

Stanisław TRENCZEK, Monika FEDKO

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice

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

### Słowa kluczowe

Górnictwo podziemne, zagrożenia naturalne, rejon ściany, funkcjonalność wyrobisk, ryzyko

### Streszczenie

Na wstępie nawiązano do występujących w ruchu zakładu górniczego przypadków wzrostu poziomu zagrożeń wymagających podjęcia właściwych decyzji. Przedstawiono główne założenia realizowanego projektu strukturalnego pt. „Informatyczny system wspomagania kompleksowego zarządzania zagrożeniami górnictwem”. Przedstawiono też podsumowanie wyników badań rejonów eksploatacyjnych kopalń węgla kamiennego Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., Kompanii Węglowej S.A. i Katowickiego Holdingu Węglowego S.A., które wyróżniały zagrożenia:

- powszechnie występujące: zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia, zagrożenie pożarami endogenicznymi, zagrożenie wybuchem pyłu węglowego,
- o wysokiej częstotliwości występowania (> 50% rejonów eksploatacyjnych): zagrożenie metanowe, zagrożenie tapaniami,
- o średniej częstotliwości występowania (> 30% i ≤ 50%): zagrożenie klimatyczne (systematycznie wzrastające), zagrożenie wodne (zazwyczaj o najniższym poziomie),
- występujące sporadycznie: zagrożenie wyrzutami gazów i skał, zagrożenie radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi.

Podano potencjalne powody utraty funkcjonalności wyrobiska oraz omówiono aktualne klasyfikacje zagrożeń naturalnych oraz znaczenie oceny ryzyka. Opisano nowy sposób szacowania względnego ryzyka dla wyrobisk w rejonie ściany eksploatacyjnej wynikający z rozpoznania potencjalnego poziomu występujących zagrożeń. Na przykładzie przebadanych rejonów ścian zaakcentowano różnice dokonanych oszacowań ryzyka.

### 1. Wstęp

W ruchu zakładu górniczego występują przypadki wzrostu poziomu występujących zagrożeń wymagające podjęcia właściwych decyzji. Wspomaganie decydentów w ich podejmowaniu oraz odpowiednich do tego działań jest głównym celem projektu pt. „Informatyczny system wspomagania kompleksowego zarządzania zagrożeniami górnictwem”, realizowanego przez Główny Instytut Górnictwa przy współudziale pracowników Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG i Politechniki Śląskiej. Rezultatem projektu ma być narzędzie, które umożliwi:

- ocenianie rejonów eksploatacyjnych pod względem wszystkich zagrożeń naturalnych,
- monitorowanie parametrów charakteryzujących poziomy zagrożeń,
- obliczanie i wizualizację wskaźników określających poziom potencjalny i poziom rzeczywisty zagrożeń,
- ocenę poziomu ryzyka,
- 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,
- wizualizację komunikatów z procedurami bezpieczeństwa,

co w konsekwencji zapewni wyższy poziom zarządzania bezpieczeństwem załogi i ruchu zakładu górniczego.

Stosunkowo duży zakres tego projektu nie pozwala na jego pełniejsze zobrazowanie, jednak obszerne jego fragmenty dotyczące ocen poziomu zagrożeń były już publikowane wcześniej (Trenczek 2010a; Trenczek 2010b, Trenczek, Fedko 2010; Trenczek 2012). Przedstawiono już też częściowo wyniki prac nad oceną ryzyka (Trenczek, Fedko 2011; Trenczek 2012), jednak ryzyka pojmowanego nieco inaczej, niż w obowiązkowo opracowywanych w zakładach górniczych dokumentach ryzyka zawodowego – w zgodności z Dyrektywą Ramową 89/391/EWG (PN-N-18002: 2000 ) oraz Kodeksem Pracy (Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94 z późn. zm.).

Również i tym razem przedstawione zostanie – jako próba – szacowanie ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska z wykorzystaniem metody znanej jako Safety Integrity Level (SIL) (PN-EN 62061:2005), czyli poziom nienaruszalności bezpieczeństwa.

