

WPŁYW ZAGROŻEŃ NATURALNYCH NA BEZPIECZEŃSTWO PROWADZENIA ROBÓT W KOPALNIACH PODZIEMNYCH

7.1 WPROWADZENIE

Prowadzenie eksploatacji w polskich kopalniach wiąże się z występowaniem wielu zagrożeń naturalnych i technicznych. Przed przystąpieniem do projektowania eksploatacji w nowej partii należy rozpoznać stan zagrożeń naturalnych, które stanowią podstawę do opracowania projektu koncepcyjnego eksploatacji złoża. Rozpoznawanie i zwalczanie zagrożeń naturalnych wymaga stosowania zarówno nowoczesnych technik, technologii, urządzeń oraz maszyn, a także dobrej znajomości i umiejętności posługiwania się odpowiednią wiedzą.

Polskie górnictwo podziemne charakteryzuje się trudnymi warunkami geologiczno-górnictwymi oraz występowaniem zagrożeń:

- metanowego,
- wybuchem pyłu węglowego,
- tąpnięciami, zawałami,
- pożarowego,
- wodnego,
- wyrzutami gazów i skał
- oraz klimatycznego.

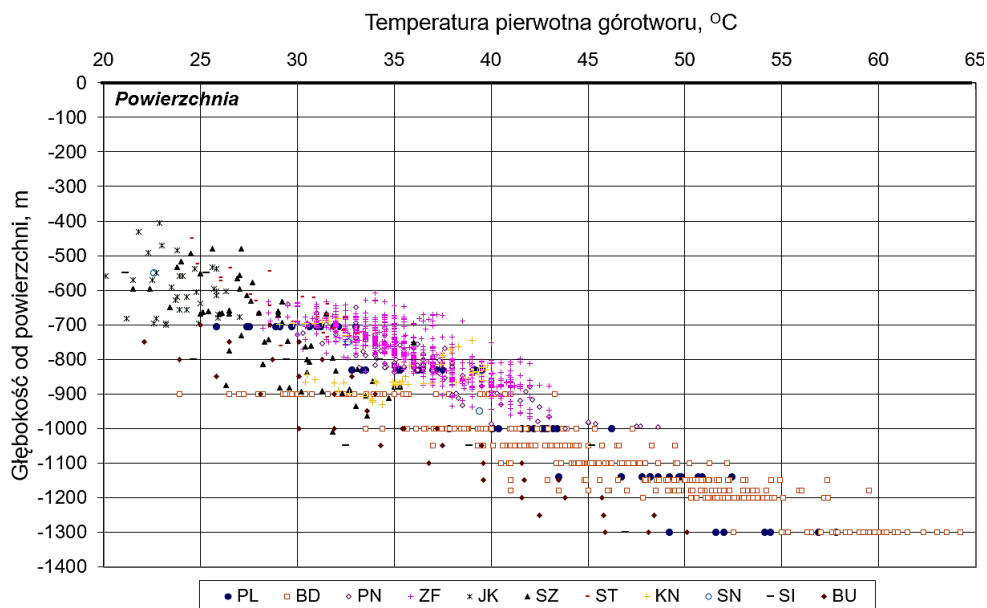
Zwiększająca się głębokość prowadzenia eksploatacji przyczynia się do wzrostu skali występujących zagrożeń naturalnych. Wraz ze wzrostem głębokości mamy do czynienia ze wzrostem ilości wydzielającego się metanu, wzrostem temperatury pierwotnej skał, co pociąga za sobą pogorszenie się warunków klimatycznych i wzrost zagrożenia pożarami endogenicznymi.

Aktualnie eksploatacja prowadzona jest na średniej głębokości wynoszącej 800 m n.p.m, jednak w wielu zakładach odbywa się ona poniżej 1000 m n.p.m. Z roku na rok głębokość eksploatacji rośnie. Współwystępowanie zagrożeń naturalnych może przyczynić się do obniżenia bezpieczeństwa prowadzonych robót. Dlatego też opracowywanie i wdrażanie profilaktyki ich zwalczania jest bardzo istotne. Z tego też powodu niezbędne jest prowadzenie badań naukowych nad opanowywaniem

występujących zagrożeń naturalnych.

7.2 ZAGROŻENIE KLIMATYCZNE

Wzrost głębokości eksploatacji wiąże się ze wzrostem temperatury pierwotnej górotworu. Na rysunku 7.1, przedstawiono zmiany temperatury pierwotnej górotworu w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Z przedstawionego wykresu wynika, że w niektórych kopalniach temperatura pierwotna górotworu przekracza 50°C. W najbliższych latach należy spodziewać się dalszego pogarszania warunków klimatycznych.



Rys. 7.1 Zmiana temperatury górotworu z głębokością w polskich kopalniach

Dopływ strumienia ciepła do powietrza z odsłoniętych skał odbywa się poprzez konwekcję, parowanie wilgoci oraz promieniowanie.

Oprócz temperatury pierwotnej górotworu na warunki klimatyczne w wyrobiskach wpływają inne czynniki, takie jak:

- zabudowane w wyrobiskach maszyny i urządzenia energomaszynowe,
- temperatura powietrza dopływającego do wyrobisk,
- czas przewietrzania wyrobiska,
- transportowany urobek,
- utleniające się skały (ich parametry termofizyczne),
- rurociągi transportujące różne media,
- parująca w wyrobisku woda,
- zmiany ciśnienia powietrza podczas przepływu wyrobiskami.

Na stan zagrożenia klimatycznego wpływa także właściwe planowanie wykonywania wyrobisk podziemnych, racjonalna ich wentylacja oraz organizacja procesu technologicznego, a przede wszystkim transportu urobku i lokalizacji urządzeń elektrycznych.

Zgodnie z obowiązującymi od 1 lipca 2017 przepisami [3], jeżeli temperatura pierwotna skał jest większa niż 30°C, w zakładzie górniczym opracowuje się prognozę warunków klimatycznych oraz ustala się profilaktykę zapewniającą utrzymanie właściwej temperatury zastępczej klimatu. Profilaktyka zapewniająca utrzymanie właściwej temperatury zastępczej klimatu w wyrobiskach wykonywanych w górotworze, którego temperatura pierwotna jest większa niż 40°C, jest opiniowana przez rzeczoznawcę. Kryteria oceny zagrożenia klimatycznego oraz zaliczania go do poszczególnych stopni zagrożenia określają przepisy wydane na podstawie art. 118 ust. 4 ustawy.

