

Stanisław LASEK, Grzegorz STACHA, Stanisław TRENCZEK
KHW S.A. KWK „Śląsk” Ruda Śląska

WPLYW ZAGROŻENIA TĄPANIAMI NA WZROST ZAGROŻENIA METANOWEGO NA PRZYKŁADZIE EKSPLOATACJI ŚCIANY 3J W POKŁADZIE 502 W PARTII „J” W KWK „ŚLĄSK”

Streszczenie. W referacie przedstawiono sposób eksploatacji ściany 3J w pokładzie 502 w partii „J”. Omówione zostały warunki górniczo-geologiczne, stan zagrożenia tąpnięciami i metanowego oraz wpływ zagrożenia tąpnięciami na zagrożenie metanowe.

INFLUENCE OF ROCKBURST HAZARD ON INCREASING METHAN HAZARD FOR EXCAVATION OF LONGWALL 3J IN COAL SEAM 502, PART J, SLASK MINE

Summary. In the paper is shown the way of excavation of longwall 3J in coal seam 502, part J. Mining and geological conditions are discussed. Rockburst hazard and its influence on methan hazard is introduced as well.

1. Wstęp

Kopalnia Węgla Kamiennego „Śląsk” prowadzi roboty górnicze w pokładach zaliczonych do najwyższych kategorii, klas i stopni zagrożeń naturalnych [18, 17], przy czym bardzo często występują zagrożenia skojarzone. W czasie wybierania ściany 3J w warstwie przystropowej pokładu 502 partii „J” występował zarówno wysoki stan zagrożenia tąpnięciami, jak i zagrożenia metanowego. Ponadto eksploatacja prowadzona była w warunkach klasy „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego oraz występującego zagrożenia pożarowego i zagrożenia klimatycznego.

Zagrożenia skojarzone oraz związany z tym podwyższony stan niebezpieczeństwa stanowiły zagadnienie, na które zwracano już uwagę od początku lat dziewięćdziesiątych

ubiegłego wieku [4]. Jednakże znacznie częściej rozpatrywano koincydencję zagrożeń tapaniami i metanowego [5, 10, 11, 12, 7, 6], metanowego i wybuchem pyłu węglowego [22, 8, 7] a rzadziej koincydencję zagrożeń tapaniami, metanowych i wybuchu pyłu węglowego [13]. Bardzo rzadko rozpatrywano koincydencję zagrożeń tapaniami, metanowych, pożarowych i wybuchem pyłu węglowego [20, 21], co wynika z ich niezbyt częstego występowania.

2. Warunki górniczo - geologiczne

Pokład 502 w partii „J”, o grubości $6,0 \div 10,8$ m, zaliczony został do IV kategorii zagrożenia metanowego i klasy „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego, a warstwę przystropową tego pokładu zaliczono do III stopnia zagrożenia tapaniami.

Węgiel pokładu 502 jest sklasyfikowany do II grupy skłonności do samozapalenia na podstawie wskaźnika samozapalności $Sz^a = 72 \div 84^\circ\text{C}/\text{min}$ i obliczonej energii aktywacji utleniania węgla $A = 62 \div 75$ kJ/mol. Okres inkubacji wynosi $\tau_{\text{ink}} = 44 \div 59$ dni i świadczy o istniejącym potencjalnie zagrożeniu pożarem endogenicznym mimo sklasyfikowania go do II grupy. Czynnikiem zwiększającym to zagrożenie jest temperatura pierwotna górotworu, która w rejonie tej ściany waha się od $t_{\text{pg}} = 36 \div 38^\circ\text{C}$. Wynika z tego, że nie uwzględniając jakiegokolwiek przyrostu temperatury w zrobach z tytułu utleniania węgla tam pozostawianego (warstwa przyspągowa o grubości ok. $3 \div 5$ m), do temperatury krytycznej $t_{\text{KR}} = 60^\circ\text{C}$ brakuje tylko ok. $24 \div 22^\circ\text{C}$.

