



Ocena poziomu zagrożeń metanowego i pożarami endogenicznymi w rejonach ścian przewietrzanych z doświeżaniem wylotowego prądu powietrza w świetle obowiązujących przepisów

Assessment of methane and spontaneous fire hazards level in the areas ventilated by refreshment of returned air in light of the applicable regulations

Prof. dr hab. inż. Stanisław Trenczek*)

Treść: Na wstępie omówiono zagrożenie metanowe i zagrożenie pożarami endogenicznymi jako zagrożenia skojarzone, w kontekście niekorzystnego wzajemnego oddziaływania środków profilaktycznych stosowanych do zapobiegania tym zagrożeniom. Scharakteryzowano najczęściej stosowane sposoby przewietrzania pod względem skuteczności zwalczania zagrożenia metanowego oraz zagrożenia pożarami endogenicznymi. Przedstawiono sposoby monitorowania rejonu ścian dla oceny poziomu tych zagrożeń. W odniesieniu do wprowadzonych z dniem 1 lipca 2017 r. przepisów – w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych – wskazano na znaczenie uszczegółowienia oceny poziomu zagrożenia metanowego i zagrożenia pożarem endogenicznym. Omówiono wprowadzony obowiązek porównywania metanowości bezwzględnej z metanowością kryterialną oraz obowiązek określania objętościowej ilości tlenu w powietrzu wpływającym z rejonu ściany. Podano przykład różnicy w interpretacji poziomu zagrożenia pożarem endogenicznym przy stosowaniu wcześniej obowiązujących przepisów a przepisów obowiązujących od 1 lipca 2017 r. Na koniec podano także uwagi do wymaganego sposobu obliczania wskaźnika ilości CO w wylotowym prądzie powietrza oraz do różnicy w określeniu górnych granicznych wartości tlenu węgla i stężenia tlenu węgla występującej pomiędzy przepisami w sprawie prowadzenia ruchu oraz dotyczących ratownictwa górniczego.

Abstract: In the beginning of this paper methane and spontaneous fire hazards have been discussed in the context of the associated hazards regarding adverse interactions among preventive measures used for prevention of these risks. The most frequently applied ventilation methods in terms of effectiveness to fight methane and spontaneous fire hazards have been characterized. Monitoring methods of the longwall areas have been presented for assessment of the level of these risks. In respect of the regulations on detailed requirements concerning operation of the underground mines introduced on the 1 July 2017, the importance for further clarification of the assessment of the level of methane and spontaneous fire hazards has been highlighted. The obligation to compare the absolute methane-bearing capacity with the criterial one as well as the obligation to determine the volumetric quantity of carbon monoxide in the return air from the longwall have been discussed. An example of a difference in interpretation of a level of spontaneous fire hazard has been shown in case of using regulations previously applicable and the rules in force since the 1 July 2017. Finally, comments were given to the required method of calculation of quantity indicators of CO in the return air and to the difference in determining the upper limits of carbon monoxide and carbon monoxide concentrations regarding the regulations on operation of mine and regarding the mine rescue work.

Słowa kluczowe:

górnictwo podziemne, zagrożenia skojarzone, zagrożenie metanowe, zagrożenie pożarami endogenicznymi

Key words:

underground mining, associated hazards, methane hazard, spontaneous fire hazard

1. Wprowadzenie

Dla określenia warunków prowadzenia bezpiecznej eksploatacji pokładów węgla wymaga się, by pokłady węgla (lub ich części), w których projektuje się roboty górnicze, były odpowiednio rozpoznane pod względem występujących zagrożeń (Ustawa ... 2011). Ponadto wymaga się (Rozporządzenie ... 2013, 2016b), by poszczególne zagrożenia zostały zaliczone do odpowiedniego stopnia (zagrożenia: tąpniętami, wodne, klimatyczne), kategorii (zagrożenia: metanowe, wyrzutami gazów i skał, działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia), klasy (zagrożenia: wybuchem pyłu węglowego,

radiacyjne, naturalnymi substancjami promieniotwórczymi) zagrożenia, a w przypadku zagrożenia pożarami endogenicznymi – sklasyfikowaniu do jednej z pięciu grup skłonności do samozapalenia uwzględniającej wskaźnik samozapalności węgla oraz jego energię aktywacji (Polska Norma 1993). Z dotychczasowej praktyki wynika, że w rozwoju procesu samozagrzewania węgla, które w następstwie może doprowadzić do pożaru endogenicznego, zasadniczą rolę odgrywają czynniki geologiczno-górnictwo-organizacyjne (Olpiński 1959, Maciejasz, Kruk 1977, Taraba 1993; Dziurzyński, Tracz 1994, Trenczek 2005, Adamus 2007, Kostjeko, Zawjałowa 2007). Z tego też względu ważniejsza od klasyfikacji jest bieżąca kontrola i ocena poziomu zagrożenia pożarem endogenicznym (Trenczek 2006).

*) *Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Tematyka podnoszona w artykule dotyczy oceny poziomu zagrożenia pożarami endogenicznymi w świetle obowiązujących od 1 lipca 2017 r. przepisów w sprawie prowadzenia ruchu zakładu górniczego (**Rozporządzenie ... 2016a**), która ma szczególne znaczenie przy współwystępowaniu zagrożenia metanowego. Znaczenie aktualnie obowiązującej metody oceny pokazano na przykładach porównujących ocenę zagrożenia pożarowego w rejonie ściany wg poprzednio i aktualnie obowiązujących przepisów.

2. Określenie zagrożeń o nasilonych objawach ich współwystępowania

Za zagrożenie skojarzone uznaje się (**Kabiesz, Konopko 1995, Trenczek 2002**) takie zagrożenia, których współwystępowanie powoduje nietypowe, nasilone objawy. Może to mieć miejsce w przypadku współwystępowania zagrożeń: tapaniami, metanowego, pożarami endogenicznymi, klimatycznego i wybuchem pyłu węglowego. Nie zawsze tak się zdarza, by w rejonie eksploatacyjnym wszystkie te zagrożenia jednocześnie występowały. Może zatem być kilka wariantów występowania tak rozumianych zagrożeń skojarzonych, gdzie współzależność ich skutków ewidentnie tworzy łańcuch przyczynowo-skutkowy, mogący doprowadzić do zdarzenia o charakterze katastrofogenicznym.