## **2. Charakterystyka występowania zagrożeń i ich skutków**

Z mocy nowego, obowiązującego od 1 stycznia 2012 roku prawa geologicznego i górniczego (Dz. U. z 2005 Nr 163 poz. 981) kierownik ruchu zakładu górniczego zobowiązany jest (art. 118) dokonywać zaliczania złoża, pokładów, wyrobisk, ich części oraz innych przestrzeni w zakładach górniczych, w których występują pewne zagrożenia naturalne do poszczególnych stopni, kategorii lub klas zagrożeń. Zobowiązany jest też – w przypadku kopalń węgla kamiennego – do uwzględniania wyników badań przeprowadzonych przez rzeczoznawcę do spraw ruchu zakładu górniczego oraz opinii tego rzeczoznawcy. Jest więc wykorzystywana do tego wiedza wynikająca z rozpoznania potencjalnego poziomu takich zagrożeń, jak zagrożenia (Dz. U. z 2005 Nr 163 poz. 981) tąpnięciami, metanowe, wyrzutami gazów i skał, wybuchem pyłu węglowego, klimatyczne, wodne, i substancjami promieniotwórczymi. Można tu zauważyć różnicę w stosunku do prawa geologicznego i górniczego obowiązującego do 31 grudnia 2011 r. (Dz. U. z 2005 Nr 228 poz. 1947 z późn. zm.), które uwzględniało w tych zaliczeniach zagrożenia działaniem pyłu szkodliwego dla zdrowia, a nie uwzględniało zagrożenia klimatycznego. Jednak ani poprzednie (Dz. U. z 2005 Nr 228 poz. 1947 z późn. zm.), ani obecne (Dz. U. z 2005 Nr 163 poz. 981) prawo geologiczne i górnicze nie uwzględniły zagrożenia pożarem endogenicznym jako zagrożenia wymagającego zaliczenia, chociaż jest ono bez wątpienia zagrożeniem naturalnym i podlega klasyfikacji (PN-93/G-04558).

Podstawą do tego były wyniki badań rejonów eksploatacyjnych kopalń węgla kamiennego Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., Kompanii Węglowej S.A. i Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. (Dokumentacja 2009), które wyróżniały zagrożenia:

- powszechnie występujące: zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia, zagrożenie pożarami endogenicznymi, zagrożenie wybuchem pyłu węglowego,
- o wysokiej częstotliwości występowania (>50% rejonów eksploatacyjnych): zagrożenie metanowe, zagrożenie tąpnięciami,
- o średniej częstotliwości występowania (>30% i ≤50%): zagrożenie klimatyczne (systematycznie wzrastające), zagrożenie wodne (zazwyczaj o najniższym poziomie),
- występujące sporadycznie: zagrożenie wyrzutami gazów i skał, zagrożenie radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi.

W podziemnych zakładach górniczych mają miejsca różne zdarzenia. Niektóre z nich powodują wypadki, czy wręcz tragedie, niektóre tylko utratę funkcjonalności wyrobiska (wyrobisk), a w szczególnych przypadkach ma miejsce jedno i drugie. Rozróżnienie tego typu ryzyka jego oszacowanie powinny przyczynić się do podjęcia działań ograniczających skutki ich wystąpienia. Zasadne jest więc pokazanie sposobu takiej oceny.

Według szacunków Wyższego Urzędu Górniczego – przedstawianych w corocznych sprawozdaniach „Stan bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie w roku ...” – około 30 % wypadków ma związek z warunkami naturalnymi kształtującymi zagrożenia naturalne. Około 30% takich wypadków i zdarzeń ma miejsce w rejonie wyrobiska ścianowego. Jeśli się jeszcze uwzględni, że szacunkowo 70% przypadków wymuszających bądź wycofanie załogi z powodu zagrożenia gazowego (metan, tlenek węgla), lub zatrzymanie ruchu z powodu zbyt małych przekrojów wyrobisk, (wstrząsy, tąpnięcia, obwały) czy też z tych samych przyczyn spowodowane awarie maszyn i urządzeń ma miejsce w rejonie ściany to widać, że rejon taki powinien być szczególnie oceniany pod względem różnego rodzaju ryzyka.

