

XV WARSZTATY GÓRNICZE
Czarna k. Ustrzyk Dolnych-Bóbrka
4-6 czerwca 2012 r.

Szacowanie względnego ryzyka utraty funkcjonalności wyrobisk w rejonie ściany w oparciu o rozpoznane zagrożenia

Stanisław Trenczek, Monika Fedko

Wprowadzenie

Zagrożenia występujące w kopalniach węgla kamiennego -
zróżnicowane pod względem:

- częstości i poziomu występowania,
- przewidywalności wzrostu poziomu,
- skutków przekroczenia poziomu tolerowalnego.

Projekt

**„Informatyczny system wspomaganie kompleksowego
zarządzania zagrożeniami górniczymi”**

Realizacja: Główny Instytut Górnictwa.

Współudział: pracownicy ITI EMAG, Politechniki Śląskiej.

Wprowadzenie

Rezultaty projektu:

- możliwość porównania pod względem zagrożeń wszystkich rejonów eksploatacyjnych,
- monitorowanie parametrów charakteryzujących zagrożenia,
- obliczanie wskaźników określających poziom zagrożeń,
- ocena poziomu ryzyka,
- obliczanie i wizualizacja nowo opracowanych wskaźników:
 - poziomu potencjalnego zagrożeń,
 - poziomu rzeczywistego zagrożeń,

Wprowadzenie

Rezultaty projektu:

- sygnalizowanie zmian poziomu według kryteriów oceny ryzyka,
- wysyłanie komunikatów ostrzegawczych i alarmowania,
- uruchamianie zabezpieczeń chroniących załogę i ruch zakładu górniczego przed skutkami przekroczenia poziomu nietolerowalnego,
- wizualizacja komunikatów z procedurami bezpieczeństwa.
- wyższy poziom zarządzania bezpieczeństwem:
 - załogi,
 - ruchu zakładu górniczego.

Charakterystyka występowania zagrożeń i ich skutków

Ustawa Prawo geologiczne i górnicze

Art. 117. Przedsiębiorca jest obowiązany:

- 1) rozpoznawać zagrożenia związane z ruchem zakładu górniczego i podejmować środki zmierzające do zapobiegania i usuwania tych zagrożeń;
- 2) posiadać odpowiednie środki materialne i techniczne oraz służby ruchu zapewniające bezpieczeństwo pracowników i ruchu zakładu górniczego;
- 4) oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe oraz stosować niezbędne rozwiązania zmniejszające to ryzyko, w tym przez sporządzenie dokumentu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia;

Charakterystyka występowania zagrożeń i ich skutków

Zagrożenia w rejonach eksploatacyjnych:

- **powszechnie występujące:**

- zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia,
- zagrożenie pożarami endogenicznymi,

- **wysoka częstość występowania (> 50% rej. ekspl.):**

- zagrożenie wybuchem pyłu węglowego,
- zagrożenie metanowe,
- zagrożenie tąpnięciami,

- **średnia częstość występowania – (ok. 30% rej. ekspl.):**

- zagrożenie klimatyczne (zakres będzie wzrastać),
- zagrożenie wodne (zazwyczaj o najniższym poziomie),

- **występowanie sporadyczne:**

- zagrożenie wyrzutami gazów i skał,
- zagrożenie radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi.

Charakterystyka występowania zagrożeń i ich skutków

W podziemnych zakładach górniczych:

- różne zdarzenia,
- różne skutki: wypadki (tragedie), (tylko) utrata funkcjonalności wyrobiska (wyrobisk), lub jedno i drugie.

Rozróżnienie takiego typu ryzyka i jego oszacowanie – możliwość podjęcia działań ograniczających skutki ich wystąpienia.

Według szacunków Wyższego Urzędu Górniczego – około 30 % wypadków ma związek z warunkami naturalnymi kształtującymi zagrożenia naturalne.

Okolo 30% takich wypadków i zdarzeń ma miejsce w rejonie wyrobiska ścianowego.

