

11

DZIAŁANIA W ZAKRESIE PROFILAKTYK AEROLOGICZNYCH JAKO NIEZBĘDNY ELEMENT NAKŁADÓW NA WYDOBYCIE W ŚCIANACH EKSPLOATACYJNYCH

11.1 WSTĘP

Eksploatacja pokładów węgla kamiennego przez polskie kopalnie jest z roku na rok coraz trudniejsza. Wiąże się to ze szczypaniem dostępnych zasobów przemysłowych węgla, co prowadzi do konieczności sięgania do pokładów niżej leżących, eksploatowanych w trudniejszych warunkach górniczo-geologicznych przy równocześnie wzrastających zagrożeniach naturalnych.

Szczególnie istotnymi z punktu widzenia bezpieczeństwa są zagrożenia aerologiczne, do których zalicza się zagrożenie metanowe, pożarowe, klimatyczne i wybuchem pyłu węglowego. Wzrost zagrożeń wentylacyjnych wpływa bezpośrednio na konieczność stosowania wzmożonej profilaktyki w ich zakresie. To z kolei wpływa na ciągłe podnoszenie kosztów profilaktyk umożliwiających bezpieczną eksploatację pokładów węgla.

Z roku na rok spółki węglowe przeznaczają na ten cel coraz większe nakłady finansowe, co przyczynia się do ciągłego spadku ich rentowności. Bez ponoszenia nakładów na bezpieczeństwo pracy w kopalniach nie byłoby jednak możliwe dalsze prowadzenie eksploatacji węgla. Nakłady ponoszone przez polskie spółki węglowe przedstawia tabela 11.1.

Tabela 11.1 Nakłady na BHP w kopalniach spółek węglowych w latach 2010-2014 w przeliczeniu na 1 Mg wydobycia

Spółka węglowa	Nakłady ponoszone na BHP w latach 2010-2014 w przeliczeniu na 1 Mg wydobycia zł/Mg				
	2010	2011	2012	2013	2014
JSW S.A.	38,64	44,92	46,26	44,90	52,15
KHW S.A.	27,60	27,34	29,00	28,80	33,10
KW S.A.	20,33	21,54	23,79	25,35	24,74
LW „Bogdanka” S.A.	11,67	13,37	12,81	12,10	12,03
TAURON Wydobycie S.A.	18,22	19,46	16,30	17,13	14,86

Źródło: [8]

Warto zauważyć, że największe nakłady na szeroko rozumiane „bezpieczeństwo” przeznaczają JSW S.A. co wiąże się z konicznością prowadzenia eksploatacji przy występujących zagrożeniach skojarzonych, a w szczególności przy bardzo wysokim zagrożeniu metanowym. Najniższe z kolei koszty działań profilaktycznych ponosi LW „Bogdanka” S.A. co w jej przypadku związane jest w praktyce z brakiem zagrożenia metanowego (I kategoria zagrożenia metanowego) i niewystępowaniem pożarów endogenicznych choć pokłady w obszarze kopalni zaliczono do IV grupy samozapalności węgla.

Profilaktyki zagrożeń aerologicznych są nierozłącznym elementem eksploatacji pokładów węgla w rejonach ścian. Procedury stosowane przy doborze odpowiednich środków profilaktycznych muszą być tak dobrane, aby w znacznym stopniu ograniczyć zagrożenie lub całkowicie je zneutralizować [5]. Wybór odpowiedniej procedury, umożliwiającej ograniczenie zagrożenia jest możliwe jedynie wtedy gdy rozpoznane są wszelkie czynniki wpływające na powstanie samego zagrożenia a także warunki górniczo-geologiczne panujące w bezpośrednim jego sąsiedztwie [12].

Same przepisy górnicze ustalają pewne zasady postępowania w przypadku zagrożeń naturalnych oraz wskazują na konieczność stosowania ciągłego monitorowania zagrożeń i profilaktyki, umożliwiającej minimalizację wpływu zagrożenia na bezpieczeństwo pracy [11]. Profilaktyki, w szczególności wentylacyjne powinny być prowadzone tak, aby stan bezpieczeństwa na stanowiskach pracy górników był na akceptowalnym poziomie [2, 7, 9].

Najczęstszym miejscem występowania zagrożeń wentylacyjnych jest rejon ściany [13]. I nie jest to związane tylko z wyrobiskami okonturowującymi pole wybierkowe, ale przede wszystkim ze zrobami zawałowymi je otaczającymi i calizną węglową znajdującą się między wyrobiskami przyścianowymi.

W dalszej części dokonano analizy kosztów poniesionych przez kopalnię na działania profilaktyczne stosowane w dwóch ścianach eksploatacyjnych, które umożliwiły bezpieczne prowadzenie robót górniczych w ramach występujących zagrożeń aerologicznych.

11.2 CHARAKTERYSTYKA ŚCIANY 1 W POKŁADZIE 404

Ściana 1 [10] w pokładzie 404 (rys. 11.1), prowadzona była poniżej poziomu udostępnienia systemem ścianowym poprzecznym z zawałem stropu. Była przewietrzana sposobem na U od pola. Parcela ściany ograniczona była od wschodu dowieznią 2, a od zachodu dowieznią 1.

Powietrze doprowadzane było do ściany dowieznią 1 a odprowadzane dowieznią 2. Regulację ilości powietrza w ścianie prowadzono za pomocą tamy regulacyjnej zabudowanej w grupowym wylotowym prądzie powietrza w pochylni wentylacyjnej. Średni strumień powietrza doprowadzany do ściany wynosił około 1275 m³/min.

Średnie nachylenie pokładu 404 w polu eksploatacyjnym ściany 1 wynosiło około 3-8° w kierunku południowym i południowo-zachodnim.

Tabela 11.2 Charakterystyka ściany 1 w pokładzie 404

Długość ściany	180 m
Wysokość eksploatacyjna ściany	do 3,4 m
Nachylenie pokładu	3°-8°
Wybieg ściany	1310 m
Wydobycie średnie	2611 Mg/dobę
System eksploatacji	poprzeczny z zawałem stropu
Sposób przewietrzania	U od pola
Zagrożenie metanowe	III kategoria zagrożenia metanowego
Metanowość kryterialna	15,45 m ³ CH ₄ /min
Metanowość kryterialna bezwzględna	31,0 m ³ CH ₄ /min
Zagrożenie pożarowe	III grupa samozapalności - średnia skłonność węgla do samozapalenia
Okres inkubacji pożaru	65 dni
Zagrożenie wybuchem pyłu	klasa B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego
Zagrożenie klimatyczne	brak
Zagrożenie tąpniętami	Nie występuje
Zagrożenie wodne	II i III stopień zagrożenia wodnego
Okres eksploatacji ścianą	474 dni
Całkowite wydobycie ze ściany	1237743 Mg

Źródło: [10]

11.3 PROFILAKTYKI ZAGROŻEŃ WENTYLACYJNYCH [4]

11.3.1 Profilaktyka zwalczania zagrożenia metanowego

Na podstawie stwierdzonej maksymalnej metanonośności w pokładzie 404 w trakcie robót przygotowawczych dla ściany 1, wynoszącej 6,540 m³ CH₄/M_gCSW, pole ściany zaliczono do III kategorii zagrożenia metanowego. Obliczona maksymalna prognozowana metanowość bezwzględna dla ściany, przy zaplanowanym wydobywaniu wynoszącym 4774 t/d wynosiła 23,17 m³/min.