W obowiązującym od 1 lipca 2017 roku Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych [4] wskazano, że podstawowym kryterium oceny zagrożenia klimatycznego jest występowanie na stanowisku pracy w podziemnym wyrobisku górniczym, zwanym „stanowiskiem pracy”, temperatury zastępczej klimatu wyższej niż 26°C. Stanowisko pracy jest przestrzenią, która w podziemnych zakładach górniczych podlega zaliczeniu do jednego z trzech stopni zagrożenia klimatycznego. Do I stopnia zagrożenia zalicza się stanowisko pracy, jeżeli temperatura zastępcza klimatu nie jest wyższa niż 30°C. Do II stopnia zalicza się stanowisko pracy na którym temperatura zastępcza klimatu jest wyższa niż 30°C, ale nie jest wyższa niż 32°C. Do III stopnia zagrożenia klimatycznego zalicza się stanowisko pracy, jeżeli temperatura zastępcza klimatu jest wyższa niż 32°C lub temperatura powietrza kopalnianego, zmierzona termometrem wilgotnym lub wyznaczona na podstawie pomiarów temperatury suchej, wilgotności względnej oraz ciśnienia atmosferycznego w miejscu wykonywania pomiaru, jest wyższa niż 34°C, lub temperatura powietrza kopalnianego zmierzona termometrem suchym lub czujnikiem pomiarowym jest wyższa niż 35°C.

Temperaturę zastępczą klimatu wyznacza się na podstawie wzoru:

$$t_{zk} = 0,6 \cdot t_w + 0,4 \cdot t_s - v_a \quad (7.1)$$

gdzie:

t_{zk} - temperatura zastępcza klimatu, °C

t_s - temperatura mierzona termometrem suchym, °C

v_a - średnia prędkość ruchu powietrza w wyrobisku, w metrach na sekundę pomnożona przez współczynnik przeliczeniowy równy $1 \frac{\text{s} \cdot \text{°C}}{\text{m}}$.

Temperaturę zastępczą klimatu można stosować, gdy wartości parametrów mikroklimatu zawierają się w przedziałach: $t_s = 25 \div 35^\circ\text{C}$, $t_w = 20 \div 34^\circ\text{C}$, $v_a = 0,15 \div 4, \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Na stanowiskach pracy zaliczonych do pierwszego i drugiego stopnia zagrożenia klimatycznego stosuje się rozwiązania techniczne w celu obniżenia temperatury lub ogranicza się wymiar czasu pracy. W przypadku, gdy wymiar czasu pracy na stanowiskach pracy zagrożonych klimatycznie jest dłuższy niż 2 godziny,

pracownicy mogą być zatrudnieni tylko w skróconym czasie pracy, w wymiarze 4 godzin w ciągu sześciogodzinnej zmiany roboczej liczonej łącznie z czasem zjazdu i wyjazdu pracownika. Pracownicy ci podlegają obowiązkowi przeszkolenia w zakresie zagrożeń wynikających z pracy w podwyższonej temperaturze. Na stanowiskach pracy zaliczonych do drugiego stopnia zagrożenia klimatycznego mogą być zatrudnieni tylko pracownicy, którzy dotychczas byli zatrudnieni w warunkach zagrożenia klimatycznego oraz pracownicy, którzy powracają do pracy po przerwie dłuższej niż 14 dni spowodowanej chorobą po odbyciu dodatkowych badań lekarskich. Natomiast na stanowiskach pracy zaliczonych do trzeciego stopnia zagrożenia klimatycznego, pracownicy mogą być zatrudnieni tylko w czasie prowadzenia akcji ratowniczych [4].

Według przepisów powinno się prowadzić dokumentację, na podstawie której dokonuje się zaliczenia danej przestrzeni pracy do odpowiedniego stopnia zagrożenia klimatycznego.

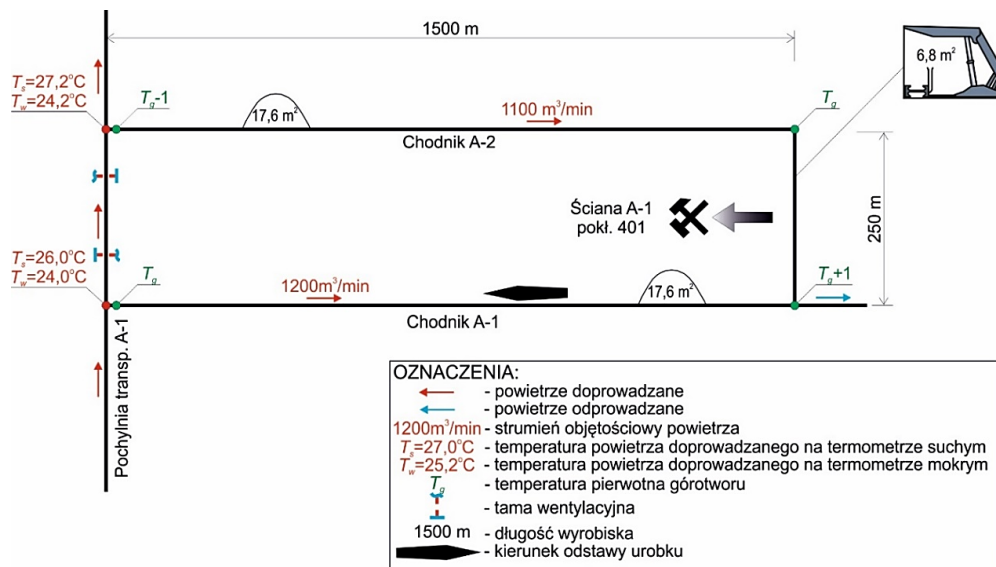
W związku z wprowadzonym w prawie pojęciem *zagrożenia klimatycznego* niezmiernie istotne jest opracowanie zasad kontroli i oceny tego zagrożenia w wyrobiskach górniczych.

W związku z koniecznością utrzymywania w wyrobiskach górniczych odpowiednich parametrów powietrza, w tym utrzymywania temperatury poniżej dopuszczalnych wartości w większości kopalń podziemnych niezbędne jest i będzie stosowanie układów klimatyzacji wyrobisk. Z punktu widzenia późniejszej eksploatacji systemu klimatyzacji ważne jest, aby w przemyślany sposób przystąpić do jego projektowania. System klimatyzacji eksploatowany jest w kopalni zazwyczaj przez długi okres czasu. Ważne jest więc aby w miarę możliwości przewidzieć wszystkie zmiany jakie będą zachodziły w kopalni.