Charakterystyka występowania zagrożeń i ich skutków

Szacunkowo 70% zdarzeń spowodowanych udziałem zagrożeń naturalnych:

- wymusza bądź wycofanie załogi z powodu zagrożenia gazowego (metan, tlenek węgla), lub zatrzymanie ruchu z powodu zbyt małych przekrojów wyrobisk (wstrząsy, tąpnięcia, obwały),
- awarie maszyn i urządzeń – spowodowane ma miejsce w rejonie ściany.

Rejon ściany powinien być szczególnie oceniany pod względem różnego rodzaju ryzyka.

Potencjalne powody utraty funkcjonalności wyrobiska

Na utratę funkcjonalności wyrobiska wpływ mogą mieć niekorzystne zdarzenia związane z geosferą i atmosferą jakie występują w rejonie ściany.

Zjawiska związane z geosferą:

Wstrząs górotworu

Odprężenie

Tąpnięcie

Wyrzut gazów i skał

Zawał skał stropowych

Wdarcie wody, solanki, ługów albo wody z luźnym materiałem do wyrobisk

Niekontrolowany doływ wody, solanki

Potencjalne powody utraty funkcjonalności wyrobiska

Zjawiska skutkujące powstaniem niewłaściwej atmosfery:

*Nagły wypływ gazów (metan, azot, dwutlenek węgla)
z górotworu*

*Wypływ szkodliwych gazów zrobowych (metan, tlenek węgla,
dwutlenek węgla)*

Pożar endo- lub egzogeniczny

*Niezachowanie przepisowych parametrów przewietrzania
(wzrost stężeń gazów szkodliwych)*

*Niezabezpieczenie pyłu węglowego w strefie (powstanie
mieszanki wybuchowej)*

Nieskuteczne zraszanie (przekroczenie NDS)

Naturalna emisja substancji promieniotwórczych

Ocena ryzyka potencjalnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Wartości stopni przewidywalności i prawdopodobieństwa

Stopień przewidywalności			Stopień prawdopodobnych skutków		
Wartość kn_i	Ocena	Zagrożenie	Wartość ks_i	Ocena	Zagrożenie
1	łatwo-przewidywalne	<ul style="list-style-type: none"> - wybuchem pyłu węglowego, - działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, - wodne, - radiacyjne, - klimatyczne 	1	bez wypadków śmiertelnych	<ul style="list-style-type: none"> - działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, - wodne, - radiacyjne, - klimatyczne
2	średnio-przewidywalne	<ul style="list-style-type: none"> - metanowe, - pożarowe 	2	wypadki śmiertelne (kilka)	<ul style="list-style-type: none"> - tapaniami, - pożarowe
3	trudno-przewidywalne	<ul style="list-style-type: none"> - tapaniami, - wyrzutami gazów i skał 	3	katastrofa	<ul style="list-style-type: none"> - metanowe, - wybuchem pyłu węglowego, - wyrzutami gazów i skał

Ocena ryzyka potencjalnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Dla potrzeb bezwzględnej oceny ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska - przyjęto trzy podstawowe możliwości:

- $pu_1 = 1$ – utrata gabarytów wyrobiska przyścianowego lub/i ścianowego (wysokość lub/i szerokość),
- $pu_2 = 2$ – utrata zdolności urabiania węgla,
- $pu_3 = 3$ – utrata możliwości przebywania pracowników w rejonie ściany.

W ocenie ryzyka potencjalnego RP występującego zagrożenia dla wyrobiska W w kontekście danego zagrożenia C_i istotny jest jego potencjalny poziom C_{ij} – stopień, kategoria, klasa, poziom, czy grupa – związany z ewentualnymi skutkami pu_j , co pozwala określić wagę potencjalną tego zagrożenia wpu_j .

