

## Techniczno-organizacyjne aspekty odmetanowania ściany eksploatacyjnej, wpływające na bezpieczeństwo jej ruchu

### Technical and organizational facets of degassing of the exploitation longwall which affect traffic safety

Mgr inż. Paweł Wróblewski<sup>\*)</sup>

**Treść:** W artykule przedstawiono problematykę techniczno-organizacyjną w czasie prowadzenia odmetanowania eksploatacyjnego pokładów węgla przy zastosowaniu trzech sposobów odmetanowania dla ścian prowadzonych od pola w układzie przewietrzania na „U”. Omówiono aspekty techniczno-organizacyjne oraz bezpieczeństwa prowadzenia ruchu w kontekście czynników, takich jak: kolizyjność prac związanych z odmetanowaniem i prowadzeniem ściany eksploatacyjnej, efektywność odmetanowania oraz wpływ czynnika ludzkiego. Przedstawiono korzyści oraz problemy związane ze stosowaniem danej technologii odmetanowania. Na podstawie przeprowadzonej analizy wykazano, że prowadzenie ściany wraz z zastosowaną technologią odmetanowania powinno stanowić jednolity system organizacyjny, jak również wskazano metodę odmetanowania, która jest najkorzystniejsza.

**Abstract:** This paper presents the technical and organizational issue in conducting the process of degassing of the coal beds by use of three methods for longwalls driven from the field in weathering system “U”. It describes the technical and organizational facets and safety of traffic in terms of parameters such as collision of works connected with degassing and driving the exploitation wall, efficiency of degassing and the influence of human factor. Benefits and problems connected with the application of particular degassing technology were presented. The analysis performed shows that driving a wall along with the applied degassing technology should be a uniform organizational system as well as recommends a degassing method which is the most beneficial for the process.

#### Słowa kluczowe:

odmetanowanie, zagrożenie metanowe, bezpieczeństwo i organizacja pracy

#### Key words:

degassing, methane hazard, safety and organization of work

## 1. Wprowadzenie

Wiele procesów zachodzących w górnictwie węgla kamiennego w Polsce od końca XX wieku przyczyniło się do metanowości rejonów ścian eksploatacyjnych. Ilość wydzielonego metanu odniesiona do tony wydobytego węgla wzrosła od 5,5 m<sup>3</sup> w 1996 r. do 10,45 m<sup>3</sup> w 2012 r. – wzrost 89%[3]. Ponadto, wciąż postępujący proces zwiększania koncentracji wydobywania oraz konieczność sięgania do złóż węgla zalegających niżej, prowadzić będzie w najbliższym czasie do dalszych wzrostów wydzielania się metanu. Szacuje się, że roczna metanowość bezwzględna kopalń Kompani Węglowej S.A. 342 mln m<sup>3</sup> w 2011 r. wzrosła do 840 mln m<sup>3</sup> w 2017 r. [6]. Dalsze wzrosty ilości wydzielonego metanu, bez podwyższenia skuteczności stosowanego odmetanowania, wpłynęły niekorzystnie na bezpieczeństwo pracy zatrudnionej załogi oraz będzie rzutować negatywnie na środowisko, przyczyniając się do intensyfikacji efektu cieplarnianego.

Spadek gazoprzepuszczalności pokładów węgla wraz z głębokością ich zalegania, doprowadził w kopalniach GZW prawie do zaniechania prowadzenia odmetanowania wyprzedzającego, wymuszając jednocześnie konieczność stosowania odmetanowania na etapie eksploatacji pokładu [4]. Skutkiem

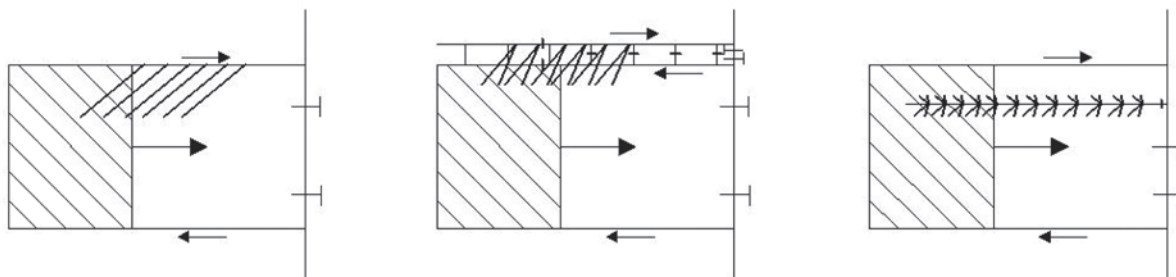
takiego stanu rzeczy jest konieczność współdzielenia miejsc wykonywanej pracy oraz środków transportu pomiędzy załogę ściany a załogę wykonującą prace związane z odmetanowaniem. To z kolei rodzi szereg problemów techniczno-organizacyjnych, które mają wpływ na bezpieczeństwo ruchu i postępowanie prowadzonej ściany.

