



ZAGROŻENIE WENTYLACYJNO – KLIMATYCZNE

1. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA WENTYLACYJNEGO

Zagrożenia wentylacyjne w podziemnych zakładach górniczych związane są z występowaniem atmosfery niezdanej do oddychania i zależą głównie od głębokości, na której prowadzone są roboty górnicze, budowy geologicznej górotworu, rodzaju eksploatowanej kopaliny, występujących zagrożeń, stosowanego systemu przewietrzania. Zagrożenie to występuje w sytuacji:

- pojawienia się w wyrobiskach gazów o stężeniach przekraczających wartości dopuszczalne,
- niedostatecznej ilości tlenu w wyrobisku,
- wystąpienia możliwości gwałtownego wyrzutu z górotworu gazów pochodzenia naturalnego (metan, dwutlenek węgla), połączonego z wyrzutem rozdrobnionych skał,
- możliwości wybuchu mieszaniny gazów palnych,
- pożarów (endogenicznych lub egzogenicznych),
- niedrożności wyrobisk wskutek np. tąpnięcia lub zawału skał,
- wypływu wody bądź kurzawki do wyrobisk,
- awarii maszyn i urządzeń mechanicznych wywołujących ruch powietrza.

Powietrze kopalniane jest mieszaniną powietrza atmosferycznego i gazów wydzielających się do wyrobisk górniczych. Wszystkie dostępne wyrobiska górnicze i pomieszczenia podziemne należy stale przewietrzać tak, aby zawartość tlenu w powietrzu kopalnianym nie była mniejsza niż 19 % objętości, a zawartość szkodliwych lub niebezpiecznych gazów nie przekraczała następujących wartości NDS [%] -) i NDSCH [%] - najwyższe stężenie chwilowe.

NDS [%] - najwyższe stężenie średnio wazone NDSCH [%] - najwyższe stężenie chwilowe

- | | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|
| • dwutlenku węgla (CO ₂) | - 1 % , | dwutlenku węgla (CO ₂) | - 1 % , |
| • tlenku węgla (CO) | - 0.0026%, | tlenku węgla (CO) | - 0.015%, |
| • siarkowodoru (F ₂ S) | - 0.0007 %, | siarkowodoru (F ₂ S) | - 0.0014 %, |
| • tlenki azotu (NO _n) | - 0.00026%, | tlenku azotu (NO) | - 0.00052%, |
| • dwutlenku siarki (SO ₂) | - 0.000075% | dwutlenku siarki(SO ₂) | - |
| 0.0019%, | | | |
| • metanu (CH ₄) | - 2%, | | |

1.1. STATYSTYKA ZAGROŻENIA

W związku z przebywaniem ludzi w atmosferze niezdanej do oddychania w latach 1945-2005 zaistniały 383 wypadki śmiertelne (wykres 1.), w tym:

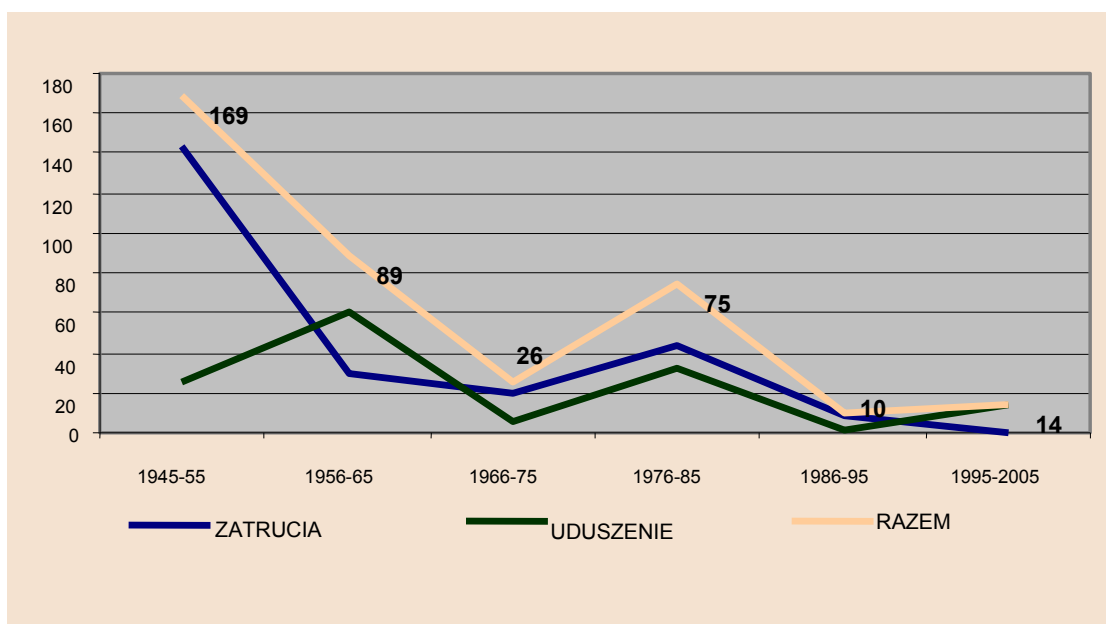
- 244 przez zatrucie,

- 139 przez uduszenie.

Na przestrzeni lat 1989 – 2005 wypadki i zdarzenia związane z zagrożeniem wentylacyjnym nastąpiły na skutek wejścia pracowników do atmosfery beztlenowej lub wypływu gazów zza tam izolacyjnych do płynącego w wyrobisku niestabilnego lub o małej prędkości prądu powietrza (tabela 1.). Najwyższą ilość wypadków związanych z tym zagrożeniem odnotowano w roku 1998 – 6 wypadków śmiertelnych i 11 wypadków lekkich oraz w roku 1996 i 2005 – po 3 wypadki śmiertelne. Wypadki te spowodowane były nieprzemyślanym wejściem pracowników do nieprzewietrzanych wyrobisk. Po zaistnieniu tych wypadków ustalono, że wszystkie wejścia do nieprzewietrzanych wyrobisk oraz wykonywanych połączeń drążonych wyrobisk z otamowanymi wyrobiskami będą wykonywane na zasadzie akcji ratowniczych. W roku 2000 odnotowano ponowny wzrost wypadków - 2 śmiertelne oraz 4 lekkie. Wypadki występujące w 2000 r. w większości spowodowane były wypłynięciem gazów kopalnianych poprzez szczeliny występujące w górotworze podczas długotrwałych zniżek barometrycznych oraz poprzez źle lub niedokładnie wykonane tamy izolacyjne w likwidowanych rejonach wentylacyjnych, bez uwzględnienia analizy sieci wentylacyjnej w likwidowanych części kopalń. Jeden wypadek związany był z samobójstwem pracownika.

Najwięcej wypadków zdarzyło w 1998 r.

Wykres 1. Liczba wypadków śmiertelnych związanych z przebywaniem poszkodowanych w atmosferze niezdatnej do oddychania w kopalniach węgla kamiennego w latach 1941 - 2005



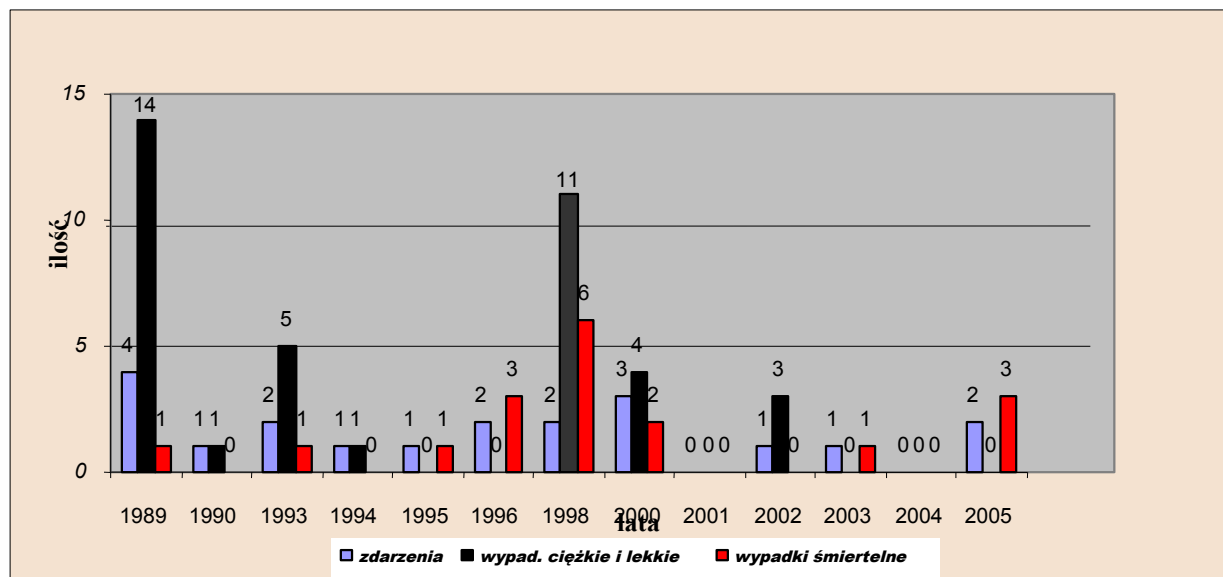
**Tabela 1. Opis wypadków śmiertelnych i ciężkich zaistniałych w związku z zagrożeniem wentylacyjnym w kopalniach węgla kamiennego w latach 1989 – 2005
(stan na 31.12.2005r.)**