Już w czasie robót przygotowawczych związanych z rozcinką ściany 3J notowano zwiększoną aktywność sejsmiczną. W okresie tym wystąpiły 32 wstrząsy o energii rzędu 10^2J , 69 wstrząsów o energii rzędu 10^3J , 10 wstrząsów o energii rzędu 10^4J oraz 2 wstrząsy o energiach rzędu 10^6J , które nie spowodowały skutków w wyrobiskach dołowych. Wysoka aktywność górotworu występowała również w czasie eksploatacji ściany 3J.

Spełnianie przez pokład 502 roli pokładu odprężającego powoduje, że jest on równocześnie pokładem odgazowującym niżej zalegającą wiązkę pokładów siodłowych – 504, 506, 507 i 510. Badania wzajemnego tarcia skał stropowych (łupek piaszczysty, łupek ilasty silnie zapiaszczony przechodzący w łupek piaszczysty i łupek ilasty zapiaszczony warstwowany łupkiem piaszczystym) wykazały [15, 27], że zapalenia metanu są możliwe przy swobodnym spadku skał stropowych już z wysokości 2,5 m. Powoduje to występowanie

zagrożenia wybuchem metanu, które w podobnych warunkach w przeszłości miały miejsce zarówno w polskim, jak i światowym górnictwie [3, 7].

Ściana 3J o długości 200 m, zalegająca na głębokości ok. 900 m, eksploatowana była na wysokość 3 m systemem ścianowym podłużnym z zawałem stropu z przewietrzaniem systemem na U. Wyposażenie ściany stanowi: 130 sekcji obudowy zmechanizowanej typu BeZeteN 15/35 M-Pozk/ZU, kombajn KSW-500/2A2V/2BP i przenośnik ścianowy PSZ 225/750/1500/3x65/200 z rynnościągami o profilu zamkniętym.

Głębokość zalegania i związane z tym ciśnienie górotworu [2], wysoka metanowość rejonu ściany 3J oraz sposób przewietrzania zwiększają poziom zagrożenia [19].

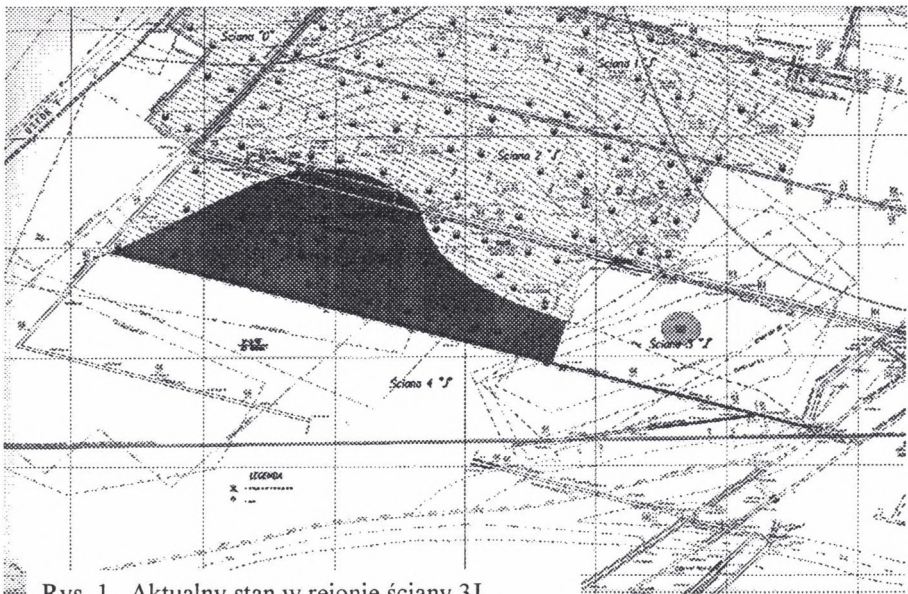
3. Roboty górnicze w rejonie ściany 3J

Projekt eksploatacji ściany 3J sporządzono na podstawie bogatej wiedzy i doświadczeń zdobytych podczas eksploatacji w podobnych, szczególnie trudnych warunkach [6, 16, 21, 22].