Profilaktyka metanowa polegała przede wszystkim na odmetanowaniu górotworu. Odmetanowanie w rejonie ściany prowadzone było przez firmę zewnętrzną. Otwory drenażowe wiercone były z powierzchni 2 wiązkami po 4 lub 6 otworów. Ujęty metan odprowadzany był do dołowej stacji odmetanowania, zlokalizowanej w powierzchni 4 między chodnikiem wentylacyjnym i chodnikiem transportowym. Ze stacji odmetanowania metan odprowadzany był drogami wentylacyjnymi z odprowadzaniem prądem powietrza na szyb wentylacyjny.

Rejon ściany zabezpieczono czujnikami metanometrii automatycznej zabudowanymi zgodnie z wymogami przepisów górniczych [11]. W czasie prowadzonego wydobywania przewietrzano przestrzeń pod rynnami przenośnika zgrzeblowego sprężonym powietrzem. Wraz z postępem ściany prowadzono likwidację pozostawianego odcinka powierzchni 2 poprzez rabowanie obudowy i podsadzanie pustej przestrzeni. Część ślepą przewietrzano za pomocą wentylatora lutniowego zabudowanego w chodniku materiałowym. Linie likwidowanej powierzchni 2 za frontem ściany opinano płótnem wentylacyjnym, i doszczelniano pianami chemicznymi.

11.3.2 Profilaktyka zwalczania zagrożenia wybuchem pyłu węglowego

W ścianie 1 utrzymywano 200 m strefy zabezpieczające przed możliwością powstania i przeniesienia wybuchu pyłu węglowego, utrzymywane w dowierzchni 1 i 2.

Rejon wentylacyjny pokładu 404 zabezpieczony został głównymi zaporami przeciwwybuchowymi zlokalizowanymi w przekopie materiałowym, pochylni wentylacyjnej i przekopie odstawczym. Rejon ściany 1 zabezpieczony był pomocniczymi zaporami przeciwwybuchowymi, zabudowanymi w dowierzchni 1 oraz dowierzchni 2 zgodnie z przepisami górniczymi [11].

W rejonie ściany 1 zabudowano także pomocnicze zapory przeciwwybuchowe w chodniku materiałowym, dowierzchni 1, dowierzchni 2, chodniku odstawczym, chodniku wentylacyjnym, oraz przekopie materiałowym.

11.3.3 Profilaktyka zwalczania zagrożenia pożarowego

Rejon ściany 1 objęty został wczesnym wykrywaniem pożarów endogenicznych. W celu określania wskaźników pożarowych pobierano próby gazowe na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w rejonie ściany (rys. 11.1). Próby powietrza do analizy chemicznej pobierane były z częstotliwością, co najmniej 2 razy w tygodniu. Dodatkowo w celu oceny stanu zagrożenia pożarowego pobierano próby do analizy metodą precyzyjną GIG raz na dwa tygodnie.

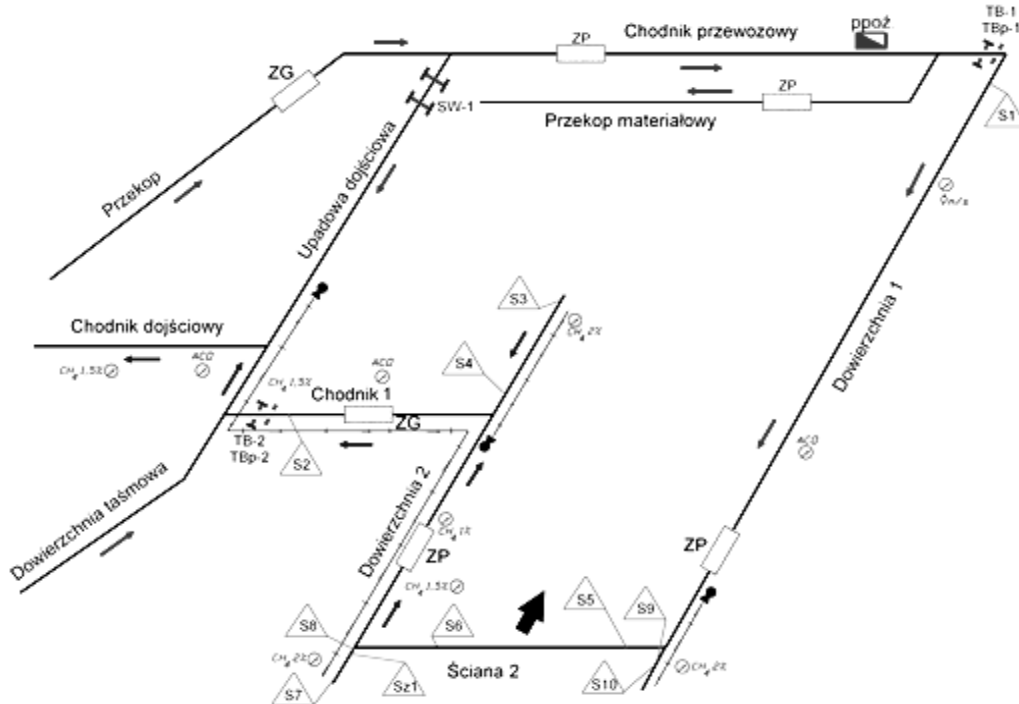
W ramach intensywnej profilaktyki przeciwpożarowej:

- izolowano ocios wschodni dowierzchni 1 płótnem podsadzkowym antyelektrostatycznym lub wentylacyjnym. Przestrzeń za płótnem doszczelniano środkami mineralnymi lub chemicznymi,
- na całej długości dowierzchni 1 utrzymywano rurociąg do podawania gazów inertnych,
- zabudowywano sondy kontrolne w ociosie wschodnim i stropie dowierzchni 1, w odstępach co około 50 metrów.
- utrzymywano sondy ruchome w ścianie, w odstępach co około 30 sekcji obudowy zmechanizowanej, skierowane do zawału ściany,
- wykonywano co najmniej 1 raz w miesiącu ekran izolujący ze środków chemicznych antypirogenicznymi za obudową zmechanizowaną,
- prowadzono w wyrobiskach przyścianowych ciągłe pomiary pól temperatury ociosów i stropu za pomocą kamery termowizyjnej.

