ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2005
Seria: GÓRNICTWO z. 270 Nr kol. 1698

Stanisław TRENCZEK
Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa EMAG, Katowice

WYKORZYSTANIE ROZPOZNANIA PASYWNEGO POTENCJALNEGO POZIOMU ZAGROŻEŃ AEROLOGICZNYCH PRZY PROJEKTOWANIU EKSPLOATACJI POKŁADÓW WĘGLA

Streszczenie. Omówiono uwarunkowania wpływające na zagrożenia aerologiczne, jakie występują lub mogą wystąpić podczas eksploatacji węgla. Scharakteryzowano czynniki wpływające na kształtowanie się poziomu tych zagrożeń oraz przedstawiono uniwersalny ich podział na trzy grupy: naturalne, górnicze i techniczne. Omówiono rozpoznanie pasywne potencjalnego poziomu zagrożeń aerologicznych oraz jego wpływ na optymalizację bezpieczeństwa projektowanych robót górniczych. Podano kryteria dla poszczególnych zagrożeń, na podstawie których wymagane są prognozy i konieczne jest zaplanowanie prac profilaktycznych. Na koniec zaakcentowano znaczenie analizy prognozowanego poziomu zagrożeń w poszczególnych fazach eksploatacji pod kątem określenia zagrożenia dominującego i podporządkowania temu właśnie zagrożeniu planowanych prac profilaktycznych.

TAKING ADVANTAGE OF PASSIVE RECONNAISSANCE FOR POSSIBLE LEVEL OF AEROLOGIC HAZARD IN DESIGNING OF EXPLOITATION PLANS FOR HARD COAL SEAMS

Summary. The present paper deals with conditions that affect aerologic hazards that occur or are likely to occur during exploitation of coal seams. A number of factors that determine degree of such hazards are discussed with their common subdivision into three groups: natural, mining-related and technical ones. The main attention is paid to *passive reconnaissance* for possible level of aerologic hazard and influence of such a reconnaissance onto safety optimisation of the excavation work under design. Possible threats and hazards are characterised by the specified criteria that serve as a background for prediction and making decisions whether or not any prophylactic and preventive measures should be envisaged. Eventually the importance of the analysis as related with the presumed degree of hazard during subsequent phases of exploitation is stressed out in terms of identification of the predominant threat and association of envisaged prophylactic and preventive efforts with the identified major hazard.

1. Wprowadzenie

Katastrofy związane z wybuchem lub zapaleniem metanu, wybuchem pyłu węglowego, czy też pożarami stale towarzyszą podziemnej eksploatacji złóż węgla kamiennego. Ostatnie tragedie z ukraińskich, rosyjskich czy chińskich kopalń dobitnie świadczą o skali niebezpieczeństwa. Również w Polsce zdarzają się niebezpieczne i tragiczne w skutkach zdarzenia, chociaż ich rozmiar bywa nieporównywalnie mniejszy. Dzięki szczegółowym badaniom i analizowaniu takich zdarzeń przez specjalistów Wyższego Urzędu Górniczego, naukowców wyższych uczelni i jednostek badawczo-rozwojowych oraz wybitnych praktyków górniczych możliwe jest (prawie zawsze) ustalenie ich przyczyn i przebiegu. Pozwala to m.in. wyciągnąć odpowiednie wnioski, z których część zazwyczaj ukierunkowuje dalszy rozwój nauki oraz techniki i technologii górniczych.

Najczęściej o zdarzeniu decyduje wiele czynników, spośród których – w zależności od przyjętych kryteriów – można wyróżnić kilka grup, m.in.:

- warunki naturalne (np. zaleganie górotworu, pokładu),
- rozpoznanie pasywne, tj. określenie potencjalnego poziomu występujących zagrożeń (np. w pokładzie, jego sąsiedztwie) oraz wykonanie prognoz kształtowania się zagrożenia w czasie eksploatacji,
- wpływ człowieka na obniżenie poziomu zagrożeń (np. na etapie rozpoznawania i prognozowania zagrożeń, projektowania eksploatacji i prac profilaktycznych),
- poziom techniczno-technologiczny prowadzenia robót (np. dobór maszyn i urządzeń, obudowa wyrobisk, system eksploatacji),
- rozpoznawanie aktywne, tj. rzeczywistego poziomu występujących zagrożeń (np.: sposób kontroli i systemowego monitorowania rejonu eksploatacji – parametrów pracy urządzeń, niebezpiecznych czynników itp.),
- przewidywalność niebezpiecznych zdarzeń (np. wstrząsu górotworu, tąpnięcia, samozapalenia węgla, wybuchu metanu lub pyłu węglowego),
- posiadanie odpowiednich procedur dla stanów statycznych i dynamicznych (stopień ich rozpowszechnienia wśród załogi, możliwości szybkiego informowania i alarmowania),
- zdolność decydentów (kierownictwa kopalni, dyspozytora bezpieczeństwa, dozoru górniczego itp.) do zachowania rygorów zawartych w procedurach dla stanów dynamicznych (np. w przypadku wzrostu zagrożenia naturalnego, technicznego).

Wydobycie węgla kamiennego na świecie realizowane jest z coraz większym udziałem eksploatacji podziemnej, a w tym z kopalń głębinowych. Konsekwencją tego są coraz liczniej występujące zagrożenia, z których najliczniejszą grupę stanowią zagrożenia aerologiczne [9]. Zagrożenia te w zdecydowanej większości przypadków są podobne do siebie bez względu na szerokość geograficzną ich występowania. Różnice występują jednak w poziomie ich *rozpoznania pasywnego* i *rozpoznawania aktywnego*, ocenie poziomu niebezpieczeństwa, czy też w ustanowionych granicznych wartościach parametrów dla *fazy statycznej*, po przekroczeniu których następuje *faza dynamiczna* zagrożenia. W fazie tej powinny być realizowane procedury, odpowiednie do doraźnych *stanów awaryjnych* (działania profilaktyczne) lub *stanów krytycznych* (prace akcyjno-ratownicze).

Rzetelne *rozpoznanie pasywne* zagrożeń aerologicznych pozwala dokonać obszernej, kilkuetapowej analizy i przygotować bezpieczną eksploatację.

2. Czynniki charakteryzujące zagrożenia aerologiczne

Do zagrożeń aerologicznych [9] należą zagrożenia, mające bezpośredni lub pośredni związek z procesem przewietrzania kopalń, tj. zagrożenia: wentylacyjno-gazowe, klimatyczne, metanowe, pożarem endogenicznym, działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, wybuchem pyłu węglowego oraz radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi. Na poziom tych zagrożeń wpływ mają różne czynniki. Przyjmując, jako uniwersalne kryterium, wpływ człowieka, czynniki te można je podzielić (tabl. 1) [8] na naturalne – będące poza wpływem człowieka, górnicze – wpływ człowieka ograniczony (możliwość ingerencji na etapie projektowania) oraz techniczne – zasadniczo zależne od człowieka.

Tablica 1

Uniwersalny podział czynników wpływających na zagrożenia aerologiczne

Rodzaj zagrożenia	*Czynniki wpływające na poziom zagrożenia*		
	Naturalne	Górnicze	Techniczne
Zagrożenie wentylacyjno -gazowe	Gwałtowna i głęboka zmiana ciśnienia atmosferycznego; Słaby strop (obwały); Pęczniejący spąg (zaciskanie wyrobiska);Skłonność górotworu do tąpań (wstrząsy, tąpnięcia)	Rozcięcie pokładu; Sąsiedztwo zrobów;	Depresja wentylatora głównego przewietrzania; Natężenie przepływu powietrza; Przewietrzanie podpoziomowe; Rozkład pola potencjału aerodynamicznego;

