

14

KONCEPCJE REDUKCJI POZIOMU RYZYKA WYSTĄPIENIA ZAPŁONU I WYBUCHU METANU NA PODSTAWIE EKSPERCKIEJ OCENY JEGO CZYNNIKÓW W REJONACH ŚCIANOWYCH KOPALŃ WĘGLA

WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce wyraźnie wzrosła metanowość bezwzględna oraz względna eksploatowanych pokładów. Zagrożenie metanowe stwarza aktualnie największe niebezpieczeństwo w rejonach eksploatacji ścianowej, gdzie metan jest jednym z najczęściej występujących zagrożeń naturalnych [1].

W okresie od 2012 do 2016 w kopalniach węgla kamiennego doszło do 19 zdarzeń z udziałem metanu o różnych przyczynach i skutkach [2]. Z analizy tych zdarzeń wynika, że głównymi przyczynami zapłonu i wybuchu metanu w górnictwie było zaiskrzenie mechaniczne od kombajnu, zaistnienie pożaru endogenicznego, urządzenia elektryczne, praca przenośników oraz otwarty płomień.

Większość analizowanych przyczyn wypadkowych stanowią jawne i bezpośrednio obserwowane inicjały możliwego zapłonu metanu. Ograniczenie ryzyka ich skutków jest skutecznie wykonywane np. w przypadku iskier mechanicznych przez zraszanie prowadzone z organu urabiającego kombajnu ścianowego. Warunkiem skutecznej prewencji jest szybkie i bezpośrednie monitorowanie bieżącej sytuacji oraz aktywne reagowanie.

Z przeprowadzonych w latach 2013-2016 badań obejmujących ocenę jakości ryzyka zapłonu i wybuchu metanu w 19 rejonach ścianowych 7 kopalń [3], oraz z badań pilotażowych prowadzonych przez Główny Instytut Górnictwa (GIG) w roku 2014 [4] wynika, że tylko w 3 rejonach ścianowych ryzyko metanowe zaklasyfikowane zostało do stanów ryzyka dużego nietolerowalnego, a pozostałe rejony do stanów ryzyka średniego i małego. Ogólnie można wnioskować, że zarządzanie ryzykiem w większości badanych kopalń metanowych było realizowane właściwie i konsekwentnie [3].

Analiza rozkładu metanonośności w otoczeniu czynnych i projektowanych rejonów ścianowych kopalń JSW S.A. wskazuje na znaczny jej wzrost [1]. Ma to również miejsce w obszarze górniczym kopalni „Knurów-Szczygłowice”, zwłaszcza na zachód od zaburzenia orłowskiego. Wynika z tego, że znajomość rozkładu metanonośności rejonów przyszłej eksploatacji ścianowej kopalni, jak również w pokładach podebranych i nadebranych tej kopalni, jak i innych kopalń metanowych wspomagana prognozami opartymi na zaproponowanych algorytmach grupowego sondażu opinii ekspertów, może w istotny sposób przyczynić się do dokładniejszej oceny skutecznego obniżenia ryzyka metanowego [1, 3, 4, 5].

W niniejszej publikacji Autorzy przyjęli założenie, że przyszłość wydobywania polskiego węgla najmocniej związana jest z węglem koksującym, między innymi ze względu na dominujące i strategiczne jego znaczenie w produkcji żelaza, stali i jej komponentów. Wnioskować można, że zapotrzebowanie na węgiel koksujący ma szansę wzrosnąć. Eksploatacja powinna być tak prowadzona, aby wydobywanie nie powodowało strat ekonomicznych i było prowadzone przy minimalizacji ryzyka strat ludzkich. W JSW S.A. są na to duże szanse i możliwości ponieważ wiodącą rolę pełni tutaj ogromne zaangażowanie kadry inżyniersko-technicznej kopalń metanowych, jej wiedza, innowacyjność oraz doświadczenie w stosowaniu od wielu lat coraz nowocześniejszych metod przewidywania oraz stosowania aktywnej profilaktyki i prewencji metanowej. Nie jest to łatwe, między innymi ze względu na permanentnie zmieniające się wartości i cechy czynników ryzyka metanowego ślinie związane ze wzrostem głębokości eksploatacji, nasyceniem metanem złoża, zmianami wpływu zagrożeń koincydentalnych (współzależnych) [6]. Okupione to jednak może być wzrostem ryzyka między innymi w obszarach oddziaływania innych ryzyk takich jak ryzyko: pyłowe, pożarowe, wyrzutowe.

Należy brać pod uwagę, że z każdym zjawiskiem związane jest ryzyko ekonomiczne i ryzyko społeczne w wymiarach możliwego ograniczenia wydobywania i strat wypadkowych.

Katastrofy metanowe w polskich kopalniach węgla są tragicznymi i społecznie nieakceptowalnymi skutkami ryzyka górniczego. Skutki zapłonu i wybuchu metanu w wyrobiskach podziemnych kopalń można podzielić na straty ludzkie i szkody rzeczowe. Szczególnie tragiczne w opinii społecznej są straty ludzkie – wypadkowe wyrażone poprzez znaczną liczbę ofiar śmiertelnych i liczbę osób poszkodowanych wskutek zatrucia i ciężkich urazów termicznych i mechanicznych.

Szczególnie tragiczny, nieakceptowalny wymiar osobisty i społeczny mają wypadki zbiorowe o znaczącej liczbie ofiar śmiertelnych i liczbie osób poszkodowanych wskutek zatrucia i ciężkich urazów mechanicznych oraz termicznych. Wiedza o tych skutkach ma istotne znaczenie dla realizacji polityki prewencji ryzyka metanowego w kopalniach.

Pojęcie ryzyka jest pojęciem powszechnie używanym w różnych znaczeniach i sytuacjach, rozumianym często inaczej w różnych dziedzinach wiedzy, a także przez różnych specjalistów nawet w obrębie jednej dziedziny.