Dla zobrazowania wpływu zwiększania głębokości eksploatacji poniżej przedstawiono przykład obliczeniowy. Za przedmiot analizy przyjęto Ścianę A-1 o wybiegu 1500 m i długości 250 m (rys. 7.2).

Ściana jest przewietrzana w systemie Y. Chodnikiem A-1 doprowadzane jest 1200 m³/min powietrza, natomiast Chodnikiem A-2 1100 m³/min. Odstawa urobku ze ściany odbywa się Chodnikiem A-1. Przeprowadzono obliczenia dla różnych wartości wydobywania (3000 Mg/d, 4000 Mg/d, 5000 Mg/d), rozważono również wariant z brakiem wydobywania.

Prognozy temperatury powietrza wykonano przy założeniu dziewięciu różnych głębokości zalegania rozpatrywanej ściany i związanej z tym temperatury pierwotnej górotworu. Obliczenia rozpoczęto od głębokości 870 m poniżej powierzchni terenu. Na tej głębokości przyjęto średnią temperaturę pierwotną górotworu (oznaczoną jako T_g na rys. 7.2) równą 34°C. Ostatnim przypadkiem było zaleganie ściany na głębokości 1250 m poniżej powierzchni terenu, na której przyjęto temperaturę pierwotną górotworu równą 50°C.

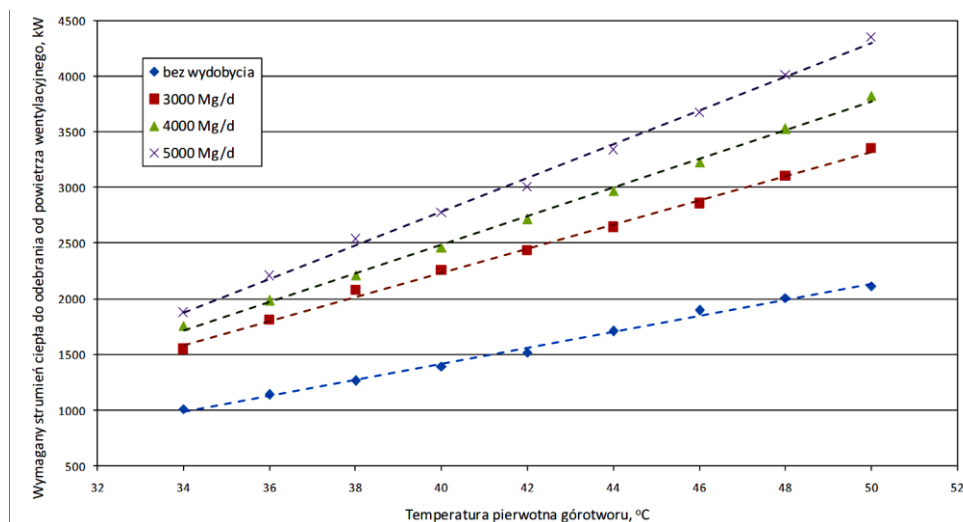


Rys. 7.2 Schemat przewietrzania rejonu Ściany A-1 w pokł. 401

W metodzie uwzględniono występujące w wyrobiskach kopalnianych lokalne (miejscowe) źródła ciepła takie jak:

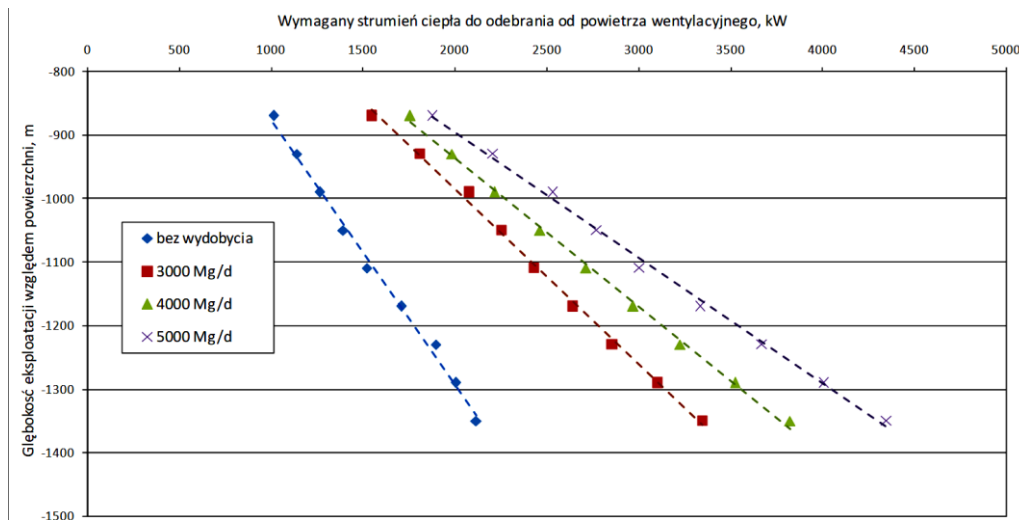
- urządzenia urabiające, transportujące a także wentylatory, pompy,
- transportowany węgiel,
- utleniające się odsłonięte powierzchnie skał węglowych,
- wodę dopływającą z górotworu do wyrobisk,
- rurociągi transportujące czynniki o temperaturze różnej od temperatury powietrza.

W oparciu o wykonane obliczenia, których wyniki przedstawiono na rysunku 7.3 można zauważyć liniowe przyrosty wymaganych strumieni ciepła do odebrania od powietrza wentylacyjnego wraz ze wzrostem temperatury pierwotnej górotworu dla analizowanej ściany A-1.



Rys. 7.3 Wymagany strumienia ciepła do odebrania od powietrza wentylacyjnego w funkcji temperatury pierwotnej górotworu dla Ściany A-1 – wykres punktowy

Na rysunku 7.4 przedstawiono wymagany strumień ciepła do odebrania od powietrza wentylacyjnego w zależności od głębokości eksploatacji dla ściany A-1.