Rejon ściany zabezpieczony był rejonowymi oraz połowymi tamami bezpieczeństwa w układzie podwójnym (rys. 11.1).

11.4 CHARAKTERYSTYKA ŚCIANY 2 W POKŁADZIE 502

Ściana 2 (rys. 11.2) [10] prowadzona była w pokładzie 502 w warstwie przystropowej poniżej poziomu udostępnienia. Ściana prowadzona była systemem poprzecznym z zawałem stropu po wzniosie pokładu, przewietrzana sposobem na U od pola. Parcela ściany rozpięta była między dwoma dowierzchniami, od wschodu dowierzchnią 1 a od zachodu dowierzchnią 2.



Rys. 11.2 Schemat przestrzenny rejonu ściany 2 w pokładzie 502

Źródło: [10]

Tabela 11.3 Charakterystyka ściany 2 w pokładzie 502

Długość ściany	170 m
Wysokość eksploatacyjna ściany	do 3,0 m
Nachylenie pokładu	4°-6°
Wybieg ściany	485 m
Wydobycie średnie	575 Mg/dobę
System eksploatacji	poprzeczny z zawałem stropu
Sposób przewietrzania	U od pola
Zagrożenie metanowe	I kategoria zagrożenia metanowego
Zagrożenie pożarowe	III grupa samozapalności - średnia skłonność węgla do samozapalenia
Okres inkubacji pożaru	106 dni
Zagrożenie wybuchem pyłu	klasa B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego
Zagrożenie klimatyczne	brak
Zagrożenie tąpnięciami	III stopień zagrożenia tąpnięciami
Zagrożenie wodne	I stopień zagrożenia wodnego
Okres eksploatacji ścianą	849 dni
Całkowite wydobycie ze ściany	487795 Mg

Źródło: [10]

Powietrze doprowadzane było do ściany dzwierzchnią 1, a odprowadzane dzwierzchnią 2. Ilość powietrza regulowana była przy pomocy tamy regulacyjnej zabudowanej w chodniku dojściowym w grupowym wylotowym prądzie powietrza. Na podstawie projektu technicznego, niezbędną ilością powietrza do przewietrzania przecinki ściany było $360 \text{ m}^3/\text{min}$. Jednak w czasie biegu ściany doprowadzono około $660 \text{ m}^3/\text{min}$.

Pokład 502 w parceli ściany zalegał na głębokości od 325,7 do 369,0 m ppm. Charakteryzował się rozciągłością północny zachód – południowy wschód i upadem 4°-6° na południowy zachód.

Eksploatacja pokładu 502 ścianą 2 prowadzona była w na wysokość 3,0 m aby pozostawić możliwość eksploatacji w warstwie dolnej. W spągu ściany pozostawiona została warstwa o miąższości od 2,4 do 2,8 m. W stropie i spągu pokładu 502 ściany występowały łupki piaszczyste i piaskowce.

Tabela 11.3 przedstawia podstawowe parametry eksploatacyjne i zagrożenia występujące w ścianie 2.

11.5 PROFILAKTYKI ZAGROŻEŃ WENTYLACYJNYCH [4]

11.5.1 Profilaktyka zwalczania zagrożenia metanowego

Ściana 2 prowadzona była w pokładzie 502 zaliczonym do I kategorii zagrożenia metanowego. Maksymalna stwierdzona metanonośność w rejonie ściany 2 wyniosła 0,097 m³ CH₄/M_gCSW.

W związku z tym jako zabezpieczenie przed przekroczeniami dopuszczalnych stężeń metanu przyjęto minimalną prędkość powietrza w wyrobisku ścianowym na poziomie 0,3 m/s. Rejon ściany został zabezpieczony czujnikami metanometrii automatycznej rozmieszczonymi zgodnie z przepisami [11].

W celu prawidłowego rozplywu powietrza została zabudowana śluza wentylacyjna SW-1 w upadowej dojsciowej na południe od chodnika przewozowego zachód, na której zabudowano czujniki otwarcia drzwi oraz czujnik różnicy ciśnień.

11.5.2 Profilaktyka zwalczania zagrożenia wybuchem pyłu węglowego

W rejonie ściany utrzymywano 200 m strefy zabezpieczające przed możliwością powstania i przeniesienia wybuchu pyłu węglowego. Strefy były utrzymywane na bieżąco w dowierzchniach 1 i 2 wraz z postępem ściany. Rejon wentylacyjny zabezpieczony został głównymi zaporami przeciwwybuchowymi zlokalizowanymi w chodniku 1 w pokładzie 502 oraz w przekopie do pokładu 502.

Pomocnicze zapory przeciwwybuchowe zabudowano w dowierzchniach przyścianowych 1 i 2. Wyrobiska objęte strefą szczególnego zagrożenia tapaniami zostały odizolowane strefami zabezpieczającymi wykonanymi przez opylanie pyłem kamiennym oraz pyłowymi zaporami przeciwwybuchowymi w chodniku przewozowym w pokładzie 502 i przekopie materiałowym.

11.5.3 Profilaktyka zwalczania zagrożenia pożarowego

Rejon ściany 2 objęty został wczesnym wykrywaniem pożarów endogenicznych. Zagrożenie pożarowe oceniano na podstawie wskaźników pożarowych wg przepisów [11]. Próby gazowe pobierano na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w rejonie ściany (rys. 11.2). Próby do analizy chemicznej były pobierane z częstotliwością co najmniej 2 razy w tygodniu. Dodatkowo w celu oceny stanu zagrożenia pożarowego, 1 raz na tydzień, pobierano próby do analizy metodą precyzyjną GIG ze stacji zrobowej

Sz-1. W ramach prac profilaktycznych prowadzono pomiary kamerą termowizyjną w chodniku 1, dowiezchni 2, upadowej materiałowej oraz dowiezchni wentylacyjnej. Pomiary były wykonywane 1 raz w tygodniu. W celu izolacji miejsc o zwiększonym wydzielaniu CO stosowano doszczelnianie za pomocą środków mineralnych i pian lekkich. Rejon ściany zabezpieczony był rejonowymi oraz polowymi tamami bezpieczeństwa w układzie podwójnym (rys. 11.2).

