Józef SUŁKOWSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

WSPIERANIE PRZEZ NAUKĘ ZWALCZANIA POŻARÓW I WYBUCHÓW W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W ostatnim dziesięcioleciu, w czasie katastrofalnych pożarów i wybuchów w kopalniach węgla kamiennego ujawniły się braki w stosowaniu odpowiednich profilaktyk, które ukazały także niewystarczająco bezpieczne zachowania pracowników zatrudnionych w ścianach silnie metanowych. Opierając się na kilku omówionych przykładach zdarzeń pożarowych i wybuchowych wskazano na te działania profilaktyczne, które wymagają wsparcia ze strony nauk górniczych. Omówiono je w odniesieniu do poziomów zarządzania bezpieczeństwem. Bardzo złożony problem bezpieczeństwa w rejonie ścian zawałowych, prowadzonych w warunkach wysokiej metanowości, zaproponowano badać z pozycji teorii bezpieczeństwa systemów.

FIRE AND EXPLOSION FIGHTING IN HARD COAL MINES SUPPORTED BY SCIENCE

Summary. In the last decade during catastrophic fires and explosions in coal mines, lack of application of proper prevention appeared in the mines. Improper behaviors of miners in longwalls with high methane risk appeared there, too. Basing on several mentioned examples of fires and explosions those prevention activities which require support from mining science have been indicated. They have been described considering levels of safety management. It is proposed that very complicated issue of safety in the areas of longwalls with roof fall being mined with high level of methane risk should be investigated from theory of safety of systems point of view.

1. Wprowadzenie

Nauki górnicze skupiając się na poznaniu przyrody, wykrywając prawidłowości i zależności, dzięki prowadzonej obserwacji zjawisk, wspierają przemysłową działalność górnictwa. Wsparcie to powinno być ukierunkowane na kategorie bezpieczeństwa górniczego oraz kategorię ekonomicznej efektywności eksploatacji złoża, gdyż – jak słusznie twierdzi

profesor Andrzej Lisowski – przemysłowa działalność górnicza jest nierozłącznie związana z obydwiema „swoiście współwystępującymi” kategoriami i w konkretnych sytuacjach eksploatacyjnych problemy bezpieczeństwa i ekonomicznej efektywności muszą być z reguły rozpatrywane łącznie [10].

Profesor Józef Dubiński wskazuje jeszcze na potrzebę akceptacji działalności górniczej przez lokalną społeczność, co przede wszystkim wiąże się z ochroną środowiska naturalnego na terenach górniczych. Jeśli więc kopalnia ma być efektywnym zakładem górniczym, o wysokim poziomie bezpieczeństwa pracy, a jej działalność akceptowana przez lokalną społeczność, to rola nauk górniczych, wspierających przemysłową działalność górnictwa, jest „bardzo wyraźnie znacząca i wielokierunkowa”. Przeprowadzona analiza możliwości wyzwań badawczych wskazała na istnienie różnego rodzaju barier i problemów ograniczających aktywność, zarówno po stronie jednostek naukowo-badawczych, jak i przedsiębiorstw górniczych [3].

W odniesieniu do sfery bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia w górnictwie wyzwaniem badawczym jest poszukiwanie profilaktyk, które mniej obciążają kosztami prowadzoną działalność górniczą. Ma to już miejsce przy odmetanowaniu pokładów węgla i jego wykorzystaniu dla celów gospodarczych. Uważa się [3], że ważnym wyzwaniem badawczym są prace nad systemowym zarządzaniem bezpieczeństwem i higieną pracy w górnictwie. Problem ten jest przedmiotem wieloletnich już badań, prowadzonych przez zespół pod kierunkiem profesora Stanisława Krzemienia [9]. Testowany i wprowadzany do kopalń program zarządzania bezpieczeństwem pracy pod nazwą MERIT został jednak zarzucony. A właśnie system zarządzania bezpieczeństwem pracy pozwala, zdaniem S. Krzemienia, do analiz zagrożeń naturalnych i technicznych włączyć grupę czynników organizacyjno-społecznych, których oddziaływanie może zwiększać podatność pracowników na błędy, przy wykonywaniu określonych czynności pracy.

W artykule skupiono się na tych problemach, które wymagają wsparcia naukowego w zakresie zwalczania pożarów i wybuchów w kopalniach, a ujawniły się podczas katastrofalnych zdarzeń zaistniałych w ostatnim dziesięcioleciu.

2. Warunki powstawania pożaru i wybuchu

Pożar podziemny w kopalni, podobnie jak wybuch, wymaga równoczesnego wystąpienia w tym samym miejscu trzech czynników: materiału palnego, tlenu i źródła zapłonu. Czynniki

te tworzą tzw. trójkąt pożarowy lub wybuchowy. Różnice w modelu wynikają z własności niektórych materiałów palnych oraz warunków dostępu tlenu.

W przypadku spękanego pokładu węgla lub nagromadzenia rozkruszonego węgla źródłem (inicjałem) zapłonu może być też egzotermiczna reakcja utleniania węgla pod wpływem kontaktu z tlenem zawartym w powietrzu kopalnianym i pożar wówczas nazywany jest endogenicznym. Z kolei dla wybuchu pyłu węglowego dostęp tlenu powinien być połączony z jego wymieszaniem z pyłem węglowym, w warunkach zamkniętej (ograniczonej) przestrzeni. Modelem zmodyfikowanym jest więc tzw. pięciokąt wybuchowości, zaprezentowany w pracy Cybulskiego [2].

Pożar lub wybuch kopalniany, podobnie jak każde zdarzenie niebezpieczne, poprzedzone są występowaniem sytuacji niebezpiecznych. Definiuje się je (np. Burnat [1], Klebanow [7]) jako niezależne od siebie, niedopuszczalne stany w procesie eksploatacji pokładów węgla, poprzedzające zdarzenie niebezpieczne i będące koniecznymi przesłankami do jego powstania. Sytuacje niebezpieczne stwarzane są w kopalni przez czynniki pożaru lub wybuchu, pojawiające się w wyrobisku lub w jego otoczeniu. Przyczyną ich powstawania jest działanie człowieka, pośrednie – przez aktywizację sił przyrody w czasie eksploatacji górniczej i bezpośrednie – przez niewłaściwe stosowanie technologii górniczych, błędy organizacyjne i zaniedbania. Może to być niewłaściwe zaprojektowanie eksploatacji górniczej, nieodpowiednie kierowanie stropem, niewystarczająca jakość projektowa i wykonawcza maszyn i urządzeń, zaniedbanie bieżącej kontroli stanu maszyn i urządzeń, zaniedbania kontroli istniejących zabezpieczeń lub nawet ich niestosowanie.

Również doprowadzenie do równoczesnego wystąpienia sytuacji niebezpiecznych w jednym miejscu, które są koniecznymi przesłankami do powstania pożaru lub wybuchu, jest na ogół niezamierzonym, ale realnie występującym efektem działań człowieka. Czasem w tych działaniach człowieka zastępują siły przyrody, ale także w tych przypadkach człowiek nie wykazał odpowiedniej staranności w wykorzystaniu prognoz i obserwacji oddziaływania atmosfery lub górotworu.

Doprowadzanie do czasowej zbieżności sytuacji niebezpiecznych, koniecznych do powstania pożaru lub wybuchu, jest stworzeniem również warunków wystarczających. Może ono trwać kilka tygodni w przypadku pożaru endogenicznego, kilka sekund lub nawet część sekundy w przypadku wybuchu metanu.

Powstawanie sytuacji niebezpiecznych można traktować jako zdarzenia losowe, z obliczonymi lub ocenionymi wartościami prawdopodobieństwa. Wówczas prawdopodobieństwo zaistnienie pożaru lub wybuchu będzie iloczynem prawdopodobieństw powstania

sytuacji niebezpiecznych, a także prawdopodobieństwa skuteczności skojarzenia tych sytuacji. Łatwo zauważyć, że prawdopodobieństwo pożaru lub wybuchu będzie mniejsze od najmniejszej wartości prawdopodobieństwa, przypisanego sytuacji niebezpiecznej w tym iloczynie. To nie może uspakajać, a przeciwnie, powinno być przesłanką do skupienia szczególnej uwagi na zwalczaniu sytuacji niebezpiecznych, które rzadko występują.

