



Zapalenia i wybuchy metanu w kontekście inicjałów związanych z zagrożeniami technicznymi i naturalnymi

Methane ignitions and explosions in the context of the initials related to technical and natural hazards

Dr hab. inż. Stanisław Trenczek^{*)}

Treść: Przypomniano uwarunkowania towarzyszące zapaleniom i wybuchom metanu w kopalniach podziemnych. Scharakteryzowano dotychczasową klasyfikację inicjałów zapaleń metanu pod kątem możliwości ich kontroli oraz zapobiegania ich wystąpieniu. Przedstawiono podział zagrożeń technicznych. Omówiono zdarzenia związane z zapaleniami i wybuchami metanu w polskich kopalniach w okresie ostatnich 12 lat pod kątem inicjałów. Dokonano identyfikacji inicjałów pod kątem zagrożeń technicznych i naturalnych

Abstract: Conditions associated with methane ignitions and explosions in the underground mines were recalled in this work. This paper also presents the previous classification of initials of methane ignitions relating to the possibility of their control and to prevent their occurrence. A classification of technical hazards was presented as well. The events related to methane ignitions and explosions in the Polish collieries in the last 12 years in terms of their initials were discussed. Identification of the initials regarding the technical and natural hazards was made.

Słowa kluczowe:

górnictwo, zagrożenia techniczne, zagrożenia naturalne, wybuch metanu, inicjały

Key words:

mining, technical hazards, natural hazards, methane explosions, initials

1. Wprowadzenie

Zagrożenie metanowe największe niebezpieczeństwo stwarza w rejonach eksploatacyjnych, gdzie jest jednym z najczęściej występujących zagrożeń naturalnych, które to dzieli się pod tym względem [8] na zagrożenia:

- o powszechnej częstości występowania, 100 % rejonów eksploatacyjnych – zagrożenia: pożarami endogenicznymi oraz działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia,
- o wysokiej częstości występowania, w zakresie od 60 do poniżej 100 % – zagrożenia: metanowe – 83,5 %, wybuchem pyłu węglowego – 92,0 %, wodne – 99,1 %,
- o średniej częstości występowania, w zakresie od 30 do poniżej 60 % – zagrożenia: tapaniami – 52,3 %, klimatyczne – 51,4 %,
- o sporadycznej częstości występowania, z zakresie poniżej 30 % rejonów – zagrożenia: wyrzutami gazów i skał – aktualnie około 4 % – oraz radiacyjne naturalnymi substancjami promieniotwórczymi (na razie nie występuje).

Niebezpieczeństwo wynikające z występowania zagrożenia metanowego związane jest ze skutkami, jakie w przypadku zapalenia metanu mogą wystąpić, a dojść do niego może w pewnych określonych uwarunkowaniach. Można w nich wyróżnić trzy poziomy niebezpieczeństwa:

- poziom I – przekroczenie progowych (dopuszczalnych) wartości stężeń metanu w przewietrzanych wyrobiskach,
- poziom II – powstanie wybuchowej mieszaniny metanowo-powietrznej w przewietrzanych wyrobiskach lub zrobach lub otamowanych przestrzeniach, zawierającej $4,5\% < \text{CH}_4 < 15,0\% + \text{O}_2 > 16\%$,
- poziom III – współwystępowanie:
 - mieszaniny wybuchowej,
 - inicjału:
 - o odpowiedniej temperaturze: $T > 600\text{ }^\circ\text{C}$,
 - o odpowiednio długim okresie działania.

Rozpoznawanie poziomu I niebezpieczeństwa realizowane jest poprzez pomiary doraźne wykonywane przez osoby do tego zobowiązane przepisami [5] oraz monitorowanie systemowe połączone z zabezpieczeniami metanometrycznymi, powodującymi wyłączenie spod napięcia urządzeń w przypadku przekroczenia dopuszczalnych stężeń metanu – tabl. 1.

