ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: GÓRNICTWO z. 254 Nr kol. 1563

Stanisław TRENCZEK
KHW S.A., KWK „Śląsk", Ruda Śląska

ODMETANOWANIE JAKO ISTOTNY CZYNNIK ZWALCZANIA ZAGROŻEŃ SKOJARZONYCH

Streszczenie. Coraz trudniejsze warunki prowadzenia robót górniczych w zakładach wydobywających węgiel kamienny powodują częstsze występowanie zagrożeń skojarzonych. Z przedstawionych wariantów tego zagrożenia wynika, że zagrożenie metanowe występuje w nich bardzo często. Zastosowanie odmetanowania rejonu eksploatowanej ściany pomaga w zwalczaniu zagrożeń skojarzonych. Dokładne rozpoznanie uwarunkowań towarzyszących odmetanowaniu zapewnia zwiększenie jego skuteczności, a przez to poprawia stan bezpieczeństwa.

PROCESS OF METHAN DRAINAGE AS AN ESSENTIAL FACTOR OF ASSOCIATED MAINING HAZARDS CONTROL

Summary. More and more difficult conditions of other companys extracted hard coal give accasion to occurance of associated mining hazards. Described kinds of those hazards showes that the methan hazard occures in them very often. Application of methan drainage in the area of extracted longwall helps to control associated hazards. Precisely recognition of conditions accompaning methan drainage increases its efficiency and improves safety.

Wstęp

Rozwój przemysłu węglowego w Polsce w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku spowodował, że wzrosła ilość kopalń eksploatująca pokłady metanowe. Chcąc zachować bezpieczeństwo pracy załogi [18,20], a jednocześnie uzyskać wysoką koncentrację wydobycia, konieczne jest dokładne rozpoznanie i zwalczanie wszystkich zagrożeń naturalnych [19,8,10,14]. Przy czym szczególnego potraktowania wymagają coraz częściej występujące zagrożenia skojarzone [5].

Ponieważ poszczególne zagrożenia naturalne, tworzące zagrożenia skojarzone, występują już od dawna [2], są one stosunkowo dobrze rozpoznawane, co umożliwia prognozowania ich wielkości [2,6,7,9]. Badania naukowe nad różnymi metodami profilaktyki, a także bogate doświadczenia - z kilkudziesięciu już lat – w zwalczaniu tych zagrożeń spowodowały wzrost ich skuteczności i panowanie nad rozwojem poszczególnych zagrożeń naturalnych, a przez to znaczne ograniczenie liczby katastrof i niebezpiecznych zdarzeń [8,1]. Przyczynił się również do tego znaczny rozwój technicznego wyposażenia służb zwalczających te zagrożenia [11]. Tym niemniej schodzenie z eksploatacją na coraz większe głębokości oraz dążenie do koncentracji wydobycia powodują, że podczas eksploatacji coraz częściej mamy do czynienia z współwystępowaniem tych zagrożeń, czyli z zagrożeniami skojarzonymi [5].

Zagrożenia skojarzone mogą mieć postać prostą lub złożoną, w zależności od warunków - przede wszystkim - geologicznych, ale też i od warunków górniczych. Zagrożenie metanowe jest składowym elementem zdecydowanej większości wariantów zagrożeń skojarzonych. Dlatego też im skuteczniejsze będzie zwalczanie zagrożenia metanowego, tym stan zagrożeń skojarzonych będzie mniejszy [16].

Podział zagrożeń skojarzonych

Różnorodność kombinacji elementów składowych zagrożeń skojarzonych pozwala na wyróżnienie ich prostej i złożonej postaci, przy czym warunkiem uznania współwystępujących zagrożeń naturalnych jako zagrożenia skojarzone jest ich wzajemne oddziaływanie przyczynowo-skutkowe.

Postać prostą stanowią trzy warianty zagrożeń skojarzonych o dwóch elementach składowych:

- zagrożenie metanowe (wybuchem metanu) i zagrożenie wybuchem pyły węglowego,
- zagrożenie tąpaniami i zagrożenie wybuchem pyłu węglowego,
- zagrożenie tąpaniami i zagrożenie pożarem endogenicznym.

