

Bezpieczeństwo pracy i system ratownictwa górniczego w kopalniach odkrywkowych w Polsce. Część 2

Safety at work and mine rescue system in surface mines in Poland. Part 2



Prof. dr hab. inż. Wiesław Kozioł^{*)}



Mgr inż. Adrian Borcz^{**)}



Dr inż. Łukasz Machniak^{**)}



Mgr inż. Andrzej Ciepliński^{**), *)}

Treść: Artykuł stanowi kontynuację tematyki dotyczącej zagrożeń w górnictwie odkrywkowym i powstających zdarzeń wypadkowych. Zaprezentowano modele kopalń odkrywkowych oraz systemy ratownictwa w polskim górnictwie odkrywkowym z uwagi na rodzaje eksploatowanych kopalni, ukształtowanie (geometrię) wyrobisk górniczych oraz stosowane technologie eksploatacji złóż, odmienne dla wydobycia różnych kopalni. Podano ocenę wpływu ważnych czynników ograniczających prowadzenie w wyrobiskach górniczych akcji ratowniczych w przypadku zaistnienia zdarzeń wypadkowych.

Abstract: This paper is the continuation of the topic concerning threats existing in surface mines and the accidents as their results. Models of surface mines and rescue systems were presented in Polish surface mining in terms of the types of the exploited minerals, shape (geometry) of mine pits and applied technologies of exploitation of deposits, different for the extraction of various minerals. Assessment of the impact of the important limiting factors of rescue operations management in open pits in case of an accidental event was given.

Słowa kluczowe:

bezpieczeństwo pracy, górnictwo odkrywkowe, modele kopalń odkrywkowych, akcje ratownicze

Key words:

safety at work, surface mining, models of surface mines, rescue operations

1. Wprowadzenie

Górnictwo odkrywkowe zajmuje się eksploatacją różnych typów kopalni (sypkie, miękkie, kruche, zwięzłe w tym

bloczne, bardzo zwięzłe) zalegających w zróżnicowanych warunkach geologiczno-górnicznych. Przykładem tego mogą być głębokości eksploatacji od kilku metrów (piaski, skały ilaste itd.) do 1000 m (najgłębsze kopalnie odkrywkowe rud metali w Kanadzie, Chile i in.). W Polsce obecnie najgłębsza jest kopalnia węgla brunatnego Bełchatów, mająca głębokość ok. 300 m.

^{*)} IMBiGS w Warszawie, Oddział Katowice; AGH w Krakowie

^{***)} AGH w Krakowie

Odkrywkowe wyrobiska górnicze z uwagi na różne ukształtowanie i wyposażenie techniczne stanowią odmienne środowiska pracy i zróżnicowane są pod kątem możliwości prowadzenia prac ratowniczych. W związku z tym zaistniałe wypadki wymagają podejmowania odpowiednio przygotowanych akcji ratunkowych, m.in. z uwzględnieniem odpowiedniej organizacji i dobieranego sprzętu. Także czynności podejmowane w akcjach ratunkowych mogą się od siebie różnić nieznacznie bądź mogą być całkowicie odmienne. Dlatego też w pracy przeprowadzono krótką charakterystykę uwarunkowań środowiskowych kopalń odkrywkowych i możliwości prowadzenia w nich prac ratowniczych.

Do tego celu zaproponowano zestaw czynników i warunków, które determinują możliwość podjęcia działań ratowniczych w sytuacjach zaistnienia wypadków. Prowadzenie akcji ratunkowych związane jest z możliwością jak najszybszego dotarcia pomocy do poszkodowanego oraz z warunkami prowadzenia samej akcji. Zatem z punktu widzenia kopalń ważny jest ich przestrzenny model i lokalizacja dróg transportowych, a także techniczne wyposażenie kopalń, szczególnie stosowane podstawowe układy technologiczne.

2. Modele funkcjonalne kopalń odkrywkowych ze szczególnym uwzględnieniem możliwości prowadzenia akcji ratunkowych

Aby określić odpowiednie możliwości zastosowania systemów ratownictwa należy scharakteryzować modele kopalń w jakich możemy prowadzić akcje ratunkowe. W tym celu niezbędne jest zdefiniowanie uwarunkowań wpływających na zagrożenia i na sposób oraz szybkość prowadzenia akcji ratunkowych. Zaliczyć do nich należy:

- rodzaj eksploatowanych skał (zwięzłe, bloczne, okruchowe, miękkie),
- typ wyrobiska (wglębne, stokowe, stokowo-wglębne),
- sposób urabiania złoża i nadkładu (mechaniczny, materiałem wybuchowym),
- gabaryty wyrobiska eksploatacyjnego (np. głębokość eksploatacji), w tym wysokość pięter i kąt nachylenia skarp,
- rodzaj stosowanego transportu technologicznego,
- lokalizacja wypadku z uwagi na typ eksploatacji (ład, basen eksploatacyjny),
- rodzaj i stan nawierzchni dróg dojazdowych, pochylni itp.,
- odległość miejsca wypadku od miejsca przyjazdu karetki – karetka nie zawsze ma możliwość dojechać do poszkodowanego,
- występowanie przeszkód terenowych (np. trasy przenośników taśmowych), jako ograniczeń bezpośredniego dojazdu karetką lub innym pojazdem do miejsca wypadku,
- czynniki atmosferyczne (opady, niskie temperatury itp.),
- inne.

Eksploatacja odkrywkowa z racji prowadzenia prac wydobywczych na otwartej przestrzeni jest metodą bardziej bezpieczną od eksploatacji podziemnej (dużo mniej wypadków śmiertelnych i ciężkich), jest również znacznie korzystniejsza i prostsza do prowadzenia prac ratowniczych. Pomimo tego, że warunki jakie występują w kopalniach odkrywkowych niekiedy nieznacznie różnią się od siebie, to wyróżnić jednak można kilka modeli funkcjonalnych kopalń, wynikających m.in. z:

- rodzaju eksploatowanych skał,
- uwarunkowań eksploatacyjnych (eksploatacja ładowa, spod wody itd.),
- stosowanych technologii urabiania i sposobów transportu kopaliny i nadkładu (infrastruktura techniczna),
- struktur geometrycznych wyrobisk itp.