cd. tabl. 1

Zagrożenie klimatyczne	Temperatura pierwotna górotworu; Głębokość zalegania; Zawodnienie lub zawilgocenie górotworu;	Zawodnienie wyrobisk; Zawilgocenie powietrza;	Sposób urabiania; Moc zainstalowanych urządzeń elektrycznych; System kierowania stropem; System przewietrzania; Intensywność przewietrzania; System odwadniania; Stosowanie urządzeń chłodniczych;
Zagrożenie metanowe	Metanonośność pokładu – zawartość w węglu metanu pochodzenia naturalnego; Wskaźnik desorpcji metanu – zależność pomiędzy intensywnością desorpcji a ilością metanu zawartego w badanym węglu;	Sąsiedztwo zametanowanych zrobów; Nad- lub podbieranie silnie metanowych pokładów; Zagrożenie tąpaniami; Zagrożenie pożarowe; Występowanie w stropie lub spągu skał skłonnych do iskrzenia zapalającego metan;	Sposób urabiania (kombajn, materiał wybuchowy); Urabianie skał skłonnych do iskrzenia zapalającego metan; System kierowania stropem (zawał, podsadzka); System eksploatacji (poprzeczny, podłużny); System przewietrzania (np. *U*, *Y*, *Z* itp.); Intensywność przewietrzania; Efektywność odmetanowania; Wielkość dobowego wydobycia;
Zagrożenie pożarem endogenicznym	Skłonność węgla do samozapalenia; Energia aktywacji utleniania węgla; Temperatura pierwotna górotworu;	Rozkład pola potencjałów aerodynamicznych; Pozostawianie węgla w zrobach; Występowanie zaburzeń geologicznych; Zagrożenie tąpaniami;	Sposób urabiania; System kierowania stropem; System przewietrzania; Intensywność przewietrzania; Wielkość postępu miesięcznego; Skuteczność stosowanej profilaktyki (np. przemulanie, inertyzacja);
Zagrożenie działaniem pyłami szkodliwym i dla zdrowia	Zawartość wolnej krzemionki SiO_2 w pyle kopalnianym;	Wielkość stężenia pyłu wdychanego; Wielkość stężenia pyłu respirabilnego; Sąsiedztwo przodków powodujących zapylenie powietrza dopływowego;	Sposób urabiania; System kierowania stropem; Intensywność przewietrzania; Skuteczność zraszaczy; Skuteczność stosowanego filtrującego sprzętu ochrony układu oddechowego;
Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego	Zawartość części lotnych w węglu; Zawilgocenie węgla;	Intensywność osiadania pyłu węglowego; Sąsiedztwo przodków powodujących zapylenie powietrza dopływowego;	Sposób urabiania; System kierowania stropem; Intensywność przewietrzania; Skuteczność zraszaczy; Skuteczność zabezpieczania pyłu węglowego niebezpiecznego;
Zagrożenie radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi	Emisja krótkożyciowych produktów rozpadu radonu lub izotopów radu z górotworu lub osadów i wód dołowych; Emisja promieniowania gamma z górotworu lub osadów i wód dołowych.	Występowanie osadów dołowych emitujących izotopy radu lub promieniowanie gamma.	Intensywność przewietrzania; Skuteczność usuwania wód i osadów dołowych.

Projektowanie eksploatacji w warunkach występowania zagrożeń naturalnych jest procesem złożonym i tym trudniejszym, im więcej zagrożeń występuje. Dlatego też –

zdaniem autora – powinno ona przebiegać według określonych procedur, w następujących etapach:

1. *Rozpoznanie pasywne* zagrożeń – faza I – oparte na występujących warunkach naturalnych oraz dotychczas wykonanych robotach górniczych w danym rejonie (tzw. zaszłości eksploatacyjne).
2. Wykonanie projektu wstępnego eksploatacji: system eksploatacji, wyposażenie techniczne, technologia robót i plan wydobycia.
3. *Rozpoznanie pasywne* zagrożeń – faza II – tj. wykonanie prognoz kształtowania się zagrożeń, z uwzględnieniem wyników fazy I *rozpoznania pasywnego* i warunków projektu wstępnego, oraz zaprojektowanie systemowego monitorowania zagrożeń (rodzaj i rozmieszczenie czujników, systemy zabezpieczające itp.).
4. Wykonanie projektu skorygowanego – po weryfikacji założeń wstępnego projektu z prognozami zagrożeń i projektem systemowego monitorowania oraz po dokonaniu niezbędnych zmian.
5. Zaplanowanie prac profilaktycznych dla zwalczania poszczególnych zagrożeń, z uwzględnieniem założeń projektu skorygowanego oraz zagrożenia dominującego.
6. Wykonanie projektu ostatecznego – po weryfikacji założeń projektu skorygowanego z planami prac profilaktycznych i po dokonaniu niezbędnych zmian.