W sensie ogólnym „ryzyko oznacza szansę i związaną z tą szansą stratę dla rezultatu działania celowego ludzi, spowodowaną niepewnością otoczenia lub nietrafnością ocen i nieokreślonością zachowań człowieka” [7]. Termin ryzyko zyskał na popularności szczególnie teraz wraz z rozwojem cywilizacji globalnej. Ryzyko stało się powszechnie pojmowanym terminem stosowanym w szacowaniu zagrożeń morskich, lotniczych, przemysłowych, inwestycyjnych i innych. Znacznie rozszerzył się zakres znaczeniowy pojęcia ryzyko na wiele różnych dziedzin życia i działalności człowieka. Przez pryzmat tego szerszego znaczenia interpretujemy zagrożenia bezpieczeństwa człowieka takie jak zagrożenia technologiczne, ekologiczne, informatyczne, egzystencjalne i inne. W związku z tym ryzyko dzisiaj nie jest tylko i wyłącznie wąskim pojęciem specjalistycznym, lecz szerszą kategorią pojęciowego opisu niepewności, w której świat zagrożeń globalnych wchodzi w kolizję z celami ludzkiego działania [8, 9].

Z ogólnym pojęciem ryzyka wiąże się termin ryzyko zawodowe rozumiane jako prawdopodobieństwo wystąpienia skutków wypadkowych i zdrowotnych wraz z niekorzystnymi skutkami rzeczowymi i materialnych w procesach pracy [10, 12]. W obszarze pojęciowym ryzyka zawodowego mieści się również wyodrębniona spośród zagrożeń naturalnych problematyka ryzyka metanowego.

Pojęcie ryzyko metanowe to synonim skutków zapłonu i wybuchu metanu. Należy jednak zdawać sobie sprawę z tego, że nie każdy zapłon metanu powoduje wybuch, ale bez zapłonu nie byłoby wybuchu. Niezależnie od tego czy mamy do czynienia wyłącznie ze zjawiskiem zapłonu metanu, czy ze zjawiskiem zapłonu i wybuchu metanu, każde z nich powoduje niekorzystne skutki, które wspólnie nazwano skutkami ryzyka metanowego lub ryzykiem metanowym.

Ryzyko zapłonu i wybuchu metanu jest ściśle związane z wydzielaniem się metanu do podziemnych wyrobisk w wyniku prowadzenia robót górniczych oraz z obecnością pracowników przebywających w tych wyrobiskach. Ponieważ skutek poprzedza przyczyna sprawcza i towarzyszące jej okoliczności, będące jednocześnie przyczynami współwystępującymi i warunkowymi (teoria zdarzeń), podstawową przyczyną sprawczą ryzyka zapalenia i wybuchu metanu jest czynnik gazowy tj. obecność metanu, a przyczynami warunkowymi: inicjał zapalający i czynnik utleniający. Zagrożenie metanowe jest związane z właściwościami genetycznymi czynnika metanowego takimi jak właściwości palne i wybuchowe, zawsze potencjalnie niebezpieczne dla pracowników i otoczenia. Z definicji, zagrożenie jest potencjalną cechą i właściwością wewnętrzną każdego czynnika niebezpiecznego, często niezauważalną, aż do momentu ujawnienia się tej właściwości przez wystąpienie zdarzenia

i powstania strat. Zagrożenie, a dokładnie zagrożenie bezpieczeństwa człowieka jest synonimem możliwego niebezpieczeństwa. Takie właściwości są często niezauważalne lub lekceważone, aż do momentu ujawnienia się ich skutków [12, 13].

O ryzyku metanowym w odniesieniu do kopalń węgla kamiennego można założyć, że:

- jest ono mierzalne,
- nigdy nie maleje do zera,
- skutek tego ryzyka może być akceptowalny przy małej wielkości tego ryzyka, lub nieakceptowalny przy dużej wielkości tego ryzyka,
- u decydentów górniczych i decydentów poza górniczych, a także u górników i osób dozoru wykonujących stałe czynności w wyrobiskach w otoczeniu zagrożenia metanowego, istnieje świadomość możliwych tragicznych konsekwencji związanych z zapaleniem i wybuchem metanu.

KLASYFIKACJA CZYNNIKÓW RYZYKA METANOWEGO

W opisie ryzyka używa się określenia „czynniki ryzyka”, stosowanego także w literaturze medycznej i technicznej [7]. Analizując i oceniając te czynniki mamy na uwadze wyodrębnione systemowo ich właściwości i cechy, konieczne do stosowania w przyjętej metodzie oceny. Czynniki ryzyka powinny z uzasadnionym wysokim prawdopodobieństwem określać ich oddziaływanie na utratę życia, utratę zdrowia oraz wystąpienie innych, niepożądanych skutków ryzyka. Oceniając ryzyko metanowe poszukujemy odpowiedzi jakie czynniki w zakresie realnego działania człowieka są bardzo ryzykowane, a jakie możemy traktować jako czynniki bezpieczne.

Obszary czynników ryzyka metanowego nie stanowią wyizolowanej, zamkniętej grupy czynników ryzyka górniczego. Mieszczą się one w ogólnej koncepcji oceny ryzyka zagrożeń naturalnych w kopalni. Zadaniem badań czynników ryzyka metanowego jest przyczynienie się do rozpoznania i oceny tego ryzyka oraz określenia strategii działań zwiększających szansę uniknięcia lub zmniejszenia strat ludzkich i strat materialnych na skutek zapłonu i wybuchu metanu.

W opracowaniu [14] przeprowadzona została identyfikacja czynników ryzyka metanowego metodą Grupowego Sondażu Opinii Ekspertów. Panele ekspertów stanowili pracownicy inżynierjno-techniczni kopalń, głównie pracownicy dozoru, posiadający odpowiednie kompetencje w zakresie oceny ryzyka metanowego. Stałymi członkami zespołów eksperckich byli: główni inżynierowie wentylacji, inżynierowie wentylacji, nadsztygarzy górniczy ds. wentylacji i nadsztygarzy ds. wydobywania, którzy uczestniczyli w ocenach podległych im ruchów i rejonów wydobywczych. Innych członków paneli ekspertów proponowali główni inżynierowie wentylacji. Byli to sztygarzy oddziałowi, sztygarzy zmianowi ds. wydobywania (każdej zmiany), pomia-

rowcy, pracownicy działu odmetanowania i inne osoby dozoru zaangażowane w realizację profilaktyki metanowej w każdym rejonie eksploatacyjnym.

