



# Ograniczenie zapylenie w przodku drążonego wyrobiska w LW „Bogdanka” S.A.

Zbigniew KUCZERA<sup>1)</sup>, Bogusław PTASZYŃSKI<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Górnictwa Podziemnego; email: zkuczera@agh.edu.pl, ptaszyns@agh.edu.pl

<http://doi.org/10.29227/IM-2018-01-41>

## Abstrakt

Artykuł dotyczy ograniczenia zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia w drążonych wyrobiskach ślepych. Zastosowanie maszyn urabiających z bębnowymi organami frezującymi stanowi główną przyczynę wzrostu zapylenia na stanowiskach pracy w górnictwie. Jeżeli w przekroju wyrobiska pokładowi węgla towarzyszą skały tj. piaskowiec, łupki piaszczyste i ilaste zasięg strefy zapylenia skutecznie utrudnia kombajnów manewrowanie kombajnem a wysoki poziom stężenia pyłu respirabilnego obejmuje strefę przodkową. Skuteczne zwalczanie zapylenia w takim przypadku zależy w głównej mierze od właściwie zaprojektowanej instalacji wentylacyjnej i odpylającej przy istniejącym systemie zraszania. W artykule przedstawiono projekt redukcji zapylenia na przykładzie drążonego chodnika nadścianowego 4/VI/385 w LW „Bogdanka” S.A.

Słowa kluczowe: zagrożenie działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia, pył respirabilny, suchy odpylacz powietrza

## Wprowadzenie

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie nowego rozwiązania technicznego mającego na celu ograniczenie zapylenia w strefie przodkowej drążonego wyrobiska. Przodki kopalniane, zwłaszcza drążone za pomocą kombajnów chodnikowych, należą do miejsc najbardziej narażonych na działanie pyłów szkodliwych dla zdrowia, szczególnie gdy w przekroju wyrobiska pokładowi węgla towarzyszą skały tj. piaskowiec, łupki piaszczyste i ilaste. Podczas skrawania czoła przodka za pomocą organu urabiającego powstaje nadmierne zapylenie w strefie przodkowej. Dodatkowo w drążonym wyrobisku występują również wtórne źródła zapylenia wynikające głównie z mechanicznego załadunku urobku na przenośniki i jego transport przez przesypy na trasie odstawy [3, 6]. Zapyłone powietrze w wyniku wymuszonej wymiany powietrza rozprzestrzenia się daleko poza miejsce jego wytworzenia. Efektem powstającego zapylenia powietrza jest wzrost zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia na stanowiskach pracy. Stan zagrożenia pyłami na stanowiskach pracy zależy od intensywności źródeł pylenia w wyrobisku ślepych oraz od skuteczności jego zwalczania [3, 6]. Do pomiarów zapylenia można użyć metody grawimetrycznej lub dyfrakcyjnej metody laserowej, która pozwala na dokładne określenia składu frakcyjnego cząstek pyłu w warunkach in-situ np. za pomocą laserowego pyłomierza firmy Grimm. Metoda ta może być również wykorzystywana do kontroli uziarnienia produktów przeróbki mechanicznej [2].

W czasie zmiany roboczej poziom zapylenia ulega wahaniom. W celu zmniejszenia dyskomfortu związanego ze stosowaniem półmasek przeciwpyłowych, szczególnie podczas zwiększonego wysiłku fizycz-

nego, załoga górnicza stosuje środki ochrony indywidualnej dróg oddechowych, głównie wtedy, gdy w ich ocenie w powietrzu panuje zwiększone zapylenie. Ocena wzrokowa zapylenia jest zawodna ze względu na indywidualne odczucie pracownika. Przepływające powietrze, które nie wygląda na mocno zapyłone, może w rzeczywistości zawierać pył w stężeniach przekraczających najwyższe dopuszczalne stężenie. Konsekwencją długotrwałego narażenia załogi na działanie pyłów szkodliwych dla zdrowia o dużej zawartości wolnej krzemionki jest przewlekła choroba układu oddechowego zwana pylicą płuc [3, 5].