Taki tryb postępowania powinien wyeliminować, a przynajmniej zdecydowanie ograniczyć czynnik nieprzewidywalności, którego skutkiem są zazwyczaj straty ekonomiczne lub nawet niebezpieczne (tragiczne) zdarzenia.

Dalsze rozważania ograniczą się do zagadnień związanych z zagrożeniami aerologicznymi.

3. Rozpoznanie pasywne poziomu zagrożeń aerologicznych

Rozpoznawanie wszystkich zagrożeń naturalnych związanych z ruchem zakładu górniczego jest ustawowym obowiązkiem [13]. Zagrożenia te, to przede wszystkim zagrożenia aerologiczne (tabl. 1) oraz zagrożenie tąpaniami i zagrożenie wodne. Rozpoznawanie ich poziomu musi być odpowiednio aktualizowane, dzięki czemu wiedza z dotychczas dokonanego rozpoznania wykorzystywana jest na etapie projektowania eksploatacji. W szczególnych przypadkach korzystać należy również z rozpoznania dokonanego w sąsiedniej kopalni (graniczącej swoim obszarem górniczym). Stosownie do

tego, pokład węgla lub jego część, poziom, rejon, czy też wyrobisko lub jego część zaliczane lub klasyfikowane są pod względem zagrożeń do poszczególnych stopni, kategorii, klas lub grup [7, 5, 4]. Tak sklasyfikowane zagrożenia charakteryzują więc ich poziom potencjalny, który w czasie eksploatacji niekoniecznie musi odpowiadać rzeczywistemu poziomowi zagrożeń. Dlatego też taki sposób rozpoznania potencjalnych zagrożeń można nazwać *rozpoznaniem pasywnym*.

W zakresie zagrożeń aerologicznych, faza I rozpoznania ich potencjalnego poziomu dokonywana jest na podstawie obowiązujących kryteriów klasyfikacji (tabl. 2).

Tablica 2

Rozpoznanie pasywne zagrożeń aerologicznych, faza I – kryteria klasyfikacji

Rodzaj zagrożeń	Określany czynnik	Rodzaj klasyfikacji, parametr	Skala zagrożenia	Kryteria
Zagrożenie Wentylacyjno -gazowe	Sposób prowadzenia powietrza	Określenie zagrożenia wentylacyjnego, w zależności od na-chylenia wyrobiska z powie-trzem prowadzonym po upa-dzie, α [°]	Zagrożenie dopuszczalne – powietrze sprowadzane na upad	$0 < \alpha \leq -10$
			Zagrożenie akceptowalne, przy zachowaniu ustalo-nych rygorów dla scho-dzącego prądu powietrza	$\alpha > -10$
Zagrożenie Klimatyczne	Poziom krytyczny – PK	Klasyfikacja poziomu, rejonu eksploatacyjnego lub wyrobiska, w zależności od tempera-tury pierwotnej masywu skalnego, t_{pg} [°C]	I PK	$30 \leq t_{pg} < 35$
			II PK	$35 \leq t_{pg} < 40$
			III PK	$t_{pg} \geq 40$
	Wskaźnik klimatyczny – K	Klasyfikacja poziomu, w zależności od wartości wskaźnika klimatycznego K, $K = (t_{pg} - t_d) : (t_d - t_p)$ gdzie : t_{pg} – temperatura pierwotna masywu skalnego danego poziomu, t_d – dopuszczalna temperatura powietrza w miejscu pracy załogi bez stosowania skróconego czasu pracy, t_d = 28 °C, t_p - temperatura powietrza na podszybiu danego poziomu,	Brak zagrożenia cieplnego	$K \leq 0$
			Niewielkie zagrożenie cieplne	$0 < K \leq 0{,}8$
			Zagrożenie cieplne	$0{,}8 < K \leq 1{,}5$
			Duże zagrożenie cieplne	$K > 1{,}5$

