropu i ociosów (Witryna WUG). W okresie tym zarejestrowano 17 zdarzeń spowodowanych zawałami skał stropowych w wyrobiskach zabudowanych, bez wypadków śmiertelnych i ciężkich oraz zarejestrowano 11 wypadków śmiertelnych i 7 wypadków ciężkich z tytułu oberwania się skał ze stropu oraz 4 wypadki śmiertelne i 5 ciężkich z powodu obrywania się skał

Tabela 1. Ogólna liczba wypadków oraz liczba wypadków śmiertelnych i ciężkich w kopalniach rud miedzi w latach 2007 – 2018.

Table 1. The total number of accidents and the number of fatal and serious accidents in copper ore mines in 2007 - 2018.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ogólna liczba wypadków	651	636	579	561	480	444	459	337	333	404	317	337
Wypadki śmiertelne	7	5	3	8	2	3	3	5	2	17	2	1
Wypadki ciężkie	6	1	2	9	4	4	3	4	3	2	2	2

z ociosów i czoła przodków. Liczba wypadków śmiertelnych w tym okresie spowodowana oberwaniem się skał ze stropu wynosiła 11, a liczba wypadków śmiertelnych z tytułu opadu skał z ociosów wynosiła 4, czyli liczba wypadków ze stropu była ok. trzykrotnie (2,75) większa od liczby wypadków z ociosów (tab.2). Z przedstawionych analiz wynika, że liczba wypadków spowodowanych obrywaniem się skał ze stropu w wyrobiskach zabudowanych i niezabudowanych jest potencjalnym zagrożeniem utraty zdrowia i życia. Liczba zawałów i obwałów skał stropowych i ociosowych, a co za tym idzie, liczba wypadków śmiertelnych i ciężkich z tego tytułu w latach poprzednich była znacznie większa niż w analizowanym okresie. Jednakże wypadki te występują i trudne są do wyeliminowania.

Najistotniejszymi przyczynami, które prowadziły do wypadków śmiertelnych i ciężkich były sytuacje związane z:

- brakiem wykonywania obrywki lub wykonywaniem obrywki w sposób niebezpieczny,
- przebywaniem w czasie pracy maszyn kotwiących osób w miejscu niebezpiecznym,
- brakiem wykonania obudowy lub podczas wykonywania obudowy,
- brakiem zabezpieczenia ociosów i czoła przodka,
- brakiem zabezpieczenia stanowiska przebudowy stropu przed wejściem osób postronnych,
- niedostateczną ilością sprzętu i maszyn do bezpiecznego i skutecznego wykonywania obrywki stropu i ociosów w wyrobiskach,
- niedostateczną kontrolą stanu skał stropowych i ociosowych przez górników i osoby dozoru.

Często te niebezpieczne zdarzenia były i są konsekwencją błędów pracownika polegającą na łamaniu obowiązujących przepisów bhp w sposób świadomy lub nieświadomy, wskutek braku wiedzy o obowiązujących przepisach bhp i braku wiedzy z zakresu dyscypliny technologicznej, związanej z wykonywaniem konkretnych czynności górniczych lub energomechanicznych. Często są to błędy polegające na niedostosowaniu się do zasad postępowania przy wykonywaniu poszczególnych czynności górniczych i energomechanicznych przedstawianych w instrukcjach stanowiskowych i w regulaminach dotyczących użytkowania, zarówno wyrobisk górniczych jak i maszyn i urządzeń, przy pomocy których wykonuje się te czynności.

W celu zminimalizowania zagrożenia z tytułu obrywania się skał z ociosów i czoła przodków w kopalniach rud miedzi dopuszczono wykonywanie wyrobisk korytarzowych i eksploatacyjnych w obudowie kotwowej, o przekroju poprzecznym w kształcie odwróconego trapezu, z odchylonymi ociosami o kąt 10 stopni w stronę calizny. W wyrobiskach korytarzowych o prawidłowym kształcie i wysokości do 3,5 m nie zabezpiecza się ociosów obudową. Ociosy w wyrobiskach o wysokości powyżej 3,5 m, jak również w przypadku braku ich prawidłowego nachylenia, ociosy zabezpiecza się zawsze obudową kotwową bez względu na ich wysokość. Natomiast w wyrobiskach eksploatacyjnych drażonych w postaci komór i pasów o prawidłowym kształcie przekroju poprzecznego, ociosy zabezpiecza się kotwami, gdy ich wysokość wynosi powyżej 10 m. Przy zabezpieczeniu ociosów nie występuje rygor ich zabudowy do samego czoła przodka. W wyrobiskach tych powszechnie nie stosuje się opiniki skał stropowych i ociosowych siatką typu MM lub tzw. siatką ogrodzeniową stalową lub z tworzywa sztucznego. W celu prowadzenia eksploatacji złoża rudy miedzi stosuje się opinikę skał stropowych i ociosowych, w szczególnie trudnych sytuacjach geologiczno-górnicyznych (np. zaburzenia tektoniczne) oraz w górniczych obiektach technicznych, takich jak: komory materiałów wybuchowych, komory pomp, komory samojedźnych maszyn górniczych, rozdzielni elektrycznych itp. Strop wyrobisk górniczych korytarzowych i eksploatacyjnych zabezpieczany jest, w zależności od rodzaju wyrobisk, ich wysokości i klasy skał stropowych, obudową kotwową rozprężną, klejową i rurowo-cierną o długości żerdzi kotwowych od 1,2 m do 2,6 m, i w siatce kotwienia 1×1 m, lub 1,5×1,5 m lub 2×2 m. W wyniku zastosowanych siatek kotwienia powstają na stropach wyrobisk zabezpieczonych obudową kotwową znaczne powierzchnie skał odsłoniętych pomiędzy kotwami. W trakcie drażenia wyrobisk korytarzowych i eksploatacyjnych powierzchnie odsłonięte i niezabezpieczone obudową kotwową są jeszcze większe, ponieważ nie ma rygoru zabudowy skał stropowych do samego czoła przodka, przy odległościach mniejszych od odległości między kotwami w rzędach, z tytułu zastosowanej siatki kotwienia. Powyższe jest dopuszczone zapisami w Książce Obudowy, która jest integralną częścią Planu Ruchu zakładu górniczego.