W dwóch pierwszych wariantach pierwszy element jest inicjałem wybuchu pyłu węglowego. Podkreślenia wymaga fakt, że największe katastrofy w światowym górnictwie następowały po wybuchach pyłu węglowego zainicjowanego właśnie wybuchem metanu. Tego typu zagrożenia skojarzone występują najczęściej i znane są od bardzo dawna. Znane są też przypadki wybuchu pyłu węglowego spowodowane tąpnięciem. Natomiast w trzecim

wariancie zagrożenie tąpaniami i związana z nim profilaktyka może być powodem pożaru endogenicznego [22,23]. Jednakże skala niebezpieczeństwa tego wariantu jest, w porównaniu do dwóch pierwszych, zdecydowanie niższa.

Nieco rzadsze są zagrożenia skojarzone o postaci złożonej, gdzie mogą współwystępować trzy, a nawet cztery zagrożenia równocześnie.

Trójelementowe zagrożenia skojarzone występować mogą w trzech wariantach:

- zagrożenie pożarem endogenicznym, zagrożenie metanowe (wybuchem metanu) i zagrożenie wybuchem pyłu węglowego,
- zagrożenie tąpaniami, zagrożenie metanowe (wybuchem metanu) i zagrożenie wybuchem pyłu węglowego,
- zagrożenie tąpaniami, zagrożenie pożarem endogenicznym, zagrożenie metanowe (zapalenie metanu).

W powyższych postaciach łańcuch przyczynowo-skutkowy jest dłuższy niż w przypadku prostej postaci zagrożeń skojarzonych. W pierwszym wariancie mogą wystąpić dwa różne układy:

- samozapalenie węgla w zrobach - wybuch metanu (powodujący przepływ płomienia ze zrobów do opływowego prądu powietrza i wytworzenie podmuchu) - wybuch pyłu węglowego, lub
- wybuch metanu w zrobach (powodujący przepływ płomienia ze zrobów do opływowego prądu powietrza i wytworzenie podmuchu) - wybuch pyłu węglowego - zapalenie się węgla w zrobach od palącego się metanu - powtórny wybuch metanu.

Każdy z tych układów jest wystarczająco niebezpieczny, by traktować go z najwyższą uwagą.

W drugim wariancie wzajemne oddziaływanie zagrożeń tworzy układ: - wstrząs lub tąpnięcie - wybuch metanu - wybuch pyłu węglowego. Z uwagi na coraz większą głębokość eksploatacji i powstawanie coraz to nowych krawędzi eksploatacyjnych powyższy układ występować będzie coraz częściej.

Trzeci wariant trójelementowej postaci zagrożeń skojarzonych tworzy łańcuch: - zagrożenie tąpaniami i związana z nim profilaktyka jako przyczyna pożaru endogenicznego w zrobach - pożar endogeniczny jako przyczyna zapalenia metanu w zrobach - palenie metanu w zrobach jako przyczyna rozwoju (szybkiego) pożaru w zrobach. W swych skutkach jest on o wiele mniej groźny od poprzednich przypadków, gdyż jego przebieg jest znacznie wolniejszy.

Bardzo rzadko występującym zagrożeniem skojarzonym jest jego czteroelementowa postać, przy współwystępowaniu następujących zagrożeń:

- zagrożenie tąpaniami,
- zagrożenie pożarem endogenicznym,
- zagrożenie metanowe (wybuchem metanu),
- zagrożenie wybuchem pyłu węglowego.

O ile odrębne zwalczanie każdego z tych zagrożeń ma ustalony zakres skutecznych prac profilaktycznych, o tyle trudne jest pogodzenie tych prac dla zwalczania całości zagrożeń skojarzonych. Dlatego też łańcuch przyczynowo–skutkowy może przyjąć formę rozwiniętą jak i ograniczoną. Rozwiniętą formę stanowią: - zagrożenie tąpaniami i związana z nim profilaktyka jako przyczyna pożaru endogenicznego w zrobach - pożar endogeniczny jako przyczyna wybuchu metanu w zrobach - wybuch metanu w zrobach (powoduje przepływ płomienia i powstanie podmuchu) jako przyczyna wybuchu pyłu węglowego. Forma ograniczona występuje wtedy, gdy w łańcuchu przyczynowo–skutkowym nie bierze udziału jeden z elementów. Należy przy tym podkreślić, że zagrożenie tąpaniami, jako zagrożenie najmniej przewidywalne i groźniejsze w skutkach od zagrożenia pożarowego, ma niewątpliwy priorytet w działaniach profilaktycznych. Trzeba też dodać, że tego typu złożone zagrożenia skojarzone będą, niestety, występować coraz częściej.