W świetle przedstawionych faktów, szczególnego znaczenia nabiera odpowiedni dobór technologii odmetanowania, tak by dla danych warunkach górniczo-geologicznych, wentylacyjnych oraz organizacyjnych, zastosowany układ odmetanowania, zapewniał uzyskanie założonych wartości wydobywania dobowego, gwarantując jednocześnie bezpieczne i efektywne prowadzenie robót.

W artykule zostały omówione trzy sposoby odmetanowania eksploatacyjnego dla ścian prowadzonych od pola i przewietrzanych w układzie na „U” (rys. 1).

Efektywność odmetanowania ściany prowadzonej na „U” od pola (rys. 1a) szacuje się maksymalnie do 30%. W przypadku ścian prowadzonych z dwoma chodnikami wentylacyjnymi, efektywność może sięgać do 40%. Drenaż za pomocą chodnika drenażowego w pokładzie nadległym, zapewnia efektywność odmetanowania maksymalnie sięgającą 80%[1]. Poziom efektywności prowadzonego odmetanowania, może nawet przyjmować wartości mniejsze od wcześniej przedstawionych i w dużej mierze zależy od warunków górniczo-geologicznych oraz wentylacyjnych[1].

<sup>\*)</sup> Kompania Węglowa S.A. Oddział KWK „Sośnica - Makoszowy”



Rys 1. Sposoby odmetanowania ścian eksploatacyjnych

Fig. 1. Methods of degassing: a) longwall driven in "U" from the field – classic drainage b) longwall driven from the field with two air-headings so called short "Y" c) degassing by use of drainage heading

W artykule położono nacisk na omówienie wad i zalet stosowanych sposobów odmetanowania w ujęciu relacji techniczno-organizacyjnych, które zachodzą pomiędzy robotami prowadzonymi w celu ujęcia metanu a robotami prowadzonymi w ścianie. Analizie poddano czynniki takie jak: współdzielenie transportu, wzajemna organizacja prac, konieczność pracy załogi wiertniczej podczas ruchu ściany i w strefach szczególnego zagrożenia łąpaniami, efektywność odmetanowania oraz wpływ czynnika ludzkiego.

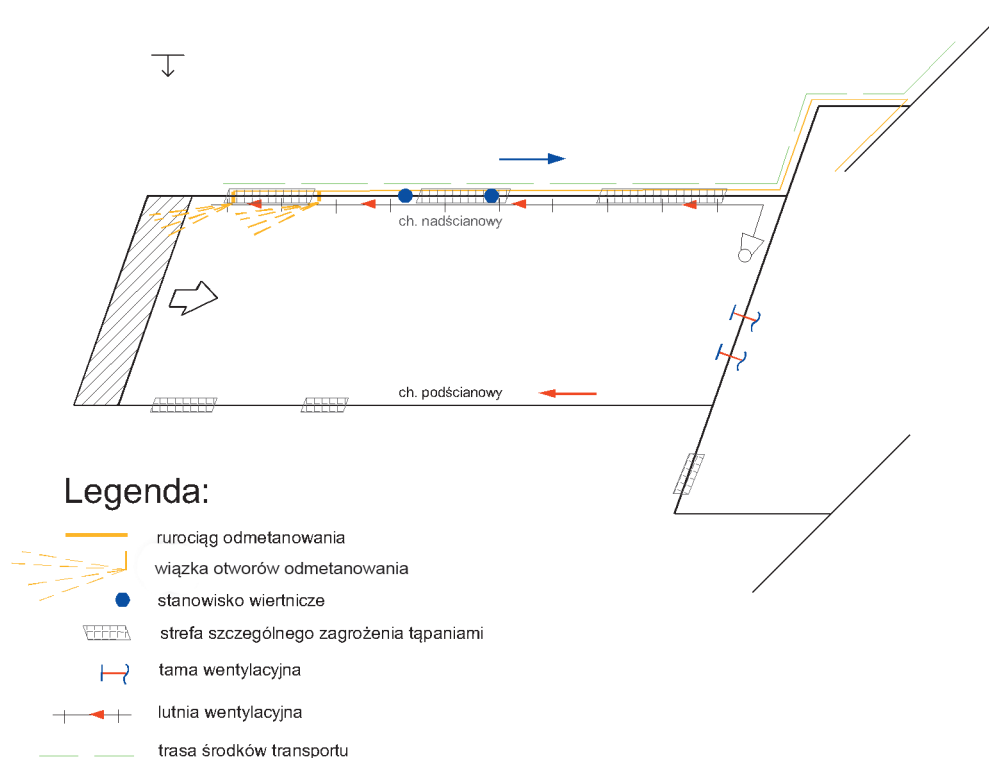
## 2. Porównanie stosowanych technologii odmetanowania w aspektach techniczno-organizacyjnym oraz bezpieczeństwa prowadzenia ściany eksploatacyjnej