Kopalnia	Data	Wypadki		Miejsce i przyczyna wypadku
		ciężkie/lekkie	śmiertelne	
Bobrek	2.02.1989	10	-	przekop na poz. 726m na granicy z KWK „Miechowice) po wykonaniu regulacji tamami – wypływ gazu CO ze zrobów
Wałbrzych	1.08.1989	-	1	otamowane wyrobisko – wejście do nieprzewietrzanej części chodnika
Sosnowiec	15.09.1989	1	-	przy tamie izolacyjnej w czasie wykonywania pomiaru CO ₂
Niwka Modrzejów	13.11.1989	3	-	rząpie szybu K-1 - słabe przewietrzanie
Powstańców Śląskich	23.07.1990	1	-	przebiecia chodnika wodnego do pochylni transportowej – słabe przewietrzanie
Szczygłowice	22.07.1993	5	-	górną wnęką ściany (słabe przewietrzanie)
Rydułtowy	29.11.1993	-	1	wyrobisko z wentylacją odrębną – podczas kontroli metanu
Janina	22.02.1994	1	-	wejście do nieprzewietrzanej upadowej
Miechowice	17.08.1995	-	1	tama izolacyjna - wykonywanie pomiaru CO ₂
Jan Kanty	16.02.1996	-	1	otamowany chodnik - wejście za tamę
Zabrze- Bielszowice	12.12.1996	-	2	chodnik po tąpnięciu - brak przepływu powietrza
Niwka Modrzejów	24.02.1998	2	6	otamowane wyrobisko – penetracja (zła organizacja pracy),
Budryk	24.04.1998	9	-	chodnik podścianowy - przebiecie do wyrobiska nieprzewietrzanego,
Bielszowice	3.01.2000	1	1	słabo przewietrzane wyrobisko - wypływ gazów CO z tamy izolacyjnej,
Piast	17.01.2000	3	-	komora narzędziowa - wypływ gazów CO ze zrobów,
ZG „Piekary	20.08.2000	-	1	otamowane wyrobisko - wejście za tamę izolacyjną,
Piast II (Czeczott)	03.06.2002	3	-	niewłaściwie przewietrzane wyrobisko, wypływ gazów pożarowych z za złe wykonanej tamy izolacyjnej,
„CZOK” R-IV „Siemianowice”	30.10.2003	-	1	przyczyna zgonu pracownika obsługi komory pomp w zlikwidowanej kopalni nie została wyjaśniona, przyjęto jako prawdopodobną wypływ powietrza niezdutnego do oddychania z za rozbitej tamy izolacyjnej,
„Makoszowy”	28.04.2005	-	1	wejście pracownika do nieprzewietrzanego wyrobiska z atmosferą beztlenową,
„Pokój”	17.06.2005	-	2	wejście dwóch pracowników do otamowanego rejonu ścian zagrożonych pożarowo.

W przypadku kopalni „Niwka-Modrzejów” w 1998 r. niezależnie od wypadku spowodowanego brakiem wentylacji w wyrobisku, obrażenia śmiertelne odniosło 3

ratowników na skutek obciążenia wysiłkowego w trudnych warunkach mikroklimatu w nieprzewietrzanym wyrobisku.

Wykres 2. Wypadki związane z zagrożeniem wentylacyjnym w kopalniach węgla kamiennego



1.3. ORGANY OPINIODAWCZE

Kierownik ruchu zakładu górniczego powołuje specjalistyczne zespoły w tym ds. zagrożeń wentylacyjno-pożarowych. Do zadań ww. należy analiza i ocena stanu zagrożenia wentylacyjno-pożarowego w kopalni na podstawie:

- rozeznania pokładów węgla badaniami dla określenia skłonności do samozapalenia,
- rozeznania warunków naturalnych zalegania, warunków górniczych w istniejących i projektowanych partiach złoża,
- wyników pomiarów zawartości wydzielającego się tlenku węgla,
- doświadczeń z dotychczasowej eksploatacji.

