

35

Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej
Sp. z o. o.
ul. M. Reja 2, 87-500 Rypin

Prezes Zarządu

Paweł Sobierajski



Dokument zabezpieczenia przed wybuchem
dla stanowisk pracy w Elektrociepłowni Rypin w procesach z
użyciem gazu metan oraz pyłu węglowego

SPECJALISTA
OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

sk. kpt. w st. spocz. mgr Mirosław Ochoński
upr. SGSP Nr 2846/404/14

Autor opracowania: PEDAGOGICZNE WSHE Nr.13077...

Władysław Głowacki
Dyrektor Zarządu
Produkcji i Dystrybucji Energii

Podstawa prawna:

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U z 2010 nr 109 z. 719 ze zm.), Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010r w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej.

Aktualizacja: 05/2023

Patrz ostatnia strona dokumentu

Otrzymują:

1 egz. Adresat

1 egz. A/a

Rypin maj 2023

Spis treści

Wstęp.....	
Definicje i skróty.....	
Dane ogólne i objaśnienia.....	
Charakterystyka substancji stwarzających zagrożenie wybuchowe.....	
Identyfikacja poszczególnych źródeł zapłonu.....	
Ocena możliwych skutków wybuchu.....	
Eliminacja lub minimalizacja ryzyka.....	
Tabela wielkości zniszczeń powstałych podczas wybuchu.....	
Wyznaczenie wielkości strefy zagrożenia wybuchem.....	
Arkusz danych klasyfikacji przestrzeni zagrożonych.....	
Zalecane oznaczenia stref przestrzeni zagrożonych.....	
Relacja między kategoriami i strefami.....	
Prawdopodobieństwo i częstotliwość występowania atmosfer wybuchowych.....	
Prawdopodobieństwo występowania i uaktywniania się źródeł zapłonu w tym wyładowań elektrostatycznych.....	
Identyfikacja i ocena zagrożeń wybuchem.....	
Ocena skali niepożądanych skutków.....	
Wymagania dotyczące wyposażenia obiektów zagrożonych wybuchem.....	
Oszacowanie ryzyka – matryca ryzyka.....	
Minimalizacja ryzyka.....	
Wymagania bezpieczeństwa pożarowego technologii.....	
Wpływ wentylacji na rodzaj strefy.....	
Przegląd do użycia w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.....	
Wymagania ogólne dla pomieszczenia, stanowiska pracy i pracownika.....	
Deklaracja.....	
Karta aktualizacji dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem.....	
Wskazania prewencyjne.....	
Wykaz pracowników zapoznanych z dokumentacją zabezpieczenia przed wybuchem.....	

Wstęp

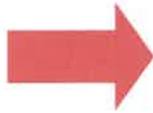
Ochrona przed wybuchem jest rzeczą szczególnie ważną dla bezpieczeństwa ludzi, mienia i środowiska. Wybuchy narażają życie i zdrowie pracowników lub innych osób znajdujących się w miejscu wybuchu lub jego otoczeniu.

Narażenie następuje w wyniku niekontrolowanego działania ognia i ciśnienia oraz występowania produktów wywołujących szkodliwe reakcje i pochłanianie otaczającego powietrza, niezbędnego do oddychania.

Potrzeba zwiększenia uwagi na problematykę bezpieczeństwa przeciwwybuchowego znajduje wyraz w europejskich i międzynarodowych przepisach – normach i dyrektywach. Również krajowe przepisy w zakresie ochrony przed wybuchami uwzględniają wymagania dyrektyw europejskich.

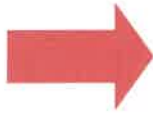
W 2003 r. Minister Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej wydał dwa rozporządzenia, które wprowadziły do prawodawstwa polskiego dyrektywy ATEX 100a i ATEX 137.

Dyrektywa 94/9/WE
z dnia 23 marca 1994 roku
w sprawie ujednolicenia przepisów
prawnych państw członkowskich,
dotyczących urządzeń i systemów
ochronnych przeznaczonych do
użytku w przestrzeniach zagrożonych
wybuchem
ATEX 100A



Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy
Polityki Społecznej z dnia 28 lipca 2003 r.
W sprawie zasadniczych wymagań dla
Urządzeń i systemów ochronnych
Przeznaczonych do użytku w przestrzeniach
Zagrożonych wybuchem
(Dz. U. Nr 143 z 2003, poz. 1393)
Uwaga! Nie obowiązuje: Rozporządzenia
Ministra Gospodarki z dnia 22 grudnia
2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów
ochronnych
przeznaczonych do użytku w przestrzeniach
zagrożonych wybuchem
(Dz. U. Nr 263 z 2005, poz. 2203)

Dyrektywa 1999/92/WE
z dnia 16 grudnia 1999 r.
w sprawie minimalnych wymagań
mających na celu poprawę stanu
bezpieczeństwa i ochrony zdrowia
pracowników potencjalnie
narażonych na ryzyko spowodowane
atmosferami wybuchowymi
ATEX 137



Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy
Polityki Społecznej 29 maja 2003 r.
w sprawie minimalnych wymagań
dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy
pracowników zatrudnionych na stanowiskach
pracy, na których może wystąpić atmosfera
wybuchowa
(Dz. U. Nr 107, poz. 1004 wraz z późniejszymi zmianami)

Rozporządzenie MGPIPS z 29.05.2003 r (z późniejszymi zmianami), wprowadzające w Polsce Dyrektywę ATEX 137, zobowiązuje pracodawcę do opracowania „DOKUMENTU ZABEZPIECZANIA PRZED WYBUCHEM”, na stanowiskach pracy, na których mogą występować atmosfery wybuchowe. Rozporządzenie nie określa szczegółowej formy Dokumentu. Określa jedynie co powinien on zawierać.

Dokument zabezpieczenia przed wybuchem według w/w Rozporządzenia powinien zawierać:

- Informacje o identyfikacji atmosfer wybuchowych i ocenę ryzyka wystąpienia wybuchu,
- Informacje o podjętych odpowiednich środkach zapobiegających wystąpieniu zagrożeń wybuchem, sporządzone w formie zestawienia,
- Wykaz miejsc pracy zagrożonych wybuchem wraz z ich klasyfikacją,
- Deklarację, że stanowiska pracy i narzędzia pracy, a także urządzenia zabezpieczające i alarmujące, są zaprojektowane, używane i konserwowane z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa.

Pracownik musi być zapoznany z treścią dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem.

Na stanowiskach pracy, na których mogą występować atmosfery wybuchowe istnieje obowiązek dokonywania okresowo, ale nie rzadziej niż 1 raz w roku oceny ryzyka i identyfikacji zagrożeń.

Ocena ryzyka musi uwzględniać:

1. Prawdopodobieństwo i częstotliwość występowania atmosfer wybuchowych.
2. Prawdopodobieństwo występowania oraz uaktywniania się źródeł zapłonu, w tym wyładowań atmosferycznych.
3. Identyfikacji i oceny zagrożeń wybuchem stwarzanych przez urządzenia techniczne oraz procesy pracy, a także stosowane surowce i półprodukty.
4. Ocenę skali przewidywanych niepożądanych skutków.