Rys. 7.4 Wymagany strumień ciepła do odebrania od powietrza wentylacyjnego w zależności od głębokości eksploatacji dla ściany A-1

W przypadku analizowanej Ściany A-1 wzrost temperatury pierwotnej górotworu o 1°C powoduje wzrost zapotrzebowania na wymaganą moc chłodniczą do odebrania od powietrza (rys. 7.3), który wynosi około:

- dla wariantu bez wydobywania -70 kW,
- dla wariantu przy wydobywaniu 3000 Mg/d - 110 kW,
- dla wariantu przy wydobywaniu 4000 Mg/d - 130 kW,
- dla wariantu przy wydobywaniu 5000 Mg/d - 150 kW.

Na podstawie wyników przedstawionych na rysunku 7.4 można dla analizowanej Ściany A-1 określić wzrost zapotrzebowania na wymaganą moc chłodniczą do odebrania od powietrza w przypadku wzrostu głębokości eksploatacji o 100 m, który wynosi około:

- dla wariantu bez wydobywania -240 kW,
- dla wariantu przy wydobywaniu 3000 Mg/d -360 kW,
- dla wariantu przy wydobywaniu 4000 Mg/d - 430 kW,
- dla wariantu przy wydobywaniu 5000 Mg/d - 500 kW.

Z przedstawionych rozważań wynika, że wzrost głębokości eksploatacji przyczynia się do wzrostu mocy urządzeń klimatyzacyjnych, jakie należy zbudować w kopalni i poszukiwania innych rozwiązań przyczyniających się do obniżenia temperatury powietrza kopalnianego.

7.3 ZAGROŻENIE METANOWE

W karbonie produktywnym Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, biorąc pod uwagę obszar i obecnie rozpoznane poziomy, metan występuje w różnych ilościach. Jego rozmieszczenie jest również bardzo nierównomierne. 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 metanoności. W części południowo-wschodniej do złóż silnie metanonośnych należą złoża kopalń: „Brzeszcze”, „Silesia”, natomiast w części południowo-zachodniej silnie metanonośnymi są złoża kopalń ROW.

Metan nie jest związany z określonymi poziomami stratygraficznymi. Występuje on we wszystkich poziomach za wyjątkiem warstw libiąskich. Jedne i te same warstwy w jednych obszarach są metanonośne a w innych pozbawione metanu. Nie stwierdza się ścisłej zależności pomiędzy stopniem uwęglenia a metanonością karbonu. Zdarza się, że kopalnie o węglu silnie zmetamorfizowanym zawierają metan w minimalnych ilościach, natomiast kopalnie o słabo zmetamorfizowanym węglu np. kopalnia „Silesia” wykazują często silną metanoność. Duże znaczenie w metanoności węgla ma grubość i rodzaj nadkładu jednak nie jest on jedynym warunkiem występowania większych ilości metanu. Dotychczas przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że metan związany ze złożami węgla występuje w dwóch zasadniczych formach:

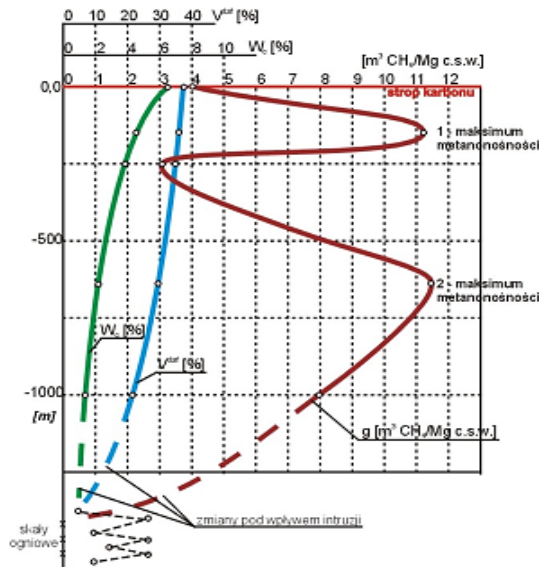
- jako metan sorbowany związany fizyko-chemicznie z substancją węglową,
- jako metan wolny, występujący w porach i szczelinach skał płonnych i pokładów węgla.

Stwierdza się jednak wyraźną zależność pomiędzy metanonością a tektoniką w tym znaczeniu, że dyslokacje w wyraźny sposób rozgraniczają bloki o różnym stopniu nasycenia metanem.

Badania metanoności górotworu prowadzone w południowo-zachodniej części Zagłębia w otworach badawczych wykazują istnienie w stropie karbonu pod nadkładem strefę silnej metanoności [5]. Na rysunku 7.5 przedstawiono zmianę metanoności z głębokością zalegania poniżej stropu karbonu pochodzącą z badań Tarnowskiego [5].

Mięszkość strefy silnej metanoności wynosi około 200 m, a metanoność jej przekracza niejednokrotnie 10 [$\text{m}^3_{\text{CH}_4}/\text{Mg}_{\text{CSW}}$]. Następnie metanoność maleje od 2 do 5 [$\text{m}^3_{\text{CH}_4}/\text{Mg}_{\text{CSW}}$], by na głębokości 700-900 m wzrosnąć do ponad 13 [$\text{m}^3_{\text{CH}_4}/\text{Mg}_{\text{CSW}}$]. Poniżej głębokości 1000 m stwierdza się nawet występowanie wolnego azotu oraz helu. Pierwsze maksimum metanoności związane jest z obecnością nieprzepuszczalnego nadkładu i występuje 150-200 m poniżej stropu karbonu. Drugie maksimum metanoności występuje 650-700 m poniżej stropu karbonu i wiąże się z silnym metamorfizmem skał karbońskich na dużej głębokości zalegania, który spowodował wzrost stopnia uwęglenia i znaczące obniżenie zawartości części lotnych, wzrost zawartości termogenicznego metanu w węglu, obniżenie zwięzłości węgla, zmniejszenie pojemności sorpcyjnej węgla, która przy dużej zawartości metanu i niskiej zwięzłości węgla przyczynia się do wystąpienia wysokiego gradientu ciśnienia w obrębie tzw. pułapki gazowej, co przyczynia się do wzrostu wydzielania metanu do wyrobisk górniczych oraz występowania zjawiska

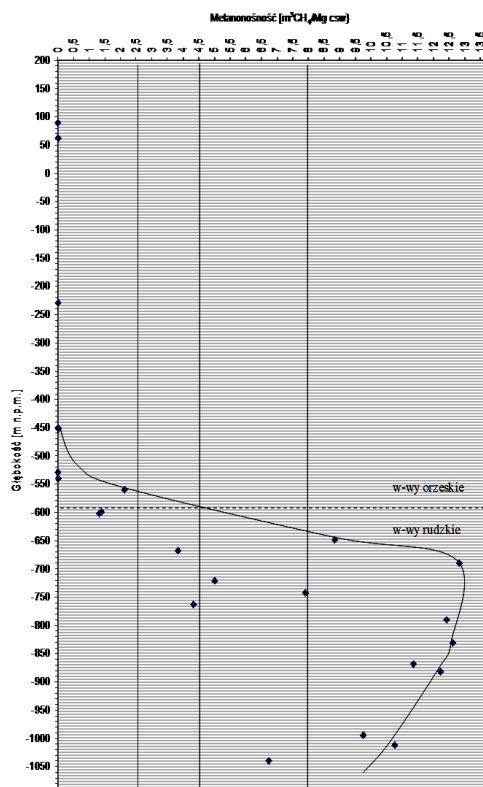
wyrzutów metanu i węgla.