W celu kompleksowego opiniowania stanu zagrożenia i zwalczania zagrożenia wentylacyjnego Prezes Wyższego Urzędu Górniczego powołał Komisję do spraw Zagrożeń Atmosfery Kopalnianej i Klimatyzacji w Podziemnych Zakładach Górniczych oraz Komisję do spraw Zagrożenia Metanowego oraz Wyrzutami Gazów i Skał w Podziemnych Zakładach Górniczych.

1.4. PRZYRZĄDY POMIAROWE

Pomiary stężeń gazów występujących w powietrzu kopalnianym, poza urządzeniami indywidualnymi typu rurki wskaźnikowe w ostatnich latach wykonuje się poprzez wdrożenie urządzeń indywidualnych ciągłego pomiaru oraz centrale dyspozytorskiego

wspomagania zwalczania zagrożenia z wykorzystaniem automatycznych zdalnych czujników ciągłego pomiaru. Czujniki ciągłego pomiaru z wykorzystaniem dyspozytorskiego wspomaganie danych to: czujniki tlenku węgla, metanu, tlenu, prędkości powietrza, temperatury, dymów.

1.5. ZATRUDNIENIE W WARUNKACH ZAGROŻENIA KLIMATYCZNEGO

Sytuację w zakresie zatrudnienia pracowników w skróconym czasie pracy z uwagi na warunki klimatyczne obrazuje poniższa tabela.

ZATRUDNIENIE W SKRÓCONYM CZASIE PRACY Z UWAGI NA WARUNKI KLIMATYCZNE									
Rok	Kopalnie Węgla Kamiennego			Kopalnie Rud Miedzi			RAZEM Zakłady Górnicze		
	Liczba kopalń	Liczba wyrobisk	Liczba zatrudn.	Liczba kopalń	Liczba wyrobisk	Liczba zatrudn.	Liczba kopalń	Liczba wyrobisk	Liczba zatrudn.
1997	26	131	3114	3	34	2046	29	165	5160
1998	22	119	3208	3	50	1721	25	169	4929
1999	15	96	2586	3	53	1593	18	149	4179
2000	20	92	2666	3	54	2149	23	146	4815
2001	20	98	3620	3	58	2056	23	156	5676
2002	21	97	4230	3	57	2134	24	154	6364
2003	21	143	4059	3	67	1960	24	210	6019
2004	27	152	3879	3	98	2830	30	250	6709
2005	22	173	4202	3	78	2609	25	251	6811

1.5. METODY PROFILAKTYKI WENTYLACYJNEJ

Wprowadzono m. in. zasadę, że wszystkie wejścia do wyrobisk nieprzewietrzanych oraz wykonywanych połączeń drążonych wyrobisk z otamowanymi wyrobiskami będą wykonywane na zasadach akcji ratowniczej.

2. ZAGROŻENIE KLIMATYCZNE

2.1 WYBRANE DEFINICJE

zagrożenie klimatyczne – ujemny wpływ temperatury i wilgotności powietrza na organizm ludzki,

klimat dolowy – warunki panujące w wyrobiskach górniczych pod względem wilgotności, temperatury, szybkości przepływu powietrza oraz promieniowania cieplnego górotworu („Leksykon górniczy” Wydawnictwo „Śląsk” Katowice 1989).

mikroklimat kopalniany – sztuczny klimat wytworzony w kopalni przez klimatyzację podziemną dający tzw. komfort pracy,

katastopień – jednostka ilość ciepła, która jest odbierana z powierzchni 1 cm^2 w jednej sekundzie przy temperaturze $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, służy do określania intensywności chłodzenia,

katatermometr – przyrząd do pomiaru intensywności (natężenia) chłodzącego działania otoczenia, wywołanego wspólnym działaniem temperatury, prędkości i wilgotności powietrza.

2.1 CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻENIA

W podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny i rudy miedzi wzrasta głębokość prowadzonych robót górniczych, co powoduje w zasadniczym stopniu wzrost zagrożenia klimatycznego. Głębokość eksploatacji w kopalniach węgla kamiennego wzrasta każdego roku średnio o ok. 8 m. W kopalniach wydobywających rudy miedzi roboty eksploatacyjne planuje się prowadzić na głębokości ok. 1400 m. Na wzrost zagrożenia klimatycznego mają wpływ również stosowane maszyny i urządzenia o coraz większych mocach.