Ocena ryzyka stanowi część składową dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem

Definicje i skróty

substancja palna: Substancja w postaci gazu, pary, cieczy, ciała stałego lub mieszaniny powyższych, zdolna wchodzić w egzotermiczną reakcję z powietrzem po zapaleniu.

deflagracja: Wybuch rozprzestrzeniający się z prędkością poddźwiękową [ISO 8421-1, 1987-03-01, 1.11].

detonacja: Wybuch rozprzestrzeniający się z prędkością naddźwiękową, któremu towarzyszy fala uderzeniowa [ISO 8421-1, 1987-03-01, 1.12].

urządzenia: Przez „urządzenia” rozumie się maszyny, sprzęt, przyrządy stałe lub ruchome, podzespoły sterujące i oprzyrządowanie oraz należące do nich systemy wykrywania i zapobiegania, które oddzielnie lub połączone ze sobą, są przeznaczone do wytwarzania, przesyłania, magazynowania, pomiaru, regulacji i przetwarzania energii oraz dla przekształcania materiałów i które, przez ich własne potencjalne źródła zapłonu, są zdolne do spowodowania wybuchu [Dyrektywa 94/9/EC,

wybuch: Gwałtowna reakcja utleniania lub rozkładu wywołująca wzrost temperatury i/lub ciśnienia [ISO 8421-1, 1987-03-01, 1.13].

dolna granica wybuchowości (DGW): Dolna granica zakresu wybuchowości.

górną granicą wybuchowości (GGW): Górna granica zakresu wybuchowości.

temperaturowe granice wybuchowości: Dolna i górna temperaturowa granica wybuchowości.

dolna temperaturowa granica wybuchowości: Temperatura cieczy palnej, przy której stężenie pary nasyconej w powietrzu jest równe dolnej granicy wybuchowości.

górną temperaturową granicą wybuchowości: Temperatura cieczy palnej, przy której stężenie pary nasyconej w powietrzu jest równe górnej granicy wybuchowości.

zakres wybuchowości: Zakres wartości stężenia w powietrzu substancji palnej, w granicach którego może dojść do wybuchu.

atmosfera wybuchowa: Mieszanina substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł lub pyłów z powietrzem w warunkach atmosferycznych, w której po zapaleniu spalanie rozprzestrzenia się na całą nie spaloną mieszaninę (patrz również Dyrektywa 94/9/EC, Rozdział I, Artykuł 1).

niebezpieczna atmosfera wybuchowa: Atmosfera wybuchowa, która w przypadku wybuchu powoduje uszkodzenia.

inertyzacja: Dodawanie substancji obojętnych w celu zapobiegania tworzeniu się atmosfer wybuchowych.

maksymalne ciśnienie wybuchu (p_{max}): Maksymalne ciśnienie występujące w zamkniętym naczyniu podczas wybuchu atmosfery wybuchowej, oznaczone w określonych warunkach badania.

maksymalna szybkość narastania ciśnienia wybuchu ($(dp/dt)_{max}$): Maksymalna wartość przyrostu ciśnienia w jednostce czasu w trakcie wybuchów wszystkich atmosfer wybuchowych w zakresie wybuchowości substancji palnej w zamkniętym naczyniu w określonych warunkach badania.

minimalna energia zapłonu (MEZ): Najmniejsza energia elektryczna nagromadzona w kondensatorze, która w trakcie jego rozładowania jest wystarczająca do spowodowania zapłonu najbardziej zapalnej atmosfery w określonych warunkach badania.

minimalna temperatura samozapłonu atmosfery wybuchowej: Temperatura samozapłonu palnego gazu lub pary palnej cieczy lub minimalna temperatura samozapłonu obłoku pyłu w określonych warunkach badania.

temperatura samozapłonu (palnego gazu lub palnej cieczy): Najniższa temperatura ogrzanych ścianek naczynia oznaczona w określonych warunkach badania, w której następuje zapalenie palnej substancji w postaci mieszaniny gazu lub pary z powietrzem.

minimalna temperatura samozapłonu obłoku pyłu: Najniższa temperatura gorącej powierzchni, w której najbardziej zapalna mieszanina pyłu z powietrzem ulega zapłonowi w określonych warunkach badania.

przestrzeń zagrożona wybuchem: Przestrzeń, w której zależnie od warunków lokalnych i ruchowych może wystąpić atmosfera wybuchowa [Dyrektywa 94/9/EC].

Dane ogólne i objaśnienia.

Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej zlokalizowane jest w północno-wschodniej części miasta przy ul. Bohaterów Czerwca 1956r. 7 sąsiadując: od strony południowej z „DAMIX” Sp. z o.o. od strony zachodniej terenem PKP. Budynek ze względu na funkcję zaliczony do PM. Zadaniem elektrociepłowni jest wytworzenie i dostarczenie odpowiedniej ilości energii cieplnej do odbiorców za pomocą: 3 kotłów wodnych rusztowych, wysokotemperaturowych, oraz 4 agregatów kogeneracyjnych typu SFMG. Ponadto modernizacja ciepłowni pozwoliła na skojarzenie produkcji energii cieplnej i elektrycznej uzyskiwanej ze spalania gazu ziemnego.

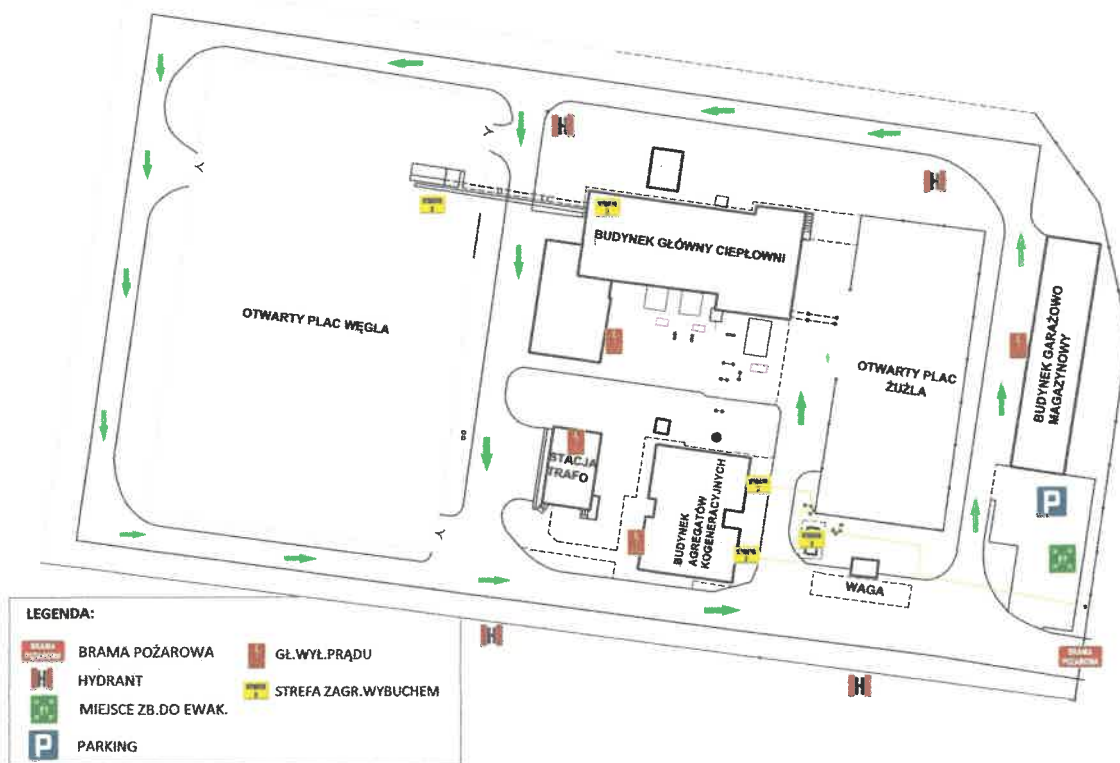
Całość terenu jest ogrodzona, oświetlona, strzeżona przez służby dozorowe. Teren monitorowany poprzez sieć kamer.

Wielkość obszaru wynosi ok. 1,5 ha, na którym zlokalizowane są :

1. Budynek główny (ciepłownia) wraz z infrastrukturą techniczną (system usuwania dymów i gazów)
2. Budynek rozdzielni elektrycznej
3. Budynek agregatów kogeneracyjnych
4. Skład miału węglowego
5. Skład żużla
6. Budynek magazynowo - garażowy

Dojazd pożarowy do obiektów i urządzeń od ulicy Bohaterów Czerwca 1956r., drogi wewnętrzne przejezdne o nawierzchni utwardzonej. Zaopatrzenie wodne do zewnętrznego gaszenia pożaru stanowi zewnętrzna sieć hydrantowa (hydranty nadziemne DN 80 szt. 4).