W aktualnie obowiązujących przepisach (**Rozporządzenie ... 2016a**) nie ma jednoznacznego wskazania zagrożeń, których współwystępowanie wymaga specjalnej analizy w zakresie doboru środków profilaktycznych. Stanowi o tym zapis § 243 tych przepisów: *Środki zapobiegania zagrożeniom naturalnym, które współwystępując poprzez wzajemne na siebie oddziaływanie mogą spowodować nietypowe, nasilone przejawy swojego występowania, są określane przez kierownika ruchu zakładu górniczego na podstawie wspólnej opinii zespołów*. Chodzi tu o zespoły do rozpoznawania i zwalczania zagrożeń występujących w ruchu zakładu górniczego, które są powoływane przez kierownika ruchu zakładu górniczego.

Praktyka pokazuje, że głównie chodzić tu na pewno będzie o zagrożenie pożarem endogenicznym najczęściej współwystępujące z zagrożeniem metanowym. Samozagrzewanie węgla może doprowadzić do pożaru, a ten do zapalenia i wybuchu metanu. Dochodzić do tego jednak może także współwystępowanie zagrożenia wybuchem pyłu węglowego oraz, co ma coraz częściej miejsce, współwystępowanie zagrożenia klimatycznego. Tak więc może występować bardziej złożona postać zagrożeń skojarzonych, w których łańcuch przyczynowo-skutkowy jest następujący:

- w przypadku trójelementowego zagrożenia skojarzonego – pożar endogeniczny może być przyczyną zapalenia i wybuchu metanu, a to może doprowadzić także do wybuchu pyłu węglowego,
- w przypadku czteroelementowego zagrożenia skojarzonego – zagrożenie klimatyczne (temperatura pierwotna skał) przyczynia się do przyspieszania procesu samozagrzewania węgla i pożaru, a ten przyczynia się do zapalenia i wybuchu metanu, który doprowadza do wybuchu pyłu węglowego.

Przy współwystępowaniu w rejonie ściany wydobywczej takich zagrożeń, które poprzez wzajemne na siebie oddziaływanie mogą spowodować nietypowe, nasilone przejawy swojego występowania, już na etapie projektowania eksploatacji muszą one zostać dokładnie przeanalizowane i – zgodnie z przepisami (**Rozporządzenie ... 2016a**) – określone jako wzajemnie na siebie oddziałujące.

3. Współwystępowanie w rejonie ściany zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym

Jak już wcześniej wspomniano, najczęściej współwystępują zagrożenia metanowe i pożarami endogenicznymi, w związku z czym dalsze rozważania ograniczą się do tego przypadku.

Na początek można by sobie zadać w związku z tym pytanie – co wiemy o potencjalnym poziomie zagrożeń w planowanym do eksploatacji rejonie? Otóż wiemy stosunkowo dużo. W przypadku zagrożenia metanowego są to informacje związane:

- z zaliczeniem danego pokładu lub jego części do odpowiedniej/odpowiednich kategorii, w zależności od: stwierdzonej maksymalnej wartości metanu pochodzenia naturalnego (metanonośności pokładu [m^3/Mg csw]), lub ewentualnego wystąpienia nagłego wypływu metanu albo wyrzutu metanu i skał,
- z zaliczeniem wyrobisk odprowadzających powietrze z danego pokładu metanowego do pola odpowiedniej kategorii zagrożenia metanowego,
- z zaliczeniem wyrobisk w rejonie ściany do odpowiednich stopni niebezpieczeństwa wybuchu metanu, w zależności od możliwości nagromadzenia się metanu w powietrzu,
- z sąsiedztwem projektowanej ściany, mogącym (w przypadku, gdy są to zroby ściany/ścian wyeksploatowanych) wpłynąć na poziom zagrożenia metanowego – chodzi o ewentualny dopływ metanu do rejonu danej ściany,
- z prognozowaną metanowością bezwzględną danej ściany, opracowaną przez rzeczoznawcę,
- z prognozowaną efektywnością odmetanowania,
- z przyjętym sposobem przewietrzania ściany,
- z planowanym sposobem zastosowania pomocniczych urządzeń wentylacyjnych,
- z wyznaczonym minimalnym wydatkiem powietrza,
- z wyznaczoną metanowością kryterialną (**Zasady ... 2004**).
W przypadku zagrożenia pożarem endogenicznym, są to informacje związane:

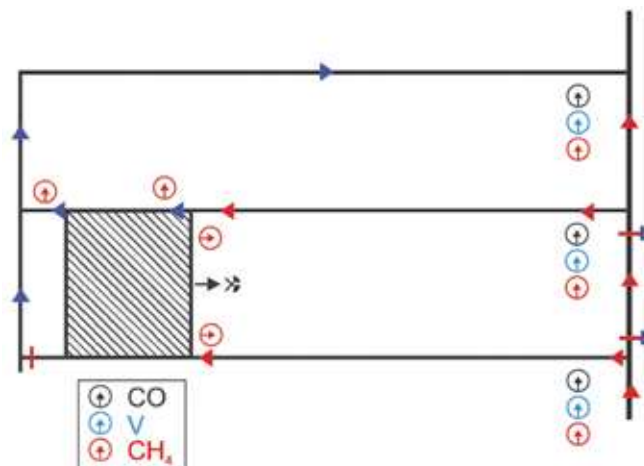
- z wyznaczonym wskaźnikiem skłonności węgla do samozapalenia,
- z określoną energią aktywacji utleniania danego węgla,
- z wyznaczonym okresem inkubacji pożaru dla danego węgla,
- ze sklasyfikowaniem węgla do odpowiedniej grupy samozapalności,
- z przyjętym sposobem przewietrzania rejonu ściany,
- z planowanym sposobem zastosowania pomocniczych urządzeń wentylacyjnych,
- z ewentualnym pozostawianiem węgla w zrobach,
- z przestrzennym usytuowaniem ściany, mogącym wpłynąć na poziom zagrożenia pożarami endogenicznymi – chodzi o ewentualną migrację powietrza przez zroby.

