

Wybrane zagadnienia z obszaru zagrożeń technicznych w kopalniach podziemnych z uwzględnieniem współpracy z firmami zewnętrznymi

dr hab. inż. Stanisław TRENCZEK

Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy, Katowice

mgr inż. Waldemar FRAN CZUK

Wyższy Urząd Górniczy, Katowice

TREŚĆ: W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące zagrożeń technicznych, które występują w każdego rodzaju kopalni podziemnej. Podano charakterystyczne czynniki determinujące aktywizację tych zagrożeń. Skutki ich występowania pokazano na przykładzie statystyki wypadków z lat 2019–2023. Wskazano przy tym, że wypadkom ulegają także pracownicy firm zewnętrznych, co bywa w niektórych przypadkach wynikiem niewłaściwej koordynacji prac. W dalszej części przypomniano obowiązki pracodawców dotyczące zapewnienia bezpiecznych warunków pracy wynikających z obowiązujących aktów prawnych. Omówiono też uwarunkowania wpływające na bezpieczeństwo pracy wszystkich zatrudnionych w podziemnych zakładach górniczych. W podsumowaniu podkreślono, że nie można całkowicie wyeliminować skutków zagrożeń technicznych związanych ze stosowaniem w górnictwie podziemnym maszyn i urządzeń oraz różnych rozwiązań technologicznych, tym niemniej należy w dalszym ciągu takie starania czynić.

SŁOWA KLUCZOWE: zagrożenia techniczne, kopalnie podziemne, bezpieczeństwo pracy

1. Wstęp

Technika, technologie i urządzenia, jakie aktualnie są stosowane w górnictwie, przebyły długą drogę rozwoju. Na początku pozyskiwanie kopalin odbywało się „prostymi” sposobami, z użyciem „prostych” narzędzi, nad którymi można było łatwo zapanować. Sprzyjało to bezpieczeństwu pracy, a główne niebezpieczeństwo wynikało z trudności związanych z opanowaniem naturalnych zagrożeń.

W miarę rozwoju techniki, technologii i urządzeń oraz wiedzy o górnictwie poprawiało się bezpieczeństwo z tytułu zagrożeń naturalnych. Wzrastać zaczęło jednak niebezpieczeństwo od maszyn i urządzeń oraz technologii wykorzystywanych do pozyskiwania kopalin. Zagrożenia techniczne, w tym wynikające ze złej organizacji pracy, zaczynają dominować. W rezultacie zwiększa się liczba wypadków związanych z zagrożeniami technicznymi w stosunku do liczby wypadków spowodowanych zagrożeniami naturalnymi. Dlatego podejmowanych jest wiele działań, by ograniczyć skutki tych zagrożeń.

Zagrożenia techniczne to zbiór sytuacji oraz czynników powodujących wypadki przy pracy i będących przyczynami chorób zawodowych lub/i uciążliwości wywołanych oddziaływaniem na organizm pracownika rozmaitych szkodliwych dla zdrowia elementów środowiska pracy, takich jak: hałas, wibracje, zagrożenia mechaniczne, elektryczne, pożarowe, pyły przemysłowe, temperatura, szkodliwe oddziaływanie substancji toksycznych, par rozpuszczalników organicznych i inne [3].

Pomimo tego że w kopalniach podziemnych wraz ze wzrostem głębokości eksploatacji wzrasta intensywność występowania zagrożeń naturalnych [12], to i tak zdecydowana większość zatrudnionych tam pracowników jest narażona na zagrożenia techniczne [13] (tab. 1).

Z prezentowanego zestawienia wynika, że zagrożenia techniczne występują praktycznie w każdego rodzaju kopalni podziemnej, chociaż o różnym nasileniu. Im wyższa koncentracja stosowanych maszyn i urządzeń energomechanicznych, tym większe narażenie. Oznacza to, że praca każdej maszyny oraz urządzenia energome-

► Tab. 1. Zestawienie zagrożeń technicznych występujących w podziemnych zakładach górniczych [13]

► Tab. 1. List of technical hazards occurring in underground areas [13]

Główne zagrożenia	Występowanie zagrożenia w kopalniach				
	węgla kamiennego	rudzie miedzi	rud cynku i ołowiu	solu	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 (egzogoniczne)	X	X	X	X	X
gazowe	X	X	X	X	X
chemiczne	X	X	X	X	X
Zagrożenia techniczne – potencjalnie chorobotwórcze					
hałasem	X	X	X	X	X
wibracyjne	X	X	X	X	X

chanicznego, niezależnie od środowiska, może powodować bezpośrednie zagrożenie dla pracowników i ruchu zakładu górniczego, a kumulacja tych zagrożeń może mieć miejsce szczególnie w przypadku awarii maszyny lub urządzenia.