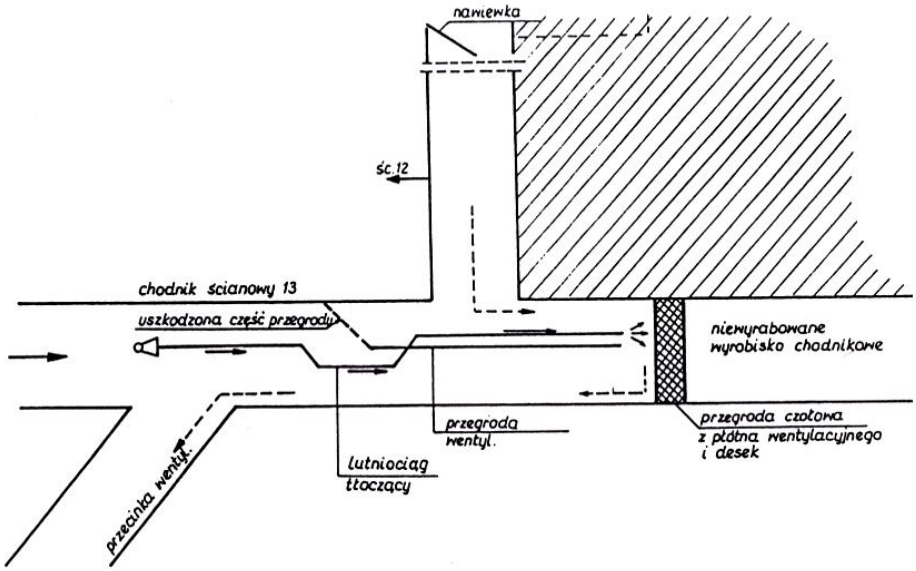
Docent Krzysztof Cybulski w odniesieniu do wybuchu pyłu węglowego stwierdza bardzo konkretnie: „Warunki brzegowe rozpatrywanego iloczynu są jednoznaczne. Wartości prawdopodobieństwa czynników równe jedności to wynik obliczeń równy jeden pewny wybuch, wartość prawdopodobieństwa choćby jednego z czynników równa zero, to wynik także równy zero brak wybuchu” [2 s. 29].

3. Przykłady zdarzeń pożarowych i wybuchowych

3.1. KWK „Halemba”, 1991

W KWK „Halemba”, w dniu 10 stycznia 1990 roku w rejonie skrzyżowania ściany 12 z chodnikiem ścianowym 13, w pokładzie 506 nastąpiło zapalenie i wybuch metanu, który spowodował śmierć 19 górników i poparzenie 20 górników. Pokład 506 zaliczony jest do IV kategorii zagrożenia metanowego, a wyrobisko ściany 12 i chodnika wentylacyjnego do stopnia „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu (rys. 1). Prognoza metanowości dla ściany 12 przewidywała wydzielanie 41,6 m^3CH_4/min. W okresie rozruchu ściany stwierdzono metanowość bezwzględną 10 - 15 m^3CH_4/min. Dla odmetanowania ściany zastosowano metodę otworów drenażowych, a także ujęcie metanu spoza korków anhydrytowych, zamykających zroby zakończonych ścian 10 i 11. Całkowita ilość ujmowanego metanu wynosiła 10 - 12 m^3CH_4/min. Nie prowadzono odmetanowania z otworów z chodnika 13, gdyż nie uzyskiwano wystarczającego stężenia metanu w otworach.

Ściana zabezpieczona była układem metanometrii automatycznej, do którego podłączono 6 czujników, zainstalowanych w ścianie oraz na wylocie ze ściany. Czujniki miały progi nastawienia 1% i 1,5%, co było zaostrzeniem wartości wymaganej przepisami. W miesiącu poprzedzającym zapalenie i wybuch metanu zanotowano 205 wyłączeń energii elektrycznej, w tym 44 wyłączenia, przy zawartości przekraczającej 2,0% CH_4 oraz 17 wyłączeń przy zawartości wyższej od 5,0% CH_4.



Rys. 1. Rejon skrzyżowania ściany 12 z chodnikiem ścianowym 13 w KWK „Halemba" [8]
Fig. 1. The area of cross of longwall no.12 and main gate no.13 in „Halemba" coal mine [8]

Dla zwalczania zagrożenia metanowego w rejonie skrzyżowania ściany 12 z chodnikiem 13 zastosowano wentylator lutniowy tłoczący, przegrodę wentylacyjną, budowaną w osi chodnika 13 oraz przegrody wentylacyjnej w zestawie 1 obudowy zmechanizowanej w ścianie. Przegrody te powodowały zintensyfikowanie przepływu powietrza w kierunku zrobów zawałowych. Do ściany 12 w dniu 5.01.1990 roku dopływało powietrze w ilości 950 m^3/min. Po wypadku stwierdzono dopływ 920 m^3/min powietrza, w tym do zrobów zawałowych około 100 m^3/min. Ściana przewietrzana była prądem schodzącym. Do czasu przejścia ścianą przecinki wentylacyjnej skośnej nie było możliwości odprowadzenia powietrza zużytego ze ściany 12 poza jej front. W związku z tym, prąd wylotowy odświeżono powietrzem, płynącym chodnikiem ścianowym 13 w ilości 480 m^3/min.

Chodnik 13 za frontem ściany 12 zamknięty był tamą ażurową, obitą płótnem, natomiast zabudowany lutniociąg tłoczący doprowadzał do tej tamy powietrze w ilości 250 m^3/min.

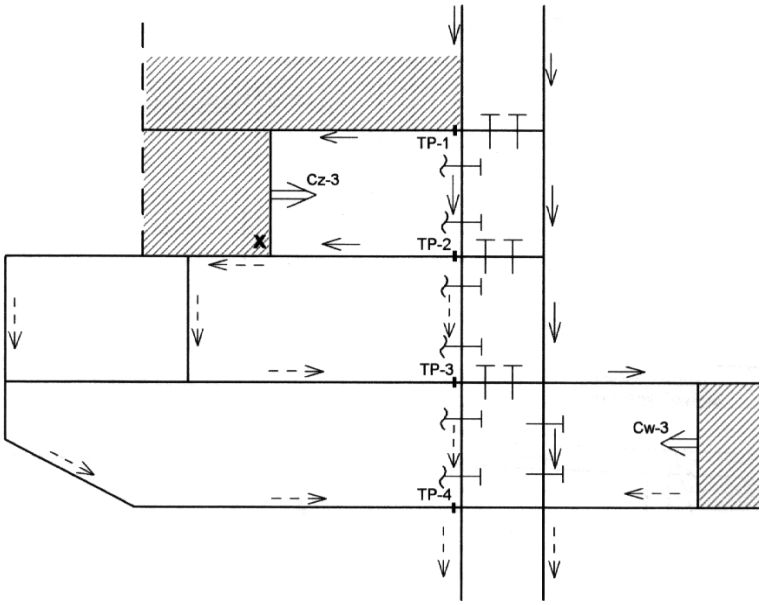
Przyczyną przekroczeń stężeń progowych w układzie metanometrii było przesuwanie sekcji i rabowanie stropu bezpośredniego. Ściana 12, po jej wydłużeniu, nie miała jeszcze uszczelnionego zawału w części przylegającej do chodnika 13 i sam chodnik 13 nie był likwidowany za frontem ściany. Koncentrację metanu w zrobach oceniono w granicach 3 – 20%. W części zrobów przylegających do likwidowanego chodnika 12 koncentracja metanu dochodziła do 80 – 90%, ale objętość pustek w zrobach była mniejsza.

W dniu 10.01.1990 roku nastąpiło wypchnięcie metanu ze zrobów do ściany, a wzrost koncentracji metanu w prądzie powietrza, przepływającym przez ścianę zanotowały

wszystkie czujniki. Wypchnięcie metanu mogło być spowodowane zawałem wysokim skał stropowych. Skały opadające mogły bowiem spowodować ruch metanu w zrobach, w kierunku wyrobiska ścianowego i przemieszczenie się metanu w zrobach, w kierunku skrzyżowania ściany z chodnikiem 13. W okresie przed wybuchem uszkodzona została przegroda wentylacyjna w chodniku 13, w wyniku transportu kabli. Spowodowało to pogorszenie przewietrzania naroża ściany od strony zrobów. Najbardziej prawdopodobną i wiarygodną przyczyną zapalenia metanu uznano iskry mechaniczne przy pracy kombajnu.

