

4

ANALIZA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA W WYROBISKACH GÓRNICZYCH DLA DOSKONALENIA SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA GAZOWEGO

4.1 WPROWADZENIE

Na przestrzeni ostatnich 25 lat w przemyśle wydobywczym, a w szczególności w górnictwie węgla kamiennego obserwuje się wzmożoną restrukturyzację. Dotyczy ona struktury organizacyjnej kopalń, a szczególnie parku maszynowego oraz zmian w przepisach górniczych. Ogólnym celem restrukturyzacji technicznej jest przede wszystkim zwiększenie wydajności wydobywania w poszczególnych zakładach, ale również podniesienie bezpieczeństwa załóg górniczych.

Na stan bezpieczeństwa w górnictwie wpływ ma wiele różnych grup zagrożeń. Jedną z takich grup są zagrożenia dotyczące zanieczyszczenia powietrza w przestrzeni pracy załóg górniczych. Poza zagrożeniami ze strony obecnego w kopalniach metanu, w wyrobiskach gromadzą się również inne gazowe zanieczyszczenia powietrza takie jak: tlenek węgla, dwutlenek węgla oraz tlenki azotu. W takich warunkach ogromną rolę spełnia prowadzenie dobrze zorganizowanego, pod względem rozmieszczenia czujników, monitoringu gazowego [10, 11]. Kontrolę stanu powietrza w wyrobiskach wymuszają przepisy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy [18] ze względu na zagrożenie wybuchem (metanu) oraz zatruciem załogi np. tlenkiem lub dwutlenkiem węgla oraz silnie toksycznymi tlenkami azotu [13].

Rozwój wzmożonego wydobywania prowadzi do zwiększenia ilości maszyn wydobywczych oraz środków transportu podziemnego. Przyczynia się to do zwiększenia stanu zanieczyszczenia powietrza w wyrobiskach górniczych, zwłaszcza w warunkach stosowania do transportu kolejek spalinowych. W artykule podjęto próbę zbadania czynników oraz okoliczności, które mogą mieć wpływ na stan atmosfery w podziemnym środowisku pracy.

4.2 ANALIZA ŹRÓDEŁ I LIMITÓW ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W WYROBISKACH GÓRNICZYCH

W zanieczyszczaniu powietrza gazami takimi jak: CO, CO₂, SO₂ oraz NO_x w wyrobiskach górniczych mogą mieć swój udział głównie prace strzałowe prowadzone w procesie wydobywczym oraz emisja spalin ze spalinowych środków transportu. Ze względu na ograniczony obszar wykonywania robót strzałowych, zagrożenie gazami toksycznymi łatwo przewidzieć, co przewidują procedury postępowania przy takich pracach (wycofanie załogi z obszaru strzałowego). Natomiast duże znaczenie może mieć zanieczyszczenie powietrza spalinami pochodzącymi ze spalinowych ciągników górniczych. Źródłem energii w kolejkach spalinowych jest spalinowy silnik wysokoprężny z zapłonem samoczynnym (typu Diesla), w którym energia cieplna uzyskana w procesie spalania mieszanki palnej jest zamieniana bezpośrednio na energię mechaniczną. Powstające gazy są produktami spalania oleju napędowego. Jednak ilość pojawiających się gazów toksycznych w spalinach zależy od kilku parametrów: typu silnika, użytej mocy silnika, obciążenia silnika pracą oraz od stężenia metanu w zasysanym powietrzu [1, 14]. Wielość zmiennych czynników powodujących zanieczyszczenie powietrza w wyrobiskach mocno utrudnia przewidywania wielkości stężeń gazów toksycznych w lokalnej przestrzeni.