Podczas użytkowania maszyn i urządzeń energo-mechanicznych niebezpieczne zdarzenia mogą być związane z sytuacjami takimi jak:

- wykonywanie prac przy maszynach i urządzeniach będących pod napięciem lub z bezpośrednim kontaktem z urządzeniami będącymi pod napięciem,
- kontakt z urządzeniami i sieciami będącymi pod ciśnieniem – głównie w ścianach wydobywczych,
- przebywanie pracowników na drogach transportowych w czasie jego wykonywania,
- kontakt z elementami maszyn i urządzeń będącymi w ruchu,
- kontakt ze stosowanymi środkami i substancjami chemicznymi,
- prowadzenie robót z użyciem otwartego ognia w pobliżu środków palnych,
- stosowanie maszyn o napędzie spalinowym.

2. Czynniki charakteryzujące zagrożenia techniczne

Poza kilkoma wyjątkami, zagrożenia techniczne opisywane są poprzez różne czynniki, aczkolwiek i tak są zazwyczaj związane z pracą maszyn i urządzeń energo-mechanicznych.

W przypadku zagrożenia elektrycznego, skutkującego porażeniem prądem elektrycznym (powszechnie stosowany rodzaj zasilania maszyn i urządzeń), czynnikiem najistotniejszym jest oddziaływanie na człowieka natężenia i napięcia prądu elektrycznego. Nieliczne są przypadki stosowania innych źródeł zasilania, np. hydraulicznego lub sprężonego powietrzem, do niektórych typów wentylatorów lutniowych, wiertarek i wiert-

nic. Szczególne okoliczności, sprzyjające zdarzeniom wypadkowym, występują podczas awarii. Na przykład uszkodzenie w systemach uziemienia stwarza realne zagrożenie porażenia prądem elektrycznym, które może mieć związek z napięciem dotyku, polem elektrycznym, polem magnetycznym, łukiem elektrycznym i ładunkami elektrostatycznymi [1].

Pracy urządzeń elektrycznych nieodłącznie towarzyszą zjawiska elektromagnetyczne uboczne, które mogą zakłócać pracę urządzenia, czyli tworzyć degradację jego pracy [7]. Ma to negatywny wpływ na niezawodność i poprawne działanie urządzeń elektronicznych, pracę systemów zabezpieczeń i automatyki w kopalniach podziemnych, więc problem jest znaczący, gdyż w dalszej kolejności wpływają one na bezpieczeństwo pracowników.

Innego rodzaju czynniki powodują zagrożenia mechaniczne, które należą do grupy czynników fizycznych [6], tj.:

- przemieszczające się maszyny oraz transportowane przedmioty (ruch postępowy i obrotowy);
- elementy ruchome poddane ruchowi: wirującemu, obiegającemu, przemieszczającemu oraz złożonemu;
- części oddzielające się: wióry, iskry, odpryski, odłamki, pyły;
- elementy ostre, wystające, chropowate.

W górnictwie podziemnym występuje bardzo wiele stanowisk pracy, gdzie brak jest możliwości ograniczenia ekspozycji pracownika na zagrożenia mechaniczne. Wyróżnia się takie miejsca pracy, w których wspólne obszary działania zarówno człowieka, jak i maszyny/narzędzia mogą aktywizować zagrożenie. Należą do nich:

- obsługa maszyn urabiających, kotwiących, wiertnic itp.;
- obsługa przenośników odstawy urobku;
- miejsca wykonywania prac zbrojeniowych – przygotowujące wyrobisko ścianowe do ruchu,
- obsługa środków transportu materiałów, urobku i ludzi środkami transportu kołowego po torach,

kolejkami podwieszanymi, kolejkami spagowymi, wozami samojezdnymi itp., a ma to miejsce głównie w wyrobiskach wybierkowych – ścianach wydobywczych i drążonych wyrobiskach korytarzowych, komorowych, szybach i szybkach oraz na drogach transportu.

Mające w związku z tym mechaniczne oddziaływanie ruchomych części maszyn, narzędzi, przedmiotów obrabianych lub wyrzucanych materiałów stałych może być przyczyną takich skutków u pracownika, jak: zgniatanie (zgniecenie, zmiżdżenie), ścinanie, cięcie (obcięcie, odcięcie), wplątanie, wciągnięcie lub pochwycenie (zmiżdżenie, złamanie), uderzenie (obtarcie, pęknięcie, złamanie), klucie (przekłucie, przebicie), ścieranie (starcie lub obtarcie).

W przypadku występowania zagrożenia termicznego czynnikami powodującymi wypadki lub będące przyczyną uciążliwości [5] są najczęściej:

- zwarcie lub przeciążenie urządzenia – w przypadku bezpośredniego kontaktu pracownika z tym urządzeniem;
- nagły, awaryjny wypływ gorącego płynu z uszkodzonego urządzenia, np. przekładni olejowej;
- płomień otwartego ognia, np. podczas prac spawalniczych, próby gaszenia ognia (pożar taśmociągu, innego materiału palnego).

Skutki tego typu zdarzeń mogą występować przez dłuższy czas, a nawet być przyczyną wypadku śmiertelnego.