SCHEMAT LOKALIZACYJNY ELEKTROCIĘPŁOWNI MIEJSKIEGO PRZEDSIĘBIORSTWA ENERGETYKI CIEPŁNEJ Sp. z o.o. ul. BOHATERÓW CZERWCA 1956, 87-500 RYPIN





Zdjęcie nr 1 przedstawia kompleks budynków Ciepłowni

Budynek kotłowni węglowej – obiekt wykonany z materiałów niepalnych i nie rozprzestrzeniających ognia, posiada cztery kondygnacje nadziemne, bez podpiwniczenia składa się z trzech części:

I część – produkcyjna (technologiczna) jest budynkiem wolnostojącym, trzy kondygnacyjnym wykonana z elementów prefabrykowanych o wymiarach 8,50x10,05x14,50; +28,50x14,55x 12,50/m/

II część garażowa – stanowi część dobudowaną metodą tradycyjną, jest obiektem jednokondygnacyjnym bez podpiwniczenia o wymiarach: 11,65x12,40x5,70/m/

III część – socjalna, jednokondygnacyjna bez podpiwniczenia o wymiarach 8,45x6,20x + 3,35x6,20, wys. 3,20m



Zdjęcie nr 2 przedstawia budynek główny Ciepłowni Rypin

Występujące instalacje użytkowe

- elektryczna 24, 230, 400V
- wentylacyjna – grawitacyjna i mechaniczna wyciągowa
- odgromowa
- CO – detektory tlenku węgla na poziomie odzūżlania i hali kotłów
- wodna, kanalizacyjna
- telefoniczna
- antywłamaniowa
- monitoringu wewnętrznego /system kamer/
- gazowa /gaz ziemny/



Zdjęcie nr 3 przedstawia budynek ciepłowni z systemem wentylacji.

Budynek agregatów kogeneracyjnych /4 x 1000kW_e/ - powyższy obiekt jest budynkiem wolnostojącym, o wymiarach 16,0 x 21,50 x 9,15 /m/ na planie prostokąta o konstrukcji murowanej, wykonany z materiałów niepalnych i nie rozprzestrzeniających ognia, dwukondygnacyjny bez podpiwniczenia. Część dolna (konstrukcja żelbetowa), część górna – stalowa. Dach dwuspadowy (nachylenie 15%). Konstrukcja górna to cztery stalowe dwunawowe ramy główne z profili pełnościennych rozstawionych co 4,50 i 3,50 m. Konstrukcja dolna to cztery komory na agregaty i dwa pomieszczenia na trafostację o żelbetowych ścianach gr 24cm, opartych na ławach żelbetowych. Ściany wewnętrzne nośne oraz zewnętrzne w pomieszczeniach trafostacji z bloczków silikatowych oparte na żelbetowych ławach, strop wylewany żelbetowy monolityczny.



Zdjęcie nr 4 przedstawia wnętrze budynku agregatów kogeneracyjnych

Występujące instalacje użytkowe

- elektryczna niskie napięcie /230, 400V/, średnie napięcie /15kV/
- wentylacyjna – grawitacyjna i mechaniczna wyciągową
- odgromowa
- wodna, kanalizacyjna
- antywłamaniowa
- monitoringu wewnętrznego /system kamer/
- detekcji gazu /8 detektorów po 2 szt. w każdym z pomieszczeń agregatów/ zadaniem detektorów w chwili przekroczenia dopuszczalnych stężeń jest automatyczne zamknięcie dopływu gazu, załączenie sygnalizacji akustycznej i świetlnej zlokalizowanej na ścianie zewnętrznej od strony placu składowego miału.
- technologiczna
- gazowa /instalacja posiada zachowaną kolorystykę w zależności od rodzaju przesyłanego medium/

Agregaty kogeneracyjne wraz z wyposażeniem:

1. zasilane gazem ziemnym wysokometanowym klasy E
2. umieszczone w kapsułach żelbetowych dźwiękoszczelnych
3. wodne układy wyposażone w chłodnie wentylatorowe z obiegiem glikolowym jako awaryjne odbiorniki ciepła
4. na wylocie gazy spalinowe z silników o temp. 120°C będą wykorzystane w ekonomizerach jako urządzeniach kondensacyjnych

AGREGATY KOGENERACYJNE GUASCOR POWER

5. typ SFGM 560
6. moc elektryczna 1000kWe
7. moc cieplna 1121 kWt
8. moc cieplna LT 176 kWt
9. zużycie gazu E 2529 kWch

EKONOMIZERY

10. temp spalin wejście/wyjście – 120/50°C
11. strumień spalin 8000Nm³/h
12. średnica króćców spalin 2xśr. 400mm
13. temp wody wejście/wyjście 35-39°C
14. przepływ wody 50m³/h
15. uzysk ciepła 234 kW
16. wymiary 3100x1800x2900 /mm/
17. ciężar 3400kg

Dane techniczne budynku:

1. Powierzchnia użytkowa – 579,65m²
2. Powierzchnia zabudowy – 337,35m²
3. Kubatura – 2179,62m³

Modernizacja systemu ciepłowniczego z zastosowaniem agregatów kogeneracyjnych zasilanych gazem ma na celu poprawę ochrony środowiska. W zakresie ochrony powietrza atmosferycznego zmniejszy się emisja zanieczyszczeń ze spalania węgla kamiennego. W sezonie grzewczym część potrzeb cieplnych pokrywać będzie ciepło z Kogeneracji. W okresie letnim dla potrzeb c.w.u. przewiduje się pracę agregatów kogeneracyjnych. Kotły węglowe będą wyłączone.

Budynek rozdzielni elektrycznej - obiekt wykonany z materiałów niepalnych i nie rozprzestrzeniających ognia, posiada jedną kondygnację nadziemną, bez podpiwniczenia. Dostęp do obiektu z rampy od strony placu magazynowego opału, wykonywanie prac wyłącznie przez dyżurnego elektryka.

Budynek magazynowo - garażowy – wiata obudowana płytami metalowymi profilowanymi z dachem dwuspadowym konstrukcji metalowej, obiekt jedno kondygnacyjny bez podpiwniczenia. Wewnątrz znajdują się materiały i przedmioty gospodarcze w tym maszyny i urządzenia silnikowe.



Zdjęcie nr 5 przedstawia kompleks ciepłowni od strony bramy wjazdowej

Charakterystyka substancji stwarzających zagrożenie wybuchowe

Zagrożenie wybuchowe na terenie ciepłowni MPEC stanowią gaz ziemny oraz pył węglowy.

Gaz ziemny - to mieszanka węglowodorów gazowych (etan, metan, propan), węglowodorów ciekłych oraz pewnych ilości dwutlenku węgla, azotu, wodoru, siarkowodoru, gazów szlachetnych (argon, hel).

Gaz ziemny możemy także podzielić ze względu na skład. Wyróżniamy następujące gazy:

- mokry, który oprócz metanu zawiera także węglowodory wyższe,
- chudy, w skład którego w 90% wchodzi metan,
- kwaśny (zanieczyszczony siarką).

Gaz ziemny w skorupie ziemskiej występuje jako gaz lub jest związany w hydratách węglowodorów. Może także występować w formie rozpuszczonej, w wodzie podziemnej, ropie naftowej. Gaz ziemny jest bezwonny, bezbarwny i mniejszą gęstość niż powietrze. Charakterystyczny zapach gazu ziemnego jest uzyskiwany w procesie nawaniania. Tylko wtedy człowiek jest zdolny go wyczuć. Może tworzyć mieszkankę wybuchową w wyniku reakcji z powietrzem. Dużą zaletą gazu ziemnego jest to, że możemy go zaliczyć do bardzo wydajnych paliw ekologicznych. W czasie jego wydobycia, a następnie transportowania są przestrzegane wszystkie zasady ochrony środowiska naturalnego. Tylko przy jego spalaniu są emitowane nieznaczne ilości szkodliwych gazów. Gazy ziemne mogą być stosowane jako bardzo dobre źródło energii, dzięki swojej kaloryczności. W gospodarstwie domowym może być wykorzystywany do podgrzewania wody, gotowania posiłków, ogrzewania domów. Człowiek jest zaopatrzony w ten surowiec siecią gazociągów przez cały rok. Nie jest konieczne magazynowanie gazu ziemnego. Urządzenia grzewcze wykorzystujące gaz ziemny są bardzo łatwe w użyciu. Nie wymagają specjalistycznej wiedzy. Gaz ziemny może występować samodzielnie, ale często spotykany jest z ropą naftową. Gaz ziemny jest wygodny w transporcie (rurociągi). Proces spalania jest łatwy w sterowaniu oraz kontrolowaniu. Jesteśmy w stanie osiągnąć bardzo wysokie wskaźniki sprawności energetycznej, jeżeli porównamy inne urządzenia zasilane odmiennymi surowcami.