Rozpoznawanie poziomu II niebezpieczeństwa realizowane jest w dwóch okresach. Najpierw, w okresie przed eksploatacją pokładu węgla dokonuje się oceny możliwości wystąpienia stężenia metanu większego niż 1 % i zalicza się wyrobiska w danym rejonie oraz na drogach odprowadzania powietrza do odpowiedniego stopnia niebezpieczeństwa wybuchu – tabl. 2.

Drugi okres, to okres ruchu ściany wraz z okresem jej likwidacji, w którym dokonuje się bieżących kontroli zawarto-

^{*)} Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice

Tablica 1. Zestawienie dopuszczalnych zawartości metanu w powietrzu kopalnianym (opracowanie własne na podstawie [5])

Table 1. Summary of acceptable concentration of methane in mine air (own elaboration on the basis of [5])

| Dopuszczalne zawartości metanu | | | |
|---|---------------------|---|----------------------------------|
| Ze względu na miejsce występowania | | Ze względu na prace | |
| Lokalizacja miejsca | CH ₄ , % | Rodzaj prac | CH ₄ , % |
| Grupa przodków przewietrzana jednym prądem powietrza: – w powietrzu doprowadzonym do każdego przodka – bez stosowania metanometrii automatycznej, – w powietrzu doprowadzonym do każdego przodka – przy stosowaniu metanometrii automatycznej | ≤ 0,5 | Urabianie kombajnami: – chodnikowymi i ścianowymi zwięzłych skał o dużej i średniej skłonności do iskrzenia (w rejonie urabiania). – chodnikowymi pokładu węgla: – w strefie przodkowej, – w rejonie wysięgnika kombajnu, – ścianowymi pokładu węgla: – w powietrzu dopływającym do ściany, – w powietrzu wypływającym ze ściany | ≤ 0,5 |
| | ≤ 1,0 | | ≤ 1,0 ≤ 2,0 ≤ 1,0 ≤ 2,0 |
| Przewietrzanie jednym prądem powietrza grupy przodków drażnionych kombajnami z zastosowaniem wentylacji lutniowej kombinowanej z ssącym lutniociągim wyposażonym w urządzenie odpylające – w powietrzu doprowadzonym do każdego przodka | ≤ 0,5 | Urabianie materiałem wybuchowym (MW): – MW węglowe i skalne – bez blokady metanometrycznej, – MW węglowe i skalne – z blokadą metanometryczną, – MW metanowe, – MW metanowe specjalne | ≤ 0,5 |
| | | | ≤ 1,0 ≤ 1,0 ≤ 1,5 |
| Wyrobnisko ścianowe: – prąd wlotowy powietrza, – prąd wylotowy powietrza | ≤ 1,0 ≤ 2,0 | Urabianie metodami bezogniowymi | > 1,5 |
| Wylot rejonowego prądu powietrza: – bez metanometrii automatycznej, – przy metanometrii automatycznej | ≤ 1,0 ≤ 1,5 | Inne prace (poza urabianiem) | ≤ 2,0 |
| Szyb wydechowy – prąd powietrza wylotowy całkowity | ≤ 0,75 | Prace ratownicze | > 2,0 |

Tablica 2. Kryteria zaliczenia wyrobisk do odpowiedniego stopnia niebezpieczeństwa wybuchu metanu [6]

Table 2. Classification of excavations in terms of the degree of methane explosion hazard [6]

| Stopień niebezpieczeństwa wybuchu metanu | Kryteria dla wyrobiska |
|--|--|
| „a” | nagromadzenie metanu w powietrzu powyżej 0,5 % jest wykluczone |
| „b” | w normalnych warunkach przewietrzania nagromadzenie metanu w powietrzu powyżej 1 % jest wykluczone |
| „c” | nawet w normalnych warunkach przewietrzania nagromadzenie metanu w powietrzu może przekroczyć 1 %. |

Tablica 3. Współzależność temperatury zapłonu od czasu jej działania i stężenia metanu [2]