3.2. KWK „Budryk", 2002

W dniu 17 lipca 2002 roku, w KWK „Budryk" SA na poziomie 1050 m, w zachodniej części pola C, w rejonie ściany Cz-3, w pokładzie 358/1 załoga zauważyła palące się gazy w zrobach za obudową zmechanizowaną. Gazy te paliły się w rejonie 15 sekcji od strony chodnika Cz-3 (rys. 2) [4].



Rys. 2. Rejon wentylacyjny ściany Cz-3 w KWK „Budryk" [4]
Fig. 2. Ventilation area of longwall no.Cz-3 in „Budryk" coal mine [4]

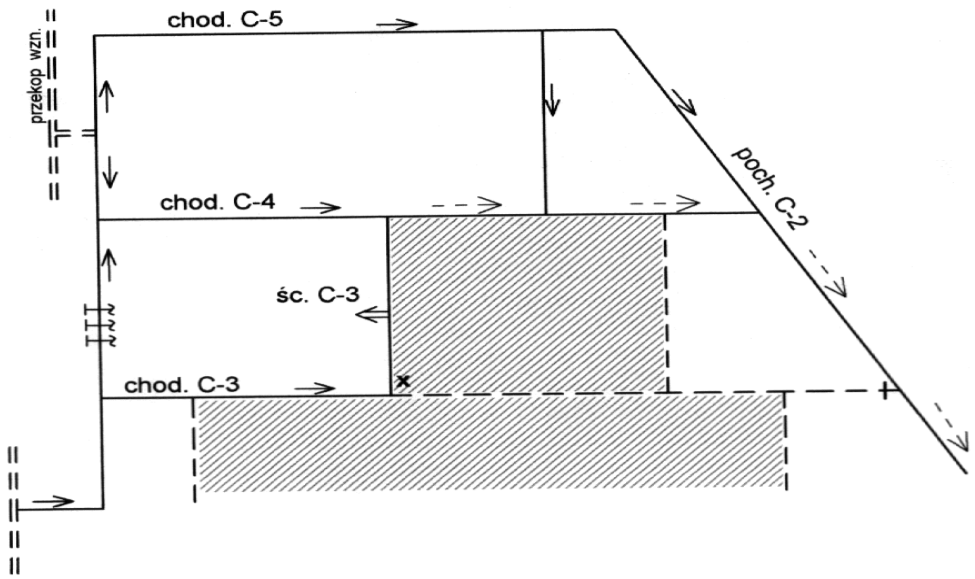
Podjęte próby aktywnego gaszenia okazały się nieskuteczne. Po wyprowadzeniu załogi z całego rejonu wentylacyjnego podjęto decyzję o dalszym gaszeniu zapalonego metanu metodą pasywną, przez zamknięcie zagrożonego rejonu tamami przeciwwybuchowymi i utworzenie pola pożarowego. Pokład 358/1 w rejonie ściany Cz-3 zaliczony został do IV kategorii zagrożenia metanowego. Metanowość samej ściany Cz-3 wynosiła maksymalnie 11,9 m^3CH_4/min. Metanowość rejonu wentylacyjnego ściany Cz-3 wynosiła 57,2 m^3CH_4/min,

z czego 18,7 m^3CH_4/min ujmowano odmetanowaniem. Ściana Cz–3 przewietrzana była w układzie Y z doświeżaniem prądu wylotowego w chodniku podścianowym Cz-3. Wydatek prądu powietrza w ścianie wynosił 1000 – 1100 m^3/min, a prąd doświeżający doprowadzał drugie tyle powietrza (1100-1200 m^3/min) do wylotu ściany. Z uwagi na nachylenie pokładu od 0° do 7°, powietrze w ścianie prowadzone było na upad, przez co także uzyskano zgodność kierunków przepływu powietrza i odstawy urobku (tzw. wentylacja homotropowa). Mimo stworzenia warunków do odsunięcia strefy metanowej w zrobach od pola roboczego ściany nie zapobiegnięto jego zapaleniu się w zrobach za obudową zmechanizowaną. Jednakże nie nastąpiło przeniesienie płomienia do przestrzeni ściany. Z analizy wskazań czujników systemu metanometrycznego wynika, że przed zaistnieniem zdarzenia nie nastąpił wzrost stężenia metanu w kontrolowanych miejscach wyrobisk, ani nie nastąpiły istotne zmiany w ilości powietrza, przepływającego przez ścianę i wyrobiska rejonu. Przyczyną powstania zapalenia metanu w zrobach za obudową było prawdopodobnie powstanie iskier tarciowych w trakcie rabowania się warstw piaskowców. Pozostawanie strefy wysoko metanowej w pobliżu ściany, mimo niesprzyjającego dla takiej sytuacji układu przewietrzania Y, można wiązać z nadmiernym uszczelnieniem ociosu chodnika podścianowego Cz-3 od strony zrobów, a także niekorzystnym rozmieszczeniem mieszaniny popiołów lotnych, odpadów poflotacyjnych i wody, podawanej do zrobów.

3.3. KWK „Pniówek”, 2002

W dniu 5 września 2002 roku, w KWK „Pniówek” na poziomie 830 m, w pokładzie 361 m, w zrobach ściany C-3 nastąpił wybuch metanu, po którym płomienie wyrzucone w rejon skrzyżowania ściany z chodnikiem nadścianowym C-3 oparzyły grupę górników [15].

Ściana C-3 przewietrzana była w układzie Y doświeżaniem prądu wylotowego (rys. 3) [15]. Przez ścianę płynęło 760 m^3/min powietrza, a prąd doświeżający w chodniku podścianowym C-4 miał wydatek 720 m^3/min. Powietrze przez ścianę płynęło po upadzie, wynoszącym 6°, przy czym początkowy odcinek ściany miał upad większy niż dalsza jej część. Powietrze wylotowe ze ściany wraz z powietrzem doświeżającym odpływało chodnikiem podścianowym C-4 wzdłuż zrobów ściany C-3, do pochylni C-2.



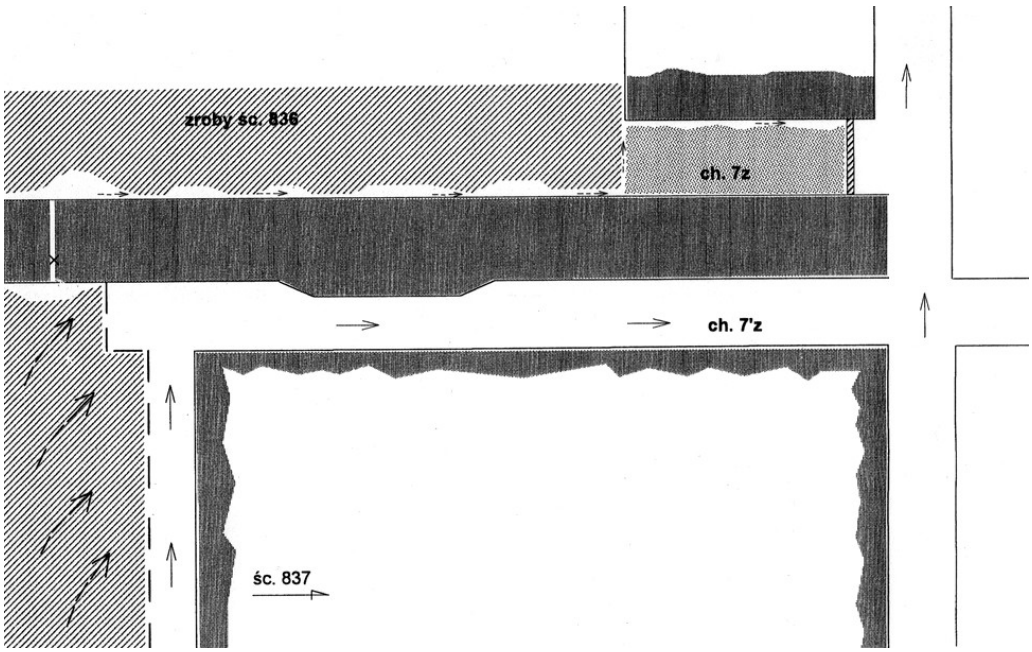
Rys. 3. Rejon wentylacyjny ściany C-3 w KWK „Pniówek" [15]
Fig. 3. Ventilation area of longwall no.C-3 in „Pniówek" coal mine [15]

