

Wpływ doszczelniania zrobów eksploatacji z zawałem stropu na deformacje powierzchni terenu górniczego KWK Ruda Ruch Pokój

The influence of goaf caulking with fall of roof on surface deformations in Ruda Ruch Pokój coal mine

Mgr inż. Tadeusz Rutkowski*)

Treść: W artykule zamieszczono krótki opis stanu wiedzy w zakresie doszczelniania zrobów z zawałem stropu w aspekcie ochrony powierzchni. W drugiej części zamieszczono bilans pyłów z elektrowni dostarczanych do wyrobisk kopalni oraz ich skutek w zakresie wypełnienia zrobów. Rejonem prowadzonych badań są partie złoże, w których w latach 2000 - 2018 prowadzi się eksploatację górniczą, na powierzchni jest to rejon dzielnicy Wirek, która jest chroniona z uwagi na oddziaływanie górnicze. Zwiększanie wysokości warstwy podsadzkowej, a dokładanie – stopnia wypełnienia zrobów zawałowych, wpływa na zmniejszenie wartości współczynnika eksploatacyjnego. Uzyskana dla eksploatacji wielokrotnej z zawałem stropu i doszczelnianiem zrobów średnia wartość współczynnika eksploatacyjnego wyniosła 0,78, czyli jest mniejsza o 0,07 od wartości $a=0,85$ przyjmowanej dla eksploatacji wielokrotnej z zawałem stropu bez doszczelniania zrobów.

Abstract: This paper contains a short description of the state of knowledge in the area of goaf caulking with fall of roof in the aspect of surface protection. The second part contains a balance of dust from power plants, supplied to mining excavations, and their effect in the area of filling of exploited space. The field of research are parts of the deposit in which mining operations have been carried out in 2000-2018, the area of Wirek district, which is protected due to mining impacts. Increasing the height of the backfilling layer and, more specifically, the fill level of goaf reduces the value of the exploitation factor. The average value of the exploitation factor, obtained for multiple exploitation with fall of roof and goaf caulking amounted to 0.78, so it is smaller by 0.07 than the value of $a = 0.85$ taken for multiple exploitation with fall of roof without goaf caulking.

Słowa kluczowe:

podziemna eksploatacja górnicza, doszczelnienie zrobów, współczynnik eksploatacyjny

Keywords:

underground mining exploitation, goaf caulking, exploitation factor

1. Wprowadzenie

Częstą praktyką prowadzonej współcześnie w polskich kopalniach węgla kamiennego eksploatacji z zawałem stropu jest doszczelnianie zrobów (Kowalski 2015). Są dwa cele tej technologii, profilaktyka przeciwpożarowa, ograniczająca egzogeniczne pożary w zrobach zawałowych i lokowanie odpadów na dole kopalni w zrobach, co polepsza skuteczność przewietrzania przestrzeni roboczej (Mazurkiewicz 1990, Lisowski 1997, Piotrowski, Mazurkiewicz 2006, Plewa, Mysłek, Strozik 2008, Strozik 2015).

Ukrytym celem doszczelniania zrobów eksploatacji z zawałem stropu jest ograniczenie, zmniejszenie deformacji powierzchni. Jest to cel ukryty, gdyż nie ma udokumentowanych przykładów z praktyki, jak i rozwiązań teoretycznych określających jakościowo i ilościowo zmniejszenia deformacji powierzchni podczas eksploatacji z zawałem stropu i doszczelnianych zrobów zawałowych pyłami z elektrowni.

W ramach współpracy pomiędzy Polską Grupą Górniczą a Głównym Instytutem Górnictwa w Kopalni Ruda Ruch Pokój podjęto badania, których celem końcowym jest opis procesu deformacji powierzchni pod wpływem eksploatacji z doszczelnianiem zrobów.

W niniejszej publikacji opisano analizowany rejon badań, sytuację górniczą, objętości deponowanych odpadów w zrobach (objętości wybranego pokładu węgla kamiennego), badania właściwości pyłów oraz wyniki wpływu doszczelniania rumowiska zrobów zawałowych na wstępnie określone wartości współczynników eksploatacyjnych w zależności od chłonności zrobów z zawałem stropu.

2. Stan wiedzy

Jak wynika z cytowanych pozycji literatury, problem deponowania odpadów z elektrowni w górniczych zrobach ma początek w latach 80. XX wieku w kopalni „Generał Zawadzki” (Mazurkiewicz 1990).

W kolejnych latach zroby zawałowe doszczelniano głównie w ramach profilaktyki przeciwpożarowej. Wprowadzono pojęcia objętości mieszaniny podsadzkowej na jednostkę objętości wydobytego węgla kamiennego, albo przez Plewę i Zespół – stopnia wypełnienia zrobów zawałowych (S_z) według zależności

$$S_z = \frac{V_0}{V_z} \quad (1)$$

*) Polska Grupa Górnicza S.A. KWK Ruda Ruch Pokój

gdzie:

V_o – objętość zdeponowanych odpadów w zrobach,
 V_z – objętość zrobów równa objętości wyeksploatowanego pokładu.