### 3. Potencjalne powody utraty funkcjonalności wyrobiska

Na utratę funkcjonalności wyrobiska wpływ mogą mieć niekorzystne zdarzenia związane z geosferą i atmosferą jakie występują w rejonie ściany. Do zdarzeń związanych z geosferą zalicza się poniższe zjawiska:

- 1) *Wstrząs górotworu* – wyładowanie energii nagromadzonej w górotworze, objawiające się drganiem górotworu i zjawiskami akustycznymi, nie powodujące pogorszenia funkcjonalności wyrobisk i bezpieczeństwa ich użytkowania.
- 2) *Odprężenie* – zjawisko dynamiczne, występujące w wyrobisku spowodowane wstrząsem górotworu, w wyniku którego wyrobisko lub jego odcinek uległo uszkodzeniu, nie powodującemu jednak utraty jego funkcjonalności lub pogorszenia bezpieczeństwa jego użytkowania. *Tąpnięcie* – zjawisko dynamiczne, spowodowane wstrząsem górotworu, w wyniku którego wyrobisko lub jego odcinek uległo gwałtownemu zniszczeniu lub uszkodzeniu, w następstwie czego nastąpiła całkowita lub częściowa utrata jego funkcjonalności lub pogorszenia bezpieczeństwa jego użytkowania.
- 4) *Wyrzut gazów i skał* – dynamiczne przemieszczenie rozkruszonych skał lub węgla z calizny do wyrobisk przez energię gazów wydzielonych z górotworu w wyniku działania czynników geologiczno-górnictwowych, które mogą spowodować efekty akustyczne, podmuch powietrza, uszkodzenie obudowy i urządzeń, powstanie kawerny powyrzutowej, zaburzenie w przewietrzaniu wyrobisk, powstanie wybuchowego nagromadzenia metanu lub atmosfery niezdanej do oddychania.
- 5) *Zawał skał stropowych* – zjawisko statyczne spowodowane np. utratą zwięzłości skał stropowych, występowaniem lokalnego zaburzenia geologicznego, nieodpowiednio dobraną podpornością obudowy – powodujące lokalne ich przemieszczenie do wyrobiska oraz wyrwę w stropie.

- 6) *Wdarcie wody, solanki, ługów albo wody z luźnym materiałem do wyrobisk* – zjawisko dynamiczne stwarzającą niebezpieczeństwo dla ruchu zakładu górniczego.
- 7) *Niekontrolowany dopływ wody, solanki, do pustek w górotworze* – zjawisko statyczne stwarzającą niebezpieczeństwo powstania zbiorników grożących nagłym opróżnieniem.

Do zdarzeń związanych z atmosferą również zalicza się kilka, niżej wymienionych zjawisk:

- 1) *Nagły wypływ gazów* – przebiegające w krótkim czasie intensywne wydzielanie się gazów z górotworu, które może spowodować w wyrobisku powstanie wybuchowego nagromadzenia metanu lub atmosfery niezdanej do oddychania, niezwiązane ze skutkami zawału, tąpnięcia i odgazowania urobionych skał albo węgla lub zaburzeniami w przewietrzaniu wyrobiska i wycofanie załogi.
- 2) *Wypływ szkodliwych gazów zrobowych (metan, tlenek węgla, dwutlenek węgla)* – przebiegający w krótkim czasie, na wskutek np. wstrząsu górotworu, zawału skał stropowych (zawału zasadniczego) w zrobach, podawania do zrobów wody lub mieszaniny wodno-podszadkowej, zmiany ciśnienia atmosferycznego, zmiany warunków przewietrzania rejonu ściany, które może spowodować w wyrobisku powstanie wybuchowego nagromadzenia metanu lub atmosfery niezdanej do oddychania – skutkujące wycofaniem załogi.
- 3) *Pożar endo- lub egzogeniczny* – przebiegający łagodnie (endo) lub burzliwie (egzo), który może spowodować w wyrobisku powstanie atmosfery niezdanej do oddychania (obecność CO, CO<sub>2</sub>) lub wybuchowej mieszaniny gazów pożarowych, powodujące wycofanie załogi.
- 4) *Niezachowanie przepisowych parametrów przewietrzania* – polegające m.in. na niedotrzymaniu minimalnych prędkości powietrza, przekroczeniu maksymalnych prędkości powietrza, niedotrzymaniu wymaganego (projektem technicznej eksploatacji) wydatku powietrza, przekroczeniu dopuszczalnych stężeń gazów szkodliwych dla zdrowia, niedotrzymaniu minimalnej zawartości tlenu, przekroczeniu dopuszczalnej temperatury powietrza, a konsekwencji – wycofanie załogi.
- 5) *Niezabezpieczenie pyłu węglowego w strefie* – polegające na utrzymywaniu w strefie zabezpieczającej miejsca możliwego zapoczątkowania wybuchu zawartości części niepalnych niższych niż wymagane, co skutkuje zagrożeniem wybuchu pyłu węglowego.
- 6) *Nieskuteczne zraszanie* – powodujące występowanie na stanowiskach pracy pyłu wdychanego lub respirabilnego o stężeniu przekraczającym najwyższe dopuszczalne wartości i wycofanie załogi.
- 7) *Naturalna emisja substancji promieniotwórczych* – powodująca przekroczenie dopuszczalnych dawek promieniowania alfa, promieniowania gamma, promieniowania izotopów radu Ra-226 i Ra-228 (w wodach i osadach kopalnianych), a w związku z tym – wycofanie załogi.

