



Zbigniew BURTAN*, Jerzy STASICA**, Zbigniew RAK**

Wpływ katastroficznych zagrożeń naturalnych na bezpieczeństwo pracy w górnictwie węgla kamiennego w latach 2000–2016

Streszczenie: Polskie górnictwo węgla kamiennego charakteryzuje się występowaniem praktycznie wszystkich, typowych dla eksploatacji podziemnej zagrożeń naturalnych, zwłaszcza tzw. zagrożeń katastroficznych. Ujawnianie się tych zagrożeń wywołuje niebezpieczne zdarzenia, w wyniku których niejednokrotnie dochodzi do wypadków, w tym wypadków śmiertelnych. Wysoki poziom zagrożeń naturalnych może ograniczyć prowadzenie eksploatacji lub nawet doprowadzić do zaniechania wybierania rejonów dotkniętych ich skutkami. Wyłączenie z eksploatacji takich części złoża może z kolei zmniejszyć zdolności wydobywcze kopalń, a w niektórych przypadkach nawet skrócić ich żywotność.

W artykule scharakteryzowano skalę występowania zagrożeń: metanowego, wybuchem pyłu węglowego, pożarami endogenicznymi, zawałami, tąpnięciami, wyrzutami metanu i skał oraz wodnego, wskazując także na możliwość ich koincydencji. Na podstawie statystyk Wyższego Urzędu Górniczego, dotyczące niebezpiecznych zdarzeń i wypadków śmiertelnych wywołanych zagrożeniami naturalnymi w latach 2000–2016 analizowano częstość ich uaktywniania i wypadkowość. Na podstawie tej analizy można stwierdzić:

- Pod względem liczby niebezpiecznych zdarzeń najczęstszymi były pożary endogeniczne, tąpnięcia i odprężenia, zapalenia i wybuchy metanu oraz zawały skał, a najrzadziej dochodziło do wdarć wody, wyrzutów metanu i skał oraz wybuchów pyłu węglowego.
- Najwięcej wypadków śmiertelnych miało miejsce w wyniku wybuchów metanu i wybuchów pyłu węglowego, a znaczną liczbę wywołały tąpnięcia i zawały. Najmniej wypadków spowodowały wdarcia wody, pożary endogeniczne oraz wyrzuty metanu i skał.
- Za najbardziej katastroficzne należy uznać zagrożenie metanowe i wybuchem pyłu węglowego, choć zdarzenia wynikające z ujawniania się tych zagrożeń charakteryzowały się relatywnie małą częstością występowania.

Przeprowadzona ocena potwierdza znaczący wpływ katastroficznych zagrożeń naturalnych na stan bezpieczeństwa pracy w kopalniach węgla kamiennego.

Słowa kluczowe: górnictwo węgla kamiennego, zagrożenia naturalne, bezpieczeństwo pracy w górnictwie

* Dr hab. inż., ** Dr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; email: burtan@agh.edu.pl

The influence of natural hazards of disasters on the work safety conditions in Polish coal mining in the years 2000–2016

Abstract: Polish coal mining is characterized by the presence of virtually all natural hazards that typically occur in underground exploitation, and especially of threats of disasters. Disclosure of these threats can cause dangerous events, often resulting in accidents, including fatal accidents. The high level of natural hazards may furthermore put heavy constraints on mining activities or can even lead engineers to exclude disaster-prone areas from exploitation. Decommissioning certain parts of deposits may lastly reduce the production capacity of mines, and in some cases may even shorten their life span.

The article describes the scale of the occurrence of hazards: methane, coal dust explosion, spontaneous fire, infarcts, rock burst, gases and rocks outbursts and water outflow, also showing the possibility of their mutual coincidence. On the basis of the statistics of the Mining Authority concerning dangerous events and fatalities caused by natural hazards in the years 2000–2016, their frequency and likeability were analyzed. The analysis leads us to the following conclusions:

- In terms of the number of dangerous events, the most common were endogenous fires, rock bursts, methane explosions and rock falls, and the least frequent included water inflow, methane and rocks outbursts, and coal dust explosion. Although fires were the most common, they caused the least accidents.
- The majority of fatal accidents occurred as a result of methane explosions and coal dust explosions, and a significant number were caused by rockbursts and rock falls. Water-related accidents, endogenous fires and methane and rocks outbursts caused the least fatalities.
- Methane and coal dust explosions are the most catastrophic, although the incidence of these threats has been low.

The analysis of hazardous incidents and fatal accidents caused by these threats confirms their significant impact on work safety in coal mining.

