

Krzysztof WALUS

Kompania Węglowa S.A., Oddział KWK „Bolesław Śmiały”, Łaziska Górne

Krzysztof SŁOTA, Zbigniew SŁOTA

Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice

BADANIA Z ZAKRESU POMIARU RZECZYWISTYCH CZASÓW EWAKUACJI ZAŁOGI Z ZAGROŻONEGO REJONU W WARUNKACH DOŁOWYCH KWK „BOLESŁAW ŚMIAŁY”

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących wyznaczania dróg ucieczkowych i obliczania czasu ewakuacji. Wskazano na elementy niezbędne podczas wykonywania badań i przeprowadzania analiz. Jako przykład posłużył rejon ściany 424 w pokładzie 324/3 w KWK „Bolesław Śmiały”. Przedstawiono charakterystykę rejonu, dane dotyczące wykonywania pomiarów oraz zaprezentowano wyniki badań. Porównano wyniki uzyskane drogą analityczną z pomiarami in situ.

THE INVESTIGATION WITH RANGE OF MEASUREMENT OF REAL TIMES EVACUATION CREW FROM MENACED REGION IN CONDITIONS OF „BOLESŁAW ŚMIAŁY” COAL MINE

Summary. The results of investigations with range the marking the escape roads and the calculation of time of evacuation in article were introduced. Indispensable elements during executing investigations and carrying out analyses were showed. As example the area of longwall 424 in seam 324/3 in „Bolesław Śmiały” coal mine was serviced. The profile and data of region were introduced. Results of investigations were presented. The results of measurements were compared.

1. Wprowadzenie

Droga ucieczkowa jest elementem systemu zabezpieczenia pożarowego kopalni i służy do samoratowania się pracowników w wypadku oddziaływania lub możliwości oddziaływania czynników pożaru zagrażających bezpieczeństwu życia. Skuteczność

wykorzystania drogi uciezkowej dla samoratowania się górników zależy zarówno od czynników technicznych, jak i ludzkich [Badura i inni, 1996]. Do czynników technicznych należą: parametry geometryczne wyrobisk tworzących drogę uciezkową (długość wyrobisk, wysokość w miejscu przechodzenia, kąt nachylenia, szerokość wyrobiska, zabudowane rurociągi, taśmociągi), kierunek marszu – po wzniosie lub upadzie wyrobiska, występujące utrudnienia i przeszkody dla przechodzenia, rodzaj i sposób rozmieszczenia środków łączności – oznakowanie drogi uciezkowej, rodzaj indywidualnego sprzętu ochrony układu oddechowego. Do czynników ludzkich należą: umiejętność użycia indywidualnego sprzętu ochrony układu oddechowego, znajomość drogi uciezkowej, reakcje na zmienne warunki widoczności, temperatury i wilgotności, składu atmosfery, szybkość podejmowania decyzji przez prowadzącego akcję ratowniczą oraz samoratujących się górników, a także szybkość przekazywania informacji oraz stan zdrowia zagrożonych osób. Skuteczność wykorzystania drogi uciezkowej objawia się czasem potrzebnym do przejścia daną drogą do prądu powietrza świeżego lub powietrza zużytego, które jest niezagrożone zadymieniem, i kiedy droga taka jest krótsza. Czas ten jest sumą czasów przejścia poszczególnych wyrobisk, stanowiących określoną drogę.