#### **4. Ocena ryzyka potencjalnego utraty funkcjonalności wyrobiska**

Doświadczenie pokazuje, że nie zawsze poziom zagrożeń wynikający z dokonanego rozpoznania i na tej podstawie dokonanych zaliczeń i klasyfikacji odpowiada rzeczywistemu poziomowi występującemu podczas prowadzenia ruchu ściany. Czasem rzeczywisty poziom jest niższy, a czasem wyższy. W niniejszym artykule rozważania ograniczone zostaną do poziomu potencjalnego. Niezależnie od tego można określić stopień przewidywalności wystąpienia zagrożenia – jeśli występuje – oraz prawdopodobieństwo jego skutków (tab. 4.1).

**Tabela 4.1.** Zestawienie wartości stopni przewidywalności i prawdopodobieństwa (Trenczek, Fedko 2010)

**Table 4.1.** Tabulation of degrees of predictability and probability (Trenczek, Fedko 2010)

Stopień przewidywalności			Stopień prawdopodobnych skutków		
Wartość $kn_i$	Ocena	Zagrożenie	Wartość $ks_i$	Ocena	Zagrożenie
1	łatwo-przewidywalne	- wybuchem pyłu węglowego, - działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, - wodne, - radiacyjne, - klimatyczne	1	bez wypadków śmiertelnych	- działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, - wodne, - radiacyjne, - klimatyczne
2	średnio-przewidywalne	- metanowe, - pożarowe	2	wypadki śmiertelne (kilka)	- tąpniętami, - pożarowe,
3	trudno-przewidywalne	- tąpniętami, - wyrzutami gazów i skał,	3	katastrofa	- metanowe, - wybuchem pyłu węglowego, - wyrzutami gazów i skał

Na tej podstawie, dla potrzeb bezwzględnej oceny ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska oparto się na trzech podstawowych możliwościach (Dokumentacja, 2011):

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

W ocenie ryzyka potencjalnego  $RP$  występującego zagrożenia dla wyrobiska  $W$  w kontekście danego zagrożenia  $C_i$  istotny jest jego potencjalny poziom  $C_{ii}$  – stopień, kategoria, klasa, poziom, czy grupa – związany z ewentualnymi skutkami  $pu_i$ , co pozwala określić wagę potencjalną tego zagrożenia  $wpu_i$ . Można to wyrazić jako

$$RPW(C_{ii}) = wpu_i = \sum pu_i. \quad (4.1)$$

Wartości wag zagrożeń pokazano w poniższym zestawieniu (tab. 4.2).