### 2.1. Ściana prowadzona na „U” od pola - drenaż klasyczny

Stosowanie technologii odmetanowania z użyciem otworów drenażowych wymusza na osobach nadzorujących prace

poświęcenie szczególnej uwagi efektywnej organizacji robót. Na rys. 2 został przedstawiony przykładowy schemat organizacji robót w czasie biegu ściany, zawierający rozmieszczenie stref szczególnego zagrożenia łąpaniami oraz przebieg trasy transportu.

Po odwierceniu wiązki otworów drenażowych następuje konieczność transportu wiertnicy oraz sprzętu pomocniczego i zabudowanie wiertnicy na nowym stanowisku. Rurociąg odmetanowania wraz z postępem frontu, musi być sukcesywnie skracany, a zdemontowane odcinki transportuje się z rejonu ściany. W sytuacji, gdy główny transport zaopatrzenia ściany odbywa się chodnikiem nadścianowym jak na rys. 2, dochodzi do wystąpienia współzależności pomiędzy transportami realizowanymi dla ściany a pracami związanymi z odmetanowaniem. Ograniczona pojemność środków transportowych oraz ich awaryjność, w sytuacji, w której następuje konieczność dostarczenia materiałów niezbędnych do ściany, w szczególnych wypadkach może prowadzić do marginalizacji transportów niezbędnych do prowadzenia odmetanowania.



Rys 2. Przykładowy schemat organizacji robót w rejonie ściany dla odmetanowania sposobem klasycznym dla ściany prowadzonej na „U” od pola

Fig. 2. Exemplary organizational scheme of works in the area of longwall for degassing by use of classical method for "U"-driven wall from the field

Przepisy[5] określają, że w zależności od rodzaju stosowanych środków transportowych, możliwość prowadzenia transportu i wykonywania odwiertów w jednym czasie może być ograniczona lub niemożliwa.

„§ 539. Roboty na drogach przewozowych mogą być wykonywane tylko po zabezpieczeniu i oznakowaniu miejsca pracy oraz uzyskaniu zgody dysponenta.

§ 543. Osoba dozoru ruchu odpowiedzialna za transport uzgadnia warunki planowanego transportu z osobami dozoru ruchu oddziałów, przez których rejonu transport będzie prowadzony, lub z dysponentem ruchu przewozu lokomotywowego.

§ 550. 1. W wyrobiskach, w których jest prowadzony transport linowy, niedozwolone jest przebywanie ludzi.

2. Dopuszcza się przebywanie w wyrobiskach, o których mowa w ust. 1, ludzi niezwiązanych z transportem, jeżeli całkowicie wstrzymano jest ruch i zabezpieczono stację zgodnie z wymaganiami określonymi w § 549 ust. 2.”[5]

Mając na uwadze, że w praktyce, transporty do ścian prowadzone są bez przerw, powyższe aspekty stanowią poważne wyzwanie organizacyjne i powinny być uwzględniane już na etapie projektowania ściany, na przykład wyznaczając osobne zmiany transportowe i wiertnicze.