W warunkach rzeczywistych w każdej z powyższych postaci zagrożeń skojarzonych może jeszcze występować zagrożenie klimatyczne. Jednakże wpływ tego zagrożenia jest pośredni i to tylko na zagrożenie pożarem endogenicznym. Może bowiem przyspieszać proces samozagrzewania węgla w związku z wysoką temperaturą pierwotną górotworu lub w związku z koniecznością ograniczenia czasu pracy, co skutkuje wolniejszym tempem eksploatacji i wolniejszym przemieszczaniem się w zrobach tzw. strefy gaszenia (o minimalnej zawartości tlenu). Dlatego też zagrożenia klimatycznego nie uwzględnia się w zagrożeniach skojarzonych rozumianych jako łańcuch przyczynowo–skutkowy prowadzący do katastrof lub niebezpiecznych zdarzeń.

W zaproponowanym powyższym podziale zagrożeń skojarzonych daje się zauważyć, że najczęściej współwystępujące w nich zagrożenie wybuchem pyłu węglowego jest ostatnim ogniwem łańcucha przyczynowo–skutkowego i powoduje stan najwyższego niebezpieczeństwa. Niewiele mniej znaczącym zagrożeniem jest zagrożenie metanowe, które w łańcuchu tym może występować albo jako inicjał, albo jako ogniwo pośrednie lub jako ostatnie ogniwo, przez co wówczas jest powodem stanu wysokiego niebezpieczeństwa.

Dlatego też zwalczanie zagrożenia metanowego jest istotnym elementem zmniejszania stanu zagrożeń skojarzonych.

Odmetanowanie środowiska ściany zawałowej

Jednym z najskuteczniejszych sposobów zwalczania zagrożenia metanowego jest zastosowanie odmetanowania. Towarzyszyć temu powinno stosowanie odpowiednich środków [4,17] zapewniających zmniejszenie wypływu metanu do przestrzeni roboczej [3], jak również zapobieganie lub zmniejszenie objawów takich, jak np. wydmuchy, nagłe wyrzuty gazu i węgla itp.

Odmetanowanie można prowadzić według jednej z metod odgazowania górotworu:

- odmetanowanie wyrobisk korytarzowych w górotworze nieodprężonym, jako wstępne,
- odmetanowanie wyprzedzające – prowadzone przed rozpoczęciem eksploatacji węgla w górotworze nieodprężonym, w którym panuje pierwotny, naturalny stan naprężeń,
- odmetanowanie eksploatacyjne – prowadzone równocześnie z eksploatacją pokładów węgla,
- w górotworze, w którym naturalna równowaga złoża została naruszona eksploatacją, a sam proces odmetanowania prowadzi się w skałach o zmieniającym się w czasie stanie naprężeń,
- ujęcie metanu ze zrobów eksploatowanej ściany,
- ujęcie metanu z otamowanych przestrzeni sąsiednich, starych zrobów.

Jednakże najlepsze efekty w przypadku zagrożeń skojarzonych – złożonych – uzyskuje się stosując kompleksowe odmetanowanie środowiska ściany, tj. górotworu i zrobów w rejonie ściany.

Skuteczność odmetanowania górotworu nieodprężonego zależy w pierwszej kolejności od właściwie zaprojektowanych i wykonanych otworów drenażowych, czyli otworów metanowych [15]. Precyzyjne zaprojektowanie otworów oraz określenie innych miejsc ujmowania metanu ze zrobów jest szczególnie ważne w przypadku występowania zagrożeń skojarzonych z udziałem w nich zagrożenia tąpaniami. Bowiem zagrożenie tąpaniami nie pozwala – w czasie prowadzonej eksploatacji – w sposób bezkonfliktowy na dowolne korygowanie lokalizacji otworów metanowych ze względu na występujące strefy szczególnego zagrożenia tąpaniami (ograniczające czasowe i ilościowe przebywanie załogi).

