

Tadeusz Majcherczyk, Antoni Jakubów***

ZAGROŻENIA GAZODYNAMICZNE W KOPALNIACH JASTRZĘBSKIEJ SPÓŁKI WĘGLOWEJ SA

1. Wprowadzenie

Pracy górniczej pod ziemią towarzyszą określone zagrożenia załóg górniczych, wzrastające w miarę eksploatacji na coraz większych głębokościach. Umownie podzielić je można na naturalne i technologiczne. Pośród zagrożeń naturalnych towarzyszących eksploatacji podziemnej najbardziej skomplikowane, a więc i najtrudniejsze w opisie są zagrożenia związane z występowaniem zjawisk o charakterze dynamicznym.

W zjawiskach gazodynamicznych występuje szybkie pęknięcie i kruszenie gazonośnej calizny węglowej lub skalnej, któremu towarzyszyć może wyrzut, wypchnięcie lub obwał węgla względnie skały do wyrobiska i zwiększone w stosunku do zwyczajnego wydzielanie gazu. Spośród wszystkich rodzajów zjawisk gazodynamicznych największe zagrożenie stwarzają wyrzuty gazów i skał.

W obowiązujących znowelizowanych przepisach [10] zamieszczone zostały definicje pojęć dotyczące poszczególnych zagrożeń naturalnych. Według powyższych definicji przez „zjawisko wyrzutów gazów i skał rozumie się dynamiczne przemieszczenie rozkruszonych skał lub węgla z calizny do wyrobisk przez energię gazów wydzielonych z górotworu w wyniku działania czynników geologiczno-górnicych, które mogą spowodować efekty akustyczne, podmuch powietrza, uszkodzenie obudowy i urządzeń, powstanie kawerny powyrzutowej, zaburzenie w przewietrzaniu wyrobisk, powstanie wybuchowego nagromadzenia metanu lub atmosfery niezdanej do oddychania”, natomiast „objawami wskazującymi na zwiększenie zagrożenia wyrzutami gazów i skał są:

- zwiększone ilości zwiercin, wydmuchy zwiercin i gazów, zakleszczanie lub wypychanie wiertła w czasie wiercenia otworów,
- odpryskiwanie węgla z ociosów i czoła przodku oraz trzaski w głębi calizny,

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** Jastrzębska Spółka Węgłowa SA w Jastrzębiu Zdroju

- zwiększone wydzielanie gazów po robotach strzałowych,
- zwiększenie ilości urobku i jego rozrzucenie na większą odległość od przodka przy tej samej technologii wykonywania robót strzałowych,
- zmniejszenie zwięzłości i zmiany struktury węgla w czasie prowadzenia wyrobiska.

Zjawiska gazodynamiczne stanowią w podziemnych kopalniach węgla jedno z najbardziej niebezpiecznych zagrożeń dla życia i zdrowia górników od wielu lat.

Pojęcie zagrożenia wyrzutowego związane jest z dwoma czynnikami. Pierwszym z tych czynników jest działanie mas powyrzutowych bezpośrednio na ludzi, urządzenia i obudowę wyrobisk górniczych; czynnik ten ma zasięg ograniczony najczęściej do kilkudziesięciu metrów. Drugim czynnikiem jest gaz, uwalniany podczas wyrzutu w krótkim czasie i w ogromnych ilościach, który tworzy w wyrobiskach podziemnych atmosferę niezdarną do oddychania i zakłóca układ wentylacyjny kopalni. W przypadku metanu tworzyć on może, w zależności od stężenia, mieszaninę wybuchową lub palną. Zagrożenie gazowe objąć może swym zasięgiem wszystkie wyrobiska podziemne kopalni, a czasami również ludzi znajdujących się w okolicy szybów wentylacyjnych czy nawet na powierzchni zakładów górniczych.

Warunkiem bezpiecznej pracy w kopalniach zagrożonych wyrzutami gazów i skał jest dostateczne rozpoznanie tego zagrożenia, jego przyczyn i mechanizmu powstawania. Od pracowników zatrudnionych w kopalniach zagrożonych wyrzutami metanu i skał wymaga się przede wszystkim umiejętności szybkiego rozeznania wszelkich objawów poprzedzających powstanie wyrzutu, a także znajomości zasad bezpiecznego prowadzenia robót w kopalniach zagrożonych wyrzutami metanu i skał.

2. Występowanie metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej

Zawartość metanu w pokładach węgla, czyli tzw. metanonośność pokładów Górnośląskiego Zagłębia Węglowego jest bardzo zróżnicowana. W północnej i środkowej części Zagłębia na niektórych obszarach metan w ogóle nie występuje lub występuje w nieznacznych ilościach, natomiast w południowej części Zagłębia występują obszary o bardzo silnej metanonośności [2]. W części południowo-wschodniej do złóż silnie metanonośnych należą złoża Kopalń: „Brzeszcze” i „Silesia”, natomiast w części południowo-zachodniej silnie metanonośnymi są złoża kopalń należących do Jastrzębskiej i byłej Rybnickiej Spółki Węglowej.

W kopalniach JSW SA, ze względu na zaleganie w nadkładzie słabo przepuszczalnych ilastych osadów miocenu, bezpośrednio w stropie karbonu występuje 150÷200 m strefa wysokiej metanonośności pokładów, przekraczającej niejednokrotnie $10 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}_{\text{csw}}$. Obszary zwiększonej metanonośności pokładów oraz silnego nasycenia metanem wolnym występują również w pobliżu stref uskokowych, które stanowiły drogi migracji metanu z głębszych partii złoża kończące się na kontakcie z nieprzepuszczalnym nadkładem.