Keywords: coal mining, natural hazards, work safety

Wprowadzenie

W kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego występują praktycznie wszystkie, typowe dla eksploatacji podziemnej zagrożenia naturalne. Dotyczy to zwłaszcza tzw. zagrożeń katastroficznych, które mogą wywołać niebezpieczne zdarzenia, często o dużej intensywności i zasięgu, powodując zniszczenia mienia kopalni i wypadki wśród pracowników. Do zagrożeń tych należą: metanowe, wybuchem pyłu węglowego, pożarami endogenicznymi, zawałami, tąpniętami, wyrzutami gazów i skał oraz wodne. Znamienną cechą polskiego górnictwa węgla kamiennego jest jednoczesne występowanie kilku zagrożeń naturalnych, które jako zagrożenia skojarzone dodatkowo powodują obniżenie poziomu bezpieczeństwa prowadzenia robót górniczych (Burtan 2016).

W 2016 r. w Polsce wydobyto 70,4 mln ton węgla kamiennego, pochodzącego z 23 (aktualnie 22) w większości zespolonych kopalń, z których 22 (obejmujące 33 oddzielne ruchy) znajduje się w obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Na skutek szczyptywania się złóż węgla kamiennego, a w konsekwencji ograniczone możliwości produkcyjne kopalń, a także z uwagi na spadek cen, duże koszty wydobycia oraz mniejsze zapotrzebowanie, wydobywanie to sukcesywnie spada. Zmniejszeniu ulega również zatrudnienie i liczba kopalń (tab. 1) (WUG 2003–2017).

Spadek wielkości wydobycia i liczby kopalń nie przekłada się na zmniejszenie wielkości większości zagrożeń naturalnych, co wynika m.in. ze złożonych geologiczno-górnictwowych warunków eksploatacji oraz dużej regionalnej i lokalnej koncentracji wydobycia.

TABELA 1. Wielkość wydobycia, zatrudnienie i liczba kopalń węgla kamiennego w Polsce

TABLE 1. Characteristics of the coal mining sector in Poland

| Rok | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2012 | 2014 | 2016 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Wydobycie ·10 ⁶ [Mg] | 102,5 | 102,1 | 99,5 | 94,4 | 83,6 | 77,4 | 79,2 | 72,5 | 70,4 |
| Zatrudnienie ·10 ³ | 155,0 | 135,6 | 127,3 | 119,0 | 113,3 | 111,9 | 106,1 | 98,1 | 87,8 |
| Liczba kopalń | 42 | 42 | 39 | 33 | 31 | 32 | 31 | 30 | 23 |

Występowanie katastrofogennych zagrożeń naturalnych w kopalniach węgla kamiennego, w tym ich wzajemne oddziaływanie wywołuje niebezpieczne zdarzenia, niejednokrotnie powodujące wypadki, w tym także wypadki śmiertelne. Wysoki poziom zagrożeń naturalnych, w tym ujawnianie się niebezpiecznych zdarzeń może skutkować ograniczeniem, okresowym zatrzymaniem, a nawet zaniechaniem eksploatacji, wpływając na zmniejszenie wydobycia. Wyłączenie z eksploatacji części złoża dotkniętych skutkami ujawniania się zagrożeń naturalnych może również zmniejszyć zdolności produkcyjne kopalń, a w niektórych przypadkach nawet skrócić ich żywotność (Burtan 2016).

1. Poziom katastrofogennych zagrożeń naturalnych

1.1. Zagrożenie metanowe

Zagrożenie metanowe rozumiane jako możliwość wystąpienia zapalenia lub wybuchu metanu obok lub wraz z zagrożeniem wybuchem pyłu stanowi najbardziej katastrofogenne zagrożenie w górnictwie węgla kamiennego. Aktualnie na 22 kopalnie, 17 prowadzi eksploatację w warunkach tego zagrożenia. Udział wydobycia z pokładów „metanowych” stale rośnie, wynosząc 78%. W 2016 r. w wyniku prowadzenia eksploatacji wydzielono się 933,8 mln m³ metanu, co w przeliczeniu na wydobycie wyniosło 13,3 m³/Mg (w odniesieniu do wydobycia z pokładów „metanowych” 17,05 m³/Mg). Pomimo zmniejszania się wydobycia i liczby kopalń wartości te są największe w historii polskiego górnictwa węgla kamiennego (WUG 2003–2017).

W latach 2000–2016 odnotowano 46 zapaleń i wybuchów metanu, w wyniku których zginęło 68 osób (WUG 2003–2017). Zdarzenia te obejmowały również przypadki ujawniania się innych zagrożeń. Do zapaleń i wybuchów metanu dochodziło w wyniku pożarów i łąpanię, a wybuchy metanu skutkowały wybuchami pyłu węglowego (tab. 2) (Ćwiek 2011; Matuszewski 2009; WUG 2016).