Uwzględnienie powyższych czynników pozwala na przyjęcie kilku typowych modeli funkcjonalnych kopalń odkrywkowych w Polsce, jak i zagranicą, dla których rozważane będą uwarunkowania prowadzenia akcji ratunkowych. W pracy przyjęto 5 podstawowych typów kopalń odkrywkowych, których kolejność podano w zależności od wstępnej oceny trudności prowadzenia akcji ratunkowych (od najtrudniejszej do łatwiejszej):

- a) kopalnie wglębne:
 - eksploatacja surowców skalnych na bloki,
 - eksploatacja węgla brunatnego,
 - eksploatacja spod wody kruszyw żwirowo-piaskowych,
 - eksploatacja ładowa kruszyw żwirowo-piaskowych i innych kopaliny okruchowych i ilastych,
- b) kopalnie stokowo-wglębne i stokowe:
 - eksploatacja zwięzłych surowców skalnych na kruszywa łamane i inne produkty.

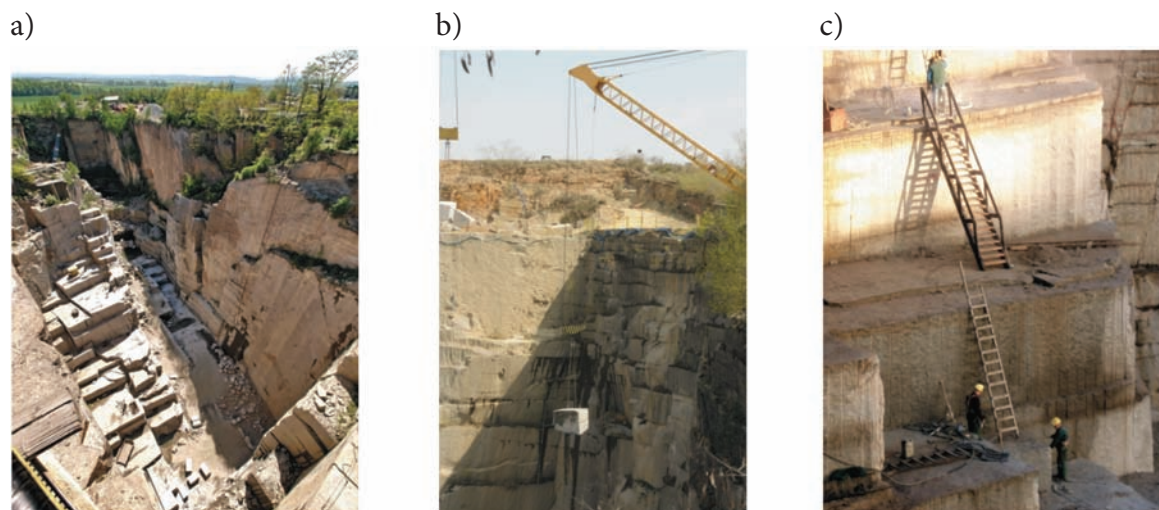
Dla ww. pięciu modeli kopalń przyjęto 10 czynników (kryteriów) mających wpływ na prowadzenie akcji ratowniczej w kopalni. Czynniki te są:

- miejsce wypadku (ład, basen eksploatacyjny),
- głębokość wyrobiska eksploatacyjnego,
- odległość miejsca wypadku od pochylni zjazdowych do wyrobiska,
- możliwość bezpośredniego dojazdu karetką lub innym pojazdem ratunkowym,
- rodzaj transportu,
- rodzaj dróg,
- rodzaj i stan nawierzchni dróg,
- wysokość piętra i kąt nachylenia skarpy (dla urabiania podziemnego i braku zjazdu na spąg wyrobiska),
- przeszkody terenowe (np. trasy przenośników taśmowych),
- czynniki atmosferyczne (temperatura, opady itp.).

Wpływ poszczególnych czynników oceniono w skali czterostopniowej jako wpływ: duży, umiarkowany, niski, nie dotyczy. Podane oceny mają charakter wstępny (subiektywny), tym niemniej oparte są m.in. na analizie wypadków ciężkich i śmiertelnych przeprowadzonej w pierwszej części artykułu [1]. W latach 2008-2014 w polskim górnictwie odkrywkowym odnotowano łącznie 643 wypadki, w tym 39 wypadków ciężkich i śmiertelnych, czyli ok. 6% łącznej liczby odnotowanych wypadków. Wypadki ciężkie i śmiertelne miały miejsce zarówno w wyrobiskach eksploatacyjnych, przy pracujących maszynach w obszarze górniczym kopalń, jak również w zakładach przerobczych. W dalszej części zostanie podany ich podział na poszczególne typy eksploatacji.

2.1. Eksploatacja ładowa surowców skalnych na bloki

Charakterystycznym elementem eksploatacji skał na bloki jest zazwyczaj brak systemu kołowych dróg technologicznych. Transport poziomy stosowany do przemieszczania bloków skalnych i materiałów kamiennych w wyrobiskach (stokowych, stokowo-wglębnych, wglębnych) odbywa się za pomocą oponowych ładowarek jednośluzkowych (często z wymiennym osprzętem np. widłowym) lub też nośników bloków, samochodów i dźwigów samojezdnych. Do transportu pionowego bloków skalnych, urządzeń urabiających i innego wyposażenia w wyrobiskach wglębnych i stokowo-wglębnych stosowane są dźwignice linowo-torowe, dźwigi Derrick, suwnice itp. (rys. 1a i 1b). Załoga do wyrobiska dostaje się poprzez system drabin stałych i tymczasowych umieszczonych w wyrobisku pomiędzy kolejnymi półkami lub poziomami (rys. 1c).