Inną formę uciążliwości występowania zagrożenia termicznego może stanowić przyrost temperatury wywołany mocą zainstalowanych urządzeń elektrycznych, będących nieodzownym elementem środków i urządzeń transportowych. Przykładowo, 1 MW mocy urządzeń elektrycznych zabudowanych w wyrobiskach doprowadzających powietrze świeże do ściany powoduje przyrost temperatury tego powietrza na wlocie do ściany o rząd $1\div2^{\circ}\text{C}$ przy przeciętnym wydatku powietrza wynoszącym $1000\div1500\text{ m}^3/\text{min}$ [14]. Należy także dodać, że czym wyższa temperatura pierwotna górotworu, tym wyższy przyrost temperatury powietrza.

Zagrożenie skutkami działań mechanicznych sił dynamicznych [5] wynika z faktu stosowania w podziemnych zakładach górniczych instalacji będących pod ciśnieniem, np.: instalacji sprężonego powietrza, instalacji hydraulicznej, instalacji podsadzkowej oraz instalacji wodnej, przeciwpożarowej i odwadniania. W instalacjach takich może dojść do awarii polegającej na powstaniu nieszczelności na połączeniu rur lub na przedziurawieniu rury czy wręcz rozerwaniu rurociągu. Kontakt człowiek z wypływającym pod dużym ciśnieniem medium może doprowadzić do wypadku, nawet śmiertelnego. Medium to zachowuje się jak narzędzie tnące, szczególnie w przypadku cieczy. Oprócz tego dojść może do gwałtownego przemieszczania się elementów tych instalacji w wyrobisku, co w kontakcie z przebywającymi tam pracownikami powodować może wypadki. Przekonującym przykładem jest zdarzenie zaistniałe 28 listopada 2023 r. w ZG „Sobieski”, podczas którego doszło do uderzenia pracowników dynamicznie przemieszczającym się odcinkiem rurociągu podsadzkowego, wykonanego z rur z tworzywa sztucznego typu SPE-KTG, w następstwie gwałtownego wypływu mieszanki podsadzkowej z rozłączonego rurociągu

(4 wypadki śmiertelne i 1 wypadek powodujący czasową niezdolność do pracy) [17].

Jednym z najbardziej niebezpiecznych zagrożeń technicznych jest zagrożenie pożarem egzogenicznym, gdyż ze względu na gwałtowny rozwój wycofanie się załogi z zagrożonej strefy jest zazwyczaj utrudnione ze względu na ilość powstających gazów pożarowych oraz – czasami – na tworzącą się „ścianę” ognia.

Do podstawowych czynników wpływających na ten rodzaj zagrożenia pożarowego w kopalniach podziemnych zalicza się m.in.:

- stosowane materiały palne: drewno, taśmy przenośników,
- stosowane paliwa płynne,
- stosowane maszyny o napędzie spalinowym,
- stosowane technologie z użyciem otwartego ognia: spawanie, cięcie i lutowanie metali,
- tarcie taśm przenośnikowych o elementy konstrukcji lub/i bębny napędowe przenośnika,
- przegrzanie osłony kabla lub przewodu oponowego,
- przegrzanie obudowy urządzeń elektrycznych,
- nieodpowiednie przechowywanie materiałów wybuchowych.

Dodać należy, że pożar egzogeniczny jest też głównym czynnikiem zagrożenia gazowego. Jednak oprócz niego występują jeszcze inne czynniki zagrożenia gazowego, które mogą być równie niebezpieczne. Dotyczy to robót strażowych [10] wykonywanych z wykorzystaniem materiału wybuchowego oraz napędów spalinowych maszyn stosowanych w podziemnych wyrobiskach, coraz częściej wykorzystywanych (ale nie tylko) w transporcie podziemnym, szczególnie podczas ich wadliwej pracy. W określonych okolicznościach wytwarzanie w takich przypadkach gazów trujących i/lub duszących zagraża zdrowiu, a nawet życiu pracowników.

Innego rodzaju czynnikiem zagrożenia gazowego może być nieszczelność instalacji do podawania gazów inertnych [11]. W przypadku inertyzacji dwutlenkiem węgla może dojść do niekontrolowanego wzrostu jego stężenia – przekroczenia NDS, natomiast w przypadku stosowania azotu – do obniżenia zawartości tlenu w powietrzu kopalnianym poniżej dopuszczalnej wartości minimalnej.

Niektóre procesy technologiczne oraz niektóre działania profilaktyczne oparte są na stosowaniu środków i substancji chemicznych [5], które mogą ulatniać się do atmosfery kopalnianej w postaci gazów, par czy też aerozoli. W kopalniach podziemnych są to np. oleje, emulsje, pianki chemiczne, kleje poliuretanowe, ropa naftowa, benzyna itp. Mogą to też być odpady obce zagospodarowane w podziemiach kopalń, np. popioły (pyły) elektrowniane. Czynnikiem powodującym zagrożenie chemiczne jest ich toksyczne działanie, które może zachodzić przez drogi oddechowe, skórę lub przewód pokarmowy, a objawiać się w różny sposób, np. jako podrażnienie, uczulenie, upośledzenie ostrości wzroku, zawroty i ból głowy, niepewność działania układu nerwowego itp. Coraz częstsze stosowanie tego typu środków powoduje, że zagrożenie to będzie rosnąć.