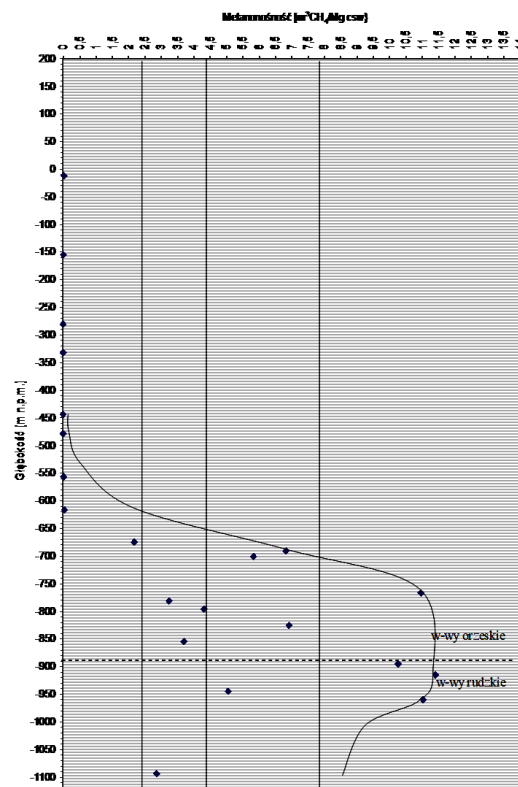
Rys. 7.5 Uśrednione zmiany metanonośności g oraz zawartości wilgoci W_c i części lotnych V_{daf} w pokładach węgla ROW

Źródło: [5]

Na rysunku 7.6 przedstawiono głębokościowy rozkład metanonośności w obrębie złoża Dębieńsko [2].



Otwór Szczygłowice 15



Otwór Dębieńsko Głębokie 8

Rys. 7.6 Głębokościowy rozkład metanonośności w wybranych obszarach

Źródło: [2]

Z tego rozkładu wynika, że prowadzenie eksploatacji w tak nasyconych metanem pokładach wymaga stosowania odpowiednich metod służących do obniżenia jego wydzielania do wyrobisk górniczych.

Od właściwej oceny zagrożenia metanowego, opracowanych prognoz, prowadzonych obserwacji i kontroli zagrożenia oraz podjętych środków profilaktycznych, zależy więc bezpieczeństwo kopalń prowadzących eksploatację w pokładach węgla nasyconych metanem.

Profilaktyka metanowa obejmuje zarówno metody rozpoznawania i kontroli zagrożenia metanowego jak i środki i sposoby zwalczania wybuchowych nagromadzeń metanu w wyrobiskach górniczych. W profilaktyce metanowej kopalń węgla kamiennego dominującą rolę odgrywają następujące sposoby:

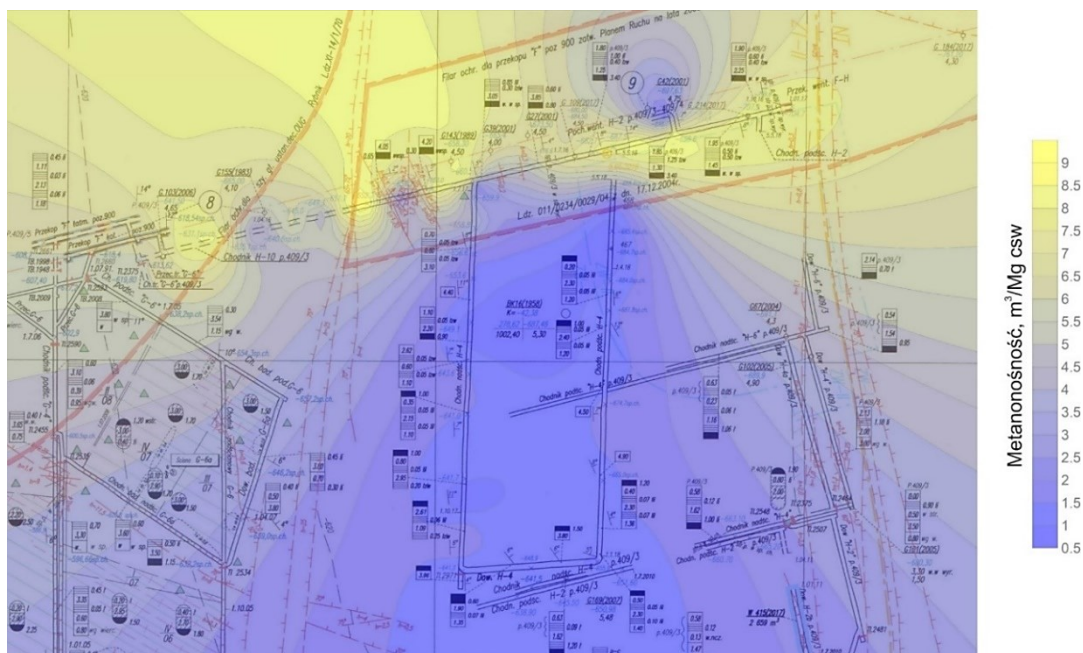
- skuteczna wentylacja zapobiegająca tworzeniu się lontów metanowych lub lokalnych nagromadzeń metanu w wyrobiskach przewietrzanych przepływającymi prądami powietrza wytworzonymi przez wentylatory główne oraz w wyrobiskach przewietrzanych odrębnie przy pomocy wentylacji lutniowej,
- odmetanowanie złóż węgla otworami drenażowymi odwierconymi z wyrobisk podziemnych lub z powierzchni,
- kontrola metanometryczna zawartości metanu w powietrzu wg określonych przepisami zasad lokalizowania czujników w poszczególnych rodzajach wyrobisk,
- pomocnicze urządzenia wentylacyjne stosowane w miejscach o zmniejszonej intensywności przewietrzania i tworzenia się lokalnych nagromadzeń metanu.