Rys. 1. Eksploatacja złoza blocznego w wyrobisku wglębnym a) widok ogólny wyrobiska, b) transport pionowy kopaliny, c) układ drabin pomiędzy półkami

Fig. 1. Exploitation of dimension stones deposit in deep-seated pit: a) general view of the pit, b) vertical transport of minerals, c) system of ladders between shelves

W związku z tym nie istnieje bezpośrednia droga dojazdu do wyrobiska karetki bądź pojazdu ratunkowego. Biorąc pod uwagę głębokość wyrobisk, jest to bardzo istotne ograniczenie prowadzenia akcji ratowniczych, znacznie wpływające na wydłużenie czasu dojazdu do miejsca wypadku oraz uniemożliwiające w zasadzie przewóz rannych transportem samochodowym. W przypadku prowadzenia akcji ratunkowej w tego typu kopalni należy najpierw odpowiednio zabezpieczyć poszkodowanego, a następnie wyciągnąć go na powierzchnię, gdzie może się nim już zająć zespół ratownictwa medycznego. Szybki transport poszkodowanego możliwy jest jedynie poprzez wykorzystanie transportu pionowego na zasadach podobnych, jak w ratownictwie górskim z użyciem śmigłowca. Wpływ wytypowanych czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej przedstawiono w tabeli 1.

Do głównych zagrożeń wpływających na bezpieczeństwo pracy należy zaliczyć:

- obrywy nawisów skalnych,
- zagrożenie upadkiem z wysokości,
- zagrożenia związane z użytkowaniem maszyn i urządzeń technologicznych.

W latach 2008-2014 w kopalniach skał na bloki doszło do 3 wypadków ciężkich i 1 śmiertelnego [1]. Wypadki ciężkie związane były m.in. z przewróceniem się poszkodowanego, z upadkiem z wysokości (2 m), z detonacją MW, oberwaniem się odłamka skalnego. Poszkodowani doznali różnych obrażeń, w tym urazy i rany tłuczone, złamania, urazy wielonarządowe, uszkodzenia wielu części ciała, a nawet amputacje kończyn. Wypadek śmiertelny związany był z upadkiem z wysokości 30 metrów na spąg wyrobiska.

2.2. Eksploatacja węgla brunatnego

W eksploatacji węgla brunatnego duża koncentracja wydobycia związana z zastosowaniem układów wydobywczych o dużych wydajnościach i gabarytach wymaga prowadzenia eksploatacji w wyrobiskach o dużych wymiarach – długość frontów wynosi na ogół kilometrów. Jako przykład posłużyć mogą głębokie polskie kopalnie węgla brunatnego, tj. KWB „Bełchatów”, KWB „Turów”, jednak spotkać można również mniejsze i płytsze kopalnie jak KWB „Konin”, KWB „Adamów”, KWB „Sieniawa”. Niezależnie od kształtu

Tablica 1. Wpływ czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej we wglębnych i stokowo-wglębnym kopalniach przy eksploatacji skał na bloki

Table 1. The impact of factors on the possibility of conducting a rescue operation in deep-seated and hill-side quarries in exploitation of dimension stones

Czynnik	Wpływ			
	Duży	Umiarkowany	Niski	Nie dotyczy
1. Miejsce wypadku (ład, basen eksploacyjny)	+			
2. Głębokość wyrobiska eksploacyjnego				+
3. Odległość miejsca wypadku od pochylni zjazdowych do wyrobiska			+ ¹⁾	
4. Możliwość bezpośredniego dojazdu karetką lub innym pojazdem ratunkowym	+			
5. Rodzaj transportu pionowego	+ ²⁾			
6. Rodzaj dróg technologicznych				+
7. Rodzaj i stan nawierzchni dróg				+
8. Wysokość pięt i kąt nachylenia skarpy (dla urabiania podziemowego i braku zjazdu na spąg wyrobiska)			+	
9. Przeszkody terenowe (np. trasy przenośników taśmowych)			+	
10. Czynniki atmosferyczne (temperatura, opady, itp.)		+		

¹⁾ eksploatacja lądowa

²⁾ transport linowy

wyrobiska podstawowy model geometryczny jednak jest praktycznie podobny. W modelu tym we wkopie wyróżnia się 4 zbrocza spełniające określone funkcje: eksploatacyjne (ruchome), transportowe, udostępniające, w celu zachowania stateczności. W Polsce technologia wydobycia węgla brunatnego jest oparta na układach KTZ (koparka wieloczepkowa – taśmociąg – zwałowarka), tylko w małej kopalni „Sieniawa” stosuje się do wydobycia koparkę jednonaczyniową.

Transport nadkładu i urobku odbywa się przenośnikami taśmowymi, natomiast ludzi – transportem kołowym, stąd też w wyrobiskach utrzymywane są drogi transportowe. Z uwagi na istniejące warunki postępującej eksploatacji podzielić je można na stałe i tymczasowe, przy czym udział tych pierwszych jest mniejszy. Drogi stałe to jeden spójny układ pochylni zjazdowych budowanych na zboczu transportowym, o nawierzchniach asfaltowych, betonowych lub utwardzanych kruszywem, zatem poruszanie się po nich samochodami nie jest problemem. Stanowią dobrej jakości drogę również dla samochodów osobowych, w tym karettek. Natomiast drogi tymczasowe prowadzone są po poziomach i półkach w skałach luźnych lub spoiстых (w skałach rodzimych) bez nawierzchni (2a). Poruszanie się po nich możliwe jest głównie z użyciem samochodów i ciężarówek na podwoziach terenowych. Drogi te stanowią utrudnienia prowadzenia akcji ratunkowych, zwłaszcza jeżeli na poziomach gromadzi się woda w rejonach tras przejazdowych.