W Kopalniach „Jastrzębie” i „Moszczenica”, budowanych w pierwszej kolejności, już w trakcie drążenia pierwszych wyrobisk udostępniających w strefie podnadkładowej na-

stępowały intensywne wypływy metanu wolnego, dochodzące do kilkudziesięciu metrów sześciennych na minutę. Uruchomienie eksploatacji spowodowało dalsze zwiększenie wydzielania metanu. Odmienna dynamika metanowości wystąpiła w kolejno budowanych, na większej głębokości, kopalniach. Dopływy metanu w fazie robót udostępniających były stosunkowo niewielkie. Dopiero rozpoczęcie robót eksploatacyjnych spowodowało wzrost wydzielania się metanu.

Występowanie gazu sorbowanego związane jest głównie z pokładami węgla, natomiast występowanie metanu wolnego związane jest ze strukturami geologicznymi umożliwiającymi gromadzenie się tego gazu. Obie formy występowania są ściśle ze sobą związane. Przyjmuje się, że na skutek odprężenia pokładów węgla w trakcie eksploatacji górniczej występuje wydzielanie się metanu sorbowanego i przejście w formę metanu wolnego do strefy spękań. Metanowość bezwzględna kopalń JSW SA w 2006 roku wynosiła 632,54 m³/min, z tego poprzez odmetanowanie ujmowano 239,98 m³/min. Metanowość względna w tym okresie wynosiła 17,16 m³/Mg wydobywania. Charakterystykę metanowości względnej i bezwzględnej w poszczególnych kopalniach JSW SA przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1
Metanowość kopalń JSW SA w 2006 r.

Kopalnia	Metanowość względna m ³ /Mg	Metanowość bezwzględna m ³ /min			Efektywność odmetanowania %
		wentylacja	odmetanowanie	razem	
„Borynia”	14,00	62,35	21,90	84,24	25,60
„Jas-Mos”	6,23	22,20	21,40	43,60	45,18
„Krupiński”	30,67	66,42	66,08	132,50	49,87
„Pniówek”	34,90	155,60	88,80	244,40	36,30
„Zofiówka”	26,95	86,00	41,80	127,80	32,63
JSW SA	17,16	392,57	239,98	632,54	37,94

Sumaryczne ujęcie metanu poprzez odmetanowanie w 2006 r. w kopalniach JSW SA wyniosło 127,5 mln m³, z tego wykorzystano 87,5 mln m³ CH₄, tj. 68,6%.

Z przedstawionych powyżej informacji wynika, że pokłady węgla eksploatowane w południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, a w szczególności w Rybnickim Okręgu Węglowym, są przeważnie pokładami silnie gazonośnymi. Istnieją więc przesłanki do przypuszczeń, że w określonych warunkach mogą w nich występować zjawiska gazodynamiczne. Przypuszczenia te są wzmacniane faktem występowania tych zjawisk, w tym również nagłych wyrzutów węgla i gazu w niektórych kopalniach Ostrawsko-Karwińskiego Rejonu (OKR) [7].

3. Zjawiska gazodynamiczne zaistniałe w JSW SA

Zjawiska gazodynamiczne występowały przez cały okres istnienia kopalń ROW, jednakże ze względu na ich wielkość nie były one w większości przypadków udokumentowane. Udokumentowane zjawiska gazodynamiczne, mające pewne cechy wyrzutu, wystąpiły jedynie w kopalni „Zofiówka”. W kopalni „Pniówek” do czasu zaistnienia w dniu 23.08.2002 r. wyrzutu metanu i skał udokumentowane były zjawiska gazodynamiczne, mające cechy nagłych wypływów metanu.

Jak dotąd w kopalniach Rybnickiego Okręgu Węglowego występowały zjawiska o małej skali, gdzie ilość wydzielonego gazu oraz wyrzuconego węgla była mała, w praktyce kopalnianej czasami nawet mało odczuwalna (tab. 2).

TABELA 2

Zjawiska gazodynamiczne zaistniałe w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Kopalnia	Wyrobisko chodnikowe	Pokład	Ilość mas powyrzutowych Mg	Ilość wydzielonego metanu m ³	Data wystąpienia zjawiska
„Zofiówka”	F – 13	363	4	411	19.05.1979
	F – 5	360/1	15	2170	10.08.1979
	H – 5	403/1	95	5000	12.06.1985
„Brzeszcze”	chodn. 363	364	10	300	20.05.1986
„Zofiówka” (dawniej „Manifest Lipcowy”)	H – 1a	403/1	–	450	12.03.1984
	H – 3	404/3	–	250	30.05.1984
	H – 1a	403/1	–	890	13.10.1984
„Pniówek” (dawniej “XXX-lecia PRL”)	S – 4	363	–	19 700	03.01.1987
„Pniówek”	Luneta rurowa	404/4+ 405/1	250	51 448	23.08.2002
„Zofiówka”	chodn. transp. D-6	409/4	350	10 200	22.11.2005

Jak wynika z zestawienia objawów gazodynamicznych, sporządzonego w 1983 r. przez ówczesne Zrzeszenie Kopalń w Jastrzębiu, pierwszy przejaw takiego zjawiska został zarejestrowany w KWK „Jastrzębie” (obecnie KWK „Jas-Mos”) w 1967 r. [1]. Podczas drażnienia upadowej w pokładzie 505/1 z poziomu ±0,0 m do poziomu –120 m, na poziomie –100 m nastąpiło wypchnięcie bloku węgla z ociosu zachodniego o masie 5÷6 Mg. Jednak brak jest dokładniejszej informacji na ten temat.