Metanowość całkowita rejonu ściany wynosiła 28,6 m^3CH_4/min, przy czym z odmetanowaniem odprowadzano 16,9 m^3CH_4/min. Warunki wentylacyjne w okresie poprzedzającym zdarzenie, tj. kierunki i wydatki prądów powietrza, płynącego w rejonie ściany C-3, nie wskazywały na występowanie zaburzeń, które mogłyby niekorzystnie rzutować na układ ściana – zroby zawałowe. Wybuch metanu nastąpił w zrobach, w pobliżu skrzyżowania ściany C-3 z chodnikiem nadścianowym C-3. Spowodował on wzrost ciśnienia gazów w zrobach oraz dynamiczne wypchnięcie palącego się metanu do przestrzeni roboczej w rejonie skrzyżowania. Pierwsze płomienie palącego się metanu zaobserwowano jednakże przed tym zdarzeniem, w rejonie kombajnu na wysokości 110 – 120 sekcji obudowy zmechanizowanej. W tym czasie kombajn urabiał węgiel, w rejonie niewielkiego uskoku. Płomień z rejonu kombajnu został prawdopodobnie przeniesiony przez warstwę metanu, znajdującą się za obudową pod stropem do znaczniejszego jego nagromadzenia w zrobach w pobliżu skrzyżowania z chodnikiem nadścianowym C-3, gdzie doszło do słabego wybuchu mieszaniny metanowo-powietrznej. Mechanizm przeniesienia się płomienia ze ściany w rejonie uskoku do zrobów w rejonie skrzyżowania ściany z chodnikiem C-3 można wyjaśnić przyjmując istnienie warstwy metanowej pod stropem, za obudową, również w części początkowej ściany. Należałoby to wiązać z przepływem powietrza w ścianie po upadzie i niewystarczającym przez to likwidowaniu warstw metanu poza obudową, które miały tendencję ruchu po wzniosie, w kierunku wlotu ściany.

3.4. KWK „Bielszowice”, 2003

W dniu 24 lutego 2003 roku, w KWK „Bielszowice” nastąpiło zapalenie się metanu w rejonie ściany zawałowej 837, w pokładzie 405/2 na poziomie 840 m [14]. Zapalenie metanu nastąpiło w górnej części ściany, przy chodniku nadścianowym 7’z. Chodnik ten był oddzielony od zrobów zawałowych wyżej wybranej ściany 836, wąskim płotem węglowym (rys. 4) [14]. W wyniku zapalenia metanu 6 górników doznało poparzeń ciała. Pokład 405/2 został zaliczony do IV kategorii zagrożenia metanowego, klasy B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego, III stopnia zagrożenia tąpaniami. Węgiel z pokładu 405/2 został zakwalifikowany do III grupy samozapalności, jako o średniej skłonności do samozapalenia. Okres inkubacji pożaru dla tego węgla wynosi 24 dni. W czasie prowadzenia tej ściany w dniu 7 września 2002 roku nastąpiło tąpniecie. W celu usunięcia skutków tego tąpnięcia ściana 837 została zatrzymana do grudnia tego roku.

Najbardziej prawdopodobną przyczyną zapalenia metanu w zrobach ściany 837, w pobliżu skrzyżowania ściany z chodnikiem nadścianowym, było wcześniejsze samozapalenie się węgla w szczelinach (szczelinie) 5-, 10-metrowego płotu węglowego, oddzielającego chodnik nadścianowy od zrobów ściany 836. Poza płotem węglowym istniały drogi migracji powietrza w kierunku zlikwidowanego chodnika podścianowego 7z ściany 836 i czynnej pochylni Iz.



Rys. 4. Rejon skrzyżowania ściany 837 z chodnikiem 7’z w KWK „Bielszowice” [14]
Fig. 4. The area of cross of longwall no. 837 and gallery no. 7’z in „Bielszowice” coal mine [14]

Sprzyjającymi warunkami do powstania samozapalenia się węgla w szczelinach (szczelinie) płotu węglowego było wcześniejsze tąpnięcie, uszkadzające chodnik 7'z i powodujące powstawanie szczelin w płocie, narastający opór aerodynamiczny chodnika nadścianowego 7'z i prawdopodobnie niekorzystny, po zatrzymaniu ściany 834, rozkład potencjałów aerodynamicznych w przyległych zrobach. Stosowane przez kopalnię wczesne wykrywanie pożarów, zgodnie z obowiązującymi przepisami, nie wykryło powstającego zagrożenia pożarem endogenicznym w płocie węglowym. Działania wentylacyjne, przeprowadzone przez kopalnię w dniu 23 lutego 2003 roku, w postaci zmniejszenia ilości powietrza przepływającego przez rejon ściany i regulacji pomocniczych urządzeń wentylacyjnych na skrzyżowaniu ściany 837 z chodnikiem nadścianowym i być może okresowe podawanie wody do zrobów nie zlikwidowały zagrożenia w rejonie ściany 837, bo nie został właściwie rozpoznany inicjał zaistniałego zdarzenia.

3.5. KWK „Borynia", 2008

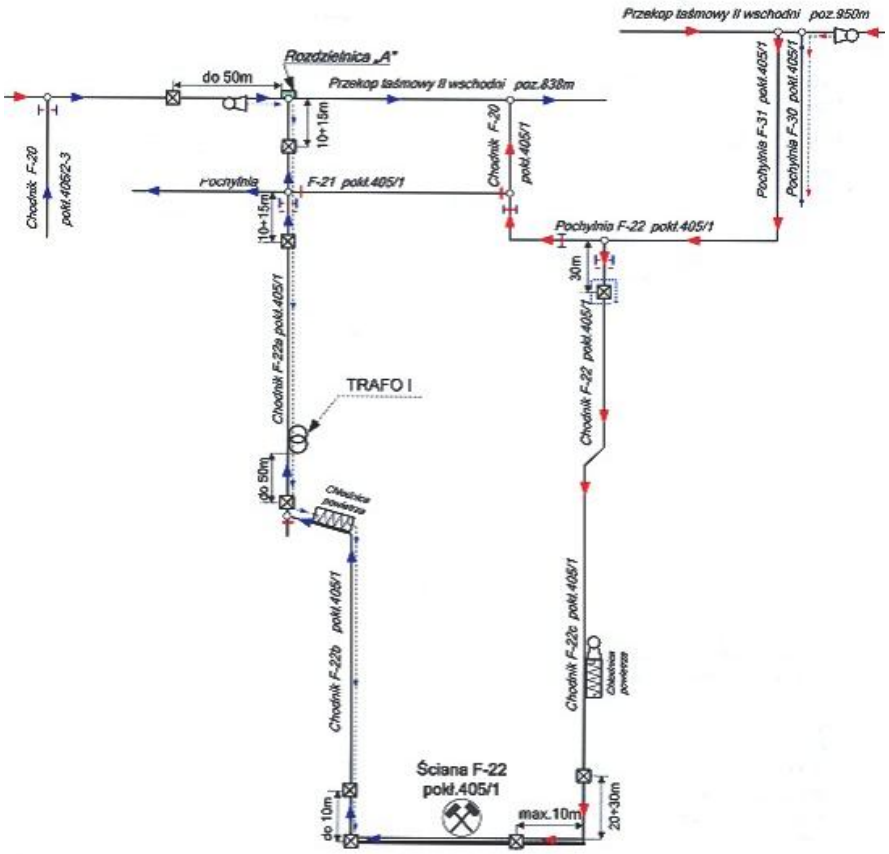
Zapalenie i wybuch metanu nastąpiły w dniu 4 czerwca 2008 roku w rejonie ściany F-22, w pokładzie 405/1. W ich wyniku 6 pracowników doznało obrażeń śmiertelnych, a 5 obrażeń ciężkich [16]. W obrębie ściany występowały zaburzenia tektoniczne w postaci kilku uskoków. Jeden z nich o zrzucie 1,0 □ 1,1 m, przebiegający lekko skośnie do frontu ściany, był zlokalizowany w części środkowej ściany. W jego okolicach pozostawała w stropie łata węgla o grubości do 1,1 m. W celu przypinania łaty węgla, stosowano klej poliuretanowy. Wybierany pokład węgla zaliczony został do III kategorii zagrożenia metanowego, II grupy samozapalności węgla, klasy B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego. Pokład nie był skłonny do tąpań. Wysoka temperatura pierwotna górotworu, wynosząca od 41^0 do 43^0C, wymagała zastosowania klimatyzacji ściany oraz sprzyjała samozagrzewaniu węgla.