Przepisy stawiające wymogi formalne spalinowym środkom transportu określają wymagania dotyczące budowy silników spalinowych pracujących w atmosferze wybuchowej. Najważniejsze z nich to:

- PN-EN 1679:2000 „Silniki spalinowe tłokowe – Bezpieczeństwo – Silniki o zapłonie samoczynnym” [17],
- PN-EN 1889-2:2005 „Maszyny dla górnictwa podziemnego – Podziemne maszyny samobieżne – Bezpieczeństwo – Część 2: Lokomotywy szynowe”,
- PN-EN 1834-2:2002 „Silniki spalinowe tłokowe – Wymagania bezpieczeństwa dotyczące projektowania i budowy silników przeznaczonych do stosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – Część 2: Silniki grupy I przeznaczone do stosowania w pracach podziemnych zagrożonych występowania metanu i/lub palnego pyłu”

Wymagania dotyczące napędów spalinowych można rozpatrywać ze względu na dwa aspekty:

- dopuszczalnych wartości emisji substancji toksycznych (tabela 4.1),

Tabela 4.1 Dopuszczalne wartości emisji

Moc P	Tlenek węgla CO	Węglowodory HC	Tlenki azotu NO _x	Cząstki stałe PM
[kW]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
37≤P<75	6,5	1,3	9,2	0,85
75≤P<130	5,0	1,3	9,2	0,7
130≤P<560	5,0	1,3	9,2	0,54

Źródło: [14]

- dopuszczalnych stężeń gazów w powietrzu w podziemnych wyrobiskach (tabela 4.2).

Tabela 4.2 Dopuszczalne stężenie gazów w wyrobisku górniczym

Typ gazu	NDS/mg/m ³ (% wartość)	NDSch/mg/m ³ (% wartość)
Dwutlenek węgla	- (1,0)	- (1,0)
Tlenek węgla	30 (0,0026)	180 (0,015)
Tlenki azotu	5 (0,00026)	10 (0,00052)
Dwutlenek siarki	2 (0,000075)	5 (0,0019)
Siarkowodór	10 (0,0007)	20 (0,0014)

Źródło: [14]

Zgodnie z przepisami [19] ilość powietrza doprowadzona do wyrobisk powinna zapewnić utrzymanie w tych wyrobiskach wymaganego składu powietrza i temperatury. Wszystkie dostępne wyrobiska i pomieszczenia powinno przewietrzać się w taki sposób, aby zawartość tlenu w powietrzu nie była mniejsza niż 19% (objętościowo), a najwyższe dopuszczalne stężenia gazów w powietrzu nie przekraczały wartości określonych w tabeli 4.2. Mając na uwadze warunki wentylacyjne występujące w podziemnych wyrobiskach w poszczególnych kopalniach oraz konieczność zachowania dopuszczalnych stężeń gazów toksycznych w powietrzu kopalnianym, niezbędnym staje się podejmowanie działań zmierzających do znaczącego obniżenia emisji substancji z napędów spalinowych stosowanych w górnictwie [14].

4.3 KIERUNKI MODERNIZACJI SYSTEMÓW TRANSPORTU PODZIEMNEGO

Restrukturyzacja techniczna kopalń rozpoczęta w latach 90-tych XX wieku spowodowała, że od 2003 r. nastąpiły zmiany w zakresie stosowanych urządzeń transportowych, szczególnie związanych z wymianą kolejek spągowych i podwieszonych z napędami linowymi na kolejki z napędami własnymi [15]. Wraz z koniecznością wzrostu wydajności transportu w wyrobiskach oddziałowych, koniecznością jego prowadzenia w rejonie robót przygotowawczych i wydobywczych oraz wzrostem ciężaru transportowanych materiałów i wydłużającej się drogi transportowej, system transportu stosowany w kopalni musi podlegać ciągłej modernizacji. Kopalnie poszukują coraz częściej systemów nie wymagających stosowania stacji przeładunkowych [4, 5].

W takiej sytuacji istotną kwestią jest analiza trendów zachodzących zmian, co do długości tras jak i środków transportowych, za pomocą których transport jest prowadzony. Ze względu na znaczący wpływ transportu z napędem własnym (kolejki spalinowe) w zanieczyszczaniu powietrza w wyrobiskach górniczych, w tabeli 4.3 zestawiono elementy analizy trendów zmian takie jak: łączna długość tras kolejek podwieszonych z napędem własnym w zakładach górniczych, łączna długość tras transportu oraz liczba kopalń, w wybranych latach.