**Tabela 4.2.** Zestawienie wagi potencjalnego zagrożenia w ocenie potencjalnego ryzyka dla wyrobiska (Dokumentacja 2011, niepublikowana)

**Table 4.2.** List of weights of potential hazards in the risk evaluation for a workings (Dokumentacja 2011, niepublikowana)

Zagrożenie	$C_i$	$C_{ii}$	Poziom zagrożenia	Waga skutków zdarzenia $pu_i$			Waga zagrożenia $wpu_i$
				$sw = 1$	$sw = 2$	$sw = 3$	
tąpniętami	$C_1$	$C_{1,1}$	nie występuje	-	-	-	0
		$C_{1,2}$	I stopień	1	-	-	1
		$C_{1,3}$	II stopień	1	2	-	3
		$C_{1,4}$	III stopień	1	2	3	6
metanowe	$C_2$	$C_{2,1}$	niemetanowy	-	-	-	0
		$C_{2,2}$	I kategoria	-	-	-	0

Zagrożenie	$C_i$	$C_{ii}$	Poziom zagrożenia	Waga skutków zdarzenia $pu_i$			Waga zagrożenia $wpu_i$
				$sw = 1$	$sw = 2$	$sw = 3$	
		$C_{2,3}$	II kategoria	-	-	-	0
		$C_{2,4}$	III kategoria	0	2	-	2
		$C_{2,5}$	IV kategoria	1	2	3	6
wybuchem pyłu węglowego	$C_3$	$C_{3,0}$	nie występuje	-	-	-	0
		$C_{3,1}$	klasa A	-	-	-	0
		$C_{3,2}$	klasa B	1	2	3	6
działaniem pyłów szkodliwych	$C_4$	$C_{4,0}$	nie występuje	-	-	-	0
		$C_{4,1}$	I poziom	-	-	-	0
		$C_{4,2}$	II poziom	-	-	-	0
		$C_{4,3}$	III poziom	-	2	-	2
		$C_{4,4}$	IV poziom	-	2	3	5
wyrzutami gazów i skał	$C_5$	$C_{5,1}$	niesklonny	-	-	-	0
		$C_{5,2}$	sklonny	-	-	-	0
		$C_{5,3}$	I kategoria	1	2	-	3
		$C_{5,4}$	II kategoria	1	2	3	6
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
pozarowe	$C_8$	$C_{8,0}$	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

Zagrożenie	$C_i$	$C_{ii}$	Poziom zagrożenia	Waga skutków zdarzenia $pu_i$			Waga zagrożenia $wpu_i$
				$sw = 1$	$sw = 2$	$sw = 3$	
		$C_{9,4}$	III Poziom Krytyczny	-	2	3	5

Na podstawie wartości wag wyznaczonych dla poszczególnych zagrożeń (tab. 4.2) można było dokonać oceny poziomu potencjalnego ryzyka, jako:

- ryzyko niskie – *RPW I* – potencjalne zakłócenie ruchu ściany, gdy poziomy zagrożenie występują tylko do wartości  $wpu_i$  nie większych niż podanych (tab. 4.2) 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, gdy poziom dowolnego zagrożenia opisany jest wartością wyższą niż poziom dla ryzyka niskiego i jednocześnie poziomy zagrożenie nie kwalifikują się do poziomu określanego jako ryzyko wysokiego,
- 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 zagrożenie z następujących pozycji (tab. 4.2):  $C_{1,4}$ ;  $C_{2,5}$ ;  $C_{4,4}$ ;  $C_{5,4}$ ;  $C_{6,4}$ ;  $C_{8,4}$  lub  $C_{8,5}$ ;  $C_{9,4}$ .

## 5. Szacowanie poziomu ryzyka względnego

Do oszacowania poziomu względnego ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska w rejonie eksploatacyjnym (ściany) uwzględnić należy tak istotne elementy jak czas trwania warunków sprzyjających narażeniu na zdarzenie oraz możliwość uniknięcia zdarzenia. W przypadku czasu oddziaływania odnieść go można do doświadczeń wynikających ze statystyk skutków zaistniałych zdarzeń w rejonie ściany. Mianowicie zdecydowana ich większość miała miejsce podczas ruchu ściany, zaś bardzo rzadko podczas postoju. Z kolei możliwość wystąpienia zdarzenia jest – jak się wydaje – powiązana ze stopniem przewidywalności wystąpienia. Im przewidywalność jest większa tym możliwość ograniczenia wystąpienia ich skutków jest również większa.

Jak już wspomniano na samym wstępie do szacowania poziomu ryzyka względnego wykorzystano – jako próbę – metodę stosowaną do określania poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL (PN-EN 62061:2005).