Table 3. Interrelation between the ignition temperature, its influence duration and the concentration of methane [2]

| Temperatura zapłonu, °C | Czas zapłonu mieszaniny metanowo-powietrznej |
|-------------------------|---|
| 400 | Początek procesu utleniania metanu bez płomieni |
| 500 | Kilka godzin |
| 600 | Kilka minut – dla stężenia metanu poniżej 4 i powyżej 7 % |
| | 10 sekund – dla stężenia metanu 4+7 % |
| 650 | Kilka sekund |
| 1000 | Ułamek sekundy |
| 1300 | Natychmiastowe zapalenie |

ści metanu zarówno w prądach przepływowych powietrza, jak i zrobach. Dokonuje się tego poprzez pomiary doraźne, jak i monitorowanie systemowe. W przypadku zmiany warunków zmienia się zaliczenie wyrobisk do odpowiedniego stopnia niebezpieczeństwa wybuchu.

W przypadku poziomu III niebezpieczeństwa występuje ścisła współzależność pomiędzy wysokością temperatury będącej skutkiem wystąpienia inicjału, a czasem jej oddziaływania w środowisku wybuchowym, czyli w mieszaninie metanowo-powietrznej (tabl. 3).

Z podanych wartości temperatur wynika, że energia inicjalu – przekładająca się na temperaturę – odgrywa bardzo ważną rolę. Temu też zagadnieniu w kontekście źródła wystąpienia inicjalu poświęcona jest dalsza część artykułu.

2. Charakterystyka inicjalów zapłonu metanu

W kontekście zależności szybkości przebiegu reakcji zapłonu od wysokości temperatury inicjalu (tabl. 3) można przyjąć, że w przypadku incydentalnego pojawienia się i krótko utrzymującej się wybuchowej mieszaniny metano-wo-powietrznej do jej zapłonu może nie dojść nawet wówczas, gdy współwystępuje z nią inicjał o stosunkowo niskiej temperaturze. Dlatego rozpoznanie możliwości wystąpienia potencjalnych inicjalów w miejscach teoretycznego możliwego wystąpienia mieszaniny wybuchowej oraz w kontekście przestrzegania zasad eksploatacji w takich warunkach [3] jest niezwykle ważne. Fakty te spowodowały, że znane ze zdarzeń wypadkowych inicjały podzielone zostały pod kątem świadomości osób odpowiedzialnych za stan bezpieczeństwa o warunkach, w jakich możliwe jest ich występowanie.

Inicjały zapłonu metanu dzielone są [9] na jawne, których miejsce ewentualnego wystąpienia jest przewidywalne, dostępne, a więc istnieje możliwość kontroli występujących tam uwarunkowań, i dyskretne, które mogą wystąpić w miejscu niedostępnym, a przez to nie ma możliwości bezpośredniej kontroli uwarunkowań tam występujących.

Do inicjalów jawnych należą:

- pożar endogeniczny, jako źródło energii o dostatecznie wysokiej temperaturze i długim czasie działania,
- roboty strzałowe, ze względu na: źródło bardzo dużej energii i bardzo wysokiej temperatury powstającej podczas zapłonu MW (temperatura zapłonu MW jest od 2- do ponad 4-krotnie wyższa od minimalnej temperatury zapłonu metanu) oraz na możliwość deflagracji materiału wybuchowego w otworze strzałowym wywołującej wysoką temperaturę,
- iskry mechanicznego tarcia o skałę – powstałe: przy urabianiu kombajnem skał, podczas transportu urobku, w tym brył skalnych mogących powodować tarcie o elementy metalowe przenośnika lub kombajnu, co w konsekwencji może powodować wyzwianie energii o temperaturze przekraczającej temperaturę zapłonu metanu,
- iskry mechanicznego tarcia elementów metalowych – tj. elementów urządzeń, np. organu urabiającego o stropnice obudowy, gwałtowne tarcie łańcucha przenośnika o przesło w momencie uwalniania się zakleszczonego łańcucha lub w momencie jego zerwania, co również może powodować wyzwianie energii o temperaturze przekraczającej temperaturę zapłonu metanu,
- łuk elektryczny – bardzo wysoka energia i temperatura powstająca np. podczas zwarcia urządzeń elektrycznych, uszkodzonych kabli energetycznych, iskrzenia trakcji,
- wyładowanie elektrostatyczne – z materiałów ze sztucznego tworzywa stosowanego w wyrobiskach dołowych o wystarczającej energii i temperaturze do zapłonu metanu,
- otwarty ogień – występujący w czynnych wyrobiskach, np. w czasie procesów technologicznych cięcia lub spawania metali, a także w czasie pożaru egzogenicznego, czy palenia tytoniu.