Najtragiczniejsze zdarzenia w ostatnich latach miały miejsce w 2006 r. w KWK Halemba, gdzie w likwidowanej ścianie w wyniku wybuchu metanu i pyłu węglowego zginęło 23 górników oraz w 2009 r. w KWK Wujek ruch Śląsk, gdzie w trakcie eksploatacji ściany doszło do wybuchu metanu i pyłu węglowego, wskutek czego 20 górników uległo wypadkom śmiertelnym, a 25 wypadkom ciężkim (WUG 2016).

TABELA 2. Wybrane zdarzenia z udziałem zapalenia i wybuchu metanu w latach 2000–2016

TABLE 2. Selected events of ignition or explosion of methane in the years 2000–2016

| Rok | Kopalnia | Wypadki śmiertelne | Zdarzenia współwystępujące |
|------|----------------------|--------------------|--|
| 2002 | KWK Rydułtowy | 3 | zapalenie metanu i wybuch pyłu węglowego |
| 2002 | KWK Pniówek | 1 | zapalenie metanu |
| 2003 | KWK Sośnica | 3 | pożar i zapalenie metanu |
| 2003 | KWK Brzeszcze | 1 | zapalenie metanu |
| 2006 | KWK Halemba | 23 | wybuch metanu i pyłu węglowego |
| 2008 | KWK Mysłowice Wesoła | 2 | pożar, wybuch metanu i pyłu węglowego |
| 2008 | KWK Borynia | 6 | wybuch metanu |
| 2009 | KWK Wujek ruch Śląsk | 20 | wybuch metanu i pyłu węglowego |
| 2011 | KWK Krupiński | 3 | zapalenie metanu |
| 2014 | KWK Mysłowice Wesoła | 5 | pożar i zapalenie metanu |
| 2016 | KWK Murcki Staszic | 1 | wybuch metanu |

1.2. Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego

Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego występuje we wszystkich kopalniach węgla kamiennego. Od 2000 r. zaistniało pięć wybuchów, przy czym w czterech przypadkach były one zainicjowane wybuchem metanu (tab. 1), zaś w jednym niewłaściwie prowadzonymi robotami strzałowymi, kiedy to w 2002 r. w KWK Jas-Mos zginęło dziesięciu górników. Poprzedni wybuch pyłu węglowego prawdopodobnie bez udziału metanu spowodowany przewróceniem transformatora pod zasilaniem (alternatywną podawaną przyczyną był wybuch metanu) miał miejsce w 1987 r. w KWK Mysłowice, gdzie zginęło 17 górników (Ćwiek 2011; WUG 2016). Wobec wystąpienia ostatniego wybuchu pyłu węglowego w 2009 r. (tab. 2), zwraca uwagę spadek od 2012 r. zużycia pyłu kamiennego na 1000 ton wydobycia (WUG 2016).

1.3. Zagrożenie pożarami

Zagrożenie pożarami endogenicznymi wynikające z naturalnej skłonności węgla do samozapalenia dotyczy wszystkich kopalń węgla kamiennego, gdzie dodatkowo występuje wiele czynników geologiczno-górnictwowych potęgujących to zagrożenie.

W latach 2000–2016 zaistniało 86 pożarów endogenicznych, w tym 3 pożary w kopalniach Sośnica (2003 r.) i Mysłowice-Wesoła (2008 r. i 2014 r.), które spowodowały zapalenie lub wybuch metanu. W wyniku tych zdarzeń wypadkom śmiertelnym uległo dziewięciu górników (WUG 2003–2017).

Požary endogeniczne, zwłaszcza w zrobach ścian mogą powodować zapalenie i wybuchy metanu, skutkujące wybuchami pyłu węglowego. Brak od 2002 r. wypadków śmiertelnych w wyniku pożarów, które nie skutkowały kolejnymi zdarzeniami, potwierdza skuteczność ich szybkiego wykrywania (WUG 2016).

1.4. Zagrożenie zawałami

Zagrożenie zawałowe, rozumiane jako możliwość niezamierzonego grawitacyjnego opadu skał do wyrobiska w stopniu powodującym niemożność przywrócenia pierwotnej jego funkcji w czasie krótszym niż osiem godzin, występuje powszechnie we wszystkich kopalniach węgla kamiennego.

W latach 2000–2016 odnotowano 28 zawałów, a ich liczba w ostatnich latach wynosiła 1–2 rocznie, przy czym w 2016 r. odnotowano pięć zawałów. W wyniku zawałów wypadkom śmiertelnym uległo 22 górników (WUG 2003–2017).

Z uwagi na przyczyny zawałów wynikające z niewłaściwego zaprojektowania lub wykonawstwa obudowy wyrobisk oraz ze względu na to, że wypadki spowodowane zawałami są często związane z przebywaniem ludzi lub wykonywaniem prac pod niezabezpieczonym stropem i niezachowaniem przez pracowników należytej ostrożności, zagrożenie to również może być zaliczane do zagrożeń technicznych lub osobowych.