2. Charakterystyka zespołów osobowych biorących udział w pomiarach, technika pomiarów

2.1. Charakterystyka zespołów osobowych biorących udział w pomiarach

Uczestnikami testów symulujących ewakuację byli pracownicy, których zatrudnienie przewiduje się w analizowanym rejonie. Uczestnicy testu zostali zapoznani z planowaną drogą uciezkową, utrudnieniami oraz ułatwieniami wpływającymi na czas ewakuacji. Wykazali się oni znajomością dróg uciezkowych oraz rozplywu powietrza w tym rejonie w obecności osoby wyższego dozoru ruchu działu wentylacji. Przed rozpoczęciem testu kierujący pomiarami wraz z osobą przeprowadzającą szkolenia sprawdzili znajomość prawidłowego użycia aparatów uciezkowych regeneracyjnych oraz zasad wycofywania się z zagrożonego rejonu przez pracowników realizujących test. Uczestnikom testu wytłumaczono cel doświadczenia i zalecono poruszanie się średnim tempem marszu. Z uwagi na prawdopodobieństwo uzyskania wyników charakteryzujących się zmniejszonym czasem poruszania się, czyli zwiększoną prędkością, nie dopuszczono do udziału w tych testach osób

związanych z ratownictwem górniczym (ratowników, byłych ratowników). Pracownicy uczestniczący w teście byli zróżnicowani ze względu na wiek i posturę.

2.2. Technika i organizacja pomiarów

Pomiary wykonywano w warunkach normalnej widoczności i symulowanego zadymienia za pomocą okularów z przysłonami z tworzywa poliamidowego lub o podobnych właściwościach i o przepuszczalności świetlnej, symulującej zadymienie średnie. Rzeczywiste długości każdego z badanych odcinków drogi uciezkowej zostały potwierdzone przez dział mierniczo-geologiczny kopalni. Czas przejścia uczestników testu był mierzony z dokładnością do 1 s. Uczestnicy ci wyruszali na trasę w różnych odstępach czasu i w różnych dniach. Żaden z nich nie znał wyników przejścia swych poprzedników. Z chwilą przekroczenia czasu ochronnego działania aparatu uciezkowego kończono test z udziałem pracownika poddawanego próbie. W warunkach symulowanego zadymienia osoba z założonymi okularami poruszała się tylko z osobą ubezpieczającą, której zadaniem było czuwanie nad bezpiecznym przejściem osoby uczestniczącej w teście. Pomoc mogła być jednak udzielona wyłącznie w sytuacjach wyjątkowych, zagrażających bezpieczeństwu tej osoby. Osobami ubezpieczającymi były osoby organizujące badanie. Liczba pomiarów w trakcie jednego testu wynosiła 4, przy czym ta sama osoba nie powtórzyła przejścia tego samego odcinka w ramach jednego doświadczenia. Osoba obserwująca lub ubezpieczająca (kontrolująca) mierzyła czas za pomocą stopera po przebyciu kolejnego odcinka (wyrobiska) drogi uciezkowej. Rejestrowanie wyników przez osoby kontrolujące nie miało wpływu na czas realizacji testu.

W ramach realizacji testu dopuszczono wyłącznie pełnosprawne aparaty (nie były to aparaty treningowe). Po wykonaniu testu przeprowadzono wywiad z jego uczestnikami odnośnie do samopoczucia, uwag dotyczących komfortu oddychania w aparacie uciezkowym, innych spostrzeżeń. Uczestnicy testu, niezależnie od używanych aparatów podczas realizacji badań, byli wyposażeni w indywidualny sprzęt ochrony układu oddechowego.

Tabela 3.1

Dane wyrobiska

Nazwa wyrobiska	Długość wyrobiska, m	Średnie nachylenie, °	Wysokość wyrobiska, m	Temperatura, °C	Wilgotność względna, %	Średnia prędkość powietrza, m/s
Ściana 424	250	-2,5	1,6	22,8	86	0,9
Chodnik badawczy nr 428	1420	+3,8	3,2	23,0	88	0,7
Chodnik badawczy nr 444	210	-6,3	3,2	22,9	89	0,7
Chodnik badawczy nr 443	360	-1,4	3,2	22,6	88	0,8
Chodnik badawczy nr 441	200	-2,9	3,2	22,6	88	0,8
Chodnik badawczy kam. nr 420a	850	+2,6	3,2	22,5	90	1,0
Chodnik badawczy nr 405	730	+0,5	3,2	22,5	90	1,0
Chodnik badawczy nr 424	1130	+3,1	3,2	22,5	88	0,4