Drugie w porządku chronologicznym, ale bez oznaczonej daty, było zdarzenie w ówczesnej KWK „Manifest Lipcowy”, a obecnej KWK „Zofiówka”, które wystąpiło podczas głębieńszyby 6 na poziomie około – 210 m przed otwarciem pokładu 409. Po przebicciu stropu karbonu i zgłębieniu około 10 m stwierdzono wyprzedzającym otworem badawczym zaleganie pokładu w odległości 4 m poniżej dna szybu. Odstrzał zabioru około 2,0 do 2,4 m spowodował wypływ metanu o stężeniu 6% całym przekrojem szybu w ciągu około 2 dni. Po zjeździe na dno szybu stwierdzono wylamanie półki skalnej i przemieszanie całego urobku z węglem zalegającym 4 m poniżej dna szybu sprzed odstrzału.

Inne zjawiska gazodynamiczne występujące w KWK „Zofiówka” to tzw. mocne strzały, wydmuch gazu, minikawerny w postaci leja o średnicy 0,5 m. Miejsca tych zdarzeń to: chodnik H-1a, chodnik H-1b, chodnik H-c, wszystkie w pokładzie 403/1.

Niestety nie podano żadnych informacji o czynnościach wykonywanych w tych przypadkach do chwili przejawu zagrożenia. Umożliwiłoby to ustalenie, na czym polegała prowokacja tych wyrzutów. Te wyrzuty — bo tak należałoby zakwalifikować wyżej wymienione zdarzenia — różnią się od poprzednio opisanych tym, że towarzyszyły im oznaki, wskazujące na proces gwałtownego odprężenia pokładu 403/1.

Na szczególną uwagę zasługują trzy zdarzenia, jakie miały miejsce w KWK „Zofiówka” w następujących terminach: 19.05.1979 r., 10.08.1979 r. oraz 12.06.1985 r. Przedmiotowe zdarzenia określone zostały, zgodnie z wymogami obowiązujących w tym czasie przepisów, jako wypływy metanu z odrzutem węgla i skał, które według obecnie stosowanych kryteriów zostałyby uznane za wyrzuty metanu i skał. Poniżej scharakteryzowano zdarzenie z dnia 12.06.1985 r.

Zgodnie z opisem zdarzenia [1] w chodniku badawczym H-5, wyrzut był następstwem robót strzałowych. Chodnik drażony był w nowej partii wzdłuż strefy bezpieczeństwa dla nadkładu. Oś chodnika była równoległa do uskoku o zrzucie $h = 3$ m. W dniu zdarzenia wyrobisko miało długość 95 m. W stropie zalegały łupki ilaste kruche z laminami węgla, wyżej łupki ilaste zwięzły. W spągu zalegały łupki ilaste drobnowarstwowe, poniżej łupki ilaste zapiaszczone. Na 83 m drażonego wyrobiska stwierdzono strefę uskokuwą ($h = 1,0; 1,6; 0,8; 0,9$ m) o łącznej szerokości 8 m.

Chodnik badawczy H-5 objęty był odmetanowaniem wyprzedzającym. Otwory były wiercone w pokładzie oraz do warstw stropowych. W czasie wiercenia stwierdzono zasypywanie i zaciskanie otworów. Pomiaru wskaźników zagrożenia „wypływem metanu z odrzutem węgla i skał”, tzn. intensywności desorpcji, wychodu zwiercin oraz zwięzłości węgla wykonywano raz na dobę. Pomiaru nie wskazywały na wzrost zagrożenia. Jedynie wartość wskaźnika zwięzłości wynosiła $f_z = 0,26$.

W opinii wykonanej po zaistniałym zdarzeniu stwierdzono, że [1]:

- wyrzut był związany ściśle ze strefą zaburzoną tektonicznie, dlatego występowanie zaburzeń tektonicznych powinno się uważać za strefę zagrożoną, niezależnie od wyników prognozy;
- najbliższy wartości krytycznej był wskaźnik zwięzłości węgla;

- zjawiska gazodynamiczne w większości przypadków występują w wyrobiskach prowadzonych w bliskim sąsiedztwie stropu karbonu z nadkładem;
- prognozowanie zagrożenia w pobliżu zaburzeń tektonicznych wymaga określenia dodatkowych kryteriów.

W latach 1967–1983 objawy zjawisk gazodynamicznych rejestrowano także w KWK „Pniówek”, przy czym były to głównie tzw. mocne strzały oraz wydmuchy węgla i gazu z otworów strzałowych. Według służb wentylacyjnych objawy te towarzyszyły uskokom i innym zaburzeniom geologicznym.

W 1987 r. zarejestrowano w KWK „Pniówek” następujące nagłe wypływy metanu [1]:

- 3.01.1987 r. w pochylni S-4, pokład 363 nastąpiło wzmożone wydzielanie metanu ze stropu pokładu na odcinku 10 m. Maksymalne zarejestrowane stężenie gazu w przodku wyrobiska wynosiło 5%. Zagrożenie metanowe zlikwidowano środkami wentylacyjnymi;
- 4.07.1987 r. w pochylni równoległej S-4 w pokładzie 363 nastąpiło wzmożone wydzielanie metanu po robotach strzałowych. Stężenie metanu w przodku wyniosło powyżej 5%. Wykonane 6.07.1987 r. pomiary wskaźników zagrożenia wyrzutami były następujące: $\Delta P_2 = 0,92$ kPa, $Z_w = 15,5$ dm³/mb, $f_z = 0,28$. W dniu 07.07.1987 r. wykonano ponownie pomiary: $\Delta P_2 = 0,44$ kPa, $Z_w = 10,5$ dm³/mb, $f_z = 0,28$. Jako środki profilaktyczne zalecono urabianie techniką strzałową z kontrolą powrotu załogi do przodka oraz zwiększenie ilości otworów odmetanowania;
- 20.10.1987 r. w pochylni S-5 w pokładzie 363 nastąpiło wzmożone wydzielanie metanu po robotach strzałowych. Stężenie metanu w przodku bezpośrednio po zdarzeniu wynosiło powyżej 5%, a po czterech godzinach 1,6%. Zagrożenie usunięto środkami wentylacyjnymi. Brak danych odnośnie wielkości odrzutu węgla.