Tabela 2. Liczba zawałów oraz liczba wypadków śmiertelnych i ciężkich powodowanych zawałami, obwałami i opadami skał ze stropu i ociosów w kopalniach rud miedzi w latach 2007-2018

Table 2. Number of roof falls and number of fatal and serious accidents caused by roof falls, rock slides and rock falling off the roof and side walls in copper ore mines in 2007-2018

Rok	Liczba zawałów	Wypadki śmiertelne (WŚ); ciężkie (Wc) powodowane:							
		zawałami stropu		obwałami skał ze stropu		opadami skał z ociosów		Ogółem	
		WŚ	Wc	WŚ	Wc	WŚ	Wc	WŚ	Wc
2007	-	-	-	2	-	1	-	3	-
2008	-	-	-	1	-	-	-	1	-
2009	2	-	-	-	1	-	-	-	1
2010	1	-	-	-	1	-	-	-	1
2011	5	-	-	-	-	1	1	1	1
2012	2	-	-	3	3	-	-	3	3
2013	2	-	-	-	-	-	2	-	2
2014	1	-	-	1	-	1	2	2	2
2015	1	-	-	1	2	-	-	1	2
2016	2	-	-	3	-	1	-	4	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Razem	17	-	-	11	7	4	5	15	12

3. Geneza zagrożeń zawalami, obwałami i opadami skał

Złoże rudy miedzi w polskich kopalniach należących do KGHM Polska Miedź S.A. jest eksploatowane na głębokościach od 400 m do ponad 1200 m, w granicach Obszarów Górniczych O/ZG Lubin, O/ZG Polkowice-Sieroszowice i O/ZG Rudna. Złoże to występuje w osadach czerwonego spągowca i cechsztynu. Należy do złóż typu stratoidalnego, w postaci pseudopokładu i występuje w warstwie piaskowców czerwonego spągowca, cechsztyńskich łupków miedzionośnych oraz w skałach węglanowych, w których dominują dolomity. Zmienne warunki geologiczno-złożowe oraz możliwości w zakresie stosowanych technologii górniczych oraz występowanie zagrożeń sejsmicznych i zagrożeń w postaci zawalów, obwałów i opadów skał ze stropu i ociosów wpływają na wiele różnych trudności w zakresie prowadzenia eksploatacji złoża zalegającego coraz głębiej. Głęboka eksploatacja złoża i coraz większe powierzchniowo wybranego złoża wpływają na wzrost ciśnienia górotworu, które prowadzi do zwiększonego ryzyka występowania nie tylko zagrożeń tąpnięciami, ale także zawalów, obwałów i opadów skał ze stropu i ociosów. Pomimo tego, że w stropie wyrobisk występują związane skały węglanowe dolomityczne i wapienie o wysokiej wytrzymałości na ściskanie w granicach 80-160 MPa, to zagrożenia te występują i prowadzą do wypadków śmiertelnych i ciężkich. Przyczyną tych zagrożeń są różne sytuacje geologiczno-górnictwe związane z prowadzeniem eksploatacji złoża rudy miedzi z pól eksploatacyjnych, z filarów ochronnych i oporowych w otoczeniu zrobów. Dodatkowo na te zagrożenia mają wpływ wysokie zaangażowanie tektoniczne i mocno zróżnicowane deformacje tektoniczne skał otaczających wykonane wyrobiska korytarzowe i eksploatacyjne. Ponadto stropy dolomityczne przedzielone są cienkimi warstwami ilitu, gipsu, kalcytu, margli i substancjami ilastymi, co wpływa na ich osłabienie (Butra i in. 1997, Goszcz 1999, Suchan 2008, Juszyński i in. 2018, Małkowski i Juszyński 2019). Występujące liczne płaszczyny takiej podzielności wynikają z genetycznej osadowej budowy skał złoża i skał otaczających.

Dolomityczne skały stropowe charakteryzują się także spekaniami pionowymi tzw. łupliwością, co również wpływa na osłabianie tych skał, potęgując zagrożenie zawalami i obrywaniem się skał ze stropu, ociosów i czoła przodka. Podzielność pozioma i pionowa skał, która występuje bezpośrednio w stropie wyrobisk przyczynia się do blokowej budowy stropu (Goszcz 1999, Suchan 2008, Butra 2010). Podzielność ta jest trudna do stwierdzenia przez górników pracujących w przodkach, a tym bardziej przez pracowników pracujących na stanowiskach pozaprzodkowych, w wyrobiskach już zabudowanych obudową kotwową. Skały stropowe są dolomityczne, a ociosowe są zbudowane w większości ze skał dolomitycznych, łupków i piaskowca o różnych miąższościach i właściwościach fizyko-mechanicznych. Skały stropowe i ociosowe niszczone są także energią pochodzącą z detonacji materiałów wybuchowych stosowanych przy urabianiu calizny w przodkach. W drażeniu wyrobisk korytarzowych coraz częściej stosuje się urabianie calizny za pomocą otworów strzałowych o zwiększonej długości z 3,0 m do 4,0-4,5 m, co prowadzi do zastosowania znacznie większej ilości materiału wybuchowego. Energia detonacji niekorzystnie wpływa na stabilność skał stropowych, ociosowych i czoła przodka, prowadząc do spekania skał otaczających drażone wyrobisko. Podobne zjawiska występują w trakcie drażenia wyrobisk eksploatacyjnych. Skały otaczające te wyrobiska są również niszczone poprzez działania profilaktyczne związane z tąpnięciami, polegające na stosowaniu strzelań odpężających, torpedujących, a w szczególności strzelań grupowych z 5-7 przodków jednocześnie detonowanych, zlokalizowanych