Można to wyrazić jako

$$RPW(C_{ij}) = wpu_j = \sum pu_j$$

Ocena ryzyka potencjalnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Zagrożenie	C_i	C_{ii}	Poziom zagrożeń ia	Waga skutków zdarzenia			Waga zagrożenia wpu_i
				$sw = 1$	$sw = 2$	$sw = 3$	
tąpnięciami	C_1	C_{11}	nie występuje	-	-	-	0
		C_{12}	I stopień	1	-	-	1
		C_{13}	II stopień	1	2	-	3
		C_{14}	III stopień	1	2	3	6
metanowe	C_2	C_{21}	niemetanowy	-	-	-	0
		C_{22}	I kategoria	-	-	-	0
		C_{23}	II kategoria	-	-	-	0
		C_{24}	III kategoria	0	2	-	2
		C_{25}	IV kategoria	1	2	3	6
wybuchem pyłu węglowego	C_3	C_{30}	nie występuje	-	-	-	0
		C_{31}	klasa A	-	-	-	0
		C_{32}	klasa B	1	2	3	6
działaniem pyłów szkodliwych	C_4	C_{40}	nie występuje	-	-	-	0
		C_{41}	I poziom	-	-	-	0
		C_{42}	II poziom	-	-	-	0
		C_{43}	III poziom	-	2	-	2
		C_{44}	IV poziom	-	2	3	5
wyrzutami gazów i skał	C_5	C_{51}	nieskłonny	-	-	-	0
		C_{52}	skłonny	-	-	-	0
		C_{53}	I kategoria	1	2	-	3
		C_{54}	II kategoria	1	2	3	6

Ocena ryzyka potencjalnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Zagrożenie	C_i	C_{ii}	Poziom zagrożeń ia	Waga skutków zdarzenia			Waga zagrożenia w_{pu_i}
				pu_i			
				$sw = 1$	$sw = 2$	$sw = 3$	
wodne	C_6	$C_{6.1}$	nie występuje	-	-	-	0
		$C_{6.2}$	I stopień	-	-	-	0
		$C_{6.3}$	II stopień	1	2	-	3
		$C_{6.4}$	III stopień	1	2	3	6
radiacyjne	C_7	$C_{7.1}$	nie występuje	-	-	-	0
		$C_{7.2}$	kategoria A	-	-	-	0
		$C_{7.3}$	kategoria B	-	-	-	0
pożarowe	C_8	$C_{8.0}$	nie występuje	-	-	-	0
		$C_{8.1}$	I grupa	-	-	-	0
		$C_{8.2}$	II grupa	-	-	-	0
		$C_{8.3}$	III grupa	-	-	-	0
		$C_{8.4}$	IV grupa	-	2	-	2
		$C_{8.5}$	V grupa	-	2	3	5
klimatyczne	C_9	$C_{9.1}$	nie występuje	-	-	-	0
		$C_{9.2}$	I Poziom Krytyczny	-	-	-	0
		$C_{9.3}$	II Poziom Krytyczny	-	-	-	0
		$C_{9.4}$	III Poziom Krytyczny	-	2	3	5

Ocena ryzyka potencjalnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Ocena poziomu potencjalnego ryzyka na podstawie wartości wag wyznaczonych:

- **ryzyko niskie – RPW I** – potencjalne zakłócenie ruchu ściany, wartości $w_{p u_i}$ nie większe niż podane w pozycjach: $C_{1.2}$, $C_{2.3}$, $C_{3.1}$, $C_{4.2}$, $C_{5.2}$, $C_{6.2}$, $C_{7.3}$, $C_{8.3}$, $C_{9.3}$,
- **ryzyko średnie – RPW II** – potencjalne zatrzymanie ruchu ściany, wartości wyższe niż poziom dla ryzyka niskiego i jednocześnie poziomy zagrożeń nie kwalifikują się do poziomu określanego jako ryzyko wysokie,
- **ryzyko wysokie – RPW III** – potencjalne: zatrzymanie ruchu ściany i utrata możliwości przebywania pracowników, gdy jednocześnie:
 - występuje poziom $C_{3.2}$,
 - występuje co najmniej jeden maksymalny poziom zagrożeń z pozycji: $C_{1.4}$; $C_{2.5}$; $C_{4.4}$; $C_{5.4}$; $C_{6.4}$; $C_{8.4}$ lub $C_{8.5}$; $C_{9.4}$.