Ponadto Plewa, Mysiek i Stozik (2008) określali stopień doszczelniania zrobów zawalowych, które ma charakteryzować wypełnienie rumowiska zrobów zawalowych mieszaniną podsadzkową z pyłów, według zależności

$$n_d = \frac{V_o}{V_{rz}} \quad (2)$$

gdzie:

V_{rz} – jest teoretyczną chłonnością zrobów zawalowych, która nie jest jednoznacznie zdefiniowana, czy dotyczy rzeczywistej objętości wybranego pokładu (S_z), czy strefy zawału skał stropowych, której objętość jest najczęściej dwa razy większa

$$V_{rz} = k_{cz} * V_z \quad (3)$$

k_{cz} – współczynnik chłonności zrobów, który odpowiada S_z , dla objętości zrobów równej objętości wybranego pokładu, lub objętości rumowiska zawalowego, wówczas objętość ta jest najczęściej dwukrotnie większa.

Chłonność zrobów zawalowych w analizowanych 39 przypadkach waha się od 0,07 do 0,27 (Piotrowski, Mazurkiewicz 2006).

Według historycznych badań, dla których dane geologiczne i górnicze nie są zdefiniowane (Zych, Żyliński, Strzałkowski 1993), oszacowano, że wartość współczynnika eksploatacyjnego może być zmniejszona o 0,1, w stosunku do eksploatacji bez doszczelniania zrobów, jednak brak jest dokumentacji tego wyniku.

W artykule zestawione zostaną dane dotyczące określenia stopnia wprowadzonej mieszaniny do zrobów czterech pokładów węgla kamiennego, na podstawie ciężaru pyłu dostarczonego do poszczególnych ścian Kopalni Ruda Ruch Pokój.

3. Pyły dymnicowe lokowane w zrobach Kopalni Ruda Ruch Pokój

Ruch Pokój jest jednym z najstarszych na Górnym Śląsku, w którym zasoby węgla kamiennego są na wyczerpaniu. Jego poprzednikami były kopalnie „Brandenburg” (XVIII wiek), „Walenty – Wawel”, potem „Wawel” i po połączeniu „Pokój” (Kowalski 2015). Obecnie kopalnia stanowi ruch KWK Ruda. W granicach obecnego małego obszaru górniczego (4 km²) kopalnia prowadzi eksploatację pod zabudową dzielnicy Wirek w Rudzie Śląskiej. Warunki geologiczne i górnicze umożliwiają deponowanie pyłów w zrobach, czemu sprzyja korzystne nachylenie pokładów (średnio 7°) oraz prowadzenie eksploatacji systemem ścianowym w układzie poprzecznym.

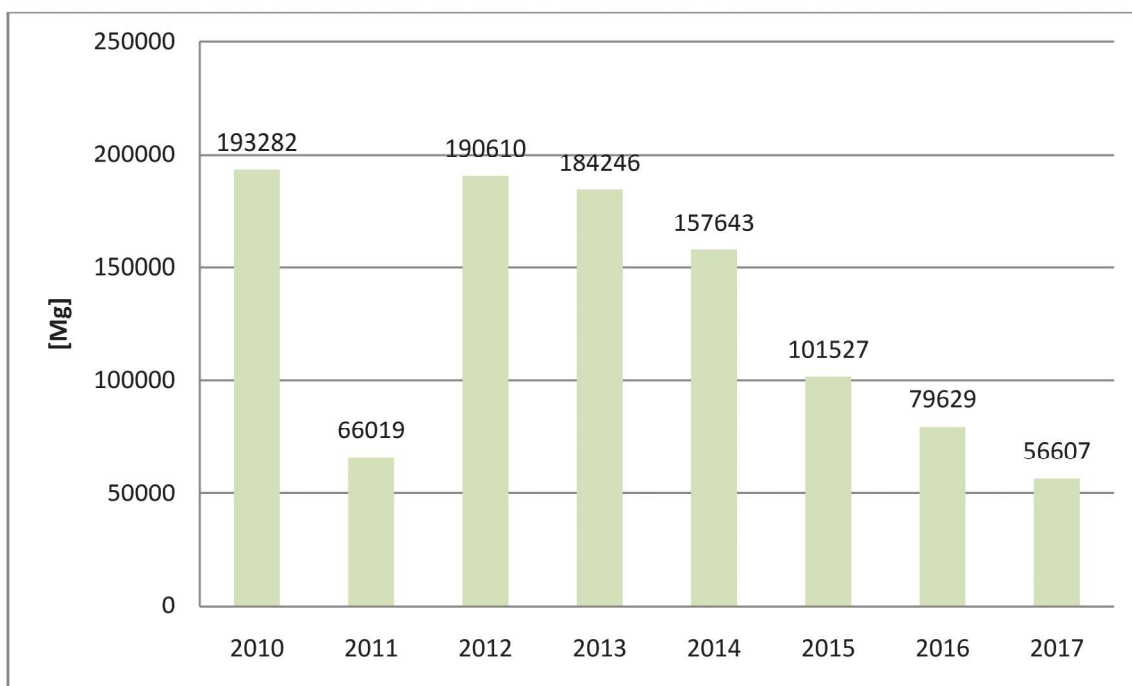
Na rys. 1 zamieszczono sumaryczną masę pyłów dymnicowych deponowanych w zrobach w latach 2010-2017, a na rys. 2 masę pyłów przypadających na jedną ścianę eksploatacyjną.

Z rys. 1 i 2 wynika, że masa deponowanych w zrobach pyłów maleje od 193,3 tys. Mg w roku 2010 do 56,6 Mg w 2017 r. Podobnie kształtują się ciężary na jedną ścianę eksploatacyjną od 38,7 tysięcy Mg do 9,4 tysięcy Mg w 2017 r.