cd. tabl. 2

Zagrożenie Metanowe	Kategoria zagrożenia metanowego –kzm	Zaliczenie pokładu lub jego części, w zależności od: – stwierdzonej maksymalnej wartości metanu pochodzenia naturalnego (metanonośności pokładu), M_{NP} [m^3/Mg $_{csw}$], – wystąpienia nagłego wypływu metanu albo wyrzutu metanu i skał	I kzm	$0,1 \leq M_{NP} \leq 2,5$
			II kzm	$2,5 < M_{NP} \leq 4,5$
			III kzm	$4,5 < M_{NP} \leq 8,0$
			IV kzm	$M_{NP} > 8,0$ lub wystąpił nagły wypływ metanu albo wyrzut metanu i skał
	Stopień niebezpieczeństwa wybuchu metanu	Zaliczenie wyrobiska lub jego części do pomieszczenia z odpowiednim stopniem niebezpieczeństwa, w zależności od możliwości nagromadzenia się metanu w powietrzu, M_p [%]	stopień „a"	$M_p \leq 0,5$
			stopień „b"	$M_p \leq 1,0$
			stopień „c"	$M_p > 1,0$
Zagrożenie pożarami endogenicznymi	Grupa samozapalności	Klasyfikacja węgla (pokładu lub jego części), w zależności od: – wskaźnika samozapalności węgla, S_z^a [°C/min], – energii aktywacji utleniania węgla, A [kJ/mol]	grupa I	$S_z^a \leq 80$ $A > 67$
			grupa II	$S_z^a \leq 80$ $67 \geq A \geq 46$
			grupa III	$S_z^a \leq 80$ $A < 46$
				$80 < S_z^a \leq 100$ $A > 42$
			grupa IV	$80 < S_z^a \leq 100$ $A \leq 42$
				$100 < S_z^a \leq 120$ $A > 34$
			grupa V	$100 < S_z^a \leq 120$ $A \leq 34$
				$S_z^a > 120$ A – nie oznaczana
	Teoretyczny (wyznaczony laboratoryjnie) czas potrzebny do samozapalenia węgla	Oznaczenie okresu inkubacji pożaru – τ_{ink} [dni], dla określenia bezpiecznego czasu postoju ściany – τ_{pos} [dni]	Zagrożenie nie występuje	$\tau_{ink} > \tau_{pos}$
			Zagrożenie występuje	$\tau_{ink} \leq \tau_{pos}$
Zagrożenie działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia	Zawartość SiO_2 w pyle kopalnianym	Określenie najwyższych dopuszczalnych stężeń NDS [mg/m^3] pyłu frakcji wdychalnej (f_w) i respirabilnej (f_r), zależnych od zawartości SiO_2 [%] w pyle	$SiO_2 < 2$	$f_w = 10$
			$2 \leq SiO_2 < 10$	$f_w = 4$ $f_r = 2$
			$10 \leq SiO_2 \leq 50$	$f_w = 2$ $f_r = 1$
			$SiO_2 > 50$	$f_w = 1$ $f_r = 0,3$

cd. tabl. 2

Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego	Klasa zagrożenia wybuchem pyłu węglowego – zawartość części lotnych w węglu > 10 %	Zaliczenie pokładu lub jego części, albo wyrobiska lub jego części, w zależności od: – naturalnego sposobu zabezpieczenia występującego pyłu węglowego – długości odcinków wyrobisk z występującym niezabezpieczo- nym (w sposób naturalny) pyłem węglowym	klasa A	Występujący pył węglowy zabezpieczony jest w sposób naturalny, a odcinki wyrobiska z pyłem kopalnianym niezabezpieczonym są krótsze niż 30 m i występują nie bliżej niż 100 m od siebie
			klasa B	Nie spełnione kryteria klasy A
Zagrożenie radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi	Klasa zagrożenia radiacyjnego	Zaliczenie wyrobisk, w zależności od potencjalnego narażenia pracownika na otrzymanie rocznej dawki skutecznej, R_{DS} [mSv]	klasa A	$R_{DS} > 6$
			klasa B	$1 < R_{DS} \leq 6$

W zakres fazy II rozpoznania pasywnego wchodzi prognoza poziomu danego zagrożenia aerologicznego, jaki może występować w czasie eksploatacji. Prognoza taka powinna być wykonywana dla warunków ujętych w przygotowywanym projekcie eksploatacji. Dotyczy ona tylko niektórych zagrożeń i to pod warunkiem odpowiednio wysokiego ich poziomu (tabl. 3), określonego w fazie I rozpoznania.