Właściwości gazu ziemnego

1. Ciężar – lżejszy od powietrza
2. Stan skupienia – gazowy
3. Zapach – bezwonny
4. Działanie duszące
5. Kolor – bezbarwny

6. Gaz palny
7. Wybuchowy – przy stężeniu z tlenem - granice wybuchowości 5 % - 15 %
8. wartość opałowa 35200-62800 kJ/m³,

1. gaz ziemny wysokometanowy typu E (dawniej GZ-50):

* ciepło spalania - zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2010r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego - nie mniejsze niż 34,0 MJ/m^{3 1)} – Taryfa jednakże stanowi, że nie może być mniejsze niż 38,0 MJ/m³, za standardową przyjmując wartość 39,5 MJ/m³

* wartość opałowa - nie mniejsza niż 31,0 MJ/m^{3 1)}

* przykładowy skład:

- metan (CH₄) - około 97,8 %
- etan, propan, butan - około 1%
- azot (N₂) - około 1%
- dwutlenek węgla (CO₂) i reszta składników - 0,2 %

2. gaz ziemny zaazotowany typu Ls (dawniej GZ-35)

* ciepło spalania - zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2010r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego - nie mniejsze niż 26,0 MJ/m^{3 1)} – Taryfa jednakże stanowi, że nie może być mniejsze niż 28,8MJ/m³, za standardową przyjmując wartość 27,9 MJ/m³

* wartość opałowa - nie mniejsza niż 24,0 MJ/m^{3 1)}

* przykładowy skład:

- metan (CH₄) - około 71%
- etan, propan, butan - około 1%
- azot (N₂) - około 27%
- dwutlenek węgla (CO₂) i reszta składników - 1%

3. gaz ziemny zaazotowany typu Lw (dawniej GZ-41,5)

* ciepło spalania - zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2010r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego - nie mniejsze niż 30,0 MJ/m^{3 1)} – Taryfa jednakże stanowi, że nie może być mniejsze niż 32,8MJ/m³, za standardową przyjmując wartość 31,0 MJ/m³

* wartość opałowa - nie mniejsza niż 27,0 MJ/m^{3 1)}

* przykładowy skład:

- metan (CH_4) - około 79%
- etan, propan, butan - około 1%
- azot (N_2) - około 19,5%
- dwutlenek węgla (CO_2) i reszta składników - 0,5%

Pył węglowy

Warunki konieczne do powstania wybuchu pyłu węglowego.

Aby nastąpił wybuch mieszaniny pyłu węglowego z powietrzem musi być spełnionych kilka czynników:

- pył węglowy musi być wybuchowy to znaczy zawierać więcej niż 10% części lotnych w przeliczeniu na bezwodną i bezpopiołową substancję węglową,
- musi być rozdrobniony – ziarna nie przechodząc przez sito o wymiarach oczka 1,0 x 1,0 mm nie są uważane za pyły,
- pył węglowy musi być wymieszany z powietrzem w granicach od 50 do 1000 g/m³, V
- gdy mamy mieszaninę, która spełnia powyższe warunki wystarczy tylko inicjał (temperatura), aby nastąpił wybuch.

Wybuch pyłu węglowego – egzotermiczna reakcja chemiczna, przebiegająca w bardzo krótkim czasie, powodująca powstanie znacznej ilości gazów w wyniku czego następuje gwałtowny wzrost ciśnienia, który w postaci fali podmuchu rozprzestrzenia się od miejsca zainicjowania wybuchu.

PARAMETRY WYBUCHOWOŚCI I ZAPALNOŚCI

P_{max} – maksymalne ciśnienie wybuchu;

$(dp/dt)_{\text{max}}$ – maksymalny przyrost ciśnienia wybuchu;

K_{st} – stała pyłowa;

L_{GW} – dolna granica wybuchowości;

U_{GW} – górna granica wybuchowości;

G_{ST} – graniczne stężenie tlenu;

MEZ – minimalna energia zapłonu obłoku pyłu;

MTZ_w – minimalna temperatura zapłonu warstwy pyłu;

MTZ_o – minimalna temperatura zapłonu obłoku pyłu.

Proces technologiczny przy którym może powstać pył miałowy

Miał węglowy znajdujący się na placu magazynowym w hałdach składowych nagarniany jest za pomocą spycharki do leja, skąd za pomocą taśmociągu przemieszczany jest do pomieszczenia nawęglania w budynku kotłowni. Trasa miału i mogącego tworzyć się na skutek warunków atmosferycznych pyłu zabezpieczona jest owalną osłoną przed ewentualnym rozwianiem na skutek silnego wiatru. Ponadto osłona ogranicza zdolność powstawania pyłu wewnątrz i utrzymywania się przez pewien czas. Pomieszczenie nawęglania znajduje się na najwyższej kondygnacji budynku kotłowni. W pomieszczeniu tym znajduje się wodny zraszacz którego zadaniem jest zmiana wilgotności pyłu powyżej 60%. Następnie wilgotny miał węglowy wpada do zasobnika skąd dalej do

wybranego kotła grzewczego (3 kotły). Zabezpieczenia które znajdują się w pomieszczeniu nawęglania to min:

- awaryjny wyłącznik prądu
- sygnalizator optyczny i akustyczny
- system monitoringu zakładowego



Fot nr 1 i 2 przedstawia taśmociąg mialowy



Fot nr 3 przedstawia osłonę taśmociągu mialowego

Identyfikacja poszczególnych źródeł zapłonu.

Gorące powierzchnie

Przyjmuje się zasadę, że za niebezpieczne źródło zapłonu pochodzące od gorących powierzchni uznaje się takie, którego temperatura przekracza $\frac{2}{3}$ wartości temperatury samozapłonu substancji, jaka może się w jego obecności pojawić (w st. C). Zapłon może wystąpić, jeżeli dojdzie do kontaktu atmosfery wybuchowej z ogrzaną powierzchnią. Źródłem zapłonu może być nie tylko sama gorąca powierzchnia - również palne ciało stałe zapalone w kontakcie z gorącą powierzchnią może stanowić źródło zapłonu dla atmosfery wybuchowej.

Zdolność ogrzanej powierzchni do spowodowania zapłonu zależy od rodzaju i stężenia poszczególnych substancji w mieszaninie z powietrzem. Ta zdolność staje się większa ze wzrostem temperatury i powierzchni. Ponadto, temperatura powodująca zapłon zależy od rozmiaru i kształtu ogrzanego elementu, gradientu stężenia w pobliżu powierzchni i w pewnym stopniu, również od rodzaju materiału ogrzanej powierzchni. Atmosfera wybuchowa gazu ziemnego wewnątrz dość dużych ogrzanych przestrzeni (około 11 lub więcej) może ulec zapłonowi od powierzchni o niższych temperaturach niż określanych zgodnie z LEC 79-4 lub innymi równoważnymi metodami. Z drugiej strony w przypadku ogrzanych ciał charakteryzujących się raczej wypukłościami niż wklęsłościami, do zapłonu konieczne są wyższe temperatury powierzchni; minimalna temperatura samozapłonu wzrasta, na przykład w przypadku kul albo rur ze zmniejszaniem się ich średnicy. Kiedy atmosfera wybuchowa przepływa nad ogrzаныmi powierzchniami, do zapłonu konieczna jest wyższa temperatura powierzchni z powodu krótkiego czasu kontaktu.

Jeżeli atmosfera wybuchowa pozostaje w kontakcie z gorącą powierzchnią przez względnie długi czas, mogą zachodzić wstępne reakcje, np. zimne płomienie, wskutek czego tworzą się łatwiej zapalne produkty rozkładu ułatwiające zapłon pierwotnych atmosfer.

Oprócz łatwo rozpoznawalnych gorących powierzchni takich jak rozgrzane elementy agregatu ko generacyjnego /wydech, kadłub silnika/, źródłem niebezpiecznych temperatur mogą być również procesy mechaniczne. Procesy te obejmują urządzenia, systemy ochronne, części i podzespoły, które zamieniają energię mechaniczną w ciepłą. Ponadto, wszystkie części ruchome w łożyskach, zepustach wałów, uszczelnieniach, itd. mogą stawać się źródłem zapłonu jeżeli nie są w wystarczającym stopniu smarowane. W przypadku ścisłego mocowania ruchomych części przedostanie się ciał obcych lub przesunięcie osi również mogą powodować tarcie, które z kolei może prowadzić do wysokiej temperatury powierzchni, w niektórych przypadkach dość szybko.