Istotne są również przeszkody terenowe w postaci rozbudowanego układu przenośników taśmowych, koniecznych

do prowadzenia w ciągłej technologii wydobycia węgla brunatnego, transportujących nadkład oraz węgiel brunatny do elektrowni (2b). Częste krzyżowanie się dróg transportowych z przenośnikami taśmowymi stanowi źródło opóźniania dojazdu samochodów ratunkowych do miejsca zaistnienia wypadku.

Kopalnie węgla brunatnego wyposażone są w odpowiednio przystosowane pojazdy do akcji ratunkowych, które mogą poruszać się na terenie obszaru górniczego, także w terenie trudno dostępnym. Natomiast przewóz poszkodowanych poza wyrobisko górnicze odbywa się sanitarnymi karetkami ratunkowymi.

W zależności od głębokości wyrobiska oraz wielkości powierzchni mogą istnieć takie miejsca, gdzie istnieje krytycznie długi czas dotarcia służb ratunkowych. Dla określonych warunków brzegowych (wymaganego czasu udzielenia pomocy) można wykonać symulacje czasu dojazdu i wskazać takie miejsca.

Zastosowane przy danej technologii eksploatacji koparki i zwałowarki (rys. 3) z uwagi na swoje gabaryty i budowę stanowią dodatkowy problem, gdyż w przypadku konieczności prowadzenia akcji ratunkowej na ich konstrukcji koniecznym może okazać się, podobnie jak w kopalniach surowców blocznych, użycie sprzętu wspinaczkowego.

Kopalnie węgla brunatnego należy zaliczyć do grupy kopalń o trudnych warunkach terenowych w wyrobiskach eksploatacyjnych. Wpływ wytypowanych czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej przedstawiono w tabeli 2.

a)



b)



Rys. 2. Infrastruktura w kopalniach węgla brunatnego: a) droga w trudnych warunkach terenowych, b) układ przenośników taśmowych

Fig. 2. Infrastructure in brown coal mines: a) road in difficult field conditions, b) system of conveyor belts

a)



b)



Rys. 3. Maszyny podstawowe w kopalniach węgla brunatnego: a) koparka wielonaczyniowa kołowa, b) zwałowarka

Fig. 3. Basic equipment in brown coal mines: a) bucket-wheel excavator, b) spreader

Tablica 2. Wpływ czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej w wyrobiskach wglębnych przy eksploatacji węgla brunatnego

Table 2. The impact of factors on the possibility of conducting a rescue operation in deep-seated pits in exploitation of brown coal

Czynnik	Wpływ			
	Duży	Umiarkowany	Niski	Nie dotyczy
1. Miejsce wypadku (ład, basen eksploacyjny)	+			
2. Głębokość wyrobiska eksploacyjnego	+			
3. Odległość miejsca wypadku od pochylni zjazdowych do wyrobiska			+ ¹⁾	
4. Możliwość bezpośredniego dojazdu karetką lub innym pojazdem ratunkowym		+		
5. Rodzaj transportu pionowego			+	
6. Rodzaj dróg technologicznych	+			
7. Rodzaj i stan nawierzchni dróg	+			
8. Wysokość pięt i kąt nachylenia skarpy (dla urabiania podpoziomowego i braku zjazdu na spąg wyrobiska)			+	
9. Przeszkody terenowe (np. trasy przenośników taśmowych)	+			
10. Czynniki atmosferyczne (temperatura, opady, itp.)	+			

¹⁾ eksploatacja ładowa

Głównymi zagrożeniami wpływającymi na bezpieczeństwo pracy są:

- osuwiska mas ziemnych,
- zagrożenia związane z użytkowaniem maszyn i urządzeń technologicznych,
- zagrożenie pożarowe (na maszynach),
- zagrożenia wodne.

W przeciągu lat 2008-2014 w kopalniach węgla brunatnego zanotowano 6 wypadków ciężkich oraz 3 wypadki śmiertelne [1]. Wśród przyczyn, z których doszło do wypadków wymienić można: przerwanie naciągniętej linki ściągającej elementy przenośnika taśmowego, niekontrolowane zwolnienie liny na wieloczerpakowej koparce łańcuchowej, pogorszenie stanu pracownika i upadek z samochodu ciężarowego (dźwigu hydraulicznego) z wysokości 1,9 metra na podłoże gruntowe, odprysnięcie metalowego elementu podczas uderzenia młotkiem na koparce wieloczerpakowej kołowej czy niekontrolowane uderzenie uszkodzonego przez ruchomy element wyposażenia technicznego w miejscu składowania szyn. W następstwie wymienionych wypadków uszkodzeni doznali m.in. przebicia gałki ocznej, wieloodłamowe złamanie kręgosłupa i sparaliżowanie dolnej części ciała, w wyniku uderzenia liną przewrócenie się, utrata kasku ochronnego i uderzenie głową o zamrożoną glebę, złamania kilku kości

tworzy, w tym czołowej, nosowej, kości szczęki i ran tłuczonych, a także utrata przytomności.

Odotowane wypadki śmiertelne związane były z przynicieniem łyżką wiertniczą, co w następstwie skutkowało poważnymi obrażeniami wewnętrznymi ciała, porażenie prądem na koparce wieloczerpakowej kołowej oraz niekontrolowane przemieszczenie się kosza podnośnika hydraulicznego koparki wieloczerpakowej kołowej i przyciśnięcie uszkodzonego do wału przez górną krawędź kosza i pulpit sterowniczy.

2.3. Eksploatacja spod wody kruszyw żwirowo-piaskowych

Kruszywa żwirowo-piaskowe w Polsce w większości eksploatuje się obecnie spod lustra wody. Eksploatacja aktualnie prowadzona jest w ponad 3000 złóż. Wydobyte prowadzone jest z zastosowaniem maszyn i urządzeń pływających, ale także pracujących z powierzchni ładu (rys. 4).