W zależności od gabarytów chodnika, problem może stanowić również usytuowanie wiertnicy, tak by nie kolidowała z prowadzonym transportem. Rozwiązaniem tego problemu jest prowadzenie odwiertów z przygotowanych wcześniej wnęk wiertniczych w ociosie chodnika. Jednakże, taki sposób wymaga poniesienia dodatkowych nakładów na etapie wykonawstwa robót przygotowawczych.

W przypadku wzrostu zagrożenia wstrząsami górotworu, w chodnikach wyznacza się strefy szczególnego zagrożenia tąpnięciami. Przepisy[5] wymuszają ograniczenie liczby znajdujących się w strefie osób oraz prowadzenie robót. W ekstremalnym przypadku, w którym maksymalna liczba znajdujących się w strefie osób będzie ograniczona do kilku, a równocześnie będą prowadzone w niej inne prace oraz zajdzie konieczność przejścia przez strefę załogi, ciągłość wykonywanych robót może zostać skutecznie ograniczona.

„4.1.11.2. Dla stref, o których mowa w pkt 4.1.11, powinny być ustalone dodatkowe środki zapobiegające tąpnięciom i ochrony załogi przed ich skutkami, z uwzględnieniem:

1) maksymalnego ograniczenia równoczesnego wykonywania różnych robót,

2) ograniczenia do niezbędnego minimum przebywania załogi w częściach wyrobisk objętych strefami, o których mowa w pkt 4.1.11, a w przypadkach koniecznych wprowadzenie zakazu ruchu załogi,

3) ograniczenia lokalizowania maszyn i urządzeń, wykonywania wnęk i komór oraz składowania materiałów,

4) stosowania obudowy o zwiększonych parametrach wytrzymałościowych lub odpowiednie wzmocnienie obudowy istniejącej,

5) konieczności wprowadzania telewizji przemysłowej lub innych metod dla wyeliminowania stałych stanowisk pracy,

6) możliwości prowadzenia chodników wraz z postępowaniem ściany i utrzymywania ich w zrobach za frontem ściany.”[5]

Technologia wiercenia odwiertów wymaga zastosowania płuczki. Zastosowanie zamkniętego układu płuczki ogranicza możliwości wypływu wody do wyrobiska, jednakże w przypadku powstania nieszczelności, lub też w czasie rozkręcania żerdzi wiertniczych, istnieje możliwość ujścia wody, co z kolei zwiększa niebezpieczeństwo poruszania się załogi oraz prowadzenie transportu ręcznego. Jest to o tyle istotne, że większość otworów wierci się w sąsiedztwie skrzyżowania chodnika przyścianowego oraz rozcinki ścianowej, gdzie równocześnie prowadzone są prace związane z transportem materiałów do ściany, rabunkiem chodnika, utrzymaniem

przegrody wentylacyjnej wraz z pomocniczym sprzętem wentylacyjnym oraz zabudową strefy stojaków podporowych.

Problem stanowi nadzór nad prawidłowością wykonania otworów – może bowiem dochodzić do sytuacji, w których długość wykonanego otworu jest mniejsza niż założona w projekcie. Trudne warunki geologiczne, awarie sprzętu lub też zaniedbania, przy braku odpowiedniego nadzoru mogą prowadzić do fałszowania parametrów otworów drenażowych. Takie działania z kolei uniemożliwiają wyciągnięcie prawidłowych wniosków przez zespół, który na podstawie wyników ujęć metanu z otworów, dobiera długości oraz kąty nachylenia kolejnych otworów.

Istotną zaletą drenażu klasycznego jest możliwość korygowania parametrów otworów na bieżąco wraz z postępowaniem frontu eksploatacyjnego, gdyż ze względu na skomplikowaną budowę górotworu, brak jego odpowiedniego rozpoznania oraz niedoskonałości modeli obliczeniowych, na etapie prowadzenia odmetanowania mogą wystąpić rozbieżności w stosunku do założeń projektowych. Kolejną zaletą jest możliwość prowadzenia odmetanowania w miejscu, w którym będzie miało to realny wpływ na poziom zagrożenia metanowego - dzięki temu można ograniczyć ilość prowadzonych robót.