Powinno się również brać pod uwagę wzrost temperatury w wyniku reakcji chemicznych (np. ze smarami i środkami czyszczącymi).

Płomienie i gorące gazy (z włączeniem gorących cząstek)

Płomienie towarzyszą reakcjom spalania w temperaturach powyżej 1000°C. Gorące gazy są produktem reakcji, w przypadku płomieni dymiących i/lub kopcących tworzą się również jarzące się cząstki stałe. Płomienie oraz ich gorące produkty reakcji lub inaczej wysoce ogrzane gazy mogą zapalić atmosferę wybuchową. Płomienie, nawet bardzo małe, są jednym z najbardziej efektywnych źródeł zapłonu. Jeżeli atmosfera wybuchowa występuje zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz urządzenia, systemu ochronnego, części lub podzespołu, albo w sąsiednich częściach instalacji i jeżeli zapłon następuje w jednym z tych miejsc, płomień może rozprzestrzeniać się w inne miejsca przez otwory takie jak kanały wentylacyjne.

Iskry generowane mechanicznie

Jako wynik tarcia, uderzenia lub procesów ścierania, może następować oddzielenie od ciał stałych cząstek o dużej temperaturze będącej wynikiem energii używanej w procesie. Jeżeli cząstki te zawierają substancje zdolne do utleniania, żelazo lub stal, mogą ulegać procesowi utleniania, osiągając przez to nawet wyższe temperatury. Cząstki takie (iskry) mogą zapalać palne gazy /gaz ziemny/. Jako powód iskrzenia powinno zostać rozważone przedostanie się do urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów materiałów obcych np. kamieni albo skrawków metalu.

Tarcie, nawet między podobnymi metalami żelaznymi i między pewnymi materiałami ceramicznymi, może generować gorące miejsca i iskry podobne do powstających w trakcie mielenia. Mogą one powodować zapłon atmosfer wybuchowych.

Uderzenia w obecności rdzy i metali lekkich (np. aluminium i magnezu) oraz ich stopów mogą zapoczątkowywać reakcję termitową, która może powodować zapłon atmosfer wybuchowych.

Iskry mogą powstać na skutek awarii bądź wad mechanicznych części i podzespołów.

Urządzenia elektryczne

W przypadku urządzeń elektrycznych jako źródła zapłonu mogą wystąpić iskry elektryczne i gorące powierzchnie. Iskry elektryczne mogą być generowane, np.:

- kiedy obwody elektryczne są otwierane i zamykane;
- przez poluzowanie połączeń;
- przez prądy błędne

Wykazano jednoznacznie, że bardzo niskie napięcie (np. poniżej 50 V) stosuje się w celu ochrony osobistej przeciw porażeniu prądem i nie jest środkiem ochrony przed wybuchem. Napięcia niższe niż to mogą jednak wytworzyć energię wystarczającą do zapalenia atmosfery wybuchowej.

Uwaga: w pomieszczeniach i strefach gdzie występuje gaz ziemny należy stosować urządzenia i instalacje w wykonaniu Ex.

Prądy błędne, katodowa ochrona przed korozją

Prądy błędne mogą płynąć w systemach przewodzących elektryczność lub częściach systemów:

- jako prądy zwrotne w systemach energetycznych - zwłaszcza w sąsiedztwie kolei elektrycznej i dużych systemów spawających - kiedy, na przykład, elektroprzewodzące składniki systemu takie jak szyny i kable leżące pod ziemią obniżają opór ścieżki prądu zwrotnego;
- jako wynik zwarcia albo zwarcia uziemiającego z powodu uszkodzeń instalacji elektrycznych;
- jako wynik indukcji magnetycznej (np. ze względu na sąsiedztwo instalacji elektrycznych z silnymi prądami lub częstotliwościami radiowymi, i
- jako wynik uderzenia pioruna

Jeżeli części systemu zdolnego do przewodzenia prądów błędnych są rozłączane, łączone lub mostkowane - nawet w przypadku niewielkich różnic potencjału - atmosfera wybuchowa może ulec zapłonowi w wyniku isker i/lub łuków elektrycznych. Ponadto, zapłon może również nastąpić z powodu podgrzania ścieżek przewodzących

W przypadku zastosowania ochrony przed korozją metodą katodową z przyłożonym napięciem wyżej wymienione ryzyko zapłonu również jest możliwe.

Elektryczność statyczna

W określonych warunkach wyładowania elektryczności statycznej mogą powodować zapłon. Rozładowanie naładowanych, izolowanych części przewodzących łatwo może prowadzić do isker zapalających. W przypadku naładowanych elementów wykonanych z materiałów nieprzewodzących, dotyczy to głównie tworzyw sztucznych ale również pewnych innych materiałów, możliwe jest wystąpienie wyładowań snopiastych. W specjalnych przypadkach, podczas szybkich procesów rozdziału (np. taśmy przesuwające się na wałkach, pasy napędowe), lub przez kombinacje materiałów przewodzących i nieprzewodzących, możliwe są również rozchodzące się wyładowania snopiaste. Mogą również występować wyładowania stożkowe, od materiałów składowanych luzem, oraz rozładowania obłoków.

Wyładowania snopiaste mogą zapalać niemal wszystkie wybuchowe atmosfery gazów i par.

Uwaga: podczas prac w pomieszczeniach i strefach występowania gazu ziemnego stosować odzież i obuwie robocze nie gromadząc ładunków elektryczności statycznej. Wszystkie urządzenia powinny być wyposażone w przewody odprowadzające elektryczność statyczną.

Uderzenie pioruna

Jeżeli uderzenie pioruna nastąpi w atmosferze wybuchowej, zawsze dojdzie do jej zapłonu. Co więcej, istnieje również możliwość zapłonu ze względu na wysokie temperatury osiągane przez elementy przewodzące wyładowanie.

W miejscu uderzenia pioruna płyną silne prądy, które mogą tworzyć iskry w jego sąsiedztwie. Nawet bez uderzenia pioruna, burze mogą powodować indukowane wysokie napięcia w urządzeniach, systemach ochronnych, częściach i podzespołach. Budynek agregatów ko generacyjnych jest oprócz

instalacji odgromowej dodatkowo chroniony kominem konstrukcji stalowej znajdującym się w bliskim sąsiedztwie budynku.

Uwaga: zabrania się prowadzenia prac w tym produkcji energii podczas burz i wyładowań atmosferycznych.

Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od 10^4 Hz do 3×10^{12} Hz

Fale elektromagnetyczne są emitowane przez wszystkie systemy generujące i stosujące energię elektryczną o częstotliwości radiowej (systemy częstotliwości radiowej), np. nadajniki radiowe lub przemysłowe albo medyczne generatory RF stosowane do ogrzewania, suszenia, utwardzania, spawania, cięcia, itd.

Wszystkie przewodzące części znajdujące się w polu promieniowania działają jak anteny odbiorcze. Jeżeli pole jest wystarczająco silne i jeżeli antena odbiorcza jest wystarczająco duża, części przewodzące mogą powodować zapłon w atmosferach wybuchowych. Odbierana energia o częstotliwości radiowej może, na przykład, rozżarzyć cienkie przewody lub generować iskry podczas łączenia lub rozłączania części przewodzących. Doprowadzana przez antenę odbiorczą energia, która może prowadzić do zapłonu, zależy głównie od odległości między nadajnikiem i anteną odbiorczą oraz od rozmiarów anteny odbiorczej przy wszystkich długościach i energii fal RF.

Fale elektromagnetyczne od 3×10^{11} Hz do 3×10^{15} Hz

Promieniowanie w tym zakresie widma może - zwłaszcza w przypadku skupienia - stać się źródłem zapłonu poprzez pochłanianie przez atmosfery wybuchowe lub powierzchnie ciał stałych.

Światło słoneczne, na przykład, może powodować zapłon w obecności przedmiotów zdolnych do skupienia jego promieni (np., reflektory skupiające).