Ponadto podjęto próbę porównania masy deponowanych odpadów z liczbą uznanych zgłoszonych szkód górniczych, które przedstawiono na rys. 3. Z porównania wykresów na rys. 1 i 3 wynika, że nie ma relacji między nimi.

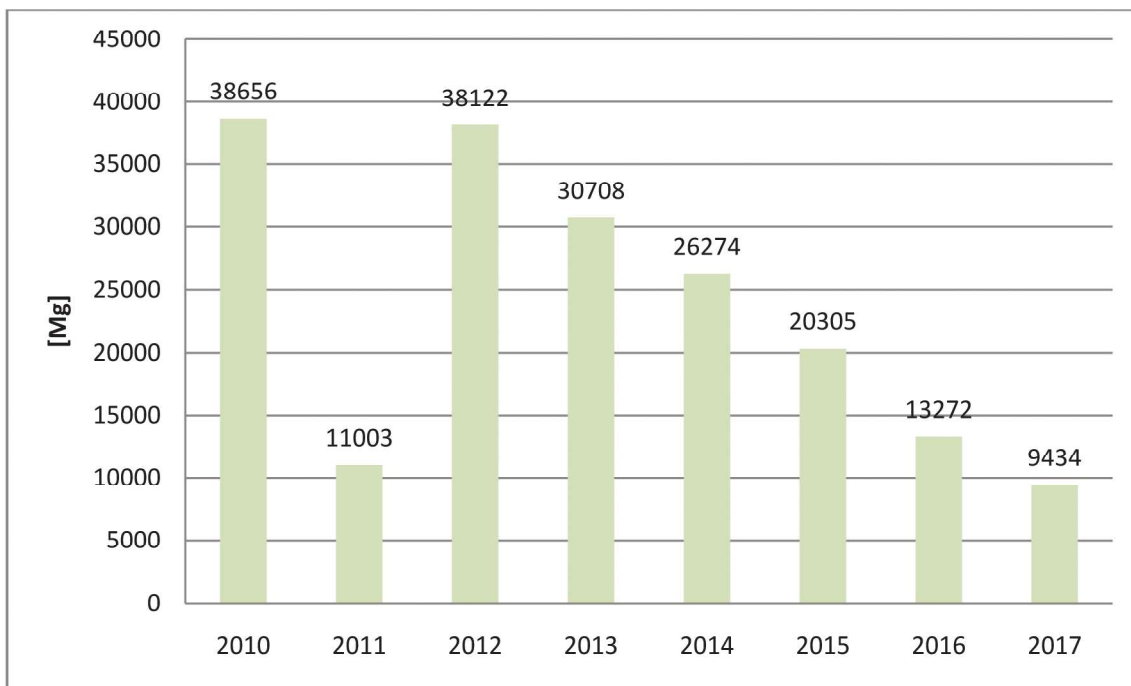
W ramach prowadzonej pracy wykonano badania trzech rodzajów pyłów dymnicowych deponowanych w zrobach kopalni, określając gęstość objętościową w stanie suchym, oraz pyłów zestalonych na dole, wcześniej podanych za pomocą instalacji podsadzkowej (rys. 4) w stosunku 1:3, jedna objętość pyłów do 3 objętości wody. Oznaczenia pyłów są zgodne z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 16.01.2015 r. Dz. U. poz. 110 z 22.01.2015 r. Są to pyły lokowane w wyrobiskach kopalni po 2000 r.

Wyznaczone doświadczalnie gęstości objętościowe pyłów (w ramach niniejszej pracy) zamieszczono w tabeli 1.