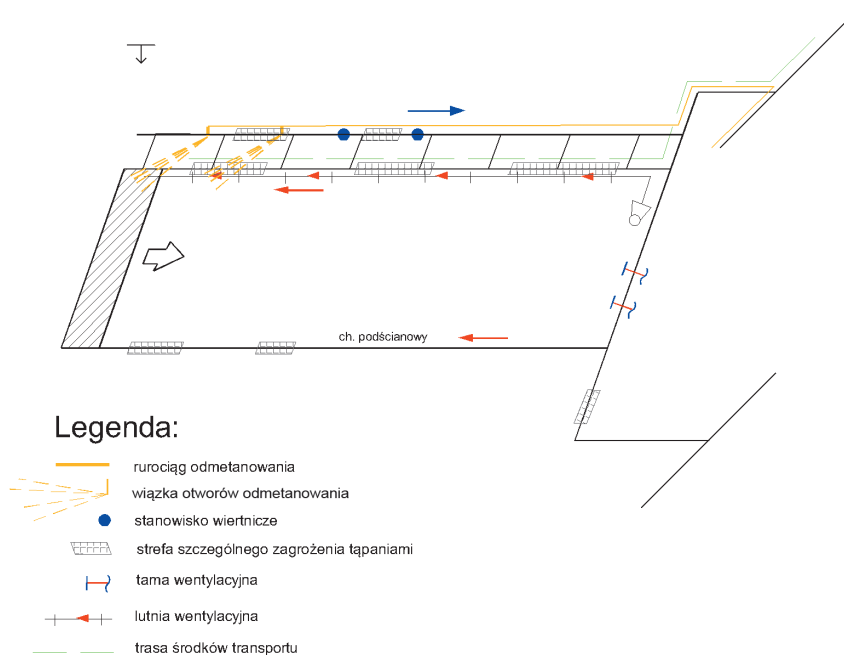
Podsumowując zalety: na podstawie prognozy metanowości określa się strefy, w których wymagane jest zastosowanie odmetanowania, tak aby wartości metanowości wentylacyjnej nie przekraczały wartości kryterialnych[2]. Klasyczna metoda otworów drenażowych umożliwia ujęcie metanu wyłącznie z tych stref, ograniczając ilość prac do minimum. Ewentualne rozbieżności z warunkami rzeczywistymi, można korygować w czasie biegu ściany.

## 2.2. Ściana prowadzona od pola z dwoma chodnikami wentylacyjnymi, tzw. krótkie „Y”

W porównaniu do drenażu klasycznego, przy stosowaniu krótkiego „Y” do prac koniecznych w celu wdrożenia odmetanowania należy dodać wykonanie: dodatkowego chodnika, przecinek między chodnikami nad ścianą, tam oddzielających w przecinkach, oraz przewidzieć utrzymanie i późniejszą likwidację chodników.

Zastosowanie podwójnego chodnika wentylacyjnego, jak na rys. 3, pozwala na podział realizowanych zadań – odmetanowanie oraz transporty materiałów dla ściany mogą być prowadzone w osobnych chodnikach. Efektem takiego rozwiązania jest możliwość jednoczesnego prowadzenia transportów dla ściany oraz prowadzenia robót wiertniczych dla odmetanowania. W tej metodzie nie występuje również trudność z zabudową wiertnicy na trasie transportu do ściany. W związku z przewietrzaniem prądem powietrza świeżego chodnika nadścianowego, do zalet można zaliczyć również mniejsze narażenie załogi ściany na wpływ czynników szkodliwych dla zdrowia, poprawę warunków klimatycznych, wzrost bezpieczeństwa metanowego w rejonie skrzyżowania rozcinki ścianowej i chodnika nadścianowego.

Tak jak w przypadku drenażu klasycznego, do trudności należy zaliczyć nadzór nad prawidłowością wykonania otworów, konieczność pracy w strefach szczególnego zagrożenia tąpnięciami oraz możliwość wypływu wody do chodnika. Jednakże w przypadku dwóch ostatnich wad, ze względu na podział zadań realizowanych w chodnikach oraz liczbę zatrudnionej załogi, mają one mniejsze znaczenie niż w przypadku drenażu klasycznego. Do dodatkowych trudności można zaliczyć również konieczność utrzymywania filarów między chodnikami, co stwarza zagrożenie pożarami szczelinowymi, a obecność dwóch chodników nadścianowych wymaga zwiększenia środków na roboty przygotowawcze oraz późniejsze utrzymanie i likwidację chodników.