W kopalniach podziemnych coraz częściej stosowane są maszyny wyposażone w silniki o coraz większej mocy, niezbędnej do stosowanych obecnie technologii urabiania, ładowania i transportu urobku, przez co

wzrasta poziom hałasu, nierzadko ponad normy. Powoduje to znaczne zagrożenie akustyczne, szczególnie dla osób wykonujących pracę na stanowiskach związanych bezpośrednio z takimi procesami technologicznymi. Zazwyczaj jest to hałas o charakterze niskoczęstotliwościowym, który szczególnie trudno wytłumić, natomiast środki ochrony zbiorowej i indywidualnej bywają niewystarczające skuteczne [17]. Czynniki bezpośrednio powodującymi wysoką emisję hałasu, a w konsekwencji stanowiącymi przyczynę zawodowego ubytku słuchu są:

- praca maszyn – w większości realizowana na zasadzie ruchu obrotowego;
- przekraczanie dopuszczalnych wartości emisji hałasu – dotyczy to wartości wyznaczanych w badaniach atestacyjnych, zaś w miejscu zainstalowania maszyny emisja hałasu może być większa z uwagi na związane ze zużyciem stopniowe zwiększanie się luzów części ruchomych;
- odbicia i nakładanie się hałasu od innych maszyn, powodujące znaczne zagrożenie akustyczne w środowisku pracy;
- wzmacnianie hałasu przez odbicia dźwięku od powierzchni zamkniętych wyrobisk górniczych.

Hałasowi często towarzyszy zjawisko wibracji, pod którym rozumie się przenoszenie na ciało drgań powstających punktowo lub miejscowo. W pierwszym przypadku ma to bezpośredni związek ze stosowaniem narzędzi obsługiwanych ręcznie, a w drugim, kiedy to pracownik znajduje się w maszynie wywołującej wibracje. Czynniki zagrożenia wibracjami są [2]:

- przenoszenie drgań bezpośrednio do organizmu poprzez układ kostny rąk,
- przenoszenie drgań pośrednio poprzez siedziska pojazdów na miednicę, plecy i boki,
- przenoszenie drgań bezpośrednio z drgającego podłoża przez stopy na cały organizm.

Źródłami drgań zagrażających zdrowiu pracowników jest wiele urządzeń stosowanych w kopalniach podziemnych [18], które działają w zakresie częstotliwości od 3 do 350 Hz, np.:

- pompy głównego odwadniania;
- maszyny urabiające, szczególnie kombajny chodnikowe;
- maszyny do robót pomocniczych – ładowarki, spągładowarki;
- maszyny o narzędziu obrotowo-udarowym – kółtarki, wiertnice;

- maszyny i urządzenia transportowe – kołowroty, lokomotywy, kolejki podwieszane, kolejki spągowe, pojazdy spalinowe.

3. Skutki zagrożeń technicznych

Powołując się na raport „Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2023 roku” za lata 2019–2023 [9], przedstawiający podsumowanie m.in. wypadkowości w górnictwie podziemnym, w artykule dokonano analizy skutków występowania zagrożeń technicznych. Z raportu WUG wynika m.in., że w latach 2019–2023 w kopalniach podziemnych (węglu kamiennego, rud miedzi, pozostałych wraz z zakładami prowadzącymi działalność określoną w art. 2 ust. 1 Pgg) doszło średnio do 2066 wypadków rocznie, przy czym wypadki śmiertelne (ich średnia liczba to 18 rocznie) i ciężkie (ich średnia liczba to 9 rocznie) miały miejsce tylko w kopalniach węgla kamiennego, kopalniach rud miedzi, likwidowanej kopalni cynku i ołowiu oraz w zakładzie utrzymującym systemy odwadniania zlikwidowanych zakładów górniczych. Należy podkreślić, iż rok 2019 charakteryzował się największą liczbą wypadków, wynoszącą 2251, podczas gdy w roku 2022 odnotowano największą liczbę wypadków śmiertelnych i ciężkich, wynoszącą 44 w górnictwie podziemnym (tab. 2).

Największy wpływ na wypadkowość śmiertelną i ciężką w górnictwie podziemnym w 2022 r. miały katastrofy, które wystąpiły:

- 20 kwietnia 2022 r. w JSW S.A. KWK „Pniówek” – wybuch metanu i pożar (16 wypadków śmiertelnych, 7 ciężkich, 25 powodujących czasową niezdolność do pracy);
- 23 kwietnia 2022 r. w JSW S.A. KWK „Borynia-Zofiówka” Ruch Zofiówka – tąpnięcie i wpływ metanu do wyrobisk (10 wypadków śmiertelnych).