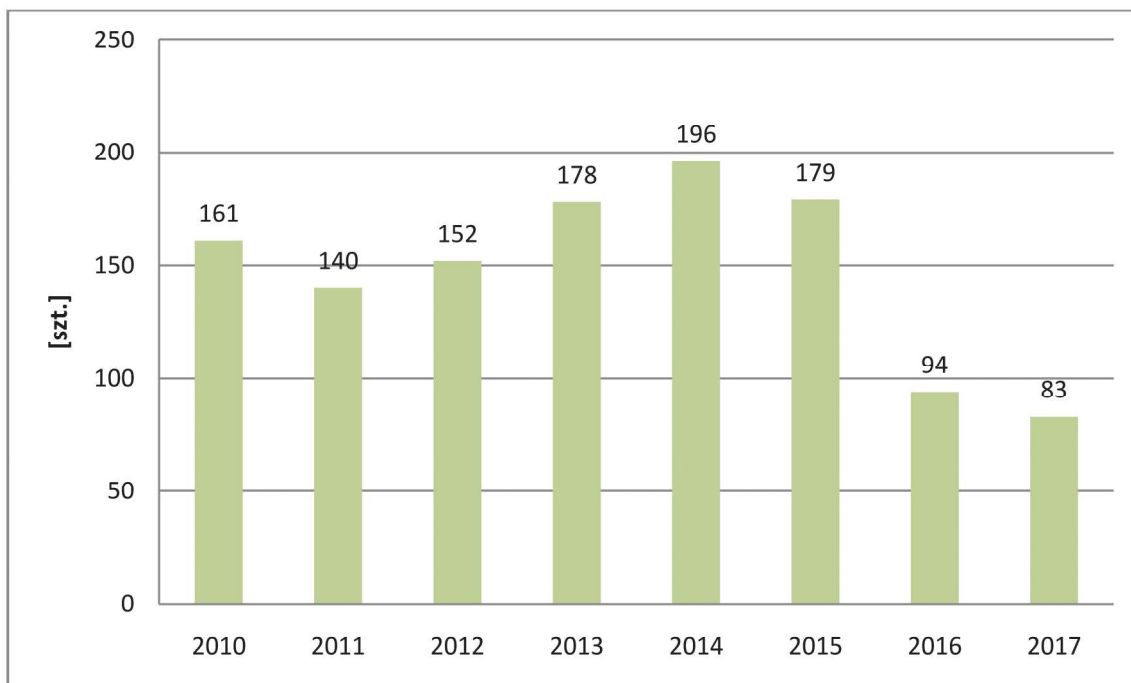


Rys. 1. Masa nasykowa pyłów w Mg deponowanych w zrobach Ruchu Pokój w latach 2010-2017

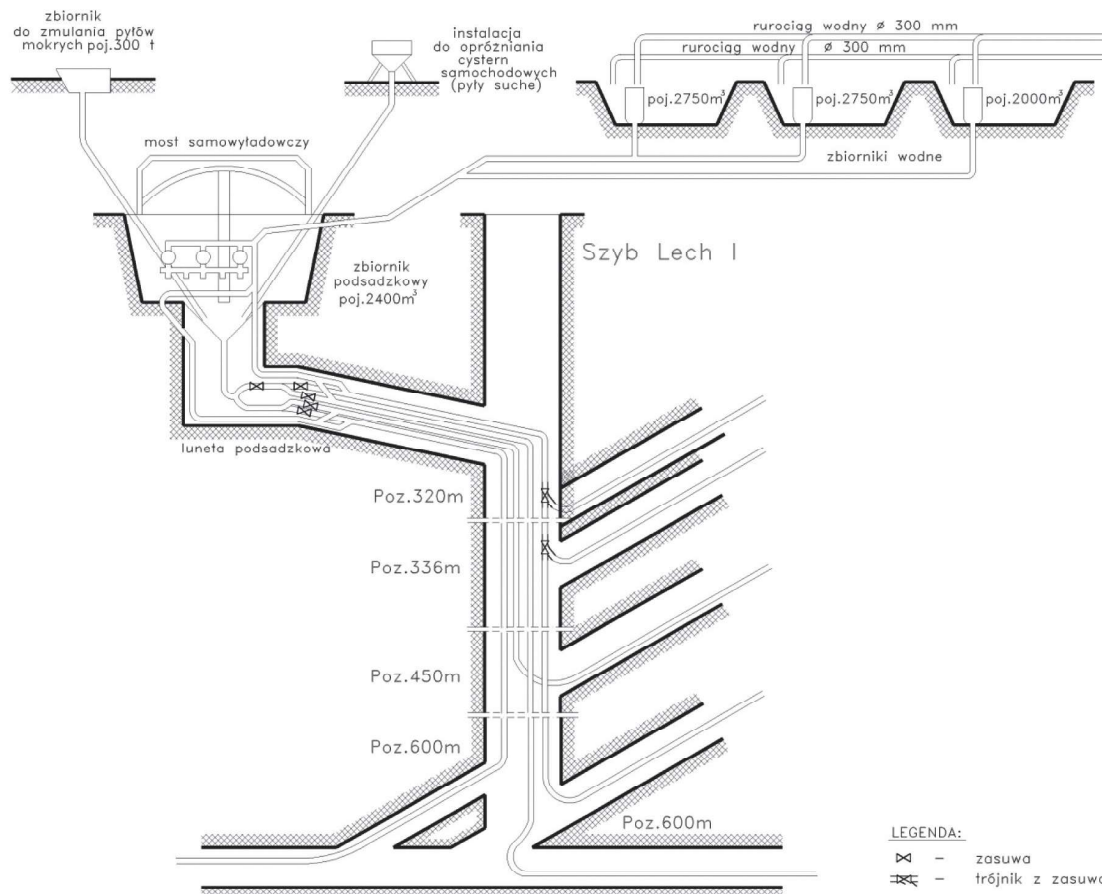
Fig. 1. Density of dust in Mg deposited in Pokój mine goafs in 2010-2017



Rys. 2. Masa nasypowa pyłów w Mg deponowanych w zrobach jednej ściany w Ruchu Pokój w latach 2010-2017
 Fig. 2. Density of dust in Mg deposited in a single longwall of Pokój mine goaf in 2010-2017



Rys. 3. Liczba uznanych szkód górniczych w Ruchu Pokój w latach 2010-2017
 Fig. 3. Number of recognized mining damages in Pokój mine in 2010-2017



Rys. 4. Schemat instalacji podsadzania w Ruchu Pokój
Fig. 4. Installation scheme for backfilling in Pokój mine

Tabela 1. Gęstość objętościowa pyłów lokowanych w wyrobiskach Ruchu Pokój
Table 1. Density of dust deposited in Pokój mine excavations

Kod odpadu	Rodzaj odpadu	Gęstość objętościowa w stanie powietrzno-suchym, γ_{ps} Mg/m ³	Gęstość objętościowa w wyrobisku, γ_w Mg/m ³
1	2	3	4
10.01.02	Popioły lotne z węgla	0,985	1,22
10.01.05	Stałe odpady z wapienych metod odsiarczania gazów odlotowych	1,105	1,34
10.01.82	Mieszanki popiołów lotnych i odpadów stałych z wapienych metod odsiarczania gazów odlotowych	0,901	1,36
	średnia	0,997	1,307

Z tabeli 1 wynika, że zróżnicowanie gęstości objętościowej pyłów deponowanych w wyrobisku jest w granicach 1,22 – 1,36; średnio 1,307Mg/m³.