Ze względu na zagrożenie pożarem endogenicznym eksploatacja ściany 3J podzielona została na kilka faz. Faza I to rozruch ściany, po którym uzyskano jej prostopadłość i na cesze 72 m wybiegu. Druga faza to normalny bieg ściany, bez zaburzeń uskokowych do ok. 640 m wybiegu. W fazach I i II przez ścianę przepływało powietrze w ilości ok. 1000 m³/min. W fazie III rozpoczęło się stopniowe schodzenie frontem ściany spod stropu – od strony chodnika 3J – w kierunku spągu i zbliżanie się do uskoku o zrzucie ok. 3,5 m i przebiegu o kierunku północno – wschodnim. Faza ta trwała do osiągnięcia uskoku na cesze 650 m, a w czasie jej trwania ograniczono przepływ powietrza do 900 m³/min. W IV fazie eksploatacji następowało przechodzenie ścianą od strony chodnika 3J, przez ten uskok, który uległ rozszczepieniu na dwa mniejsze i na sekcji nr 35 jego zrzut wynosił $h = 1,9$ m, a na sekcji nr 41 - $h = 1,1$ m z tendencją do schodzenia się. Przepływ powietrza w tej fazie ograniczono do 800 m³/min. Przebieg tej fazy przerwało tąpnięcie, zaistniałe w dniu 25.01.2002r., kiedy to ściana uzyskała cechę ok. 714 m wybiegu po chodniku 3J oraz 708 m wybiegu po chodniku 2J wtórnym, a węgiel przypinany był w stropie pomiędzy sekcjami nr 35 a nr 75.

Tąpnięcie to – czwarte w tym pokładzie [9] - spowodowane było wstrząsem o energii $E=3 \times 10^7$ J (według GIG – 9×10^7 J), zlokalizowanym ok. 150m przed frontem ściany 3J, w jej polu wybierkowym. Jego skutki wystąpiły w chodniku 2J wtórnym – na długości ok. 100m

i w ścianie 3J – przy skrzyżowaniu z chodnikiem 2J wtórnym. Bezpośrednio po wstrząsie zmniejszył się przepływ powietrza przez ścianę do $260 \text{ m}^3/\text{min}$ i nastąpił wypływ metanu ze zrobów do ściany i chodnika 2J wtórnego – maksymalne stężenie metanu wynosiło 18%. Zdarzenia te spowodowały zatrzymanie eksploatacji ściany 3J, co z kolei po 19 dniach od tąpnięcia doprowadziło do wzrostu zagrożenia pożarowego w zrobach i do wzrostu zagrożenia wybuchem metanu. Dlatego też rejon ściany został otamowany – po 24 dniach od tąpnięcia – korkami przeciwybuchowymi, a następnie zatopiona została część zrobów ściany 3J, na odcinku pozostawiania węgla w zawale, wraz z chodnikiem 3J (rys. 1).



Rys. 1. Aktualny stan w rejonie ściany 3J

4. Przebieg zmian stanu zagrożeń skojarzonych w trakcie eksploatacji ściany 3J

W zależności od fazy eksploatacji oraz uwarunkowań geologicznych występowały różne okresy aktywności poszczególnych zagrożeń. Zmiany w aktywności sejsmicznej w rejonie ściany 3J, w okresie jej eksploatacji [1] obrazuje tab. 1.

Tabela 1

Aktywność sejsmiczna z rejonu ściany 3J w poszczególnych okresach jej wybierania

Okresy eksploatacji	Ilość wstrząsów o energii – E [J]						Suma wydzielonej energii – E/m postępu ściany x 10 ⁴ J
	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	
Rozruch: od 10.01 do 3.03.2000r	5	49	7	2	-	-	158,18
Eksploatacja od 4.03.2000r. do 25.10.2001r.	149	2541	308	48	8	-	5869,45
Eksploatacja od 26.10 do 14.11.2001r	2	40	3	2	1	-	566,76
Eksploatacja od 15.11.2001r. do 25.01.2002r.	14	251	33	8	4	1	4873,30
OGÓLEM	170	2881	351	60	13	1	11467,69

Zróznicowanie wielkości energii jak i ilości wstrząsów górotworu związane było z położeniem frontu ściany. Wzrost sejsmiczności z rejonu ściany 3J związany jest z powiększaniem się pola zrobów w tym pokładzie oraz zbliżaniem się frontu ściany do uskoku o rzucie ok.3,5 m i do szeregu krawędzi eksploatacyjnych pokładów grupy rudzkiej. Wstrząsy o energiach rzędu od 10⁶J wzwyż wystąpiły wyłącznie z wybiegu ściany 3J – w odległościach od 120 do 230 m od frontu ściany i poza ostatnim o energii 3x10⁷J nie powodowały skutków w wyrobiskach.