blisko siebie na froncie eksploatacyjnym. Skały w otoczeniu wyrobisk eksploatacyjnych dodatkowo są niszczone przez występujące wstrząsy górotworu o energii od 10^3 J do 10^9 J. Ponadto zagrożenia zawalami, obwałami i opadami skał powodowane są także poprzez ciągłe działanie pierwotnego ciśnienia górotworu. Ciśnienie to ma wpływ na pojawianie się kolejnych ciśnień wtórnych drażonych wyrobiskach korytarzowych i eksploatacyjnych, z tytułu pracy skał stropowych. (Butra i in. 1997, Kidybiński 1998, Małkowski i Juszyński 2019). Wpływ lokalnych ciśnień ze strony skał stropowych, w wyrobiskach korytarzowych zabudowanych kotwami o dłuższym okresie ich istnienia i użytkowania, powoduje zmianę kształtu tego wyrobiska, poprzez pracę skał ociosowych, prowadząc jednocześnie do zagrożenia obrywaniem się skał z ociosów, głównie przy stropie. Praktyka górnicza dowodzi, że stosowanie obudowy kotwowej nie zapewnia w 100% bezpieczeństwa, gdyż nie redukuje ciśnienia górotworu, które zależne jest głównie od głębokości i stanowi jedną z zasadniczych przyczyn prowadzącą do zagrożenia tąpnięciami, ale także zawalami i obrywaniem się skał ze stropu i ociosów. Stopień tego zagrożenia zależy od budowy geologicznej skał, własności mechanicznych skał otaczających wyrobisko, kształtu i gabarytów wykonanego wyrobiska i doboru rodzaju obudowy. W większości przypadków proces destrukcji skał, w otoczeniu wyrobisk górniczych, przebiega stopniowo i jest możliwy do stwierdzenia wizualnie poprzez obserwację pracy skał i obudowy. Czasami zagrożenie zawalami i obrywaniem się skał ze stropu lub z ociosów i czoła przodka występuje w sposób nagły, bez uprzedniego sygnalizowania takiego zagrożenia, co jest potencjalnym zagrożeniem utraty życia. Zagrożenie to dotyczy szczególnie górników i operatorów samojedznych maszyn górniczych pracujących bezpośrednio w przodkach drażonych wyrobisk. Narażeni na to zagrożenie są także pracownicy zatrudnieni na stanowiskach pozaprzodkowych i przemieszczających się pieszo, często pomiędzy maszynami i ociosami prawidłowo wykonanych wyrobisk i zabezpieczonych obudową kotwową.

4. Obowiązujące przepisy bhp, profilaktyka i przykłady wypadków

W obowiązujących przepisach górniczych tj. Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Dz.U. 2017, poz. 1118) zostały ujęte w sposób szczegółowy zasady projektowania i wykonywania oraz kontroli obudowy w zakładach wydobywających rudy miedzi oraz zagrożenia wynikające ze stosowania obudowy kotwowej. Dopuszczenie stosowania obudowy kotwowej w kopalniach rud miedzi jest uregulowane odpowiednim zapisem w paragrafie 125 ust. 2:

§ 125. 2. Stosowanie obudowy kotwowej do zabezpieczenia wyrobisk w zakładach górniczych wydobywających rudy miedzi jest dopuszczalne wyłącznie w przypadkach gdy:

- 1) skały stropowe mają średnio ważoną wytrzymałość na:
 - a) jednoosiowe ściskanie (R_c), badaną dla pakietu skał o grubości równej szerokości projektowanego wyrobiska - wynoszącą nie mniej niż 15 MPa,
 - b) rozciąganie (R_t) - wynoszącą nie mniej niż 2 MPa;
- 2) skały mają w strefie przewidzianej do kotwienia w zakładach górniczych wydobywających rudy miedzi średnią podzielność nie mniejszą niż 20 mm i nie wykazują naturalnej skłonności do odpajania się;
- 3) występujące w zakładach górniczych wydobywających rudy cynku i ołowiu gniazda brekcji nie wykazują skłon-

ności do odpadania;

- 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 kotwowej,
 - zabezpieczenie ociosów,
 - zabezpieczenie stropu wyrobisk w fazie likwidacji,
 - sposób wykonania obudowy kotwowej,
 - organizację nadzoru i kontroli.