Na podstawie skonkretyzowanych informacji z powyższego zakresu można wiele wywnioskować, przede wszystkim co do spodziewanych zmian poziomów zagrożenia metanowego i pożarowego. Jeśli zagrożeniem dominującym będzie zagrożenie metanowe, co w zdecydowanej większości przypadków ma miejsce, to pod to zagrożenie będą ukierunkowane działania profilaktyczne.

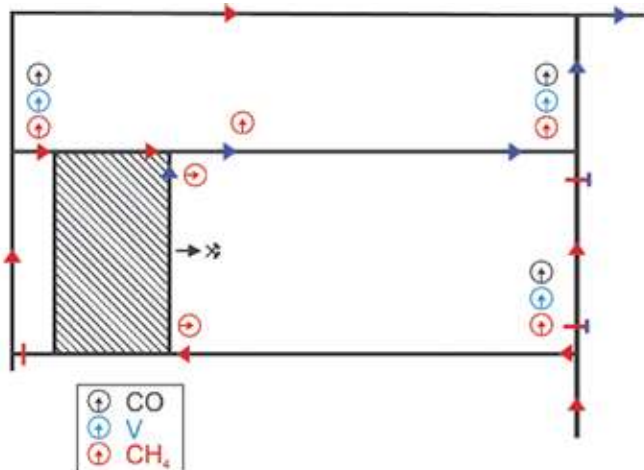
Pierwsza, i to zasadnicza kolizja dotyczy doboru działań profilaktycznych dla tych współwystępujących dwóch zagrożeń, co widoczne jest już na etapie doboru sposobu przewietrzania. Jeśli zagrożeniem zdecydowanie dominującym jest zagrożenie metanowe, to dobiera się – w zależności od lokalnych uwarunkowań – sposób z doświeżaniem powietrza wylotowego ze ściany. Taki sposób przewietrzania skutecznie rozrzedza metan wypływający ze ściany i obniża jego stężenia.

Do sposobów takich należą:

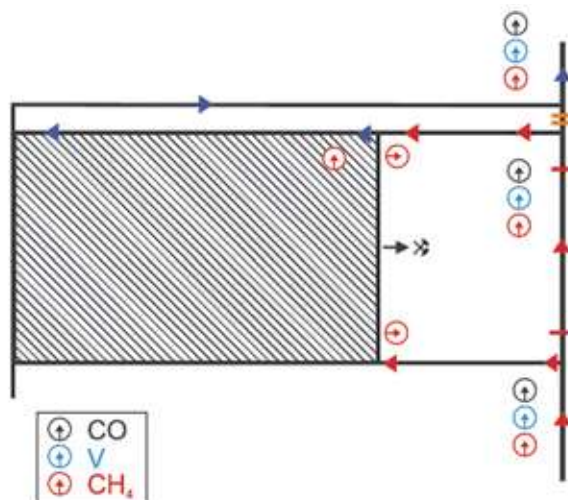
- sposób na Y od pola z klasycznym doświeżaniem – rys. 1,
- sposób na Y od pola z doświeżaniem prądu powietrza wylotowego chodnikiem nadścianowym od strony zrobów – rys. 2,
- sposób na „długie” Y od pola z doświeżaniem prądu powietrza wylotowego oraz z równoległym chodnikiem wentylacyjnym – rys. 3.



Rys. 1. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej klasycznym sposobem na Y od pola z doświeżaniem
 Fig. 1. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by a classic Y method from the working area with refreshment



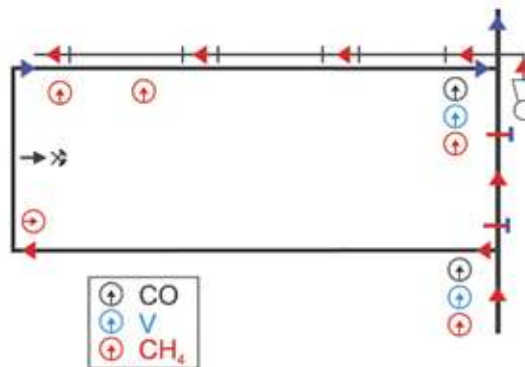
Rys. 2. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na Y od pola z doświeżaniem chodnikiem nadścianowym od strony zrobów
 Fig. 2. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by Y method from the working area with refreshment by tail gate from goaf side



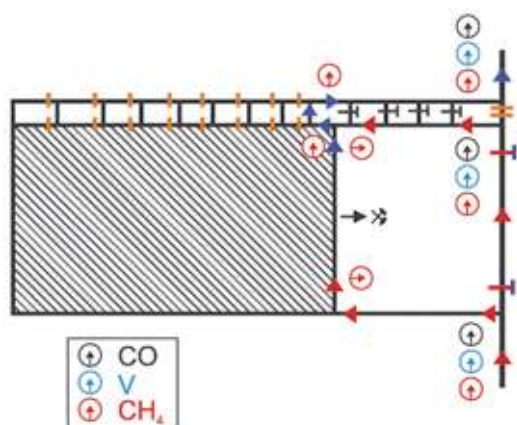
Rys. 3. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na „długie” Y od pola z doświeżaniem, z równoległym chodnikiem wentylacyjnym
 Fig. 3. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by “long” Y method from the working area with refreshment by a parallel ventilating roadway

W przypadku zdecydowanej dominacji zagrożenia pożarem endogenicznym można – w zależności od danych uwarunkowań – powietrze do ściany kierować:

- sposobem na U z doświeżaniem prądu powietrza wylotowego za pomocą wentylacji odrębnej tłoczącej – rys. 4,
- sposobem na „krótkie” Y z doświeżaniem prądu powietrza wylotowego oraz równoległym chodnikiem wentylacyjnym – rys.5.



