

Nikodem SZŁĄZAK

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Jan SZŁĄZAK

Politechnika Śląska, Gliwice

## WENTYLACJA WYROBISK ŚCIANOWYCH W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO, W WARUNKACH ZAGROŻEŃ METANOWEGO I POŻAROWEGO

**Streszczenie.** W artykule przeprowadzono analizę systemów przewietrzania ścian pod kątem zwalczania zagrożenia metanowego. Zwalczanie zagrożenia metanowego ściśle związane jest z doбором odpowiedniego systemu przewietrzania. Na etapie projektowania rozczinki niezbędne jest przeanalizowanie skali zagrożenia metanowego i dobranie odpowiedniego systemu zapewniającego wymaganą efektywność odmetanowania.

W artykule opisano kryteria doboru systemów przewietrzania ścian w warunkach zagrożeń metanowego i pożarowego, wskazując na ich wady i zalety. Szczegółowo scharakteryzowano sześć systemów. W rozdziale 3 analizie poddano trzy najczęściej stosowane systemy, a obliczenia prędkości przepływu powietrza i stężenia metanu w zrobach wykonano dla dwóch systemów: U od granic i Y od granic. Dla tych właśnie systemów przewietrzania opracowano program komputerowy, pozwalający wyznaczyć rozptyw powietrza i rozkład stężenia metanu w zrobach ścian.

Analiza wyników obliczeń tych parametrów pokazała, że w przypadku systemu przewietrzania U od granic niebezpieczne stężenia metanu w zrobach zbliżają się do górnej wnęki ściany, czego nie obserwuje się przy systemie Y od granic.

W artykule wskazano także na zależność skuteczności odmetanowania od systemu przewietrzania ściany, ilustrując ją rysunkami i danymi ujętymi w tabeli 2. W spisie literatury ujęto 14 pozycji.

## VENTILATION OF WALL WORKINGS IN COAL MINES IN CONDITION OF METHANE AND FIRE HAZARD

**Summary.** In the article an analysis of wall ventilation systems with the focus on fighting methane hazard has been conducted. Fighting methane hazard is strictly connected with right chosen ventilation system. On the stage of designing of cutting, it is essential to analyze scale of methane hazard and select right system which guarantees required efficiency of demethanization.

In the article, selection of wall ventilation systems in condition of methane and fire hazard has been described and its disadvantages and advantages have been indicated. Six

systems have been characterized in detail. In chapter 3 three most often used have been analyzed and calculations of air flow speed and methane concentration in working cavity has been conducted for two systems: U – from bounds and Y – from bounds. For these ventilation systems computer program, allowing determining air spread and methane concentration spread in working cavity, has been developed.

Analysis of the outcome of these calculations has indicated that in case of ventilation system U – from bounds dangerous methane concentration in working cavity verge upon upper wall cavity which is not observed in case of Y- from bounds system.

In the article dependency of demethanization effectiveness upon wall ventilation system has been indicated as well by illustrating said dependency on figures and data presented in Table 2. In list of literature 14 entries are de-tailed.

## 1. Wstęp

Zwiększanie głębokości eksploatacji skutkuje wzrostem zagrożeń naturalnych. W pokładach zalegających na większych głębokościach mamy do czynienia z występowaniem zagrożeń skojarzonych (pożarowe, tapaniami, temperaturowe i metanowe).

Wśród występujących zagrożeń naturalnych najbardziej istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa wentylacyjnego są zagrożenia metanowe i pożarowe [2]. W zależności od charakteru wypełnienia zrobów metanem, w przypadku pozostawienia węgla w zawale może dochodzić do zapalenia metanu [10]. W przypadku stałego dopływu metanu z górotworu i niezmiennego sposobu przewietrzania, jego rozkład w zrobach, w czasie eksploatacji ulega wolnym zmianom.

Zagrożenie metanowe wzrasta ze zwiększającą się głębokością prowadzonych robót eksploatacyjnych. Koncentracja wydobywania jest czynnikiem, który w zasadniczy sposób kształtuje wielkość wydzielania metanu [11].

## 2. Kryteria doboru systemu przewietrzania ścian w warunkach zagrożeń metanowego i pożarowego

W polskich kopalniach węgla kamiennego powszechnie stosowany jest system przewietrzania U od granic pola eksploatacyjnego. System ten znajduje zastosowanie przy przewietrzaniu wysokowydajnych ścian, również w przypadku dużego zagrożenia metanowego. Również powszechnie, choć w mniejszym stopniu, są stosowane systemy Y w różnych odmianach. System przewietrzania Y jest stosowany zarówno w ścianach

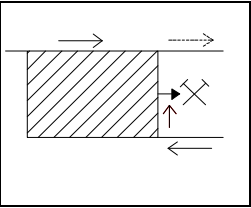
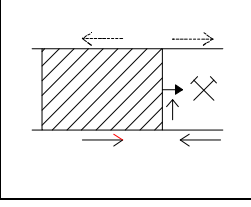
metanowych, jak i niemetanowych, przy występowaniu zagrożenia pożarowego oraz jego braku. Ściany te osiągają rekordowe postępy i wydobywania, stąd należy sądzić, że o zastosowaniu tego systemu przewietrzania decydują inne względy niż skala zagrożeń naturalnych. W warunkach polskich kopalń stosuje się również systemy przewietrzania Z i H. System Z wymaga minimalnych robót przygotowawczych przed uruchomieniem eksploatacji, natomiast system H jest stosowany w przypadku dużego zagrożenia metanowego. W tabelicy 1 zestawiono stosowane w polskich warunkach systemy przewietrzania ścian eksploatacyjnych prowadzonych od granic pola oraz podano ich wady i zalety [3, 5, 10, 13].