Tabela 4.3 Długość tras kolejek podwieszonych z napędem własnym na tle innych danych w latach 2000-2012

Lp.	Rok	2000	2006	2012
1	Liczba kopalń [szt.]	42	33	31
2	Długość tras transportu ogółem [km]	2217	1745,5	1753,4
3	Długość tras transportu kolejkami podwieszonymi z napędem własnym [km]	152	424,9	826,4
4	Średnia długość trasy kolejki podwieszonyj z napędem własnym przypadająca na kopalnię [km]	3,6	12,9	26,6
5	Udział kolejek podwieszonych z napędem własnym w długości tras ogółem [%]	6,8	24,3	47,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2, 3]

W analizowanych latach (2000-2012) wraz ze zmniejszeniem się ilości kopalń, długość tras transportu podziemnego po roku 2000 ulegała stopniowemu skracaniu do 2006 roku od wartości 2217 km do 1745,5 km, a w 2012 roku nieco wzrosła i wynosiła 1753,4 km. Na tym tle długość tras kolejek podwieszanych spalinowych transportu podziemnego, w całym analizowanym okresie rosła dynamicznie, mniej więcej podwajając swą długość w kolejnych 6-letnich okresach. Udział procentowy transportu kolejkami podwieszonymi z napędem własnym (spalinowym) w transporcie ogółem również dynamicznie wzrastał: od 2000 roku do 2006 wzrósł 3,5 razy, a do 2012 prawie 7- krotnie w stosunku do 2000 roku [2]. Tendencja ta utrzymuje się nadal ze względu na wydłużanie się tras transportu oraz konieczność dowozu załogi do przodków na miejsce urobku węgla.

Wg opracowania [16] w styczniu 2012 roku wykorzystywano do jazdy ludzi następujące urządzenia transportowe o długości:

- 113,24 km (kolejki podwieszane spalinowe – 68 szt.),
- 7,1 km (kolejki spągowe spalinowe – 10 szt.),
- 16,24 km (kolejki spągowe linowe – 14 szt.),
- 7,48 km (przenośniki taśmowe – 9szt.),
- 0,96 km (inne).

Kolejki z napędem własnym spalinowym w 2012 roku stanowiły zdecydowaną większość w ogólnym transporcie załóg. Na szczególną uwagę zasługuje również bezpieczeństwo związane z eksploatacją kolejek spalinowych [3, 12]. Transport ten posiada wiele zalet takich jak: lepsza mobilność i wydajność, jak również mniejsza pracochłonność w obsłudze i przezbieraniu [4]. Czynniki te powodują, że w wielu zakładach górniczych podejmuje się modernizację w kierunku transportu z napędem własnym (spalinowym). Rozwój tego typu transportu wynika również z dogodnego montażu w nowopowstających wyrobiskach oraz możliwość pracy w różnych warunkach ukształtowania wyrobiska (pochyłość: do 4° oraz 5°-30°). Inne zalety to znaczne zwiększenie prędkości przejazdu kolejkami z napędem własnym do 4,0 m/s dla wyrobisk poziomych i do 2,0 m/s dla wyrobisk pochyłych do 10° [2, 3].

4.4 TENDENCJE ROZWOJU TRANSPORTU PODZIEMNEGO WYBRANYCH ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH W PGG

Niektóre rozwiązania dotyczące zmian zastosowanych środków transportowych głównie na transport w postaci kolejek podwieszanych z napędem własnym (spalinowym) w wielu zakładach pozwoliło zwiększyć: ciężar transportowanych elementów maszyn i sekcji obudów, bezpieczeństwo podczas prowadzenia transportu oraz prędkość przejazdu w przypadku transportu ludzi na coraz odleglejsze miejsca pracy.

Analizując sytuację stosowanego transportu w poszczególnych zakładach górniczych PGG można stwierdzić, że w wielu przypadkach zmiany w transporcie zachodzą w kierunku stosowania kolejek podwieszanych z napędem własnym (spalinowym).