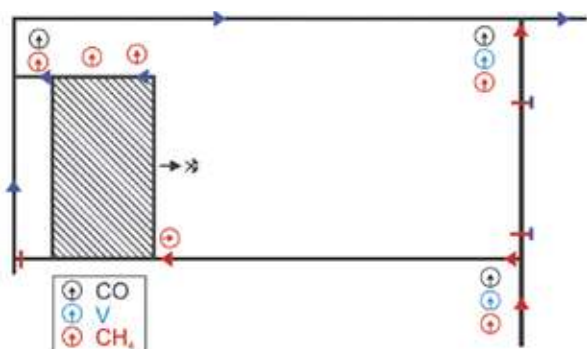
Rys. 4. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na U od pola z doświeżaniem za pomocą wentylacji odrębnej tłoczącej
 Fig. 4. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by U method from the working area with refreshment by separate blowing ventilation



Rys. 5. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na „krótkie” Y od pola z doświeżaniem, z równoległym chodnikiem wentylacyjnym

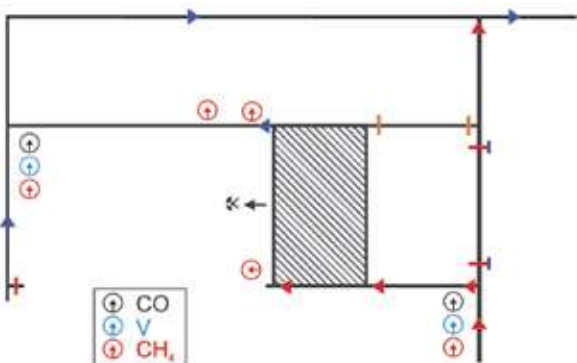
Fig. 5. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by “short” Y method from the working area with refreshment by a parallel ventilating roadway

Jeśli zagrożenie pożarem endogenicznym jest niewielkie, to można też zastosować przewietrzanie sposobem na Z od pola – rys. 6 – lub do pola – rys. 7.



Rys. 6. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na Z od pola

Fig. 6. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by Z method from the working area

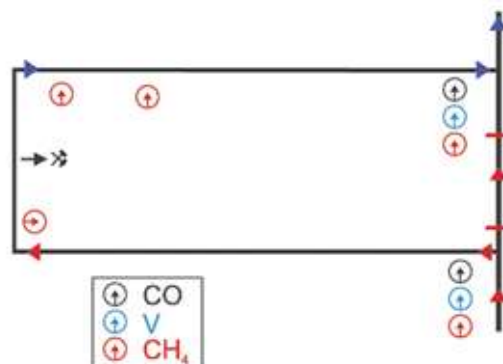


Rys. 7. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na Z do pola

Fig. 7. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by Z method towards the working area

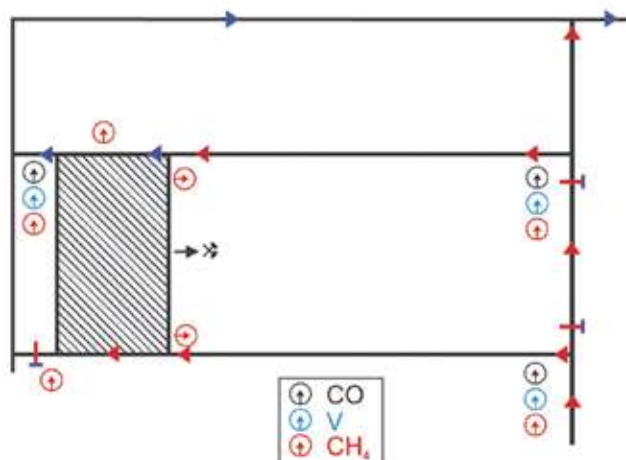
Z kolei jeśli zagrożenie metanowe jest mniej więcej na tym samym poziomie co zagrożenie pożarem endogenicznym, to można zastosować – w zależności od lokalnych uwarunkowań – przewietrzanie:

- sposobem na U – rys. 8,
- sposobem na H z powietrzem świeżym dopływającym dwustronnie po caliznie – rys. 9,
- sposobem na Y z dwukierunkowym odprowadzaniem powietrza zużytego – rys. 10.



Rys. 8. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej klasycznym sposobem na U od pola

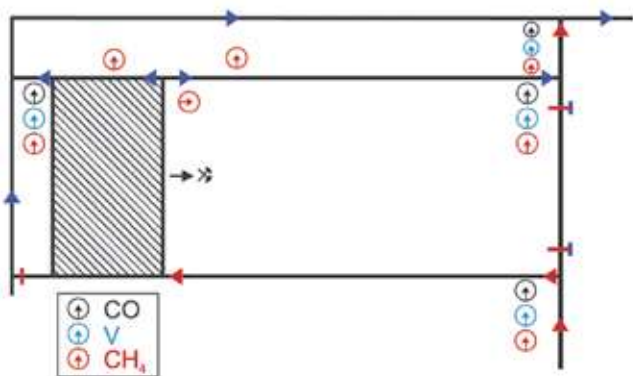
Fig. 8. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by classic U method from the working area



Rys. 9. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na H od pola z doświeżaniem chodnikiem wentylacyjnym po caliznie

Fig. 9. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by H method from the working area with refreshment by ventilating roadway on body of coal

Ważne są, oprócz tego, odpowiednie działania profilaktyczne, w tym regulacja rozkładu pola potencjałów aerodynamicznych. Ukierunkowanie migracji powietrza w stronę zrobów będzie korzystne dla zagrożenia metanowego, natomiast będzie niekorzystne dla zagrożenia pożarem endogenicznym. I odwrotnie – ukierunkowanie migracji powietrza ze zrobów w stronę wyrobiska ścianowego będzie skuteczne dla zagrożenia pożarem endogenicznym, natomiast będzie niekorzystne dla zagrożenia metanowego.



Rys. 10. System monitorowania zagrożeń metanowego i pożarem endogenicznym w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na Y z dwukierunkowym odprowadzaniem powietrza zużytego

Fig. 10. Methane and spontaneous fire hazard monitoring system in the longwall area ventilated by Y method with two-way outgoing return air flow

Ponadto, bardzo ważnym czynnikiem jest monitorowanie poziomu tych zagrożeń oraz ich ocena, bowiem od tego zależy bieżąca korekta doboru zakresu stosowania środków profilaktycznych i ich skuteczność.

4. Monitorowanie i ocena poziomu zagrożenia metanowego w rejonie ściany

Typowe, zgodne z przepisami, systemy kontroli poziomu zagrożenia metanowego i zagrożenia pożarem endogenicznym w ścianie dostosowywane są do sposobu przewietrzania – co pokazano na rys. 1-10.