W ww. rozporządzeniu dopuszcza się między innymi występowanie niebezpiecznego zdarzenia w postaci zawału skał stropowych w wyrobiskach zabudowanych obudową kotwową. Definicja zawału została ujęta w paragrafie 44 ust.2. i ust.3, które przedstawiają się następująco:

§ 44.2. *Przez zawał w wyrobisku rozumie się niezamierzone, grawitacyjne przemieszczenie się do wyrobiska mas skalnych lub kopaliny ze stropu, albo ociosu w stopniu powodującym niemożność przywrócenia pierwotnej funkcji wyrobiska w okresie nie krótszym niż 8 godzin.*

§ 44.3. *Przez zawał w wyrobisku wykonanym w obudowie kotwowej 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 kotew obudowy podstawowej, powodujące całkowitą lub częściową utratę funkcjonalności lub bezpieczeństwa użytkowania wyrobiska.*

W zakresie działań profilaktycznych związanych z zawałami skał stropowych w wyrobiskach eksploatacyjnych zabudowanych obudową kotwową stosuje się między innymi sygnalizatory rozwarstwień warstw skał stropowych w miejscach, które są narażone na zawały. Z reguły są to skrzyżowania wyrobisk eksploatacyjnych komór i pasów w strefach roboczych, tj. między linią frontu eksploatacyjnego a linią likwidacji parceli, przy stosowaniu komorowo-filarowego systemu eksploatacji. Sygnalizatory te pozwalają na wizualną obserwację pracy obudowy kotwowej, a w szczególności pracy skał stropowych. Obserwacje te pozwalają na podejmowanie decyzji o zabezpieczeniu stropu dodatkową obudową nośną spoiwowo-linową lub podporową w postaci stojaków i stosów drewnianych, lub stojaków hydraulicznych.

Pomimo stosowania obserwacji sygnalizatorów rozwarstwień stropu budowanych na skrzyżowaniach wyrobisk eksploatacyjnych i ciągłych kontroli stanu obudowy kotwowej oraz stosowania odpowiednich zabezpieczeń, zawały skał stropowych wciąż występują. W związku z tym w kopalniach rudy miedzi począwszy od roku 1980 samojezdne maszyny górnicze wyposażono w daszki i kabiny ochronne, które w późniejszym okresie zmodernizowano, zgodnie z polską normą PN-G-59001 z 1992 r., zapewniając operatorom skuteczną ochronę przed zgnieceniem przy pionowym uderzeniu na maszynę masy skalnej ze stropu z energią równą 60 kJ. Powyższy wymóg jest zapisany w załączniku nr 4 w pkt. 4.13.10. do rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. ws. szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych. Ten sposób ochrony operatorów przed zawałami skał stropowych przyczynił się do tego, że w analizowanym okresie 2007–2018 r. nie wystąpiły wypadki śmiertelne i ciężkie operatorów samojezdnych maszyn górniczych, pomimo zarejestrowania 17 zawałów. W okresie tym nie wystąpiły również wypadki pracowników przemieszczających się pieszo w strefach zagrożonych zawałami. Ponadto, w celu ostrzegania operatorów

samojezdnych maszyn górniczych przed zawałami i obwałami skał stropowych, na linii likwidacji filarów technologicznych do postaci filarów resztkowych w systemach komorowo-filarowych stawia się sygnalizatory w postaci pojedynczych lub wiązki trzech stojaków drewnianych jako tzw. obudowę podatną.

O skutecznej profilaktyce w zakresie zawałów skał stropowych świadczą między innymi następujące przykłady:

- W dniu 25.06.2005 r. w KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Zakłady Górnicze Lubin zaistniał zawał skał stropowych w polu eksploatacyjnym na oddz. G-1, który spowodował wypadek lekki górnika operatora mechanicznego wozu do obrywki typu SWB. W wyniku zawału skał stropowych nastąpiło opadnięcie warstw skalnych na długości do 30 m pasa P-12, na wysokość od 1,0 m do 2,6 m, całkowicie zasypując samojezdną maszynę typu SWB wraz z operatorem. Strop wyrobiska był zabezpieczony obudową kotwową rozprężną o długości 1,8 m, w siatce kotwienia 1,5×1,5 m. Po akcji ratowniczej polegającej na uwolnieniu operatora, a następnie po przeprowadzeniu dodatkowych badań w szpitalu operator został zwolniony do domu.
- W dniu 23.03.2011 r. w KGHM Polska Miedź S.A., O/ZG Rudna w Polkowicach wystąpił zawał warstw stropowych na skrzyżowaniu pasa P-13 z komorą K-17, w polu eksploatacyjnym oddziału G-1 na poziomie 1020 m, na długości 10 m, szerokości 8 m i wysokości 2,6 m. Wyrobiska wykonane były w obudowie kotwowej, o długości żerdzi kotwowych 2,6 m, w siatce kotwienia 1,5×1,5 m. Zawał swym zasięgiem objął ładowarkę typu ŁK-4 wraz z operatorem. W wyniku akcji ratowniczej operator został wyprowadzony z maszyny przez ratowników, a po zbadaniu przez lekarza udał się do miejsca zamieszkania.
- W dniu 30.05.2011 r. w KGHM Polska Miedź S.A., O/ZG Polkowice- Sieroszowice w Kaźmierzowie, wystąpił zawał skał stropowych w komorze K-14, na długości około 20 m, szerokości 7 m i wysokości około 1,7 m, przysypując ładowarkę typu LKP-0903 wraz z operatorem. Komora ta wykonana była w obudowie kotwowej, o długości żerdzi kotwowych 1,8 m z głowicą wzmocnioną, w siatce kotwienia 1,5×1,5 m. W wyniku akcji ratowniczej operator samodzielnie opuścił kabinę ładowarki bez urazu wypadkowego.
- W dniu 06.12.2012 r. w KGHM Polska Miedź S.A., O/ZG Rudna w Polkowicach wystąpił zawał skał stropowych na głębokości 1100 m, na pasie P-12, na odcinku 20 m od komory K-23 do komory K-24, na wysokość około 1,8 m, zasypując ładowarkę typu ŁK-4 wraz z jej operatorem. Obudowa stropu była wykonana kotwami o długości żerdzi kotwowych 1,8 m i 2,6 m, budowanych w siatce kotwienia 1,5×1,5 m. W wyniku akcji ratowniczej operator ładowarki kopalnianej został uwolniony i przetransportowany na powierzchnię bez urazu wypadkowego.