1.5. Zagrożenie tąpnięciami

Zagrożenie tąpnięciami rozumiane jako możliwość wystąpienia wstrząsu górotworu ze skutkami powodującymi utratę funkcjonalności wyrobiska górniczego występuje w coraz większej liczbie kopalń. Obecnie na 22 kopalnie 18 eksploatuje pokłady zaliczone do zagrożonych tąpnięciami, z których udział wydobywania wynosi 52,4% (2016 r.). Wysoki poziom dotyczy również zagrożenia wstrząsami z największą od lat sumaryczną energią zarejestrowanych wstrząsów wynoszącą 9,7 GJ (2015 r.) (WUG 2003–2017), co w przeliczeniu na wydobywanie wyniosło 13,8 kJ/Mg, a w odniesieniu do pokładów zagrożonych tąpnięciami 26,3 kJ/Mg.

W ostatnich latach zagrożenie tąpnięciami objawia się ponad 1500 wysokoenergetycznymi (o energii $\geq 10^5$ J) wstrząsami oraz kilkoma zjawiskami tąpnięć i odprężeń w skali roku. W latach 2000–2016 miało miejsce 45 tąpnięć, w wyniku których wypadkom śmiertelnym uległo 19 górników oraz 20 odprężeń z 1 wypadkiem śmiertelnym. Wybrane zdarzenia zaistniałe wskutek tąpnięć przedstawiono w tabeli 3 (WUG 2003–2017 2016).

TABELA 3. Wybrane zdarzenia z udziałem tąpnięć 2000–2016

TABLE 3. Selected events involving tremors 2000–2016

| Rok | Kopalnia | Energia wstrząsu [J] | Wypadki śmiertelne |
|------|---------------------------------|----------------------|--------------------|
| 2002 | KWK Wesola | $3 \cdot 10^7$ | 2 |
| 2004 | KWK Halemba | $3 \cdot 10^7$ | 0 |
| 2005 | KWK Bielszowice | $8 \cdot 10^6$ | 1 |
| 2006 | KWK Rydułtowy-Anna | $1 \cdot 10^8$ | 0 |
| 2006 | KWK Pokój | $9 \cdot 10^7$ | 4 |
| 2007 | KWK Zofiówka | $8 \cdot 10^7$ | 0 |
| 2008 | KWK Bielszowice | $8 \cdot 10^5$ | 0 |
| 2008 | KWK Halemba-Wirek | $1 \cdot 10^7$ | 0 |
| 2010 | KWK Rydułtowy-Anna | $7 \cdot 10^5$ | 1 |
| 2011 | KWK Jas-Mos | $2 \cdot 10^6$ | 1 |
| 2012 | KWK Marcel | $9 \cdot 10^7$ | 1 |
| 2013 | KWK Piekary | $3 \cdot 10^7$ | 0 |
| 2014 | KWK Borynia-Zofiówka-Jastrzębie | $9 \cdot 10^7$ | 0 |
| 2015 | KWK Wujek ruch Śląsk | $4 \cdot 10^9$ | 2 |
| 2015 | KWK Halemba-Wirek | $9 \cdot 10^6$ | 0 |
| 2016 | KWK Ruda ruch Bielszowice | $3 \cdot 10^6$ | 1 |

1.6. Zagrożenie wyrzutami gazów i skał

Zagrożenia wyrzutami gazów i skał aktualnie występuje w czterech kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej, gdzie w latach 2002, 2005 i 2012 miały miejsce wyrzuty metanu i węgla (tab. 4). W wyniku wyrzutu w 2005 r. w kopalni Zofiówka zginęło trzech górników (WUG 2003–2017). Wszystkie wyrzuty wystąpiły w wyrobiskach korytarzowych w trakcie ich drążenia i miały miejsce w rejonach uskoków (Burtan 2016).

TABELA 4. Skala zagrożenia wyrzutami metanu i skał w latach 2000–2016

TABLE 4. The size of the threat of methane outbursts and rocks in the years 2000–2016

| Rok | Kopalnia | Wypadki śmiertelne | Ilość metanu [m ³] | Stężenie metanu [%] | Ilość skał [Mg] |
|------|--------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| 2002 | KWK Pniówek | 0 | 52 000 | 85 | 250 |
| 2005 | KWK Zofiówka | 3 | 10 200 | 50 | 350 |
| 2012 | KWK Budryk | 0 | 340 | 37 | 35 |

Wyrzuty metanu i skał, z uwagi na wzrost zagrożenia metanowego i wybuchem pyłu węglowego, mogą również inicjować zdarzenia wynikające z tych zagrożeń.

1.7. Zagrożenie wodne

Zagrożenie wodne, rozumiane jako możliwość niekontrolowanego dopływu wody do wyrobisk górniczych występuje we wszystkich kopalniach węgla kamiennego. W analizowanym okresie wdarcia wody miały miejsce w latach 2000, 2007 i 2013. W 2013 r. w KWK Knurów-Szczygłowice na skutek wdarcia się wody do wyrobiska doszło do jednego wypadku śmiertelnego (WUG 2003–2017).