Wprowadzenie nowego rozwiązania ograniczającego zapylenie w strefie przodkowej ma na celu poprawę ochrony zbiorowej pracowników przed działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia.

## Stan zagrożenia działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia w LW „Bogdanka” S.A.

Zagrożenie pyłami szkodliwymi dla zdrowia na stanowiskach pracy zlokalizowanych w drążonych mechanicznie długich wyrobiskach w LW „Bogdanka” S.A. jest jednym z zagrożeń dominujących obok zagrożenia klimatycznego [1]. Stan tego zagrożenia dla stanowisk pracy w strefie przodkowej dla wybranych wyrobisk ślepych przedstawiono w tabeli 1. Skuteczne zwalczanie zapylenia w drążonych wyrobiskach korytarzowych zależy w głównej mierze od właściwie zaprojektowanej instalacji:

- wentylacyjnej, która ma za zadanie dostarczyć do strefy przodkowej o co najmniej 20% więcej powietrza niż wynosi wydajność instalacji odpylającej, pozwalając na normalny czas pracy załogi górniczej;

Tab. 1. Stan zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia na stanowiskach pracy zlokalizowanych w strefie przodkowej wybranych wyrobisk korytarzowych w LW „Bogdanka” S.A. [1]

Tab. 1. Hazard of health-threatening dust at workplaces located at the face zone of selected roadways at “Bogdanka” Coal Mine [1]

Zestawienie wyników pomiarów zapylenia w wybranych przodkach LW „Bogdanka” S.A.							
Nazwa wyrobiska	Poziom/ pokład	Nazwa stanowiska	Pył respirabilny [mg/m <sup>3</sup> ]	Pył wdychany [mg/m <sup>3</sup> ]	Zawartość wolnej krzemionki [%]	Kategoria zagrożenia	Klasa sprzętu filtracyjnego
Chodnik odstawczy 1/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	6,09	16,4	11,5	B	P-2
Chodnik odstawczy 1/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika kamiennego	6,09	16,4	11,5	B	P-2
Chodnik odstawczy 1/IV/389	389	Górnik w przodku chodnikowym	6,09	16,4	11,5	B	P-2
Chodnik odstawczy 1/IV/389	389	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	7,7	16,8	9,6	B	P-2
Chodnik podścianowy ściany 4/IV/389	389	Górnik w przodku chodnikowym	8,03	20,3	11,5	B*	P-3
Chodnik podścianowy ściany 4/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	8,03	20,3	11,5	B*	P-3
Chodnik podścianowy ściany 4/IV/389	389	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	10,3	23	11,5	B*	P-3
Chodnik wentylacyjny 1/IV/389	389	Górnik w przodku chodnikowym	6,06	16,4	11,5	B	P-2
Chodnik wentylacyjny 1/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	6,06	16,4	11,5	B	P-2
Chodnik wentylacyjny 1/IV/389	389	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	7,7	16,8	9,6	B	P-2
Chodnik wentylacyjny 2/IV/389	389	Górnik w przodku chodnikowym	7,2	16,6	10,7	B	P-2
Chodnik wentylacyjny 2/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	7,2	16,6	10,7	B	P-2
Chodnik wentylacyjny 2/IV/389	389	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	7,5	13,4	10,6	B	P-2
Chodnik nadścianowy ściany 4/IV/389	389	Górnik w przodku chodnikowym	11,3	17,6	8,8	B*	P-3
Chodnik nadścianowy ściany 4/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	11,3	17,6	8,8	B*	P-3
Chodnik nadścianowy ściany 4/IV/389	389	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	9	17,7	8,2	B*	P-3
Chodnik odstawczy 2/IV/389	389	Górnik w przodku chodnikowym	7,2	16,6	10,7	B	P-2
Chodnik odstawczy 2/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	7,2	16,6	10,7	B	P-2
Chodnik odstawczy 2/IV/389	389	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	7,5	13,4	10,6	B	P-2
Chodnik podścianowy ściany 3/IV/389	389	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	7,4	21,4	8,3	B*	P-3
Chodnik podścianowy ściany 3/IV/389	389	Górnik w przodku chodnikowym	7,4	21,4	8,3	B*	P-3
Chodnik podścianowy ściany 3/IV/389	389	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	8,4	26,9	8,5	B*	P-3
Chodnik łączący 2/I/385	385	Górnik przodowy chodnika węglowo-kamiennego	10,1	27,2	12,1	B*	P-3
Chodnik łączący 2/I/385	385	Górnik w przodku chodnikowym	10,1	27,2	12,1	B*	P-3
Chodnik łączący 2/I/385	385	Górnik kombajnista w przodku węglowo-kamiennym	6,76	23,2	13,2	B*	P-3