Źródło: dane kopalniane i pomiary własne

Tabela 3.2

Dane osób biorących udział w testach

Lp.	Imię i nazwisko*	Wiek	Waga	Wzrost	Typ użytego aparatu**	Uwagi
1.	Górnik 1	33	75	169	KA-60	przejście bez zadymienia
2.	Górnik 2	25	67	178	SR-60T	przejście bez zadymienia
3.	Górnik 3	39	110	189	KA-60	przejście w zadymieniu
4.	Górnik 4	28	85	178	SR-60T	przejście w zadymieniu
5.	Górnik 5	22	75	170	KA-60	przejście bez zadymienia
6.	Górnik 6	44	84	174	SR-60T	przejście bez zadymienia
7.	Górnik 7	34	93	186	KA-60	przejście w zadymieniu
8.	Górnik 8	28	75	184	SR-60T	przejście w zadymieniu
9.	Górnik 9	39	98	178	KA-60	przejście bez zadymienia
10.	Górnik 10	37	85	178	SR-60T	przejście bez zadymienia
11.	Górnik 11	38	93	180	KA-60	przejście w zadymieniu
12.	Górnik 12	27	73	180	SR-60T	przejście w zadymieniu
Minimum		22	67	169		
Maksimum		44	110	189		
Średnia		33	84	179		

*Ze względu na ochronę danych osobowych nie podano nazwisk osób biorących udział w badaniach.

**Zastosowanymi podczas prób aparatami ucieczkowymi były aparaty SR-60T oraz KA-60 produkcji Faser S.A.

4. Czasy przejścia wyrobiskami górniczymi

W kolejnych tabelach zawarto czasy przejścia wyrobiskami bez zadymienia i przy symulowanym zadymieniu. Tabela 4.1 dotyczy obliczonych czasów przejścia metodą Politechniki Śląskiej, a tabela 4.2 zawiera rzeczywiste czasy przejścia. Na rysunku 3.1 przedstawiono schemat rejonu wraz z pomiarowymi odcinkami.

Do analizy przyjęto następujące prędkości wycofywania załogi (wg metody Politechniki Śląskiej):

- chodniki o nachyleniu ok. 10° – bez zadymienia – ok. 65 m/min, w dymach – 40 m/min,
- chodniki o nachyleniu 0°-4° – bez zadymienia – ok. 80 m/min, w dymach – 50 m/min,
- ściana: wys. 1,4-1,8 m; długość 250 m – bez zadymienia – 30 m/min, w dymach – 20 m/min.