4. Rejon badań i bilans dostarczonych pyłów do wyrobisk

W tabeli 2 przedstawiono wykaz poszczególnych ścian eksploatacyjnych i podstawowych danych charakteryzujących warunki geologiczne i górnicze prowadzonych w ostatnich 18 latach w partii Środkowej w części północnej i południowej pod dzielnicą Wirek z kościołem pod wezwaniem Św. Wawrzyńca i Antoniego oraz w partii Zachodniej na zachód od dzielnicy, rys. 5.

Są to eksploatacje w partii Środkowej w pokładach 418, 416, 413/2 oraz 414/2, a w partii Zachodniej w dwóch pokładach 416, 413/2 i rozpoczętej w pokładzie 414/1. Grubości – wysokości ścian w pokładzie 418 – 2,7m, 416 – 2,1 ÷ 2,7 m, w pokładzie 413/2 – 2,0 ÷ 2,5 m i 414/1 oraz 414/2 – 2,1 m.

Głębokość eksploatacji zmienia się od 420 do 730 m. Średnie nachylenie pokładów w partiach wynosiło 7⁰ w kierunku południowo-zachodnim, a eksploatacja jest prowadzona z południa na północ.

W kolejnych kolumnach przedstawiono czas eksploatacji, pola powierzchni ścian eksploatacyjnych, objętość wybranego węgla kamiennego oraz objętość pyłów zdeponowanych w zrobach.

W kolumnie 10 wykazano wysokość pyłów w wyrobisku

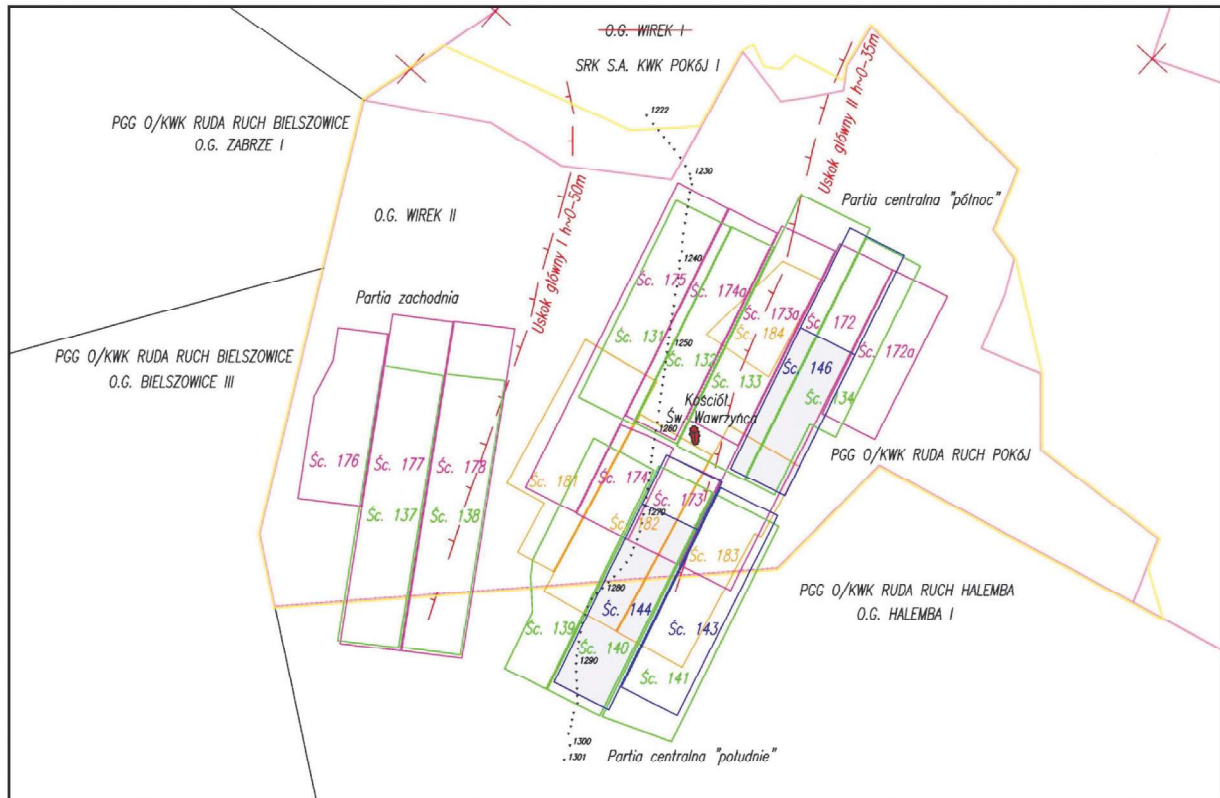
(h) przy założeniu ich równomiernego rozplywu w ścianie eksploatacyjnej, a w kolumnie 11 teoretyczną wartość zmniejszenia współczynnika eksploatacyjnego jaką można

by uzyskać w sytuacji podsadzenia przed wytworzeniem się zawalu (h/g), który jest analogią do wartości współczynnika eksploatacyjnego dla podsadzki hydraulicznej.