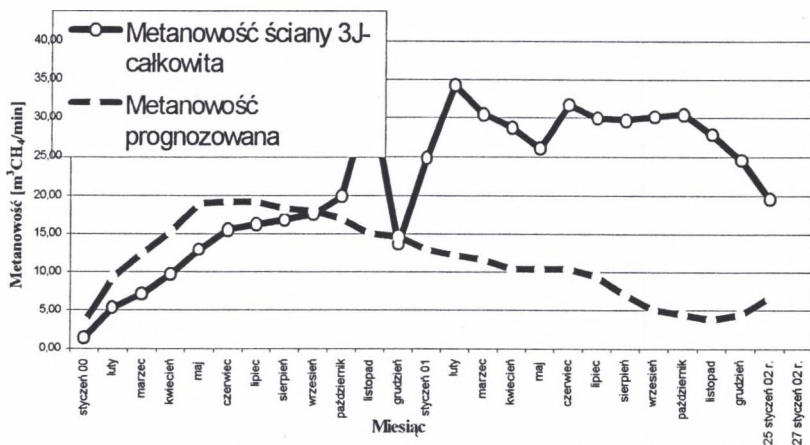
Rejon ściany objęty był odmetanowaniem dostosowanym do prognozowanej, maksymalnej wielkości metanowości bezwzględnej, wynoszącej 20,41 m³CH₄/min. Stosownie do tej prognozy od dnia 01.02.2000r. prowadzono odmetanowanie przy zastosowaniu lokalnej, inżektorowej stacji odmetanowania o nominalnej wydajności 28 m³ gazu/min. Metan ujmowany był otworami metanowymi, wykonanymi w stropie i spągu pokładu oraz ze zrobów ściany 3J poprzez rurociąg pozostawiany w zrobach, w średniej ilości ok. 7,0 m³CH₄/min. Ponadto, od dnia 13.11.2000r. ujmowany był też metan z sąsiednich zrobów ścian 1J i 2J poprzez otwór OTP-2, średnicy 96 mm, wykonany z – leżącej ok. 200 m powyżej – przecinki łączącej z pokładu 413/1 do pokładu 414/1. Wlot do tego otworu znajduje się w zrobach ściany 1J ok. 60 m za linią zawału i ok. 20 m na południe od chodnika podstawowego. Średnia wydajność otworu wynosiła ok. 3,0 m³CH₄/min.

W miarę rozwoju eksploatacji ściany 3J zmieniała się jej metanowość i to w sposób znacznie odbiegający od metonowości prognozowanej. Z wykresu średniej metanowości

ściany 3J (rys. 2) wynika, że do listopada 2000 r. następował wzrost metanowości, następnie znaczny (ok. 50 %) spadek – grudzień 2000 r. - po czym nastąpił ponowny wzrost. Maksymalna metanowość bezwzględna całkowita wyniosła ok. $34 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$ – luty 2001 r. Od października 2001 r. następował spadek metanowości i na dzień 25.01.2002 r. metanowość całkowita wynosiła $19,55 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$.

Tak znaczna rozbieżność pomiędzy metanowością prognozowaną a rzeczywistą spowodowała, że metanowość wentylacyjna była na granicy możliwości przewietrzania ściany 3J.

Wzrost zagrożenia pożarem endogenicznym spodziewany był w fazach III i IV eksploatacji. Zastosowana w tych fazach profilaktyka pożarowa była na tyle skuteczna, że pomimo niewielkiego postępu, wynoszącego średnio 30 m/m-c , wzrost tego zagrożenia był nieznaczny. Natomiast po zatrzymaniu ściany w rejonie uskuoku doszło do wzrostu zagrożenia na tyle niebezpiecznego, że rejon ściany został odizolowany, a następnie częściowo zatopiony.