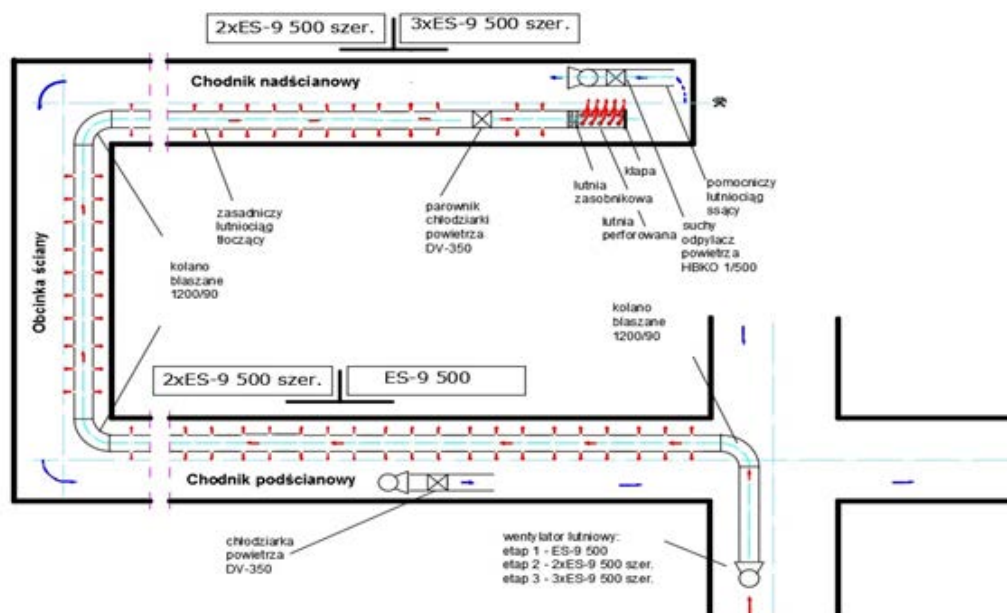
- odpylającej, która ma ujmować pył jak najbliższej czoła przodka i skutecznie separować go od przepływającego powietrza,
- zraszającej, której zadaniem jest wiązanie pyłu z mgłą wodną w celu pozbawienia go lotności.

#### Opis kombinowanej instalacji lutniowej w drażonym wyrobisku

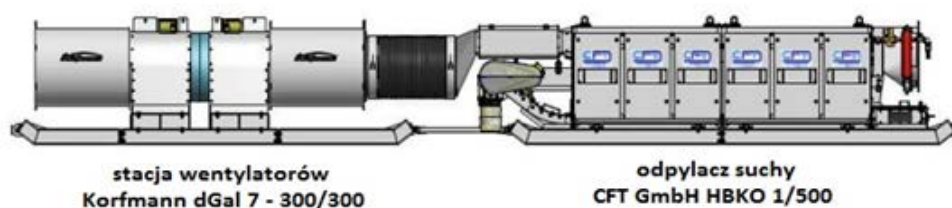
System tłocząco-ssącej wentylacji kombinowanej zastosowanej w drażonym chodniku nadścianowym 4/VI/385, składał się z zasadniczego lutniociągu tłoczącego na trasie którego zabudowany był parownik chłodziarki powietrza bezpośredniego działania DV-350 oraz pomocniczego lutniociągu ssącego współpracującego z su-