**Rys 3. Przykładowy schemat organizacji robót w rejonie ściany dla odmetanowania ściany przewietrzanej na tzw. „krótkie Y” od pola**

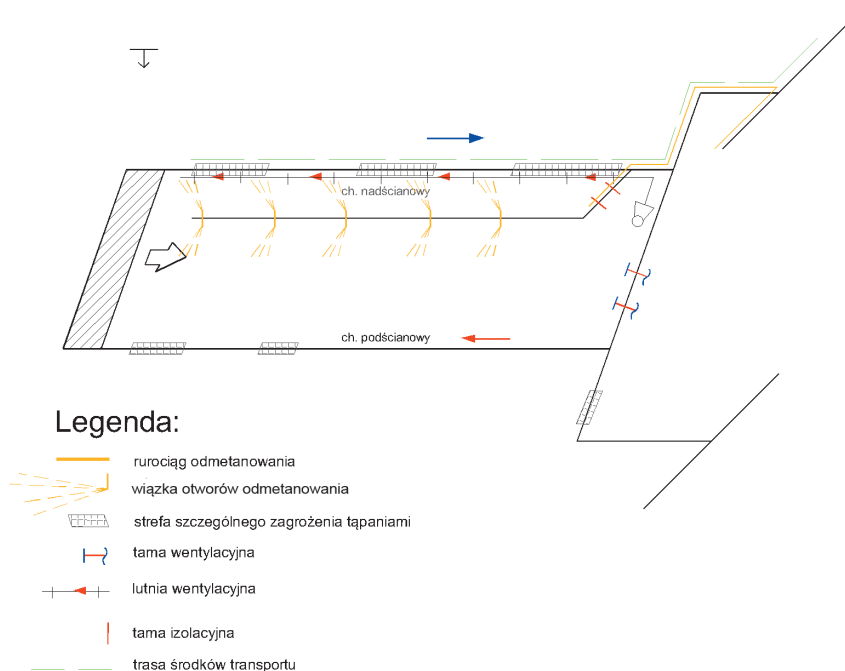
**Fig. 3. Exemplary organizational scheme of works in th area of longwall for degassing by use of “short Y” method in wall driven from the field**

### 2.3. Odmetanowanie za pomocą chodnika drenażowego

Technologia odmetanowania z zastosowaniem chodnika drenażowego jest najprostszą organizacyjnie metodą analizowaną w artykule (rys. 4). W związku z tym, że zatamowany wylot z chodnika znajduje się najczęściej w sąsiedztwie wylotu ze ściany, sieć rurociągów odmetanowania jest krótsza w stosunku do sieci koniecznych przy zastosowaniu otworów drenażowych. Nie ma również potrzeby likwidacji chodnika

drenażowego wraz z postępem frontu ściany. W czasie ruchu ściany całość robót ogranicza się do jakościowej i ilościowej kontroli mieszaniny metanowo-powietrznej odprowadzanej z chodnika drenażowego.

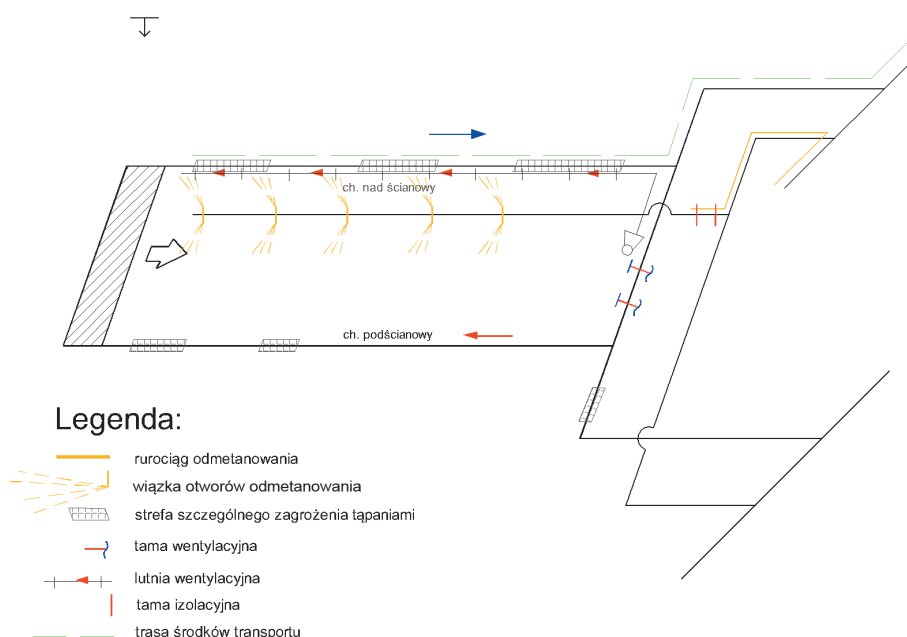
Trudności związane z współdzieleniem się transportem są ograniczone do minimum. Problem może stanowić konieczność realizacji transportów na etapie prowadzenia robót przygotowawczych, dla których używa się wspólnych tras i środków transportu. Rozwiązaniem w tym wypadku może