Tabela 4.1

Czasy przejścia wg metody Politechniki Śląskiej

Lp.	Miejsce powstania pożaru	Miejsce przebywania załogi	Droga ucieczkowa	Długość	∑ Długość	1	∑ 1	2	∑ 2
				m	m	min	min	min	min
Droga ewakuacji do stacji wymiany ucieczkowego sprzętu ochrony układu oddechowego usytuowanej w chodniku nr 420a na skrzyżowaniu z chodnikiem nr 441									
1.	wlot ściany w chodniku bad. 424	ściana 424	- ściana 424 - chodnik bad. nr 428 - chodnik bad. nr 444 - chodnik bad. nr 443 - chodnik bad. nr 441 (do stacji wymiany)	250 1420 210 360 200	2440	8,3 17,8 2,7 4,5 2,5	35,8	12,5 28,4 4,2 7,2 4,0	56,3
2.	wlot ściany w chodniku bad. 424 chodnik bad. nr 407 chodnik bad. nr 423a chodnik nr 423 chodnik nr 423b chodnik bad. nr 426 chodnik bad. nr 425 rozcinka nr 425	ściana 424	- ściana 424 - chodnik bad. nr 424 - chodnik bad. nr 443 - chodnik bad. nr 441 (do stacji wymiany)	250 1460 360 200	2270	8,3 18,3 4,5 2,5	33,6	12,5 29,2 7,2 4,0	52,9
3.	wlot ściany w chodniku bad. 424 chodnik bad. nr 407 chodnik bad. nr 423a chodnik nr 423 chodnik nr 423b chodnik bad. nr 426 chodnik bad. nr 425 rozcinka nr 425	chodnik bad. nr 424 (obsługa odstawy, transport, pozostali pracownicy)	- chodnik bad. nr 424 - chodnik bad. nr 443 - chodnik bad. nr 441 (do stacji wymiany)	1460 360 200	2020	18,3 4,5 2,5	25,3	29,2 7,2 4,0	40,4
4.	wlot ściany w chodniku bad. 424 chodnik bad. nr 407 chodnik bad. nr 423a chodnik nr 423 chodnik nr 423b chodnik bad. nr 426 chodnik bad. nr 425 rozcinka nr 425	chodnik bad. nr 428 chodnik bad. nr 428a (transport, pozostali pracownicy)	- chodnik bad. nr 428 - chodnik bad. nr 444 - chodnik bad. nr 443 - chodnik bad. nr 441 (do stacji wymiany)	1420 210 360 200	2190	17,8 2,7 4,5 2,5	27,5	28,4 4,2 7,2 4,0	43,8
5.	chodnik bad. nr 407 chodnik bad. nr 423a chodnik nr 423 chodnik nr 423b	rozcinka nr 425	- rozcinka nr 425 - chodnik bad. nr 425 - chodnik bad. nr 420a (do stacji wymiany)	250 1520 30	1800	3,2 19,0 0,4	22,6	5,0 30,4 0,6	36,0
6.	chodnik bad. nr 407	chodnik bad. nr 423a	- chodnik bad. nr 423a - chodnik bad. nr 425 - chodnik bad. nr 420a (do stacji wymiany)	830 1130 30	1990	10,4 14,2 0,4	25,0	16,6 22,6 0,6	39,8
7.	chodnik bad. nr 407	chodnik bad. nr 423 chodnik bad. nr 423b	- chodnik bad. nr 423 - chodnik bad. nr 423b - chodnik bad. nr 423a - chodnik bad. nr 425 - chodnik bad. nr 420a (do stacji wymiany)	630 45 190 1130 30	2025	7,9 0,6 2,4 14,2 0,4	25,5	12,6 0,9 3,8 22,6 0,6	40,5
Droga ewakuacji do świeżego prądu powietrza w chodniku bad. nr 405 po wymianie sprzętu ochrony układu oddechowego									
1.	chodnik nr 407 przed skrzyż. z ch. 423a	chodnik bad. nr 420a – stacja wymiany sprzętu ochrony układu oddechowego	- chodnik bad. nr 420a (od stacji)/ - chodnik bad. nr 405 (do skrzyżowania z ch. 405a)	850 730	1580	10,7 9,2	19,9	17,0 14,6	31,6

cd. tabeli 4.1

Droga ewakuacji do świeżego prądu powietrza w chodniku bad. nr 405 (bez wymiany aparatów w stacji)								
1.	włot ściany w chodniku bad. 424 chodnik bad. nr 407 chodnik bad. nr 423a chodnik nr 423 chodnik nr 423b chodnik bad. nr 426 chodnik bad. nr 425 rozcinka nr 425 chodnik bad. 424 chodnik bad. 428	chodnik bad. nr 444 chodnik bad. nr 443 (transport, pozostali pracownicy)	- chodnik bad. nr 444 - chodnik bad. nr 443 - chodnik bad. nr 441 - chodnik bad. nr 420a - chodnik bad. nr 405 (do skrzyżowania z ch. 405)	210 360 200 850 730		2,7 4,5 2,5 10,7 9,2 max. 2350	4,2 7,2 4,0 17,0 14,6 max. 29,6	max. 47,0
Legenda: 1 - czas wycofywania załogi niezadymionym wyrobiskiem, 2 - czas wycofywania załogi zadymionym wyrobiskiem								