chym odpylaczem powietrza HBKO 1/500 [5]. Na trasie lutniociągu znajdowały się 3 kolana blaszane 90°, które pozwoliły właściwie poprowadzić elastyczny lutniociąg tłoczący o średnicy 1200 mm w drażonym zespole wyrobisk o długości ponad 5000 m. W odległości 200 m od przodka zredukowano lutniociąg zasadniczy do średnicy 800 mm i na wylocie zakończono go lutnią zasobnikową i perforowaną z klapą zamykającą. Dobór baterii wentylatorów lutniowych (3 etapowy) miał zapewnić odpowiedni zgodny z przepisami strumień objętościowy powietrza na wlocie do lutni zasobnikowej i perforowanej [3,6].

#### Opis suchej instalacji odpylającej w drażonym wyrobisku



Rys. 1. Schemat instalacji lutniowej w drążonym zespole wyrobisk przygotowawczych LW „Bogdanka” S.A.  
 Fig. 1. Diagram of duct ventilation system in a group of driven development workings at “Bogdanka” Coal Mine



Rys. 2. Schemat instalacji odpylającej zastosowanej w drążonym wyrobisku 4/VI/385 [5]  
 Fig. 2. Diagram of dedusting system used in the driven mine working 4/VI/385 [5]

Odpylacz suchy HBKO 1/500 firmy CFT GmbH (rysunek 2) działa na zasadzie wyłapywania cząstek stałych na odpowiednie tkaniny filtracyjne, aż do momentu kiedy nagromadzą w sobie znaczna ilość zanieczyszczeń. Następuje wtedy ich mechaniczne oddzielenie w wyniku wstrząsów do worków. Urządzenie odpylające pracujące w przodku zasysa zanieczyszczone powietrze do odpylacza filtrującego, gdzie następuje wytrącenie grubych frakcji pyłu. Oczyszczone wstępnie powietrze kierowane jest równomiernie do kieszeni filtrujących, w których następuje wytrącenie pyłu na ich zewnętrznych ściankach. Odessanie odpowiedniej ilości zapyłonego powietrza oraz jednoczesne wyrównanie strat ciśnienia w odpylaczu filtrującym odbywa się za pomocą stacji wentylatorów firmy Korfmann dGal-7 300/300 znajdujących się za filtrem. Oczyszczenie kieszeni filtrujących jest dokonywane za pomocą uderzeń sprężonym powietrzem. Wytrącony pył opada do rynny zbiorczej, po czym odstawiany jest przenośnikiem zgrzeblowym oraz ślimakiem wyładowczym z obudowy filtru do urządzenia workującego pył.

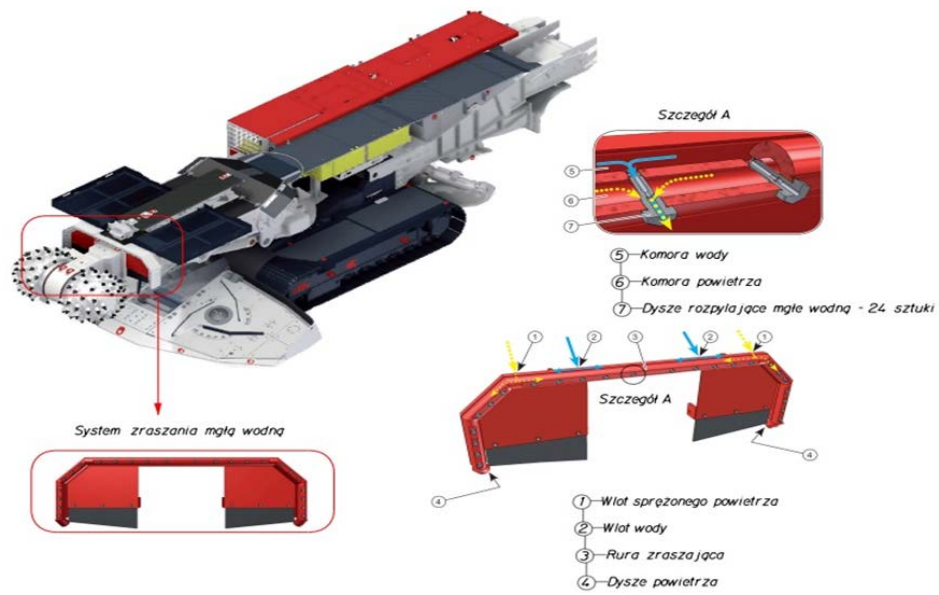
### Opis kombajnowej instalacji zraszającej w drążonym wyrobisku