Punktem wyjściowym jest więc przyjęta ocena ryzyka potencjalnego wraz z odpowiednimi kryteriami, wyróżniająca:

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

Z kolei dla czasu trwania warunków sprzyjających narażeniu pracownika na zdarzenie przyjęto dwa poziomy:

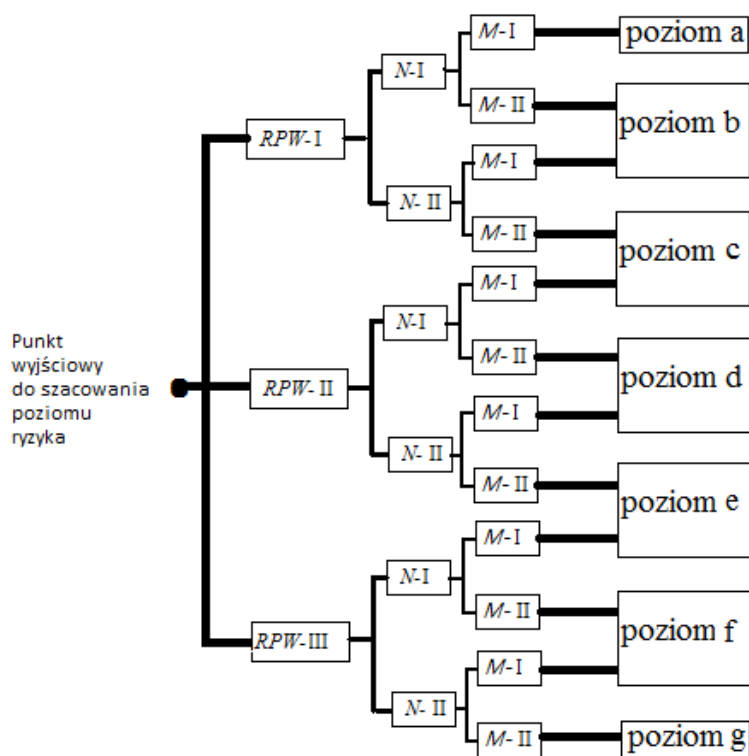
- narażenie krótkotrwałe – w okresie postoju ściany – *N-I*,
- narażenie długotrwałe – w okresie ruchu ściany – *N-II*,

podobnie jak dla możliwości uniknięcia zdarzenia:

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

Można więc dokonać oszacowania poziomu względnego ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska do jednego z siedmiu poziomów – od poziomu a do poziomu g, co przedstawia niższy graf (rys. 5.1).

Najwyższy, najniebezpieczniejszy poziom – poziom g – oszacowany zostałby dla wyrobisk przyścianowych i wyrobiska ścianowego 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 oraz zaklasyfikowany w rejonie ściany do 3 stopnia zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia, V grupy samozapalności i III Poziomu Krytycznego pod względem zagrożenia klimatycznego, a nieco niższy – poziom f – w czasie postoju tej ściany. Z kolei poziom najniższy, stosunkowo bezpieczny – poziom b – oszacowany zostałby dla tych wyrobisk podczas postoju ściany eksploatującej pokład nietąpiący, niemetanowy i nie zagrożony pod względem klimatycznym oraz zaliczony do klasy A zagrożenia wybuchem pyłu węglowego, I stopnia zagrożenia wodnego i zaklasyfikowany w rejonie ściany do stopnia 2 zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia i I grupy samozapalności, a nieco wyższy – poziom c – dla takiego rejonu podczas ruchu ściany.



Rys. 5.1. Sposób szacowania poziomu względnego ryzyka dla wyrobiska (opracowanie własne)  
Fig. 5.1. Method of relative risk level evaluation for a workings (own development)



## 6. 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 wspomagania kompleksowego zarządzania zagrożeniami górnictwem” – powinno przyczynić się do poprawy procesu zarządzania bezpieczeństwem.

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 – umożliwi 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.