Zagrożenie to powoduje też częściowe zmiany naprężeń górotworu [13,12] – czasami już w trakcie drążenia wyrobiska, a zazwyczaj przed frontem ściany – ze względu na konieczność wykonywania strzelania odprężającego lub odprężającego i torpedującego. Natomiast właściwe wykonanie otworów, a szczególnie jego uszczelnienie w okolicach ujęcia, wpływa na wydajność, a w konsekwencji na efektywność odmetanowania.

Ze względu na to, że miejscem najczęstszego występowania zagrożeń skojarzonych są zroby ścian zawałowych, istotne jest również zwalczanie zagrożenia metanowego występującego w, sąsiadującym z nimi, opływowym prądzie powietrza. Niezależnie od tego, w przypadku występowania w sąsiedztwie innych „zametanowanych" zrobów o skuteczności ujmowania z nich metanu decyduje przede wszystkim szczelność izolacji tych zrobów od pozostałych wyrobisk.

W dalszej kolejności o osiągnięciu wysokiej efektywności odmetanowania decydują odpowiednio zaprojektowane: instalacja odmetanowania – odpowiednia średnica, niwelacja rurociągu, minimalizacja oporów przepływu, rozmieszczenie odwadniaczy – oraz stacja odmetanowania.

Metan odciągany z górotworu lub ze zrobów – z wykorzystaniem do tego celu depresji pomp stacji odmetanowania – może być odprowadzany do prądu powietrza zużytego w wyrobiskach dołowych kopalni lub do szybu wentylacyjnego albo też wyprowadzany na powierzchnię, przy czym może tu być odprowadzany do atmosfery lub wykorzystany do celów gospodarczych. Przy zapewnieniu stałych dostaw dużych ilości metanu warto dążyć do tego, by poprzez zagospodarowanie ujętego metanu zwiększyć efektywność prowadzonej eksploatacji.

Projektowanie odmetanowania w warunkach występującego zagrożenia tąpaniami

Można z całą pewnością stwierdzić, że w wielu kopalniach w Polsce bez odmetanowania niemożliwa byłaby duża koncentracja wydobycia, a niekiedy nawet normalna eksploatacja pokładu. Jednakże innego znaczenia nabiera odmetanowanie jako element zwalczania zagrożeń skojarzonych, gdy jednym z jego elementów jest zagrożenie tąpaniami. Wówczas każdy z elementów projektu odmetanowania musi być oparty na szerszym kompleksie danych bazowych, a sam projekt musi obejmować kompleksowe odmetanowanie.

W praktyce zagrożenia skojarzone o postaci złożonej, z udziałem zagrożeń metanowego i tąpaniami oraz zagrożeń wybuchem pyłu węglowego i pożarem endogenicznym najczęściej występują podczas eksploatacji ścian zawałowych. Dlatego też w dalszej części rozważań pominięte zostanie odmetanowanie wstępne, tj. odmetanowanie w rejonie drążonych wyrobisk korytarzowych, a omówione zostanie ujęcie metanu z górotworu i innych miejsc.

Projekt otworów metanowych - ich ukierunkowanie, długość, średnica, ilość, rozmieszczenie i czas wykonania - musi być oparty na szerokim zakresie danych o rejonie wierceń, które muszą obejmować:

- dokładne rozpoznanie metanonośności w polu ściany planowanej do eksploatacji,
- dokładne rozpoznanie metanonośności pokładów wyżej i niżej zalegających,
- rozpoznanie sorbcyjności skał stropowych i spągowych,
- rozpoznanie rodzaju skał nad i podległych,
- system eksploatacji pokładu – podłużny (metan gromadzi się w zrobach przy chodniku wentylacyjnym) lub poprzeczny (metan jest „wynoszony" ze zrobów stosunkowo proporcjonalnie wzdłuż całej ściany),
- rozpoznanie zrobów w sąsiedztwie planowanej eksploatacji pod względem zbiorników metanu i możliwości jego migracji do tworzonych podczas eksploatacji nowych zrobów,
- rozpoznanie strefy odprężeń za frontem ściany eksploatowanej na zawał,
- rozpoznanie stref wzmożonych naprężeń górotworu w polu eksploatowanej ściany,
- zakres profilaktyki tąpaniowej,
- projekt rozmieszczenia otworów do wykonania strzelań odprężających i torpedujących,
- znajomość planowanych stref szczególnego zagrożenia tąpaniami,
- ocenę przewidywanej wielkości zagrożenia pożarem endogenicznym,
- projekt eksploatacji ściany, a w szczególności sposób przewietrzania i planowany postęp dobowy.

Tak zaprojektowane otwory pozwalają ujmować metan z górotworu i z tej części zrobów eksploatowanej ściany, która znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie linii zawału ściany.

Ponieważ zdecydowanie częściej stosowany jest system ścianowy podłużny [21], zroby w rejonie skrzyżowania takich ścian z chodnikiem nadścianowym (wentylacyjnym) są miejscem szczególnie niebezpiecznym pod względem zagrożeń skojarzonych. Dlatego też niektóre z powyższych elementów są niezwykle ważne dla zmniejszenia tego zagrożenia. Dla przykładu można podać, że właściwe rozpoznanie charakteru skał stropowych pozwala ustalić strefy odprężeń w zawale ściany, przez co można określić ilość otworów stropowych, jaką

trzeba będzie dodatkowo wykonać w celu oddalenia niebezpiecznych stężeń metanu od linii zawału ściany. Podkreślić też należy wagę znajomości miejsc występowania zwiększonej metanonośności pokładu, pojawiającej się zazwyczaj w miejscach anomalii grubości pokładu (np. lokalne ścienienie pokładu, lokalne rozszczepienie pokładu). W pokładach tąpiących miejsca te są często związane z zaburzeniem uskokowym lub występowaniem strefy wzmożonych naprężeń. Rozmieszczenie - stosownie do takich stref - stref szczególnego zagrożenia tąpaniami, które wymuszają ograniczenia technologiczne (ograniczenia w zakresie ilościowego zatrudniania pracowników w wyznaczonych odcinkach wyrobisk), pozwala zaplanować czas, w którym należy wykonać odpowiednią ilość otworów metanowych.

Gdy dysponuje się odpowiednimi danymi, projektowanie otworów metanowych (drenażowych) musi między innymi uwzględniać następujące zasady:

- ilość spągowych i stropowych otworów metanowych w zbiorze (wiązce) musi uwzględniać pokłady nad i podległe oraz ich metanonośność,
- ukierunkowanie i długość otworów spągowych muszą zapewniać:
  - odmetanowania warstw spągowych przed frontem eksploatacyjnym,
  - wyprzedzające odmetanowanie pokładów nadległych,
  - objęcie swym zasięgiem strefy odprężenia w tworzących się zrobach,
- rozmieszczenie poszczególnych zbiorów musi być dostosowane do długości otworów i tworzyć strefę zazębiania,
- należy unikać lokalizowania otworów w strefach występowania silnych naprężeń górotworu a strefy te, ze względu na występującą w nich zwiększoną metanonośność, objąć otworami wierconymi w sąsiedztwie strefy,
- ilość otworów w zbiorze musi uwzględniać dopływ metanu z sąsiednich zrobów, stosownie do rozkładu potencjałów w danym rejonie,
- minimalny dopływ metanu do otworu następuje zazwyczaj w odległości ok. 8 m przed frontem ściany,
- największy dopływ metanu do otworu następuje na odcinku od frontu ściany do ok. 30 m za frontem ściany,
- wydajność otworów zanika w odległości ok. 200 m za frontem ściany,
- wyprzedzanie wierceniami otworów metanowych strefy szczególnego zagrożenia tąpaniami o co najmniej 30 m,
- wyprzedzanie wierceniami otworów metanowych frontu ściany o nie więcej niż 300 m.