Natomiast z analizy pozostałych wypadków zaistniałych w 2022 r. wynika, że dominującą rolę w ich przyczynach stanowi tzw. „czynniki ludzkie”. Z tego powodu do głównych przyczyn ich zaistnienia zaliczono:

- niestosowanie środków ochrony indywidualnej;
- przebywanie w miejscu niedozwolonym;
- brak należytego nadzoru przy wykonywaniu prac szczególnie niebezpiecznych;
- prowadzenie robót niezgodnie z instrukcją;

► Tab. 2. Zestawienie wypadków śmiertelnych i ciężkich w podziemnych zakładach górniczych w 2022 r. (opr. na podst. [9])

► Tab. 2. List of fatal and serious accidents in underground mining plants in 2022 (based on [9])

Typ kopalni	Wypadki śmiertelne – załoga		Wypadki ciężkie – załoga	
	macierzysta kopalni	firm zewnętrznych	macierzysta kopalni	firm zewnętrznych
węgla kamiennego	26	3	11	1
rud miedzi	2	0	0	0
rudy cynku i ołowiu w likwidacji	1	0	0	0

► Tab. 3. Zestawienie zatrudnienia w podziemnych kopalniach w 2019 r. (opr. wł. na podst. [9])

► Tab. 3. Summary of employment in underground mines in 2019 (based on [9])

Lp.	Typ kopalni	Liczba kopalń	Liczba pracowników własnych
1.	węgla kamiennego – czynne	20	75 008
2.	węgla kamiennego – w likwidacji	14	1637
3.	węgla kamiennego – w budowie	2	207
4.	rudy miedzi	3	12 180
5.	rud cynku i ołowiu	1	987
6.	sol	1	784
7.	gipsu i anhydrytu	1	95
8.	inne	-	1487
Razem		42	92 485

- pracę pod wpływem alkoholu;
- stosowanie niebezpiecznych metod pracy;
- złą organizację pracy;
- jazdę na przenośniku nieprzystosowanym do jazdy ludzi;
- brak należytej ostrożności.

Statystyka wypadków za rok 2022 – po uwzględnieniu katastrof zaistniałych w KWK „Pniówek” oraz w KWK „Borynia-Zofiówka” Ruch Zofiówka związanych z zagrożeniami naturalnymi – potwierdza (występujący już od początku XXI w.) duży udział zagrożeń technicznych w ruchu podziemnego zakładu górniczego w wypadkowości ogółem.

Odnosząc liczbę wypadków zaistniałych w górnictwie podziemnym do liczby wypadków zaistniałych w firmach zewnętrznych, podkreślić należy, że procentowy udział wypadków śmiertelnych pracowników zatrudnionych w firmach zewnętrznych, które w 2022 r. zatrudniały 29,33% wszystkich zatrudnionych w górnictwie podziemnym w Polsce [9], wynosi tylko 9,38%.

Biorąc jednak pod uwagę to, że wypadkowość w 2022 r. była znacząco nietypowa w stosunku do innych lat, bardziej miarodajne jest odniesienie się do typowe-

go rozkładu wypadków, jaki w ostatnich 5 latach miał miejsce w 2019 r. Według danych z roku 2019 [9] zatrudnienie w kopalniach podziemnych (w tym zakładach prowadzących działalność określoną w art. 2 ust. 1 Pgg) wynosiło 92 485 pracowników (tab. 3), a w firmach usługowych zewnętrznych [9] – 39 446 pracowników.

Ze statystyki wypadkowości za rok 2019 [9] wynika, że w kopalniach podziemnych doszło do 2251 wypadków ogółem, przy czym wypadki śmiertelne i ciężkie miały miejsce tylko w kopalniach węgla kamiennego i rudy miedzi (tab. 4).

Z zestawienia wynika, że do aż 11 wypadków śmiertelnych (8 w kopalniach węgla kamiennego i 3 w kopalniach rudy miedzi) oraz do 6 wypadków ciężkich (wszystkie w kopalniach węgla kamiennego) doszło w wyniku niewłaściwej eksploatacji maszyn i urządzeń, a więc w związku z występowaniem zagrożeń technicznych. Przyczynami tych wypadków były, m.in.:

- wykonywanie prac przy urządzeniach będących pod napięciem,
- przebywanie pracowników na drogach transportowych,
- obsługa urządzeń niezgodnie z przepisami,
- spadek z pomostu roboczego,
- docięnięcie pracownika elementem maszyny,
- wpadnięcie do kruszarki,
- dotknięcie górnego przewodu trakcji elektrycznej.

Podkreślić przy tym należy, że udział wypadków śmiertelnych pracowników zatrudnionych w firmach zewnętrznych, które zatrudniały 29,92% wszystkich zatrudnionych w górnictwie podziemnym w Polsce, w stosunku do liczby wypadków śmiertelnych w całym górnictwie podziemnym wynosił 19,05%. Część tego typu wypadków wynikała pośrednio z nie do końca poprawnej koordynacji prac prowadzonych w ruchu zakładu górniczego, a wykonywanych przez pracowników zatrudnionych przez różnych pracodawców.