Do inicjalów dyskretnych z kolei należą:

- iskrzenie tarciove skał w zrobach – tarcie skały o skałę lub spadek skały na skałę podczas powstawania zawału zasadniczego (przy piaskowcach gruboziarnistych wystarcza spadek z wysokości 2,5 m),

- wysoka energia i przepływ ładunków elektrycznych, mogące wystąpić w zrobach,
- w szczelinach tworzących się podczas pęknięcia skały,
- iskry ładunków elektrycznych, powstające w zrobach podczas niszczenia struktury twardej skały,
- gorące powierzchnie, powstające w zrobach po zadziałaniu dużej energii niszczącej
- strukturę skały lub po zaistniałym tarcu skały o skałę.

Na wymienione powyżej inicjały można także spojrzeć inaczej – pod kątem tego, czy człowiek może mieć całkowity wpływ na jego ewentualne wystąpienie, czy ten wpływ może być częściowy, lub czy może nie ma żadnego wpływu. Upraszczając – czy są to inicjały naturalne, czy techniczne.

3. Charakterystyka zagrożeń technicznych pod kątem inicjacji zapłonu metanu

Ogólny podział zagrożeń technicznych uwzględnia skutki ich wystąpienia, tj. możliwość zaistnienia zdarzenia wypadkowego oraz możliwość wywoływania uciążliwości, chorób i spowodowania uszczerbku na zdrowiu. Pomimo zróżnicowanego poziomu wykorzystywania środków technicznych w różnego rodzaju kopalniach podziemnych, to zdecydowana większość zagrożeń technicznych występuje w każdej z nich (tabl. 4).

Tablica 4. Zestawienie zagrożeń występujących w kopalniach podziemnych [10]

Table 4. Summary of hazards which occur in underground mines [10]

| Główne zagrożenia | Występowanie zagrożenia w kopalniach | | | | |
|---|--------------------------------------|------------|--------------------|-----|-------------------|
| | węgla kamiennego | rud miedzi | rud cynku i ołowiu | sol | gipsu i anhydrytu |
| Zagrożenia techniczne – potencjalnie wypadkowe | | | | | |
| elektryczne | X | X | X | X | X |
| elektromagnetyczne | X | X | X | X | X |
| mechaniczne | X | X | X | X | X |
| termiczne | X | X | X | X | X |
| dynamiczne | X | X | X | X | X |
| pożarowe | X | X | X | X | X |
| gazowe | X | X | | | |
| chemiczne | X | X | | | |
| Zagrożenia techniczne – potencjalnie chorobotwórcze | | | | | |
| hałasem | X | X | X | X | X |
| wibracyjne | X | X | X | X | X |

Analizując czynniki charakterystyczne dla poszczególnych zagrożeń technicznych pod kątem omówionych wcześniej inicjalów można wyróżnić te zagrożenia, które bywają lub mogą być źródłem inicjalu.

Najpowszechniej występujące zagrożenie techniczne to zagrożenie elektryczne [1], co wynika z faktu stosowania energii elektrycznej jako głównego źródła zasilania. Jest wiele czynników tego zagrożenia powodujących różnego rodzaju skutki, a wśród są dwa, które mogą być inicjałem zapłonu metanu – łuk elektryczny i ładunek elektrostatyczny.