Szacowanie poziomu ryzyka względnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Szacowanie poziomu względnego ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska w rejonie eksploatacyjnym (ściany):

- czas trwania warunków sprzyjających narażeniu na zdarzenie,
- możliwość uniknięcia zdarzenia.

Czas oddziaływania – odnieść go można do doświadczeń wynikających ze statystyk skutków zaistniałych zdarzeń w rejonie ściany:

- zdecydowana ich większość miała miejsce podczas ruchu ściany,
- bardzo rzadko podczas postoju.

Możliwość wystąpienia zdarzenia – powiązana ze stopniem przewidywalności jego wystąpienia – większa przewidywalność daje większą możliwość ograniczenia wystąpienia ich skutków.

Szacowanie poziomu ryzyka względnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Szacowanie poziomu ryzyka względnego – wykorzystanie metody stosowaną do określania poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL.

Punkt wyjściowy – przyjęta ocena ryzyka potencjalnego wraz z odpowiednimi kryteriami, wyróżniająca:

- ryzyko niskie – *RPW-I*,
- ryzyko średnie – *RPW-II*,
- ryzyko wysokie – *RPW-III*.

Szacowanie poziomu ryzyka względnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Czas trwania warunków sprzyjających narażeniu pracownika na zdarzenie – przyjęto dwa poziomy:

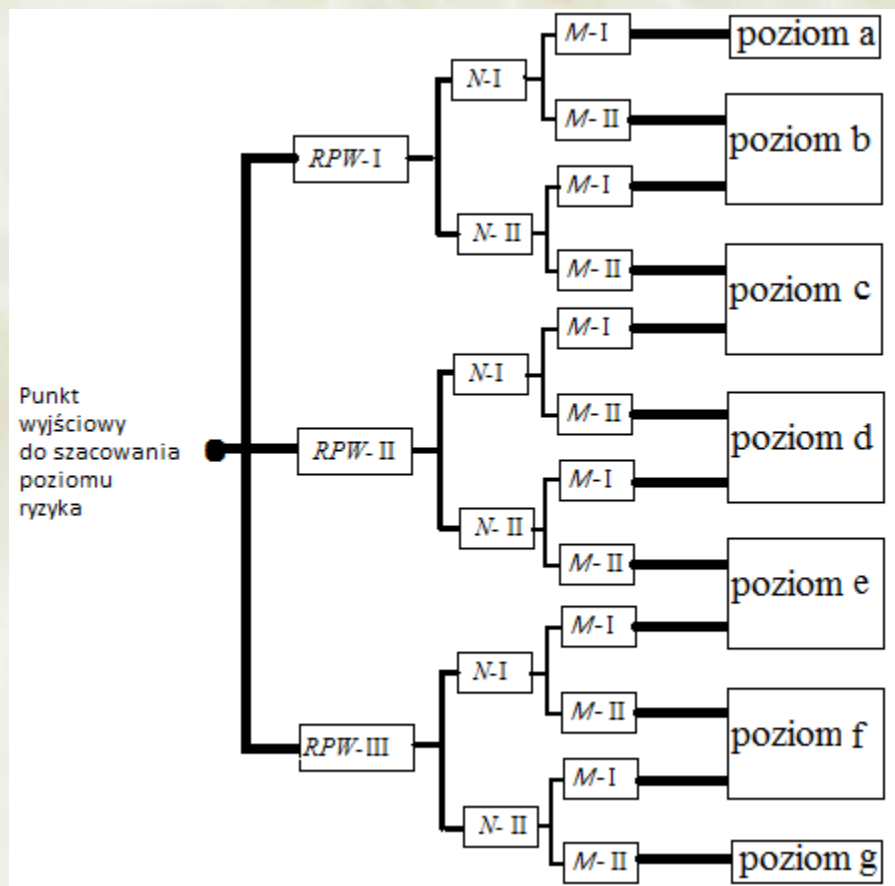
- narażenie krótkotrwałe – w okresie postoju ściany – *N-I*,
- narażenie długotrwałe – w okresie ruchu ściany – *N-II*,

Możliwości uniknięcia zdarzenia – przyjęto dwa poziomy:

- możliwe pod pewnymi warunkami, dla zagrożeń łatwo i średnio przewidywalnych – *M-I*,
- prawie niemożliwe, dla zagrożeń trudnoprzewidywalnych – *M-II*.