Rys. 2. Wykres średniej metanowości ściany 3J

W całym okresie eksploatacji niezmienny był poziom zagrożenia wybuchem pyłu węglowego, dla którego prowadzona była typowa profilaktyka: usuwanie pyłu węglowego, opylanie stref zabezpieczających, zapory przeciwybuchowe itp.

Jak już wspomniano, hierarchia ważności wszystkich występujących zagrożeń naturalnych tworzących zagrożenia skojarzone zależała od fazy eksploatacji. Bezsprzecznie w każdej z faz najważniejsze było zagrożenie tąpnięciami. Drugim w kolejności zagrożeniem były: zagrożenie metanowe – w I, II i III fazie eksploatacji oraz zagrożenie pożarem endogenicznym w IV fazie. Odwrotnie kształtowało się trzecie w kolejności zagrożenie: w I,

II i III fazie było nim zagrożenie pożarem endogenicznym a w IV fazie – zagrożenie metanowe. Kolejność pozostałych zagrożeń była niezmienna: jako czwarte – zagrożenie wybuchem pyłu węglowego i jako piąte – zagrożenie klimatyczne, które nie miało bezpośredniego wpływu na potencjalne niebezpieczeństwo i wystąpienie jakiegoś nagłego, tragicznego zdarzenia.

5. Uwarunkowania wpływu wstrząsów

W całym okresie eksploatacji odnotowano kilkanaście przypadków wzrostu stężenia metanu w chodniku odprowadzającym zużyte powietrze ze ściany lub w ścianie po zaistniałym wstrząsie. Jednakże tylko w trzech przypadkach – tabela 2 – doszło do znacznej emisji metanu. Pozostałe przypadki powodowały nieznaczny wzrost stężenia metanu (w miejscach jego rejestrowania), tj. do maksymalnie 0,2 %, a czas jego trwania był nie dłuższy niż 10 minut – średnio 3-4 minuty.

Tabela 2

Emisja metanu spowodowana wstrząsami górotworu

Lp.	Wstrząs			Wzmószona emisja metanu										
	Data	Godz	Ener- gia [J]	Lokali- zacja	Miejsce pomiaru metanu	Przepływ powie- trza w miejscu pomiaru metanu [m ³ /min]	Czas		Wzrost Stężenia CH ₄ [%]			Przyrost ilości CH ₄		
							od÷ do	Σ[']	q ₁ ÷ q _{1max}	Δ q _{max}	Δ q _{śr}	V _{max} [m ³ /min]	V _{śr} [m ³ /min]	Q [m ³]
1	29 01 2000	0 ⁰¹	4·10 ⁷	Zrobiy śc. 0/502J – 120m od linii za- trzymania i 30m od dow. 1	Chodnik 2J wtórny	1000	0 ⁰¹ ÷ 3 ³⁵	214	0,2÷ 0,4	0,2	0,1	2,0	1,0	214,0
2	7 02 2000	23 ³³	9·10 ⁵	Wybieg śc.3J – 250m, 80m od chodnika 3J	Chodnik 2J wtórny	1000	23 ³³ ÷ 23 ³⁴	1	0,2÷ 0,6	0,4	-	4,0	-	4,0
3	25 01 2002	15 ²²	3·10 ⁷	Wybieg śc.3J- 150m, środek pola	Chodnik 2J wtórny	800/220	25.01 15 ²² ÷ 27.01 8 ⁴⁰	2478	0,8÷ 18,0	17,2	10,0	37,8	22,0	54516,0

Widać, że znacząca emisja metanu wywołana została przez wstrząsy o energii nie niższej niż $E = 9 \cdot 10^5 \text{J}$, co przy błędzie szacunkowym oceny wielkości energii oznaczać może również energię rzędu 10^6J . Można zatem przyjąć pierwszą hipotezę, że w warunkach pokładu 502 w partii „J” znaczącą emisję metanu może wywołać wstrząs o energii rzędu co najmniej 10^6J . Może, lecz nie musi, bowiem wstrząsów o co najmniej tego rzędu energii było w sumie 14 w czasie robót eksploatacyjnych [1]. Z analizy lokalizacji tych wstrząsów wynika, że odległość ogniska wstrząsu od miejsca wystąpienia wzrostu stężeń metanu, tj. czynnych wyrobisk, wynosiła do ok. 250 m, co można przyjąć jako drugą hipotezę.