Przykładem mogą być dwie kopalnie KWK ROW: ruch „Marcel” oraz ruch „Chwałowice”. Jak donoszą autorzy opracowania [4] transport w zakładzie górniczym „Chwałowice” rozwija się z najnowszym trendem to znaczy zastosowaniem transportu kolejkami szynowymi podwieszanymi spalinowymi (KSPS), które poprawiają bezpieczeństwo wykonywanych tras transportowych pomijając użycie lin jako elementów ciągnących zestawy kolejek szynowych. Na chwilę obecną kopalnia posiada około 2 km tras kolejek szynowych podwieszanych do transportu ludzi oraz około km dla transportu materiałów, po których porusza się 13 zespołów transportowych KSPS [4]. W kopalni „Marcel” również zachodzą zmiany w organizacji transportu, gdzie w oddanym w 2015 roku nowym odcinku ciągu transportowego zdecydowano się na transport spalinowy. W „Gazecie firmowej” [6] można przeczytać: *„Jedną z najistotniejszych inwestycji w kopalni „Marcel” było wybudowanie i uruchomienie ciągu transportu urobku i materiałów z poz. 400 m bezpośrednio na powierzchnię kopalni. Jego uruchomienie nastąpiło w 2009 r. W 2015 r. wydłużono ten układ do poz. 600 m. Niebagatelny wpływ na efektywność i innowacyjność kopalni ma również system transportu materiałów za pomocą kolejek spągowych spalinowych. Rozwiązanie to pozwala w tani, a przede wszystkim bezpieczny sposób transportować całe elementy wyposażenia ścian i przodków (sekcje obudów zmechanizowanych, elementy kombajnów, przenośników i inne) o masie do 20 Mg z powierzchni bezpośrednio w miejsce ich instalacji”*.

W innym zakładzie górniczym KWK „Ruda” ruch „Pokój” wśród najważniejszych wymienianych inicjatyw w sferze racjonalizacji kosztów, na łamach „Gazety firmowej” [7] znalazło się: *„...wdrożenie powszechnego stosowania transportu kolejkami ze spalinowymi ciągnikami własnymi, umożliwiającymi prowadzenie jazdy ludzi do miejsc pracy, a dodatkowo umożliwiającymi ograniczenie liczby pracowników zatrudnionych do obsługi układów transportowych oraz eliminowanie kolejek linowych”*.

W KWK „Bolesław Śmiały” na liście najważniejszych inicjatyw w sferze racjonalizacji kosztów wymieniono: *„...dokonanie znacznej wymiany dołowego sprzętu i wyposażenia (zakup trzech kompleksów zmechanizowanych, regularna*

wymiana parku maszyn ciągników spalinowych kolejek podwieszanych), co pozwoliło poprawić komfort i bezpieczeństwo pracy” [8].

Powyższe przykłady świadczą o konieczności dostrzeżenia pewnych zalet stosowania transportu z udziałem kolejek podwieszanych z napędem własnym (spalinowym), takich jak:

- uniezależnienie użytkownika na całej drodze transportu,
- wydatnie usprawnienie transportu dołowego, ograniczenie pracochłonności znacznie zmniejszając jego koszty,
- zwiększenie bezpieczeństwa załóg podczas prac transportowych maszyn i sekcji obudów,
- stosunkowo niskie koszty w dłuższej eksploatacji i wysoka wydajność,
- elastyczność poruszania się w wyrobiskach o różnej geometrii chodnika, co eliminuje konieczność przeładunku dla wyrobisk pochyłych i o znacznej długości,
- możliwość wykorzystania zestawów transportowych do przewozu jednocześnie materiałów i ludzi [4].

Biorąc pod uwagę zalety omawianego transportu spalinowego jak i uwarunkowania finansowe zmuszające zakłady górnicze do poszukiwania ekonomicznych rozwiązań, wydaje się, że tendencja rozwoju transportu w postaci KSPS będzie raczej utrzymana.

4.5 PODSUMOWANIE

Od 2000 roku w polskich kopalniach węgla kamiennego nastąpił dynamiczny rozwój transportu z wykorzystaniem szynowych kolejek podwieszonych z napędem własnym (spalinowym), charakteryzujący się wzrostem liczby stosowanych lokomotyw. Ze względu na wydłużające się drogi transportu oraz uwarunkowania finansowe zakładów górniczych można spodziewać się utrzymania trendu zwiększania się liczba jednostek transportowych tego typu jako rozwiązania uzasadnionego ekonomicznie.