W kopalniach rud miedzi, oprócz niebezpiecznych zdarzeń w postaci zawałów, występują zagrożenia z tytułu obrywania się skał ze stropu i ociosów w wyrobiskach zabudowanych obudową kotwową, w postaci tzw. obwałów. Z tytułu tego rodzaju zdarzeń dochodzi do wypadków śmiertelnych i ciężkich. W analizowanym okresie odnotowano 11 wypadków śmiertelnych i 7 wypadków ciężkich (tab. 2). Przyczyną tych wypadków było niedostosowywanie się górników i osób doзору do obowiązujących zasad ujętych w § 119.2. i § 120.4. cytowanego rozporządzenia.

W § 119.2. zapisany jest rygor, że „obudową zabezpiecza się strop niezwłocznie po odsłonięciu, uwzględniając stosowaną technologię prowadzenia robót”. Przepis ten zwraca uwagę na czas wykonania obudowy, który zależy od rodzaju i technologii jej wykonania, ale także zależy od dyscypliny

technologicznej, która określa kolejność wykonywanych, podstawowych czynności w przodku związanych z urabianiem calizny, z wybieraniem urobku z przodka i wykonaniem obudowy w wyrobiskach korytarzowych i eksploatacyjnych. Praktyka górnicza dowodzi, że czasami kolejność czynności górniczych przy wykonywaniu obudowy i kolejność wykonywania podstawowych czynności przy drażeniu wyrobisk jest nieprzeznaczona, co prowadzi do wypadków.

W § 120.4. wskazane jest, że „osoby dozoru ruchu zakładu górniczego zapoznają osoby wykonujące obudowę z ustalonym rodzajem obudowy dla danego wyrobiska i sposobem jej wykonania”. Osoba dozoru górniczego i energomaszynowego, mając wiedzę o rodzaju stosowanej obudowy i technologii jej wykonywania, powinna zwracać uwagę na popełniane błędy przez pracowników wykonujących obudowę nośną - kotwową lub podporową.

W świetle obowiązujących przepisów, przed wypadkami z tego tytułu powinien chronić pracowników działania profilaktyczne polegające na egzekwowaniu od górników i operatorów przestrzegania rygorów zapisanych w § 44.1., tj.

§ 44.1. *Górnik przodowy lub strzałowy, operator maszyn górniczych wykonujący roboty górnicze;*

- 1) *bada strop i ociosy wyrobiska oraz pozostając w bezpiecznym miejscu, obrywa bryły górotworu stwarzające zagrożenie lub zabezpiecza obudowę te bryły górotworu, które nie mogą być oberwane:*
 - a) *przed rozpoczęciem pracy na danej zmianie,*
 - b) *po dłuższej przerwie w pracy,*
 - c) *po wstrząsie górniczym zaistniałym w rejonie,*
 - d) *po wydrążaniu odcinka wyrobiska wymagającego zabudowy,*
 - e) *po wykonaniu robót strzałowych;*
- 2) *obserwuje zachowanie stropu, spągu i ociosów wyrobiska.*

Nieprzeznaczanie ww. rygorów prowadzi do wypadków ciężkich i śmiertelnych w przodkach drażonych wyrobisk korytarzowych i eksploatacyjnych, na przykład:

- O/ZG Rudna, w dniu 17.03.2007 r. doszło do wypadku śmiertelnego operatora, po opuszczeniu kabiny ładowarki typu ŁK-2, w polu eksploatacyjnym X/1 oddziału G-5 na poziomie 1000 m, w wyniku odspojenia się łaty dolomitu z przystropowej części ociosu i przyciśnięcia operatora do konstrukcji maszyny.
- O/ZG Polkowice-Sierszowice, w dniu 05.05.2007 r. wystąpił wypadek ciężki górnika strzałowego w przodku komory K-20 na poziomie 1000 m, w wyniku odspojenia się bryły skalnej z czoła przodka podczas czyszczenia otworów strzałowych.
- O/ZG Rudna w dniu 25.07.2008 r. w rejonie robót górniczych wykonywanych przez firmę PeBeKa wystąpił wypadek śmiertelny pomocnika operatora samojezdnej maszyny kotwiącej, w wyniku odspojenia się bryły skalnej ze stropu podczas kotwienia stropu w przodku chodnika K-5 z przecinki P-5 na poziomie 1200 m.
- O/ZG Polkowice-Sierszowice, w dniu 15.05.2009 r. wystąpił wypadek ciężki operatora samojezdnego wozu strzelniczego typu SWS, pracownika firmy MAXAM, który w czasie wiercenia otworów strzałowych wszedł do przodka komory K-11 na oddziale eksploatacyjnym G-41, na poziomie 850 m, gdzie nastąpiło odspojenie się z przystropowej części przodka bryły skalnej o wymiarach 0,7×0,3×0,3 m, powodując złamanie kręgosłupa szyjnego.
- O/ZG Lubin, w dniu 09.07.2010 r. wystąpił wypadek ciężki pomocnika operatora wozu kotwiącego typu SWWK, gdzie w przodku pochylni L-71, na poziomie 600 m, w trakcie wymiany żerdzi doszło do odspojenia się ze stropu bryły skalnej o wymiarach 0,7×0,5×0,3 m, powodując ciężkie obrażenia poszkodowanego,