Tabela 2. Wykaz dostarczonych odpadów do poszczególnych partii, pokładów i ścian eksploatacyjnych
Table 2. List of waste delivered to the particular parts, seams and longwalls

Partia	Pokład	Nr ściany	Wysokość ściany, g	Czas eksploatacji	Masa pyłów Mg	Piasek* m ³	Kamień* m ³	Pole powierzchni eksploatacji m ²	Wysokość pyłów w wyrobisku, h	Zmniejszająca wartość współczynnika eksploatacyjnego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Środkowa	418	181	2,7	10.2003-10.2004	64 370	0	0	192 800	0,255	0,094
		182	2,7	10.2005-03.2007	65 994	0	0	204 097	0,247	0,091
		183	2,7	05.2007-11.2008	91 522			220 825	0,317	0,118
						170	110		0,001	
		184	2,7	01.2011- 08.2011	0	0	0	77 072	0,000	0,000
				221 886	170	110	617 722	0,275	0,102	
Środkowa	416	175	3,1	07.2000-12.2002	0	30 961	397029	236 156	1,812	0,584
		174	3,1	05.2004-10.2005	0	4000	164709	72 058	2,341	0,755
		173	3,7	04.2004-10.2005	1012			64 452	0,012	0,809
						4580	187595		2,982	
		174a	2,1	08.2007-08.2008	34 739			154 369	0,172	0,093
						1140	2360		0,023	
		173a	2,1	01.2006-10.2006	21 458			155 225	0,106	0,080
						3960	5725		0,062	
172	2,7	08.2002-10.2003	46 991	0	0	256 614	0,140	0,052		
172a	2,1	09.2006-07.2007	30 078			117 501	0,196	0,124		
				3930	3629		0,064			
				134 278	48 571	761047	1 056 375	0,097	0,087	
Zachodnia	416	178	2,7	03.2009-10.2010	113 708			249 213	0,349	0,130
						660	30		0,003	
		177	2,7	08.2011-02.2013	110 052	0	0	250 137	0,337	0,125
		176	2,7	01.2015-01.2016	21 078	0	0	127 825	0,126	0,047
				244 838	660	30	627 175	0,300	0,111	
Środkowa cz. N	413/2	131	2,0	01.2008-01.2009	74 975			164 013	0,350	0,226
						4600	12340		0,103	
		132	2,1	04.2015-03.2016	70 921			125 712	0,432	0,230
						2540	4050		0,052	
		133	2,1	05.2009- 07.2010	90 545			262 456	0,264	0,151
				1570	12330		0,053			
134	2,1	01.2007-01.2008	66 094			176 798	0,286	0,171		
				6200	6750		0,073			
				302 535	14 910	35470	728 979	0,387	0,184	
Środkowa cz. S	413/2	141	2,1	01.2012-04.2013	91 685			220 388	0,318	0,152
						300	50		0,002	
		140	2,1	01.2015-03.2015	48 310	0	0	181 824	0,203	0,097
		139	2,1	08.2016-03.2018	20 118			184 386	0,083	0,046
				2345	0		0,013			
				160 113	2645	50	586 598	0,214	0,102	
Zachodnia	413/2	138	2,1	02.2013-04.2014	57 583	0	0	206 394	0,213	0,101
		137	2,5	08.2016- 01.2018	29 228	0	0	209 928	0,106	0,042
					86 811	0	0	416 322	0,160	0,072
Środkowa cz. N	414/2	146	2,1	06.2017 - nadal	-					
Środkowa cz. S	414/2	143	2,1	11.2015-10.2016	18 213	0	0	173 029	0,080	0,038
		144	2,1	12.2017 -nadal	-					

*Ciężar objętościowy piasku i kamienia przyjęto 1,8 t/m³



Rys. 5. Szkic partii Zachodniej i Środkowej oraz ścian eksploatacyjnych pod dzielnicą Wirek w latach 2000 -2018 oraz linii pomiarowej wzdłuż ul.1-go Maja

Fig. 5. Sketch of the West and Central area and longwalls under Wirek district in 2000-2018 and measuring line along 1-go Maja Street

Z tabeli 2 wynika, że ciężar jak i wysokość pyłów (oraz kamienia i piasku, których udział jest nieznaczący) w poszczególnych ścianach jest zróżnicowany. Przyjmując, że pyły tworzą warstwę podsadzki, ich wysokość jest od 0,080 m dla ściany 143 do 0,432 m dla ściany 132, a z uwzględnieniem dodatku piasku i kamienia 0,484 m. Natomiast teoretyczna wartość współczynnika eksploatacyjnego dla podsadzki utworzonej z pyłów elektrownianych mogłaby być zmniejszona z 0,038 do 0,230.

5. Wyniki wstępnych badań

Wskaźnikiem determinującym wpływ dosadzania zrobów z zawałem stropu jest współczynnik eksploatacyjny, który jest równocześnie parametrem teorii Knothego-Budryka (Knothe 1984).

Jest on definiowany dwójako:

- Pierwszy sposób, jako stosunek objętości pełnej niecki obniżenia na powierzchni do objętości wybranego pokładu powodującego nieckę (Kochmański 1956). Dla niecki niepełnej można również wyznaczyć wartość współczynnika eksploatacyjnego, jednak należy uwzględnić rozmiary i kształt pola eksploatacyjnego, a także pozostałe parametry teorii, na przykład Knothego – Budryka, parametr górotworu i obrzeże eksploatacyjne.
- Drugi sposób, najczęściej stosowany w praktyce z zależności na pomierzone maksymalne obniżenie dla niecki pełnej w w_{max}

$$a = \frac{w_{max}}{g} \quad (4)$$

gdzie:

a – współczynnik eksploatacyjny,
 g – grubość eksploatawanego pokładu.