11.6 ANALIZA KOSZTÓW PROFILAKTYK WENTYLACYJNYCH

Koszty w ramach profilaktyk aerologicznych oparto na podziale rodzajowym kosztów [1]. W ramach kosztów profilaktyk przyjęto koszt środków trwałych, materiałów eksploatacyjnych, koszt wynagrodzeń poniesionych na prowadzenie w/w profilaktyk oraz koszt mediów (energii elektrycznej, sprężonego powietrza i wody [6]. Nie uwzględniono natomiast kosztów amortyzacji oraz kosztów zużycia materiałów i innych, mniej istotnych. Nieuwzględnienie tych kosztów był spowodowane brakiem ich wyodrębnienia w nakładach prowadzonych przez dział kontrolingu kopalni. Koszty te były jednak na tyle niewielkie, że nie wpływały na zmianę nakładów poniesionych na prowadzenie poszczególnych profilaktyk.

11.6.1 Koszty profilaktyk dla ściany 1 w pokładzie 404

W tabelach 11.4-11.6 przedstawiono zakres stosowanych prac profilaktycznych w ramach zagrożeń metanowego, pożarowego i wybuchem pyłu węglowego, występujących w rejonie ściany 1 oraz zestawienie kosztów poniesionych w ramach prowadzonych profilaktyk.

Tabela 11.4 Zestawienie kosztów profilaktyki metanowej

Nazwa kosztu	Liczba/ilość	Koszt jednostkowy zł	Koszt całkowity zł
Wykonawstwo otworów drenażowych. Wiercenie otworów: zużycie materiałów eksploatacyjnych. Całkowita liczba mb otworów drenażowych. Liczba otworów 417, liczba zbiorów = 73	35790 mb	260 zł/1 mb	9305400 zł
Użytkowanie stacji odmetanowania	16 miesięcy	170000 zł/miesiąc	2720000 zł
Obsługa odmetanowania	16 miesięcy	105000 zł/miesiąc	1680000 zł
Wykonawstwo pomocniczych urządzeń wentylacyjnych (oganianki z płótna wentylacyjnego, przegrody wentylacyjne, strumienice, wentylatory pomocnicze, doszczelnianie zawału pianami itp.)	-	-	140000 zł
Robocznodniówki związane ze zwalczaniem zagrożenia metanowego			9200001,67 zł
Koszty energii elektrycznej	119,3 MWh	291,79 zł/MWh	34810,55 zł
Całkowity koszt profilaktyki			23080212,22 zł

Źródło: [6]

Tabela 11.5 Zestawienie kosztów profilaktyki pożarowej

Nazwa kosztu	Ilość/liczba	Koszt jednostkowy zł	Koszt całkowity zł
Wykonawstwo pasów podsadzkowych	-	-	brak
Wykorzystanie materiałów chemicznych: - piany lekkie (Igloneige), (komplet=50 dm ³) - piany ciężkie (Mariflex), (komplet=125 dm ³) - środki antypirogeniczne,	2250 dm ³ 875 dm ³ 5 Mg	140,7 zł/kom. 557,82 zł/dm ³ 239,43 zł/Mg	6331,50 zł 3904,74 zł 1197,15 zł
Wykorzystanie materiałów mineralnych: - spoiwa mineralno-cementowe (Cover), - cement, - piasek,	6725 kg 25 Mg 23 Mg	465 zł/Mg 256 zł/Mg 16 zł/Mg	3127,12 zł 6400,00 zł 368,00 zł
Wykorzystanie odpadów elektrownianych	1870 m ³	-	-
Kostka betonowa WC	2000 szt.	3,5 zł/szt.	7000,00 zł
Badania laboratoryjne prób gazowych do wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych wykonywane przez kopalnię	204 szt.	35 zł/szt.	7140,00 zł
Badania laboratoryjne prób gazowych do wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych wykonywane na zlecenie	34 szt.	215 zł/szt.	7310,00 zł
Pomiary pomocnicze (kamera termowizyjna, pirometr)	544 h	-	-
Zużycie gazów inertnych N ₂	238501 m ³	0,55 zł/m ³	131175,55 zł
Obsługa prac inertyzacyjnych	własna	-	-
Dzierżawa lub koszt użytkowania urządzeń inertyzacyjnych	474 dni	158 zł/dobę	74892,00 zł
Roboczodniówki związane ze zwalczaniem zagrożenia pożarowego	18774	603,75 zł	11334802,50 zł
Zużycie wody i innych mediów	474 dni	350 zł/dobę	165900,00 zł
Całkowity koszt profilaktyki			11749548,56 zł

Źródło: [6]

Tabela 11.6 Zestawienie kosztów profilaktyki zagrożenia wybuchem pyłu węglowego

Nazwa kosztu	Ilość/liczba	Koszt jednostkowy zł	Koszt całkowity zł
Pył kamienny 7,5 Mg/1 zaporę	331 Mg	218,94 zł	7269,14 zł
Pojemniki na zapory wodne	1060 szt.	14,40 zł	15264,00 zł
Konstrukcje drewniane i stalowe do zapór przeciwybuchowych	45 szt.	1700,00 zł	76500,00 zł
Miesięczne utrzymanie stref zabezpieczających przed możliwością przeniesienia wybuchu pyłu węglowego w rejonie (16 miesięcy)	8,5 Mg pyłu/miesiąc	218,94 zł	3503,04 zł
Roboczodniówki związane ze zwalczaniem zagrożenia wybuchem pyłu węglowego	1695	383,97 zł	650829,15 zł
Koszty energii	474 dni	140 zł	66360,00 zł
Całkowity koszt profilaktyki			884925,33 zł

Źródło: [6]

11.6.2 Koszty profilaktyk dla ściany 2 w pokładzie 502

W tabelach 11.7, 11.8 przedstawiono analogicznie zakres stosowanych prac profilaktycznych w ramach zagrożeń pożarowego i wybuchem pyłu węglowego, występujących w rejonie ściany 2 oraz zestawienie kosztów poniesionych w ramach

tych profilaktyk.