Zagrożenie wodne w przeciwieństwie do poprzednich zagrożeń zmniejsza się ze wzrastającą głębokością eksploatacji, gdzie maleje wodonośność skał, a w wyniku intensywnego zaciskania zrobów, zmniejsza się objętość tworzących się w nich zbiorników wodnych. Wieloletnia eksploatacja powoduje, iż zmniejszenie się zagrożenia wodnego jest także efektem długoletnich procesów drenażu górotworu.

2. Niebezpieczne zdarzenia wywołane zagrożeniami naturalnymi

Występowanie zagrożeń naturalnych rokrocznie powoduje niebezpieczne zdarzenia. Ze-stawienie liczby tych zdarzeń w latach 2000–2016 w odniesieniu do poszczególnych zagrożeń zamieszczono w tabeli 5.

TABELA 5. Niebezpieczne zdarzenia wywołane zagrożeniami naturalnymi w latach 2000–2016

TABLE 5. Dangerous incidents caused by natural hazards in the years 2000–2016

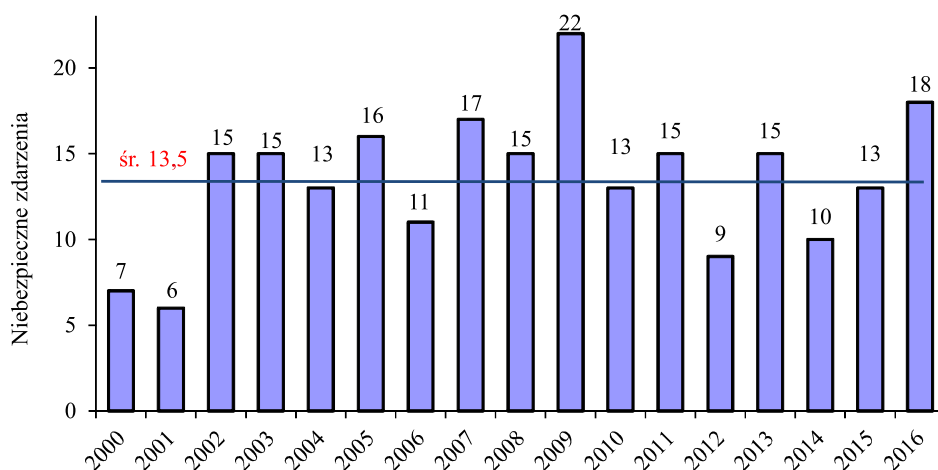
| Rok | Zapalenia i wybuchy metanu | Wybuchy pyłu węglowego | Pożary endogeniczne | Zawały skał | Tąpnięcia i odpręż. | Wyrzuty gazów i skał | Wdarcia wody | Razem |
|-------|----------------------------|------------------------|---------------------|-------------|---------------------|----------------------|--------------|-------|
| 2000 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 7 |
| 2001 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 6 |
| 2002 | 2+1* | 1+1* | 4 | 2 | 4 | 1 | 0 | 15 |
| 2003 | 3+1** | 0 | 3+1** | 1 | 7 | 0 | 0 | 15 |
| 2004 | 1 | 0 | 5 | 1 | 6 | 0 | 0 | 13 |
| 2005 | 3 | 0 | 7 | 1 | 4 | 1 | 0 | 16 |
| 2006 | 1+1* | 1* | 2 | 1 | 6 | 0 | 0 | 11 |
| 2007 | 4 | 0 | 7 | 1 | 4 | 0 | 1 | 17 |
| 2008 | 1+1** | 1** | 5+1** | 2 | 6 | 0 | 0 | 15 |
| 2009 | 2+1* | 1* | 11 | 3 | 5 | 0 | 0 | 22 |
| 2010 | 1 | 0 | 9 | 1 | 2 | 0 | 0 | 13 |
| 2011 | 3 | 0 | 6 | 1 | 5 | 0 | 0 | 15 |
| 2012 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 9 |
| 2013 | 7 | 0 | 4 | 1 | 2 | 0 | 1 | 15 |
| 2014 | 3+1** | 0 | 1+1** | 2 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| 2015 | 3 | 0 | 5 | 2 | 3 | 0 | 0 | 13 |
| 2016 | 5 | 0 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 | 18 |
| razem | 40+3*+3** (43) | 1+3*+1** (4) | 83+3** (83) | 28 | 65 | 3 | 3 | 229 |

* Zapalenia/wybuchy metanu i wybuchy pyłu węglowego.