## Literatura

- [1] Dokumentacja projektu strukturalnego Nr UDA-POIG.01.03.01-048/08-00 pt. „Informatyczny system wspomagania kompleksowego zarządzania zagrożeniami górnictwem”. Zadanie 1. „Sposób kompleksowej oceny stanów zagrożeń górnictwem”. GIG Katowice 2009, niepublikowana
- [2] Dokumentacja projektu strukturalnego Nr UDA-POIG.01.03.01-048/08-00 pt. „Informatyczny system wspomagania kompleksowego zarządzania zagrożeniami górnictwem”. Zadanie 6. „Opracowanie modułów oceny ryzyka dla pracownika zatrudnionego w rejonie ściany oraz utraty funkcjonalności wyrobiska uwzględniających potencjalny i rzeczywisty poziom zagrożeń dla zaktualizowania projektu architektury systemu”. GIG, Katowice 2011, niepublikowana
- [3] PN-93/G-04558 – Węgiel kamienny. Oznaczanie wskaźnika samozapalności
- [4] PN-EN 62061:2005 Bezpieczeństwo Maszyn. Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych, elektronicznych i programowalnych elektronicznych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem SIL – Poziom Nienaruszalności Bezpieczeństwa Poziom Bezpieczeństwa zintegrowanego. Dowolne architektury. Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL
- [5] PN-N-18002 (2000 r.). System zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego
- [6] Trenczek S., Fedko M. 2010: Możliwości klasyfikacji rejonów eksploatacyjnych kopalń na podstawie rozpoznania potencjalnego poziomu występujących zagrożeń. Prace Naukowe GIG 2010, Nr 4/3/2010, ISSN 17643-7608, Katowice 2010, s. 470-480
- [7] Trenczek S., Fedko M. 2011: Poziomy ryzyka dla pracowników oraz ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska w rejonach ścian. Prace Naukowe GIG 2011, Nr 4/2/2011, ISSN 1643-7608, Katowice 2011, s. 501-516
- [8] Trenczek S.: Poziom potencjalnego niebezpieczeństwa w rejonach eksploatacyjnych kopalń. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 2010, Nr 8, s. 30-38
- [9] Trenczek S.: Sposób kompleksowej oceny zagrożeń naturalnych w górnictwie węgla kamiennego. Przegląd Górniczy 2010, Nr 6, s. 17-23
- [10] Trenczek S.: Szacowanie względnego ryzyka dla pracownika w oparciu o rozpoznane zagrożenia w rejonie ściany. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2012. Wyd. IMGiE PAN, Kraków 2012, wersja elektroniczna, s. 1178-1184

- [11] Trenczek S.: Wpływ zagrożeń naturalnych na poziom potencjalnego niebezpieczeństwa w rejonie eksploatacyjnym kopalń węgla kamiennego. Materiały Konferencyjne Kongresu Górnictwa Podziemnego. Wyd. Pol. Śl., Gliwice 2010, s. 159-168
- [12] Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2005 Nr 228 poz. 1947 z późn. zm.)
- [13] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy. Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94 z późn. zm.
- [14] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze. Dz. U. z 2005 Nr 163 poz. 981.

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

### **Relative risk estimation of loss of functionality of workings at longwall area on the basis of identified hazards**

#### Keywords

underground mining, natural hazards, longwall area, functionality of workings, risk

#### Summary

The paper refers in the beginning to the cases of increase in the level of hazards which occur in a mine and which require proper decisions to be taken. The paper presents the main assumptions of the realized structural project entitled: "Informatics assisted system of a complex control of the mining hazards". The paper presents also a summary of research results in the hard coal mines of the Jastrzębska Spółka Węglowa S.A., Kompania Węglowa S.A. and Katowicki Holding Węglowy S.A. which are distinguished by the following hazards:

- commonly occurring dust hazard to health, spontaneous fire hazard, coal dust explosion hazard;
- high frequency of hazard occurring (>50% of the mining areas): methane hazard, rock bump hazard;
- middle frequency of hazard occurring (>30% and ≤50% of the mining areas): climatic hazard (steadily increasing), water hazard (usually at the lowest level);
- sporadically occurring gas and rock outburst hazards, radiation hazard caused by natural radioactive substances.

The potential reasons for loss of functionality of excavation have been given and the recent classification of natural hazards and significance of risk estimation have been discussed. There has been given a method of a potential risk for excavations at working face area resulted from identification of a potential level of occurring hazards. An attempt at using a method of assessment of inviolability of safety for estimating a risk of functionality loss of excavations at longwall area has been described as well.

*Przekazano: 6 marca 2012 r.*