4. Aspekty prawne organizacji pracy i współpracy w kopalniach

Praca w Polsce znajduje się pod ochroną państwa, które sprawuje nadzór nad warunkami jej wykonywania. W związku z tym każdy pracownik ma prawo do bezpiecznych i higienicznych warunków pracy [4]. Odpowiedzialność za stan bezpieczeństwa i higieny pracy ponosi pracodawca, przy czym należy zaznaczyć, że [16]:

- pracodawcą jest jednostka organizacyjna, choćby nie posiadała osobowości prawnej, a także osoba fizyczna, jeżeli zatrudniają one pracowników;

► Tab. 4. Zestawienie wypadków śmiertelnych i ciężkich w czynnych podziemnych kopalniach w 2019 r. (opr. wł. na podst. [9])

► Tab. 4. List of fatal and serious accidents in active underground mines in 2019 (based on [9])

Typ kopalni	Wypadki śmiertelne – załoga		Wypadki ciężkie – załoga	
	macierzysta kopalni	firm zewnętrznych	macierzysta kopalni	firm zewnętrznych
węgla kamiennego	14	2	6	2
rud miedzi	3	2	2	0

- za pracodawcę będącego jednostką organizacyjną czynności w sprawach z zakresu prawa pracy dokonuje osoba lub organ zarządzający tą jednostką albo inna wyznaczona do tego osoba – dotyczy to także pracodawcy będącego osobą fizyczną, jeżeli nie dokonuje on osobiście tych czynności.

W związku z tym pracodawca jest obowiązany [16] chronić zdrowie i życie pracowników przez zapewnienie bezpiecznych i higienicznych warunków pracy przy odpowiednim wykorzystaniu osiągnięć nauki i techniki, w szczególności:

- zaznajamiać pracowników podejmujących pracę z zakresem ich obowiązków, sposobem wykonywania pracy na wyznaczonych stanowiskach oraz ich podstawowymi uprawnieniami;
- organizować pracę w sposób zapewniający pełne wykorzystanie czasu pracy, jak również osiąganie przez pracowników, przy wykorzystaniu ich uzdolnień i kwalifikacji, wysokiej wydajności i należytej jakości pracy;
- organizować pracę w sposób zapewniający zmniejszenie uciążliwości pracy, zwłaszcza pracy monotonnej i w ustalonym z góry tempie;
- organizować pracę w sposób zapewniający bezpieczne i higieniczne warunki pracy;
- zapewniać bezpieczne i higieniczne warunki pracy oraz prowadzić systematyczne szkolenia pracowników w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy;
- zapewniać przestrzeganie w zakładzie pracy przepisów oraz zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, wydawać polecenia usunięcia uchybień w tym zakresie oraz kontrolować wykonanie tych poleceń;
- reagować na potrzeby w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy oraz dostosowywać środki podejmowane w celu doskonalenia istniejącego poziomu ochrony zdrowia i życia pracowników, biorąc pod uwagę zmieniające się warunki wykonywania pracy;
- przekazywać pracownikom informacje o:
 - ▶ zagrożeniach dla zdrowia i życia występujących w zakładzie pracy, na poszczególnych stanowiskach pracy i przy wykonywanych pracach, w tym o zasadach postępowania w przypadku awarii oraz innych sytuacji zagrażających zdrowiu i życiu pracowników;
 - ▶ działaniach ochronnych i zapobiegawczych podjętych w celu wyeliminowania lub ograniczenia tych zagrożeń;
 - ▶ pracownikach wyznaczonych do udzielania pierwszej pomocy oraz do wykonywania działań w zakresie zwalczania pożarów i ewakuacji pracowników.

Praca w górnictwie, tj. związana z wydobywaniem kopalin ze złóż, podziemnym bezzbiornikowym magazynowaniem substancji i podziemnym składowaniem odpadów [15], jest mocno zróżnicowana pod względem warunków wpływających na bezpieczeństwo, głównie z racji na występujące zagrożenia. Największe nagromadzenie zagrożeń, powodujących najwyższy poziom niebezpieczeństwa, występuje w podziemnych zakładach górniczych, a wśród nich w kopalniach węgla kamiennego. Prowadzenie ruchu zakładu górniczego w takich kopalniach [8] wymaga współdziałania wielu specja-

listów oraz specjalistycznych firm, za co odpowiada przedsiębiorca. Dlatego też, jeśli jednocześnie w tym samym miejscu wykonują pracę pracownicy zatrudnieni przez różnych pracodawców, pracodawcy ci mają obowiązek [16]:

- współpracować ze sobą,
- wyznaczyć koordynatora sprawującego nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy wszystkich pracowników zatrudnionych w tym samym miejscu,
- ustalić zasady współdziałania, uwzględniające sposoby postępowania w przypadku wystąpienia zagrożeń dla zdrowia lub życia pracowników,
- informować siebie nawzajem oraz pracowników lub ich przedstawicieli o działaniach z zakresu zapobiegania zagrożeniom zawodowym występującym podczas wykonywanych przez nich prac.