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4.2

Czasy przejścia pomierzone podczas rzeczywistego przejścia in situ

Nr górnika	Odcinek 1 203 m	Odcinek 2 598 m	Odcinek 3 208 m	Odcinek 4 385 m	Odcinek 5 207 m	Odcinek 6 856 m	Odcinek 7 779 m
Czasy przejścia bez zadymienia							
Górnik 1	6'08''	7'43''	3'07''	5'28''	2'22''	11'49''	10'28''
Górnik 2	7'05''	7'10''	3'09''	5'53''	2'30''	11'30''	11'10''
Górnik 5	11'50'' *	7'20''	4'05''	6'55''	2'40''	12'00''	13'10''
Górnik 6	10'15'' *	7'10''	3'30''	5'10''	2'20''	11'20''	10'40''
Górnik 9	7'50'' **	7'15''	3'25''	6'45''	2'55''	12'10''	13'20''
Górnik 10	8'15'' **	8'10''	3'50''	7'10''	2'55''	12'25''	14'00''
Minimum	6'08''	7'10''	3'07''	5'28''	2'22''	11'20''	10'28''
Maksimum	8'15''	8'10''	4'05''	6'55''	2'55''	12'25''	14'00''
Średnia	7'11''	7'40''	3'36''	6'12''	2'39''	11'48''	12'14''
Czasy przejścia z symulacją zadymienia							
Górnik 3	14'10''	12'35''	5'04''	8'15''	4'10''	13'15''	Koniec działania aparatu
Górnik 4	13'22''	11'48''	4,31''	10'27''	4'05''	13'12''	Koniec działania aparatu
Górnik 7	16'15''	12'10''	5'50''	9'15''	4'00''	15'05''	Koniec działania aparatu
Górnik 8	15'10''	11'55''	5'10''	9'20''	4'00''	14'10''	Koniec działania aparatu
Górnik 11	14'45''	12'40''	5'10''	9'55''	4'25''	14'45''	Koniec działania aparatu
Górnik 12	14'05''	11'50''	4'40''	8'50''	3'55''	13'50''	Koniec działania aparatu
Minimum	13'22''	11'48''	4,31''	8'15''	3'55''	13'12''	---
Maksimum	16'15''	12'40''	5'50''	10'27''	4'25''	15'05''	---
Średnia	14'49''	12'14''	5'11''	9'19''	4'10''	14'09''	---
Legenda: * Dodatkowe utrudnienie w ścianie – zaciśnięte niektóre sekcje – górnik niepracujący w rejonie – dane z odcinka 1 nie brane do analizy wartości minimalnych, maksymalnych i średnich ** Dodatkowe utrudnienie w ścianie – zaciśnięte niektóre sekcje – górnik pracujący w rejonie							

5. Porównanie metody analitycznej z pomiarami rzeczywistymi

W tabeli 5.1 przedstawiono porównanie czasów uzyskanych metodą obliczeniową z czasami rzeczywistymi.

Czasy wyliczone wg metody Politechniki Śląskiej, w przypadku gdy brak jest zadymienia, są zbliżone do czasów uzyskanych w warunkach rzeczywistych. Największe różnice występują na dwóch ostatnich odcinkach drogi ucieczkowej. Może być to spowodowane zmęczeniem górników.