Wielkość prognozowanej metanowości bezwzględnej, dla planowanego wydobycia 2800 Mg/d, wynosiła 22,4 m^3CH_4/min. Ze względu na niższą metanowość kryterialną w ścianie stosowano odmetanowanie.

Rozcinka ściany F–22, w świetle doświadczeń kopalni „Borynia", była rozcinką nietypową, gdyż zamiast jednego płotu węglowego pomiędzy sąsiednimi ścianami od strony zachodniej pozostawiono dwa płoty.

Ściana F–22 prowadzona była od granic i przewietrzana w układzie U (rys. 5) [16]. Minimalna ilość powietrza płynącego przez ścianę wynosiła 1500 m^3/min. Ściana była wysoka, bo furta eksploatacyjna wynosiła 2,80 □ 3,00 m. W rejonie skrzyżowań ściany

z chodnikami przyścianowymi utrzymywano pomocnicze urządzenia wentylacyjne. W rejonie skrzyżowania ściany z chodnikiem wentylacyjnym doprowadzano lutniociągiem około 350 $m^{3/}$min świeżego powietrza z przekopu taśmowego II wschodniego.



Rys. 5. Schemat rejonu ściany F-22 pokład 405/1 KWK „Borynia" [16]
Fig. 5. Diagram of area of longwall no.F-22 coal bed 405/1 in „Borynia" coal mine [16]

Stabilizację kierunku przepływu powietrza i ilości w ścianie F–22 zapewniały dwie tamy wentylacyjne, zabudowane w pochylni F–22 i chodniku F–20, które utworzyły śluzę wentylacyjną. Ta właśnie śluza wentylacyjna była częściowo otwarta przez kilkadziesiąt minut i całkowicie przez kilka minut. Wyniki dochodzeń i postępowań wyjaśniających nie pozwoliły ustalić jednoznacznej przyczyny zapalenia i wybuchu metanu. Przyjęto więc trzy hipotezy:

1. Zainicjowanie wybuchu od szczelinowego pożaru endogenicznego.
2. Zainicjowanie wybuchu od samozapalenia się spoiwa kleju poliuretanowego.
3. Zainicjowanie wybuchu od zwarcia doziemnego przewodu elektroenergetycznego w chodniku wentylacyjnym F–22b.

4. Wspieranie przez naukę bezpiecznych zachowań pracowników kopalń

W badaniach okoliczności i przyczyn większości zaistniałych wybuchów znajdują się działania pracowników, które doprowadziły do wystąpienia dodatkowej, koniecznej do wybuchu, sytuacji niebezpiecznej lub sprowokowały równoczesne wystąpienie w jednym miejscu sytuacji wcześniej istniejących oddzielnie. Jeśli pracownicy podejmowali działania, na ogół niezgodne z przepisami czy procedurami, doprowadzając do wybuchu metanu czy pyłu węglowego, to można sadzić, iż po analizie oceny prawdopodobieństwa możliwego wybuchu zgodzili się (a nie powinni) na ryzyko albo błędnie postrzegali informacje o ryzyku i błędnie ocenili samo ryzyko.

W. Wagenaar [13] już w latach 80. ubiegłego wieku twierdził, że większość wypadków nie jest spowodowana błędną oceną ryzyka. Pracownicy najczęściej działają rutynowo, według z góry przyjętych schematów, rozbudowywanych w miarę nabywania doświadczenia. Poglądy Wagenaara raczej nie są akceptowane. Intensywnie rozwija się w psychologii pracy oraz w bezpieczeństwie pracy kierunek określony jako kultura bezpieczeństwa. W jej założeniach przyjmuje się, że kształtując odpowiednio postawę pracownika doprowadzi się do ograniczenia zachowań ryzykownych, będących główną przyczyną wypadków [11].

W bardzo zmiennym środowisku kopalni korzystne jest zatem, aby działania rutynowe obejmowały z jednej strony jak największą liczbę schematów, a z drugiej nie naruszały przepisów bezpieczeństwa, ustalonych norm i instrukcji. Te rutynowe schematy, które je naruszają muszą być przełamywane i zastępowane ich właściwymi modyfikacjami. Nie sposób jednak dostosować działań rutynowych do wszystkich możliwych stanów środowiska, objawów zagrożenia. Należy również brać pod uwagę fakt, że w obecnych, głębokich kopalniach występują również trudne warunki klimatyczne, które powodują dekoncentrację uwagi i obniżenie sprawności fizycznej pracowników. Trzeba zatem zaakceptować pogląd, że brak rozważania przez pracowników ryzyka i ich rutynowe, nawykowe działania mogą być źródłem błędu, który z kolei może stać się przyczyną wybuchu metanu i/lub pyłu węglowego. Nie należy rozumieć tego jako przyznanie pracownikom „prawa” do błędów, lecz popełnianie przez nich błędów należy traktować, jako obiektywną rzeczywistość w kopalniach [12].

W przedstawionych wcześniej przykładach pożarów i wybuchów niewątpliwie za błędy należy uznać:

- pracę kombajnu z niesprawnymi zabezpieczeniami w warunkach iskrzenia skał (KWK „Pniówek” 2002 rok),

– otwieranie śluzy wentylacyjnej, zmieniającej lokalizację mieszaniny wybuchowej w zrobach (KWK „Borynia” w 2008 roku).

Wymienione działania ujawniły przekroczenie przepisów bezpieczeństwa pracy, niskie kompetencje zawodowe i brak wyobraźni pracowników, a także osób dozoru. Popełniane błędy prowadziły do powstania niebezpiecznych sytuacji, stwarzając korzystne warunki do zainicjowania wybuchu w warunkach możliwości jego kontaktu z mieszaniną wybuchową lub doprowadzały do zbieżności istniejące sytuacje niebezpieczne, konieczne i wystarczające do powstania wybuchu. W badaniach naukowych, wspierających bezpieczne zachowanie pracowników kopalń, wykorzystać należy model, w którym; wypadki wynikają z zachowań – zachowania wynikają z postaw – postawy określone są przez przekonania, które są odniesione do wartości [13].

5. Wspieranie przez naukę profilaktyki przeciwpożarowej i przeciwwybuchowej

Wagenaar analizując wypadki morskie, podnosi również znaczenie decyzji podejmowanych na poziomie strategicznym przedsiębiorstw żeglugowych. Uważa, że na tym najwyższym poziomie decyzyjnym wykonuje się wiele analiz, które mogą obejmować porównanie bezpieczeństwa i kosztów, rozważenie związanego z tym ryzyka oraz zgodę na określony poziom ryzyka. Zatem decyzje na poziomie strategicznym mogą wyprzedzać wypadek nawet na wiele lat. Na poziomie strategicznym opracowywane są reguły decyzyjne, przenoszone na poziom taktyczny. Do opracowania reguł wykorzystuje się wiedzę, dzięki czemu można przeprowadzić pełną ocenę ryzyka.

W odniesieniu do górnictwa węgla kamiennego poziom strategiczny reprezentowany jest przez przedsiębiorców, którymi są różne spółki górnicze. Właśnie dla ich potrzeb opracowane zostały (przez jednostki badawcze) różnorodne reguły, zasady i instrukcje, między innymi, dla prognozy, wykrywania, oceny i zwalczania zagrożenia wybuchem metanu i pyłu węglowego. W tym celu wykorzystano, mniej lub bardziej wyraźnie, ocenę ryzyka, i tym wyraża się wspieranie przez naukę profilaktyki przeciwpożarowej i przeciwwybuchowej.

W dyskusjach przeprowadzanych w czasie konferencji naukowo-technicznych wskazuje się na potrzebę rezygnacji z eksploatacji podpoziomowej, szerszego wprowadzenia odmetanowania centralnego z powierzchni, ograniczenia prowadzenia ścian od pola z przewietrzaniem typu U, ograniczenia długości ścian eksploatacyjnych. Dlatego też

w planach strategicznych spółek, obejmujących eksploatację nowych pokładów węgla, zawrzeć można również ocenę ryzyka, które będzie z nią związane.

Na poziomie taktycznym, który można utożsamiać z kierowaniem ruchem kopalni, zastosowania mają działania oparte na regułach typu: JEŻELI przesłanka, TO konkluzja, a więc podobnie jak funkcjonują systemy ekspertowe, w których bazę wiedzy stanowią z jednej strony fakty i stwierdzenia, a z drugiej reguły, które je przekształcają. Stosowanie reguł uwarunkowane jest okolicznościami, dlatego na ich podstawie należy opracować procedury, które konkretnie określą użycie środków i sposobów działania w sytuacji niebezpiecznej. Nie dokonuje się natomiast odrębnego oszacowania możliwości ryzyka, za każdym razem przy opracowaniu procedur. Ważne jest zatem, aby właściwie rozpoznać fakty i okoliczności oraz dobrać odpowiednio do nich regułę.