**Rys 4. Przykładowy schemat organizacji robót w rejonie ściany dla odmetanowania chodnikiem drenażowym**

**Fig. 4. Exemplary organizational scheme of works in th area of longwall for degassing by use of drainage heading**





**Rys 5. Przykładowy schemat organizacji robót w rejonie ściany dla odmetanowania ściany z chodnikiem drenażowym prowadzonym z istniejącego wcześniej wyrobiska**  
**Fig. 5. Exemplary organizational scheme of works in th area of longwall for degassing a wall with drainage heading driven from the already existing excavation**

być sposób jak na rys. 5, w którym do drążenia chodnika zostało wykorzystane już wcześniej istniejące wyrobisko – w tym przypadku transport dla chodnika drenażowego realizowany jest innym wyrobiskiem oraz nie ma konieczności wykonywania drogiego wyrobiska kamiennego.

Istotną zaletą chodnika drenażowego jest to, że stanowi swego rodzaju rezerwar, który w przypadku wahań ciśnienia powietrza oraz zjawisk tektonicznych w górotworze gromadzi metan[4]. Tym samym, korzystnie wpływa na stabilność wydzielania się metanu do środowiska ściany, co w konsekwencji umożliwia łatwiejsze planowanie robót – nawet chwilowe przekroczenia dopuszczalnych wartości stężenia metanu na czujnikach manometrii powodują wyłączenie prądu w rejonie ściany, co skutkuje przerwaniem prowadzonych prac [5].

Po zatamowaniu chodnika drenażowego oraz rozpoczęciu eksploatacji pokładu, możliwości jego korekty są ograniczone. W przypadku popełnienia błędów projektowych lub wykonawczych, które doprowadziły do braku założonej efektywności, może wystąpić wzrost zagrożenia metanowego w rejonie ściany. Jednakże w takim wypadku, istnieje możliwość zastosowania dodatkowo odmetanowania klasycznego, już na etapie biegu ściany. W opinii autora artykułu, gdyby można było pominąć względy ekonomiczne, mając na uwadze efektywność odmetanowania, kierując się bezpieczeństwem pracy oraz organizacją robót, w pierwszej kolejności powinno się prowadzić chodnik drenażowy, a w razie jego nieskuteczności stosować metodę otworów drenażowych.

### 3. Podsumowanie

Właściwy dobór technologii odmetanowania powinien być poprzedzony szczegółową analizą warunków górniczo-geologicznych, wentylacyjnych oraz ekonomicznych. Efektywność odmetanowania powinna być dobierana, tak by zapewniać bezpieczne prowadzenie ściany dla założonych wielkości

wydobycia dobowego. Przy doborze sposobu odmetanowania dla ściany nie mniej istotne są czynniki związane z organizacją pracy. Systemy, które w mniejszym stopniu zmuszają do współdzielenia się środkami transportu oraz miejscami wykonywanej pracy będą bezpieczniejsze i mniej zawodne.