Tabela 11.7 Zestawienie kosztów profilaktyki pożarowej

Nazwa kosztu	Ilość/liczba	Koszt jednostkowy zł	Koszt całkowity zł
Wykonawstwo pasów podsadzkowych	-	-	brak
Wykorzystanie materiałów chemicznych: - piany lekkie (Igloneige), (komplet=50 dm ³) - piany ciężkie (Mariflex), (komplet=125 dm ³) - środki antypirogeniczne,	1900 dm ³ 2750 dm ³ 5150 kg	140,70 zł/kom. 557,82 zł/dm ³ 239,43 zł/Mg	5346,60 zł 12272,04 zł 1233,06 zł
Wykorzystanie materiałów mineralnych: - spoiwa mineralno-cementowe (Porocem), - cement, - piasek	72150 kg 20 Mg 15 Mg	793,96 zł/Mg 256 zł/Mg 16 zł/Mg	57284,21 zł 5120,00 zł 240,00 zł
Wykorzystanie odpadów elektrownianych	450 m ³	-	-
Kostka betonowa WC	2 000 szt.	3,5 zł/szt.	7000,00 zł
Badania laboratoryjne prób gazowych do wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych wykonywane przez kopalnię	2662 szt.	35 zł/szt.	93170,00 zł
Badania laboratoryjne prób gazowych do wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych wykonywane na zlecenie	60 szt.	215 zł/szt.	12900,00 zł
Pomiary pomocnicze (kamera termowizyjna, pirometr)	968 h	-	-
Zużycie gazów inertnych N ₂ lub CO ₂	290012 m ³	0,55 zł/ m ³	159506,60 zł
Obsługa prac inertyzacyjnych	własna	-	-
Dzierżawa lub koszt użytkowania urządzeń inertyzacyjnych	849 dni	158 zł/dobę	134142,00 zł
Roboczdniówki związane ze zwalczaniem zagrożenia pożarowego	6746	603,75 zł	4072897,50 zł
Zużycie wody i innych mediów	849 dni	350 zł/dobę	297150,00 zł
Całkowity koszt profilaktyki			4858262,01 zł

Źródło: [6]

Tabela 11.8 Zestawienie kosztów profilaktyki zagrożenia wybuchem pyłu węglowego

Nazwa kosztu	Ilość/liczba	Koszt jednostkowy zł	Koszt całkowity zł
Pył kamienny 7,5 Mg/1 zaporę	110,5 Mg	218,94 zł	24192,87 zł
Pojemniki na zapory wodne	0 szt.	14,40 zł	0,00 zł
Konstrukcje drewniane i stalowe do zapór przeciwwybuchowych	11 szt.	1700,00 zł	18700,00 zł
Miesięczne utrzymanie stref zabezpieczających przed możliwością przeniesienia wybuchu pyłu węglowego w rejonie (28,3 miesięcy)	6,0 Mg pyłu/miesiąc	218,94 zł	37176,01 zł
Roboczdniówki związane ze zwalczaniem zagrożenia wybuchem pyłu węglowego	854	383,97 zł	327910,38 zł
Koszty energii	849 dni	140 zł/dobę	118860,00 zł
Całkowity koszt profilaktyki			526839,26 zł

Źródło: [6]

11.6.3 Wskaźniki kosztów profilaktyk aerologicznych

Jak wcześniej wskazano, w okresie prowadzenia eksploatacji ścianą 1 w pokładzie

404 stosowano aktywną profilaktykę aerologiczną w zakresie zagrożeń metanowego, pożarowego i wybuchem pyłu węglowego, natomiast dla ściany 2 w pokładzie 502 stosowano aktywną profilaktykę dla zagrożenia pożarowego i pyłowego.

Koszty stosowanych profilaktyk przedstawia tabela 9. Przychód całkowity został obliczony na podstawie średniej ceny 1 Mg węgla wg cen ARA (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpia) [3], ustalonej dla okresu prowadzenia eksploatacji obu ścian przypadającego na lata 2013-2015 oraz średniego kursu dolara amerykańskiego w tychże latach. Średnia cena 1 Mg węgla wg cen ARA wyniosła 72,83 USD co w przeliczeniu na polski złoty wyniosło 240,53 zł. Warto podkreślić, że koszt detaliczny 1 Mg węgla na polskim rynku wg szacunków GUS [9] wyniósł odpowiednio 809,51 zł w 2013 r., 802,37 zł w 2014 r. i 789,33 zł w 2015 r. co daje średnią cenę na poziomie 800,40 zł i różnicę w stosunku do cen ARA o ponad 330%. Do wyznaczenia wskaźników przyjęto jednak cenę węgla wg ARA, gdyż wg podobnych stawek kopalnie zbywają węgiel w obrocie hurtowym. Całkowity przychód węgla z obu ścian ujęto w tabeli 11.9.

W oparciu o znane koszty prowadzonych profilaktyk obliczono procentowy udział kosztu profilaktyki UP oraz koszt profilaktyki w przeliczeniu na 1 Mg wydobywania.

Udział procentowy kosztu profilaktyki w stosunku do uzyskanego przychodu można obliczyć na podstawie wzoru:

$$U_P = \frac{K_P}{P_C} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

U_P – udział procentowy stosowanej profilaktyki, %,

K_P – koszt całkowity stosowanej profilaktyki zł,

P_C – przychód całkowity zł.

Tabela 11.9 Zestawienie kosztów profilaktyk aerologicznych

	Wydobycie całkowite WC Mg	Przychód całkowity PC zł	Koszt profilaktyki metanowej KPM zł	Koszt profilaktyki pożarowej KPPO zł	Koszt profilaktyki pyłowej KPPł zł	Całkowity koszt profilaktyk
Ściana 1 w pokł. 404	1237743	297714323,79	23080212,22	11749548,56	884925,33	35714686,1
Ściana 2 w pokł. 502	487795	117329331,35	-	4858262,01	526839,26	5385101,3

Natomiast koszt profilaktyki w przeliczeniu na 1 Mg wydobytego węgla można obliczyć na podstawie wzoru:

$$K_{PMg} = \frac{K_P}{W_C} \quad (2)$$

gdzie:

W_C – całkowite wydobycie ze ściany, Mg.