Z kolei pracodawca, na którego terenie wykonują pracę pracownicy zatrudnieni przez różnych pracodawców, jest obowiązany:

- dostarczać tym pracodawcom, w celu przekazania pracownikom, wszystkie wymagane informacje;
- w przypadku możliwości wystąpienia zagrożenia dla zdrowia lub życia:
 - ▶ niezwłocznie poinformować pracowników o tych zagrożeniach oraz podjąć działania w celu zapewnienia im odpowiedniej ochrony;
 - ▶ niezwłocznie dostarczyć pracownikom instrukcje umożliwiające, w przypadku wystąpienia bezpośredniego zagrożenia, przerwanie pracy i oddalenie się z miejsca zagrożenia w miejsce bezpieczne;
 - ▶ wstrzymać pracę i wydać pracownikom polecenie oddalenia się w miejsce bezpieczne.

5. Uwarunkowania wpływające na bezpieczeństwo pracy

W każdej kopalni węgla kamiennego występują zagrożenia związane z uwarunkowaniami naturalnymi oraz technicznymi. Powszechnie występującymi zagrożeniami naturalnymi są zagrożenia: metanowe, tąpniętami, wybuchem pyłu węglowego, wodne, klimatyczne, a także zagrożenia wyrzutami gazów i skał, obwałowe czy radiacyjne. Z kolei do zagrożeń technicznych zalicza się zagrożenia pożarowe – od pożarów egzogenicznych, gazowe, pyłowe – działanie pyłów szkodliwych dla zdrowia, mechaniczne i mechanicznodynamiczne, elektryczne i elektromagnetyczne oraz takie jak: hałas, wibracje, zagrożenia chemiczne pochodzące od substancji toksycznych, par rozpuszczalników organicznych, temperatury i wiele innych [3].

Poziom występujących zagrożeń jest pierwszym i jednym z istotniejszych czynników wpływających na bezpieczeństwo pracy wszystkich zatrudnionych – zarówno pracowników danej kopalni, jak i pracowników firm zewnętrznych, które świadczą usługi na rzecz kopalni.

Drugim czynnikiem jest znajomość tych zagrożeń przez pracowników oraz wiedza o sposobach przeciwdziałania im. Zazwyczaj jest tak, iż pracownik kopalni lepiej orientuje się w zagrożeniach występujących w poszczególnych rejonach, co jest rezultatem częstszego wykonywania pracy w tym samym rejonie. Pracownik zatrudniony przez firmę zewnętrzną zwykle częściej

zmienia miejsce wykonywania robót, w tym także kopalnię, w której te prace wykonuje, przez co świadomość występujących zagrożeń jest mniejsza.

Kolejnym czynnikiem jest jakość współdziałania pracowników, brygad pracowniczych, czyli koordynacja prac w przypadku, gdy w tym samym miejscu wykonują pracę pracownicy zatrudnieni przez różnych pracodawców. Aby w takich sytuacjach zapewnić maksimum bezpieczeństwa, ustawodawca wymaga współpracy tych pracodawców, co polegać ma m.in. na:

- wyznaczeniu koordynatora sprawującego nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy wszystkich pracowników zatrudnionych w tym samym miejscu;
- ustaleniu zasad współdziałania, uwzględniających sposoby postępowania w przypadku wystąpienia zagrożeń dla zdrowia lub życia pracowników;
- informowaniu siebie nawzajem oraz pracowników lub ich przedstawicieli o działaniach w zakresie zapobiegania zagrożeniom zawodowym występującym podczas wykonywanych przez nich prac.

6. Podsumowanie

W polskich kopalniach podziemnych, oprócz wielu zagrożeń naturalnych, występują powszechnie zagrożenia techniczne, których liczba i skala zależne są od stopnia skomplikowania stosowanych procesów technologicznych, a także od rodzaju oraz liczby maszyn, w tym urządzeń energomechanicznych. Zagrożenia techniczne

występujące w górnictwie podziemnym bywają przyczynami zarówno wypadków, jak i chorób zawodowych.

Zagrożenia techniczne powodowane są wieloma czynnikami, które można podzielić na: zagrożenia elektryczne, elektromagnetyczne, mechaniczne, termiczne, dynamiczne pożarowe, gazowe i chemiczne, które mogą mieć bezpośredni wpływ na zdrowie i życie pracownika, oraz wyróżnić zagrożenia hałasem i wibracją, które mogą być przyczyną tylko chorób zawodowych.

Z uwagi na to, że na zagrożenie techniczne wpływa szereg różnych czynników, ograniczanie jego poziomu musi być realizowane kompleksowo, z wykorzystaniem najnowszych osiągnięć techniki. Dotychczasowe doświadczenia pokazują, iż mimo stosowania najlepszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych nie udaje się wyeliminować skutków zagrożeń technicznych związanych ze stosowaniem w górnictwie podziemnym maszyn i urządzeń energomechanicznych. Jednak niezależnie od tego, każde działanie podjęte w celu wyeliminowania zdarzeń wypadkowych jest warte jego podjęcia.