Tabela 1

Charakterystyka systemów przewietrzania ścian eksploatacyjnych  
w warunkach zagrożeń metanowego i pożarowego

Lp.	Nazwa technologii	Schemat	Wady	Zalety
1	Przewietrzanie - system U od granic pola eksploatacyjnego		<ul style="list-style-type: none"> <li>wzrost zagrożenia metanowego na wylocie ze ściany,</li> <li>konieczność stosowania pomocniczych urządzeń wentylacyjnych na skrzyżowaniu ściana - chodnik wentylacyjny,</li> <li>trudności z uzyskaniem wysokiej efektywności odmetanowania,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>możliwość rozpoznania zmian metanonośności pokładu,</li> <li>ograniczony przepływ powietrza przez zroby,</li> <li>ograniczone zagrożenie pożarowe w zrobach</li> </ul>
2	Przewietrzanie - system Z od granic pola eksploatacyjnego		<ul style="list-style-type: none"> <li>wzrost zagrożenia pożarowego w zrobach,</li> <li>konieczność uszczelniania ociosów chodników przyzrobowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mniejsze zagrożenie metanowe w ścianie,</li> <li>korzystny dla zwalczania zagrożenia metanowego</li> </ul>
3	Przewietrzanie - system Y z doświeżaniem chodnikiem nadścianowym		<ul style="list-style-type: none"> <li>wzrost zagrożenia pożarowego w zrobach,</li> <li>konieczność uszczelniania ociosów chodników przyzrobowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dobre rozpoznanie zalegania pokładu i zmian metanonośności,</li> <li>korzystny dla zwalczania zagrożenia metanowego,</li> <li>odsunięcie strefy niebezpiecznych stężeń metanu w zrobach od stanowisk pracy</li> </ul>
4	Przewietrzanie - system Y z odprowadzeniem powietrza w dwóch kierunkach		<ul style="list-style-type: none"> <li>wzrost zagrożenia pożarowego w zrobach,</li> <li>konieczność uszczelniania ociosów chodników przyzrobowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>korzystny dla zwalczania zagrożenia metanowego</li> </ul>

cd. tablicy 1

5	Przewietrzanie - system Y z doświeżaniem chodnikiem nadścianowym od strony zrobów		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wzrost zagrożenia metanowego w narożu ściany,</li> <li>• konieczność uszczelniania ociosów chodników przyzrobowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korzystny dla zagrożenia pożarowego,</li> <li>• możliwość podawania substancji do zrobów</li> </ul>
6	Przewietrzanie - system H		<ul style="list-style-type: none"> <li>• konieczność doprowadzenia powietrza z dwóch stron pola ściany,</li> <li>• zagrożenie pożarowe w zrobach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korzystny dla zagrożenia metanowego,</li> <li>• korzystny dla odmetanowania</li> </ul>

### 3. Charakterystyka systemów przewietrzania ścian eksploatacyjnych

#### 3.1. Przewietrzanie systemem U od granic pola eksploatacyjnego

System przewietrzania U od granic pola eksploatacyjnego jest stosowany w ścianach przy kategoriach zagrożenia metanowego I i II, zaś przy kategoriach III i IV może być stosowany w połączeniu z efektywnym odmetanowaniem. W systemie przewietrzania U od granic pola eksploatacyjnego powietrze jest prowadzone chodnikiem wzdłuż calizny węglowej. Po przewietrzaniu ściany powietrze jest odprowadzane chodnikiem również wzdłuż calizny węglowej. Przy zastosowaniu tego systemu zakres robót przygotowawczych jest ograniczony, a przed rozpoczęciem eksploatacji można rozpoznać pokład w polu eksploatacyjnej ściany.

Czynnikami wpływającymi na rozwój systemu przewietrzania są występujące zagrożenia, szczególnie zagrożenie metanowe [4,7]. System ten ogranicza możliwość zwalczania dużego zagrożenia metanowego, przez brak możliwości zastosowania skutecznego odmetanowania. Szczególnie trudne jest zwalczanie zagrożenia metanowego w pokładach o małej miąższości, gdyż wówczas występują trudności w doprowadzeniu odpowiedniej ilości powietrza do ściany. Na zagrożenie tempeturowe na froncie ściany ma pewien wpływ ciepło wynoszone ze zrobów.

W przypadku skomplikowanej tektoniki pokładu i zaburzeń geologicznych, występują trudności w uzyskaniu takiego postępu ściany, który zagwarantowałby minimalizację zagrożenia pożarowego. Omawiany sposób przewietrzania zapewnia ograniczony przepływ powietrza przez zroby ściany i zmniejsza zagrożenie pożarowe jedynie w przypadku odpowiedniego postępu ściany. System ten jest skuteczny w ograniczeniu procesu rozwoju samozagrzewania w zrobach ściany.

### **3.2. Przewietrzanie systemem Y z doświeżaniem chodnikiem nadścianowym**

System przewietrzania Y z doświeżaniem chodnikiem nadścianowym stosowany jest w warunkach zagrożenia metanowego, w pokładach o małej miąższości. Zapewnia on odsunięcie metanu w zrobach od przestrzeni roboczej frontu ściany.

Powietrze jest doprowadzane dwoma chodnikami wzdłuż calizny węglowej. Po przewietrzeniu ściany powietrze łączy się z powietrzem doświeżającym i jest odprowadzane chodnikiem wzdłuż zrobów.

System ten zapewnia bezpieczeństwo pracy w przestrzeni roboczej frontu ściany, w warunkach dużego zagrożenia metanowego, i daje korzystne warunki do prowadzenia odmetanowania, a także stwarza korzystne warunki pracy w ścianie oraz zmniejsza zagrożenie temperaturowe poprzez oddzielenie dróg odstawy i doprowadzenia powietrza. W przypadku tego systemu możliwe jest też dobre rozpoznanie pokładu w polu eksploatacji ściany.

### **3.3. Przewietrzanie systemem Y z rozprowadzaniem powietrza w dwóch kierunkach**

System przewietrzania Y z odprowadzeniem powietrza po przewietrzeniu ściany w dwóch kierunkach jest korzystny w warunkach dużego zagrożenia metanowego, w pokładach o średniej i dużej miąższości.

Powietrze jest doprowadzane jednym chodnikiem wzdłuż calizny węglowej. Po przewietrzeniu ściany powietrze jest odprowadzane w dwóch kierunkach – wzdłuż calizny węglowej i wzdłuż zrobów. System ten zapewnia bezpieczeństwo pracy w przestrzeni roboczej frontu ściany, w warunkach dużego zagrożenia metanowego, w pokładach o średniej i dużej miąższości. System ten pozwala na dobre rozpoznanie pokładu w polu eksploatacyjnym ściany.