Eksperci wyróżnili 65 czynników ryzyka metanowego. Następnie czynniki te zostały zaklasyfikowane do trzech grup przyczyn i jednej grupy skutków ryzyka metanowego.

Grupę I stanowiły czynniki litosferyczno-technologiczne kształtujące zagrożenie metanowe – 16 czynników. Były nimi:

- CZ1.Warunki geologiczne i gazogeodynamiczne
- CZ2.System eksploatacji
- CZ3.Postęp ściany
- CZ4.Sposób i wpływ odmetanowania
- CZ5.Oddziaływanie zrobów
- CZ6.Możliwość tąpnięcia lub zawału
- CZ7.Aktywność sejsmiczna – częstość i wielkość wstrząsów
- CZ8.Możliwość wyrzutu
- CZ9.Wielkość zapylenia
- CZ10.Efektywność systemu przewietrzania
- CZ11.Wpływ warunków wentylacyjnych
- CZ12.Wpływ urządzeń klimatyzacyjnych
- CZ13.Wpływ robót strzałowych
- CZ14.Wpływ odstawy i transportu
- CZ15.Wpływ gabarytów, w tym przekrojów wyrobisk
- CZ16.Stan urządzeń elektrycznych

Do czynników, których wskaźniki ocen miały najwyższe wartości i spowodowały w grupie czynników litosferyczno-technologicznych duże ryzyko i jego nieakceptowalne stany w rejonach ścianowych zaliczone zostały czynniki:

- CZ10. Efektywności systemu przewietrzania;
- CZ3. Postęp ściany;
- CZ1. Warunki geologiczne i gazogeodynamiczne;
- CZ15. Wpływ przekrojów wyrobisk;
- CZ2. Sposób eksploatacji.

Eksperci uznali je za czynniki najwyższego ryzyka metanowego w grupie 16-stu ocenionych czynników ryzyka zapłonu i wybuchu metanu w rejonach ścianowych kopalń.

Grupę II stanowiły czynniki zainicjowania zapalenia metanu – 16 czynników. Były to:

- CI1.Możliwość wytworzenia miejscowych mieszanin wybuchowych
- CI2.Wpływ zmian ciśnienia atmosferycznego
- CI3.Możliwość pożaru egzogenicznego

- CI4. Możliwość pożaru w zrobach – pożar endogeniczny
- CI5. Sposób wykonywania robót strzałowych
- CI6. Możliwość celowego zainicjowania płomienia
- CI7. Występowanie skał iskrzących i możliwość zaiskrzenia
- CI8. Warunki zaiskrzenia od urządzeń elektrycznych
- CI9. Możliwość zaiskrzenia elektrostatycznego
- CI10. Zaburzenia wentylacji
- CI11. Awarie urządzeń wentylacyjnych
- CI12. Awarie lokalne przepływu powietrza
- CI13. Możliwość błędu regulacji powietrza
- CI14. Awarie urządzeń metanometrycznych
- CI15. Nieprawidłowe zabudowanie urządzeń metanometrycznych
- CI16. Możliwość zatrzymania wentylacji

Do czynników, których wskaźniki oceny miały najwyższe wartości i uznane zostały przez ekspertów jako powodujące ryzyko średnie w grupie czynników zapłonu metanu zaliczone zostały czynniki:

- CI2. Wpływ ciśnienia atmosferycznego;
- CI1. Możliwość wytworzenia miejscowych mieszanin wybuchowych;
- CI16. Możliwość zatrzymania wentylacji;
- CI4. Możliwość pożaru w zrobach;
- CI5. Sposób wykonywania robót strzałowych;
- CI7. Występowanie skał iskrzących i możliwość zaiskrzenia.

Tylko jeden z czynników tj. CI2. w tej grupie uznany został przez ekspertów jako czynnik ryzyka dużego, nieakceptowalnego.

Grupę III stanowiły czynniki organizacji wykrywania przyczyn i prewencji ryzyka metanowego – 20 czynników. Były nimi:

- CO1. Stan szkoleń i świadomość zagrożenia metanowego górników
- CO2. Monitorowanie i rejestrowanie stanu zagrożenia metanowego
- CO3. Częstość wyłączeń urządzeń elektrycznych spod napięcia
- CO4. Nadzór i kontrola metanometrii automatycznej
- CO5. Wykorzystanie informacji z indywidualnych pomiarów metanu
- CO6. Informowanie pracowników o aktualnej wielkości ryzyka metanowego
- CO7. Nowoczesność i sprawność działania dyspozytorskiego systemu metanometrycznego
- CO8. Wykorzystanie informacji ustnej od załogi o symptomach zagrożenia metanowego
- CO9. Umożliwienie pracownikom dostępu do bieżącej informacji o ryzyku metanowym
- CO10. Skuteczność kontroli posiadania środków inicjujących zapłon metanu

- CO11. Poziom kultury bezpieczeństwa pracowników w ocenianym rejonie
- CO12. Skłonność pracowników do zachowań ryzykanckich
- CO13. Skuteczność profilaktyki metanowej i sposobów jej realizacji w rejonie ściany informowanie, szkolenie pracowników
- CO14. Stan wyposażenia pracowników w metanomierze indywidualne
- CO15. Częstość pomiarów metanu
- CO16. Kwalifikacje pracowników dozoru i ich aktywność w reagowaniu na ryzykowne warunki i czynności pracy
- CO17. Stosowanie procedur bezpiecznego wykonywania pracy w miejscach dużego zagrożenia metanowego
- CO18. Znajomości przepisów BHP dotyczących zagrożenia metanowego
- CO19. Możliwość długotrwałego zatrzymania produkcji
- CO20. Organizowanie warunków bezpiecznej pracy np. ład i porządek

Do czynników, których wskaźniki oceny miały najwyższe wartości i uznane zostały przez ekspertów jako powodujące ryzyko średnie w grupie czynników organizacji wykrywania i obniżania ryzyka metanowego zaliczone zostały czynniki:

- CO20. Organizacja pracy, ład i porządek;
- CO3. Częstość wyłączeń elektrycznych spod napięcia;
- CO12. Skłonność pracowników do zachowań ryzykanckich;
- CO18. Znajomość przepisów BHP dotyczących zagrożenia metanowego;
- CO17. Stosowanie procedur bezpiecznego wykonywania pracy w miejscach dużego zagrożenia metanowego.