Podobnie jak w pierwszym przypadku, wartość współczynnika eksploatacyjnego można wyznaczać z niecek niepełnych stosując odpowiednie algorytmy obliczeniowe.

Uwzględniając drugi sposób oraz przyjmując, że na powierzchni wystąpiły maksymalne obniżenia, współczynnik eksploatacyjny wyznaczono z wzoru (4) i zamieszczono w tabeli 3.

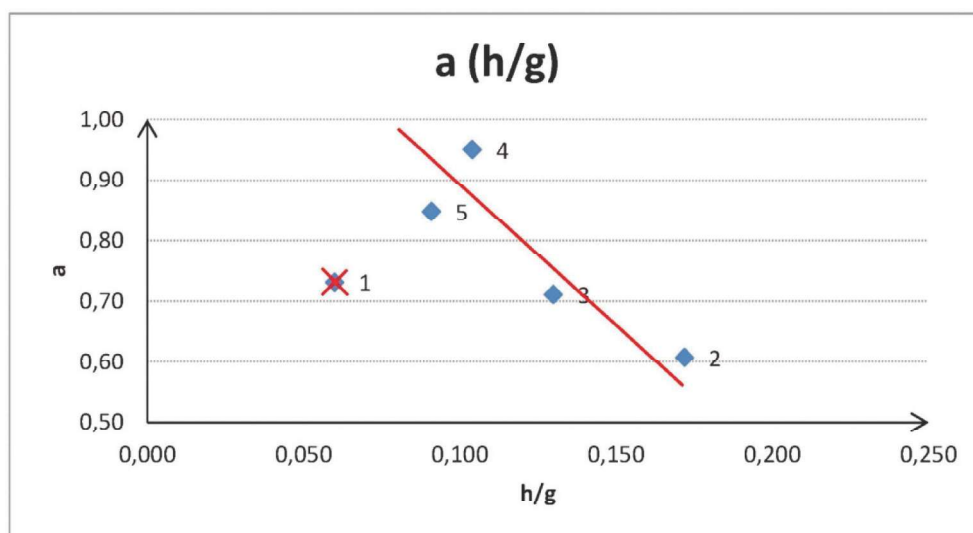
Wykorzystując wyznaczone wartości współczynników eksploatacyjnych, na rys. 6 przedstawiono zależności pomiędzy ich wartościami a stopniem (współczynnikiem) wypełnienia zrobów, którym jest iloraz wysokości warstwy utworzonej z dostarczonej podsadzki (h) podzielonej przez wysokość eksploatacji (g), kolumna 8 w tabeli 3.

Wyznaczona z czterech przypadków średnia wartość współczynnika eksploatacyjnego dla doszczelnianych zrobów wynosi $a=0,78$ przy średniej wartości $h/g=0,124$. Przypadek 1 odrzucono z obliczania średniej (jako odstający od trendu pozostałych), z uwagi na ujawnianie się jeszcze obniżen spowodowanych eksploatacją ściany 139, zakończonej w marcu 2018 r.

Tabela 3. Wyznaczenie zależności współczynnika eksploatacyjnego od stopnia podsadzenia zrobów pyłami na podstawie w_{max}
Table 3. Determination of the dependence of the operating coefficient on the degree of backfilling with dust based on w_{max}

Lp.	Partia	Pokład	Nr ściany	Grubość m	Czas eksploatacji	Rejon na powierzchni	Współczynnik h/g	w_{max} , mm	Współ. ekspl. a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Środkowa cz. S	413/2 413/2 414/2	139 140 143	2,1 2,1 2,1	07.2016-03.2018 01.2014-03.2015 11.2015-10.2016	Lina 1 Maja pkt 1285-1287	0,060	1535	0,731
2	Środkowa cz. N	413/2 413/2 413/2 416 418	131 132 133 174a 184	2,0 2,1 2,1 2,1 2,7	12.2007-01.2009 03.2015-03.2016 04.2009-07.2010 08.2007-08.2008 12.2010-08.2011	Lina 1 Maja pkt 1252-1254	0,172	2548	0,607
3	Środkowa cz. N	413/2 416 416	131 173a 174a	2,0 2,1 2,1	12.2007-01.2009 01.2006-10.2006 08.2007-08.2008	Lina 1 Maja pkt 1250-1253	0,130	2239	0,711
4	Środkowa cz. S	418 418	182 183	2,7 2,7	10.2005-03.2007 05.2007-11.2008	Lina 1 Maja pkt 1270-1273	0,104	2560	0,950
5	Zachodnia	413/2 416 416	138 177 176	2,1 2,7 2,7	02.2013-04.2014 07.2011-02.2013 01.2015-01.2016	Rozeta pomiarowa R1-R4	0,091	2289	0,848
średnio							0,124 ¹		0,779 ¹

¹ – średnia obliczona dla przypadków 2, 3, 4 i 5



Rys. 6. Zależności empiryczne pomiędzy współczynnikiem eksploatacyjnym a stopniem wypełnienia zrobów zawałowych podsadzką

Fig. 6. Empirical dependencies between the exploitation rate and the degree of filling of infarct goafs caulking

Z rys. 6 wynika, że zwiększanie wysokości, a dokładanie stopnia wypełnienia zrobów zawałowych, może wpłynąć na zmniejszenie wartości współczynnika eksploatacyjnego, nawet o 0,3. Przy wypełnieniu przestrzeni wyeksploatowanej w około 20% wartość współczynnika eksploatacyjnego wynosi 0,6 (co jest bardzo optymistyczne), a przy wypełnieniu przestrzeni eksploatacyjnej około 10% – współczynnik eksploatacyjny wynosi 0,85 (co jest realne).