W przypadku zagrożenia metanowego monitorowane są stężenia metanu w miejscach określonych przez przepisy (Rozporządzenie ... 2016a), a także w dodatkowych miejscach wyznaczonych przez kierownika działu wentylacji. Służy to ogólnej ocenie poziomu zagrożenia metanowego. Ponadto, dla określania metanowości bezwzględnej ściany wymagane są (Zasady ... 2004) pomiary metanomierzem zabudowanym:

- przy doprowadzaniu powietrza wzdłuż calizny – na odcinku wyrobiska przyścianowego między ścianą a najbliższym skrzyżowaniem z innym wyrobiskiem, lecz nie dalej niż 50 m od ściany,
 - jeżeli jest stosowane „doświeżanie” prądu powietrza wypływającego ze ściany, to pomiar w wyrobisku z doświeżającym prądem powietrza powinien być wykonany nie dalej niż 50 m od ściany,
 - przy doprowadzaniu powietrza wzdłuż zrobów – na odcinku wyrobiska przyścianowego w odległości 10-50 m od ściany,
 - dopływającego z innych źródeł – w odległości 10-15 m przed kontaktem ze zrobami ściany,
- w wylotowym prądzie powietrza:
- przy odprowadzaniu powietrza wzdłuż calizny – na odcinku wyrobiska przyścianowego między ścianą a najbliższym skrzyżowaniem z innym wyrobiskiem – w odległości 10-15 m od tego skrzyżowania,
 - przy odprowadzaniu powietrza wzdłuż zrobów – co najmniej 15 m za kontaktem tego wyrobiska ze zrobami ściany.

W ścianach prowadzonych w pokładach zaliczonych do II-IV kategorii zagrożenia metanowego określa się nie mniej

niż raz na dobę metanowość bezwzględną, z wykorzystaniem czujników metanometrii automatycznej, której wartości porównuje się z wartościami metanowości kryterialnej (§ 287 ust. 3 przepisów (Rozporządzenie ... 2016a)). Jeśli metanowość kryterialna jest większa niż metanowość bezwzględna, wówczas poziom zagrożenia metanowego oceniany jest jako bezpieczny. W przeciwnym wypadku poziom zagrożenia jest niebezpieczny i wymagane jest podjęcie działań przewidzianych w projekcie technicznej eksploatacji pokładu danej ściany (§ 287 ust. 4 przepisów (Rozporządzenie ... 2016a)), przywracających bezpieczny poziom zagrożenia metanowego. Widać więc, że taki sposób kontroli i oceny zagrożenia metanowego jest uporządkowany, uwzględnia bowiem zarówno sposoby przewietrzania bez doświeżania, jak i z doświeżaniem wylotowego prądu powietrza zużytego.

5. Monitorowanie i ocena poziomu zagrożenia pożarem endogenicznym w rejonie ściany

Ciągła kontrola zagrożenia pożarem endogenicznym w rejonie ściany realizowana jest przy pomocy CO-metrii automatycznej, tj. czujników tlenku węgla zabudowanych we wlotowych i wylotowych prądach powietrza (Trenczek 2006), co przedstawiono na rys. 1-10.

Zgodnie z obowiązującymi od 1 lipca 2017 r. przepisami (Rozporządzenie ... 2016a) zagrożenie pożarem endogenicznym definiowane jest pod kątem objętościowej ilości tlenku węgla:

§ 504. 1. Przez pożar podziemny rozumie się wystąpienie w wyrobisku podziemnym otwartego ognia, żarzącej lub palącej się płomieniem otwartym substancji, a także stwierdzenie w powietrzu kopalnianym dymów lub ilości tlenku węgla w rejonowym prądzie powietrza większej niż 25 dm³/min.

2. Utrzymywania się w powietrzu kopalnianym dymów, tlenku węgla w ilości większej niż 25 dm³/min, powstających w wyniku:

- 1) stosowania dopuszczalnych procesów technologicznych, w szczególności robót strzałowych, prac spawalniczych, pracy maszyn z napędem spalinowym, lub
- 2) wydzielania się tlenku węgla wskutek urabiania – nie zgłasza się i nie rejestruje jako pożar podziemny.

Z kolei w ocenie poziomu zagrożenia pożarami endogenicznymi uwzględnia się zarówno stężenie, jak i objętościową ilość tlenku węgla w prądzie powietrza wylotowego, co określa załącznik nr 5 przepisów (Rozporządzenie ... 2016a), w którym w tabeli nr 5 podano następujące wartości kryterialne i dostosowane do tego działania profilaktyczne.

Taki sposób oceny bardziej jednoznacznie definiuje granicę procesu samozagrzewania węgla i początku pożaru endogenicznego niż ocena dokonywana według przepisów obowiązujących do 30 czerwca 2017 r. (Rozporządzenie ... 2002). Nie dokonuje tego jednak w sposób bezwzględnie jednoznaczny, co przedstawione zostało w dalszej części artykułu.

6. Przykład różnic w ocenie zagrożenia pożarem endogenicznym wg poprzednio a obecnie obowiązującymi przepisami

Ocena zagrożenia pożarem endogenicznym rejonu ściany, oparta na obowiązujących od 1 lipca 2017 r. wartościach kryterialnych $q_{kryt,CO} = 26$ ppm i $\dot{V}_{CO} = 25$ l/min (Rozporządzenie ... 2016a) eliminuje niepoprawność oceny rejonów ścian przewietrzanych z wykorzystaniem doświeżania powietrza wy-

Tabela nr 5 do załącznika nr 5 Przepisów (Rozporządzenie ... 2016a)
Table No 5 to the annex no. 5 of Regulations (Rozporządzenie ... 2016a)