- O/ZG Polkowice-Sierszowice, w dniu 13.10.2018 r. wystąpił wypadek ciężki operatora wozu kotwiącego typu SWKF na oddziale górniczym G-32, na poziomie 810 m w komorze K-105, gdzie w trakcie przechodzenia operatora między organem roboczym a kabiną maszyny, z przystropowej części ociosu komory K-105 o wysokości 3,5 m i szerokości przy stropie 6,5 m, zabezpieczonego kotwami rozprężnymi o długości żerdzi 1,8 m, w siatce kotwienia 1,5×1,5 m, odspoila się bryła dolomitu o wymiarach 0,78×0,42×0,25 m, powodując uraz głowy, nadgarstka i kręgosłupa.

Kolejnym rodzajem zagrożenia z tytułu obrywania się skał ze stropu, ociosów i czoła przodka są niebezpieczne zdarzenia występujące w wyrobiskach niezabezpieczonych obudową kotwową. Paragraf 123 cyt. Rozporządzenia nakazuje, że „*W miejscach niezabezpieczonych obudową jest dopuszczalne przebywanie wyłącznie osób wykonujących obudowę tymczasową lub kotwową*”.

Przepis ten upoważnia pracowników do przebywania pod stropem niezabudowanym, ale tylko tych pracowników, którzy obudowę kotwową lub podporową wykonują. Jednakże nie zwalnia się tych pracowników z obowiązku ciągłego sprawdzania stanu skał stropowych, ociosowych i czoła przodków na okoliczność oberwania się skał w każdym momencie, w trakcie wykonywania obudowy. Statystyka wypadkowości potwierdza, że operatorzy maszyn przodkowych, jak i osoby dozoru górniczego wchodzi pod strop niezabudowany bez zbadania stanu tych skał, co prowadzi do wypadków śmiertelnych z tytułu nagłego opadu skał ze stropu. O nieprzeznaczaniu tego przepisu świadczą następujące wypadki:

- O/ZG Rudna, w dniu 31.08.2007 r. wystąpił wypadek śmiertelny elektryka przechodzącego obok wozu kotwiącego typu SWK pod stropem niezabudowanym na upadkowej U-26 w wyniku nagłego oberwania się ze stropu bryły skalnej o wymiarach 3,2 × 2,2 × 0,8 m,
- O/ZG Rudna, w dniu 01.08.2014 r. górnik operator ładowarki typu LKP 0903 pracując na oddziale G-23, z nieustalonych powodów opuścił kabinę ładowarki i wszedł do przodka pasa P-61 pod niezabudowany strop. W tym czasie doszło do odspojenia się warstwy stropowej o grubości około 0,2 m na całej szerokości przodka, na odcinku około 3,5 m od czoła przodka, w wyniku czego doszło do wypadku śmiertelnego.

W kopalniach rud miedzi występują także wypadki ciężkie i śmiertelne z tytułu obrywania się i opadów skał ze stropu i ociosów przy wykonywaniu różnych czynności górniczych takich jak: montaż instalacji przewodów i urządzeń energetycznych, rurociągów i maszyn klimatyzacyjnych, rurociągów wody technologicznej i odwadniających, wentylatorów przodkowych i innych urządzeń przez pracowników oddziałów energomaszynowych i pracowników oddziałów pomocniczych na stanowiskach pozaprzodkowych, w wyrobiskach zabudowanych obudową kotwową.

W obowiązującym rozporządzeniu z dnia 23 listopada 2016 r. wprowadzono odpowiedni zapis:

§ 44.4. *Przed przystąpieniem do wykonywania prac w zakładach wydobywających rudy miedzi w wyrobiskach górniczych, w których zlokalizowane są stanowiska pracy lub zespół urządzeń, który w ramach powierzchni 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.*

Z treści tego przepisu wynika, że każdy pracownik powinien być przeszkolony w zakresie realnego zagrożenia z tytułu obrywania się skał ze stropu i ociosów w wyrobiskach

skach zabudowanych obudową kotwową. Pracownika należy przeszkolić w zakresie rozpoznawania tego zagrożenia i zminimalizowania skutków z tytułu nagłego oberwania się skał ze stropu lub ociosu poprzez umiejętne wykonanie tzw. ręcznej obrywki skał. Ponadto, hasło w postaci „ręcznej obrywki skał” powinno uświadamiać pracownikowi o realnym zagrożeniu obrywania się skał ze stropu i ociosów wyrobisk zabezpieczonych obudową kotwową. Przedstawione poniżej przykłady wypadków świadczą o niestosowaniu, bądź lekceważeniu tego przepisu przez pracowników, lub o niewłaściwie przeprowadzonym szkoleniu.