Tablica 3

Rozpoznanie pasywne zagrożeń aerologicznych, faza II – kryteria prognozowania

Rodzaj zagrożenia	Przeznaczenie prognozy	Kryteria prognozy	Charakter prognozy
Zagrożenie wentylacyjno-gazowe	Ściana w polu niemetanowym lub metanowym	Zachowanie dopuszczalnych stężeń gazów; Prędkość powietrza $v \leq 5$m/s;	Minimalny wydatek powietrza ze względu na liczbę pracowników na najliczniej obłożonej zmianie roboczej
	Ściana w polu metanowym	Minimalna prędkość powietrza $v > 0{,}3$ m/s	Minimalny wydatek powietrza ze względu na konieczność zachowania minimalnej prędkości powietrza
	Sciana w polu II, III, IV kzm	Metanowość $m_b > 5$ m^3/min	Minimalny wydatek powietrza ze względu na prognozowaną metanowość
	Urabianie kombajnem w ścianie w polu II, III, IV kzm	Przy urabianiu twardych skał (stropowych, spągowych) wymagana prędkość powietrza $v > 1{,}0$ m/s	Minimalny wydatek powietrza ze względu na konieczność zachowania wymaganej prędkości powietrza
Zagrożenie klimatyczne	Poszczególne wyrobiska; Rejon	I, II, III PK – $t_{pg} > 30^0$C	Prognoza warunków klimatycznych i ustalenia działań zapewniających utrzymanie właściwych warunków klimatycznych
Zagrożenie metanowe	Ściana w polu II, III, IV kzm	Metanonośność $M_{NP} > 2{,}5$ m^3/Mg $_{csw}$	Prognoza metanowości bezwzględnej (m_b), dla różnych wielkość dobowego wydobycia
	Każda ściana	Lokalizacja ściany w odległości: – do 120 m pod, - – do 60 m nad niewyeksploatowanym pokładem węgla o metanonośności $M_{NP} > 2{,}5$ m^3/Mg $_{csw}$	

Prognozowanie poziomu zagrożenia pożarem endogenicznym nie jest wymagane przepisami, lecz dla wykluczenia czynnika nieprzewidywalności powinno się taką prognozę wykonać dla każdej projektowanej ściany. Prognozę taką można wykonać według opracowanego w latach 70. ub. wieku wskaźnika pożarowości *PS* [1], lub według nowszego – z lat 90. ub. wieku - zmodyfikowanego wskaźnika *NPS* [2, 3], albo według najnowszej metody (2001 r.) wskaźnika *WPS* pożarowości ścian [10], który oblicza się za pomocą programu komputerowego. Wskaźnik *WPS* wykorzystuje analizę skupień w wersji metody kombinatorycznej, która jest narzędziem do analizy dwunastu czynników geologiczno-górniczych wpływających na stymulację i destymulację pożaru endogenicznego. Wynikiem tej prognozy jest zaklasyfikowanie projektowanej ściany do jednego z trzech stopni zagrożenia.

Dla pozostałych zagrożeń aerologicznych – tj. działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, wybuchem pyłu węglowego i radiacyjnego naturalnymi substancjami promieniotwórczymi – prognozowania ich poziomu nie wykonuje się. Wykonuje się natomiast, co jest niezmiernie ważne w kontekście bezpieczeństwa ruchu zakładu, prognozy pozostałych zagrożeń naturalnych, tj. zagrożenia tąpaniami, zagrożenia wodnego, zagrożenia wyrzutami gazów i skał.

4. Profilaktyka dla zagrożeń aerologicznych

Projekt eksploatacji powinien zawierać plan prac profilaktycznych dla takich zagrożeń, których poziom jest odpowiednio wysoki. Dla niektórych zagrożeń kryteria prac profilaktycznych są określone przepisami [11, 6, 13] lub zasadami [12], które systematyzują ich stosowanie (tabl. 4).