Eksperci ocenili 5 czynników na poziomie ryzyka średniego i stanów tolerowalnych. Pozostałe 15-naście czynników zaliczyli do ryzyka małego i stanów akceptowalnych.

Grupę IV stanowiły czynniki możliwych skutków ryzyka metanowego – 13 czynników. Były nimi:

- CS1. Liczba osób załogi własnej przebywająca w rejonie eksploatacji ścianowej
- CS2. Liczba osób załogi obcej przebywająca w rejonie eksploatacji ścianowej
- CS3. Zabezpieczenia ratownicze i znajomość procedur ewakuacji
- CS4. Wyposażenie w środki łączności i powiadamiania
- CS5. Znajomość procedur samoratownia
- CS6. Stan zabezpieczenia w przeciwwybuchowe środki ochrony zbiorowej
- CS7. Zabezpieczenia wentylacyjne i wyłączeniowe
- CS8. Wyposażenie w ucieczkowy sprzęt ochronny układu oddechowego
- CS9. Zabezpieczenie w indywidualne środki ochrony przed czynnikami termicznymi
- CS10. Zabezpieczenia głowy przed urazami mechanicznymi
- CS11. Działanie systemu ostrzegawczo-rozgłoszeniowego
- CS12. Poziom świadomości ryzyka metanowego wśród załogi – i informowanie o ryzyku

CS13.Kontrola obecności osób i czasu ich przebywania w strefach ryzyka metanowego

Do czynników w grupie IV, których wskaźniki oceny możliwych skutków miały najwyższą wartość i uznane zostały przez ekspertów jako czynniki ryzyka dużego oraz zaklasyfikowane jako ryzyko nieakceptowalne należą:

CS9.Zabezpieczenie w indywidualne środki ochrony przed czynnikami termicznymi;

CS10.Zabezpieczenie głowy przed urazami mechanicznymi;

CS6.Stan zabezpieczeń w przeciwwybuchowe środki ochrony zbiorowej,

CS9.Liczba osób załogi przebywająca w rejonie eksploatacji ścianowej.

Dzięki wynikom ocen ekspertów możliwe jest uzyskanie odpowiedzi na pytania:

- a) Jakie czynniki wpływają niekorzystnie lub korzystnie na ryzyko metanowe?
- b) Jaka jest intensywność wpływu poszczególnych czynników ryzyka na ryzyko metanowe?
- c) Które czynniki wykazują stany największego, a które stany najmniejszego ryzyka w rejonach ścianowych kopalni?
- d) Do jakiej klasy ryzyka można zaliczyć oceniony rejon ścianowy, według ustalonych kryteriów wartościowania i akceptacji ryzyka metanowego?
- e) Jakie metody i środki prewencji zastosować w zależności od ustalonych wielkości i klas ryzyka metanowego?

W kolejnym rozdziale niniejszej publikacji, w oparciu o wyniki ocen ekspertów zaproponowane zostały wybrane propozycje dotyczące kierunków i kolejności obniżania ryzyka metanowego, mogących mieć wpływ na zredukowanie go w rejonach ścianowych.

WYBRANE KONCEPCJE OBNIŻANIA RYZYKA METANOWEGO W REJONACH ŚCIANOWYCH KOPALŃ WĘGLA

Koncepcje obniżania ryzyka metanowego metodami organizacyjno-technicznymi, powinny odpowiadać kierunkom działania określonym w dokumencie bezpieczeństwa każdego zakładu górniczego zgodnie z ustalonymi celami. Skuteczne i efektywne zarządzanie ryzykiem zawodowym na stanowiskach pracy jest niezbędnym narzędziem umożliwiającym pracodawcy spełnienie prawnego obowiązku obniżenia ryzyka zawodowego, a także koniecznym warunkiem nowoczesnego zarządzania bezpieczeństwem pracy. Nowoczesne modele zarządzania ryzykiem stanowią między innymi istotny warunek dobrego zaprojektowania oraz skutecznego działania kopalnianych systemów dyspozytorskich kontroli zagrożeń. Przedstawione w tym opracowaniu metody redukcji ryzyka zawodowego służą temu celowi, wskazując nowe możliwości służące minimalizacji możliwości popełnienia błędów wykonawczych i zwykłych przeoczeń. Są szansą wprowadzenia do działalności górniczej