Powinno być brane pod uwagę, że jakiegokolwiek urządzenie, system ochronny, część i podzespoły generujący promieniowanie (np. lampy, łuki elektryczne, itd.) mogą stanowić źródło zapłonu.

Promieniowanie jonizujące

Promieniowanie jonizujące generowane, przez substancje radioaktywne może zapalać atmosfery wybuchowe (zwłaszcza atmosfery wybuchowe) w wyniku absorpcji energii. Ponadto, źródło radioaktywne samo może się podgrzewać, z powodu wewnętrznej absorpcji energii promieniowania, do temperatury przekraczającej minimalną temperaturę samozapłonu otaczającej atmosfery wybuchowej.

Promieniowanie jonizujące może powodować chemiczny rozkład lub inne reakcje, które mogą prowadzić do tworzenia bardzo reaktywnych rodników lub niestabilnych chemicznie związków. Może to powodować zapłon.

UWAGA : Takie promieniowanie może również tworzyć atmosferę wybuchową przez rozkład (np. mieszanina tlenu i wodoru w wyniku radiolizy wody).

Ultradźwięki

Podczas stosowania fal ultradźwiękowych, znaczna część energii wytwarzanej przez przetwornik elektroakustyczny jest absorbowana przez substancje stałe lub ciekłe. W wyniku absorpcji, substancja wystawiana na działanie ultradźwięków ogrzewa się tak, że, w skrajnych przypadkach, może nastąpić zapłon.

Adiabatyczne sprężanie i fale uderzeniowe

W przypadku sprężania adiabatycznego lub prawie adiabatycznego i w falach uderzeniowych mogą występować tak wysokie temperatury, że atmosfery wybuchowe mogą zostać zapalone. Przyrost temperatury zależy głównie od stosunku wartości ciśnień, nie od ich różnicy.

UWAGA: W przewodach ciśnieniowych kompresorów do sprężania powietrza i w zbiornikach podłączonych do tych przewodów, wybuchy mogą występować jako wynik zapłonu sprężonych mgieł olejów smarnych.

Fale uderzeniowe są generowane, podczas nagłego rozprężania gazów pod wysokim ciśnieniem do rurociągów. W tym procesie fale uderzeniowe rozchodzą się do miejsc o niskim ciśnieniu szybciej niż szybkość dźwięku. Kiedy są uginane lub odbijane przez powyginany rurociąg, przewężenia, połączenia kołnierzowe, zamknięte zawory itd, mogą występować bardzo wysokie temperatury.

UWAGA: Urządzenia, systemy ochronne, części i podzespoły zawierające wysoce utleniające gazy, np. czysty tlen lub atmosfery gazowe o wysokim stężeniu tlenu, mogą stawać się efektywnym źródłem zapłonu przy sprężaniu adiabatycznym, fali uderzeniowej lub nawet zwykłym przepływie, ponieważ zapaleniu ulec mogą smary, szczeliwa i nawet materiały konstrukcyjne. Jeżeli to prowadzi do zniszczenia urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów, ich części będą zapalać otaczającą atmosferę wybuchową

Ocena możliwych skutków wybuchu

W przypadku wybuchu należy rozważyć możliwe skutki np.:

- płomieni;
- promieniowania cieplnego;
- fal ciśnienia;
- rozrzutu odłamków;
- uwolnienia niebezpiecznych substancji.

Konsekwencje powyższych zjawisk są zależne od:

- chemicznych i fizycznych właściwości substancji palnych;
- wielkości i sposobu zamknięcia atmosfery wybuchowej;
- geometrii otoczenia;
- wytrzymałości zamknięcia i struktur podtrzymujących;
- osobistego sprzętu ochronnego stosowanego przez personel narażony na niebezpieczeństwo;
- fizycznych właściwości zagrożonych obiektów.

Spodziewane obrażenia ludzi lub uszkodzenia obiektów i wielkość zagrożonego obszaru mogą być ocenione w ten sposób tylko dla każdego określonego przypadku.

Eliminacja lub minimalizacja ryzyka

Podstawowe zasady

Konieczność jednoczesnego wystąpienia atmosfery wybuchowej i efektywnego źródła zapłonu, oraz przewidywanych skutków wybuchu - prowadzi bezpośrednio do trzech podstawowych zasad zapobiegania wybuchowi i ochrony przed wybuchem:

a) zapobieganie

- unikanie atmosfer wybuchowych. Ten cel można osiągnąć przez zmianę stężenia substancji palnej do wartości poza zakresem wybuchowości lub zmianę stężenia tlenu do wartości poniżej granicznego stężenia tlenu (GST);
- unikanie jakichkolwiek możliwych efektywnych źródeł zapłonu;

b) ochrona

- ograniczanie skutków wybuchów do dopuszczalnego rozmiaru poprzez ochronne środki konstrukcyjne. W przeciwieństwie do dwóch środków opisanych wyżej, tutaj dopuszcza się wystąpienie wybuchu.

Eliminacja lub minimalizacja ryzyka może być dokonywana przez stosowanie zarówno tylko jednej z powyższych zasad zapobiegania albo ochrony jak i ich kombinacji.

Zaleca się, aby unikanie atmosfery wybuchowej zawsze było pierwszym wyborem.

Im bardziej prawdopodobne będzie występowanie atmosfery wybuchowej, tym większy zakres środków przeciw efektywnym źródłom zapłonu powinien być zastosowany, i odwrotnie.

W celu dokonania wyboru stosownych środków należy stworzyć koncepcję bezpieczeństwa przeciwwybuchowego dla każdego indywidualnego przypadku.

Przy planowaniu środków zapobiegania wybuchowi i ochrony przed wybuchem, należy rozważyć normalne działanie, z włączeniem rozruchu i wyłączenia z ruchu. Ponadto powinno się brać pod uwagę możliwe technicznie wadliwe działanie jak również przewidywalne niewłaściwe używanie (patrz EN 292-1). Stosowanie środków zapobiegania wybuchowi i ochrony przed wybuchem wymaga gruntownej wiedzy i niezbędnego doświadczenia. Z tego powodu zaleca się uzyskanie porady ekspertów.

Unikanie atmosfery wybuchowej albo zmniejszenie jej objętości

Podstawowym środkiem zapobiegania wybuchowi jest zastępowanie substancji palnych przez materiały obojętne lub ograniczanie stężenia substancji palnych (unikanie zakresu wybuchowości).

Zastępowanie albo zmniejszanie ilości substancji zdolnych do utworzenia atmosfer wybuchowych

Tam, gdzie jest to możliwe, substancje palne powinny być zastępowane przez substancje niepalne lub przez substancje niezdolne do tworzenia atmosfery wybuchowej, np. bardzo rozdrobniiony materiał ovlący przez mniej pyłący materiał ziarnisty.

Ilość materiału palnego powinna być zmniejszona do minimum, np. przez zastosowanie procesów ciągłych zamiast okresowych.

Ograniczanie stężenia

Jeżeli nie jest możliwe uniknięcie stosowania substancji zdolnych do tworzenia atmosfery wybuchowej, powstawaniu niebezpiecznej objętości atmosfery wybuchowej wewnątrz urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów można zapobiegać lub je ograniczać przez środki kontroli ilości i/lub stężenia.

Środki te powinny być monitorowane, jeżeli stężenia właściwe dla procesu nie są wystarczająco odległe od zakresu wybuchowości.

Takie elementy monitoringu, jak np. detektory gazu lub detektory przepływu, powinny być połączone z alarmami, innymi systemami ochronnymi lub automatycznymi funkcjami na wypadek sytuacji awaryjnych.

Przy zastosowaniu wymienionych środków kontroli, stężenie substancji palnych powinno być wystarczająco poniżej dolnej lub wystarczająco powyżej górnej granicy wybuchowości. Powinno się wziąć pod uwagę fakt, że stężenia mogą wchodzić w zakres wybuchowości podczas rozruchu bądź wyłączania procesu z ruchu.

Jeżeli stężenie wewnątrz urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów jest powyżej górnej granicy wybuchowości, nie ma tam ryzyka wybuchu wewnętrznego; jakkolwiek możliwe uwolnienia mogą powodować ryzyko wybuchu na zewnątrz urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów z powodu wymieszania z powietrzem. Zagrożenie wybuchem może też pojawiać się wewnątrz urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów przy przedostawaniu się do nich powietrza.