Drugim z najbardziej powszechnie występujących zagrożeń technicznych jest zagrożenie mechaniczne [4]. Niektóre jego czynniki, zwłaszcza te związane z ruchem postępowym, ruchem wirującym i ruchem obrotowym maszyn i urządzeń również mogą spowodować zaistnienie inicjalu.

Najgroźniejszym źródłem dla zainicjowania zapłonu metanu jest zagrożenie pożarowe – pożarami egzogenicznymi. Pożar, mogący wystąpić w wyniku niekorzystnych

uwarunkowań stosowania materiałów palnych (drewno, taśmy przenośników, paliwa płynne), maszyn o napędzie spalinowym, czy technologii z użyciem otwartego ognia – spawanie, cięcie i lutowanie metali, to nic innego jak „gotowy” inicjał. Inicjałem może być też płomień powstały w wyniku nieprawidłowo stosowanej techniki strzelniczej (deflagracja materiału wybuchowego).

Źródłem inicjału zapłonu metanu może być też zagrożenie chemiczne, wynikające ze stosowania materiałów z tworzyw sztucznych, które w szczególnych okolicznościach mogą wyzwać ładunki elektrostatyczne o odpowiedniej energii i odpowiedniej temperaturze.

Patrząc zatem pod tym kątem na inicjały zapłonu metanu można sobie zadać pytanie, jak w tym kontekście ocenić zdarzenia z udziałem metanu zaistniałe w ostatnich kilkunastu latach.

4. Zdarzenia z udziałem metanu w latach 2002÷2013

W okresie lat 2002÷2013 odnotowano w Polsce 30 zdarzeń z udziałem metanu o różnych skutkach[7] (tabl. 5).

Z analizy tych zdarzeń (tabl. 5) pod względem skutków wynika, że w latach 2002÷2013 zaistniało 29 zdarzeń zapale-

Tablica 5. Zestawienie zdarzeń z udziałem metanu w latach 2002÷2013 (opr. własne na podst. [7])

Table 5. Summary of methane-hazard events between 2002 and 2013 (own elaboration on the basis of [7])