## **4. Program komputerowy obliczania prędkości przepływu powietrza i stężenia metanu w zrobach**

### **4.1. Założenia i dane wejściowe**

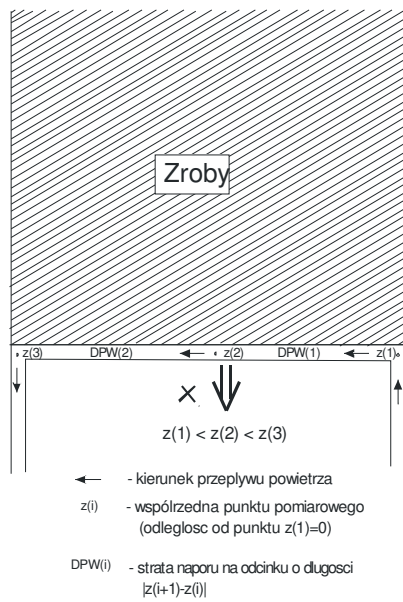
Z analizy stosowanych systemów przewietrzania ścian wynika, że najczęściej stosuje się: przewietrzanie U od granic oraz Y [8, 9]. Dla tych przypadków opracowano program numeryczny, pozwalający wyznaczyć rozptyw powietrza i rozkład stężenia metanu w zrobach

ścian [10]. Program ten na etapie projektowania ściany umożliwia dokonanie oceny strefy zrobów zagrożonej samozapaleniem węgla pozostawionego w zrobach.

W celu przeprowadzenia obliczeń niezbędne jest przygotowanie danych, które obejmują:

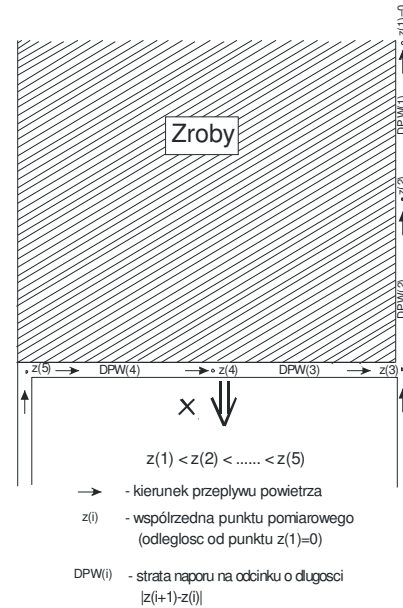
- a) parametry geometryczne systemu eksploatacji:
  - długość ściany,
  - wysokość ściany,
  - wybieg ściany,
  - wysokość chodnika pod- lub nadścianowego,
  - pole przekroju poprzecznego ściany,
- b) własności fizyczne powietrza:
  - gęstość i lepkość,
  - natężenia przepływu powietrza przez ścianę,
  - masa molowa,
  - efektywny współczynnik dyfuzji,
- c) parametry charakteryzujące własności filtracyjne zrobów na podstawie współczynników empirycznych,
- d) straty naporu powietrza wzdłuż wyrobisk obramowujących zrobby:
  - dla systemu U od granic w ścianie,
  - dla systemu Y w ścianie i chodniku nadścianowym.

Straty naporu powietrza można zadawać dla dowolnej liczby odcinków, które są identyfikowane poprzez ich węzły (punkty pomiarowe) początkowe i końcowe. Współrzędne tych punktów określa się jako odległości od umownego przekroju wyrobiska odprowadzającego powietrze, a więc ich wartości rosną w kierunku przeciwnym do przepływu powietrza. Dane te przygotowuje się według schematu przedstawionego na rys. 1 i 2.



Rys. 1. Schemat przewietrzania systemem U

Fig. 1. Scheme of ventilation with the usage of U system



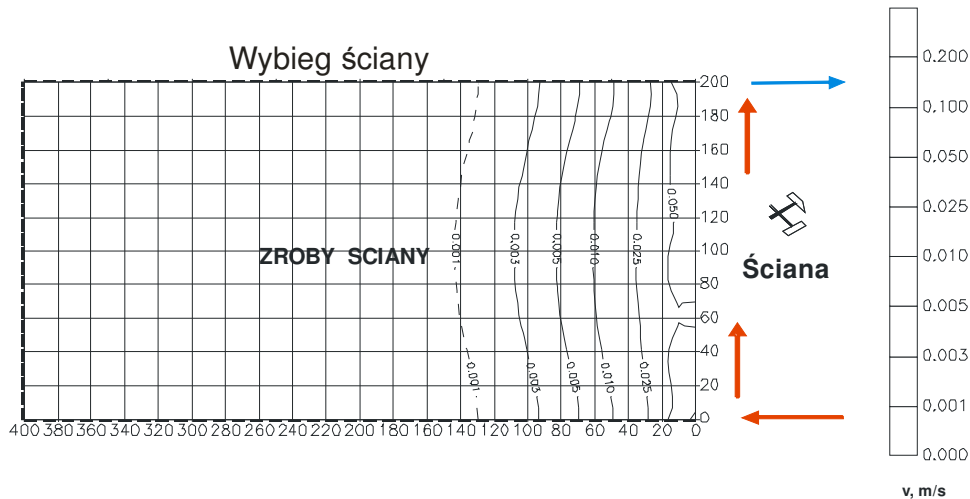
Rys. 2. Schemat przewietrzania systemem Y

Fig. 2. Scheme of ventilation with the usage of Y system

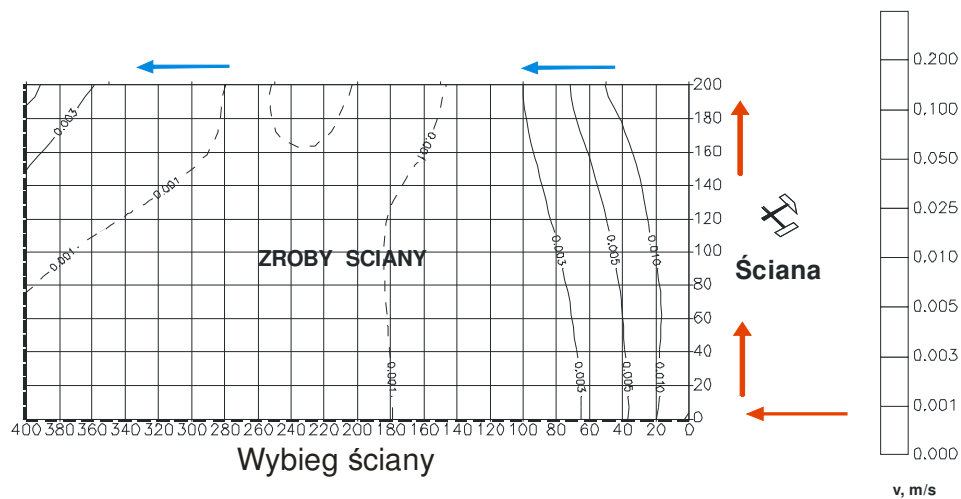
Z uwagi na stosowaną metodę rozwiązania (metoda różnic skończonych), obszar przepływu filtracyjnego (przestrzeń zrobów) pokryty jest siatką numeryczną o wymiarach  $ID \times JD$  (liczba węzłów wzdłuż czoła ściany razy liczba węzłów w kierunku zrobów). Maksymalny dopuszczalny wymiar siatki to  $50 \times 50$  węzłów.