Dnia 15.06.1989 r. odnotowano [1] nagły wypływ metanu i mieszaniny wody oraz piasku z otworu wiertniczego o długości 45 m, prowadzonego pod kątem 70° w stropie pokładu 363 z chodnika B-1. Przyczyną wypływu metanu było połączenie otworem strefy wysokich ciśnień gazu i wody z siecią szczelin i mikropęknięć w warstwach stropowych.

3.1. Wyrzut metanu i skał w drążonej lunecie rurowej do szybu II na poziomie 1000 m w KWK „Pniówek” w dniu 23.08.2002 r.

W dniu 23.08.2002 roku, o godz. 12⁰³, w następstwie wykonanych robót strzałowych zaistniał wyrzut metanu i skał, który spowodował koncentrację metanu w przodku do 84%, zarejestrowaną przez czujnik metanometrii automatycznej, zabudowany w czole drążonej lunety rurowej [3]. Niezwłocznie podjęto akcję ratowniczą i przystąpiono do alarmowania zagrożonej załogi. Wszystkich zagrożonych wycofano, w tym ze strefy bezpośredniego zagrożenia pięciu pracowników zatrudnionych w lunecie rurowej.

W następstwie wyrzutu zaistniało bardzo poważne zagrożenie metanowe, powstałe w związku z wydzielaniem się znacznych objętości metanu. Gaz ten mógł w krótkim czasie

wypełnić wyrobiska na drodze odprowadzenia powietrza z rejonu zaistniałego wyrzutu do szybu wentylacyjnego. Wyrzut stworzył więc nie tylko zagrożenie wybuchowe, lecz również powstanie atmosfery beztlenowej.

Akcja ratownicza prowadzona była do dnia 26.08.2002 r., kiedy to Kierownik Ruchu Zakładu Górniczego, uwzględniając brak zagrożenia, podjął decyzję o jej zakończeniu.

Szkic lunety rurowej poziom 1000 m po zaistniałym wyrzucie metanu i skał, sporządzony na podstawie przeprowadzonych w dniu 02.09.2002 r. oględzin miejsca zdarzenia, przedstawiono na rysunku 1. Masy powyrzutowe znajdujące się w lunecie rurowej oszacowano na 250 m³ rozdrobnionego węgla i innych skał. Łącznie w okresie 66 godzin po wyrzucie metanu i skał wydzielilo się 51 448 m³ CH₄. Średnia metanowość bezwzględna w okresie 1 doby wyniosła 24,87 m³/min.

Wyrzut metanu i skał w drażonej lunecie rurowej spowodował wyrzucenie do przedmiotowego wyrobiska znacznych objętości mas powyrzutowych (rozkruszonego węgla oraz otaczających pokład skał), jednak zasięg tego wyrzutu był ograniczony do 73 m, czyli długości wydrążonego wyrobiska.

Analizę zagrożenia metanowego po zaistniałym wyrzucie przeprowadzono w oparciu o pomiary koncentracji metanu rejestrowane na wybranych czujnikach MM pracujących w systemie SMP.

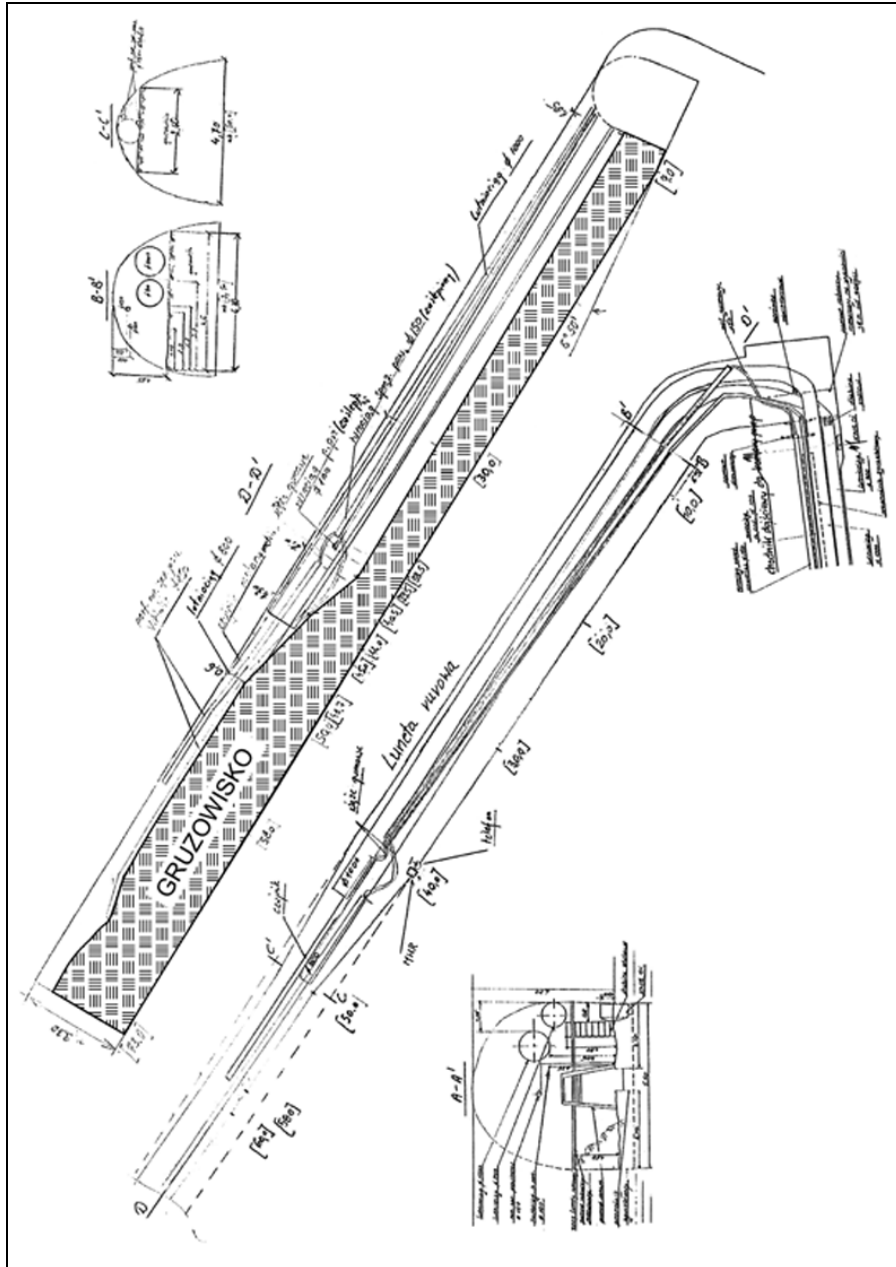
Stężenia metanu na czujniku MM 137, zabudowanym w pobliżu czoła przodka lunety rurowej, od momentu zaistnienia wyrzutu metanu i skał do dnia 28.08.2002 r. przedstawia rysunku 2. Wynika z niego, że utrzymywanie się stężenia metanu powyżej 50% miało miejsce w okresie pierwszej doby po wyrzucie, po czym następował powolny spadek do 10% CH₄ w dniu 28.08.2002 r. Wskazania metanomierza MM137 obniżały się sukcesywnie, wskazując na zanikającą desorpcję metanu z powyrzutowej masy węglowej w lunecie rurowej.