Po przeprowadzeniu szczegółowej analizy powyższych uwarunkowań i sporządzeniu projektu otworów metanowych należy przeanalizować termin rozpoczęcia wiercenia otworów. Uzależniony on bowiem jest od:

- ilości otworów metanowych przewidzianych do wykonania,
- przewidywanego czasu wiercenia otworu stropowego i spągowego,
- długości strefy szczególnego zagrożenia tąpaniami w chodnikach przyścianowych,
- przewidywanej profilaktyki tąpaniowej - w przypadku wykonywania strzelań odprężających lub torpedujących z chodnika nadścianowego, strzelania te muszą wyprzedzać otwory metanowe o co najmniej 60 m,
- ilości osób mogących przebywać w strefie szczególnego zagrożenia tąpaniami,
- doświadczeń lub / i prognoz częstotliwości mogących wystąpić wstrząsów górotworu,
- wielkości prognozowanych wstrząsów górotworu.

Jeśli to tylko możliwe, otwory metanowe powinny być odwiercone z wyrobisk korytarzowych wykonanych z kilkuletnim wyprzedzeniem przed planowaną eksploatacją danego rejonu. Z praktyki jednak wiadomo, że - ze względu na poszukiwanie jak najefektywniejszych sposobów eksploatacji - takiego wyprzedzenia czasowego praktycznie się nie stosuje. Zatem dla odmetanowania wyprzedzającego projektować należy większą liczbę otworów metanowych, niż wynika to z przewidywanej gazowości danego otworu. Przez to uzyskuje się taką samą ilość metanu w znacznie krótszym czasie.

Dla właściwego zaprojektowania innych miejsc ujęcia metanu, które należy uwzględnić w kompleksowym odmetanowaniu, niezbędne jest:

- rozpoznanie zbiorników metanu występujących w sąsiedztwie planowanej do eksploatacji ściany,
- aktualny i przewidywany rozkład pola potencjałów aerodynamicznych wokół tych zrobów i środowiska projektowanej do eksploatacji ściany,
- miejsca wystąpienia potencjalnego zagrożenia pożarem endogenicznym w zrobach, w rejonie planowanego ujmowania metanu,
- rozpoznanie możliwości ujęcia metanu ze zrobów poprzez otwory wykonane z nadległych wyrobisk.

Zastosowanie dodatkowego ujmowania metanu zwiększa efektywność odmetanowania, a przez to zmniejsza stan zagrożeń skojarzonych.

Podsumowanie

Zagrożenia skojarzone mogą przyjmować postać:

- prostą (najczęściej spotykaną) – dwuelementową, trójwariantową,
- złożoną:
  - trzyelementową (rzadziej spotykaną) – trójwariantową,
  - czteroelementową (bardzo rzadko spotykaną), jednowariantową.

Zagrożenie metanowe jest nieodłącznym elementem złożonej postaci zagrożeń skojarzonych. Dlatego też zniwelowanie tego zagrożenia poprzez skuteczne odmetanowanie w istotny sposób zmniejsza stan zagrożeń skojarzonych.

W warunkach zagrożeń skojarzonych o skuteczności odmetanowania decyduje szereg uwarunkowań geologicznych i górniczych, które powodują, że nie da się stworzyć jednego, uniwersalnego, kompleksowego projektu odmetanowania.

Każdy projekt kompleksowego odmetanowania musi być wykonany odrębnie, gdyż tylko wtedy jest możliwość uwzględnienia w nim wszystkich współwystępujących zagrożeń naturalnych oraz czynników wpływających na skuteczność odmetanowania, a przez to na zmniejszenie zagrożeń skojarzonych.