#### 4.2. Obliczenia rozkładu prędkości przepływu powietrza i stężenia metanu w zrobach

Na rys. 3 i 4 graficznie przedstawiono wyniki obliczeń rozkładu prędkości dla różnych systemów przewietrzania ściany (U od granic i Y) położonej w takich samych warunkach geologicznych, charakteryzujących się jednakowym oporem rozwarstwienia skał stropowych, jednakową wartością straty naporu w rejonie przewietrzanej ściany oraz jednakowymi parametrami geometrycznymi (długość ściany 200 m, wybieg ściany 400 m, wysokość ściany 2,5 m).



Rys. 3. Mapa izolinii prędkości powietrza w zrobach przy przewietrzaniu ściany systemem U od granic  
 Fig. 3. Map of isolines of air speed in working cavity during wall ventilation with the usage of U system from bounds



Rys. 4. Mapa izolinii prędkości powietrza w zrobach przy przewietrzaniu ściany systemem Y od granic  
 Fig. 4. Map of isolines of air speed in working cavity during wall ventilation with the usage of Y system from bounds

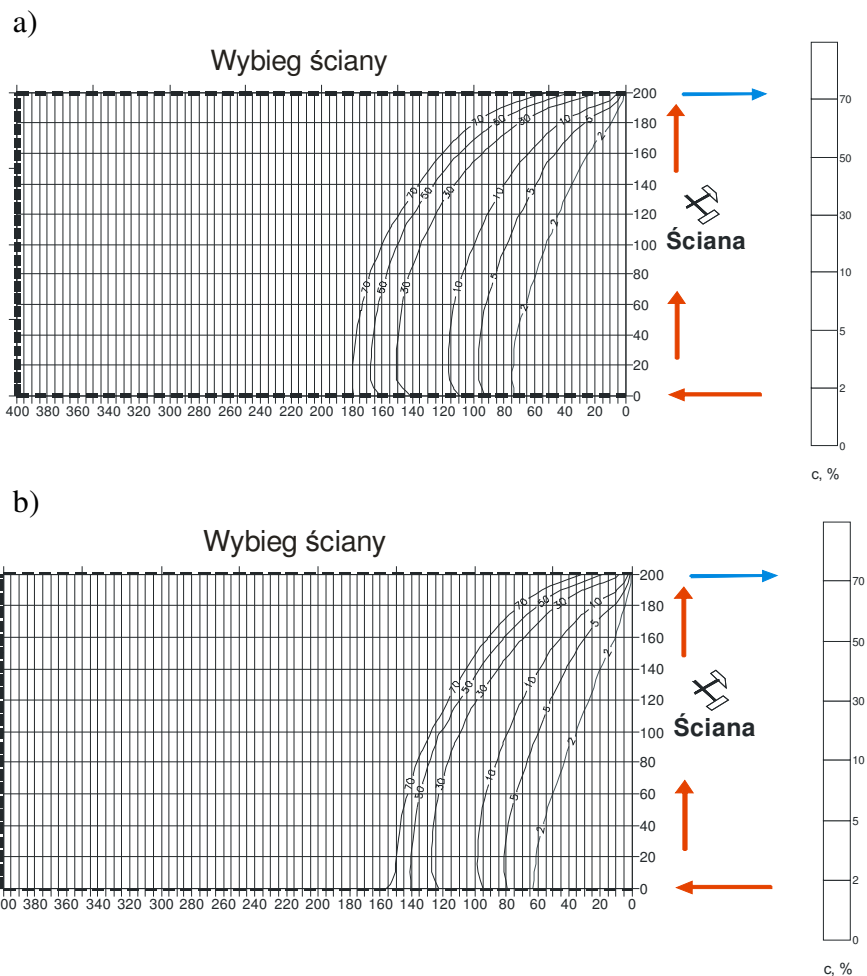
W przypadku systemu U od granic do wyrobiska ścianowego dopływa  $1800 \text{ m}^3/\text{min}$  powietrza, a w przypadku systemu Y przez front ściany przepływa  $1500 \text{ m}^3/\text{min}$  i chodnikiem doświetającym do skrzyżowania ściany dopływa  $300 \text{ m}^3/\text{min}$ . Przy tej ilości powietrza metanowość kryterialna w wyrobisku ścianowym wynosi  $20 \text{ m}^3/\text{min}$ . Takie przedstawienie wyników obliczeń izolinii prędkości powietrza i stężenia metanu umożliwia dokonanie oceny intensywności przewietrzania różnych stref zrobów zawałowych oraz przyjęcie odpowiedniej profilaktyki ograniczenia dopływu powietrza do zrobów ściany.