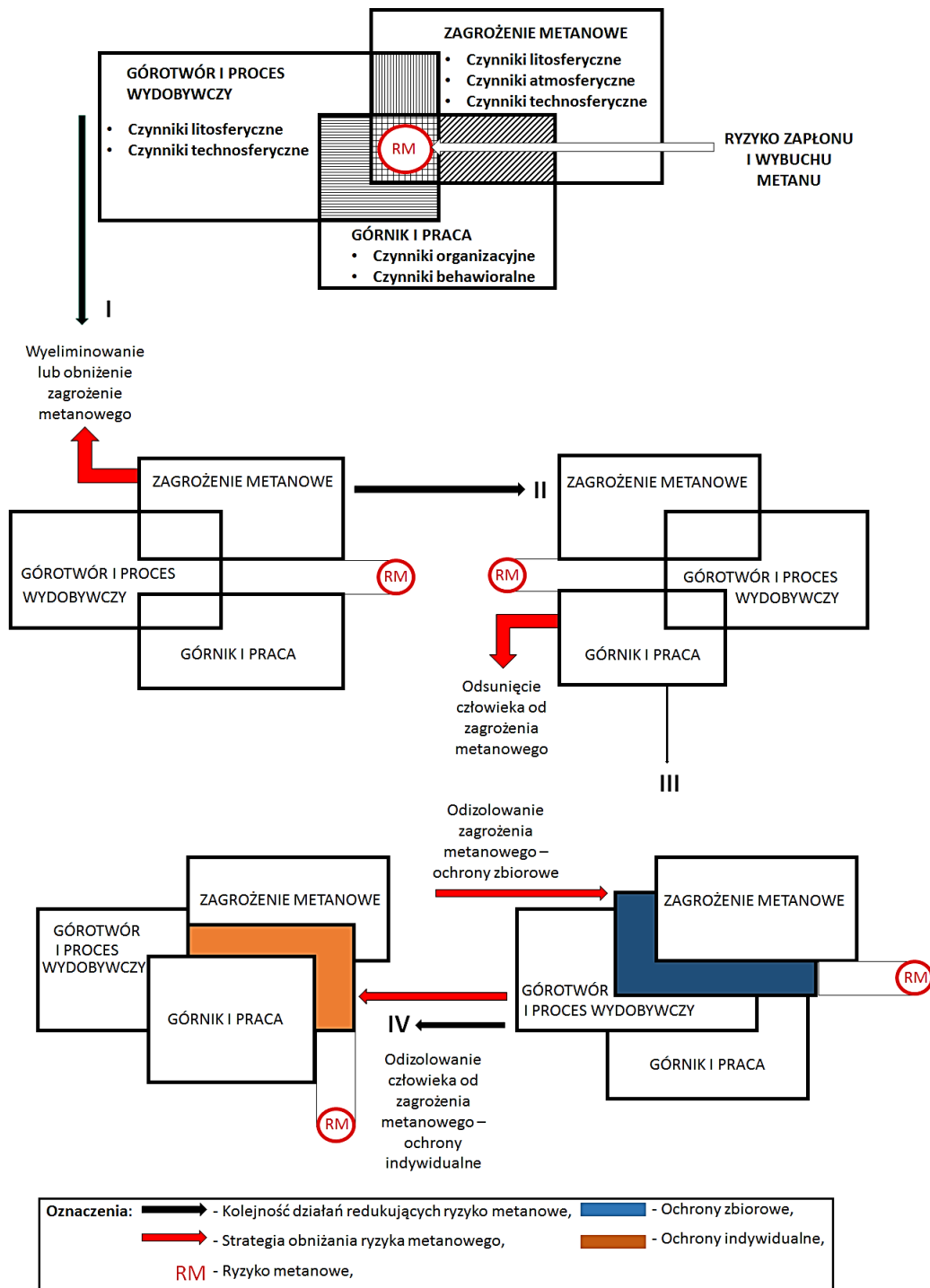
nowoczesnych rozwiązań, zwłaszcza w zakresie najgroźniejszych górniczych zagrożeń, którym jest zagrożenie metanowe i inne zagrożenia naturalne, wstępujące bardzo często w układzie koincydentalnym.

Skuteczność redukcji ryzyka metanowego, w istotnym stopniu jest zależna od kwalifikacji pracowników, ich doświadczenia oraz od osobistej kultury pracy, w tym motywacji do pracy bezpiecznej oraz awersji do działań ryzykownych. Wiedza i doświadczenie wsparte intuicją zagrożeń, woła pracy bezpiecznej i szacunek dla pracy w kopalni, stanowią główne atrybuty prawidłowych zachowań, koniecznych do uzyskania wysokiego poziomu bezpieczeństwa w miejscu wykonywania pracy. Jednak liczba wypadków zbiorowych o charakterze katastrof spowodowanych zapłonem metanu, które zaistniały w naszym górnictwie wskazuje, że wymienione, pożądane cechy zachowań ludzkich nie są wystarczające w odniesieniu do pracy wykonywanej w wysokim ryzyku metanowym. Wynika to z bezpośrednich obserwacji postaw wielu pracowników, w tym osób dozoru ruchu zakładów górniczych, którzy często utożsamiają cel swojej działalności głównie z wykonywaniem zadań produkcyjnych, od których bezpośrednio zależy ich wynagrodzenie. Zbyt małą rolę w kopalniach pełnią systemy motywowania i przekonywania pracowników do pracy bezpiecznej i do unikania ryzykownych sytuacji.

Koncepcje redukcji ryzyka metanowego polegają na wyborze skutecznych sposobów działania, w celu jego obniżenia do poziomu akceptowalnego i możliwego do uzyskania w konkretnych warunkach technicznych i zmiennych sytuacjach decyzyjnych. Strategie redukcji ryzyka zależą od poziomu wymagań określonych przez przepisy górnicze oraz przez przyjęte kryteria akceptacji ryzyka metanowego. Jeżeli oceniony poziom ryzyka nie spełnia kryteriów akceptacji to konieczne jest podjęcie działań w celu jego redukcji. W literaturze można spotkać różne warianty obniżenia ryzyka zawodowego [15, 17]. Dla ryzyka metanowego proponowany jest model realizowany według kolejności działań obniżających ryzyko jak na rysunku 1.

Model ten przewiduje następujące kroki i działania:

- 1) Wyeliminowanie lub maksymalne obniżenie zagrożenia metanowego
- 2) Odsunięcie pracowników od zagrożenia metanowego oraz ich informowanie o miejscach niebezpiecznych
- 3) Odizolowanie stref oddziaływania zagrożenia metanowego od pracowników – ochrony zbiorowe
- 4) Odizolowanie pracowników od skutków oddziaływania zagrożenia metanowego – ochrony indywidualne
- 4a) Reagowanie kryzysowe i kompensacji skutków ryzyka zapłonu i/lub wybuchu metanu.