W roku 2005 z głębokości większej od 800 m wydobyto ponad 30% węgla kamiennego i ponad 33 % rud miedzi, a w wyrobiskach, w których temperatura mierzona termometrem suchym przekroczyła 28°C zatrudnionych było średnio na dobę 4200 pracowników kopalń węgla kamiennego i 2600 pracowników w kopalń rud miedzi i wydobyto 25 % węgla kamiennego i 38 % rud miedzi.

W niedalekiej przyszłości roboty górnicze będą prowadzone w górotworze, którego temperatura pierwotna będzie sięgała 50°C, a zagrożenie klimatyczne może okazać się jednym z podstawowych zagrożeń decydujących o bezpieczeństwie górników i możliwości prowadzenia robót.

Oddziaływanie wysokich temperatur i dużej wilgotności na pracowników zatrudnionych w wyrobiskach podziemnych jest szkodliwe dla ich zdrowia i powoduje zmniejszenie wydajności pracy. Przeciążenie organizmu ludzkiego wywołane ciepłem ujemnie wpływa na sprawność fizyczną i koordynację ruchową oraz na zdolność do reagowania na sygnały świetlne, koncentrację i zdolność do podejmowania szybkich decyzji. Przeciążenie organizmu ciepłem może objawiać się również różnymi formami zdenerwowania, złości oraz innymi emocjami prowadzącymi do podejmowania przez osoby wykonujące niebezpieczne prace pochopnych kroków. Osoby starsze są mniej odporne na przeciążenia cieplne. U osób starszych wydzielanie się potu jest opóźnione i dłużej trwa u nich powrót do temperatury normalnej po przegrzaniu organizmu.

Na temperaturę organizmu ludzkiego mają wpływ nie tylko czynniki mikroklimatu, ale również metabolizm wewnętrzny organizmu określany przez wielkość wydatku energetycznego. W najlepszym przypadku tylko 25 % energii wytworzonej przez ludzki

metabolizm jest zamieniane na pracę mechaniczną, reszta energii przekształcana jest w ciepło potrzebne do podtrzymania procesów metabolicznych. Jednak zbyt wiele ciepła może przyczynić się do zakłócenia w funkcjonowaniu organizmu, powodując problemy zdrowotne takie jak zawały serca, osłabienie, wymioty, skurcze i odwodnienie organizmu. Zdrowie pracującej i odpoczywającej osoby zależy między innymi od stabilności wewnętrznej temperatury. Organizm człowieka nie gromadzi nadmiernej ilości ciepła tylko je wydala. Przekroczenie pewnych wartości parametrów mikroklimatu powoduje, że ciepło powstałe w organizmie w wyniku metabolizmu jest wydalone częściowo lub nie jest wydalone, co powoduje wzrost temperatury wewnętrznej człowieka. Aby zapobiec wzrostowi temperatury wewnętrznej, należy podjąć działania mające na celu skuteczniejszy odbiór ciepła z organizmu lub zmniejszyć wydatek energetyczny.

Nadmiar ciepła z organizmu człowieka wydalanany jest przez:

- konwekcję,
- przewodzenie,
- promieniowanie,
- parowanie.

Największy udział w odprowadzeniu ciepła z organizmu ma parowanie, na którego wielkość wpływ ma przede wszystkim temperatura otoczenia, wilgotność i prędkość powietrza.

2.2 OCENA ZAGROŻENIA KLIMATYCZNEGO

Rozpoznanie zagrożenia klimatycznego jest potrzebne przy projektowaniu procesu technologicznego i przy ustalaniu bezpiecznych warunków pracy (między innymi: czas pracy, ciężkość pracy). W wielu krajach do oceny zagrożenia klimatycznego w kopalniach wykorzystuje się zasadniczo parametry powietrza kopalnianego kształtujące warunki klimatyczne. Do tych parametrów należy zaliczyć: temperaturę i wilgotność powietrza oraz jego prędkość przepływu.