- O/ZG Rudna, w dniu 15.02.2007 r. miał miejsce wypadek śmiertelny, któremu uległ górnik operator maszyn ciężkich oddziału C-3, podczas mycia wozu odstawczego na stanowisku mycia maszyn, w wyniku oberwania się z przystropowej części ociosu wyrobiska bryły dolomitycznej o wymiarach ok. $0,3 \times 0,5 \times 1,5$ m. Wyrobisko przystosowane do mycia maszyn górniczych miało szerokość 6,0 m przy stropie i wysokość ok. 4,5 m. Strop był zabudowany obudową kotwową wklejaną o długości 1,8 m, w siatce kotwienia $1,0 \times 1,0$ m. Z uwagi na wysokość, ociosy były zabezpieczone dwoma rzędami kotew.
- O/ZG Polkowice-Sieroszowice, w dniu 26.03.2015 r. na oddziale G-63 doszło do wypadku śmiertelnego operatora maszyny, który został uderzony odsponą łąką skalną o grubości ok. 0,2 m i powierzchni ok. $2,0$ m² ze stropu zabudowanego obudową kotwową, o długości żerdzi 1,6 m, w siatce kotwienia $1,5 \times 1,5$ m, w trakcie montowania pompy elektrycznej typu P-2, celem odpompowania wody z przodka pasa P-65,
- O/ZG Rudna, w dniu 12.01.2016 r. w polu eksploatacyjnym oddziału G-2 na poziomie 1050 m wystąpił wypadek zbiorowy pracowników oddziału podsadzkowego GA, tj. jeden wypadek śmiertelny górnika operatora i jeden wypadek lekki, również górnika operatora, z tytułu samistnego oberwania się skał, z przystropowej części ociosu w rejonie skrzyżowania chodnika T-243a z upadową J-16, zabudowanego obudową kotwową wklejaną o długości żerdzi 1,8 m, w siatce kotwienia $1,5 \times 1,5$ m, na wóz transportowy typu SWT,
- O/ZG Polkowice-Sieroszowice, w dniu 23.09.2016 r. na wyrobiskach wykonywanych przez oddział G-5 spółki PeBeKa S.A. doszło do wypadku zbiorowego, w ilości trzech śmiertelnych osób, spowodowanego opadem dolomitycznej płyty stropowej, o wymiarach $2,5 \times 1,8 \times 0,45$ m wraz z zerwanymi trzema kotwami w przecince P-15 z chodnika T-359. Miejsce to zostało wybrane przez przodkowego górnika strzałowego, na czas oczekiwania zabudowania kotew przez operatora wozu kotwiącego pod zawieszenie wentylatora przodkowego. Zbiorowemu wypadkowi śmiertelnemu uległo dwóch elektromonterów i górnik strzałowy przodowy, który koordynował prace polegające na zawieszeniu i podłączeniu wentylatora przodkowego.

5. Podsumowanie i wnioski

W kopalniach rudy miedzi dopuszcza się powszechne stosowanie obudowy kotwowej, która generalnie zabezpiecza stateczność skał stropowych, a zatem zapewnia bezpieczeństwo załodze górniczej. Liczba zdarzeń w postaci zawałów, obwałów i opadów skał ze stropu i ociosów w wyrobiskach zabudowanych obudową kotwową i w wyrobiskach niezabudowanych świadczy jednak o realnych zagrożeniach z tego tytułu.

Z przedstawionej w artykule analizy wynika, że do zaistnienia wypadków ciężkich i śmiertelnych z tytułu zagrożenia obwałami i opadami skał ze stropu i ociosów, przyczyniało się wiele nieprawidłowości, które wynikały z błędnych decyzji podejmowanych przez pracowników przy wykonywaniu różnych czynności górniczych, o bardzo dużym ryzyku zawodowym, jak również z powodu braku właściwego nadzoru przez osoby dozoru ruchu.

Pośród całego szeregu zagrożeń naturalnych i technicznych uwagę należy zwrócić na zagrożenia zawałami, a w szczególności na zagrożenia obwałami i opadami skał stropowych i ociosowych w wyrobiskach zabudowanych i niezabudowanych, które powtarzają się systematycznie. Występowanie tych zagrożeń w przeszłości, jak również obecnie, świadczy o braku skutecznych metod przewidywania niekorzystnych zjawisk z tytułu ciśnienia górotworu, działającego w sposób ciągły i statyczny. Liczba niebezpiecznych zdarzeń oraz wypadki śmiertelne i ciężkie wskazują na konieczność doskonalenia istniejących metod i poszukiwania nowych sposobów profilaktycznych, ostrzegających i zabezpieczających pracowników przed zawałami, a w szczególności przed obwałami skał stropowych w wyrobiskach zabudowanych obudową kotwową, które występują na stanowiskach przodkowych i pozaprzodkowych.

Zjawiska te są bardzo trudne do przewidywania lecz możliwe pod warunkiem, że każdy pracownik zatrudniony na stanowisku przodkowym i pozaprzodkowym będzie starannie przeszkolony, w sposób szczegółowy, w zakresie genezy tych zagrożeń i podejmowania działań profilaktycznych prowadzących do zlikwidowania występującego zagrożenia. Minimalizowanie skutków z tytułu tych zagrożeń powinno polegać także na efektywnym egzekwowaniu przez osoby dozoru górniczego i energomaszynowego bezpiecznych zachowań pracowników dołowych.