Rys. 1 Kolejność redukcji ryzyka zapłonu i wybuchu metanu w rejonach ścianowych kopalń węgla

WYELIMINOWANIE LUB MAKSYMALNE OBNIŻENIE ZAGROŻENIA METANOWEGO

Dzięki nowoczesnym metodom zarządzania i kontroli ryzyka metanowego oraz ciągłemu ich doskonaleniu, kopalnie mogą stawać się coraz bardziej „odporne” na skutki zapłonu i wybuchu metanu, pomimo że nakłady finansowe przeznaczane na takie działania są mniejsze od nakładów na działania techniczno-produkcyjne przedsiębiorstwa. Korzyści z obniżania ryzyka metanowego są szczególnie widoczne wtedy, gdy dochodzi do konieczności pokrycia często dużych kosztów strat wypadkowych i produkcyjnych. Jednak wyniki niskich ocen ekspertów dla czynników:

- CO18. Znajomość przepisów BHP dotyczących zagrożenia metanowego;
- CO17. Stosowanie procedur bezpiecznego wykonywania pracy w miejscach dużego zagrożenia metanowego;
- CO16. Kwalifikacje pracowników dozoru i ich aktywność w reagowaniu na ryzykowne warunki i czynności pracy, uzasadniają potrzebę wykorzystania w szerszy niż dotychczas sposób potencjału wiedzy i doświadczenia pracowników kopalń, związanych funkcyjnie z zagrożeniem metanowym, zwłaszcza w obszarze oceny i prewencji czynników ryzyka.

Wśród czynników dużego ryzyka metanowego na wysokim miejscu wyróżniono czynniki technologiczne, a wśród nich system eksploatacji, postęp ściany oraz efektywność systemu przewietrzania. Ekspertsi uznali, że czynniki te w istotny sposób wpływają na możliwość zapłonu i wybuchu metanu w rejonach ścianowych. Negatywnie wysokie oceny ryzyka uzyskano w rejonach, gdzie stosowane jest przewietrzanie sposobem na „U” oraz wybieranie poniżej poziomu udostępnienia. W artykule [18] w którym między innymi porównano systemy przewietrzania ścian na „U” od granic i na „Y” także od granic wykazano, że w przypadku systemu przewietrzania „U”, niebezpieczne stężenia metanu w zrobach zbliżają się do górnej wnęki ściany, czego nie obserwuje się przy systemie „Y”.

Dodatkową przyczyną podwyższonego stanu ryzyka jest wieloletnie niedofinansowanie działalności inwestycyjno-odtworzeniowej wydobywania kopalń i stosowane przez to skomplikowane sposoby przewietrzania, zawałowy sposób kierowania stropem, zrezygnowanie z obudów osłonowych i podsadzania hydraulicznego. Do tych negatywnych czynników należy dodać dużą koncentrację wydobywania, wzrost i nieregularne natężenie wydobywania w ścianach oraz wzrost głębokości eksploatacji.

Prowadzenie eksploatacji węgla w warunkach ciągle rosnącego ryzyka metanowego oraz ryzyka innych zagrożeń górniczych wymaga określenia nowych ekonomicznych i społecznych kryteriów jego akceptacji. Szczególnie ważne są kryteria społeczne kształtowane aktualnie przez środowiska opiniotwórcze, które coraz częściej krytykują tolerowanie, ich zdaniem, wysokiego ryzyka wypadkowego w kopalniach oraz postulują zaniechanie wydobywania węgla. Podjęcie decyzji o zaniechaniu

wydobycia nie może być oparte na argumentach katastrofogenności zagrożeń górniczych, a nawet na argumentach ekonomicznej nieopłacalności eksploatacji podziemnej. Decyzje muszą uwzględniać, również możliwości pozyskania nowych źródeł energii, określenie warunków zastępowalności źródeł dotychczasowych oraz uzasadnienie kosztów tych przedsięwzięć. W aktualnej sytuacji gospodarczej Polski, decyzja o zaniechaniu wydobycia węgla wiąże się ze skutkami ryzyka o charakterze egzystencjalnym. Decyzje takie, mogą zagrozić fizycznemu przetrwaniu społeczeństwa zwłaszcza w sytuacji możliwego kryzysu energetycznego o charakterze globalnym. Jest więc oczywiste, że gwarantem bezpieczeństwa energetycznego może być wyłącznie Państwo i jego instytucje. Arbitralne zanegowanie produkcji węgla kamiennego, nawet uzasadnione wysokimi kosztami produkcji, względami środowiskowymi, czy ryzykiem zawodowym, może zostać rozwiązane w drodze powszechnej referendalnej opinii obywateli, ponieważ to oni ponoszą największe ryzyko nieodwracalnych strat. Koncepcja całkowitego wyeliminowania ryzyka metanowego nie jest możliwa w pełni do realizacji nawet przy całkowitej likwidacji kopalni metanowej.

ODSUNIĘCIE PRACOWNIKÓW OD ZAGROŻENIA METANOWEGO ORAZ ICH INFORMOWANIE O MIEJSCACH NIEBEZPIECZNYCH

Wyniki badań wielkości skutków w zależności od udziału określonej liczby pracowników w strefach ryzyka, zarówno dla czynnika CS1. Liczba osób załogi własnej przebywająca w rejonie eksploatacji ścianowej, jak również dla czynnika CS2. Liczba osób załogi obcej przebywająca w rejonie ścianowym wykazały, że czynniki te zostały ocenione w granicach ryzyka średniego – tolerowalnego.

Wynika z tego także, że istnieje możliwość dalszej redukcji ryzyka przez zmniejszenie liczby pracowników zatrudnionych w rejonach i uzyskanie w ten sposób poziomu ryzyka małego – akceptowalnego przy założeniu, że zmniejszenie to nie ograniczy lub nie uniemożliwi wykonania koniecznych czynności pracy. Temu celowi mogą służyć analizy wykonywania czynności niebezpiecznych i szczególnie niebezpiecznych oparte na harmonogramach optymalizacji czasów ich wykonywania w strefach ryzyka nieakceptowalnego.

Ponadto w strefach dużego ryzyka, powinny zostać zainstalowane dodatkowe przenośne urządzenia sygnalizacyjno-rozgłoszeniowe, a pracownicy wyposażeni w indywidualne optyczne i akustycznych komunikatory osobiste przekazujące np. informacje o aktualnej wielkości ryzyka metanowego i o jego chwilowych zmianach w miejscu aktualnego ich przebywania. Chodzi głównie o informacje pochodzące z sieci komputerowej.