| Lp. | Kopalnia | Data | Inicjał | Przebieg zdarzenia | Wypadki (śmiertelne / ciężkie / lekkie) |
|-----|--|------------|---|----------------------|---|
| 1. | „Rydułtowy” | 23.03.2002 | iskry mechaniczne (od przenośnika) | wybuch | 3 / 5 / 2 |
| 2. | „Budryk” | 17.07.2002 | iskrzyenie tarciove skał w zrobach | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 3. | „Pniówek” | 05.09.2002 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie i wybuch | 1 / 7 / 5 |
| 4. | „Bielszowice” | 24.02.2003 | pożar endogeniczny | zapalenie | 0 / 13 / 19 |
| 5. | „Brzeszcze” | 01.04.2003 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 1 / 6 / 5 |
| 6. | „Zofiówka” | 10.06.2003 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 7. | „Sośnica” | 07.11.2003 | pożar endogeniczny | zapalenie i wybuch | 3 / 1 / 6 |
| 8. | „Budryk” | 17.08.2004 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 9. | „Halemba” | 03.03.2005 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 10. | „Sośnica” | 17.05.2005 | roboty strzałowe | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 11. | „Staszic” | 25.10.2005 | palenie papierosów | zapalenie | 0 / 2 / 0 |
| 12. | „Zofiówka” | 22.11.2005 | ciśnienie strukturalne górotworu | wyrzut metanu i skał | 3 / 0 / 5 |
| 13. | „Szczygłowice” | 11.05.2006 | łuk elektryczny (iskry od odbieraka lokomotywy) | zapalenie | 0 / 0 / 8 |
| 14. | „Halemba” | 21.11.2006 | łuk elektryczny (uszkodzone urządzenia elektryczne), lub wyładowania elektrostatyczne (zastosowane płótno podsadzkowe), lub pożar endogeniczny, lub iskrzenie tarciove skał w zrobach | zapalenie i wybuch | 23 / 0 / 1 |
| 15. | „Halemba” | 23.05.2007 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 16. | „Pokój” | 28.07.2007 | roboty strzałowe | zapalenie | 0 / 0 / 4 |
| 17. | „Bielszowice” | 02.09.2007 | roboty strzałowe | zapalenie i wybuch | 0 / 0 / 0 |
| 18. | „Budryk” | 30.10.2007 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 19. | „Mysłowice-Wesoła” | 13.01.2008 | pożar endogeniczny | zapalenie i wybuch | 2 / 0 / 1 |
| 20. | „Borynia” | 04.06.2008 | pożar endogeniczny, lub samozapłon spoiwa klejowego, lub łuk elektryczny (uszkodzone kable elektryczne) | zapalenie i wybuch | 6 / 5 / 12 |
| 21. | „Zofiówka” | 20.10.2009 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 22. | „Wujek ” Ruch Śląsk | 18.09.2009 | łuk elektryczny (zwarcie urządzeń elektrycznych) | zapalenie i wybuch | 20 / 25 / 9 |
| 23. | „Mysłowice-Wesoła” Ruch Wesoła | 16.05.2010 | pożar endogeniczny | dwukrotne zapalenie | 0 / 0 / 2 |
| 24. | „Murcki-Staszic” Ruch Staszic | 13.03.2011 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 25. | „Krupiński” | 05.05.2011 | iskry mechaniczne (od przenośnika) | zapalenie | 3 / 9 / 2 |
| 26. | „Bielszowice” | 12.08.2011 | iskry mechanicznego tarcia o skałę, lub iskrzenie mechaniczne (tarcie elementów metalowych – kombajn, przenośnik, obudowa ścianowa), lub iskrzenie tarciove skał w zrobach | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 27. | „Murcki-Staszic” Ruch Staszic | 28.01.2013 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 28. | „Murcki-Staszic” Ruch Staszic | 06.02.2013 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 29. | „Rydułtowy-Anna ” | 25.02.2013 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |
| 30. | „Knurów-Szczygłowice” Ruch Szczygłowice | 25.03.2013 | iskry mechaniczne (od kombajnu) | zapalenie | 0 / 0 / 0 |

nia lub zapalenia i wybuchu metanu oraz jeden wyrzut gazów i skał. Wynika z niej także, że połowa z nich (15) zakończyła się na szczęście bez wypadków, natomiast w rezultacie 15 zdarzeń doszło w okresie lat 2002÷2013 do 65 wypadków śmiertelnych, 73 ciężkich i 82 lekkich.

5. Charakterystyka zdarzeń pod względem inicjałów

W kontekście inicjału zapłonu metanu, do dalszej analizy wzięto pod uwagę 29 zdarzeń zapalenia i wybuchu metanu.

Dokonano zbilansowania ich pod względem podziału na inicjały jawne i dyskretne (tabl. 6) oraz naturalne i techniczne (tabl. 7).

Zestawienie inicjałów jawnych i dyskretnych pokazuje (tabl. 6), że na 26 ustalonych inicjałów aż 25 należy do inicjałów jawnych, a na 3 przypadki o niejednoznacznych inicjałach – 2 również należą do tej grupy.

Z zestawienia inicjałów naturalnych i technicznych (tabl. 7) wynika, że zdecydowanie więcej, bo na pewno w 21 przypadkach wystąpiły inicjały techniczne. W 5 przypadkach wystąpiły inicjały naturalne, a w 3 przypadkach mógł wystąpić