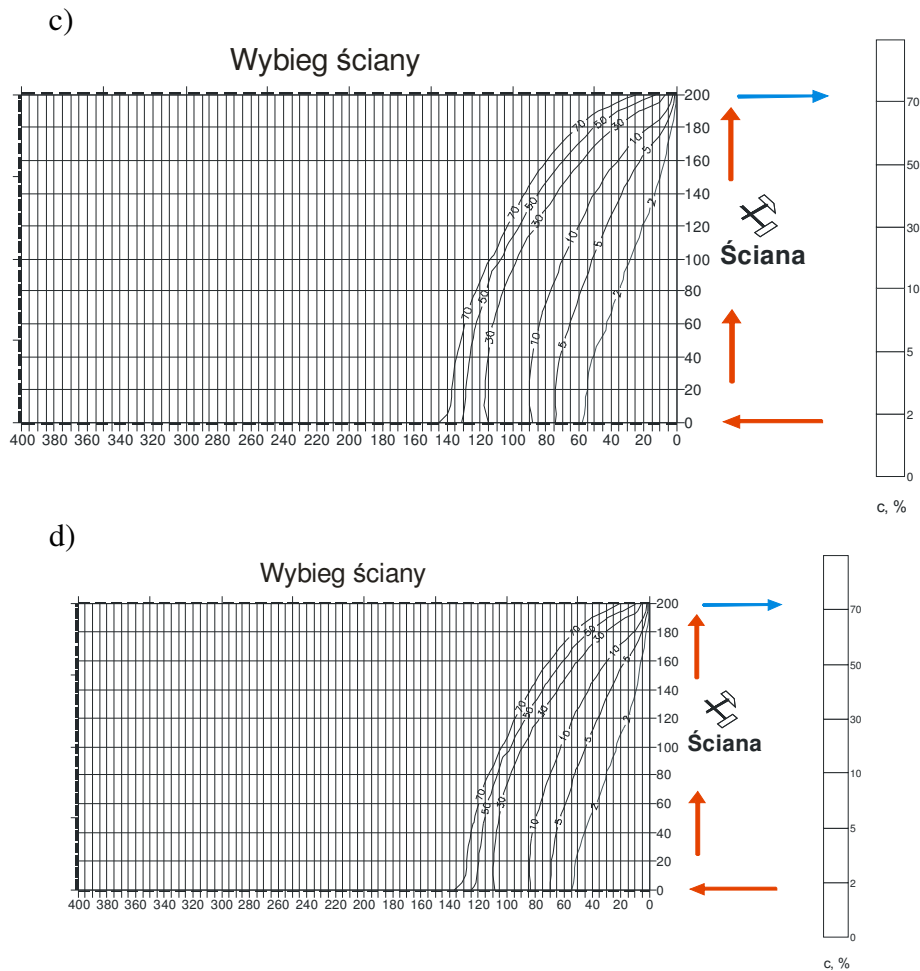
Maksymalne prędkości filtracji występują w narożach wlotu i wylotu ściany. W głąb zrobów prędkość filtracji maleje i zależy od rodzaju skał tworzących zawał. Obszar zrobów zagrożonych procesem samozapalenia występuje przy prędkości przepływu powietrza przez



strefę zawalu zawierającej się w przedziale  $1,5 \div 15$  mm/s. Prędkość ta gwarantuje akumulację ciepła w strefie utleniania węgla znajdującego się zawale. Przy małym postępie ściany i czasie dopływu powietrza większym od okresu inkubacyjnego może dojść do samozapalenia węgla w zrobach. Warunki takie mogą występować w przypadku ograniczonego postępu ściany.

Na rys. 5 i 6 przedstawiono mapę izolinii rozkładu stężenia metanu w obszarze zrobów ściany przewietrzanej systemami U od granic (rys. 5) i Y (rys. 6).