LITERATURA

1. Cimr A., Trenczek S.: Zagrożenie wybuchem metanu od iskier rabujących się skał, przy eksploatacji zawałowej w warunkach zagrożenia metanowego. Materiały 2 Szkoły Aerologii Górniczej. Wyd. SAG KG PAN, Kraków 2002.
2. Firganek B., Klebana F.: Zagrożenia naturalne w kopalniach. Sposoby prognozowania, zapobiegania i kontroli. Wyd. „Śląsk", Katowice 1983.
3. Frycz A. Kozłowski B.: Przewietrzanie kopalń metanowych. Wyd. „Śląsk", Katowice 1979.
4. Grębski Z., Kozłowski B.: Odmetanowanie górotworu w kopalniach. Wyd. „Śląsk", Katowice 1982.
5. Kabiesz J., Konopko W.: Problemy skojarzonych zagrożeń górniczych w polskich kopalniach węgla kamiennego. WUG – Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie nr 5, 1995.
6. Kozłowski B.: Prognoza zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego. Wyd. „Śląsk", Katowice 1972.
7. Krause E., Łukowicz K.: Prognoza metanowości bezwzględnej dla ścian o wysokiej koncentracji wydobycia. Materiały Konferencyjne nt. Najnowsze osiągnięcia w zakresie przewietrzania kopalń oraz zwalczania zagrożeń pożarowych, gazowych i klimatycznych. Wyd. GIG, Katowice 1999.

8. Krzystanek Z., Wasilewski S.: Analiza wypadków i katastrof spowodowanych zagrożeniem metanowym i pożarowym w polskim górnictwie węglowym. Wyd. CEiAG EMAG, Katowice 1994.
9. Krzystolik P.: Analiza, ocena i strategia w profilaktyce metanowej kopalń węgla kamiennego. Konferencja Naukowo – Techniczna nt. Zagrożenia metanowe i pożarowe w górnictwie, wykorzystanie metanu z pokładów węgla. Ustroń, październik 1996.
10. Marcela E., Szota J.: Zagrożenia naturalne w podziemnych zakładach górniczych. Przemysł Wydobywczy – Teraźniejszość i Przyszłość. Wyd. AGH, Kraków 1999.
11. Matuszewski K., Trenczek S.: Wybrane środki mineralne i chemiczne wraz z urządzeniami stosowane w profilaktyce pożarowej, metanowej i klimatycznej w kopalniach węgla kamiennego. WUG – Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie nr 12, 1998.
12. Nowak B., Roszkowski J., Szlązak N.: Przybliżona metoda dla określania zasięgu strefy drenażu metanu otworami wiertniczymi. Archiwum Górnictwa t. 43, 1998 z. 2.
13. Nowak B., Roszkowski J., Szlązak N.: Wpływ skokowej zmiany ciśnienia w kopalnianych otworach drenażowych na strumień metanu. Górnictwo, r. 22, z. 1, 1998.
14. Praca zbiorowa pod redakcją J. Dubińskiego: Koncentracja wydobycia a zagrożenia górnicze. Wyd. GIG, Katowice 1999.
15. Roszkowski J., Szlązak N., Nowak B.: Filtracja metanu do otworów drenażowych po skokowej zmianie depresji. Archiwum Górnictwa t. 42, z. 2, 1997.
16. Roszkowski J., Szlązak N., Szlązak J.: Odmetanowanie jako środek zwalczania zagrożeń oraz sposób pozyskiwania paliwa. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej ' 97. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków 1997.
17. Roszkowski J., Szlązak N.: Wybrane problemy odmetanowania kopalń węgla kamiennego. Wyd. AGH, Kraków 1999.
18. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych. Dz.U. nr 139 poz. 1169.
19. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych. Dz.U nr 94 poz. 841.
20. Sobala J., Rosmus P.: System zwiększania bezpieczeństwa pracy w zakładach górniczych. Wyd. GIG, Katowice 1997.
21. Szlązak J.: Przewietrzanie wyrobisk ścianowych w kopalniach węgla kamiennego. Wiadomości Górnicze nr 9, 2001.
22. Szlązak N., Zasadni W.: Wpływ profilaktyki tąpaniowej na stan zagrożenia pożarowego. Materiały 2 Szkoły Aerologii Górniczej. Wyd. SAG KG PAN, Kraków 2002.
23. Trenczek S.: Dostosowanie profilaktyki pożarowej do prowadzonej intensywnej profilaktyki tąpaniowej na przykładzie silnie zagrożonych tąpaniami ścian. Materiały 1 Szkoły Aerologii Górniczej. Wyd. CEiAG EMAG, Katowice 1999.

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