Za najbardziej reprezentatywne dla opisu skali zagrożenia metanowego uznano stężenia metanu w upadowej wentylacyjnej do poziomu 1000 m, rejestrowane przez metanomierz MM 134, który znajdował się w odległości około 980 m od miejsca wyrzutu. Koncentracja metanu powyżej 30% na tym czujniku utrzymywała się około 11 minut, a metanowość bezwzględna w tym okresie była wyższa od 340 m³/min.

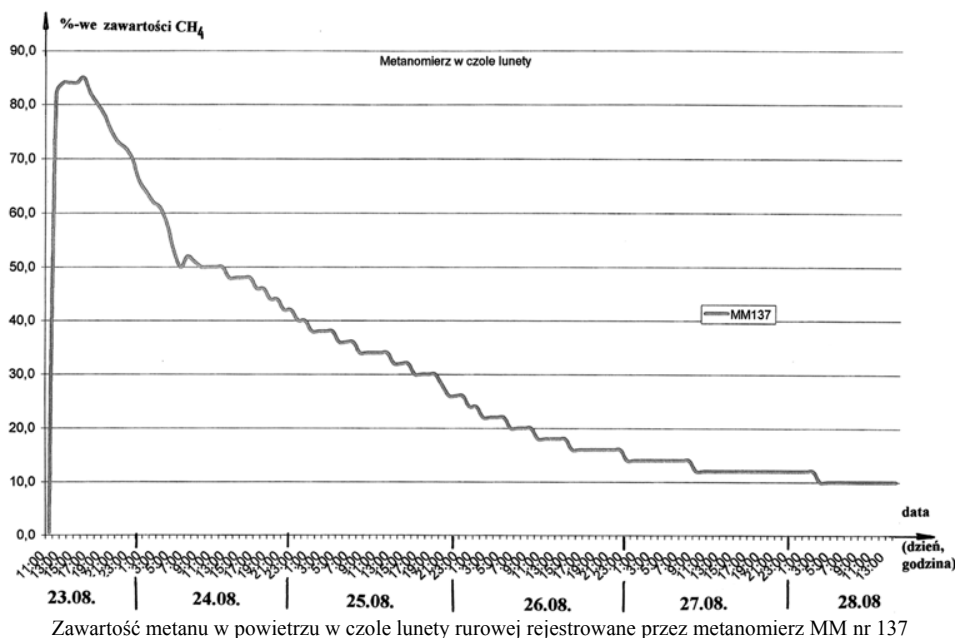
Ekstremalna wartość metanowości bezwzględnej w powietrzu płynącym w upadowej wentylacyjnej do poziomu 1000 metrów wynosiła 620 m³ CH₄/min przez 20 sekund. Przy 30% zawartości metanu w powietrzu wentylacyjnym zawartość tlenu kształtowała się na poziomie około 14%.

W pozostałych wyrobiskach na poziomie 1000 m oraz na drodze odprowadzenia powietrza zawartość tlenu w powietrzu kopalnianym kształtowała się na poziomie 16÷17%, natomiast w kolejnych wyrobiskach na drodze odprowadzenia powietrza z poziomu 1000 m koncentracja metanu w powietrzu chwilowo kształtowała się od zawartości ponadwybuchowych do wybuchowych oraz w przedziale 5÷2%.

Warto zaznaczyć, że na metanomierzu, oddalonym o 2900 metrów od miejsca wyrzutu, stężenie CH₄ powyżej dopuszczalnej wartości 1,5% utrzymywało się przez okres około 5,5 godziny.



Rys. 1. Szkic lunety rurowej na poziomie 1000 m po zaisnialym wyrzucie metanu i skal, sporządzony na podstawie przeprowadzonych w dniu 02.09.2002 r. oględzin miejsca zdarzenia



Rys. 2. Stężenia metanu na czujniku MM 137, zabudowanym w pobliżu czoła przodka lunety rurowej, od momentu zaistnienia wyrzutu metanu i skał do dnia 28.08.2002 r.