W przypadku palnych cieczy, gdy można wykluczyć atmosferę wybuchowej mgły, utrzymywanie stężenia poniżej dolnej granicy wybuchowości osiąga się, kiedy temperatura na powierzchni cieczy zawsze jest wystarczająco poniżej temperatury zapłonu.

UWAGA: Niezbędny margines poniżej temperatury zapłonu zależy od chemicznej natury i składu palnej cieczy.

Dla roztworów palnych gazów w palnych cieczach stosowanie temperatury zapłonu może być mylące. Podobnie myląca może być temperatura zapłonu jeżeli ciecze przechowywane są w temperaturach, w których może dojść do reakcji rozkładu lub powolnego utleniania (np. bitumin, ciężki olej grzewczy).

UWAGA 2: Właściwy dobór warunków procesowych często umożliwia zapewnienie wysokiego stężenia par w całości urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów, wystarczającego dla utrzymania tego stężenia powyżej górnej granicy wybuchowości. Mimo to, w niektórych sytuacjach - np. podczas magazynowania w zbiornikach i kiedy może dojść do kondensacji - stężenie będzie się zmniejszać w wyższych partiach tak, że atmosfera może być wybuchowa. Jedynie po szczególnie długich okresach magazynowania w faktycznie nie przewietrzanych zbiornikach magazynowych i kiedy temperatura powierzchni jest daleko powyżej górnej temperaturowej granicy wybuchowości atmosfera ma stężenie, którego wartość jest powyżej górnej granicy wybuchowości w całym zbiorniku magazynowym.

UWAGA 3: Niektóre ciekłe halogenowane węglowodory mogą tworzyć atmosfery wybuchowe nawet kiedy nie można oznaczyć temperatury zapłonu cieczy.

Inertyzacja

Dodatek gazów obojętnych (np. azot, dwutlenek węgla, gazy szlachetne), pary wodnej lub obojętnych substancji proszkowych (np. węglan wapnia), odpowiednich dla przetwarzanych produktów, może zapobiegać tworzeniu atmosfer wybuchowych (inertyzacja).

Kiedy do inertyzacji stosuje się parę wodną, należy wziąć pod uwagę wpływ kondensacji.

Inertyzacja poprzez użycie gazów obojętnych opiera się na zmniejszeniu stężenia tlenu w atmosferze tak, że atmosfera przestaje być już wybuchowa. Najwyższe dopuszczalne stężenie tlenu określa się przez zastosowanie współczynnika bezpieczeństwa do granicznego stężenia tlenu.

Dla mieszanin różnych substancji palnych, z włączeniem mieszanin hybrydowych, do określenia najwyższego dopuszczalnego stężenia tlenu powinno się użyć składnika z najniższym granicznym stężeniem tlenu, jeżeli pomiary nie wykażą inaczej.

Analiza zagrożenia wybuchem

Podczas procesów technologicznych, w czasie magazynowania i transportu materiałów łatwo zapalnych mogą zawsze powstawać różnorodne mieszaniny powietrza z parami cieczy łatwo zapalnych, gazów palnych. Substancje występujące w przemyśle są zróżnicowane zarówno pod względem jakościowym jak i ilościowym.

O zagrożeniu wybuchem decydują:

- właściwości fizykochemiczne czynnika palnego,
- proces technologiczny,
- przeznaczenie i wyposażenie pomieszczeń.

Analizując stan zagrożenia należy przede wszystkim wziąć pod uwagę:

- ile i jakie substancje wydzielają się w jednostce czasu,
- jakie są granice wybuchowości tych substancji,
- w jaki sposób substancje przedostają się do otaczającego powietrza,
- jaka jest gęstość względna tych substancji,
- jakie jest usytuowanie źródeł i miejsc emitowania zanieczyszczeń,
- gdzie mogą powstawać największe stężenia,
- jakie są ciśnienia i temperatury w aparaturze technologicznej,
- czy i gdzie istnieją miejsca martwe, nie wentylowane, w których mogą tworzyć się niebezpieczne stężenia,
- czy w pomieszczeniu występują prądy konwekcyjne lub inne prądy powietrzne wywoływane pracą maszyn, ludzi, wentylacją lub przeciągami oraz czy w pomieszczeniu mogą wystąpić prądy powrotne powietrza na skutek zetknięcia się zanieczyszczonego powietrza z innymi przegrodami.

Właściwości fizykochemiczne substancji palnej są czynnikiem decydującym czy zagrożenie wybuchem może w ogóle zaistnieć. Jeżeli substancja jest gazem, to jego mieszanina wybuchowa z powietrzem może powstać w każdej temperaturze. Jeżeli zaś czynnikiem jest ciecz, to możliwość powstania mieszaniny wybuchowej par tej cieczy z powietrzem zależy od temperatury.

Istotne znaczenie przy ocenie zagrożenia mają właściwości korodujące czynnika palnego i środowiska, w którym ustawiona jest aparatura. Jeżeli substancja ta ma działanie korodujące, to w znacznym stopniu wzrasta możliwość uszkodzeń aparatury technologicznej i powstania przecieków. Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na możliwość powstania mieszaniny wybuchowej jest sposób prowadzenia technologicznego, rodzaj aparatury technologicznej oraz parametry tego procesu. Jeżeli proces technologiczny prowadzi się przy użyciu urządzeń otwartych względnie zamkniętych ale nieszczelnych, to zawsze należy się spodziewać powstania mieszanin wybuchowych przynajmniej w pobliżu tych urządzeń. Jeżeli proces technologiczny prowadzony jest w aparaturze zamkniętej szczelnie, wówczas prawdopodobieństwo przenikania par lub gazów do otoczenia jest znacznie mniejsza. Może ono nastąpić w czasie napełniania lub opróżniania aparatury.

Istotne znaczenie mają parametry procesu technologicznego, a szczególnie temperatura i ciśnienie wewnątrz aparatury. Jeżeli temperatura cieczy łatwo zapalnej jest wyższa od temperatury zapłonu, to nad powierzchnią tej cieczy zawsze utrzymuje się mieszanina par nasyconej z powietrzem o stężeniu przekraczającym dolną granicę wybuchowości. Jeżeli ciśnienie w aparaturze

jest wyższe od normalnego, wówczas istnieje zwiększone niebezpieczeństwo uszkodzeń aparatury, szczególnie w miejscach połączeń kołnierзовych. W przypadku takich uszkodzeń czynnik palny wydostający się z aparatury zostaje rozpylony nawet na znaczne odległości. W pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi stężenia czynników szkodliwych dla zdrowia muszą być utrzymywane w granicach określonych w przepisach sanitarnych. W celu niedopuszczenia do powstania stężeń szkodliwych instaluje się w tych pomieszczeniach wentylację mechaniczną, zapewniającą odpowiednią ilość wymian powietrza. Mieszaniny wybuchowe mogą natomiast powstać w tych pomieszczeniach w czasie przerw w pracy wentylacji lub w przypadku jej uszkodzenia.

Największe niebezpieczeństwo wybuchu istnieje w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych, w których mieszaniny wybuchowe mogą powstawać i utrzymywać się w czasie normalnych stanów pracy urządzeń technologicznych. W takich przypadkach do powstania wybuchu potrzebne jest pojawienie się tylko jednego czynnika warunkującego wybuch, mianowicie energii cieplnej. W przeważającej ilości przypadków mieszaniny wybuchowe tworzą się i utrzymują w czasie normalnej pracy urządzeń technologicznych bez wentylacji mechanicznej, a zatem w pomieszczeniach nie przeznaczonych na stały pobyt ludzi wyjątkami są pomieszczenia, w których występują cieczy łatwo zapalne lub masy gęsto - płynne zawierające ciecze łatwo zapalne np.: gaz ziemny.

Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych obejmuje wskazanie pomieszczeń zagrożonych wybuchem, a także wyznaczenie w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych odpowiednich stref zagrożenia.