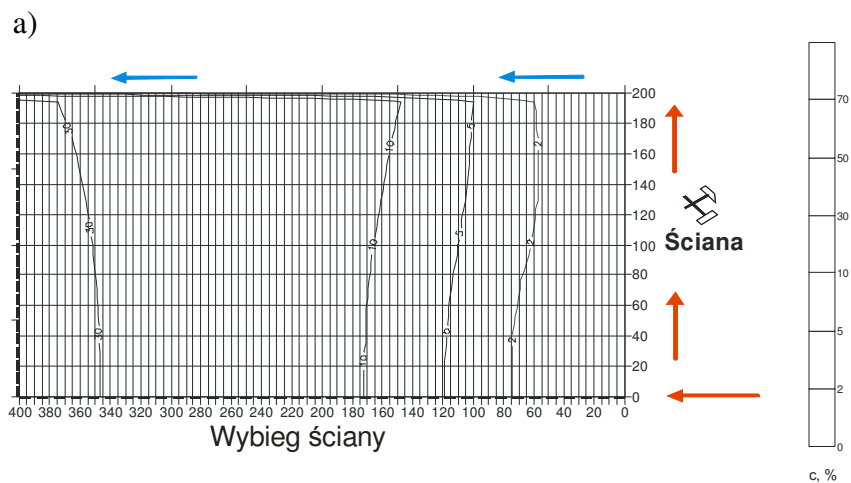


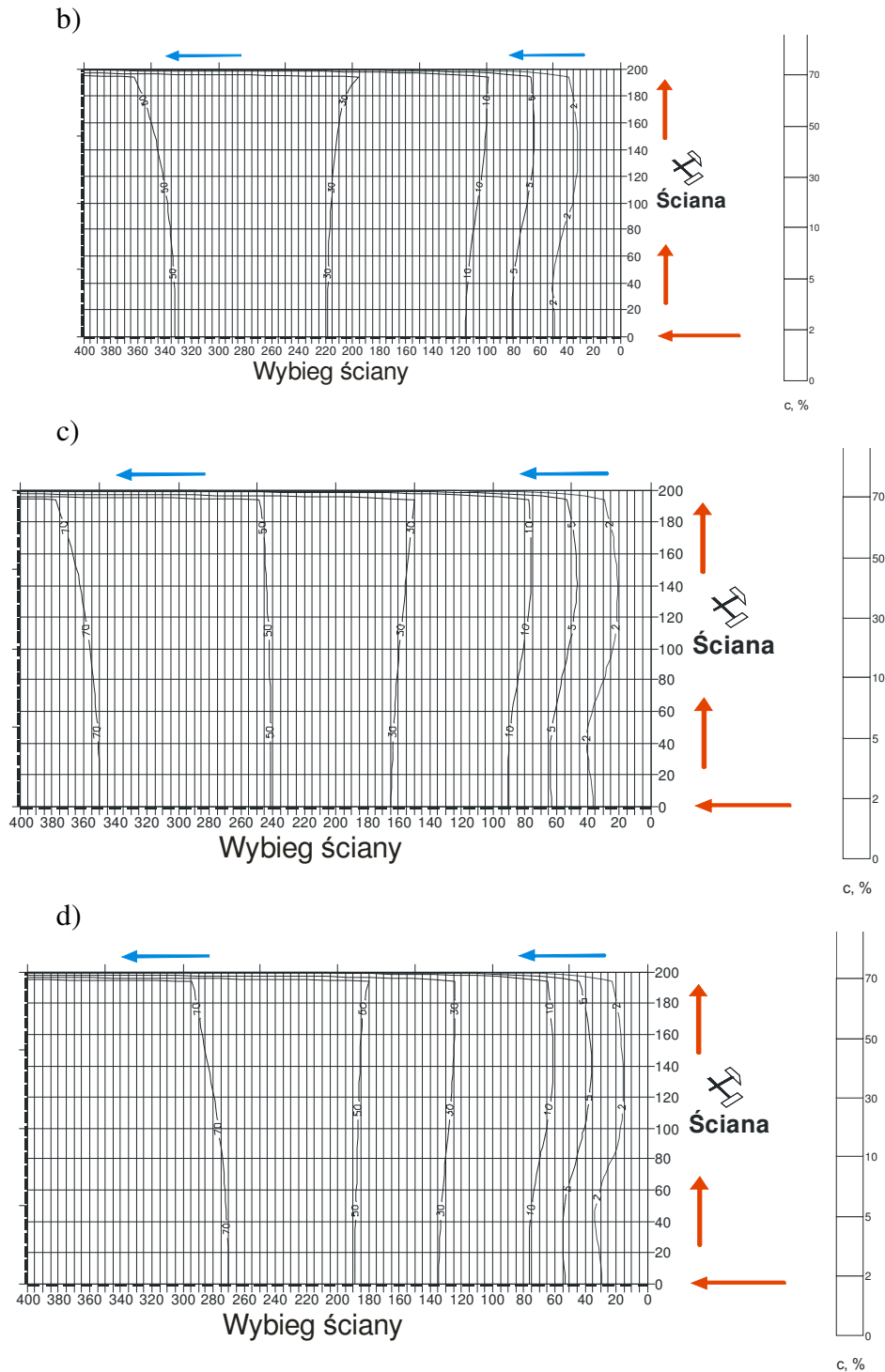


Rys. 5. Mapa izolinii stężenia metanu w zrobach, przy przewietrzaniu ściany systemem U od granic:  
 a) wydzielanie metanu w wielkości  $5,4 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $0,3\%$ ,  
 b) wydzielanie metanu w wielkości  $10,8 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $0,6\%$ ,  
 c) wydzielanie metanu w wielkości  $14,4 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $0,8\%$ ,  
 d) wydzielanie metanu w wielkości  $19,8 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $1,1\%$

Fig. 5. Map of isolines of methane concentration in working cavity during wall ventilation with the usage of U system from bounds:

- a) Methane liberation in the amount of  $5,4 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $0,3\%$ ,  
 b) Methane liberation in the amount of  $10,8 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $0,6\%$ ,  
 c) Methane liberation in the amount of  $14,4 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $0,8\%$ ,  
 d) Methane liberation in the amount of  $19,8 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $1,1\%$ ,





Rys. 6. Mapa izolinii stężenia metanu w zrobach, przy przewietrzaniu ściany systemem Y od granic:  
 a) wydzielanie metanu w wielkości  $5,4 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $0,3\%$ ,  
 b) wydzielanie metanu w wielkości  $9,0 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $0,5\%$ ,  
 c) wydzielanie metanu w wielkości  $14,4 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $0,8\%$ ,  
 d) wydzielanie metanu w wielkości  $19,8 \text{ m}^3/\text{min}$ , przy jego stężeniu na wylocie ściany  $1,1\%$

Fig. 6. Map of isolines of methane concentration in working cavity during wall ventilation with the usage of Y system from bounds:

- Methane liberation in the amount of  $5,4 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $0,3\%$ ,
- Methane liberation in the amount of  $9,0 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $0,5\%$ ,
- Methane liberation in the amount of  $14,4 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $0,8\%$ ,
- Methane liberation in the amount of  $19,8 \text{ m}^3/\text{min}$  for its concentration at the outlet  $1,1\%$ ,

Obliczenia izolinii stężenia metanu dokonano dla czterech stanów różniących się dopływem metanu do środowiska ściany. Takie przedstawienie wyników obliczeń umożliwia dokonanie oceny intensywności wydzielania metanu ze zrobów, określenie w zrobach zawałowych stref o podwyższonym stężeniu metanu oraz przyjęcie odpowiedniej profilaktyki zwalczania zagrożenia metanowego.

Na podstawie zamieszczonych wyników obliczeń można stwierdzić, że w przypadku systemu przewietrzania ścian na U od granic, przy wydzielaniu metanu do wyrobiska ścianowego na poziomie  $15 \text{ m}^3/\text{min}$ , następuje wzrost stężenia metanu w zrobach na znacznej długości końcowego odcinka ściany. Analiza wyników obliczeń wskazuje, że dla warunków przedstawionych w przykładzie obliczeniowym maksymalne wydzielanie metanu do ściany powinno się zawierać w przedziale  $10 \div 15 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Natomiast w przypadku systemu Y od granic strefa podwyższonych stężeń metanu jest odsunięta od kanału ściany i wydzielanie metanu do wyrobiska ścianowego może przy tej ilości powietrza przekraczać  $15 \text{ m}^3/\text{min}$ .

## **5. Zwalczanie zagrożeń pożarami endogenicznymi i metanowego w wyrobiskach ścianowych**

Przedstawione w poprzednim rozdziale obliczenia mogą być wykorzystywane do analizy stanu przewietrzania wyrobisk ścianowych w warunkach dużych zagrożeń metanowego i pożarowego. Na podstawie opracowanego programu komputerowego możliwe jest dokonywanie oceny lokalizacji niebezpiecznego nagromadzenia metanu w zrobach lub stwierdzenie strefy samozagrzewania węgla. W ocenie warunków klimatycznych w wyrobiskach ścianowych niezbędne jest również uwzględnienie intensywności przewietrzania zrobów [1, 6, 12].

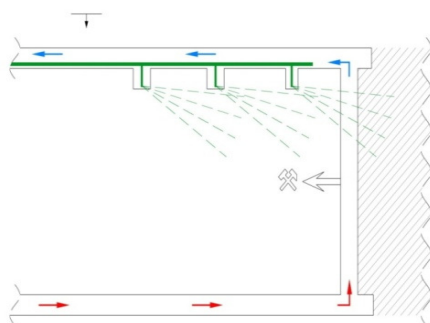
W ostatnim okresie, w kopalniach węgla kamiennego miały miejsce zdarzenia związane z zapaleniem metanu. W następstwie tych zdarzeń śmierć ponieśli górnicy, a wielu uległo wypadkom lekkim lub ciężkim. Istniejący rozkład stężenia metanu może sprzyjać warunkom powstania zapalenia metanu lub jego wybuchu. Wystąpienie dość licznych zdarzeń w ścianach prowadzonych w warunkach dużych zagrożeń metanowego i pożarowego nakazuje zwrócenie większej uwagi na dobór sposobu przewietrzania ściany oraz na parametry geometryczne wyrobisk przyścianowych.