Szacowanie poziomu ryzyka względnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Oszacowanie poziomu względnego ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska – 7 poziomów – od poziomu a do poziomu g.



Szacowanie względnego ryzyka utraty funkcjonalności wyrobisk w rejonie ściany w oparciu o rozpoznane zagrożenia

Szacowanie poziomu ryzyka względnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Najwyższy, najniebezpieczniejszy poziom – poziom g – wyrobiska przyścianowe i wyrobisko ścianowe podczas prowadzenia ruchu w rejonie eksploatującym pokład węgla :

- zaliczony do:
 - III stopnia zagrożenia tąpnięciami,
 - IV kategorii zagrożenia metanowego,
 - klasy B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego,
 - II stopnia zagrożenia wodnego,
- zaklasyfikowany w rejonie ściany do:
 - 3 stopnia zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia,
 - V grupy samozapalności,
 - III Poziomu Krytycznego (zagrożenie klimatyczne).

Niższy poziom f – w czasie postoju tej ściany.

Szacowanie poziomu ryzyka względnego utraty funkcjonalności wyrobiska

Poziom najniższy, stosunkowo bezpieczny – poziom b – wyrobiska przyścianowe i wyrobisko ścianowe podczas postoju ściany eksploatującej pokład:

- nietąpiący,
- niemietanowy,
- nie zagrożony pod względem klimatycznym
- zaliczony do:
 - klasy A zagrożenia wybuchem pyłu węglowego,
 - I stopnia zagrożenia wodnego,
- zaklasyfikowany w rejonie ściany do:
 - 2 stopnia zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia,
 - I grupy samozapalności.

Wyższy poziom c – dla takiego rejonu podczas ruchu ściany.

Podsumowanie

Zagrożenia występujące w kopalniach węgla kamiennego są zróżnicowane pod względem: częstości i poziomu występowania, przewidywalności wzrostu poziomu oraz skutków przekroczenia poziomu tolerowalnego.

Narzędzie wspomagające decydentów w podejmowaniu działań zmierzających do obniżenia poziomu zagrożeń – opracowywane w ramach projektu „Informatyczny system wspomaganie kompleksowego zarządzania zagrożeniami górnictwem” – powinno przyczynić się do poprawy procesu zarządzania bezpieczeństwem.

Podsumowanie

Na ryzyko utraty funkcjonalności wyrobisk w rejonie eksploatacyjnym mają charakter zagrożenia i jego poziom, częstość występowania, stopień jego przewidywalności oraz dynamika skutków jego wystąpienia.

Ocena ryzyka potencjalnego dla wyrobiska – oparta na poziomach zagrożeń określonych zaliczeniami i klasyfikacjami – umożliwia przyjęcie kryteriów dla wyróżnienia niskiego, średniego i wysokiego ryzyka utraty funkcjonalności.

Dla oszacowania poziomu względnego ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska w rejonie eksploatacyjnym (ściany) oparto się na metodach związanych z bezpieczeństwem SIL – uwzględniając czas trwania warunków sprzyjających narażeniu wyrobisk na zdarzenie oraz możliwość uniknięcia zdarzenia związanego ze stopniem przewidywalności jego wystąpienia.

**Szacowanie względnego ryzyka
utruty funkcjonalności wyrobisk
w rejonie ściany w oparciu o rozpoznane zagrożenia**

**AUTORZY DZIĘKUJĄ
ZA UWAGĘ**

**Artykuł powstał w ramach realizacji projektu
nr POIG.01.030.01-00-048/08**