Tablica 4

Kryteria planowania prac profilaktycznych

Rodzaj zagrożenia	Kryteria prac profilaktycznych	Charakter profilaktyki
Zagrożenie wentylacyjno-gazowe	Awaryjna przerwa w pracy wentylatora głównego przewietrzania dłuższa niż 20 minut	Wstrzymanie wykonywania robót; Wyłączenie urządzeń spod napięcia w polach metanowych II, III i IV kzm; Wyprowadzenie załogi w kierunku szybów wydechowych lub na powierzchnię;
	Uzasadnione sprowadzanie powietrza wyrobiskiem na upad $\alpha > -10°$	Stabilizacja kierunku przepływu powietrza; Kontrola prędkości i wydatku powietrza; Zdalne alarmowanie i wycofanie załogi z zagrożonego rejonu;

cd. tabl. 4

Zagrożenie klimatyczne	II PK lub $0,8 < K \leq 1,5$	Intensyfikacja przewietrzania
	III PK lub $K > 1,5$	Intensyfikacja przewietrzania; Korzystanie z urządzeń chłodniczych; Osuszanie powietrza;
Zagrożenie Metanowe	Pola II, III i IV kzm – urabianie kombajnem zwięzłych skał	Szczególne środki zabezpieczające przed zapłonem metanu (np. zraszanie odtylne noży kombajnowych, dodatkowe zraszanie)
	Pola II, III i IV kzm – stosowanie przenośnika ścianowego	Szczególne środki zabezpieczające przed zapłonem i przenoszeniem zapłonu metanu pod przenośnikiem (np. stosowanie dysz sprężonego powietrza do dolnych przekrojów rynien przenośnika, stosowanie rynien krytych od spodu)
	Pola II, III i IV kzm – rejon skrzyżowań ścian z chodnikami przyścianowymi	Szczególne środki zabezpieczające przed nagromadzeniem się metanu w tym rejonie (np. $m_h \leq 5$ m^3/min – stosowanie nawiewek wentylacyjnych; $m_h > 5$ m^3/min – stosowanie przegród wentylacyjnych, strumienic powietrza-eżektorów, dodatkowych lutniociągów)
	Pola IV kzm – każda ściana	Stosowanie odmetanowania
	Pola III i IV kzm – dla ścian zawałowych prowadzonych w III stopniu zagrożenia tąpaniami	
Zagrożenie pożarami endogenicznymi	Sciany zagrożone pożarem – II stopień	Ograniczanie migracji powietrza przez zroby (np. izolacja ociosów zawałowych za frontem ściany);
	Ściany pożarowe – III stopień	Ograniczanie migracji powietrza przez zroby; Stosowanie odpowiedniego systemu przewietrzania; Wyrównywanie potencjałów aerodynamicznych (np. regulacja parametrami wentylatora głównego przewietrzania, tamy regulacyjne);Likwidacja wyrobisk za ścianą (np. rabowanie, wypełnianie środkami mineralnymi lub chemicznymi); Przemulanie zrobów (np. piaskiem, pyłami elektrownianymi itp.); Inertyzacja zrobów (azotem, dwutlenkiem węgla);

Tym niemniej, zakres planowanych prac profilaktycznych powinien uwzględniać zarówno poziom zagrożenia wynikający z poszczególnych prognoz, jak też ich wpływ na inne zagrożenia. Mogłoby się bowiem zdarzyć, że prace profilaktyczne dla zwalczania jednego z zagrożeń przyczynią się do wzrostu innego zagrożenia: np. profilaktyka przeciwtąpaniowa (strzelania materiałem wybuchowym dla odprężenia górotworu) może spowodować wzrost zagrożenia pożarem endogenicznym (rozszczelinowanie pokładu węgla). Dlatego kolejnym, niezmiernie ważnym krokiem jest przeprowadzenie analizy ważności zagrożeń aerologicznych i pozostałych (jeżeli występują) zagrożeń, która pozwoli określić zakres zagrożeń skojarzonych (współwystępujących) [9] oraz zagrożenie dominujące w danej fazie eksploatacji. Zagrożeniem takim może być zagrożenie o najmniejszym stopniu przewidywalności – np. zagrożenie tąpaniami, lub zagrożenie o najwyższym poziomie – np. zagrożenie metanowe.