Wyniki badań i analiz wskazują na pojawienie się czynników wpływających na powstawanie niebezpiecznych zdarzeń związanych z metanem, a mianowicie:

- w wielu kopalniach wraz z prowadzeniem eksploatacji na coraz większych głębokościach wzrasta stan zagrożenia metanowego, przy czym tendencja wzrostu zagrożenia jest znacznie większa od przyrostu głębokości prowadzenia robót górniczych,
- w wyniku wprowadzania na szeroką skalę zwiększonej koncentracji wydobywania, wzrosło wydzielanie się metanu ze zrobów do wyrobisk ścianowych,
- zaznacza się zjawisko występowania dużego wydzielania się metanu w ścianach eksploatowanych, w kopalniach uznanych dotychczas za niskometanowe, które nie są przygotowane do stosowania profilaktyki, szczególnie metanowej.

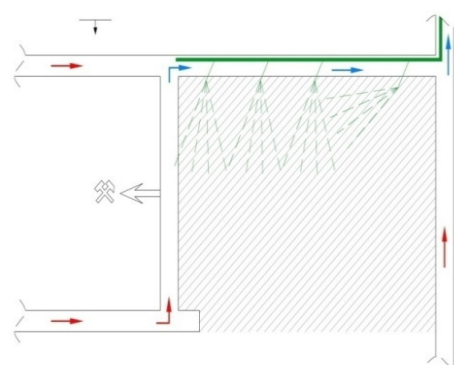
Zagrożenie pożarami endogenicznymi w polskich kopalniach jest nadal bardzo duże. Występuje pomimo coraz doskonalszej techniki wczesnego wykrywania pożarów i coraz skuteczniejszej profilaktyki. Zatem preferowanym systemem przewietrzania ściany w takim przypadku będzie system, który ograniczy do minimum przepływ powietrza przez zrob. Takie założenia spełnia system U od granic pola eksploatacyjnego. Powietrze płynące wzdłuż ściany węglowej przenika do zrobów tylko na niewielką odległość, a strefa penetracji zrobów uzależniona jest m.in. od rodzaju skał stropowych i przemieszcza się wraz z postępem ściany.

Sposób odmetanowania jest ściśle uzależniony od systemu przewietrzania zastosowanego dla danego wyrobiska eksploatacyjnego. W kopalniach powszechnie stosuje się systemy przewietrzania U oraz Y, rzadziej z podwójnym chodnikiem wentylacyjnym. Odmetanowanie realizuje się poprzez otwory drenażowe, których parametry i umiejscowienie uzależnione są właśnie od systemu przewietrzania oraz od lokalnych warunków górniczo-geologicznych. Na rys. 7, 8, 9 i 10 pokazano typowe sposoby odmetanowania w zależności od systemu przewietrzania ściany [14].



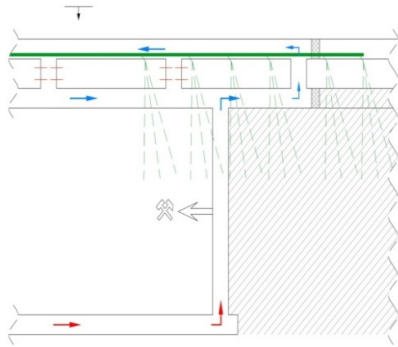
Rys. 7. Schemat odmetanowania ściany dla systemu przewietrzania U

Fig. 7. Scheme of wall demethanization for ventilation system U



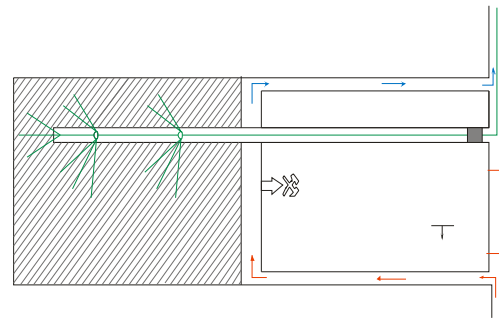
Rys. 8. Schemat odmetanowania ściany dla systemu przewietrzania Y

Fig. 8. Scheme of wall demethanization for ventilation system Y



Rys. 9. Schemat odmetanowania ściany dla systemu przewietrzania z podwójnym chodnikiem wentylacyjnym

Fig. 9. Scheme of wall demethanization for ventilation system with double ventilating road



Rys. 10. Schemat odmetanowania z chodnikiem drenażowym

Fig. 10. Scheme of demethanization with drain-way

Utrzymywanie odpowiedniej liczby otworów drenażowych z uwagi na postęp ściany oraz zabudowane w chodniku wentylacyjnym urządzenia technologiczne, stanowi duże wyzwanie organizacyjne. Na stosunkowo krótkim odcinku chodnika nadścianowego należy prowadzić roboty wiertnicze z intensywnością zapewniającą stałe utrzymywanie wymaganej liczby otworów drenażowych, tak aby zapewnić wymaganą skuteczność odmetanowania.

W tabelicy 2 pokazano średnie efektywności odmetanowania osiągnięte w latach 1997 – 2011, w polskich kopalniach węgla kamiennego, w zależności od metanowości całkowitej ścian [14].

Tablica 2

Zestawienie zbiorcze efektywności odmetanowania wyrobisk eksploatacyjnych przy różnych systemach przewietrzania i odmetanowania, w zależności od metanowości całkowitej [14]

Wyszczególnienie	Metanowość całkowita, m <sup>3</sup> /min									średnia efekt. odmet., %
	<10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	>80	
ściany przewietrzane systemem Y	33,8	43,7	52,4	56,1	49,9	46,2	57,9	-	-	48,7
ściany przewietrzane systemem Y z chodnikiem równoległym	-	-	58,0	60,1	62,2	64,2	64,5	68,3	71,5	63,9
ściany przewietrzane systemem U	38,5	39,0	40,6	38,3	48,8	64,0	-	-	-	41,2
ściany przewietrzane systemem U z chodnikiem drenażowym	49,0	58,6	60,2	62,6	68,4	64,7	68,6	68,8	76,0	63,4

## 6. Podsumowanie

Z analizy doboru i zastosowania systemów przewietrzania ścian wynika, że najczęściej wykorzystywane systemy przewietrzania ścian, z którymi należy wiązać rozwój zwalczania zagrożeń wentylacyjnych, to:

- ✓ U od granic pola eksploatacyjnego,
- ✓ Y z doświeżaniem chodnikiem nadścianowym.