Wśród szeregu kryteriów stosowanych w górnictwie zagranicznym do oceny zagrożenia klimatycznego wykorzystuje się następujące parametry:

- wskaźniki charakteryzujące środowisko termiczne takie jak: temperatura powietrza, temperatura promieniowania, wilgotność naturalna i prędkość ruchu powietrza,
- wielkość przemiany metabolicznej organizmu wyrażona wielkością wydatku energetycznego, a w konsekwencji kategoria ciężkości pracy,
- izolacyjność cieplna odzieży.

Miarą zagrożenia klimatycznego w odniesieniu do całej kopalni jest wartość temperatury pierwotnej skał na najgłębszym poziomie eksploatacyjnym. W zależności od tej temperatury wszystkie kopalnie podzielono na cztery grupy.

Pierwszą grupę tworzą kopalnie, w których temperatura pierwotna skał na najgłębszym poziomie eksploatacyjnym jest wyższa od 40°C. Są to kopalnie o bardzo dużym zagrożeniu klimatycznym.

Do drugiej grupy zaliczono kopalnie, w których temperatura pierwotna skał na najgłębszym poziomie eksploatacyjnym jest wyższa od 35°C, ale nie przekracza wartości 40°C. Są to kopalnie o dużym zagrożeniu.

Trzecią grupę tworzą kopalnie, w których temperatura pierwotna skał na najgłębszym poziomie eksploatacyjnym jest wyższa od 30°C, ale nie przekracza wartości 35°C. Są to kopalnie o małym zagrożeniu klimatycznym.

Czwartą grupę stanowią kopalnie niezagrożone klimatycznie. Są to kopalnie, w których temperatura pierwotna skał na najgłębszym poziomie eksploatacyjnym jest niższa od 30°C.

Miarą zagrożenia klimatycznego w odniesieniu do poziomu eksploatacyjnego jest tzw. „wskaźnik klimatyczny”. Wskaźnik ten służy jedynie do wstępnej oceny zagrożenia klimatycznego, gdyż zdarzały się przypadki, że w wyrobiskach zlokalizowanych na poziomach eksploatacyjnych o bardzo dużym wskaźniku klimatycznym ($K > 1.5$) rzeczywista temperatura była znacznie niższa od 28°C i odwrotnie tj. na poziomach niezagrożonych klimatycznie ($0 < K < 0,8$) bywały wyrobiska z temperaturą powietrza powyżej 28°C. Dokładnej oceny stanu zagrożenia klimatycznego w odniesieniu do projektowanych wyrobisk górniczych dokonujemy w oparciu o prognozy klimatyczne.

2.3 AKTUALNIE OBOWIĄZUJĄCE PRZEPISY DOTYCZĄCE ZAGROŻENIA KLIMATYCZNEGO

Zgodnie z aktualnymi przepisami górniczymi miarą zagrożenia klimatycznego w odniesieniu do istniejących miejsc pracy jest wartość temperatury powietrza mierzona termometrem suchym oraz intensywność chłodzenia mierzona katatermometrem wilgotnym. Dla polskich zakładów górniczych w aktualnie obowiązujących przepisach określono między innymi, że:

- w miejscu pracy temperatura powietrza mierzona termometrem suchym nie powinna przekraczać 28°C a intensywność chłodzenia nie powinna być mniejsza od 11 katastopni wilgotnych (K_w),
- w przypadku gdy temperatura powietrza mierzona termometrem suchym jest większa od 28°C, a nie przekracza 33°C lub intensywność chłodzenia jest mniejsza od 11 katastopni

wilgotnych (K_w), należy zastosować rozwiązania techniczne dla obniżenia temperatury powietrza lub ograniczyć czas pracy,

- w przypadku gdy temperatura powietrza mierzona termometrem suchym przekracza 33°C ludzi można zatrudnić tylko w akcji ratowniczej,
- przy pierwotnej temperaturze skał wyższej od 30°C należy opracować prognozę warunków klimatycznych oraz ustalić działania, zapewniające utrzymanie właściwych warunków klimatycznych,
- w zakładach górniczych stosujących maszyny samojezdne można określać warunki klimatyczne pracy, wyznaczając temperaturę zastępczą klimatu w sposób określony w Polskiej Normie.