Odmetanowanie górotworu jest najskuteczniejszym środkiem zwalczania zagrożenia metanowego, zapewniającym zmniejszenie wypływów metanu do przestrzeni roboczych oraz zapobieganie lub zmniejszenie objawów, takich jak np. wydmuchy, nagłe wyrzuty metanu i węgla, itp. Najskuteczniejszą metodą okazało się drenowanie metanu z górotworu i otamowanych zrobów, odprowadzanie go osobnymi rurociągami na powierzchnię, wykorzystując depresję pomp stacji odmetanowania. Metoda ta pomaga w utrzymaniu żądanych parametrów wentylacyjnych, stawia jednak określone wymagania odnośnie do sposobów rozcinania metanonośnych pokładów węgla. Odmetanowanie wyprzedzające w kopalniach polskich stosowane jest sporadycznie lub wcale się go nie stosuje ze względu na niską przepuszczalność węgla powodującą, że skuteczność metody odmetanowania jest zbyt niska.

Eksploatacja pokładów węgla zagrożonych wstrząsami i tąpnięciami, a zarazem nasyconych metanem stwarza bardzo duże zagrożenie dla bezpieczeństwa zatrudnionej załogi. W przypadku wystąpienia tąpnięcia z pokładów nasyconych metanem może wydzielić się duża ilość metanu do wyrobisk doprowadzając do powstania atmosfery beztlenowej. W takich przypadkach życie znajdujących się w tych wyrobiskach górników może być zagrożone nie tylko od rozładowania energii i deformacji wyrobisk czy ich zniszczenia ale również od wydzielającego się metanu,

który wypiera tlen z wyrobisk. Poniżej przedstawiono dwa przykłady wzrostu wydzielania metanu po wystąpieniu tąpnięcia.

W dniu 05.05.2018r nastąpiło tąpnięcie w partii H w Ruchu Zofiówka, w wyniku którego do wyrobisk wydzielila się duża ilość metanu [1]. Na rysunku 7.7 przedstawiono rozkład metanonośności w pokładzie 409/4 w partii H. Na rysunku tym wyraźnie widać, że metanonośność w polu ściany H-4 była wyraźnie niższa niż na linii Chodnika H-10 i Pochylni wentylacyjnej H-2 pokł. 409/4-409/4. Niższa metanonośność stwierdzona w pokł. 409/4 w czasie drażenia wyrobisk przygotowawczych dla ściany H-4 jest wynikiem odgazowania pokładu 409/4 wcześniejszą eksploatacją prowadzoną w pokł. 409/3. Epicentrum tąpnięcia zostało zlokalizowana w rejonie chodnika H-10 w pokładzie 409/3 i 409/4. W rejonie tego chodnika metanonośność zbliżona jest do $8 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mgcsw}$.



Rys. 7.7 Mapa izolinii metanonośności w rejonie ściany H-4 w pokł. 409/4

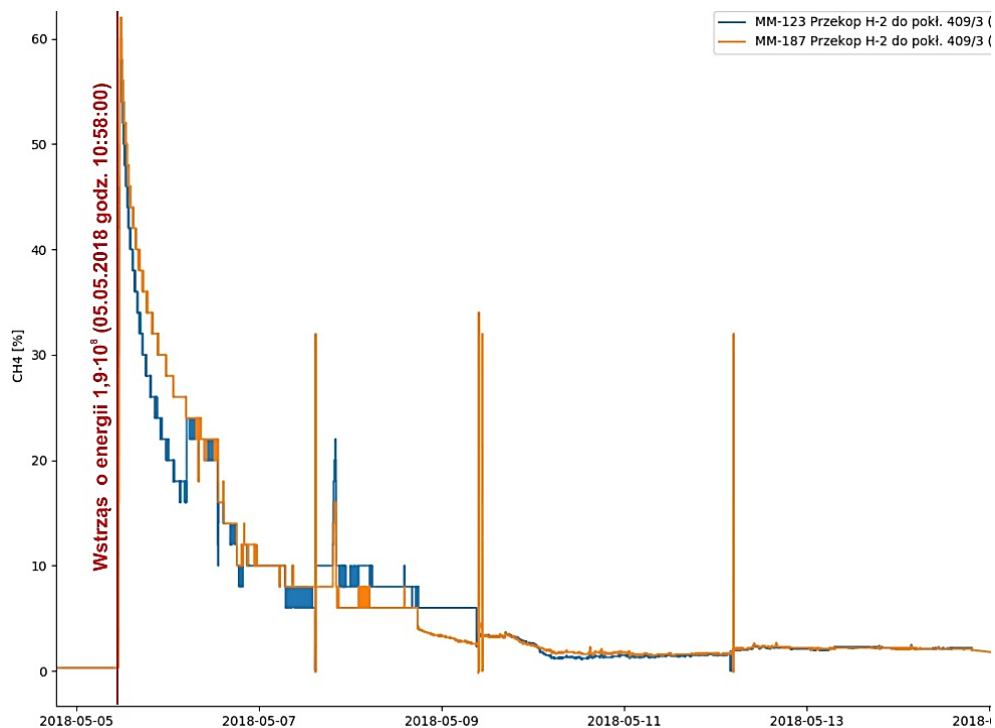
Źródło: [1]

Po wystąpieniu wstrząsu w dniu 05.05.2018 o godzinie 10:58:00 rejestrowane były wysokie stężenia metanu na czujnikach, które nie uległy zniszczeniu w czasie zdarzenia. Spośród analizowanych czujników metanometrii zabudowanych w rejonie partii H zniszczeniu nie uległ czujnik MM-123 i czujnik MM-187. Oba te czujniki zabudowane były w Przekopie H-2 do pokł. 409/3 10-15 m przed skrzyżowaniem z Przecinką H-2 transportową pokł. 409/1 i 409/2. Zapis stężeń z czujników metanometrii po zdarzeniu zamieszczono na rysunku 7.8 [1].

W związku z tym, że po wystąpieniu zdarzenia w dniu 05.05.2018 r. doszło do tak znacznego wypływu metanu do wyrobisk spowodowało to wydłużenie czasu prowadzenia akcji ratowniczej.