Charakterystycznym zjawiskiem dla wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu (poza tąpnięciem z dnia 25.01.2002 r.) jest brak skutków w wyrobiskach dołowych, a także brak wzrostów emisji sejsmoakustycznej po wstrząsie. Świadczy to o niepokładowym ich charakterze. Potwierdzeniem tego jest zgrubna lokalizacja składowej pionowej ich ognisk, która wskazuje na odległość pionową powstania pęknięcia zlokalizowaną powyżej 100m nad stropem pokładu 502J, co można przyjąć jako trzecią hipotezę.

Lokalizacja ogniska wstrząsu i znaczący przyrost ilościowy (objętościowego) czystego metanu w wyrobisku najbliższym danego ogniska wstrząsu (tab. 2) pozwalają przyjąć, że jest wielce prawdopodobne, iż w przypadku wstrząsu o energii rzędu 10^6J i ognisku w caliznie (poza zrobami) dojdzie do emisji znaczących, niebezpiecznych ilości metanu, co jest czwartą hipotezą.

6. Podsumowanie

Analizując kształtowanie się stanu zagrożeń skojarzonych można wyciągnąć następujące wnioski:

- 1) Kompletniej oceny stanu zagrożeń skojarzonych należy dokonywać na etapie prac projektowych oraz bezpośrednio przed rozpoczęciem eksploatacji. Stwarza to możliwość doboru optymalnych metod profilaktyki dostosowanych pod względem wagi do dominujących zagrożeń w zmieniających się warunkach eksploatacji.
- 2) Zastosowanie w rejonie eksploatowanej ściany 3J profilaktyki dostosowanej do występujących zagrożeń skojarzonych, tj. zagrożeń tąpnięciami, metanowych, pożarem endogenicznym i wybuchem pyłu węglowego pozwoliło na bezpieczną eksploatację.

- 3) Na podstawie analizy ilości wstrząsów, ich energii oraz przypadków wzmożonej emisji metanu można postawić następujące tezy:
 - a) *Brak jest bezpośredniego związku pomiędzy wystąpieniem wstrząsu o energii większej niż $E = 10^2 \text{ J}$ a emisją metanu do czynnego, sąsiadującego z ogniskiem wstrząsu, wyrobiska.*
 - b) *Eskalacja zagrożenia metanowego w okresie robót eksploatacyjnych może nastąpić przy wstrząsie o energii rzędu co najmniej 10^6 J , zlokalizowanego w caliźnie, poza zrobami, w odległości od czynnych wyrobisk do ok. 250m lub w przypadku wystąpienia składowej pionowej ogniska wstrząsu poniżej wartości 100m od stropu pokładu 502 partia „J”.*
- 4) Postawione powyżej tezy wynikają z dotychczasowych obserwacji prowadzonych w rejonie pokładu 502 partia „J”, jednakże wymagają potwierdzenia np. poprzez przeanalizowanie danych z innych kopalń prowadzących roboty górnicze w warunkach zagrożeń skojarzonych.

LITERATURA

1. Archiwum sejsmologiczne KWK „Śląsk” (niepublikowane).
2. Biliński A.: Przejawy ciśnienia górotworu w polach eksploatacji ścianowej w pokładach węgla. Politechnika Śląska. Zeszyt Naukowy nr 221, s. Górnictwo, z. 31. Gliwice 1968.
3. Cimr A., Trenczek S.: Zagrożenie wybuchem metanu od iskrzenia rabujących się skał przy eksploatacji zawałowej w warunkach zagrożenia metanowego. Materiały 2. Szkoły Aerologii Górniczej. Wyd. SAG KG PAN, Kraków 2002.
4. Kabiesz J., Konopko W.: Problemy skojarzonych zagrożeń górniczych w polskich kopalniach węgla kamiennego. Bezpieczeństwo i Ochrona Środowiska w Górnictwie Nr 5, 1995.
5. Konopko W., Kabiesz J., Cygankiewicz J.: Wstrząsy i tąpnięcia jako inicjatory zagrożenia metanowego. Przegląd Górniczy Nr 2, 1994.
6. Konopko W. z zespołem: Ustalenie kroku zawału stropu w warunkach ścian 1 i 2 w pokładzie 502 i ocena objętości gazów wyciskanych ze zrobów do wyrobisk ścianowych. GIG Dokumentacja Pracy Badawczo Usługowej, Katowice 1991.
7. Krzysztanek Z., Wasilewski S.: Analiza wypadków i katastrof spowodowanych zagrożeniem metanowym i pożarowym w polskim górnictwie węglowym. Wyd. CE i AG „EMAG”, Katowice 1994.
8. Krzysztolik P., Kobiela Z.: Nowe kierunki badań i rezultaty w tematyce metanowej kopalń węgla kamiennego. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: „Zagrożenie metanowe w górnictwie”. Wyd. GIG Katowice, luty 1994.
9. Książka Tąpnięć KWK „Śląsk” (niepublikowane).
10. Kutkowski J., Badura H.: Wpływ wstrząsów sejsmicznych na zagrożenie metanowe. Przegląd Górniczy Nr 3, 1998.