Kryteria zagrożenia pożarowego wg wskaźników \dot{V}_{CO} i ΔCO obliczonych na podstawie wyników analiz prób powietrza pobranych na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w przepływowych prądach powietrza, opisanych w pkt 7.2.1.1 ppkt 1–2	
Wskaźnik ilości tlenu węgla \dot{V}_{CO} [l/min] i przyrostu tlenu węgla ΔCO [%]	Sposób postępowania
$0 < \dot{V}_{CO} \leq 10$ przy $0,0010 < \Delta CO \leq 0,0026$	Wzmoczona obserwacja w kontrolowanym rejonie, zwiększona częstotliwość pobierania prób powietrza
$10 < \dot{V}_{CO} \leq 25$ przy $\Delta CO \leq 0,0026$	Należy przystąpić do prac mających na celu likwidację lub ograniczenie zagrożenia przy zachowaniu normalnego ruchu w zagrożonym rejonie, przy czym plan tych prac opracowuje kierownik działu wentylacji, a zatwierdza kierownik ruchu zakładu górniczego
$\Delta CO > 0,0026$ lub $\dot{V}_{CO} > 25$	Akcja przeciwpożarowa

lotowego ze ściany (rys. 1-5, 9) dokonywanej wg kryteriów obowiązujących do dnia 30 czerwca 2017 r. (Przepisy ... 2002). Przepisy te bowiem, zawierające definicję pożaru opartą tylko na wartości kryterialnej $q_{kryt,CO} = 26$ ppm, nie uwzględniały w ocenie zagrożenia dodatkowego doświeżania prądu powietrza wylotowego ze ściany.

Dla zobrazowania różnicy w ocenie poziomu zagrożenia pożarowego wg przepisów (Rozporządzenie ... 2002, Rozporządzenie ... 2016a) rozpatrzony zostanie przykład przewietrzania ściany klasycznym sposobem na U oraz przewietrzania ściany sposobem na U z doświeżaniem powietrza wylotowego za pomocą wentylacji tłoczącej.

Dla prostoty obliczeń przyjęto w każdym przypadku, że:

- w powietrzu świeżym, dopływającym do ściany nie stwierdza się obecności zawartości tlenu węgla,
- do ściany dopływa powietrze w ilości $\dot{V}_{ds.} = 1000$ m³/min,
- ze zrobów dopływają gazy, w tym tlenek węgla, którego stężenie na końcowym odcinku ściany, przed skrzyżowaniem z chodnikiem wentylacyjnym, wynosi $q_{CO} = 0,0027\% = 27$ ppm,
- na dalszej drodze odprowadzania powietrza ze ściany, tj. w chodniku wentylacyjnym, nie ma dodatkowego dopływu tlenu węgla.

W przypadku ściany przewietrzanej sposobem na U z doświeżaniem przyjmuje się, że powietrze w rejon skrzyżowania chodnika wentylacyjnego ze ścianą dopływa za pomocą wentylacji odrębnej tłoczącej w ilości $\dot{V}_{dos.} = 500$ m³/min.

Ilustrację przyjętych założeń przedstawia rys. 11.

W pierwszym przypadku (rys. 11a), przy założonym wydatku $\dot{V}_{ds.} = 1000$ m³/min, w powietrzu wypływającym ze ściany objętościowa ilość tlenu węgla wynosi $\dot{V}_{CO} = 27$ l/min. Ocena takiego stężenia w świetle kryteriów ustawowych (Ustawa ... 2011) oraz podanych w przepisach

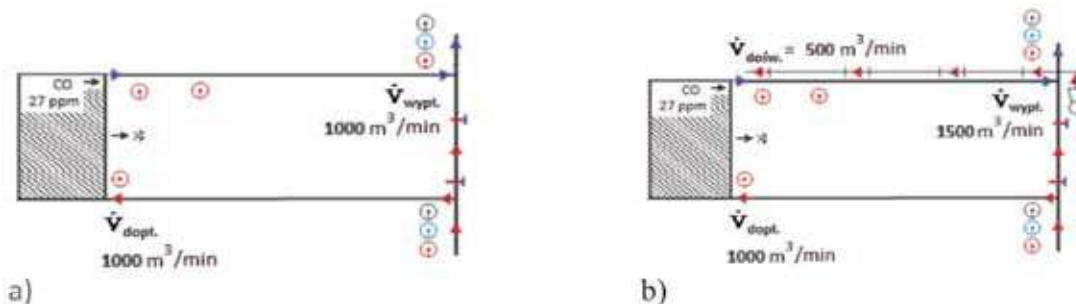
(Rozporządzenie ... 2002, Rozporządzenie ... 2016a) (w tym także w załącznikach nr 5 przepisów (Rozporządzenie ... 2002 – tabela 4) – oraz przepisów (Rozporządzenie ... 2016a – tabela 5)) jest jednoznaczna – należy podjąć akcję przeciwpożarową.

W przypadku przewietrzania rejonu ściany z doświeżaniem (rys. 11b) taki sam wypływ tlenu węgla ze zrobów do ściany – w objętościowej ilości $\dot{V}_{CO} = 27$ l/min – będzie rozrzedzany powietrzem doświeżającym już w rejonie skrzyżowania chodnika wentylacyjnego ze ścianą. Na wylocie z tego chodnika (rys. 11b), przy sumarycznym wydatku powietrza $\dot{V}_{cal} = 1500$ m³/min, ta objętościowa ilość będzie stanowiła zawartość tylko $q_{CO} = 0,0018\% = 18$ ppm. A więc będzie to wartość jeszcze stosunkowo daleko odbiegająca od określonej w niedawno jeszcze obowiązujących przepisach (Rozporządzenie ... 2002) wartości kryterialnej $q_{kryt,CO} = 26$ ppm. Jednak w rzeczywistości stwierdzone stężenie $q_{CO} = 0,0027\% = 27$ ppm w powietrzu wylotowym o ilości 1500 m³/min stanowi objętość ilościową CO wynoszącą $\dot{V}_{CO} = 40,5$ l/min, która wg obowiązujących przepisów (Rozporządzenie ... 2016a) świadczy o pożarze.

Należy więc stwierdzić, że jakość oceny uległa poprawie, i teraz zarówno zagrożenie metanowe, jak i zagrożenie pożarowe uwzględniają w ocenie ich poziomu doświeżanie prądu powietrza wylotowego ze ściany.

7. Uwagi do oceny poziomu zagrożenia pożarem endogenicznym

Pomimo tego, że – jak podano – poziom jakościowy oceny się poprawił, to i tak nie udało się wprowadzić bezwzględnej jednoznaczności tej oceny.