Przyjmując, że dla eksploatacji wielokrotnej bez doszczelniania zrobów, dla której współczynnik eksploatacyjny wynosi około 0,85 (Kwiatek red. 1998), uzyskana dla eksploatacji wielokrotnej z zawałem stropu i doszczelnianiem zrobów średnia wartość współczynnika eksploatacyjnego wyniosła 0,78, czyli jest mniejsza o 0,07.

W komentarzu do wyznaczonych wartości współczynników eksploatacyjnych, jak i doświadczeń z kształtowania się deformacji powierzchni, zauważa się, że objętość pustek

w rumowisku zawałowym jest zmienna i zależy od właściwości skał oraz od stopnia sprasowania gruzowiska, czyli odległości od czoła ściany eksploatacyjnej. Wielkość ta w przybliżeniu powinna być mniejsza od $(1-a)$, co potwierdzają wyniki badań.

Wyznaczone wartości parametrów teorii posłużą do obliczenia teoretycznych obniżek powierzchni, które będą podstawą do kalibracji numerycznego modelu górotworu, aby w kolejnym etapie symulować wpływ zwiększania doszczelniania zrobów na deformacje powierzchni.

6. Wnioski

Zwiększanie wysokości warstwy podsadzkowej, a dokładniej stopnia wypełnienia zrobów zawałowych, może wpłynąć na zmniejszenie wartości współczynnika eksploatacyjnego.

Uzyskana dla eksploatacji wielokrotnej z zawalem stropu i doszczelnianiem zrobów średnia wartość współczynnika eksploatacyjnego wyniosła 0,78, czyli jest mniejsza o 0,07 od wartości $a=0,85$ przyjmowanej dla eksploatacji wielokrotnej z zawalem stropu bez doszczelniania zrobów.

Jest to pierwszy etap badań, które będą kontynuowane. Wartości współczynników eksploatacyjnych będą wyznaczone z obniżeń większej liczby punktów na linii pomiarowej oraz metodami numerycznymi, na drodze symulacji stopnia wypełnienia zrobów podsadzką i obliczenia obniżeń powierzchni.

Literatura

- KNOTHE S. 1984 - Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej. Wydawnictwo Śląsk. Katowice.
- KOCHMAŃSKI T. 1956 - Obliczanie ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. PWN, Warszawa.
- KOWALSKI A. 2015 - Deformacje powierzchni w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa. Katowice.
- KWIATEK J. (red.) 1998 - Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa. Katowice.
- LISOWSKI A. 1997 - Podsadzka hydrauliczna w polskim górnictwie. Wydawnictwo Śląsk. Katowice.

- MAZURKIEWICZ M. 1990 - Technologiczne i środowiskowe aspekty stosowania stałych odpadów przemysłowych do wypełniania pustek w kopalniach podziemnych. Zeszyty Naukowe AGH. Górnictwa nr 152.
- MAZURKIEWICZ M., POPIOŁEK E., NIEDOJADŁO Z., SOPATA P., STOCH T. 2015 - Some Aspects of Using Goafs for Locating Post-Flotation Waste in LGOM Mines. Archives of Mining Sciences. Volume 60. Issue 4, s. 941-954.
- PIOTROWSKI Z., MAZURKIEWICZ M. 2006 - Chłonność doszczelnianych zrobów zawalowych. „Górnictwo i Geoinżynieria” z. 3, s. 37-45.
- PLEWA F., MYSŁEK Z., I STROZIK G. 2008 - Zastosowanie odpadów energetycznych do zestalania rumowiska skalnego. „Polityka Energetyczna” t. XI. z. 1, s. 351-360.
- STROZIK G. 2015 - Wypełnianie pustek podziemnych w górotworze naruszonym eksploatacją górnictw. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice.
- ZYCH J., ŻYLIŃSKI R., STRZAŁKOWSKI P. 1993 - Wpływ doszczelniania zrobów zawalowych na wielkość deformacji powierzchni. Materiały Konferencji naukowo-technicznej II Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. GIG, PAN Oddz. Katowice, Polski Komitet Międzynarodowego Stowarzyszenia Miernictwa Górniczego (ISM), SITG. Ustroń – Jaszowiec, s. 307-311.

Artykuł wpłynął do redakcji – październik 2018
Artykuł akceptowano do druku 17.01.2019



THIELE

Fabryka Łańcuchów Przenośnikowych
i Technicznych Kuźnia Matrycowa

- Łańcuchy ogniowe górnicze i ogniwa złączne
- Łańcuchy zawiesiowe i uchwyty transportowe
- Łańcuchy ogniowe nawęglane, kute i płytkowe



THIELE GmbH & Co. KG
Tel.: +49 2371-947 0

Werkstr. 3
Fax: +49 2371-947 295

58640 Iserlohn
info@thiele.de

Germany
www.thiele.de