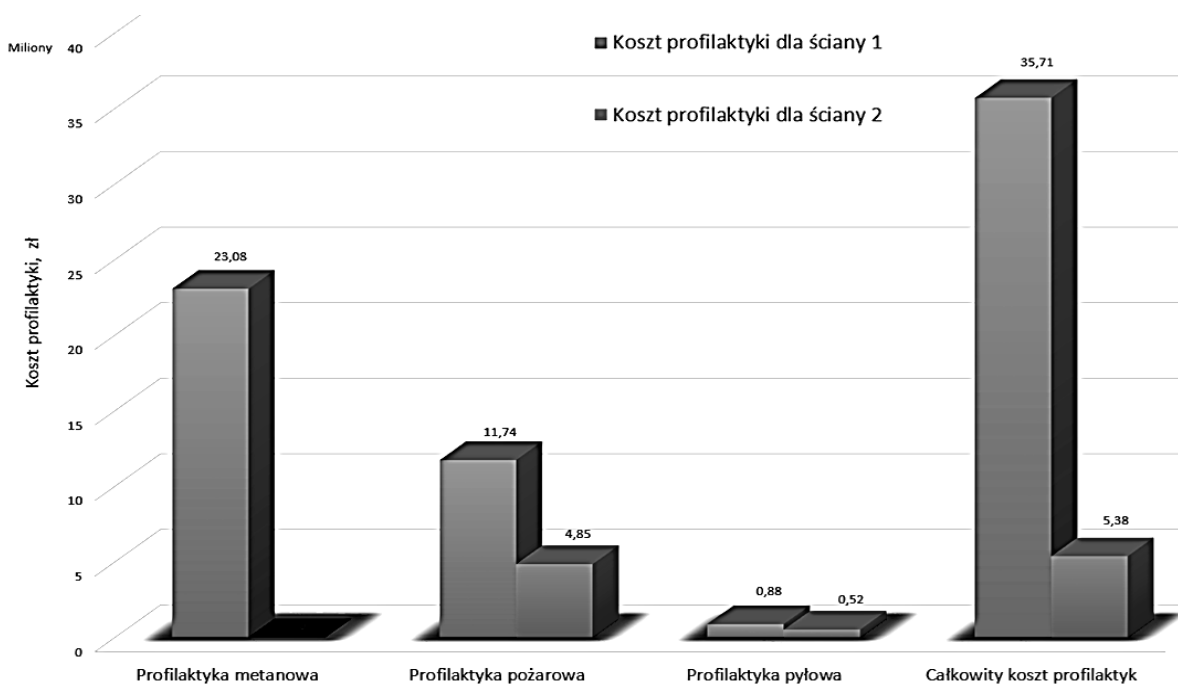
Wskaźniki kosztów zastosowanych profilaktyk dla ściany 1 i 2 przedstawiono w tabeli 11.10.

Tabela 11.10 Zestawienie wskaźników kosztów profilaktyk aerologicznych

	Udział kosztu profilaktyki metanowej UPM %	Udział kosztu profilaktyki pożarowej UPPO %	Udział kosztu profilaktyki pyłowej UPPEL %	Koszt profilaktyki Metanowej na 1 Mg wydobywania KPMgM zł	Koszt profilaktyki pożarowej na 1 Mg wydobywania KPMgPO zł	Koszt profilaktyki pyłowej na 1 Mg wydobywania KPMgPEL zł	Całkowity koszt profilaktyk na 1 Mg wydobywania zł
Ściana 1	7,752	3,946	0,297	18,65	9,49	0,71	28,85
Ściana 2	-	4,141	0,449	-	9,96	1,08	11,04

Jak można zauważyć, wśród profilaktyk prowadzonych w ramach rejonu ściany 1 największe nakłady poniesiono na ograniczenie zagrożenia metanowego poprzez stosowanie odmetanowania górotworu. Całkowity koszt profilaktyki metanowej wyniósł ponad 23 mln zł (rys. 11.3). Najniższy z kolei koszt poniesiono na zwalczanie zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.

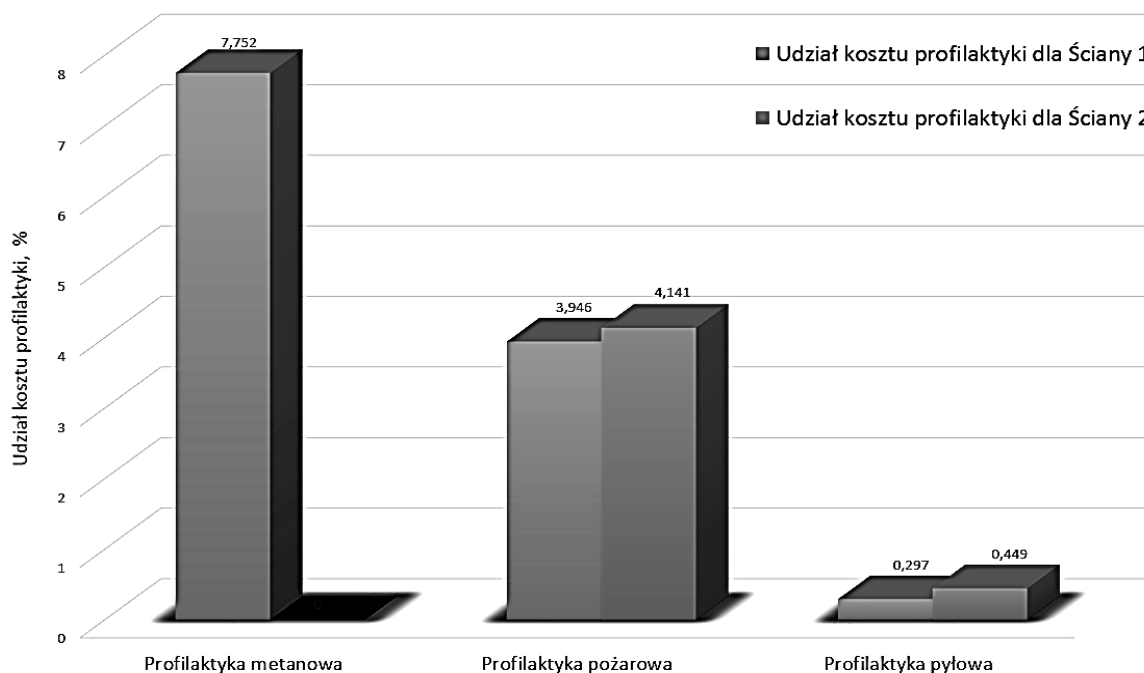
Udział procentowy kosztów profilaktyki metanowej na tle innych profilaktyk jest bardzo wysoki. Nakłady poniesione na odmetanowanie przekroczyły 7,7% całkowitego przychodu uzyskanego z wyeksploatowanego węgla w ścianie 1.