Z analizy zapisów czujników metanometrii można oszacować wydzielanie metanu z

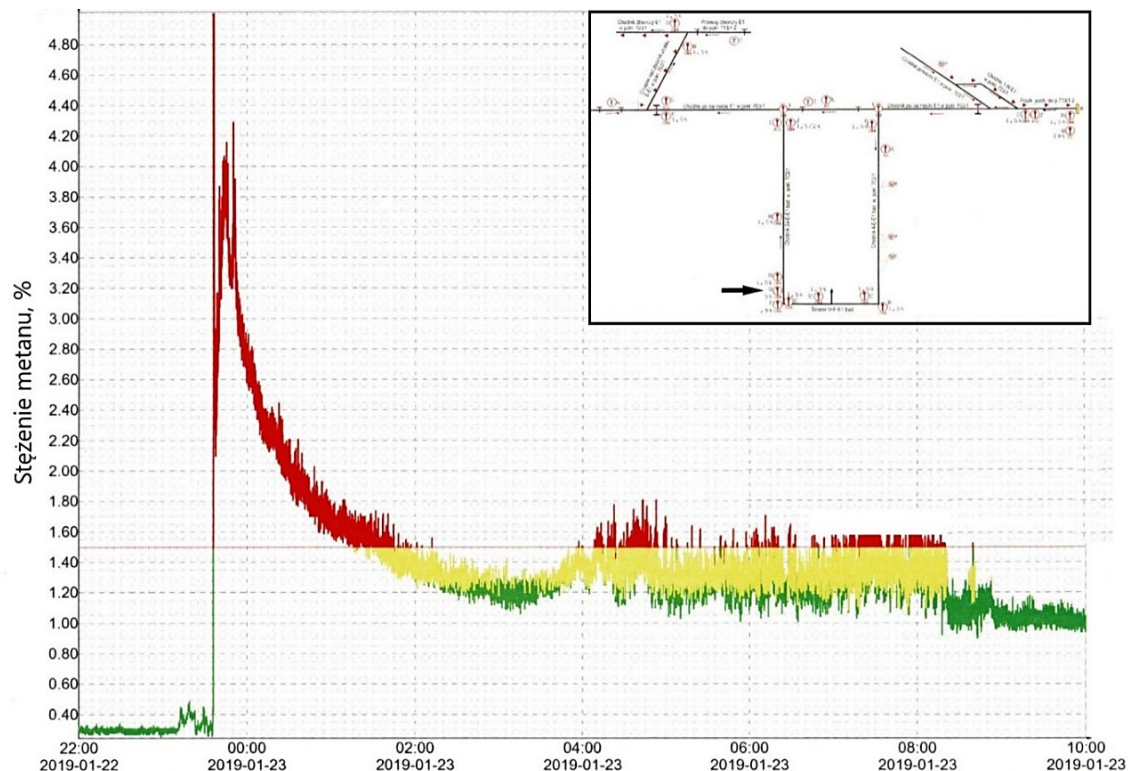
partii H, w której zlokalizowany był wstrząs i w efekcie wystąpiło tąpnięcie w dniu 05.05.2018 r. o godzinie 10:58.



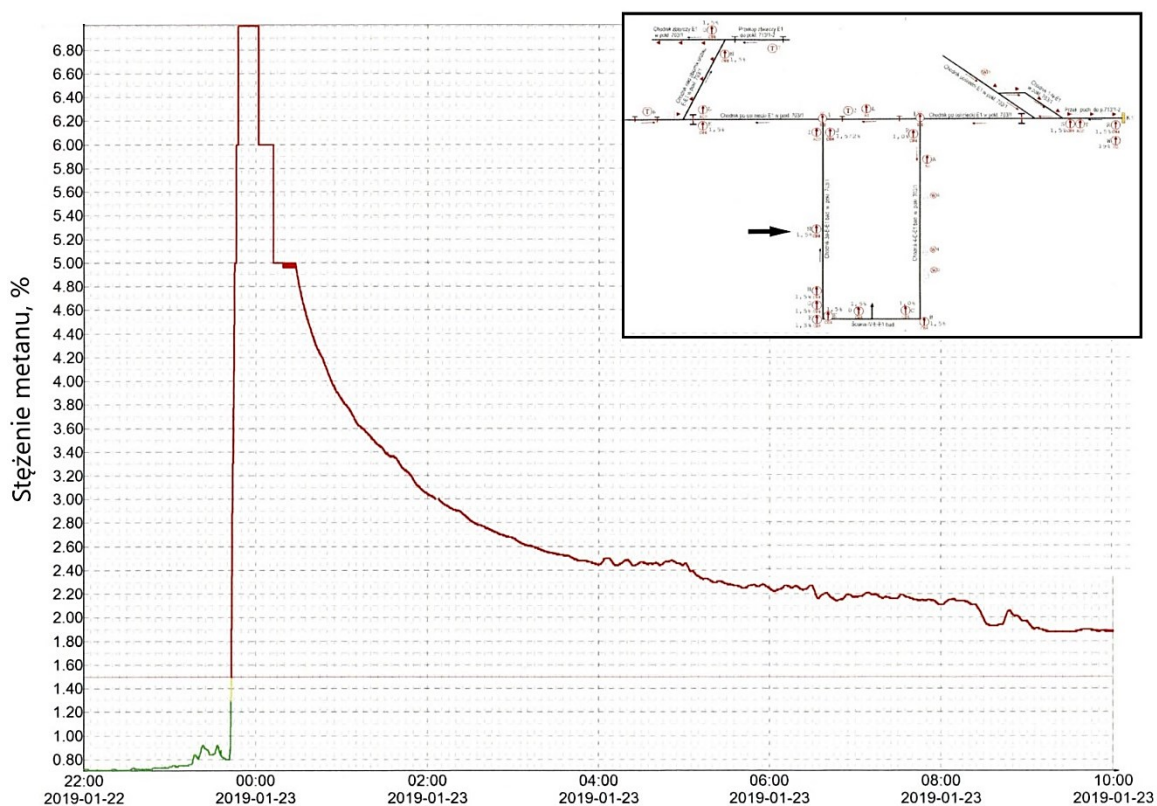
Rys. 7.8 Przebieg stężeń CH₄ na czujnikach MM-123 i MM-187 (05.05.2018-15.05.2018)

Z analizy wynika, że do wyrobisk wydzielilo się około 545000 m³ metanu. Tak więc średnie wydzielanie metanu do wyrobisk w partii H zwiększyło się trzykrotnie w stosunku do stanu sprzed wystąpienia wstrząsu [1].