6. Wnioski

a) Spośród wszystkich zagrożeń naturalnych, najliczniejszą i najczęściej występującą grupą są zagrożenia aerologiczne, do których należą zagrożenia: wentylacyjno-gazowe, klimatyczne, metanowe, pożarem endogenicznym, działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, wybuchem pyłu węglowego oraz radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi.

b) Zagadnienia związane z *rozpoznaniem pasywnym* zagrożeń aerologicznych umożliwiają odpowiednią ich klasyfikację – faza I rozpoznania – i dokonanie prognoz ich przebiegu w czasie eksploatacji – faza II – oraz są podstawą do zaplanowania prac profilaktycznych.

c) Analiza poziomu prognozowanych zagrożeń pozwala określić zagrożenie dominujące w danej fazie eksploatacji oraz umożliwia takie zaplanowanie prac profilaktycznych, które z jednej strony będą podporządkowane zagrożeniu dominującemu i przyczynią się do zwalczania każdego z występujących zagrożeń, a z drugiej – nie wpłyną na wzrost innych współwystępujących zagrożeń.

d) *Rozpoznanie pasywne* zagrożeń jest bardzo ważnym elementem bezpieczeństwa ruchu zakładu, jednakże nie wyczerpuje ono zagadnienia bezpiecznej eksploatacji. Drugim, co najmniej równie ważnym elementem jest *rozpoznawanie aktywne*, bezpośrednio oceniające rzeczywisty poziom zagrożeń występujących podczas eksploatacji, które przedstawione zostaną w kolejnym artykule.

LITERATURA

1. Bystroń H., Jaroń S., Kołodziejczyk B., Markefka P., Strumiński A.: Pożary podziemne. Poradnik Górnika T. 3, Dz. III. Wyd. „Śląsk", Katowice 1974.
2. Holek S. i zespół: Analiza warunków geologiczno-górniczych mających wpływ na zaistniałe pożary endogeniczne w latach 1971-1990. Cz. I dokumentacji nr 0109030F6, GIG Katowice 1991.
3. Holek S. i zespół: Zmodyfikowana metoda wyznaczania wskaźnika oceny zagrożenia pokładu węgla pożarami endogenicznymi. Cz. II dokumentacji nr 0109030F6, GIG Katowice 1991.
4. Polska Norma PN- G–04558. Oznaczanie wskaźnika samozapalności.
5. Polska Norma PN- G-04038. Pomiar temperatury pierwotnej.
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki (Rzeczpospolitej Polski) 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 z 2002 r., poz. 1169.
7. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji (RP) z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych. Dz.U. Nr 94 z 2002 r., poz. 841.
8. Trenczek S.: Automatyczna aerometria górnicza dla kontroli zagrożeń aerologicznych. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 2005, nr 3.
9. Trenczek S.: Rozpoznanie czynników termofizycznych, a poziom zagrożenia występujący przy eksploatacji zawałowej pokładów węgla kamiennego. Materiały 10. Sesji Międzynarodowego Biura Termofizyki Górniczej „IBMT 2005". Wyd. Pol. Śl., Gliwice 2005.
10. Trenczek S.: Prognoza zagrożenia pożarami endogenicznymi ścian zawałowych w kopalniach węgla kamiennego. Praca doktorska AGH Kraków 2001.
11. Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. – Dz.U. Nr 110 z 2001 r. poz. 1190 – o zmianie ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. - Prawo geologiczne i górnicze (RP) (Dz.U. Nr 27, poz. 96 z 1996 r. z późniejszymi zmianami).
12. Zasady prowadzenia ścian w warunkach zagrożenia metanowego. Wyd. GIG, Katowice 2004.
13. Załącznik nr 5 – Zwalczanie zagrożeń. Załączniki z dnia 2 września 2002 r. do Rozporządzenia Ministra Gospodarki (RP) 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 z 2002 r., poz. 1169.

Recenzent: Dr hab. inż. Józef Sułkowski, prof. nzw. w Pol. Śl.