Tablica 6. Zestawienie jawnych i dyskretnych inicjałów zdarzeń z udziałem metanu w latach 2002-2013
Table 6. Summary of disclosed and concealed initials of methane-hazard events between 2002 and 2013 (own elaboration)

| Lp. | Grupa inicjałów | Inicjał | | Liczba zdarzeń z udziałem inicjału | | |
|-----|-----------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------|-----------|
| | | typ | rodzaj | stwierdzona | prawdopodobna | razem |
| 1 | jawne | iskry mechaniczne | od kombajnu | 13 | | 15 + 4/12 |
| 2 | | | od przenośnika | 2 | | |
| 3 | | | od innych elementów metalowych wyposażenia ściany | | 1 – w 1/3 | |
| 4 | | iskry mechanicznego tarcia o skałę | | | 1 – w 1/3 | 4/12 |
| 5 | | roboty strzałowe | | 3 | | 3 |
| 6 | | otwarty ogień | palenie papierosów | 1 | | 1 |
| 7 | | samozapłon | pożar endogeniczny | 4 | 1 – w 1/4 1 – w 1/3 | 4 + 11/12 |
| 8 | | | spoiwa klejowego | | 1 – w 1/3 | |
| 9 | | łuk elektryczny | iskry od odbieraka lokomotywy | 1 | | 2 + 7/12 |
| 10 | | | uszkodzone urządzenia elektryczne | | 1 – w 1/4 1 – w 1/3 | |
| 11 | | | zwarcie urządzeń elektrycznych | 1 | | |
| 12 | | wyładowania elektrostatyczne | | | 1 – w 1/4 | 3/12 |
| 13 | dyskretne | iskrzywanie tarczowe skał w zrobach | | 1 1 – w 1/4 1 – w 1/3 | 1 + 7/12 | |

(opr. własne)

Tablica 7. Zestawienie naturalnych i technicznych inicjałów zdarzeń z udziałem metanu w latach 2002-2013
Table 7. Summary of natural and technical initials of methane-hazard events between 2002 and 2013 (own elaboration)

| Lp. | Grupa inicjałów | Inicjał | | Liczba zdarzeń z udziałem inicjału | | |
|-----|-----------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------|-----------|
| | | typ | rodzaj | stwierdzona | prawdopodobna | razem |
| 1 | naturalne | iskrzywanie tarczowe skał w zrobach | | 1 | 1 – w 1/4 1 – w 1/3 | 1 + 7/12 |
| 2 | | | pożar endogeniczny | 4 | 1 – w 1/4 1 – w 1/3 | |
| 3 | techniczne | iskry mechaniczne | od kombajnu | 13 | | 15 + 4/12 |
| 4 | | | od przenośnika | 2 | | |
| 5 | | | od innych elementów metalowych wyposażenia ściany | | 1 – w 1/3 | |
| 6 | | iskry mechanicznego tarcia o skałę | | | 1 – w 1/3 | 4/12 |
| 7 | | roboty strzałowe | | 3 | | 3 |
| 8 | | otwarty ogień | palenie papierosów | 1 | | 1 + 4/12 |
| 9 | | | samozapłon spoiwa klejowego | | 1 – w 1/3 | |
| 10 | | łuk elektryczny | iskry od odbieraka lokomotywy | 1 | | 2 + 7/12 |
| 11 | | | uszkodzone urządzenia elektryczne | | 1 – w 1/4 1 – w 1/3 | |
| 12 | | | zwarcie urządzeń elektrycznych | 1 | | |
| 13 | | wyładowania elektrostatyczne | | | 1 – w 1/4 | 3/12 |

(opr. własne)

zarówno inicjał naturalny, jak i techniczny. Wynika też wyraźna dominacja, jako inicjału, iskrzenia mechanicznego – na 26 ustalonych inicjałów w 13 przypadkach było to iskrzenie od kombajnu, co stanowi 44,8 %, a w 2 przypadkach od przenośnika, to łącznie stanowi to 51,7 % zdarzeń zapalenia oraz zapalenia i wybuchu metanu.

W kontekście tego, że zarówno inicjały jawne, jak i inicjały techniczne są znacznie łatwiejsze do nadzorowania, a przez to do wyeliminowania, nasuwa się wniosek, że należy większą wagę przykładac do działań uniemożliwiających zaistnienie takich inicjałów. Głównie chodzi o skuteczne zraszanie okolic organu urabiającego kombajnu ścianowego, czyli takie, które gdyby było zawsze stosowane, to w okresie lat 2002÷2013 nie doszłoby do 13 takich zdarzeń.