Przekształcając to na potrzeby prowadzenia ruchu kopalni jest oczywiste, że faktami będą w szczególności stany zagrożeń, a regułami sposoby ich zwalczania. Stany zagrożeń mogą być przypadkowe (w sensie probabilistycznym), albo znane nieprecyzyjnie (w sensie rozmytym), co wynika z dostępnej wiarygodności informacji, niepełności pozyskiwanej informacji, a nawet nieprecyzyjności jej przekazywania. Powoduje to niedokładność określania wartości, jakie przyjmują zmienne, charakteryzujące stan zagrożenia [6]. Również sposoby zwalczania zagrożeń nie są całkowicie pewne, jako reguły przekształcające zmienne stanu zagrożenia. Wybór sposobu zwalczania zagrożenia, jako wybór reguły, wynika z rozpoznania okoliczności obejmujących stany wyrobisk, zrobów i górotworu.

W praktyce ujmuje to projekt techniczny ruchu ściany. Jednak zmienność warunków geologicznych i dokładniejsze rozpoznanie zagrożeń naturalnych stwarzają nowe okoliczności, wymagające sprawdzenia stosowalności, przyjętych sposobów zwalczania zagrożeń lub wprowadzania nowych sposobów. Zajmuje się tym Zespół ds. Zagrożeń, a odpowiednie działy i służby kopalni muszą decyzje zespołu realizować. Zakłada się, że istnieją wystarczające środki materialne i finansowe, a także warunki organizacyjno-techniczne.

Skąd więc mogą wynikać błędy w podejmowaniu decyzji przy kierowaniu ruchem kopalni, które mogą stwarzać sytuacje niebezpieczne, będące koniecznymi przesłankami do powstania wybuchu kopalnianego i stwarzać warunki wystarczające do jego zaistnienia?

Jedną z przyczyn jest niewłaściwe rozpoznanie stanu zagrożenia, spowodowane wadami, niepełnością, a nawet brakiem odpowiedniego monitoringu. Prawdopodobnie nie wykryto szczelinowego pożaru endogenicznego w płotach węglowych, rozdzielających zroby zawałowe przed wybuchem w KWK „Bielszowice”, w 2003 roku i w KWK „Borynia”

w 2008 roku. System monitoringu pożarowego oraz stosowana metoda wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych nie uchwyciły jego objawów z powodu przedostawania się, powstających w niewielkiej ilości, gazów pożarowych do zrobów sąsiedniej, zakończonej ściany.

Ze strony nauki musi przyjść wsparcie, w celu określenia jak nie dopuszczać do zeszczelinowania płotów i filarów węglowych, oddzielających wyrobiska miedzy sobą lub oddzielających wyrobiska i zroby zawałowe. Można też poszukiwać sposobów efektywnego uszczelniania likwidowanych chodników i zrobów do przylegających, pozostawionych płotów węglowych. Dotychczasowe metody nie są skuteczne i nie zapobiegają powstawaniu sytuacji niebezpiecznych.

Przykładem jest KWK „Borynia", w której przed zdarzeniem w 2008 roku pozostawiono nie zlikwidowane, ani niewypełnione – chodniki przyścianowe za linią zrobów ściany – ograniczając się jedynie do budowy w nich przegród w kilkunastometrowych odstępach. Nie zlikwidowany ani niewypełniony chodnik za linią zrobów ściany stworzył też sytuację niebezpieczną, przed wybuchem w KWK „Halemba" w 1990 roku. [8]. Trudności z wykryciem szczelinowych pożarów endogenicznych, do których dochodzi w płotach węglowych, wskazują na potrzebę poszukiwania nowych metod wczesnego wykrywania pożarów, które mogłyby uzupełniać metody wykorzystywane obecnie. W tym zakresie konieczne jest wsparcie techniki górniczej przez naukę.

Kolejną przyczyną powstania niebezpiecznych zdarzeń jest dopuszczenie do ruchu wadliwych maszyn i urządzeń lub niewyposażonych w wystarczający sposób w wymagane zabezpieczenia. Jeżeli urządzenie ma pracować w przestrzeni zagrożonej wybuchem, to powinno spełniać odpowiednie warunki ognioszczelności. Warunki te określono na podstawie oceny ryzyka wybuchu. Wypowiedziana reguła powinna być przełożona na określone procedury, opracowane przez odpowiednie działy kopalni, a obejmujące zasady eksploatacji, kontroli, wymiany i naprawy tych urządzeń.

Badanie przyczyn katastrofy w KWK „Halemba", w 2006 roku, wykazało, że bardzo duża liczba urządzeń elektrycznych nie spełniała warunków ognioszczelności, co mogło doprowadzić do stworzenia inicjału wybuchu. Podobnie, nieprzestrzeganie zasad bezpieczeństwa w zakresie eksploatacji maszyn, urządzeń i instalacji w rejonie ściany, a w efekcie doprowadzenie do zwarcia w przewodzie zasilającym urządzenia chłodnicze, było przyczyną powstania inicjału zapalenia i wybuchu metanu z udziałem pyłu węglowego w KWK „Wujek" Ruch „Śląsk", w 2009 roku.

Przykładem zaniedbań w stosowaniu procedur i stworzenia sytuacji niebezpiecznych są odtworzone warunki przed wybuchem w KWK „Pniówek”, w 2002 roku, w kombajnie nie była wystarczająca skuteczność tylnego zraszania noży organu urabiającego. Płomień z rejonu kombajnu został jednak przeniesiony do zrobów, mimo wystarczającej prędkości powietrza w ścianie. Warunki przenoszenia płomienia w wypełnionych metanem szczelinach uskokowych w stropie i spągu ścian nie zostały wystarczająco przeanalizowane. Techniczne środki walki z tym zagrożeniem w kopalniach wymagają wsparcia nauki.

W KWK „Budryk” najbardziej prawdopodobną przyczyną zapalenia metanu w zrobach były iskry tarciowe, powstałe w wyniku zawału skał stropowych. Najbardziej sprzyjające warunki do zapłonu metanu występuję w czasie zawału wysokiego oraz w czasie wstrząsów i tąpnięć. Dotychczasowe badania naukowe nad wpływem zjawisk geomechanicznych na powstanie zapłonu w zrobach ścian zawałowych powinny być bezwzględnie kontynuowane aby opracować procedury zwalczanie tego typu zapłonów. Obecnie stosuje się tylko odsunięcie w głąb zawału strefy wybuchowej, a więc działanie wentylacyjne.

Procedury wentylacyjne mają z kolei zapobiegać powstawaniu sytuacji niebezpiecznych, związanych z występowaniem metanu w stężeniu przekraczającym wartości progowe w powietrzu, przepływającym wyrobiskami, a także zapobiegać przemieszczaniu się mieszaniny wybuchowej w zrobach, w kierunku wyrobisk, do których przylegają. Znaczenie ma ilość powietrza i prędkość jego przypływu przez wyrobiska, a także intensywność migracji powietrza i jej kierunek w zrobach zawałowych. Szczególnie krytycznie ocenia się stosowanie układu wentylacji typu U w ścianach, prowadzonych od pola w warunkach wysokiej metanowości. Regulując ilość powietrza w ścianie można bowiem w tym układzie odpowiednio odsuwać mieszaninę wybuchową w głąb zrobów. W przypadku zbliżenia się mieszaniny do ściany i jej skrzyżowania z chodnikiem przyścianowym powstaje sytuacja niebezpieczna, rejestrowana przez system metanometrii.

6. Potrzeby określenia zagrożenia bezpieczeństwa w systemie „ściana – zroby zawałowe”

Ściany zawałowe, w których zaistniały zapalenia oraz wybuchy metanu, wcześniej przedstawione w przykładach, należały do pól metanowych III i IV kategorii oraz stanowiły pomieszczenia „c”, z uwagi na stopień zagrożenia wybuchem. Nie wystarczyło to jednak do prawidłowej oceny rzeczywistego zagrożenia w okresie poprzedzającym katastrofę.