11. Kutkowski J.: Wpływ rejonizacji, ogniska wstrząsu i jego energii na przyrost stężenia metanu w wyrobiskach prowadzonych w jego sąsiedztwie. *Przegląd Górniczy* Nr 4, 1999.
12. Lasek S., Stacha G., Trenczek S.: Doświadczenia uzyskane w trakcie eksploatacji ściany 3J w pokładzie 502 w partii J w KWK „Śląsk” w zakresie wpływu zagrożenia tapaniami na eskalację zagrożenia metanowego. *Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej nt. Tapania 2002*. Wyd. GIG, Katowice 2002.
13. Matuszewski J.: Kryteria zagrożenia wybuchami metanu i pyłu węglowego w następstwie gwałtownych przemieszczeń górotworu. *Prace GIG, Katowice 1979*.
14. Matuszewski K.: Sposoby zwalczania zagrożenia metanowego w silnie metanowych ścianach przewietrzanych systemem „U”. *Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: „Zagrożenie metanowe w górnictwie”*. Wyd. GIG Katowice 1994.
15. Marzec B. z zespołem: Ocena skłonności skał do iskrzenia zapalającego metan podczas rabowania się skał przy prowadzeniu eksploatacji ściany z zawałem stropu w ścianie 1J pokładu 502, partia „J” w KWK „Śląsk”. *Praca badawcza GIG, Katowice 1991*.
16. Marzec B. z zespołem: Określenie możliwości zmniejszenia ryzyka zapłonu metanu od iskrzenia skał w zrobach przez neutralizację atmosfery azotem. *GIG K.D „Barbara”-Dokumentacja pracy statutowej*. GIG Katowice 2000.
17. 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. Nr 139 poz. 1169*.
18. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych. *Dz.U. Nr 94 poz. 841*.
19. Sułkowski J.: Zagrożenie związane z obecnością metanu w zrobach ścian prowadzonych od pola. *Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: „Zagrożenia metanowe i pożarowe w górnictwie, wykorzystanie metanu z pokładów węgla”*. Wyd. GIG 1996.
20. Trenczek S.: Odmetanowanie jako istotny czynnik zwalczania zagrożeń skojarzonych. *Artykuł zgłoszony na konferencję nt. „Górnictwo zrównoważonego rozwoju 2002” – Pol. Śl. Gliwice, listopad 2002*.
21. Trenczek S.: Wpływ dużych głębokości i trudnych warunków geotermicznych na zagrożenie pożarami endogenicznymi rejonu ścian zawałowych w kopalniach węgla kamiennego. *Materiały III Konferencji nt. „Wybieranie złóż na dużych głębokościach oraz w trudnych warunkach geotermicznych”*. Wyd. CUPRUM, Wrocław 2000.
22. Trzcionka J.: Ocena stopnia niebezpieczeństwa wybuchem mieszanin hybrydowych w silnie metanowych wyrobiskach o dużej koncentracji wydobywania. *Konferencja Naukowo-Techniczna nt. „Zagrożenia metanowe i pożarowe w górnictwie, wykorzystanie metanu z pokładów węgla*. Wyd. GIG, Katowice 1996.

Recenzent: Dr hab. inż. Marian Kolarczyk, prof. Pol. Śl.