Podczas skrawania kalizny węglowej na głowicę urabiającą jest rozpylana mieszanka wodno-powietrzna. Zastosowany system zmniejsza zapylenie w czole wyrobiska przez wiązanie pyłu mgłą wodną. Dodatkowo zmniejsza ryzyko niebezpieczeństwa wybuchu ewentualnej mieszanki metanowo-powietrznej poprzez jej rozrzedzenie. Połączenie systemu wodno-powietrznego generuje mniejsze zużycie wody niż w przypadku stosowania tradycyjnych układów zraszania wodą uzyskując w ten sposób suchszy urobek.

### Schemat instalacji tłocząco-ssącej w strefie przodkowej (tradycyjny układ)

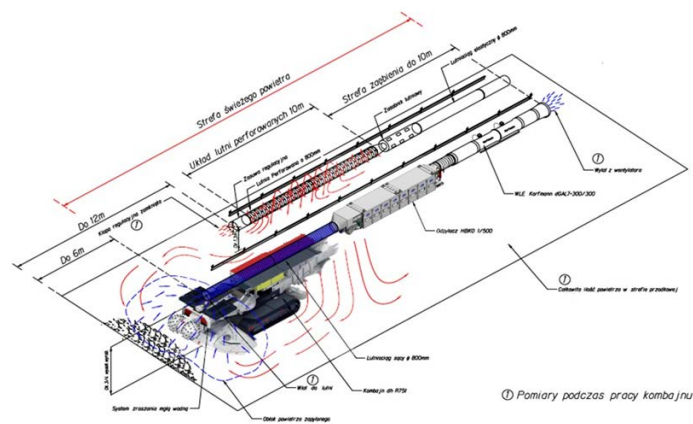
Tradycyjny układ instalacji tłocząco-ssącej w strefie przodkowej stosowany w LW „Bogdanka” S.A. składał się z elementów takich jak (rysunek 4):

- zasadniczy lutniociąg tłoczący zawieszony na ostatnim odcinku drążonego wyrobiska składał z lutni elastycznej Teseco o średnicy 800 mm, która była zakończona zasobnikiem lutniowym i lutnią perforowaną



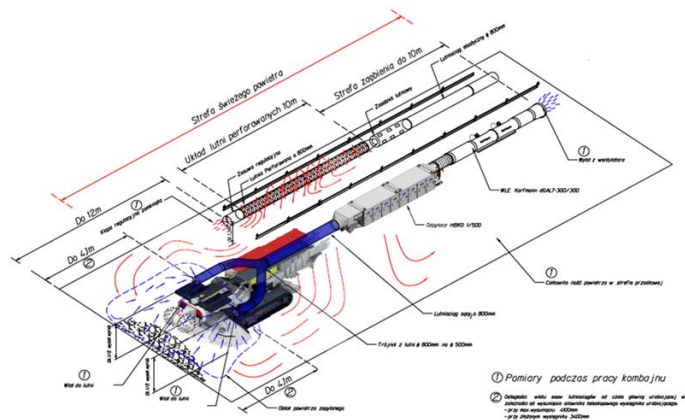
Rys. 3. Schemat instalacji zraszającej zainstalowanej na kombajnie chodnikowym DH R75TH w drążonym wyrobisku 4/VI/385 [1]