W technice wojskowej terminem „porażenie” przyjęto określać zewnętrzne uwarunkowania zagrożenia bezpieczeństwa np. związane z oddziaływaniem przeciwnika. Termin ten jest już wykorzystywany w teorii bezpieczeństwa systemów, w odniesieniu do wszystkich zdarzeń zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych powodujących zagrożenie bezpieczeństwa systemu [5].

Stan zagrożenia bezpieczeństwa odznacza się zajściem określonych zdarzeń, które w przypadku braku przeciwdziałania doprowadzają system do katastrofy (zniszczenia).

Stan zagrożenia bezpieczeństwa może być odwracalny, gdy istnieje szansa przeciwdziałania sytuacji niebezpiecznej. Przeciwdziałanie zagrożeniu bezpieczeństwa, w przypadku „porażenia” systemu, może między innymi polegać na zaprzestaniu realizacji jego zadania w czasie krótszym od czasu dyspozycyjnego (żywotności systemu). Wprowadzenie nowoczesnych zabezpieczeń metanometrycznych umożliwia praktycznie natychmiastowe wyłączenie energii po przekroczeniu dopuszczalnego stężenia metanu. Stosowanie takiej metanometrii, zgodnie z przepisami, do zabezpieczania wyrobisk o szczególnej dynamice wydzielania metanu, jest stworzeniem możliwości zaprzestania realizacji działania w czasie dyspozycyjnym.

Jest to jednak niepełne zaprzestanie realizacji zadania systemu „ściana – zroby zawałowe”. Uruchomiony wcześniej proces technologiczny trwa bowiem dalej w części, dotyczącej kierowania stropem. Nie wyeliminowane zostają załamania się skał, ich opadanie i wypychanie dalszych objętości metanu ze zrobów, a co najistotniejsze nie eliminuje się możliwości zaiskrzenia przy tarciu skał. Nie jest też możliwe natychmiastowe opuszczenie zagrożonego wyrobiska przez załogę.

Należy poszukiwać możliwości wydłużania czasu dyspozycyjnego, a więc doprowadzać do wcześniejszego wykrycia „porażenia” systemu, czyli zewnętrznych i wewnętrznych uwarunkowań zagrożenia bezpieczeństwa. W wydłużonym czasie dyspozycyjnym mogą istnieć szanse innego, niż tylko przez wyłączenie energii, przeciwdziałania zagrożeniu, aż po szansę opuszczenia przez załogę zagrożonej ściany. Należy poszukiwać zabezpieczeń, które uczyniłyby system „ściana – zroby zawałowe” mniej podatny (mniej wrażliwy) na oddziaływanie zagrożenia metanowego.

Wcześniejsze wykrycie stanu zagrożenia zapaleniem lub wybuchem metanu (w systemie „ściana – zroby zawałowe”) wymaga ustalenia, które czynniki, oprócz stężenia metanu w miejscach lokalizacji czujników, mogą być zwiastunami stanu zagrożenia bezpieczeństwa. Z czynnikami tymi związane są pewne zdarzenia w zrobach zawałowych, które właśnie

w przypadku braku przeciwdziałania doprowadzić mogą do katastrofy. Rejestrując przekroczenie koncentracji metanu na linii zrobów zawałowych, na przykład powyżej 2% i traktując je jako zdarzenie niebezpieczne, stwierdzamy jednak tylko następstwo zdarzeń wcześniejszych, a ich wykrycie wydłużyłoby czas dyspozycyjny.

Filozofia podejścia do oceny zagrożenia bezpieczeństwa w systemie „ściana-zroby zawałowe", w polu silnie metanowym zakłada więc, że uwzględnia się nie tylko zdarzenia prowadzące bezpośrednio do zapalenia lub wybuchu metanu, ale także takie zdarzenia, które mogą doprowadzić do zapalenia lub wybuchu metanu ze względu na dużą częstość występowania i wzajemne oddziaływanie – chociaż stworzenie stanu niebezpiecznego wymaga zaistnienia kilku zdarzeń jednocześnie. Należy zatem wyspecyfikować czynniki stanowiące uwarunkowania zagrożenia zapaleniem lub wybuchem metanu w systemie „ściana – zroby zawałowe" i poszukiwać dla nich wartości granicznych (dopuszczalnych) oraz sposobów zmniejszania ich wpływu.

Jednym z tych czynników jest położenie stref z wysoką koncentracją metanu w zrobach zawałowych. Na położenie takiej strefy można oddziaływać przez dobór układu przewietrzania ściany i zrobów, uszczelnienie zrobów na odcinkach wlotu i wylotu ze ściany oraz dobór ilości powietrza, przepływającego przez ścianę. Możliwe jest, chociaż kosztowne, wypełnianie zrobów zawałowych (bezpośrednio za obudową) pianą izolacyjną o 2-tygodniowej trwałości. Podsadzanie lub wypełnianie zrobów pyłami dymnicowymi jest natomiast zbyt oddalone od linii zrobów.

Stosowanie różnych form oddziaływań na system „ściana – zroby zawałowe" powinno więc znaleźć odzwierciedlenie w ocenie zagrożenia bezpieczeństwa tego systemu. Jeśli stanowią one element technologii wybierania pokładu silnie metanowego, to ewentualne powstałe braki, błędy i niedopatrzenia w jej stosowaniu stanowią zdarzenia, które rzutować powinny na ocenę zagrożenia bezpieczeństwa w systemie „ściana – zroby zawałowe". Jednak nie będzie można tego osiągnąć bez wsparcia ze strony nauki.

7. Wnioski

Drążenie wyrobisk w dotąd nienaruszonym górotworze powoduje zmiany jego pierwotnej równowagi, jak również stosunków wodnych, termicznych i gazowych. Wyzwala to wiele zjawisk, między innymi: ciśnienie górotworu, wypływ metanu, emisję ciepła, tworzenie się pyłu węglowego, samozagrzewanie się węgla. Skutków tych zjawisk nie można całkowicie

zlikwidować, mogą jedynie być ograniczone do technicznie osiągalnego minimum, określonego stanem nauk górniczych. Nauki te zajmują się rozpoznaniem mechanizmu działania tych zjawisk i wytyczają kierunki działań praktycznych. W ten sposób nauki górnicze wspierają przemysłową działalność górnictwa.

W świetle zaistniałych w ostatnich latach pożarów, zapaleń i wybuchów metanu oraz pyłu węglowego można próbować wskazać te działania praktyczne, które wymagają wsparcia ze strony nauki, aby do takich zdarzeń nie dochodziło.

Pożary w kopalniach węgla kamiennego powiązane są najczęściej z zapłonem metanu i/lub wybuchem metanu, z ewentualnym dołączeniem się pyłu węglowego. Zdarzenia poprzedzone są występowaniem sytuacji niebezpiecznych, czyli niezależnych od siebie, niedopuszczalnych stanów w procesie eksploatacji pokładów węgla. Sytuacje niebezpieczne stanowią warunki konieczne powstania pożarów lub wybuchu. Warunki wystarczające realizuje się przy zbieżności tych sytuacji w czasie, tj. przy ich równoczesnym wystąpieniu w danym miejscu kopalni. Przedstawione przykłady pożarów i wybuchów wskazują, że inicjatorem „zamknięcia" obwodu trójkąta pożarowego lub wybuchowego jest najczęściej człowiek. Pracownicy działają bowiem rutynowo, według z góry przyjętych schematów, rozbudowywanych w miarę nabywania doświadczeń, ale nie poddawanych świadomej analizie ryzyka.

W bardzo zmiennym środowisku kopalni korzystne jest zatem, aby działania rutynowe obejmowały z jednej strony jak największą liczbę schematów, a z drugiej nie naruszały przepisów bezpieczeństwa, ustalonych norm i instrukcji. Te rutynowe schematy, które je naruszają muszą być przełamywane i zastępowane ich właściwymi modyfikacjami. Te praktyczne działania wspierać powinna nauka, zajmująca się kulturą bezpieczeństwa.

Nie sposób jednak dostosować działań rutynowych do wszystkich możliwych stanów środowiska, do wszystkich możliwych objawów zagrożenia. Trzeba zatem zaakceptować pogląd, że rutynowe, nawykowe działania pracowników mogą być źródłem błędu, który z kolei może stać się przyczyną pożaru, wybuchu. Błędy powodujące powstanie sytuacji niebezpiecznych należy traktować jako obiektywną rzeczywistość i dzięki szkoleniom starać się ich unikać.