Jako przyczyny zdarzenia zaistniałego w luncie rurowej na poziomie 1000 m KWK „Pniówek” wymieniono:

- niezidentyfikowane zaburzenia geologiczne przed czołem przodka (potwierdzone po wybraniu mas powyrzutowych — uskok wyrzucający o zrzucie $h \sim 0,70$ m) wraz ze strefą spiętrzenia gazowego, której energia potencjalna wzrosła, powodując wyrzut metanu i skał;
- zmniejszoną przepuszczalność gazową w związku z prowadzeniem robót górniczych na głębokości około 1000 m w nieodprężonym filarze ochronnym szybów głównych;
- silnie metanowy charakter złoża w otoczeniu szybów, o czym świadczy wysoka metanowość bezwzględna szybów wdechowych głównych, wynosząca aktualnie $8 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{min}$.

3.2. Wyrzut metanu i skał w chodniku transportowym D-6 pokład 409/4 poziom 900 m KWK „Zofiówka” w dniu 22.11.2005 r.

W dniu 22.11.2005 r. o godzinie 843 w JSW SA KWK „Zofiówka” w chodniku transportowym D-6 w pokładzie 409/4 na poziomie 900 m, podczas urabiania kombajnem nastąpił wyrzut metanu i skał z czoła przodka. W jego wyniku do przestrzeni wyrobiska zostało przemieszczonych około 280 m^3 mas powyrzutowych, które wypełniły strefę przyprzodkową na długości około 35 m.

W chwili wyrzutu metanu i skał w strefie zagrożenia znajdowało się 96 pracowników, przy czym 93 zdołano wycofać, a trzech poniosło śmierć. Do rejonu zagrożenia zostały niezwłocznie skierowane zastępy ratownicze.

Prace w wyrobisku rozpoczęto od wybierania mas powyrzutowych. Przy odsłanianiu kolejnych odrzwi obudowy chodnikowej na bieżąco kontrolowana była opinka i wykładka obudowy. Nie stwierdzono ubytków w opince, a ubytki w wykładce obudowy w bezpośrednim sąsiedztwie przodka uzupełniono przez klejenie. W masach powyrzutowych dominującą frakcją (około 90%) stanowił miał węglowy z pojedynczymi blokami i okruchami węgla o maksymalnych rozmiarach $0,7 \times 0,5 \times 0,4$ m. Pozostałe bloki i okruchy stanowiły łupki ilaste zapiaszczone i łupki piaszczyste o maksymalnych wymiarach $1 \times 0,7 \times 0,3$ m.

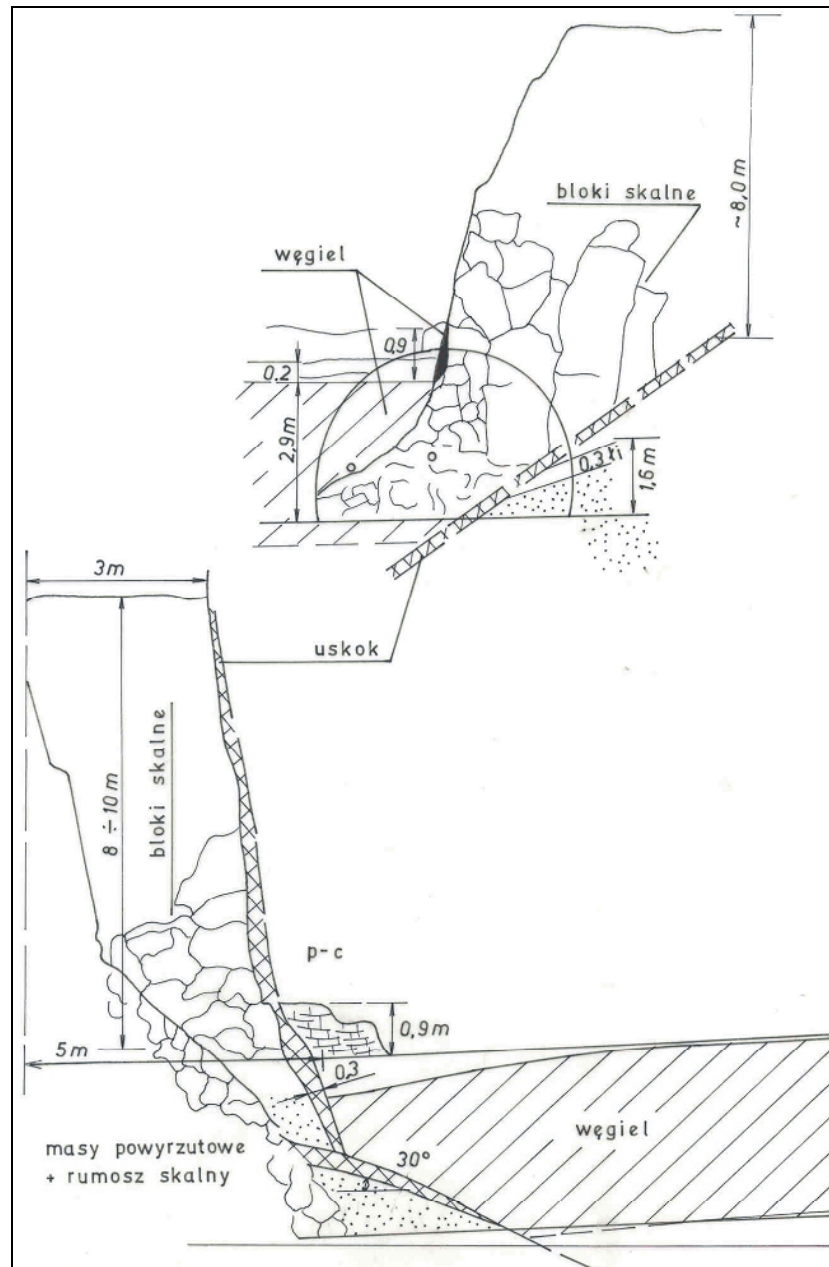
Kawerna powyrzutowa w przodku chodnika transportowego była wypełniona. W miarę prowadzenia wybierania mas powyrzutowych pustka nad stropem wyrobiska, przed jego czołem, powiększała się osiągając wymiary i wysokość około 10 m i głębokość przed czołem przodka około 5 m. Miał węglowy i rumosz skalny, a także duże bloki skalne obsypywały się do przodka, stwarzając zagrożenie dla pracujących w przodku ratowników. W tych warunkach zdecydowano się zakończyć usuwanie mas powyrzutowych i zabezpieczyć czoło przodka.