2.4 METODY OKREŚLANIA ZAGROŻENIA KLIMATYCZNEGO NA STANOWISKACH PRACY

Do określania zagrożenia klimatycznego na stanowiskach pracy można stosować między innymi następujące wskaźniki (kryteria) oceny ciepłych warunków pracy:

- Wskaźnik dyskomfortu cieplnego – określa stan dyskomfortu cieplnego u człowieka, czyli wielkość obciążenia termicznego organizmu człowieka. Wskaźnik dyskomfortu cieplnego zależy od parametrów fizycznych mikroklimatu, wydatku energetycznego pracownika, ubrania oraz stopnia aklimatyzacji. Metoda określania wskaźnika dyskomfortu oparta jest na wykorzystaniu nomogramów po dokonaniu pomiarów temperatury termometrem suchym i wilgotnym oraz prędkości powietrza.
- Wskaźnik WBGT – wiąże dwa pochodne parametry, mianowicie: temperaturę mierzoną termometrem wilgotnym (t_{nw}) i temperaturę poczernionej kuli (t_g) a w pewnych przypadkach temperaturę mierzoną termometrem suchym (t_s). Relacje między powyższymi parametrami przedstawiają się następująco:

- wewnątrz i na zewnątrz budynków bez nasłonecznienia

$$\text{WBGT}=0,7t_{nw}+0,3t_g$$

- na zewnątrz budynków z nasłonecznieniem

$$\text{WBGT}=0,7t_{nw}+0,2t_g+0,1t_s$$

Metoda obliczania wskaźnika WBGT polega na pomiarze parametrów określonych we wzorach i na obliczeniu wartości średnich. Wartości te porównywane są z określonymi w Polskiej Normie wartościami dopuszczalnymi.

- Ocena ciepłych warunków pracy w podziemnych zakładach górniczych (opracowana przez GIG) – oparta jest na wskaźniku WBGT i obliczana wg wzoru:

$$\text{WBGT}'=0,67t_w+0,33t_s$$

gdzie:

t_w – temperatura zmierzona termometrem wilgotnym [$^{\circ}\text{C}$],

t_s – temperatura zmierzona termometrem suchym [$^{\circ}\text{C}$].

- Temperatura zastępcza klimatu [t_{zk}] – obliczana jest po dokonaniu pomiarów temperatury termometrem suchym i wilgotnym oraz prędkości powietrza wg następującego wzoru:

$$t_{zk}=0,6t_w+0,4t_s-v$$

gdzie:

t_{zk} - temperatura zastępcza klimatu [$^{\circ}\text{C}$],

t_w – temperatura zmierzona termometrem wilgotnym [$^{\circ}\text{C}$],

t_s – temperatura zmierzona termometrem suchym [$^{\circ}\text{C}$],

v – prędkość powietrza [m/s] pomnożona przez współczynnik przeliczeniowy [1s $\cdot^{\circ}\text{C}/\text{m}$]

temperaturę zastępczą klimatu można obliczać w przedziałach:

$$t_w = (20 \div 34)^{\circ}\text{C}$$

$$t_s = (25 \div 35)^{\circ}\text{C}$$

$$v = (0,15 \div 4,0)\text{m/s}$$

- Zrównoważony bilans ciepła organizmu ludzkiego – oparty jest na założeniu, że suma ciepła wytworzonego w organizmie człowieka i suma strumieni ciepła odprowadzonego na zewnątrz jest równa zero, tzn:

$$M-W-B-C-K-R-E=0$$

gdzie:

- M- ciepło metabolizmu, [W/m^2]
- W-ciepło równoważne wykonywanej pracy zewnętrznej, [W/m^2]
- B- ciepło przenoszone przez oddychanie, [W/m^2]
- C- ciepło przenoszone przez konwekcję, [W/m^2]
- K- ciepło przenoszone drogą przewodnictwa, [W/m^2]
- R- ciepło przenoszone przez promieniowanie, [W/m^2]
- E- ciepło przenoszone przez parowanie, [W/m^2]

Strumienie ciepła odprowadzanego obliczane są wg wzorów po dokonaniu pomiarów temperatury termometrem suchym i wilgotnym, temperatury skóry, temperatury promieniowania, prędkości przepływu powietrza i ciśnienia powietrza. W oparciu o bilans cieplny można obliczyć również dopuszczalny czas pracy.

- Zdolność chłodnicza otoczenia – polega na wyliczeniu gęstości strumienia ciepła, która może być odebrana od organizmu pracownika przez otoczenie. Po dokonaniu pomiarów temperatury termometrem suchym i wilgotnym oraz prędkości powietrza na podstawie tabel określana jest u osoby zaaklimatyzowanej wartość energii powstałej w wyniku metabolizmu, która będzie odebrana przez otoczenie.
- Amerykańska temperatura efektywna – jest to liczba równa temperaturze nieruchomego i nasyconego wilgocią powietrza o takiej samej zdolności chłodzącej organizm ludzki, jaką ma powietrze o danej temperaturze, wilgotności względnej oraz prędkości

powietrza. Temperaturę efektywną wyznacza się na podstawie opracowanych nomogramów.