Ze statystyki wypadkowości z lat 2019–2023 wynika, że rok 2019 był typowy pod względem wypadkowości załogi macierzystej kopalni i załogi firm zewnętrznych, świadczących na jej rzecz usługi – na 29,92% zatrudnionych w górnictwie podziemnym w Polsce w firmach zewnętrznych wypadki śmiertelne i ciężkie stanowiły 19,35% wszystkich. Część z tych wypadków spowodowana była niepoprawną koordynacją prac w ruchu zakładu górniczego.

Selected issues in the area of technical hazards in underground mines, including cooperation with external companies

Abstract: The article discusses issues related to technical hazards that occur in every type of underground mine. Characteristic factors influencing these threats are given. The effects of their occurrence are shown on the example of accident statistics from 2022, which was significantly unusual in terms of accident rates, and 2019, which was most typical for the period 2019–2023. It was also pointed out that employees of external companies also suffer accidents, which is sometimes the result of improper coordination of work. Further, employers' obligations regarding ensuring safe working conditions resulting from applicable legal acts were recalled. Conditions affecting the work safety of all employees in underground mining plants were also discussed. The summary emphasized that it is impossible to completely eliminate the effects of technical hazards related to the use of machines and equipment in underground mining, but such efforts should still be made. The analysis of these accidents shows that the main causes of their occurrence included:

- failure to use personal protective equipment;
- staying in an unauthorized place;
- lack of proper supervision when performing particularly dangerous work;
- carrying out works contrary to the instructions;
- working under the influence of alcohol;
- use of unsafe work methods;
- poor work organization;
- riding on a conveyor not adapted for people;
- lack of due caution.

The summary also emphasized that previous experience shows that despite the best technical and organizational solutions, the effects of technical risks related to the use of energy-mechanical machines and devices in underground mining cannot be eliminated. However, regardless of this, any action taken to eliminate accidents is worth taking.

Literatura

1. Biernacki A., Karski H.: System interaktywnej oceny ryzyka zawodowego IRYŚ – porażenie prądem elektrycznym. *Bezpieczeństwo Pracy*, 2005, nr 7–8, s. 6–10.
2. Engel Z.: *Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem*. Warszawa, PWN 2001.
3. Klasyfikacja zagrożeń. Europejskie Techniczne Biuro Związków Zawodowych ds. ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, <https://home.agh.edu.pl/~nawstan/wyklad1.html>, dostęp: 4.11.2024.
4. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 1997 r., poz. 483 z późn. zm.).
5. Kowalewski S., Dąbrowski A., Dąbrowski M.: *Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy*. CIOP–PIB, Warszawa, 2006.
6. 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.
7. Norma PN-T-01030:1996 Kompatybilność elektromagnetyczna. Terminologia. Wyd. Polski Komitet Normalizacyjny, 1999.
8. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych. (Dz.U. z 2017 r., poz. 1118 z późn. zm.).
9. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2023 roku (porównanie od roku 2019). Wyd. WUG, Katowice; https://wug.gov.pl/bhp/stan_bhp_w_gornictwie#tresc, dostęp: 21.05.2024.
10. Szlązak J., Szlązak N.: *Bezpieczeństwo i higiena pracy*. Wyd. AGH, Kraków 2005.
11. Trenczek S.: Bezpieczeństwo destymulacji zagrożenia pożarowego przy pomocy inertyzacji azotem i dwutlenkiem węgla. *Wiści Donieckiego Górniczego Instytutu*, Donieckij górniczy instytut – Donieckij Narodowy Techniczny Uniwersytet, No 1'2007, s. 111–119.
12. Trenczek S.: Rozpoznawanie aktywne rzeczywistego poziomu zagrożeń aerologicznych w górnictwie węgla kamiennego. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo*, z. 270, Gliwice 2005, s. 317–330.
13. 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.
14. Trenczek S.: Wpływ środków transportowych na poziom zagrożenia wentylacyjno-gazowego, *Materiały IX Międzynarodowej Konferencji nt. Bezpieczeństwo Pracy Urządzeń Transportowych w Górnictwie*. Ustroń, 6–8 listopada 2013 r., wersja elektroniczna, płyta CD plik I-08.
15. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2024 r. poz. 1290).
16. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (Dz.U. z 2025 r. poz. 277).
17. WUG, Informacja nr 11s/2023/EW w sprawie wypadku zbiorowego zaistniałego w dniu 28 listopada 2023 r. około godziny 15:45 w TAURON Wydobycie S.A. Zakład Górniczy „Sobieski” w Jaworznie. Strona internetowa WUG: www.wug.gov.pl/bhp/28-11-2023, dostęp: 11.06.2024.
18. Zagrożenie hałasem w górnictwie. Opracowanie Departamentu Warunków Pracy Wyższego Urzędu Górniczego, Katowice 2010 [niepublikowane].