Dla pierwszej technologii zagrożenia, które można wymienić, są głównie związane z użytkowaniem maszyn i urządzeń wykorzystywanych do urabiania i transportu urobku. Istotnym zagrożeniem jest możliwość wpadnięcia człowieka do zbiornika wodnego, których głębokości wynoszą od kilku do ponad 10 metrów.

a)



b)



Rys. 4. Przykłady technologii wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych spod wody: a) pływającą pogłębiarką chwytakową, b) koparką jednonaczyniową z ładu

Fig. 4. Examples of extraction technology of sand and gravel aggregates from under the water: a) floating grab dredger, b) single-bucket excavator from the land

Największym zagrożeniem eksploatacji z ładu jest możliwość osunięcia się podmokłych mas skalnych, na których posadowiona jest maszyna urabiająca, wraz z maszyną i operatorem.

Geometria wyrobisk do eksploatacji spod wody generalnie jest identyczna w całym kraju, z uwagi na geologię tego typu złóż, dlatego możliwe jest określenie typowej geometrii w płaszczyźnie pionowej wyrobisk eksploatacyjnych. Wysokość piętra nadkładowego wynosi ok. 5 metrów, natomiast głębokość piętra złożowego ok. 10-15 metrów. Wyróżnić się tutaj może zasięg powierzchniowy prowadzonych robót górniczych, który w zdecydowanej większości wyrobisk eksploatacyjnych nie przekracza 10 hektarów. Zatem najtrudniejsze pod kątem przeprowadzenia są akcje ratunkowe w przypadku zatonięcia maszyny z człowiekiem na pokładzie. Dodatkowy problem przy prowadzeniu akcji ratunkowej, w przypadku gdy dochodzi do osunięcia się maszyny podczas pracy do zbiornika eksploatacyjnego, stanowi konieczność zatrudnienia pletwonurków. Niestety akcje ratunkowe tego typu zazwyczaj związane są z wypadkami śmiertelnymi i oparte są na poszukiwaniu ciała zatopionego operatora. Wpływ typowych czynników na możliwość prowadzenia akcji ratunkowej przedstawia tabela 3.

Do głównych zagrożeń wpływających na bezpieczeństwo pracy należy zaliczyć:

- osuwiska mas ziemnych (przy eksploatacji z ładu),
- zagrożenia związane z użytkowaniem maszyn i urządzeń technologicznych,
- wpadnięcie człowieka do basenu eksploatacyjnego.

W latach 2008-2014 w eksploatacji kruszyw spod wody odnotowano 2 wypadki ciężkie oraz 4 śmiertelne [1]. Wypadek ciężki związany był z przewróceniem się rozładowywanej wywrotki na drugą stojącą (zbyt blisko) obok, w efekcie czego drugi kierowca doznał złamań kilku części ciała, w tym miednicy oraz urazu żeber i kręgosłupa.

Wypadki śmiertelne spowodowane były m.in. przez zasypanie uszkodzonego 3-metrową warstwą kruszywa, utonięcie przez wjazd do zbiornika ładowarką (w niewyjaśnionych okolicznościach), osunięcie stropu z drugiego piętra eksploatacyjnego na operatora urządzeń przerobczych, potrącenie pracownika łyżką jednonaczyniowej koparki podsiębiernej, który wszedł w zasięg jej ruchów roboczych podczas pracy.

Następnymi zaistniałych wypadków były m.in. przygniecenie przez obsypujące się kruszywo z przemy, silne obrażenia zewnętrzne i wewnętrzne ciała czy utonięcie w zatopionej w basenie eksploatacyjnym maszynie czy nawet utonięcie w czasie wykonywania pomiarów batymetrycznych.

2.4. Eksploatacja łądowa kruszyw żwirowo-piaskowych i innych kopalin okruchowych oraz ilastych

Kopalnie prowadzące eksploatację łądową kruszyw żwirowo-piaskowych (w większości piaskowych) lub innych kopalin okruchowych i ilastych geometrią zbliżone są do typowych kopalń prowadzących eksploatację łądową. Ze względu na wykorzystanie transportu kołowego konieczne jest utrzymanie dróg technologicznych, które podobnie jak w kopalniach węgla brunatnego dzieli się na stałe oraz tymczasowe (rys. 5).



Rys. 5. Widok skarpy eksploatacyjnej w kopalni piasku
Fig. 5. View of the operating slope in sand mine

Z uwagi na znacznie mniejsze kształty wyrobiska w stosunku do kopalń węgla brunatnego, trudne warunki terenowe nie stanowią problemu, biorąc pod uwagę długość drogi dojazdowej do miejsc prowadzonych akcji ratunkowych. Typowe czynniki mogące wpływać na możliwość prowadzenia akcji ratunkowej zaprezentowano w tabeli 4.

Tablica 3. Wpływ czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej w wyrobiskach wglębnych przy eksploatacji spod wody kruszyw żwirowo-piaskowych

Table 3. The impact of factors on the possibility of conducting a rescue operation in deep-seated pits in exploitation of sand and gravel aggregates from under the water

Czynnik	Wpływ			
	Duży	Umiarkowany	Niski	Nie dotyczy
1. Miejsce wypadku (ład, basen eksploatacyjny)		+		
2. Głębokość wyrobiska eksploatacyjnego			+	
3. Odległość miejsca wypadku od pochylni zjazdowych do wyrobiska	+ ¹⁾			
4. Możliwość bezpośredniego dojazdu karetką lub innym pojazdem ratunkowym	+			
5. Rodzaj transportu pionowego			+	
6. Rodzaj dróg technologicznych		+		
7. Rodzaj i stan nawierzchni dróg		+		
8. Wysokość pięter i kąt nachylenia skarpy (dla urabiania podziemnego i braku zjazdu na spąg wyrobiska)			+	
9. Przeszkody terenowe (np. trasy przenośników taśmowych)		+		
10. Czynniki atmosferyczne (temperatura, opady, itp.)	+			