** Pożary i zapalenia/wybuchy metanu i/lub wybuchy pyłu węglowego.

Ciąg zdarzeń takich jak pożar i/lub zapalenie/wybuch metanu i/lub wybuch pyłu węglowego odnotowano przy każdym z tych zdarzeń. Stąd też wybuchy pyłu węglowego spowodowane zapaleniem metanu (2002 r. – KWK Rydułtowy) oraz wybuchem metanu (2006 r. – KWK Halemba, 2008 r. – KWK Mysłowice-Wesoła, 2009 r. – KWK Wujek ruch Śląsk) przypisano zarówno do zdarzeń związanych z zagrożeniem wybuchem pyłu węglowego, jak i zagrożeniem metanowym. Podobnie pożary endogeniczne inicjujące zapalenie metanu (2003 r. KWK Sośnica, 2014 r. KWK Mysłowice-Wesoła) lub jego wybuch (2008 r. KWK Mysłowice-Wesoła) zestawiono tak w zdarzeniach dotyczących zagrożenia pożarowego, jak i metanowego.

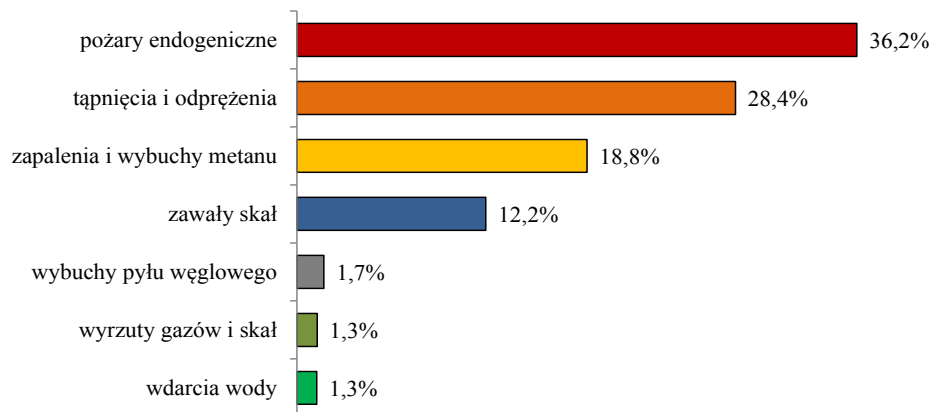
W latach 2000–2016 wystąpiło 229 niebezpiecznych zdarzeń (śr. 13,5 rocznie) wywołanych zagrożeniami naturalnymi (rys. 1), z których większość stanowiły pożary endogeniczne (śr. 5 rocznie). Najwięcej zdarzeń, również z największym udziałem pożarów, odnotowano w latach 2009 (22) i 2016 (18). W ostatnich latach analizowanego okresu, pomimo spadku wydobywania, utrzymuje się relatywnie duża liczba zdarzeń wynikających z zagrożeń naturalnych.



Rys. 1. Niebezpieczne zdarzenia wywołane zagrożeniami naturalnymi w latach 2000–2016

Fig. 1. Dangerous incidents caused by natural hazards in the years 2000–2016

Analizując udział poszczególnych zagrożeń naturalnych w ogólnej liczbie niebezpiecznych zdarzeń, w przypadku ciągu zdarzeń przypisano je do zdarzenia ostatniego. Zatem pożar i zapalenie lub wybuch metanu zaliczono do wybuchów metanu, a pożar i/lub zapalenie lub wybuch metanu i wybuch pyłu węglowego zaliczono do wybuchów pyłu węglowego. Na podstawie tej analizy (rys. 2) można stwierdzić, że najczęściej zdarzeń spowodowały pożary endogeniczne (36,2%), tąpnięcia i odprężenia (28,4%), zapalenia i wybuchy metanu (18,8%) oraz zawały skał (12,2%). Najmniej stanowiły wybuchy pyłu węglowego (1,7%), wyrzuty gazów i skał (1,3%) i wdarcia wody (1,3%).



Rys. 2. Udział zagrożeń naturalnych w niebezpiecznych zdarzeniach w latach 2000–2016

Fig. 2. Participation of natural hazards in dangerous events in the years 2000–2016

3. Wypadki śmiertelne spowodowane zagrożeniami naturalnymi

W wyniku ujawniania się katastrofogenicznych zagrożeń naturalnych rokrocznie dochodzi do wypadków, w tym wypadków śmiertelnych. Liczbę wypadków śmiertelnych spowodowanych poszczególnymi zagrożeniami naturalnymi przedstawia tabela 6, gdzie wypadki spowodowane ciągiem zdarzeń takich jak pożar i/lub zapalenie/wybuch metanu i wybuch pyłu węglowego przypisano przy każdym z tych zdarzeń. W analizie ogólnej wypadkowości śmiertelnej względem poszczególnych zagrożeń (rys. 3 i rys. 4) wypadki śmiertelne powstałe w wyniku ciągu zdarzeń przypisano do zdarzenia ostatniego. Zatem wypadki spowodowane pożarem i zapaleniem lub wybuchem metanu sklasyfikowano do zagrożenia metanowego, a wypadki wywołane pożarem i/lub wybuchem metanu i wybuchem pyłu węglowego zaliczono do zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.