Tabela 5.1

Porównanie wyników obliczeń z pomiarami czasu przejścia

Sposób pomiaru		Odcinek 1 203 m	Odcinek 2 598 m	Odcinek 3 208 m	Odcinek 4 385 m	Odcinek 5 207 m	Odcinek 6 856 m	Odcinek 7 779 m
Czasy przejścia bez zadymienia								
Metoda obliczeniowa		6'48''	7'30''	2'42''	4'40''	2'30''	10'45''	9'40''
Czas rzeczywisty	Minimum	6'08''	7'10''	3'07''	5'28''	2'22''	11'20''	10'28''
	Maksimum	8'15''	8'10''	4'05''	6'55''	2'55''	12'25''	14'00''
	Średnia	7'11''	7'40''	3'36''	6'12''	2'39''	11'48''	12'14''
Czasy przejścia z symulacją zadymienia								
Metoda obliczeniowa		10'09''	12'00''	4'12''	7'36''	4'00''	17'05''	15'15''
Czas rzeczywisty	Minimum	13'22''	11'48''	4,31''	8'15''	3'55''	13'12''	---
	Maksimum	16'15''	12'40''	5'50''	10'27''	4'25''	15'05''	---
	Średnia	14'49''	12'14''	5'11''	9'19''	4'10''	14'09''	---

W przypadku symulacji zadymienia rzeczywiste czasy przejścia są dłuższe od czasów wyznaczonych analitycznie (z wyjątkiem odcinka 6). Należy zwrócić szczególną uwagę na ścianę, gdzie wyliczony czas jest o ponad 40% krótszy od czasu uzyskanego w rzeczywistych pomiarach.

6. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń i pomiarów rzeczywistych wynika, że:

- na potrzeby wyznaczenia czasu ewakuacji drogami uciezkowymi można posługiwać się metodami analitycznymi wyłącznie do wyrobisk korytarzowych poziomych i takich, w których nie występują dodatkowe utrudnienia,
- w przypadku wyrobisk eksploatacyjnych (ścian) należy posługiwać się rzeczywistymi pomiarami lub w celu podniesienia stopnia bezpieczeństwa czasy obliczone metodami analitycznymi zwiększyć o 50%, lub oprzeć się ma wcześniejszych doświadczeniach kopalnianych,
- w przypadku długich tras uciezkowych należy pamiętać o zwiększonym wysiłku uciekającego, przez co czas ucieczki może ulec wydłużeniu; w związku z tym należałoby przyjąć współczynnik zmęczenia pracownika,
- zawsze należy porównać obliczenia z pomiarami rzeczywistymi, zwłaszcza kiedy droga ewakuacji obejmuje wyrobisko eksploatacyjne, jakim jest ściana, oraz wtedy, kiedy zaszły istotne zmiany w trasie ucieczki lub w parametrach wyrobisk.

BIBLIOGRAFIA

1. Badura H., Biernacki K., Sułkowski J., Żur K.: Czynniki decydujące o prędkości wycofania się załogi zadymionymi wyrobiskami a czasie pożaru. *Przegląd Górniczy*, nr 6 (873), 1996.
2. 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.* 2002, nr 139, poz. 1169.

Abstract

The results of investigations with range the marking the escape roads and the calculation of time of evacuation in article were introduced. The elements of system of fire protection mine were described briefly. Indispensable elements during executing investigations and carrying out analyses were showed. Taking in investigations part persons were have self - characterized. The technique of measurements was introduced. As example the area of longwall 424 in seam 324/3 in „Bolesław Śmiały” coal mine was serviced. The profile and data of region were introduced. The times of passage were enumerated in support about method of Silesian University of Technology. Results of investigations were presented. The results of measurements were compared. Conclusions were extended. When lack is fogging this enumerated times the method of Silesian University of Technology be approximate to real conditions. The largest differences step out on two last sections of escape road. To be this caused with miners' fatigue maybe. In case of simulation fogging the real times of passage are higher from appointed times analytically (from except section 6). It was one should turn on wall special attention where enumerated time is about over 40% shorter from got in real measurements time. Can use with analytic methods in aim of delimitation of time of evacuation the escape roads. Remembering it however was one should about supervisory checking of counted values with real measurements.