Na podstawie wizji i wykonanych otworów badawczych stwierdzono, że kawerna powyrzutowa ma kształt owalny, a sumaryczna objętość mas powyrzutowych wynosi 320 m^3 . W przodku chodnika transportowego D-6 znajdowały się 2 zazębiające się ze sobą uskoki o charakterze zawiasowym (rys. 3) wypełnione osadami ilastymi, częściowo tektonicznie zlustrowanymi, trudnoprzepuszczalnymi dla gazu. Szczeliny uskokowe miały szerokość około 30 cm. Płaszczyzna pierwszego z nich posiadała upad $30 \div 40^\circ$ na NW, drugiego około $75 \div 85^\circ$ na NW. Istniejącym zaburzeniom tektonicznym w analizowanym chodniku towarzyszy zmiana kłiważu węgla wyraźnie widoczna w lewym ociosie wyrobiska.

W otoczeniu czoła przodka, w jego prawym (południowym) ociosie stwierdzono występowanie węgla o strukturze granulkowej, zmylonityzowanej [8]. Struktura węgla w tym obszarze charakteryzuje się bardzo gęstą siecią spękań, podczas obserwacji mikroskopowych osiągającą kilkaset pęknięć na milimetr. Węgłe tego typu występowały w rejonie prawego ociosu wyrobiska, nad szczeliną uskokową. Na podstawie oceny makroskopowej oraz analizy badań strukturalnych własności węgla pobranego z kilku miejsc w rejonie wyrzutu, grubość warstwy węgla odmienionego strukturalnie oceniono na co najmniej 50 cm. Dodatkowo, w bezpośrednim kontakcie ze szczeliną uskokową wystąpiła warstwa węgla z domieszką ilowca o bardzo niskich parametrach wytrzymałościowych i strukturze ziemistej.

Podczas wyrzutu metanu i skał, zaistniałego w dniu 22.11.2005 r. w chodniku transportowym D-6 w pokładzie 409/4, w trakcie 27 godzin do wyrobiska dopłynęło $16\,584 \text{ m}^3$ metanu, przy czym w pierwszej godzinie dopłynęło 8053 m^3 metanu wg danych z odczytów czujników. Okres 1 godziny można przyjąć jako okres połowicznego wydzielania się tej ilości metanu w czasie wyrzutu [12].

Określona według instrukcji objętość wydzielonego gazu podczas wyrzutu wynosi $10\,200 \text{ m}^3$ czystego metanu.



Rys. 3. Przekrój przez przodek chodnika D-6 po wyrzucie

Największa intensywność wydzielania metanu (stwierdzona od 90 do 150 sekundy trwania wyrzutu) wynosiła $12 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{s}$ ($720 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{min}$), natomiast największe pomie-

rzony stężenie metanu u wylotu chodnika transportowego D-6 wynosiło 50%, a obliczony wskaźnik odgazowania mieścił się w przedziale od 33 do 47 m³ CH₄/Mg masy powyrzutowej [12].

Według ustaleń przyczyną analizowanego wyrzutu węgla i skał oraz metanu było zbliżenie się czoła przodka do zaburzenia tektonicznego, w sąsiedztwie którego występowała strefa pokładu o odmienionej strukturze, silnym nasyceniu metanem, bardzo niskiej związłości i dużej szczelinowatości.

Do zaistnienia zdarzenia przyczynił się także stan naprężeń wynikający z głębokości prowadzenia robót górniczych, krawędzi eksploatacyjnych pokładów wyżej zalegających i zaburzenia geologicznego.

Po zaistniałym zdarzeniu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA przyjęto dwie metody ochrony przed zagrożeniem wyrzutami gazów i skał takie jak:

- 1) intensyfikacja rozpoznania górotworu wierceniami i badaniami stanu zagrożenia wyrzutami metanu i skał przed czołem przodka.
- 2) odsunięcie ludzi od zagrożenia poprzez wprowadzenie stref szczególnego zagrożenia wyrzutami metanu i skał oraz wdrożenie systemów zdalnego sterowania kombajnami chodnikowymi lub ochrony stanowisk pracy przed skutkami ewentualnego wyrzutu metanu i skał.

System zdalnego sterowania kombajnem chodnikowym wdrożono w chodniku podścianowym D-6 pokład 409/4 KWK „Zofiówka” w czerwcu tego roku. Ponadto w oparciu o stosowny program opracowany przez Kopalnię Doświadczalną „Barbara” prowadzone są szkolenia dla osób zatrudnionych w rejonach, w których występuje zagrożenie wyrzutami metanu i skał.

4. Podsumowanie

Przykłady wyrzutów metanu i skał zaistniałych w Kopalniach „Pniówek” i „Zofiówka” pokazują, że zjawiska te posiadają skomplikowaną naturę, dlatego nie opracowano dotychczas w pełni skutecznych metod prognozy występowania wyrzutów metanu i skał.

Warunkiem bezpiecznej pracy w kopalniach zagrożonych wyrzutami gazów i skał jest dostateczne rozpoznanie tego zagrożenia, jego przyczyn i mechanizmu powstawania. Od ludzi zatrudnionych w kopalniach zagrożonych wyrzutami metanu i skał wymaga się przede wszystkim umiejętności szybkiego rozpoznania wszelkich objawów poprzedzających powstanie wyrzutu, a także znajomości zasad bezpiecznego prowadzenia robót w kopalniach zagrożonych wyrzutami metanu i skał.