Fig. 3. Diagram of spraying system installed on DH R75TH longwall shearer in the driven mine working 4/VI/385 [1]



Rys. 4. Schemat instalacji tłocząco-ssącej w strefie przodkowej (tradycyjny układ) [1]

Fig. 4. Diagram of suction and force system in the face zone (traditional layout) [1]



Rys. 5. Schemat instalacji tłocząco-ssącej w strefie przodkowej (nowy układ) [1]

Fig. 4. Diagram of suction and force system in the face zone (new layout) [1]

o tej samej średnicy z klapą zamykającą automatycznie sprzężoną z odpylaczem (koniec lutniociągu tłoczącego znajdował się maksymalnie 12 m od czoła przodka);

- pomocniczy lutniociąg ssący składał się z lutni elastycznej wzmocnionej drutem spiralnym o średnicy 800 mm, która była połączona do suchego odpylacza powietrza HBKO 1/500 (początek lutniociągu ssącego znajdował się maksymalnie 6 m od czoła przodka);

- strefa zazębienia pomiędzy zasadniczym lutniociągiem tłoczącym a pomocniczym lutniociągiem ssącym wynosiła zgodnie z przepisami górnictwa 10 m [4, 7];

- początek lutni elastycznej wzmocnionej drutem spiralnym o średnicy 800 mm pomocniczego lutniociągu ssącego zwany ssawą usytuowany był na trzech czwartych wysokości wyrobiska w strzałce obudowy;

- prawidłowa współpraca obu lutniociągów tłoczącego i ssącego wymagała o 20% większej ilości powietrza na wylocie z lutniociągu tłoczącego w stosunku do wydajności odpylacza zabudowanego w pomocniczym lutniociągu ssącym (im większy strumień objętościowy powietrza dostarczano zasadniczym lutniociągiem tłoczącym tym lepsze warunki pracy – związane z zagrożeniem klimatycznym – uzyskuje się na wylocie ze stacji wentylatorów suchego odpylacza powietrza) [4, 7].

#### **Schemat instalacji tłocząco-ssącej w strefie przodkowej (nowy układ)**

Nowy układ instalacji tłocząco-ssącej w strefie przodkowej stosowany w LW „Bogdanka” S.A. składał się z następujących elementów takich jak (rysunek 5) [1]:

- zasadniczy lutniociąg tłoczący zawieszony w końcowym odcinku drążonego wyrobiska składał się z lutni elastycznej Teseco o średnicy 800 mm, która była zakończona zasobnikiem lutniowym i lutnią perforowaną o tej samej średnicy z klapą zamykającą automatycznie sprzężoną z odpylaczem (koniec lutniociągu tłoczącego znajdował się maksymalnie 12 m od czoła przodka);

- pomocniczy lutniociąg ssący składał się z lutni elastycznej wzmocnionej drutem spiralnym o średnicy 800 mm, która była połączona do suchego odpylacza powietrza HBKO 1/500 (początek lutniociągu ssącego znajdował się maksymalnie 3,4 m od czoła przodka przy złożonym wysięgniku kombajny DH R75T lub 4,1 m przy maksymalnie wysuniętym);

- strefa zazębienia pomiędzy zasadniczym lutniociągiem tłoczącym a pomocniczym lutniociągiem ssącym wynosiła podobnie jak tradycyjnym rozwiązaniu 10 m, ponieważ wymagają tego przepisy górnictwa [4, 7];

- początek lutni elastycznej wzmocnionej drutem spiralnym o średnicy 800 mm pomocniczego lutniociągu ssącego został zastąpiony trójnikiem wentylacyjnym, który z średnicy 800 mm przechodził w dwie lutnie elastyczne wzmocnione drutem spiralnym o średnicy 500 mm (podwójne ssawy o średnicy 500 mm zabudowane były na jednej drugiej wysokości wyrobiska w strzałce obudowy);

- analogicznie jak w tradycyjnym rozwiązaniu technicznym w celu uzyskania poprawy warunków pracy po zmieszaniu powietrza zużytego i świeżego na wylocie z stacji wentylatorów suchego odpylacza powietrza, lutniociągiem tłoczącym dostarczyć o 20 % więcej powietrza na wylocie niż wydajność odpylacza [4, 7].