W pokładzie 703/1 prowadzona była ściana IV w warunkach IV kategorii zagrożenia metanowego i II stopnia zagrożenia tąpnięciami. W dniu 22.01.2019 o godzinie 23:35:41 wystąpił wstrząs w wyniku którego doszło do tąpnięcia w rejonie skrzyżowania frontu ściany z chodnikiem wentylacyjnym. Tąpnięcie spowodowało deformację końcowego odcinka ściany i chodnika wentylacyjnego oraz wydzielanie metanu do wyrobiska. Strumień przepływającego powietrza przez wyrobisko ścianowe zmniejszył się do 30% ilości płynącej przed tąpnięciem. Na rysunku 7.9 przedstawiono zapis zmian stężenia metanu na czujniku SEMP.MM274 zabudowanym w ścianie nad górnym napędem. Maksymalne zarejestrowane stężenie osiągnęło wartość 2,58%. Natomiast na rysunku 7.10 przedstawiono zmianę stężenia metanu w chodniku wentylacyjnym na 5 m przed zabudowanym trafo. Maksymalne stężenie metanu osiągnęło 7,00%. Tąpnięcie spowodowało wypływ dodatkowo około 4500 m³ CH₄ w ciągu 12 godzin, a więc wydzielanie metanu zwiększyło się o 60% w stosunku do ilości wydzielającej się przed tąpnięciem.



Rys. 7.9 Zmiana stężenia metanu na czujniku zabudowanym w chodniku wentylacyjnym na wysokości okna ściany po tąpnięciu



Rys. 7.10 Zmiana stężenia metanu na czujniku zabudowanym w chodniku wentylacyjnym na 5 m przed zabudowanym trafo po tąpnięciu

Zarówno wstrząs jak i tąpnięcie może być powodem wypływu dodatkowej ilości

metanu do wyrobisk. Wpływ metanu przy ograniczeniu przepływającego powietrza może doprowadzić do powstania atmosfery beztlenowej. Dlatego też bardzo istotne jest stosowanie metod prognozowania i doboru odpowiedniej profilaktyki zwalczania zagrożenia tapaniami i zagrożenia metanowego.

7.4 PODSUMOWANIE

Występujące zagrożenia naturalne bardzo często oddziałują na siebie i skala zagrożenia dla załogi zatrudnionej w wyrobiskach jest znacznie większa.

Z przedstawionych rozważań można sformułować następujące wnioski:

- w zakresie zagrożenia klimatycznego niezbędne jest:
 - prowadzenie badań nad obniżeniem kosztów klimatyzacji i wydłużenia czasu pracy górników w wyrobiskach poprzez zapewnienie w nich właściwych warunków klimatycznych.
 - prowadzenie badań nad poprawą efektywności schładzania powietrza w rejonie ścian eksploatacyjnych i robotach udostępniająco-przygotowawczych prowadzonych na dużych głębokościach przy wysokiej temperaturze pierwotnej skał.
- w zakresie zagrożenia metanowego niezbędne jest:
 - prowadzenie badań nad opracowaniem i wdrożeniem innowacyjnych metod odmetanowania pokładów węgla zwiększających efektywność ujęcia metanu na etapie prowadzonych robót eksploatacyjnych.
 - rozwijanie metod odmetanowania dla zwiększenia ujęcia metanu poprzez wiercenie otworów kierunkowych wzdłuż wybiegu ścian eksploatacyjnych nad pokładem eksploatowanym.
 - podjęcie badań nad wierceniem otworów metanowych w pokładzie węgla przed rozpoczęciem eksploatacji pokładów.

LITERATURA

1. Analiza zagrożenia metanowego, w kontekście tapania ze skutkami w wyrobiskach wykonanych w pokładach 409/3 i 409/4, zaistniałego w dniu 5.05.2018 r. o godzinie 10:58 w JSW S.A. KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie” Ruch „Zofiówka”, uwzględniająca stosowane metody oraz działalność profilaktyczną, Praca pod kierunkiem N. Szlązaka, 2018, WUG Katowice
2. Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego „Dębieńsko 1” w kat. B, C₁, C₂ 2007, Przedsiębiorstwo Geologiczno-Ekologiczne „Grafit”
3. Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych
4. Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 1 lipca 2017 roku w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych,
5. J. Tarnowski: Występowanie metanu w złożu południowej części Rybnickiego Okręgu Węglowego. *Prace GiG*. Komunikat nr 541, Katowice 1971.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2019

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2019

WPLYW ZAGROZEŃ NATURALNYCH NA BEZPIECZEŃSTWO PROWADZENIA ROBÓT W KOPALNIACH PODZIEMNYCH

Streszczenie: W artykule przedstawiono charakterystykę zagrożeń aerologicznych wpływających ze wzrostem głębokości prowadzonej eksploatacji na bezpieczeństwo prowadzonych robót górniczych. Szczególną uwagę zwrócono na zagrożenie klimatyczne i metanowe i ich wzajemne powiązania. Współwystępowanie zagrożeń naturalnych przyczynia się do obniżenia bezpieczeństwa prowadzonych robót górniczych. Wzrost występujących zagrożeń naturalnych wiąże się ze wzrostem kosztów prowadzonej eksploatacji wynikających głównie z konieczności ich zwalczania.

Słowa kluczowe: zagrożenie klimatyczne, zagrożenie metanowe, zagrożenie pożarowe, bezpieczeństwo eksploatacji

THE INFLUENCE OF NATURAL HAZARDS ON SAFETY OF WORKS IN UNDERGROUND COAL MINES

Abstract: The article presents the characteristics of natural hazards occurring with the increase in the depth of exploitation and their impact on the safety of mining operations. Particular attention was paid to climate and methane hazards and their interrelationships. Co-occurrence of natural hazards contributes to a decrease in the safety of mining operations. The increase in natural hazards is associated with an increase in operating costs resulting mainly from the need to combat them.

Key words: Climate hazard, methane hazard, fire hazard, operational safety

prof. dr hab. inż. Nikodem Szlązak
Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska
e-mail: szlajak@agh.edu.pl

dr hab. Justyna Swolkień
Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska
e-mail: swolkien@agh.edu.pl