Jednym z najważniejszych zadań stojących przed osobami zajmującymi się tematyką wyrzutów gazu i skał jest odpowiedź na pytanie: Jakie warunki muszą być spełnione, aby doszło do inicjacji wyrzutu? Odpowiedź na tak postawione pytanie jest ważna z punktu widzenia praktyków górniczych, istotne są bowiem działania zapobiegające powstawaniu

warunków sprzyjających inicjacji zjawiska. O skali trudności, jakie stwarza badanie wyrzutów metanu i skał, może świadczyć ilość czynników wpływających na inicjację i przebieg zjawiska.

Charakterystyczną cechą wyrzutów w rejonie kopalń jastrzębskich wydaje się być to, że ilość gazu uwolnionego w trakcie ich trwania jest wielokrotnie większa niż wynikałoby to z oszacowania na podstawie gazonośności węgla i objętości mas powyrzutowych, co prowadzi do wniosku, że większość gazu biorącego udział w wyrzucie pochodzi spoza obszaru bezpośrednio objętego zjawiskiem. W przypadku wyrzutu w lunecie rurowej w Kopalni „Pniówek” i w chodniku transportowym D-6 Kopalni „Zofiówka” źródłem nadmiarowej ilości gazu jest niewątpliwie znaczny dopływ metanu ze szczeliny uskokowej.

W procesie transportu mas wyrzutowych dominującą rolę odgrywa gaz desorbowany. Systematycznie wzrastająca powierzchnia kruszonego w trakcie transportu węgla prowadzi do intensyfikacji desorpcji i uwalniania nowych ilości gazu.

Podstawowym problemem w ocenie stanu zagrożenia wyrzutami w kopalniach jastrzębskich jest wczesne wykrywanie zaburzeń geologicznych, a w szczególności uskoków. Problemem górnictwa, nie tylko polskiego, ale i światowego, jest to, że aktualnie nie ma skutecznych metod wczesnego wykrywania nieznacznych zaburzeń geologicznych.

Przedstawione wyżej aspekty badawcze pokazują, jak wiele jeszcze pozostało do zrobienia w kierunku poznania natury nagłych wyrzutów skalno-gazowych. Realizacja tych zadań wymaga wielkiego nakładu pracy zarówno kadry inżynierskiej na kopalniach, jak i pracowników naukowych.

LITERATURA

- [1] *Bodziony J. i in.*: Analiza i ocena stanu zagrożenia wyrzutami metanu i skał oraz stosowanych metod profilaktyki w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. Kraków, IMG PAN 1997 (praca niepublikowana)
- [2] *Borowy B., Michalik H., Nawrat S., Stobiński J.*: Kształtowanie się zagrożenia metanowego w kopalniach Rybnickiego Okręgu Węglowego. Materiały konferencyjne. Referat na XII Międzynarodowe Kolokwium „Kierunki Zwalczania Zagrożenia Wyrzutami Metanu i Skał w Górnictwie Podziemnym”. Nowa Ruda – Radków, 19–23 sierpnia 1988
- [3] *Jakubów A., Tor A., Tobiczek St.*: Wyrzut metanu i skał w drażonej lunecie rurowej do szybu II na poziomie 1000 m w KWK „Pniówek” — okoliczności, przyczyny i skutki. Kraków, Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Wyd. CPPGSMiE, PAN. Wykłady, 25, 2003
- [4] *Kobiela Z., Krzystolik P., Zawierucha M.*: Strefy wysokiej metanonośności a zagrożenie wyrzutami metanu i skał w pokładach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Materiały konferencyjne. Referat na XII Międzynarodowe Kolokwium „Kierunki Zwalczania Zagrożenia Wyrzutami Metanu i Skał w Górnictwie Podziemnym”. Nowa Ruda – Radków, 19–23 sierpnia 1988
- [5] *Krause E., Chrószcz A.*: Wyrzut metanu i skał w lunecie rurowej poz. 1000 metrów KWK „Pniówek”. Materiały konferencyjne. XXVII Dni Techniki ROP’2002. XIX Seminarium. Zagrożenie wybuchem metanu i pyłu węglowego w kopalniach — teoria i praktyka, 2002
- [6] *Krzystolik P. i in.*: Dokumentacja pracy badawczo-usługowej pt.: „Analiza i ocena stanu zagrożenia wyrzutami metanu i skał oraz stosowanych metod profilaktyki w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA — GIG KD „Barbara” Mikołów 2003 (praca niepublikowana)
- [7] *Majcherczyk T.*: Zagadnienie możliwości występowania zjawisk gazodynamicznych w świetle pomiarów przeprowadzonych w kopalniach. Zeszyty Naukowe AGH, Górnictwo, 157, 1990
- [8] *Majcherczyk T.*: Występowanie zjawiska wyrzutowego a wytrzymałość ośrodka skalnego. XXXII Dni Techniki ROP’2006, Rybnik, NOT SITG 2006
- [9] *Lama R., Bodziony J.*: Outburst of gas, coal and rock in underground coal mines. Ed. Lama & Associates, Wollongong NSW 1996

- [10] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14.06.2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz.U. Nr 94, poz. 841)
- [11] *Schinohl J.*: Wyrzuty metanu i skał w kopalni „Pniówek”. *Wiadomości Górnicze*, 12, 2003
- [12] Sprawozdanie Komisji powołanej dla zbadania przyczyn i okoliczności wyrzutu metanu i skał oraz wypadku zbiorowego, zaistniałego w dniu 22 listopada 2005 r. w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA w Kopalni Węgla Kamiennego „Zofiówka” w Jastrzębiu Zdroju. Katowice, luty 2006 (praca niepublikowana)