Na przykład w niemieckich przepisach dotyczących ochrony zdrowia przed skutkami zagrożenia klimatycznego ustalono, że zasady zatrudniania pracowników w podwyższonej temperaturze oparte będą na temperaturze efektywnej. Zakłady górnicze podzielono na dwie grupy: zakłady wydobywające sól i pozostałe zakłady. W zakładach wydobywających sól dopuszczalne jest zatrudnianie pracowników przy temperaturze mierzonej termometrem suchym do 52°C lub 27°C mierzonej termometrem wilgotnym (Przy $t_s=52^\circ\text{C}$ i $t_w=27^\circ\text{C}$ $\psi=12\%$). Zatrudnianie pracowników w pozostałych zakładach górniczych uzależnione jest od aklimatyzacji. Pracownik zaaklimatyzowany może być zatrudniony przy występowaniu temperatury efektywnej większej o 2°C.

Przedstawiony powyżej przegląd najistotniejszych metod oceny warunków klimatycznych oraz doniesienia literaturowe wskazują, że znalezienie uniwersalnego wskaźnika (kryterium) oceny zagrożenia klimatycznego (oceny ciepłych warunków pracy) na stanowiskach pracy jest obecnie trudne do zrealizowania. W ostatnich latach opracowano bardziej szczegółowe i zaawansowane wskaźniki, lecz są one zbyt skomplikowane i trudne do wykorzystania w praktyce.

2.5 ORGANY OPINIODAWCZE

Kierownik ruchu zakładu górniczego powołuje Zespół ds. Zagrożeń Klimatycznych, do którego zadań należy analiza i ocena stanu zagrożenia klimatycznego w kopalni na podstawie:

- a) rozpoznania temperatury pierwotnej górotworu,
- b) warunków naturalnych zalegania, warunków górniczych w istniejących i projektowanych partiach złoża,
- c) rzeczywistych pomiarów wentylacyjnych z uwzględnieniem mikroklimatu tj. temperatury, intensywności przewietrzania i chłodzenia oraz wilgotności względnej,
- d) mocy zainstalowanych urządzeń energomechanicznych
- e) bieżąca ocena realizacji i skuteczności wprowadzonych nowych metod i środków zwalczania zagrożenia temperaturowego.

W celu kompleksowego opiniowania stanu zagrożenia i zwalczania zagrożenia wentylacyjnego Prezes Wyższego Urzędu Górniczego powołał Komisję ds. Zagrożeń Metanowych, Pożarowych, Wybuchem Pyłu Węglowego oraz Przewietrzania i Klimatyzacji w Podziemnych Zakładach Górniczych.

2.6 PRZYRZĄDY POMIAROWE DO OCENY ZAGROŻENIA KLIMATYCZNEGO

W zakresie przyrządów pomiarowych indywidualnych jak i do automatycznego ciągłego pomiaru poszczególnych gazów kopalnianych oraz temperatury, prędkości, ciśnienia powietrza itp. występuje tendencja wzrostowa, zarówno w co do ilości jak i jakości tych przyrządów.

2.7 METODY PROFILAKTYKI KLIMATYCZNEJ

Przy projektowaniu i wykonywaniu robót górniczych należy prowadzić rozpoznanie pierwotnej temperatury skał, zaś w przypadku temperatury wyższej niż 30° C należy opracować prognozę warunków klimatycznych oraz ustalić środki zapewniające utrzymanie właściwych warunków klimatycznych, między innymi poprzez:

- właściwy sposób przewietrzania, (prędkość, ilość powietrza i stabilność kierunków przepływu powietrza oraz intensywność chłodzenia),
- stosowanie właściwych urządzeń pomiarowych,
- zastosowanie odpowiednich typów i rodzajów stosowanych maszyn i urządzeń chłodniczych,
- zapewnienie właściwego zakresu i częstotliwości kontroli przez osoby dozoru ruchu górniczego, energomechanicznego i wentylacji.

W przypadku gdy zastosowane środki nie zapewniają w wyrobisku wybierkowym lub przodku drażonego wyrobiska korytarzowego warunków określonych w § 270 ust. 2, należy zastosować schładzanie powietrza.