W takiej sytuacji niezmiernie ważną kwestią jest doskonalenie systemów bezpieczeństwa gazowego w zakładach górniczych. Przykładem takiego działania może być wprowadzanie wizualizacji do systemów automatycznego górniczego monitoringu gazowego za pomocą systemu BRYZA. System ten pozwala na wprowadzenie nowych technologii w zakresie wizualizacji, których brakowało w używanych dotąd systemach monitorujących. Innowacyjny system umożliwia wizualizację procesów technologicznych i stanu gazometrii automatycznej oraz dodatkowo wyposażony został w unikatowe, oryginalne rozwiązania, takie jak:

- animowana, ruchoma prezentacja rozplywu powietrza w wyrobiskach górniczych,
- animowana, ruchoma prezentacja procesów technologicznych,

- wyznaczanie strefy zagrożenia pożarowego z dowolnego miejsca na dole kopalni łącznie z wyświetlaniem pomiarów z czujników gazometrii automatycznej,
- możliwość automatycznego wyznaczania posterunków obstawy w trakcie prowadzenia akcji ratowniczej,
- wprowadzanie zmian w systemie rozplywu powietrza online w trakcie bieżącej obserwacji danego rejonu,
- prezentacja stanu zajętości systemów łączności,
- nanoszenie notatek graficznych bezpośrednio na wyświetlonym rysunku (online).

Nowatorski system animowanej prezentacji rozplywu powietrza oraz monitorowania zagrożeń naturalnych w wyrobiskach górniczych opracowali pracownicy służb dyspozytorskich ruchu „Bielszowice” z należącej do Polskiej Grupy Górniczej KWK „Ruda” [9].

LITERATURA

1. J. Antoniak. *Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach*, Wyd. Śląsk, Katowice 1990, str. 500-510.
2. T. Budniok, W. Zasadni, J. Kania, H. Morawiec. „Możliwości zwiększania prędkości transportu ludzi kolejkami podwieszonymi z napędem własnym” w *Górnictwo Perspektywy, Zagrożenia. Mechanizacja prac górniczych. Monografia*, Red. W. Biały, J. Brodny, S. Czerwiński, Wyd. PA NOVA, Gliwice, 2014, str. 37-51.
3. T. Budniok, W. Zasadni, J. Rusinek, K. Krawczyk. „Nowoczesne rozwiązania w systemach transportu kolejkami podwieszonymi z napędem własnym” w *Górnictwo Perspektywy, Zagrożenia. Mechanizacja prac górniczych. Monografia*, Red. W. Biały, J. Brodny, S. Czerwiński, Wyd. PA NOVA, Gliwice, 2014, str. 52-65.
4. Ł. Doleżych, J. Cichecki. „Sposoby konfiguracji zespołów transportowych kolejek szynowych podwieszanych spalinowych dla kilkakrotnej zmiany nachyleń po wznosie i upadzie na podstawie doświadczeń KWK Chwałowice” w *Górnictwo Perspektywy, Zagrożenia. Mechanizacja prac górniczych. Monografia*, Red. W. Biały, J. Brodny, S. Czerwiński, Wyd. PA NOVA, Gliwice, 2014, str. 77-86.
5. Dyrektywa 2006/42/WE – *Bezpieczeństwo maszyn*, wprowadzone Rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dn. 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn, (Dz. U. nr 199, poz. 1228).
6. *Gazeta firmowa*, nr 1/2016, Polska Grupa Górnicza, dokument elektroniczny: pgg.pl/aktualnosci/gazeta-firmowa (dostępność: 15.11.2016).
7. *Gazeta firmowa*, nr 2/2016, Polska Grupa Górnicza, dokument elektroniczny: pgg.pl/aktualnosci/gazeta-firmowa (dostępność: 15.11.2016).
8. *Gazeta firmowa*, nr 3/2016, Polska Grupa Górnicza, dokument elektroniczny: pgg.pl/aktualnosci/gazeta-firmowa (dostępność: 15.11.2016).