Dla profilaktyki przeciwpożarowej istotne znaczenie ma takie rozprowadzenie powietrza, przy którym jego przenikanie przez zroby jest skutecznie ograniczone. Dlatego kierunek wybierania ścian powinien być taki, aby co najmniej jeden z chodników przyścianowych można było rabować, podsadzać lub tamować za frontem ściany. Najkorzystniejszy sposób zwalczania zagrożenia pożarowego powinien umożliwić ograniczenie przedostawania się węgla do strefy zawału oraz doszczelnienie zrobów pyłami dymnicowymi lub innymi materiałami stanowiącymi skuteczny środek ograniczający migrację powietrza.

Również zwalczanie zagrożenia metanowego jest ściśle związane z doбором odpowiedniego systemu przewietrzania. Na etapie projektowania rozczinki niezbędne jest przeanalizowanie skali zagrożenia metanowego i dobranie odpowiedniego systemu przewietrzania ściany, zapewniającego wymaganą efektywność odmetanowania.

Na podstawie zamieszczonych wyników obliczeń izolinii prędkości powietrza i stężenia metanu w zrobach można stwierdzić, że w przypadku systemu przewietrzania ścian na U od granic, przy wydzielaniu metanu do wyrobiska ścianowego na poziomie  $15 \text{ m}^3/\text{min}$ , następuje wzrost stężenia metanu w zrobach na znacznej długości końcowego odcinka ściany. Analiza wyników obliczeń wskazuje, że dla warunków przedstawionych w przykładzie obliczeniowym maksymalne wydzielanie metanu do ściany powinno się zawierać w przedziale  $10\text{-}15 \text{ m}^3/\text{min}$  i nie powinno przekraczać wartości  $15 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Natomiast w przypadku systemu Y od granic strefa podwyższonych stężeń metanu jest odsunięta od kanału ściany i wydzielanie metanu do wyrobiska ścianowego może przy tej ilości powietrza przekraczać  $15 \text{ m}^3/\text{min}$ .

*Artykuł został zrealizowany w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Poprawa bezpieczeństwa pracy w kopalniach”, zadanie nr 2, umowa nr SP/K/2/143445/11*

## BIBLIOGRAFIA

1. Frycz A., Szlązak J.: Wentylacyjne sposoby zwalczania zagrożenia metanowego. *Bezpieczeństwo i Higiena Pracy*, nr 1, Katowice 1978.
2. Kleszcz A.: Zagrożenia wynikające z prowadzenia robót górniczych poniżej poziomu udostępnienia. ROP'2008: Zagrożenia skojarzone – teoria i praktyka. XXV seminarium – XXXIV Dni Techniki, Rybnik, 23 października 2008, Wyd. NOT SITG, Wyd. Instytut Eksploatacji Złóż, Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, Gliwice, s. 109-124.
3. Musioł D.: Analiza układów przewietrzania rejonów ścian w podsięciach wentylacyjnych w aspekcie zagrożenia metanowego, pożarowego i termicznego. *Wiadomości Górnicze*, nr 6, 2000.
4. Nguyen Huyen Dien: Metoda prognozowania rozkładu koncentracji metanu w zrobach ścian zawałowych. Praca doktorska, Politechnika Śląska, Gliwice 1994.
5. Pawiński J., Roszkowski J., Strzemiński J.: Przewietrzanie kopalń. Śląskie Wydawnictwa Techniczne, Katowice 1995.
6. Strumiński A.: Zwalczanie pożarów podziemnych w kopalniach. Wydawnictwa PAN, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1987.
7. Sułkowski J., Ngugen H. Dieu: Lokalizacja stref o wybuchowej koncentracji metanu w zrobach ściany zawałowej przewietrzanej przekątnie. Konferencja Naukowo-Techniczna nt.: Zagrożenie metanowe w górnictwie, Ustroń, luty 1994.
8. Szlązak J.: Numerical determination of velocity field of airflow in gob. *Archives of Mining Sciences*, Vol. 47, Issue 1, 2002.
9. Szlązak J., Szlązak N.: Numerical determination of methane concentration in goaf space. *Archives of Mining Sciences*, Vol. 49, Issue 4, 2004.
10. Szlązak J., Szlązak N.: Filtracja powietrza w zrobach ścian zawałowych. *Górnictwo, kwartalnik AGH*, r. 25, z. 4, Kraków 2001.
11. Szlązak N., Kubacka Cz.: Impact of Coal Output Concentration on Methane Emission to Longwall Faces. *Arch. Min. Sci.*, Vol. 57 (2012), No. 1, p. 3-21.
12. Waławik J., Cygankiewicz J., Branny M.: Niektóre zagadnienia pożarów endogenicznych. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, nr 2, Wyd. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2000.
13. Sułkowski J., Musioł D.: Wpływ rozczinki pokładu na zwalczanie zagrożeń pożarowych, metanowych i klimatycznych w ścianach. GIG, *Górnictwo i Środowisko*, Katowice 2007.
14. Szlązak N., Berger J., Borowski M., Obracaj D., Swolień J., Korzec M.: Metody odmetanowania pokładów węgla. Wydawnictwa Naukowe, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków 2012.

**Abstract**

In the article an analysis of wall ventilation systems with the focus on fighting methane hazard has been conducted. Fighting methane hazard is strictly connected with right chosen ventilation system. On the stage of designing of cutting, it is essential to analyze scale of methane hazard and select right system which guarantees required efficiency of demethanization.

In the article, selection of wall ventilation systems in condition of methane and fire hazard has been described and its` disadvantages and advantages have been indicated. Six systems have been characterized in detail. In chapter 3 three most often used have been



analyzed and calculations of air flow speed and methane concentration in working cavity has been conducted for two systems: U – from bounds and Y – from bounds. For these ventilation systems computer program, allowing determining air spread and methane concentration spread in working cavity, has been developed.

Analysis of the outcome of these calculations has indicated that in case of ventilation system U – from bounds dangerous methane concentration in working cavity verge upon upper wall cavity which is not observed in case of Y- from bounds system.

In the article dependency of demethanization effectiveness upon wall ventilation system has been indicated as well by illustrating said dependency on figures and data presented in Table 2. In list of literature 14 entries are detailed.