W latach 2000–2016 najwięcej wypadków śmiertelnych datuje się na 2006 r., kiedy zginęło 28 górników, w tym 23 w wyniku wybuchu metanu i pyłu węglowego (KWK Halemba). Dużo wypadków wystąpiło kolejno w latach: 2002 r. – zginęło 18 osób, z czego 10 wskutek wybuchu pyłu węglowego (KWK Jas-Mos); 2008 r. – zginęło 14 górników, w tym 6 w wyniku wybuchu metanu w KWK Borynia; 2009 r. – spośród 23 wypadków śmiertelnych 20 spowodował wybuch metanu i pyłu węglowego w KWK Wujek ruch Śląsk. W pozostałych latach odnotowano znacznie mniej wypadków śmiertelnych.

W całym analizowanym okresie (rys. 4) najwięcej wypadków śmiertelnych wywołanych zagrożeniami naturalnymi zaistniało w wyniku wybuchów pyłu węglowego (50,9%), w większości zainicjowanych zapaleniami lub wybuchami metanu (42,1%). Dużą liczbę wypadków spowodowały zapalenia i wybuchy metanu (17,5%), w tym wywołane pożarami endogenicznymi (7,0%). Znaczną liczbę wypadków spowodowały tąpnięcia i odprężenia (16,7%) oraz zawały skał (10,5%). Najmniej wypadków wywołały wyrzuty gazów i skał

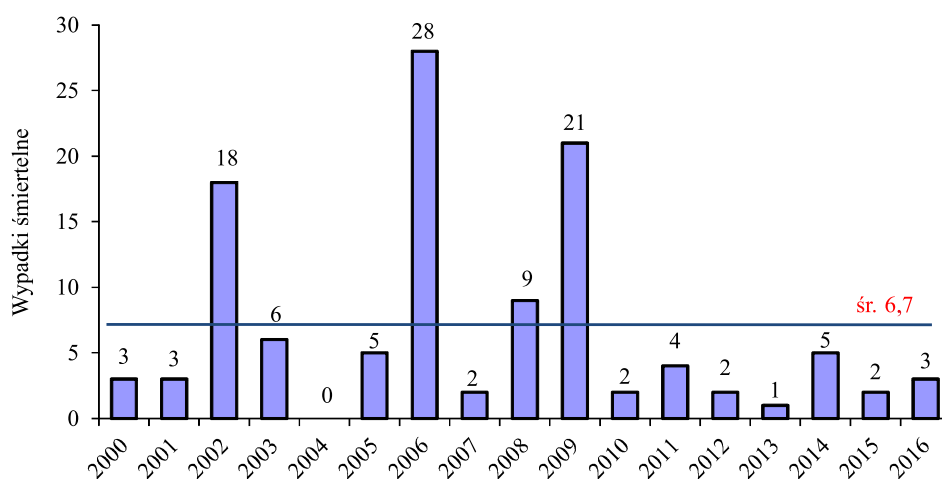
TABELA 6. Wypadki śmiertelne w wyniku występowania zagrożeń naturalnych w latach 2000–2016

TABLE 6. Fatal accidents as a result of natural hazards occurrence in the years 2000–2016

| Rok | Zapalenia i wybuchy metanu | Wybuchy pyłu węglowego | Požary endogeniczne | Zawały skał | Tąpnięcia i odprężenia | Wyrzuty gazów i skał | Wdarcia wody | Razem |
|-------|----------------------------|------------------------|---------------------|-------------|------------------------|----------------------|--------------|-------|
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 2001 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| 2002 | 1+3* | 10+3* | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 18 |
| 2003 | 1+3** | 0 | 3** | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 |
| 2004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2005 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 5 |
| 2006 | 23* | 23* | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 28 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 2008 | 6+2** | 2** | 2** | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 2009 | 20* | 20* | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| 2010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 2011 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 2012 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 2013 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2014 | 5** | 0 | 5** | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 2015 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 2016 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Razem | 12+46*+10** (20) | 10+46*+2** (58) | 1+10** (1) | 12 | 19 | 3 | 1 | 114 |

* Zapalenia/wybuchy metanu i wybuchy pyłu węglowego.