9. <http://rudaslaska.naszemiasto.pl/arttykul/innowacyjny-system-monitorowania-zagrozen-na-kwk-ruda,4064780,art,t,id,tm.html> (dostępność: 28.05.2017).
10. J. Ignac-Nowicka. "Analysis of gaseous hazards in mine workings using an automatic monitoring system" in *Systems Supporting Production Engineering. Monograph*, Ed. W. Biały, J. Kaźmierczak, Pracownia komputerowa Jacka Skalmierskiego, Gliwice, 2012, p. 106-115.
11. J. Ignac-Nowicka. „Identyfikacja obszarów zagrożeń i ich przyczyn w wyrobiskach górniczych na podstawie monitoringu gazowego” w *Górnictwo Perspektywy, Zagrożenia. Klimatyzacja, zagrożenia aerologiczne. Monografia*, Red. F. Plewa, H. Badura, Wyd. PA NOVA, Gliwice, 2014, str. 51-61.
12. J. Ignac-Nowicka. „Zastosowanie elementów inżynierii bezpieczeństwa na przykładzie transportu podziemnego”. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji. Inżynieria Systemów Technicznych*, Red. E. Milewska, nr 2 (14), 2016, str. 152-162.
13. J. Ignac-Nowicka, A. Penczek. „Analiza stanu powietrza w wyrobiskach górniczych za pomocą systemu automatycznego monitoringu”. *Ochrona powietrza i problemy odpadów*, nr 1, 2010, str. 9-17.
14. K. Kaczmarczyk. „Napędy spalinowe w wyrobiskach górniczych zagrożonych atmosferą wybuchową”. *Silniki spalinowe*, nr 3, 2011.
15. *Międzynarodowa Konferencja 1999 Kierunki Modernizacji Systemów Transportu Podziemnego*, Ustroń 9-10 czerwca 1999, materiały konferencyjne.
16. B. Perenc. „Bezpieczeństwo transportu w wyrobiskach kopalń węgla kamiennego”, XIV Konferencja, Problemy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w polskim górnictwie, Wisła, 2012, dokument elektroniczny.
17. PN-EN 1679:2000. *Silniki spalinowe tłokowe – Bezpieczeństwo – Silniki o zapłonie samoczynnym*.
18. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych, (Dz. U. 2002 nr 109 poz. 962) wraz ze zmianami z dnia 9 czerwca 2006 r. oraz z dnia 25 czerwca 2010 r.
19. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, (Dz. U. 2014 poz. 817).

Data przesłania artykułu do Redakcji: 05.2017

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 06.2017

dr inż. Jolanta Ignac-Nowicka

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, Polska

tel.: +4832 277 73 72, e-mail: jolanta.ignac-nowicka@polsl.pl

**ANALIZA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA
W WYROBISKACH GÓRNICZYCH DLA DOSKONALENIA
SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA GAZOWEGO**

Streszczenie: W artykule przedstawiono próbę analizy czynników wpływających na zanieczyszczenie powietrza w wyrobiskach górniczych ze szczególnym uwzględnieniem udziału kolejek podwieszanych z napędem własnym. Przedstawiono źródła zanieczyszczeń gazowych w wyrobiskach górniczych oraz warunki ich limitowania. Ponadto przedstawiono trendy rozwoju spalinowego transportu podziemnego w polskim górnictwie węgla kamiennego z uwzględnieniem analizy jego ilościowego udziału w stosunku do innych rozwiązań. Przedstawiono również trendy rozwoju na najbliższe lata na przykładzie planów strategicznych wybranych kopalń Polskiej Grupy Górniczej.

Słowa kluczowe: kolejki z napędem własnym, zanieczyszczenia gazowe, systemy bezpieczeństwa gazowego

**ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING AIR POLLUTION IN MINING
FOR PERFECTING GAS SAFETY SYSTEMS**

Abstract: The paper presents an attempt to analyze factors influencing air pollution in mining excavations, with particular consideration of the share of suspended monorails with self-drive. The sources of gaseous pollutants in mining excavations and conditions of their limitation are presented. In addition, trends in the development of underground transport in Polish hard coal mining are presented, taking into account the analysis of its quantitative share in relation to other solutions. The development trends for the coming years are presented on the example of strategic plans of selected mines of the Polish Mining Group.

Key words: train with self-drive, gas pollution, gas safety systems