Urządzenia indywidualnej wymiany informacji służyłyby również do przekazywania komunikatów z centrum dyspozytorskiego kopalni np. o konieczności wyco-

fania się pracownika ze strefy dużego ryzyka do miejsca aktualnie bezpiecznego. Byłoby to dużym wsparciem dla systemu ratowniczego i procedur samoratownia się.

Natomiast odsunięcie wszystkich pracowników od zagrożenia metanowego jest trudne w realizacji. Byłaby równoznaczne ze koncepcją wyeliminowania człowieka w procesie wydobywania węgla. W aktualnych realiach społeczno-gospodarczych jest to trudne do osiągnięcia.

ODIZOLOWANIE STREF ODDZIAŁYWANIA ZAGROŻENIA METANOWEGO NA PRACOWNIKÓW – OCHRONY ZBIOROWE

W tych technikach obniżania ryzyka stosuje się postępowanie oparte na reagowaniu aktywnym, polegające na natychmiastowym hamowaniu rozwoju wybuchu w miejscu jego powstania np. przez kompensację i neutralizację czynników przeniesienia wybuchu. Osiąga się to np. przez zmodernizowanie techniczne tam przeciw-wybuchowych oraz zapory przeciwwybuchowe uzupełnione w elektroniczne systemy reagowania na wybuch. Techniki te mają bogate źródła literaturowe i w artykule nie są omawiane. Stosuje się tu także środki zapobiegające możliwości powstania pożaru w zrobach w postaci Antypirogeli. Są to substancje podawane do przestrzeni zrobowej całej ściany w celu wydłużenia okresu inkubacji pożaru oraz wyeliminowania iskrzenia skał w przypadku zawału stropu.

ODIZOLOWANIE PRACOWNIKÓW OD SKUTKÓW ODDZIAŁYWANIA ZAGROŻENIA METANOWEGO – OCHRONY INDYWIDUALNE

Negatywnie miejsce w grupie czynników możliwych skutków ryzyka metanowego zajęły czynniki CS9. Zabezpieczenie w indywidualne środki ochrony przed czynnikami termicznymi oraz CS6. Stan zabezpieczeń w przeciwwybuchowe środki ochrony zbiorowej.

W opinii pracowników środki ochrony indywidualnej nie są dostosowane do charakteru i przebiegu zjawiska zapalenia i wybuchu metanu w rejonach ścianowych. Nie chronią w wystarczający sposób przed energią termiczną i przed energią fali detonacyjnej. Innowacyjne rozwiązania dotyczące skutecznego zabezpieczenia głowy i skóry, zwłaszcza rąk i twarzy są stosowane na platformach wiertniczych oraz w wyścigach formuły 1 [19]. Rozwiązania te są trudne do zastosowania w górnictwie przede wszystkim z uwagi na konieczność ich adaptacji do warunków dołowych oraz wysokie ich koszty.

Informowanie, reagowanie i kompensacja skutków ryzyka

Z przeprowadzonych badań i analizy czynników takich jak C05, C06, C08, C09, a zwłaszcza czynnika CS11. Działanie systemu ostrzegawczo – rozgłoszeniowego,

oraz z analiz źródeł i dokumentacji katastrof zapłonu i wybuchów metanu wynika, że pomimo stosowania w kopalniach różnorodnych środków bezpieczeństwa z rozbudowaną siecią czujników dołowych nadal występują wypadki i katastrofy spowodowane często brakiem informacji o wielkości ryzyka w miejscu jego wystąpienia i narastania. Większość informacji, istotnych dla zatrudnionej w określonym miejscu i rejonie załogi, dociera najpierw do stacji powierzchniowej i dopiero stamtąd za pomocą różnych sposobów (telefony, sygnalizacja alarmowa) kierowana jest zwrótnie do załogi [20]. W tej sytuacji informacja o niebezpieczeństwie dociera do pracowników z opóźnieniem lub nie dociera wcale. Jest to oczywiste, ponieważ im łańcuch przekazywania informacji jest dłuższy, tym reagowanie jest wolniejsze. Dochodzi do tego możliwość złego interpretowania sygnału przez centralnego dyspozytora lub późne zareagowanie decydenta – dysponenta informacji.

Z tych powodów istnieje potrzeba wzmocnienia oceny ryzyka metanowego w strukturach rejonów ścianowych. Dotyczy to przede wszystkim funkcji sygnalizacyjno-ostrzegawczych, oraz funkcji kontrolnych. Szczególnie ważnym miejscem ryzyka metanowego, słabo jeszcze rozpoznawalnym, są zroby ścian zawałowych. Zjawiska w zrobach i w wyrobiskach otamowanych często przebiegają bez wyraźnych oznak oraz zmian składu powietrza obiegowego w wyrobiskach przyległych [21]. Miejsca te powinny być lokalnie monitorowane, a informacje o ich stanach wykorzystywane w metodach i programach symulacji komputerowych. Systemy oceny ryzyka metanowego w rejonach ścianowych, powinny korzystać z możliwości powiązania swoich informacji lokalnych z informacjami pochodzącymi z innych systemów zewnętrznych i wewnętrznych kopalni.

PODSUMOWANIE

Skuteczność i dynamika podejmowania decyzji w zarządzaniu ryzykiem metanowym w kopalni, zależy od zakresu i dostępności oraz wiarygodności informacji o czynnikach tego ryzyka. Dlatego między innymi należy dążyć do usprawnienia sposobów pozyskiwania informacji o aktualnych stanach czynników przyczyn i czynników skutków ryzyka zapłonu i wybuchu metanu. Należy zwiększyć skuteczności realizacji redukcji skutków ryzyka metanowego, unowocześnić techniki sygnalizacji i ostrzegania pracowników o ryzyku zapłonu i wybuchu metanu, a także zastosować procedury kontroli jakościowej ryzyka metanowego w rejonach ścianowych kopalń oparte na udziale grup eksperckich z kopalń.

LITERATURA

1. E. Krause, "Ocena i zwalczanie zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego," *Pr. Nauk. GIG*, vol. 878, 2009.
2. WUG, "Stan bezpieczeństwa pracy w górnictwie w latach 2012-2016," 2016. [Online]. Available: www.wug.gov.pl/bhp/stan_bhp_w_gornictwie.