Istnieje także potrzeba szukania nowych technicznych i górniczych rozwiązań, które mogłyby zlikwidować lub ograniczać występujące zagrożenia, a przez to skuteczniej zabezpieczać pracowników przed zawałami, obrywaniem się skał ze stropu, ociosów i czoła przodków nie tylko w trakcie ich drażenia, ale także w wyrobiskach wykonanych i prawidłowo zabudowanych, głównie z powodu zwiększającej się głębokości eksploatacji złoża rudy miedzi. Nowe rozwiązania techniczne i górnicze w tym zakresie mogłyby polegać, między innymi na:

- zmianie geometrii wyrobisk górniczych poprzez zmianę nachylenia ociosów dostosowanych do rodzaju skał ociosowych;
- powszechnym stosowaniu kotew klejowych o długościach żerdzi, dłuższych od średniej wysokości zawałów;
- zagęszczeniu i zmianie geometrii siatek kotwienia, szczególnie przy stropach o niskim współczynniku zwięzłości skał (klasa I i II);
- kotwieniu ociosów i stropu we wszystkich wyrobiskach, do czoła przodków;
- stosowaniu nowych rodzajów opinki skał stropowych i ociosowych wyrobisk w szerszym zakresie niż dotychczas,
- stosowaniu obudowy podporowej w wyrobiskach korytarzowych wykonanych w filarach oporowych, o dłuższym okresie ich istnienia i spełniania ważnych funkcji np. główny transport załogi i rudy z oddziałów wydobywczych do szybów skipowych,
- stosowaniu w większych ilościach samojezdnych wozów kotwiących z obsługą jednoosobową z magazynkami kotew, samojezdnych maszyn z odpowiednimi zabezpieczeniami przed opadami skał ze stropu, ociosów i czoła przodka podczas np. wykonywania robót strzałowych.

Literatura

- BUTRA J., DAŃDA Z., KATULSKI A. 1997 - Przyczyny obwałów skal stropowych i metody zwalczania w kopalniach rud miedzi. Konferencja naukowa -75 lat działalności na rzecz bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska w górnictwie, Katowice, czerwiec, s. 151-157.
- BUTRA J. 2010 - Eksploatacja złóż rud miedzi w warunkach zagrożenia tąpnięciami i zawałami. KGHM CUPRUM sp. z o. o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, Wrocław.
- GOSZCZ A. 1999 - Elementy mechaniki skał oraz tąpnięcia w polskich kopalniach węgla i miedzi. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Seria z Lampką Górniczą nr 2, Wydawnictwo IGSM i E PAN, Kraków.
- JUSZYŃSKI D., PODOLSKI R., WOWCZUK G., PĘCZEK D. 2018 - Bezpieczeństwo użytkowania wyrobisk w warunkach zagrożenia zawałami i obrywaniem się skał w zakładach górniczych LGOM w świetle nowych przepisów. „Przeгляд Górniczy” nr 2, s. 36-41.
- KIDYBIŃSKA A. 1998 – Modyfikacja sposobu oceny górotworu w kopalniach LGOM pod kątem optymalizacji zasad doboru obudowy. Materiały konferencyjne: II Konferencja: Obudowa kotwowa jako skuteczny sposób zabezpieczania wyrobisk górniczych, KGHM Polska Miedź S.A., CBPM „Cuprum” sp. z o.o., Wrocław, SITG – Lubin.
- KRAUSE M. 2015 - Badania różnicowania ryzyka wypadków przy pracy na przykładzie analizy bezwzględnej i wskaźnikowej dla branży górnictwa i Polski. „Przeгляд Górniczy” nr 6, s. 35-41.
- MALKOWSKI P., JUSZYŃSKI D. 2019 - Ocena zagrożenia zawałowego w zakładach górniczych LGOM. „Przeгляд Górniczy” nr 1, s.16-25.
- MATUSZEWSKI K. 2010 - Czynniki ludzkie jako przyczyna wypadków przy pracy w górnictwie w latach 2005-2008. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 3, s. 31-37.
- MATUSZEWSKI K. 2010 - Główne przyczyny wypadków śmiertelnych w polskich podziemnych zakładach górniczych w latach 2000-2009. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 11, s. 28-34.
- MIREK A. 2007 - Ocena stanu zagrożenia tąpnięciami i zawałami w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w roku 2006 oraz w I półroczu 2007 roku. „Zbiór materiałów szkoleniowych, MCKK Lubin -Szkłarska Poręba”, październik, s. 209-223.
- MIANOWANA K., RYDZAK L., MIANOWANA V. 2016 - Wypadkowość w górnictwie - statystyka i skutki zdarzeń. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 9, s. 8-12.
- PYTEL W. 2012 - Geomechaniczne problemy doboru obudowy kotwowej dla wyrobisk górniczych. KGHM CUPRUM sp. z o. o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, Wrocław.
- SUCHAN J. 2008 - Litologiczne i tektoniczne czynniki wpływające na stateczność stropu w Zakładach Górniczych KGHM „Polska Miedź” S.A. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk luty, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 525-533.
- WOWCZUK G. 2008 - Ocena stanu zagrożenia tąpnięciami i zawałami w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w roku 2007 oraz w I półroczu 2008 roku. Zbiór materiałów szkoleniowych, MCKK Lubin - Świeradów Zdrój, wrzesień-październik, s. 199-208.
- ZIMROZ J. 2002 - Analiza wypadków i niebezpiecznych wydarzeń oraz ocena przeprowadzonych akcji ratowniczych w kontekście zagrożeń występujących w kopalniach Polska Miedź S.A. Zbiór materiałów szkoleniowych, MCKK Lubin- Szklarska Poręba, listopad, s. 61-73.
- Zespół Ekonomiczny KGHM - Analiza działalności Kombinatu Górniczo-Hutniczego Miedzi za rok 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, Lubin (niepublikowane).
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych, Dz.U. 2017, poz.1118.
- Witryna WUG** - www.wug.gov.pl/bhp/statystyki_wypadkow, dostęp: 2019.03.20.

Artykuł wpłynął do redakcji – marzec 2019
Artykuł akceptowano do druku – czerwiec 2019