Pomimo faktu, że na etapie projektowym, ustalając wartość metanowości kryterialnej, zapewnia się bezpieczeństwo metanowe dla prowadzenia eksploatacji, ideałem byłoby dążenie do wprowadzania jak najprostszego organizacyjnie i efektywnego odmetanowania. Pomimo tego, że zachowanie wartości metanowości wentylacyjnej, nieprzekraczającej wartości kryterialnej, wraz z odpowiednim doбором pomocniczych urządzeń wentylacyjnych, gwarantuje bezpieczne prowadzenie eksploatacji, to istnieje możliwość wystąpienia sytuacji awaryjnych, np. wstrząsów, zawężenia przekrojów chodników przyścianowych, zniżki barometrycznej, awarii pomocniczego sprzętu wentylacyjnego. Wówczas, mogą zostać przekroczone dopuszczalne wartości stężeń metanu. W obecnych warunkach, w których prowadzi się tylko 2-3 ściany jednocześnie - każde zatrzymanie ściany rzutuje w dużo większym stopniu na ogólny wynik finansowy kopalni niż miało to miejsce w czasie prowadzenia wielu ścian o mniejszym wydobywaniu. Dlatego też, decydującą rolę może odegrać czynnik ludzki – wysokie normy, chęć wyróżnienia się na tle innych pracowników dzięki większej ilości wykonanej pracy oraz zła sytuacja ekonomiczna kopalni, może prowadzić do prób fałszowania wyników pomiarowych. W przypadku nieplanowanych postojów ściany, generowany jest wysoki poziom stresu u osób odpowiedzialnych za realizację założonych zadań, co z kolei może przyczynić się do łamania przepisów bezpieczeństwa pracy. Dlatego w opinii autora artykułu, działania powinny być skierowane na likwidację zagrożenia u źródła - w tym przypadku maksymalne usunięcie metanu z górotworu w rejonie ściany, zapewnienie łatwej organizacji pracy - tak by bezpieczeństwo w jak największym stopniu uniezależnić od czynnika ludzkiego.

Podsumowując:

- Ściana eksploatacyjna wraz z zastosowanym odmetanowaniem powinna być traktowana jako jeden system organizacyjny, który zapewnia uzyskanie założonych wartości wydobywania dobowego przy zachowaniu bezpieczeństwa jej prowadzenia.
- Metoda wiercenia otworów drenażowych cechuje się relatywnie niższą możliwością do uzyskania efektywności odmetanowania, w stosunku do metody drenażu chodnikiem nadległym oraz dużą złożonością organizacyjną w czasie biegu ściany. Zaletą metody jest możliwość korekty parametrów otworów drenażowych podczas biegu ściany.
- Do głównych problemów organizacyjnych, które mogą zaistnieć w czasie wiercenia otworów drenażowych należą: współdzielenie się środkami transportu przeznaczonych dla ściany i odmetanowania, praca obsługi wiertni na trasie transportu, przebywanie i praca w strefach szczególnego zagrożenia tąpnięciami (o ile występują), trudna kontrola prawidłowości wykonania otworów drenażowych.
- Metoda wykorzystująca chodnik drenażowy w określonych warunkach cechuje się dużą efektywnością odmetanowania, a zakres wymaganych prac w czasie biegu ściany jest ograniczony.
- Przy doborze metody odmetanowania, kierując się względami bezpieczeństwa, należy brać pod uwagę czynniki

ludzki. Bardziej efektywne metody odmetanowania w większym stopniu uniezależniają bezpieczeństwo prowadzonej eksploatacji od działań człowieka oraz umożliwiają łatwiejszą organizację robót.

### Literatura

1. Krause E., Łukowicz K.: Określenie obszarów efektywnego odmetanowania środowiska ścian dla stosowanych sposobów przewietrzania. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” 2013 r, nr 6.
2. Krause E., Łukowicz K.: Zasady prowadzenia ścian w warunkach zagrożenia metanowego. Instrukcja nr 17. GiG, Katowice 2004.
3. Krause E., Sebastian Z.: Raport o stanie zagrożenia metanowego. GiG, Katowice 2013.
4. Krause E.: Technologie ujmowania metanu w polskich kopalniach węgla kamiennego, doświadczenia oraz perspektywy. Międzynarodowa sesja nt. New Trends in Coal Mine Methane Recovery and Utilization. XXI Światowy Kongres Górniczy. Kraków-Katowice, 7-11 października 2008 r.
5. 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.
6. <http://www.nettg.pl/news/106406/chlodniej-z-metanowa-lodowka>