¹⁾ eksploatacja spod wody

Tablica 4. Wpływ czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej w wyrobiskach wglębnych przy eksploatacji ładowej kruszyw żwirowo-piaskowych oraz piasków przemysłowych

Table 4. The impact of factors on the possibility of conducting a rescue operation in deep-seated pits in exploitation of sand and gravel aggregates and industrial sands in land mine

Czynnik	Wpływ			
	Duży	Umiarkowany	Niski	Nie dotyczy
1. Miejsce wypadku (ład, basen eksploacyjny)		+		
2. Głębokość wyrobiska eksploacyjnego			+	
3. Odległość miejsca wypadku od pochylni zjazdowych do wyrobiska			+ ¹⁾	
4. Możliwość bezpośredniego dojazdu karetką lub innym pojazdem ratunkowym		+		
5. Rodzaj transportu pionowego			+	
6. Rodzaj dróg technologicznych		+		
7. Rodzaj i stan nawierzchni dróg		+		
8. Wysokość piętér i kąt nachylenia skarpy (dla urabiania podziemnego i braku zjazdu na spąg wyrobiska)		+		
9. Przeszkody terenowe (np. trasy przenośników taśmowych)			+	
10. Czynniki atmosferyczne (temperatura, opady, itp.)	+			

¹⁾ eksploatacja ładowa

Do głównych zagrożeń wpływających na bezpieczeństwo pracy należy zaliczyć:

- osuwiska mas ziemnych,
- zagrożenia związane z użytkowaniem maszyn i urządzeń technologicznych,
- zagrożenia wodne.

W okresie lat 2008–2014 w zakładach tego typu odnotowano 6 wypadków ciężkich oraz 8 śmiertelnych. Przyczynami zaistniałych wypadków ciężkich były: oberwanie się ze skarpy bryły skalnej o wadze ok. 300 kg, niekontrolowany obrót koparki, upadek z ładowarki z wysokości 1,8 metra, uderzenie prętem stalowym o wadze 30 kg spadającym z wysokości, czy wciągnięcie ręki operatora pod osłonę bębna przenośnika taśmowego. Ich wynikiem były obrażenia typu złamanie miednicy, rana cięto-szarpana uda oraz stłuczenie mięśni uda, złamanie panewki stawu biodrowego, ciężkie obrażenia twarzoczaszki w okolicy oka, ściągnięcie skóry dłoni od nadgarstka oraz zmiżdżenie palców oraz zerwanie ścięgien i nerwów. Wypadki śmiertelne nastąpiły w wyniku pochwylenia, w komorze napędu pompy hydraulicznej koparki, ręki mechanika przez napęd pasowy pompy podczas pracy silnika, potrącenie pracownika przez cofającą się ładowarkę, przygniecenie pracownika przewracającą się ładowarką do podłoża czy upadek kierowcy transportu kołowego z wysokości 1,2 m i uderzenie głową o gaśnicę koparki jednonaczyniowej.

2.5. Eksploatacja stokowo-wglębna i stokowa zwięzłych surowców skalnych

Kopalnie zaliczające się do tej grupy stanowią środowiska pracy sprzyjające prowadzeniu akcji ratunkowych (rys. 6). Kopalnie tego typu zazwyczaj wyposażone są w utwardzone drogi tymczasowe i stałe, zbudowane na litych podłożach skalnych. Ich powierzchnia zazwyczaj odporna jest na działanie czynników atmosferycznych (przede wszystkim opadów) oraz intensywnego stosowania sprzętu ciężkiego (nie powstają koleiny). Umożliwia to poruszanie się po nich pojazdów każdego typu, w tym samochodów osobowych.

Większość kopalń zwięzłych surowców skalnych posiada kołowy transport samochodowy, dla którego przez cały okres funkcjonowania utrzymuje się w kopalniach układ dróg technologicznych na wszystkich poziomach eksploacyjnych. Dojazd do miejsc prowadzenia robót górniczych, z uwagi na niewielką powierzchnię wyrobisk – zazwyczaj kształtują się na poziomie kilkudziesięciu hektarów. Zatem długość dróg transportowych nie stanowi większego problemu dla samochodów uczestniczących w akcji ratunkowej, w tym karetek pogotowia. Syntetyczną ocenę wpływu wytypowanych czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej przedstawiono w tabeli 5.

a)



b)



Rys. 6. Wyrobisko kopalni kopalni zwięzłych: a) wglębne, b) stokowe
Fig. 6. Open pit of compact mineral mines: a) deep-seated, b) slope

Tablica 5. Wpływ czynników na możliwość prowadzenia akcji ratowniczej w wyrobiskach stokowo-węglanych przy eksploatacji związanych surowców skalnych

Table 5. The impact of factors on the possibility of conducting a rescue operation in hill-side pits in exploitation of compact rock resources

Czynnik	Wpływ			
	Duży	Umiarkowany	Niski	Nie dotyczy
1. Miejsce wypadku (ład, basen eksploatacyjny)		+		
2. Głębokość wyrobiska eksploatacyjnego		+		
3. Odległość miejsca wypadku od pochylni zjazdowych do wyrobiska			+ ¹⁾	
4. Możliwość bezpośredniego dojazdu karetką lub innym pojazdem ratunkowym			+	
5. Rodzaj transportu pionowego			+	
6. Rodzaj dróg technologicznych			+	
7. Rodzaj i stan nawierzchni dróg		+		
8. Wysokość piętér i kąt nachylenia skarpy (dla urabiania podziemnego i braku zjazdu na spąg wyrobiska)			+	
9. Przeszkody terenowe (np. trasy przenośników taśmowych)			+	
10. Czynniki atmosferyczne (temperatura, opady, itp.)			+	

¹⁾ eksploatacja ładowa

Do głównych zagrożeń wpływających na bezpieczeństwo pracy należy zaliczyć:

- obrywy nawisów skalnych,
- zagrożenie upadkiem z wysokości,
- zagrożenia związane z użytkowaniem maszyn i urządzeń technologicznych,
- zagrożenia związane z zastosowaniem do urabiania skał materiałów wybuchowych.