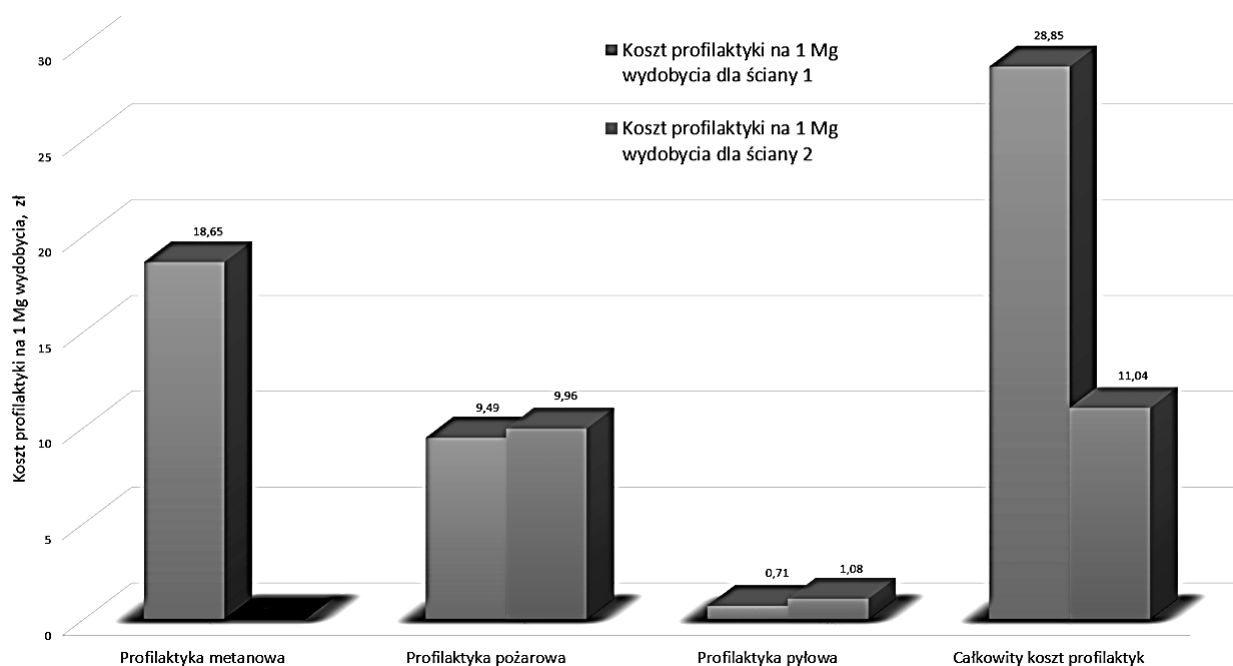
Rys. 11.3 Koszty profilaktyk aerologicznych

Porównując koszty profilaktyki pożarowej jak i pyłowej w obu ścianach można uznać, że zarówno udziały procentowe (rys. 11.4) zastosowanych profilaktyk, ujęte w całkowitym przychodzie, jak i ich koszty w przeliczeniu na 1 Mg wydobywania (rys. 11.5) są bardzo zbliżone. Analizując tablice zakresu prowadzonych profilaktyk i ich kosztów

można zauważyć, że głównym składnikiem kosztów w przypadku obu profilaktyk są koszty roboczodniówek niezbędnych do prowadzenia aktywnej walki z zagrożeniem.



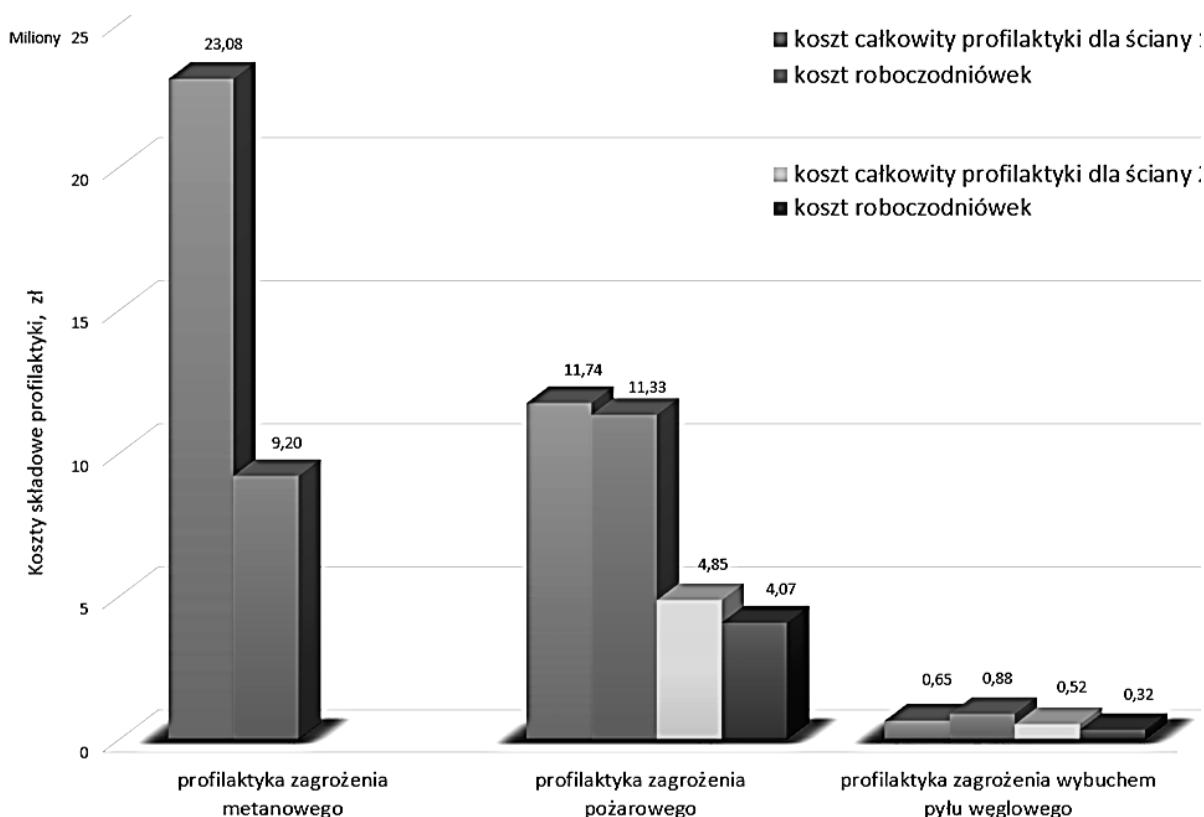
Rys. 11.4 Udziały procentowe kosztów profilaktyk aerologicznych w dochodzie całkowitym



Rys. 11.5 Koszty profilaktyk aerologicznych w przeliczeniu na 1 Mg wydobywania

Dla przedstawienia skali wysokości kosztów roboczodniówek (rys. 11.6), porównano je do kosztów całkowitych profilaktyk. O ile w przypadku walki z zagrożeniem metanowym koszt przeznaczony na płace pracowników wyniósł 39,86% w całkowitych nakładach poniesionych na profilaktykę metanową, to w przypadku zagrożenia pożarowego koszt ten stanowi ponad 96% całkowitych nakładów na walkę z

zagrożeniem pożarowym w ścianie 1 i prawie 84% tychże nakładów poniesionych w ścianie 2.