6. Podsumowanie

Zagrożenie metanowe należy do zagrożeń o wysokiej częstotliwości występowania w rejonach eksploatacyjnych, przez co wzrasta też możliwość wystąpienia niebezpieczeństwa zapalenia i wybuchu metanu.

W uwarunkowaniach sprzyjających zapłonowi metanu można wyróżnić trzy poziomy niebezpieczeństwa:

- poziom I – przekroczenie progowych (dopuszczalnych) wartości stężeń metanu
- poziom II – powstanie wybuchowej mieszaniny metano-powietrznej
- poziom III – współwystępowanie mieszaniny wybuchowej i inicjału.

Spośród wielu zagrożeń technicznych zagrożenia: elektryczne, mechaniczne i pożarowe (pożarem egzogenicznym) są źródłem inicjałów zapłonu metanu.

W latach 2002÷2013, na 29 zdarzeń z udziałem metanu w 26 przypadkach inicjał ustalono jednoznacznie, przy czym aż 25 razy był to inicjał jawny, a 21 razy inicjał, którego źródłem były zagrożenia techniczne.

Zdecydowanie najczęściej występującym inicjałem było iskrzenie mechaniczne od kombajnów – 44,8 % wszystkich zdarzeń, co oznacza, że należy podejmować każde działanie, które zwiększy bezpieczeństwo pracy kombajnu, szczególnie ścianowego, w warunkach zagrożenia metanowego.

Tak wiele zdarzeń zainicjowanych zagrożeniami technicznymi wymaga zwiększenia uwagi na te zagadnienia poprzez przypomnienie o tym podczas szkoleń.

Literatura

1. *Biernacki A., Karski H.*: System interaktywnej oceny ryzyka zawodowego IRYS – porażenie prądem elektrycznym. *Bezpieczeństwo Pracy*, 2005, nr 7-8, s. 6÷10.
2. *Czechowicz J.*: Zwalczanie pożarów w kopalniach silnie metanowych. Wyd. „Śląsk”, Katowice 1972.
3. *Krause E., Lukowicz K.*: Zasady prowadzenia ścian w warunkach zagrożenia metanowego. Wyd. GIG, Seria: Instrukcje, Nr 17, Katowice 2004
4. *Myrcha K., Gierasimiuk J., Wróbel J.*: Czynniki mechaniczne; *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*. T.6. Zagrożenia czynnikami niebezpiecznymi i szkodliwymi w środowisku pracy, CIOP, Warszawa, 2000.
5. 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. z 2002 r. Nr 139, poz. 1169 z późn. zm.
6. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych. Dz.U. z 2002 r. Nr 94, poz. 841, z 2003 r. Nr 181, poz. 1777 oraz z 2004 r. Nr 219, poz. 2227
7. Stan bezpieczeństwa pracy w górnictwie – lata 2001÷2013. Opracowanie WUG, dostępność: <http://www.wug.gov.pl/index.php?bhp-04.05.2014> r.
8. *Trenczek S., Fedko M.*: Poziomy ryzyka dla pracowników oraz ryzyka utraty funkcjonalności wyrobiska w rejonach ścian. *Prace Naukowe GIG* 2011, Nr 4/2/2011, ISSN 1643-7608, Katowice 2011, s. 501÷516.
9. *Trenczek S.*: Roboty strzałowe jako aktywny inicjał jawny zapłonu metanu. *Prace Naukowe GIG Górnictwo i Środowisko*. Katowice 2006, ISSN 1643-7608, s. 139÷148.
10. *Trenczek S., Wojtas P.*: Charakterystyka zagrożeń technicznych w kopalniach podziemnych. Rozdział w Monografii pod redakcją P. Wojtasa „Zagrożenia techniczne w górnictwie – innowacyjne rozwiązania do poprawy bezpieczeństwa pracy – wybrane zagadnienia”. Wyd. ITI EMAG, Katowice 2014, s. 7÷29 13.