W latach 2008-2014 odnotowano 2 wypadki ciężkie oraz 4 wypadki śmiertelne. Wypadki ciężkie spowodowane były głównie przewróceniem się, niewłaściwą organizacją pracy związaną ze zdejmowaniem pokrywy głowicy przyłączeniowej silnika kruszarki, pochwycenie i wciągnięcie ręki operatora między taśmę a wał napędowy przenośnika taśmowego kruszarki. Wynikiem zaistniałych wypadków były ciężkie obrażenia ciała oraz wbiecie się w oko mechanika odbitego grotu wkrętaka, a także urazowa amputacja przedramienia.

Wypadki śmiertelne nastąpiły w wyniku potrącenia w wyrobisku górniczym przez samochód (prawdopodobnie – brak świadków), pochwycenie i wciągnięcie lewej ręki uszkodzonego pomiędzy dolną taśmę przenośnika a rolkę ją podtrzymującą na węźle wstępnego kruszenia (zakład przeróbczy), wejście operatora na nieosłoniętą część taśmy przenośnika w miejscu odległym o 1,6 metra od przesypu, skąd został przemieszczony do dalszej części przesypu, a następnie zakleszczony pomiędzy bębniem napędowo-zwrotnym przenośnika a osłoną, a także pochwycenie uszkodzonego przez bęben dociskowy przenośnika i najprawdopodobniej uszkodzenie tętnicy szyjnej w zakładzie przeróbczym, gdzie śmierć nastąpiła z uwagi na znaczną utratę krwi.

3. Systemy ratownictwa w górnictwie odkrywkowym

Po zaistnieniu wypadku koniecznym jest podjęcie natychmiastowych działań mających na celu przetransportowanie osoby uszkodzonej poza obszar zagrożenia oraz opatrzenie bądź reanimacja/resuscytacja do czasu przyjazdu wykwalifikowanego personelu medycznego.

Akcje ratunkowe opisywanych w rozdziale 3. w 1 części artykułu [1] wypadków ciężkich i śmiertelnych we wszystkich przypadkach prowadzone były standardowo według przewidzianych procedur z wykorzystaniem własnych służb ratowniczych zakładu górniczego (kopalnie węgla brunatnego)

go) i służb cywilnych (pogotowie ratunkowe, straż pożarna). W oparciu o wcześniejszą analizę wypadków do działań tych, a także innych pomocniczych, usprawniających pomoc medyczną, zaliczyć można [2,4]:

- wypadki ciężkie:
 - wezwanie pogotowia i uwolnienie zaklinowanego uszkodzonego z miejsca wypadku,
 - pierwsza pomoc przedlekarska w wyrobisku, w sterowni zakładu przeróbczego,
 - transport do jadącej do zakładu karetki szpitalnej bądź zakładowej,
 - transport żurawiem z wyrobiska na powierzchnię terenu,
 - transport karetką do szpitala,
 - transport z karetki do śmigłowca,
- wypadki śmiertelne:
 - wezwanie pogotowia,
 - próba uwolnienia przygniecionego uszkodzonego spod maszyn,
 - reanimacja przez zespół ratownictwa medycznego,
 - reanimacja przez współpracowników do przybycia karetki zakładowej i pogotowia ratunkowego,
 - poszukiwanie zatopionego (wraz z ładowarką) operatora przez współpracowników poprzez penetrację dna zbiornika przy użyciu prostych w konstrukcji sond,
 - poszukiwanie ciała operatora przez strażaków echosondami, a następnie przez nurków,
 - transport uszkodzonego na drzewiach do miejsca przyjazdu koparki, a nawet samodzielne zgłoszenie się uszkodzonego do szpitala, czy odwiezienie przez współpracowników.

Przedstawione w rozdziale 2 modele funkcjonalne kopalń prezentują różne możliwości podejmowania akcji ratunkowych. W warunkach kopalń odkrywkowych w przypadku zaistnienia wypadku na ogół nie ma problemu z dotarciem pomocy do osoby/osób uszkodzonych. W kopalniach węgla brunatnego samochody pogotowia ratunkowego, będące na stanie każdej kopalni, wyposażone są w podwozia samochodów terenowych i teoretycznie powinny dojechać do każdego miejsca zaistnienia wypadku. W mniejszych kopalniach surowców skalnych akcje ratunkowe prowadzone są z pomocą służb cywilnych (pogotowie ratunkowe, straż pożarna). Jediną trudnością w dotarciu na miejsce mogą być trudne warunki terenowe, które występują w kopalniach kruszyw żwirowo-piaskowych lub kopalni ilastych.

W przyszłości w kopalniach odkrywkowych, w szczególności tych, których droga do uszkodzonego jest utrudniona, możliwe będzie zastosowanie opracowywanego w ramach prowadzonych ze środków NCBR badań modelu kapsuły sztywnej [3]. Jest to układ transportowo-ochronny, który izoluje uszkodzonego od otoczenia przed opadami atmosferycznymi, utrzymując ciepłość ciała (szczególnie w okresie zimowym) oraz izolując od niebezpiecznego otoczenia. Jest to konstrukcja, której wielkość powinna umożliwić włożenie noszy, a składa się z hermetycznej osłony przegubowej umożliwiającej włożenie noszy w pozycji siedzącej i leżącej, rączek do niesienia, układu do podczepiania do liny, posiada zainstalowane płozy oraz wyposażona jest w aparaturę, tj. defibrylator oraz układ wytwarzający i podtrzymujący atmosferę. Kapsuła z uwagi na swoją modułowość wyposażana może być w różne elementy jak np. doczepiane kółka czy inne moduły konieczne do zastosowania w różnych sytuacjach, w zróżnicowanych warunkach.