Na poziomie taktycznym, obejmującym kierowanie ruchem kopalni, sytuacjom niebezpiecznym, mogącym doprowadzić do pożaru lub wybuchu zapobiegają, procedury szczegółowo i konkretnie określające użycie środków i sposobów działania. Ponieważ stosowanie procedur, uwarunkowane jest okolicznościami, to ich rozpoznanie, właściwe uwzględnienie i wykorzystanie jest zadaniem odpowiednich działów kopalnianych,

a w szczególności Zespołu ds. Zagrożeń. Błędy w stosowaniu procedur przy kierowaniu ruchem kopalni nie mogą być jednak traktowane jako obiektywna rzeczywistość.

Przyczynami błędów, które stwarzały w kopalniach sytuacje niebezpieczne doprowadzały do pożaru lub/i wybuchu było:

- niewłaściwe rozpoznanie stanu zagrożenia, spowodowane wadami, niepełnością, a nawet brakiem odpowiedniego monitoringu,
- naruszenie stabilności przewietrzania rejonu ściany, powodujące przemieszczanie się w zrobach stref o wybuchowym lub palnym stężeniu metanu do ściany lub formującego się ogniska pożaru endogenicznego,
- wybór niewłaściwego sposobu profilaktyki metanowej i pożarowej, w chodnikach przyścianowych, pozostawionych za frontem ściany,
- dopuszczeniem do ruchu maszyn i urządzeń wadliwych lub niewyposażonych w wystarczający sposób,w wymagane zabezpieczenia,
- zastosowanie nieodpowiednich procedur technicznych, w związku z niewłaściwą oceną przyczyny powstania objawów zagrożenia.

Procedury zwalczania zagrożenia pożarowego i wybuchowego muszą być oparte na regułach i zasadach, posiadających wsparcie ze strony nauk górniczych. Opracowuje się je na poziomie strategicznym, reprezentowanym przez przedsiębiorców i przenosi na poziom kierowania ruchem kopalni, w celu ich rozwinięcia, w postaci procedur. Na poziomie strategicznym, wykonuje się wiele analiz, które mogą obejmować: porównanie bezpieczeństwa i kosztów, rozważenie związanego z tym ryzyka oraz zgodę na określony poziom ryzyka Decyzje na poziomie strategicznym mogą nawet o wiele lat wyprzedzać niebezpieczne zdarzenia.

BIBLIOGRAFIA

1. Burnat B.: O pojęciu zagrożenia w górnictwie. „Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie”, nr 4, 1976.
2. Cybulski K.: Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego oraz ocena skuteczności działań profilaktycznych w polskich kopalniach węgla kamiennego. Prace Naukowe GIG, nr 864, Katowice 2005.
3. Dubiński J.: Wyzwania badawcze górnictwa węgla kamiennego na progu XXI wieku. Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2002, s. 9-24.
4. Frączek R.: Przebieg akcji ratowniczej związanej z zapaleniem metanu w zrobach ściany silnie metanowej. „Wiadomości Górnicze”, nr 2, 2003, s. 86-92.
5. Jaźwińska J., Ważyńska-Fiok K.: Bezpieczeństwo systemów. PWN, Warszawa 1993.

6. Kabiesz J.: Możliwość wykorzystania metod eksperckich dla oceny stanu zagrożeń górniczych. Mat. Konf. Ekspl. Podz. 2005, s. 685-697.
7. Klebanof F.S.: O sowriemiennoj koncjepcii biezopasnosti. Biez.truda e Prom-sti, nr 6, 2002.
8. Kobiela Z., Kozłowski B: Analiza przyczyn wybranych wybuchów metanu. „Bezp. Pracy i Ochr. Środ.w Górn.", WUG, nr 4 (8), 1993.
9. Krzemień S., Krause M.: Zarządzanie bezpieczeństwem w górnictwie. „Bezp. Pracy i Ochr. Środ. w Górn.", WUG, nr 9, 2000.
10. Lisowski A.: O nieodzowności spolaryzowanego wsparcia przez naukę ekonomicznej efektywności polskiego górnictwa. Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji Podziemnej, 2005, s. 85-96.
11. Martyka J.: Stan kultury bezpieczeństwa pracy jako wyznacznik poziomu bezpiecznych zachowań pracowników kopalń węgla kamiennego. „Bezp. Pracy i Ochr. Środ. w Górn.", nr 7, 1997.
12. Sułkowski J.: Czy wybuchy w kopalniach są wynikiem błędnej oceny ryzyka? Mat. XII Konf. WUG pt. „Problemy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w polskim górnictwie". SITG, Wisła 23-24.03.2010.
13. Wagenaar W.A.: Subjective Probability, Utility and Decision Making. Mat. Międz. Konf. Moskwa 1989. Tłum. Ocena ryzyka i przyczyny wypadków. Projektowanie i Systemy, t. XIV, 1994, s. 77-95.
14. Sprawozdanie Komisji dla zbadania przyczyn i okoliczności zapalenia metanu oraz wypadku zbiorowego zaistniałych w dniu 24.02.2002 w KW SA. KWK „Bielszowice", Katowice 2002 (niepublikowane).
15. Sprawozdanie Komisji dla zbadania przyczyn i okoliczności zapalenia metanu oraz wypadku zbiorowego zaistniałych w dniu 5.09.2002 r. w JSW SA KWK „Pniówek" WUG, Katowice 2002 (niepublikowane).
16. Sprawozdanie Komisji dla zbadania przyczyn i okoliczności zapalenia metanu oraz wypadku zbiorowego zaistniałych w dniu 4.06.2008 r. w JSW S.A. KWK „Borynia" WUG, Katowice 2009 (niepublikowane).

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Krzysztof Cybulski

Abstract

Mining in virgin rock mass makes changes in its virgin balance and water, thermal and gas conditions. It is a reason of some phenomenons like: pressure of rock mass, methane outflow, heat emission, creation of coal dust and spontaneous combustion of coal. The effects can not be reduced completely but they may be limited up to values set by mining science. Mining science conducts research into recognition of mechanism of mentioned phenomenons and it estimate directions of practical actions. In this way mining science supports industrial activity of mining.

Considering last accidents of fire, methane explosion or ignition and dust explosion it is possible to indicate this practical actions which require support from mining science (to avoid them in the future).

Fires in coal mines are often connected with ignition of methane and/or its explosion – with possible but explosion of coal dust. Accidents are preceded by dangerous situations – it means the states which are independent and inadmissible during mining of coal beds. Dangerous situations are necessary conditions of fire start or explosion start. Sufficient conditions are being performed during convergence of this situations in time (presence in the same time in a mine).

Given examples of fires and explosions indicate that the human is initiator of "closure" of circuit of fire triangle or explosion triangle.

The miners work in routines, according to schedules and procedures which are spread during years of experience but they are not considered in frames of conscious of risk analysis. Therefore in variable mining environment it is advantageous to have great number of routine procedures and schemas but on the other hand they should not break regulations and instructions.

These routine schemas, that do not fit regulations must be modified. A kind of science called "culture of safety" must support this practical actions.

However, it is not possible to fit all the routine actions to every possible states of environment and for all possible symptoms of hazard. In that way, it is necessary to accept the idea that routine, habit actions of workers may be source of error which may become cause of fore or explosion. These errors must be treated as objective reality, however they should be changed by system of trainings. Considering tactic level (management of a mine), danger situations (leading to fire or explosion) may be avoided by detailed procedures due to application of selected means and kinds of applied operations. Application of procedures depends on circumstances, therefore recognition is crucial for selected departments of a mine, especially for Hazard Unit.

Errors in procedures during mine management can not be treated as objective reality. Reasons of errors which created danger situations in mines and lead to fire or/and explosion: improper recognition of state of hazard caused by faults, uncompleted set or even lack of monitoring system, break in stability of ventilation of longwall area causing moving back of zones with explosive methane from goafs to longwall or to center of fire which is starting, improper choice of methane and fire prevention in galleries near a longwall left beyond its face, permission for faulty machines operation or application of machines without proper

protection, application of improper technical procedures according to improper estimation of cause of hazard.

The procedures of fire and explosion fighting must be based on rules and principles elaborated in cooperation with mining science. They are being elaborated on the strategy level (represented by businessmen) and they are being moved on the level of mine management for future spread into procedures.

A lot of analysis are being performed on the strategy level and they cover comparison of safety and costs, risk analysis and consent for established level of risk. Decisions undertaken on this level may precede dangerous events even by many years.