#### **Podsumowanie i wnioski**

Zastosowane nowe rozwiązanie techniczne w LW „Bogdanka” S.A. pozwala ograniczyć strefę zapylenia w przodku drążonego wyrobiska. Jeżeli w przekroju wyrobiska pokładowi węgla towarzyszą skały tj. piaskowiec, łupki piaszczyste i ilaste zasięg strefy zapylenia skutecznie utrudnia kombajniste manewrowanie kombajnem a wysoki poziom stężenia pyłu respirabilnego obejmuje strefę przodkową. Skuteczne zwalczanie zapylenia w takim przypadku zależy w głównej mierze od właściwie zaprojektowanej instalacji wentylacyjnej i odpylającej przy istniejącym systemie zraszania. Nowe rozwiązanie ograniczające zapylenie przedstawione w artykule pozwala ujmować zapyłone powietrze z dwóch stron organu urabiającego ssawami o średnicy 500 mm oddalonymi od siebie o 3 m, usytuowanymi w połowie wysokości wyrobiska i oddalonymi od przodka maksymalnie 4,1 m. W standardowym rozwiązaniu zapyłone powietrze ujmowano jest jedną ssawą o średnicy 800 mm oddaloną od przodka maksymalnie 6 m, usytuowaną pod stropem na wysokości trzech czwartych wyrobiska, w wyniku czego następuje zwiększenie strefy zapyłonego powietrza. Praktyczne zastosowanie tego rozwiązania w warunkach in-situ zostanie szczegółowo zweryfikowane pomiarami i przedstawione w osobnej publikacji.

## Literatura – References

1. Adamczuk P., 2016: Zmniejszenie zapylenia w przodku drążonego wyrobiska. Materiały kopalniane LW „Bogdanka” S.A.
2. Krawczykowski D., 2017: Zastosowanie dyfrakcyjnej analizy laserowej do kontroli uziarnienia produktów przeróbki rud metali, Inżynieria Mineralna z. 1(39), Wyd. Polskiego Towarzystwa Przeróbki Kopalni, Kraków.
3. Pawiński J., Roszkowski J., Strzeziński J., 1995: Przewietrzanie kopalń. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice.
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.06.2002 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dz. Ust. Nr 139 poz. 1169 z dnia 02.09.2002 r.).
5. Sucha instalacja odpylająca HBKO 1/500 – materiały reklamowe firmy CFT GmbH oraz CFT Polska Sp. z o.o.
6. Wacławik J., 2010: Wentylacja kopalń Tom I i II. Wydawnictwo AGH, Kraków.
7. Załączniki do Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.06.2002 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dz. Ust. Nr 139 poz. 1169 z dnia 02.09.2002 r.).

### *Limiting Dust at the Working Face Driven at "Bogdanka" Coal Mine*

*The paper studies the issue of reducing the dust hazard at a driven working face. The use of mining machines with drum milling cutting heads is the main reason for the increase in the amount of dust released at workplaces in mining industry. If, in the cross-section of the working, the coal seam is accompanied by rocks, such as sandstone, sandy shales and clay shales, the range of the dust zone hampers the machine operator's maneuvers with a mining shearer, and the high level of respirable dust concentration covers the face zone. Effective dust control in this case depends primarily on a properly designed ventilation and dedusting systems, in addition to the existing spraying system. The article presents an innovative method of dust reduction on the example of the driven upper longwall gallery 4/VI/385 at "Bogdanka" Coal Mine.*

*Keywords: hazard of health-threatening dust, respirable dust, dry-type dust collector*