3. K. Krzemień, "Ocena Jakościowa Ryzyka Zapłonu i Wybuchu Metanu w Ścianach Kopalń Węgla Kamiennego,," Katowice, 2017.
4. E. Krause, "Ocena ryzyka metanowego w kopalni metodą sondazu opinii panelu ekspertów," *Pr. Statut. Głównego Inst. Górnictwa*, no. 11120, 144-210, 2014.
5. K. Krzemień and E. Krause, "Ocena oddziaływania czynników organizacyjnych na ryzyko metanowe w rejonach eksploatacji ścianowej kopalń węgla," *Wiadomości Górnicze*, vol. VI, pp. 335-345, 2015.
6. J. Kabiesz, *Koincydencja górniczych zagrożeń naturalnych*. Katowice. Główny Instytut Górnictwa: Wydawnictwo GIG, 2016.
7. C. S. Nosal, *Szerszy pogląd na psychologiczne determinanty ryzyka. Rola zmiennych poznawczych i cech temperamentu*. Politechnika Wrocławska. Zakład Psychologii Zarządzania. Ergonomii. Półrocznik PTE PAN. Nr 2, 1994.
8. J. Arrow, K. *Eseje z Teorii Ryzyka*. 1979.
9. M. Crozier and Freidberg, *Człowiek i system ograniczenia działania zespołowego*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1982.
10. Dyrektywa_89/391_EEC, "Dyrektywa ramowa w sprawie wprowadzania środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy." Official Journal of the European Union, 1989.
11. *Kodeks Pracy. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974r.* 1974.
12. ILO, "Kodeks praktyk zachowania bezpieczeństwa i zdrowia w podziemnych zakładach górnictwa węglowego," Genewa, 2006.
13. ISO/IEC_31010, "STANDARD. Risk management – Risk assessment techniques." ISO/IEC, Geneva, 2010.
14. E. Krause and K. Krzemień, "Methane Risk Assessment in Underground Mines by Means of a Survey by the Panel of Experts (Sope)," *J. Sustain. Min.*, vol. 13, no. 2, pp. 6-13, 2014.
15. T. Kaczmarek, *Zarządzanie ryzykiem handlowym i finansowym dla praktyków*. 1999.
16. Z. Pawłowska, "Ryzyko zawodowe," in *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia*, D. Koradecka, Ed. Warszawa: CIOP PIB, 1997, pp. 1147-1167.
17. M. Krause, "Zasady doboru metod oceny ryzyka zawodowego w aspekcie zróżnicowanego oddziaływania niebezpiecznych i szkodliwych czynników środowiska pracy w kopalniach węgla kamiennego." Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice, 2012.
18. N. Szlązak and J. Szlązak, "Wentylacja wyrobisk ścianowych w kopalniach węgla kamiennego, w warunkach zagrożeń metanowej i pożarowej," *Górnictwo i Geol.*, 2013.
19. R. Kozela, "Zabezpieczenie użytkownika w odzież niepalną," *ATEST*, 2011.
20. U. Stojewska, K. Gralewski, and Z. Krzystanek, "Wybrane zagadnienia eksploatacyjne systemów do kontroli parametrów atmosfery," *Mech. i Autom. Górnictwa*, vol. 9, 2004.
21. W. Dziurzyński and S. Wasilewski, "Ocena stanu atmosfery w rejonie ściany i jej zrobach na podstawie badań modelowych i danych z systemu monitoringu w kopalni," *Górnictwo i Geol.*, vol. Z4/2012, 2012.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2018

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2018

KONCEPCJE REDUKCJI POZIOMU RYZYKA WYSTĄPIENIA ZAPŁONU I WYBUCHU METANU NA PODSTAWIE EKSPERCKIEJ OCENY JEGO CZYNNIKÓW W REJONACH ŚCIANOWYCH KOPALŃ WĘGLA

Streszczenie: *W referacie przedstawiono tematykę zagrożenia metanowego w świetle teorii ryzyka zawodowego, z zastosowaniem metody oceny jakościowej z udziałem ekspertów. Zaprezentowano zidentyfikowane czynniki wysokiego ryzyka zapłonu i wybuchu metanu oraz dokonano ich podziału na grupy znaczeniowe takie jak czynniki litosferyczno-technologiczne CZ, czynniki zainicjowania zapłonu CI, czynniki organizacji, wykrywania i profilaktyki metanowej CO oraz czynniki możliwych skutków ryzyka metanowego CS. W oparciu o przedstawioną procedurę dokonano oceny i klasyfikacji czynników ryzyka metanowego. Na tej podstawie zaproponowano niekonwencjonalne metody redukcji ryzyka metanowego odniesione do czynników ryzyka, których oddziaływanie uznane zostało przez ekspertów za najbardziej niekorzystne.*

Słowa kluczowe: *metan, ryzyko metanowe, ocena ekspercka*

RISK REDUCTION ALTERNATIVES FOR METHANE IGNITION AND EXPLOSION BASED ON PANEL OF EXPERTS IN THE AREAS OF LONGWALL EXPLOITATION IN COAL MINES

Abstract: *The paper presents the topic of methane hazard in the light of occupational risk assessment theory, using the qualitative assessment method with the participation of experts. The identified risk factors of ignition and methane explosion were presented and they were divided into semantic groups such as lithospheric and technological factors CZ, ignition factors CI, organization, methane detection and prevention factors CO and possible consequences of methane risk CS. Based on the presented procedure, the methane risk factors were assessed and classified. On this basis, unconventional methane risk reduction methods were proposed related to risk factors, which impact was considered by the experts the most unfavorable.*

Key words: *methane, methane risk, panel of experts*

mgr inż. Adam Kamyk

Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.
KWK „Knurów-Szczygłowie”
Ruch „Knurów”
ul. Dworcowa 1, 44-190 Knurów, Polska

dr inż. Krzysztof Krzemień

Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.
KWK „Knurów-Szczygłowie”
Ruch „Knurów”
ul. Dworcowa 1, 44-190 Knurów, Polska
e-mail: kkrzemien@jsw.pl