Rys. 11.6 Porównanie kosztów całkowitych profilaktyk do kosztów roboczości

Koszty roboczości przeznaczonych na profilaktykę zagrożenia wybuchem pyłu węglowego są także znaczące i wynoszą odpowiednio ponad 73% w ścianie 1 i ponad 62% w ścianie 2. Jak wynika z analizy koszty materiałów stosowanych w przypadku profilaktyki pożarowej i pyłowej są niewielkie w porównaniu do kosztów materiałów i sprzętu wykorzystywanego przy zwalczaniu zagrożenia metanowego.

11.7 PODSUMOWANIE

Zagrożenia naturalne, w szczególności zagrożenia aerologiczne są najgroźniejszymi zagrożeniami spotykanymi w kopalniach głębinowych. Walka z nimi jest bardzo trudna ze względu na ich nieobliczalność. Aby móc prowadzić eksploatację, kopalnie muszą sięgać po nowe, leżące głębiej pokłady węgla, co przedkłada się przede wszystkim na konieczność ponoszenia nakładów na prace udostępniające i przygotowawcze. Prowadzenie eksploatacji w głębszych partiach złoża wpływa także na wzrost zagrożeń naturalnych, przede wszystkim w rejonach ścian eksploatacyjnych. Walka z nimi pochłania coraz większe koszty. Konieczność ograniczenia wpływu tychże zagrożeń jest niezbędnym elementem umożliwiającym bezpieczną i efektywną eksploatację pokładów węgla. Koszty generowane przez prace profilaktyczne są coraz wyższe, szczególnie w obecnym okresie, kiedy ceny węgla spadają do wartości, przy których kopalnie znajdują się na granicy rentowności.

W analizowanych przykładach ścian nie występowały wszystkie zagrożenia wpływające na wzrost kosztów profilaktyk. Do zagrożeń podnoszących znacznie koszt profilaktyki można zaliczyć także zagrożenie klimatyczne, nie tylko ze względu na koszt maszyn i urządzeń do produkcji chłodu ale przede wszystkim ze względu na koszt energii elektrycznej niezbędnej do jego wytworzenia.

W obu przeanalizowanych przykładach koszt całkowity prowadzonych profilaktyk wyniósł odpowiednio 11,99% całkowitego dochodu uzyskanego dla ściany 1 i 4,59% dla ściany 2. W przypadku ściany 1 głównym składnikiem kosztów prowadzonych profilaktyk była walka z zagrożeniem metanowym. Koszty prowadzenia odmetanowania pochłonęły ponad 64% nakładów na wszystkie prace profilaktyczne.

Choć koszty profilaktyk zagrożeń aerologicznych stanowią znaczący element nakładów na wydobywanie to bez ich ponoszenia nie byłaby możliwa dalsza eksploatacja pokładów węgla. Prowadzona na bieżąco aktywna profilaktyka umożliwia bezpieczną pracę załozce zatrudnionej w najbardziej narażonym na zagrożenia naturalne elemencie kopalni – ścianie eksploatacyjnej.

LITERATURA

1. W. Bień, Zarządzanie finansami w przedsiębiorstwie, WNE, Warszawa 2000
2. B. Burnat, O pojęciu zagrożenia w górnictwie, Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie, nr 4, Katowice 1976.
3. Cena węgla wg ARA (Amsterdam-Rotterdam Antwerpia) - <http://gornictwo.wnp.pl>
4. Dokumentacje prac profilaktycznych
5. J. Kabiesz, Możliwość wykorzystania metod eksperckich dla oceny stanu zagrożeń górniczych, Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk 2005,
6. Koszty prac profilaktycznych – Dział kontroli kopalni
7. S. Krzemień, M. Krause, Zarządzanie bezpieczeństwem w górnictwie, Bezp. Pracy i Ochr. Środ. w Górn., WUG, nr 9, Katowice 2000.
8. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2014 roku, Wyższy Urząd Górniczy, Katowice 2015.
9. Portal informacyjny GUS – <http://stat.gov.pl>
10. Projekty techniczne ścian 1 w pokł. 405 i 2 w pokł. 510
11. 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 z 2002 r., poz. 1169 z późn. zm.
12. J. Sułkowski, Czy wybuchy w kopalniach są wynikiem błędnej oceny ryzyka? Mat. XII Konf. WUG pt. „Problemy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w polskim górnictwie”. SITG, Wisła 2010.
13. J. Sułkowski, D. Musioł, „Effect of bed splitting on fighting aerologic hazards in exploitation sections of hard coal mines”, Archives of Mining Sciences Volume 53, Issue 4, Kraków 2008 r.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 02.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2016

dr inż. Dariusz Musioł
Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Eksploatacji Złóż
ul. Akademicka 2A, 44-100 Gliwice, Polska
e-mail: dariusz.musiol@polsl.pl

DZIAŁANIA W ZAKRESIE PROFILAKTYK AEROLOGICZNYCH JAKO NIEZBĘDNY ELEMENT NAKŁADÓW NA WYDOBYCIE W ŚCIANACH EKSPLOATACYJNYCH

Streszczenie: Scharakteryzowano ponoszone przez Spółki Węglowe nakłady finansowe na poprawę bezpieczeństwa pracy. Wskazano na konieczność stosowania odpowiednio dobranych profilaktyk w ramach zagrożeń aerologicznych w ścianach eksploatacyjnych. Przeanalizowano dwie przykładowe ściany prowadzone w ramach jednej kopalni węgla kamiennego pod względem zagrożeń wentylacyjnych i zastosowanych prac profilaktycznych, ograniczających wpływ występujących zagrożeń na proces produkcji. Przeprowadzona została analiza kosztów prowadzonych działań profilaktycznych oraz obliczono wskaźniki kosztów zastosowanych profilaktyk.

Słowa kluczowe: górnictwo, zagrożenia aerologiczne, prace profilaktyczne, koszty prac profilaktycznych

ACTION ON AEROLOGICAL PREVENTION AS A NECESSARY ELEMENT OF EXPENDITURE ON MINING IN THE LONGWALLS

Abstract: Characterized borne by the coal companies financial expenditures to improve safety. It pointed out the need for properly selected prophylaxis within aerological threats in the longwalls of supplies. Characterized example of two longwalls carried out under a coalmine in terms of ventilation hazards and applied preventive work limiting the impact of existing threats on the production process. We analyzed the cost of operations and preventive factors calculated costs used in prevention.

Key words: mining, aerological threats, preventive work, the costs of preventive work