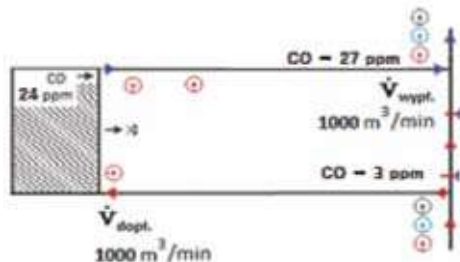


Rys. 11. Przykład przewietrzania ścian sposobem na U przy dopływie CO ze zrobów: a) bez doświeżania, b) z doświeżaniem prądu powietrza wypływającego ze ściany

Fig. 11. Example of longwall ventilation by U method with inflow of CO from goaf: a) without refreshment, b) with refreshment of the air flowing out from a longwall

Uwaga pierwsza dotyczy parametrów kryterialnych podanych w przytoczonej wcześniej tabeli 5 załącznika 5 do przepisów (Rozporządzenie ... 2016a). Występujące tu kryteria istotnie różnią się co do zasady wyznaczania tych parametrów kryterialnych.

Do wyjaśnienia tego posłuży przykład ściany przewietrzanej sposobem na U, do której dopływa powietrze świeże o wydatku $\dot{V}_{\text{ds}} = 1000 \text{ m}^3/\text{min}$, w którym znajduje się tlenek węgla w stężeniu $q_{\text{wt,CO}} = 3 \text{ ppm}$, a ze zrobów do chodnika wentylacyjnego dopływają gazy z zawartością CO w stężeniu $q_{\text{zr,CO}} = 24 \text{ ppm}$ – rys. 12. Stężenia w prądzie powietrza wylotowego z tej ściany będzie wynosić więc $q_{\text{wyl,CO}} = 27 \text{ ppm}$.



Rys. 12. Przykład przewietrzania ściany sposobem na U przy dopływie CO z prądem powietrza wlotowego i ze zrobów

Fig. 12. Example of longwall ventilation by U method with inflow of CO with intake air and from goaf

W przypadku wskaźnika przyrostu tlenu węgla ΔCO [%] istotny jest tylko przyrost stężeń CO pomiędzy prądem wlotowym a prądem wylotowym powietrza ze ściany. Zatem $\Delta CO = q_{\text{wyl,CO}} - q_{\text{wt,CO}} = 27 - 3 = 24 \text{ ppm}$, co oznacza, że wg przepisów [9] nie jest wymagane podjęcie akcji przeciwpożarowej.

Z kolei ocena poziomu zagrożenia wg wskaźnika ilości tlenu węgla pokazuje, że wskaźnik ten wynosi $\dot{V}_{\text{CO}} = 27 \text{ l/min}$, co oznacza – wg przepisów (Rozporządzenie ... 2016a) – pożar i konieczność podjęcia akcji przeciwpożarowej.

Jeśli istotą oceny zagrożenia pożarem endogenicznym rejonu ściany jest poziom zaawansowania procesu samozagrzewania, który może mieć miejsce poza punktem pomiaru CO we wlotowym prądzie powietrza świeżego, to wskaźnik ilościowy powinien to uwzględnić. Zatem parametr kryterialny powinien być określony jako

$$\Delta q_{\text{CO}} = q_{\text{wyl,CO}} - q_{\text{wt,CO}} \quad (1)$$

Druga uwaga dotyczy niespójności niektórych danych zawartych w tabeli 5 załącznika 5 do przepisów (Rozporządzenie ... 2016a) z danymi ujętymi w rozporządzeniu w sprawie ratownictwa górniczego (Rozporządzenie ... 2017). Mianowicie w Rozdziale 6. *Przypadki, w których wykonuje się prace profilaktyczne. Sposób prowadzenia akcji ratowniczych w zależności od rodzaju i natężeń zagrożeń występujących w zakładzie górniczym* podano m.in.:

§ 71. 1. *Prace profilaktyczne wykonuje się w przypadku:*
1) *likwidacji stanu zagrożenia pożarowego, gdy $10 < V_{\text{CO}} < 25 \text{ dm}^3/\text{min}$ przy $CO < 0,0026\%$, w szczególności w przypadku budowy tam o konstrukcji przeciwwybuchowej lub uszczelniania tam i zrobów;*

Z kolei w przepisach (Rozporządzenie ... 2016a), w załączniku 5 – tabela 5 podano, że jeśli wskaźniki ilości i przyrostu stężeń tlenu węgla zawierają się w przedziałach $10 < \dot{V}_{\text{CO}} \leq 25$ przy $\Delta CO \leq 0,0026$, to należy przystąpić do prac mających na celu likwidację lub ograniczenie zagrożenia przy zachowaniu normalnego ruchu w zagrożonym rejonie. Różnice występują w określeniu górnej granicy wartości tych

wskaźników. W przypadku przepisów [24] są one niższe – o 1 l/min we wskaźniku ilości CO i o $0,0001\%$, tj. o 1 ppm we wskaźniku przyrostu CO. Jest to niewiele, i jest to może nawet sprawa drugorzędna, ale chodzi o zasadę jednorodności prawa. Zapisy powinny być takie same, bowiem, w skrajnym przypadku, co jest oczywiście mało prawdopodobne, niepodjęcie prac profilaktycznych gdy $\dot{V}_{\text{CO}} = 25 \text{ l/min}$ przy $\Delta CO = 0,0026\%$, byłoby zgodne z rozporządzeniem (Rozporządzenie ... 2017), a niezgodne z rozporządzeniem (Rozporządzenie ... 2016a).

8. Podsumowanie

Doświadczenia związane z eksploatacją pokładów węgla przy współwystępowaniu zagrożenia metanowego i zagrożenia pożarem endogenicznym pokazują, że często występuje konflikt działań profilaktycznych dla ich zwalczania.

W świetle obowiązujących przepisów w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Rozporządzenie ... 2016a) na kierowniku ruchu zakładu górniczego ciąży obowiązek określenia środków zapobiegania zagrożeniom naturalnym, które współwystępując poprzez wzajemne na siebie oddziaływanie mogą spowodować nietypowe, nasilone przejawy swojego występowania. Musi przy tym korzystać ze wspólnej opinii zespołów do rozpoznawania i zwalczania zagrożeń występujących w ruchu tego zakładu górniczego.

Rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Rozporządzenie ... 2016) uściśla:

- ocenę poziomu zagrożenia metanowego – poprzez dobowe porównanie metanowości bezwzględnej z metanowością kryterialną w ścianach prowadzonych w pokładach zaliczonych do zagrożenia metanowego kategorii II-IV,
 - sposób postępowania w przypadku, gdy wartość metanowości bezwzględnej jest większa od wartości metanowości kryterialnej,
 - ocenę zagrożenia pożarem endogenicznym – poprzez wprowadzenie definicyjnej wartości granicznej 25 l/min tlenu węgla oraz uznanie wartości wyższych jako objawy pożaru,
- dzięki czemu ocena tych zagrożeń jest poprawna także w przypadku ścian przewietrzanych z doświeżaniem prądu powietrza wylotowego.

Niejednoznaczne natomiast są:

- w przepisach (Rozporządzenie ... 2016a) – zasady określania wartości wskaźnika ilościowego, który obliczany jest tylko dla wylotowego prądu powietrza, w przeciwieństwie do wskaźnika przyrostu stężeń CO, który uwzględnia tylko różnicę stężeń pomiędzy prądem wylotowym powietrza a prądem wlotowym,
- w przepisach (Rozporządzenie ... 2016a, Rozporządzenie ... 2017) – górne granice wartości wskaźników: ilościowego CO i przyrostu stężeń CO, które różnią się odpowiednio o 1 l/min i o $0,0001\%$, co w skrajnych przypadkach może stanowić problem interpretacyjny.

Literatura

- ADAMUS A. 2007 - Dynamika samovznecovaciho procesu uhli v OKR. Materiały Mezinárodní konference „Větrání, degazace, klimatizace a báňské zachranářství”. Ostravice, Sepetná, 11-12, září 2007. Přednáška 9.
- DZIURZYŃSKI W., TRACZ J. 1994 - Dynamika ogniska pożaru w świetle badań eksperymentalnych. „Archiwum Górnictwa”, t. 39, z. 3, 407-430.

- KABIESZ J., KONOPKO W. 1995 - Problemy skojarzonych zagrożeń górniczych w polskich kopalniach węgla kamiennego. WUG – „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 5, 7-9.
- KOSTJENKO W.K., ZAWJAŁOWA E.A. 2007 - Mjehanizm samonagrzewania uglja wo wskrytych gornymi wyrobotkami gjeologiczeskich naruszenijach plastow. Materiały Mezinárodní konference akciové spoločnosti VVUU. Bezpečnosť v průmyslu „Výbuch – Požár – Havarie”. Ostrava, 12-13.04.2007, 62-67.
- MACIEJASZ Z., KRUK F. 1997 - Pożary podziemne w kopalniach. Cz. 1. Wyd. „Śląsk”, Katowice.
- OLPIŃSKI W. 1959 - Wpływ czynników górniczych na powstawanie pożarów endogenicznych w pokładach węgla. „Archiwum Górnictwa” t. 4, z. 1-2, 135-138.
- Polska Norma 93 – PN-93/G-04558 – Węgiel kamienny. Oznaczanie wskaźnika samozapalności.
- Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 16 marca 2017 r. w sprawie ratownictwa górniczego (Dz. U. z 2017 poz. 1052).
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016a r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Dz. U. z 2017 poz. 1118).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dz. U. Nr 139, poz. 1169, z 2006 r. Nr 124, poz. 863 oraz z 2010 r. Nr 126, poz. 855).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 czerwca 2016b r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz. U. 2016 poz. 949).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 stycznia 2013 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz. U. z 2015 r. poz. 1702 i 2204).
- TARABA B. 1993 – Vliv tepelneho namahani uhli na jeho oxireaktivitu. Zavereczna zprava k HS 92/33/10, UG AV CzR, Ostrava.
- TRENCZEK S. brak w tekście 2000 - Wpływ dużych głębokości i trudnych warunków geotermicznych na zagrożenie pożarami endogenicznymi rejonu ścian zawałowych w kopalniach węgla kamiennego. Materiały III Konferencji nt. Wybieranie złóż na dużych głębokościach oraz w trudnych warunkach geotermicznych. Łądek Zdrój, czerwiec 2000.
- TRENCZEK S. 2002 - Odmetanowanie jako istotny czynnik zwalczania zagrożeń skojarzonych. „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, seria Górnictwo, z. 254, s. 445-455.
- TRENCZEK S. 2005 - Doraźna ocena wpływu czynników geomechanicznych, termofizycznych i górniczych na zagrożenie pożarem endogenicznym rejonu ściany zawałowej. „Przeгляд Górnicy”, nr 12, 26-33.
- TRENCZEK S. 2006 - Znaczenie automatycznej aerometrii górniczej w wykrywaniu zagrożenia pożarowego. „Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa” nr 5, s. 14-22.
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2015 r. – tekst jednolity – Poz. 196).
- Zasady prowadzenia ścian w warunkach zagrożenia metanowego. Instrukcja Nr 17 GIG. Katowice – Mikołów, 2004.

Artykuł wpłynął do redakcji – lipiec 2017
Artykuł akceptowano do druku 20.08.2017



Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki AGH ZAPRASZA NA

XXI ZIMOWĄ SZKOŁĘ MECHANIKI GÓROTWORU I GEOINŻYNIERII

11-15 marca 2018 Zakopane, Hotel Grand Nosalowy Dwór

Tematyka Konferencji

- Nowe techniki i technologie w górnictwie i budownictwie
- Budownictwo podziemne i tunelowe
- Monitoring w budownictwie i górnictwie
- Modelowanie ośrodka skalnego i gruntowego
- Stateczność obiektów geotechnicznych i wyrobisk górniczych
- Laboratoryjne i polowe badania skał i gruntów

Program Konferencji

- wykłady monograficzne
- referaty naukowe
- prezentacje firm branżowych

Ponadto

- wycieczka technologiczna - tunel w Lubniu
- publikacje w czasopismach punktowanych
- zawody sportowe



Katedra Geomechaniki,
Budownictwa i Geotechniki



Fundacja Nauka i Tradycje
Górnicy

Kontakt

Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki
Akademia Górniczo-Hutnicza
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel. 12 617 21 04, 12 617 47 68

Szczegółowe informacje:
home.agh.edu.pl/~zsmgig