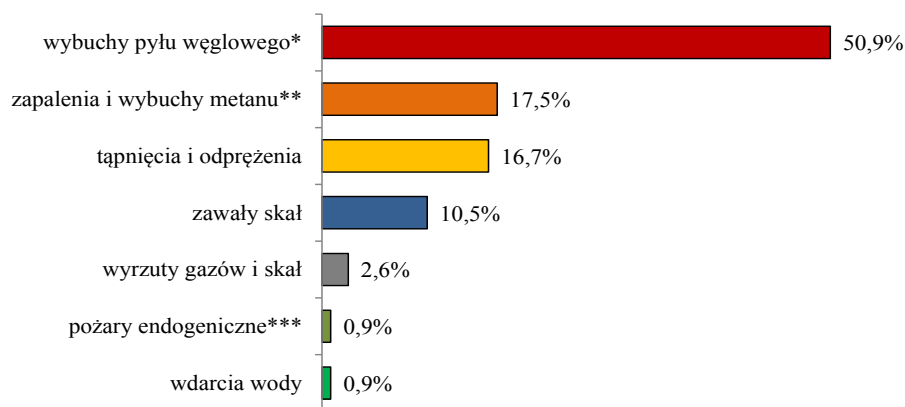
** Pożary i zapalenia/wybuchy metanu i/lub wybuchy pyłu węglowego.



Rys. 3. Wypadki śmiertelne w wyniku występowania zagrożeń naturalnych w latach 2000–2016

Fig. 3. Fatal accidents as a result of natural hazards occurrence in the years 2000–2016

(2,6%), pożary endogeniczne, które nie wywołały wybuchów metanu i pyłu węglowego (0,9%) oraz wdarcia wody (0,9%).



* w tym spowodowane pożarami i/lub wybuchami metanu (42,1%)

** w tym spowodowane pożarami (7,0%)

*** bez udziału wybuchów metanu i pyłu węglowego

Rys. 4. Wpływ zagrożeń naturalnych na wypadki śmiertelne w latach 2000–2016

Fig. 4. Influence of natural hazards on fatal accidents in 2000–2016

Podsumowanie

Polskie górnictwo węgla kamiennego charakteryzuje się występowaniem wszystkich, typowych dla eksploatacji podziemnej, katastroficznych zagrożeń naturalnych, a ich przejawy wywołują niebezpieczne zdarzenia, w których dochodzi do wypadków śmiertelnych. Na podstawie analizy tych zdarzeń i wypadków w latach 2000–2016 można stwierdzić:

- Pomimo spadku wydobycia utrzymuje się duża liczba zdarzeń wynikających z zagrożeń naturalnych. Najwięcej z nich spowodowały pożary endogeniczne, tąpnięcia i odprężenia, zapalenia i wybuchy metanu oraz zawały skał. Najmniej wywołały wybuchy pyłu węglowego, wdarcia wody oraz wyrzuty gazów i skał.
- Wypadki śmiertelne spowodowane zagrożeniami naturalnymi stanowią znaczną część wszystkich wypadków śmiertelnych. Najwięcej z nich miało miejsce w wyniku wybuchów pyłu węglowego i wybuchów metanu, a znaczną liczbę wywołały również tąpnięcia i zawały. Najmniej wypadków śmiertelnych spowodowały wdarcia wody, pożary endogeniczne oraz wyrzuty gazów i skał.
- Za najbardziej katastroficzne należy uznać zagrożenie metanowe i wybuchem pyłu węglowego, choć wybuchy metanu i pyłu węglowego charakteryzowały się relatywnie małą częstością występowania. Do zdarzeń, w których najczęściej dochodziło do wypadków, należy zaliczyć zawały oraz tąpnięcia. Pomimo że pod względem liczby niebezpiecznych zdarzeń spowodowanych zagrożeniami naturalnymi najczęstszymi są pożary endogeniczne, to powodują one najmniej wypadków.

Przeprowadzona ocena niebezpiecznych zdarzeń i wypadków śmiertelnych wywołanych przez zagrożenia naturalne potwierdza ich znaczący wpływ na stan bezpieczeństwa w polskich kopalniach węgla kamiennego.

Artykuł zrealizowano w ramach działalności statutowej AGH Akademii Górniczo-Hutniczej nr 11.11.100.005.

Literatura

- Burtan, Z. 2016. Znaczenie skojarzonych zagrożeń naturalnych w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Przegląd Górniczy* 11, s. 21–29, Katowice.
- Ćwiek, B. 2011. *Podstawowe zasady bezpiecznego zachowania w wyrobiskach górniczych*. Katowice: Wyd. Górnicze Sp. z o.o.
- Matuszewski, K. 2009. Zapobieganie katastrofom górniczym w kopalniach węgla kamiennego. *Bezpieczeństwo – Nauka i Praktyka*. 5/2009 s. 20–23. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- WUG 2003–2017. Wyższy Urząd Górniczy. *Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2002, ... 2016 roku*. Katowice.
- WUG 2016. Wyższy Urząd Górniczy. *Zagrożenia naturalne i górnicze w podziemnych zakładach górniczych. Materiały Departamentu Górnictwa Podziemnego i Otworowego*. Katowice (niepublikowane).