4. Podsumowanie

Istotą odkrywkowej metody eksploatacji złóż (kopalń odkrywkowych) jest, w pierwszej kolejności, konieczność zdjęcia warstw skalnych zalegających ponad złożem. Udobętnione w ten sposób złoża eksploatowane jest z otwartego wkopu lub akwenu wodnego (eksploatacja podwodna). Zatem warunki prowadzenia robót górniczych są uzależnione od czynników atmosferycznych, a więc warunki (środowisko) pracy, jak również akcji ratunkowych, są zmienne w różnych porach roku.

W zależności od przyjętego kryterium „funkcjonalności” przedstawić można kilka modeli funkcjonalnych kopalń odkrywkowych. Biorąc pod uwagę potrzebę odzwierciedlenia funkcjonalności elementów kopalni odkrywkowej w odniesieniu do prowadzenia akcji ratowniczych, za ważny należy uznać model opisujący rolę poszczególnych składowych struktury geometrycznej kopalni w realizowanym procesie technologicznym. Sama struktura geometryczna jest ściśle powiązana z przyjętym rozwiązaniem technicznym w procesie urabiania oraz transportu, jak również parametrami fizyko-mechanicznymi warstw skalnych, w których wyrobisko jest tworzone.

Wśród dużej liczby kopalń odkrywkowych w Polsce (ok. 4500 eksploatowanych złóż) wyróżnić można 5 modeli opartych o różne typy eksploatacji, których geometryczny i technologiczny charakter jest odmienny. W latach 2008-2014 [2] w poszczególnych typach kopalń liczba wypadków śmiertelnych i ciężkich wyniosła (wg wypadków śmiertelnych):

- eksploatacja lądowa kruszyw żwirowo-piaskowych i innych kopalni okruchowych oraz ilastych – 8 wypadków śmiertelnych oraz 6 ciężkich,
- eksploatacja spod wody kruszyw żwirowo-piaskowych oraz lądowa kruszyw łamanych osiągnęły identyczny poziom wypadków – po 4 śmiertelne oraz po 2 ciężkie,
- kopalnie węgla brunatnego – 3 wypadki śmiertelne oraz 6 ciężkich,
- kopalnie surowców blocznych – 1 wypadek śmiertelny oraz 3 ciężkie.

Liczba zarejestrowanych w badanym okresie wypadków pozwala zauważyć, iż z pozoru trudne do prowadzenia akcji

ratowniczej kopalnie surowców blocznych czy w trochę mniejszym węgla brunatnego charakteryzują się najmniejszą liczbą wypadków śmiertelnych.

W warunkach kopalń odkrywkowych za najistotniejsze, z punktu widzenia prowadzenia akcji ratunkowych, jest określenie czy elementy struktury geometrycznej wyrobiska odkrywkowego pełnią funkcje transportowe. Jeżeli tak, to przede wszystkim parametry geometryczne tych elementów będą warunkowały środowisko prowadzenia akcji ratunkowych. Do tych parametrów zaliczyć należy głównie:

- wysokość pięt eksploatacyjnych oraz ich liczbę (wysokość zbocza),
- kąt nachylenia skarp,
- szerokość poziomów oraz półek,
- długość, szerokość i kąt nachylenia dróg transportowych.

W warunkach kopalń odkrywkowych w przypadku zaistnienia zdarzenia niebezpiecznego (wypadku) na ogół nie ma problemu z dotarciem pomocy do osoby lub osób uszkodzowanych. W kopalniach węgla brunatnego samochody pogotowia ratunkowego, będące na stanie każdej kopalni, wyposażone są w podwozia samochodów terenowych i teoretycznie powinny dojechać do miejsca zaistnienia wypadku. W mniejszych kopalniach surowców skalnych akcje ratunkowe prowadzone są z pomocą służb cywilnych (pogotowie ratunkowe, straż pożarna). Przeszkodą w dotarciu na miejsce mogą być trudne warunki terenowe, które występują w niektórych kopalniach kruszyw żwirowo-piaskowych, są to jednak na ogół małe kopalnie w których drogi transportowe nie są długie.

Z punktu widzenia możliwości bezpośredniego dotarcia do niebezpiecznego zdarzenia (wypadku) do szczególnie trudnych wyrobisk zaliczyć należy odkrywkowe kopalnie skał blocznych, w których stosuje się linowy transport pionowy. W większości tych kopalń nie ma klasycznych dróg transportowych, a załoga schodzi do przodków górniczych po drabinach. W tym przypadku transport uszkodzonego na powierzchnię kopalni odbywa się najczęściej za pomocą dźwigu linowego w kolebie lub na platformie.

Artykuł został opublikowany w ramach realizacji projektu rozwojowego nr PBS2/B2/10/2013, pt.:

„MODUŁOWA KAPSUŁA RATUNKOWA DO EWAKUACJI POSZKODOWANYCH W ŚRODOWISKU NIEBEZPIECZNYM”

Literatura

1. Borcz A., Koziol W., Ciepłiński A., Machniak Ł.: Bezpieczeństwo pracy i system ratownictwa górniczego w kopalniach odkrywkowych w Polsce. Część 1. „Przeгляд Górnicy”.
2. Stan Bezpieczeństwa i Higieny Pracy w Górnictwie. WUG (Wyższy Urząd Górniczy), lata 2008-2014, Katowice.
3. Modułowa kapsuła ratunkowa do ewakuacji uszkodzowanych w środowisku niebezpiecznym. Zadanie 2. Opracowanie wstępnych założeń taktyczno-technicznych i koncepcji rozwiązania dla modułowego systemu kapsuły. Projekt rozwojowy finansowany w ramach środków NCBR, o numerze PBS2/B2/10/2013.
4. www.wug.gov.pl