Tabela nr 1: Wielkość zniszczeń powstałych w wyniku wybuchów

Nadciśnienie wybuchu kPa	Zniszczenia (straty, objawy)
0,14	Dokuczliwy hałas (137 dB)
0,21	Pękanie dużych szyb (szkło zwykłe)
1,05	Typowe ciśnienie dla pękania szkła
2,00	Typowa granica („bezpieczna”) wartość dla budynków mogąca spowodować ew. lekkie zniszczenia sufitów
2,80	Ograniczone zniszczenia konstrukcji
7,00	Zniszczenie domów do stanu, w którym nie nadają się do zamieszkania
8,40	Załamanie się płyt azbestowych, stalowych, aluminiowych, zniszczenia umocowań płyt celulozowych
9,10	Stalowe ramy przytrzymujące materiały budowlane lekko zniszczone
14,00	Częściowe zawalenie się ścian i dachów

14,00	Roztrzaskanie się betonowych i żuźlowych nie wzmocnionych bloków ściennych
16,00	Dolna granica poważnych zniszczeń konstrukcji
17,50	50% zniszczeń części murowanej domów
21,00	Poważne uszkodzenia ciężkich maszyn budowlanych, używanych w budownictwie przemysłowym; stalowe ramy budynków zniszczone i oderwane od fundamentów
21,00	Zniszczenie stalowych budynków, pęknięcie zbiorników paliwowych
28,00	Zawalenie się lekkich konstrukcji budowlanych, przemysłowych
35,00	Prawie całkowite zniszczenie budynków
35,00	Przewrócenie się załadowanych wagonów kolejowych
35,00	Duże przechylenie się płyt z cegieł o grubości 10 – 30 cm, nie wzmocnionych
60,00	Całkowite zniszczenie załadowanych kontenerów samochodowych
69,00	Całkowite zniszczenie konstrukcji budynków

Pod pojęciem zagrożenia wybuchowego należy rozumieć możliwość tworzenia przez palne gazy, pary palnych cieczy, lub włókna palnych ciał stałych mieszanin z powietrzem, które pod wpływem czynnika inicjującego zapłon (iskra, łuk elektryczny, samozapalenie) wybuchają, czyli ulegają gwałtownemu spalaniu połączonemu ze wzrostem ciśnienia.

Inwestor, jednostka projektująca lub użytkownik decydujący o procesie technologicznym odpowiedzialni są za dokonanie oceny zagrożenia wybuchem, czyli wskazania pomieszczeń zagrożonych wybuchem i wyznaczenia stref zagrożonych wybuchem.

Należy dokładnie rozróżniać dwa wyżej przytoczone pojęcia, tj:

Jako zagrożone wybuchem uznaje się pomieszczenie, w którym wybuch mieszaniny par cieczy, gazów, z powietrzem mógłby spowodować przyrost ciśnienia wyższy niż 5000 Pa.

Konsekwencjami uznania pomieszczenia za zagrożone wybuchem są przede wszystkim zaostrzone wymagania budowlane, instalacyjne i ewakuacyjne.

Strefę zagrożoną wybuchem należy wyznaczać, jeżeli mieszanina wybuchowa może wystąpić w warcie przestrzeni o objętości przynajmniej 0,01m³.

Zgodnie z normą PN- EN 60079-10 „urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem” cz.10: klasyfikacja przestrzeni zagrożonych wybuchem. Strefy czyli przestrzenie zagrożone wybuchem klasyfikuje się na strefy według częstotliwości i czasu występowania gazowej strefy wybuchowej w następujący sposób:

strefa 0 – przestrzeń, w której gazowa atmosfera wybuchowa występuje ciągle lub w długich okresach,

strefa 1 – przestrzeń, w której pojawienie się gazowej atmosfery wybuchowej jest prawdopodobne w warunkach normalnej pracy,

strefa 2 – przestrzeń, w której w warunkach normalnej pracy nie jest prawdopodobne pojawienie się gazowej atmosfery wybuchowej, a jeżeli się ona rzeczywiście pojawi to może tak się stać tylko rzadko i tylko na krótki okres.

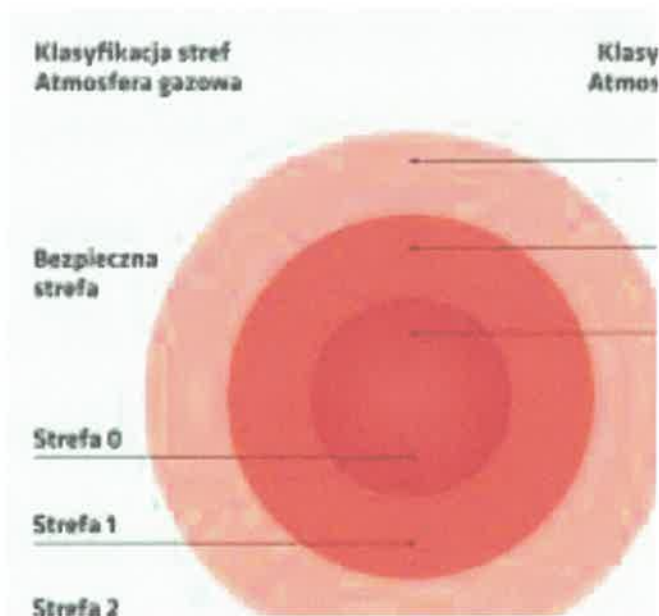
W przypadku pyłów parametry te zostały oznaczone następująco:

strefa 20 – atmosfera wybuchowa w postaci mieszaniny pyłowo-powietrznej, która występuje stale, często lub przez długie okresy,

strefa 21 – atmosfera wybuchowa w postaci mieszaniny pyłowo-powietrznej, która może wystąpić podczas normalnej pracy,

strefa 22 – atmosfera wybuchowa w postaci mieszaniny pyłowo-powietrznej, która nie występuje w trakcie normalnej pracy, a w przypadku wystąpienia utrzymuje się przez krótki czas.

Klasyfikacja stref zagrożenia wybuchem



Wyznaczenie wielkości strefy zagrożenia wybuchem

Nr źródła emisji	Rodzaj strefy zagrożenia wybuchem	Umiejscowienie	Kształt rozproszenia	Wyznaczony zasięg strefy /m/		uwagi
				Poziomy	Pionowy	
1	2	3	4	5	6	7
1	Strefa 2.	Pomieszczenie stacji	Prostopadłościan	4,0x1,8	2,2	
2	Strefa 2	Nad otworem wylotowym rury upustowej	Stożek	3,5	4,14	
		Nad otworem wylotowym rury upustowej	Kula	4,14	8,28	
3	Strefa 2	Skrzynka uliczna podziemna	Nieregularny	0,32x0,21	0,31	
4	Strefa 2	Wokół krawędzi kominiera rury upustowej	Nieregularny	0,4	0,4	
5	Strefa 2	Nad otworem wylotowym rury upustowej	Stożek	7,0	8,3	
		Nad otworem wylotowym rury upustowej	Kula	8,3	16,5	
6	Strefa 2	Skrzynka uliczna podziemna	Nieregularny	0,32x0,21	0,31	
7	Strefa 2.	Wokół krawędzi kominiera rury upustowej	Nieregularny	0,4	0,4	
8	Strefa 2	Nad otworem wylotowym rury upustowej	Stożek	7,0	8,3	
		Nad otworem wylotowym rury upustowej	Kula	8,3	16,5	

Źródła emisji

Nr źródła emisji	Urządzenie	Element urządzenia	Ciśnienie robocze (MPa)	Pow. Otworu (mm2)	Średnica otworu (mm)	Rodzaj przestrzeni		Stopień emisji		Klasyfikacja przestrzeni		uwagi
						Otwarta	zamknięta	I ^o	II ^o	Strefa 1	Strefa 2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	13
Stacja gazowa												
1.	Połączenia rozłączne,	Kominierze, dławice,	0,4	0,25	-	-	Tak	-	Tak	-	tak.	

	zasuw, zawory	zawory								
2	Zawory odpowietrzające	Otwór wylotowy rury upustowej	0,4	314	20	Tak	-	-	Tak	Tak

Zespół zaporowo – upustowy na wlocie do stacji

3	Skrzynka uliczna	Kohierz, dławica kurka	0,4	0,25	-	Tak	-	-	Tak	-	Tak
4	Rura upustowa	Kohierz	0,4	0,25	40	Tak	-	-	Tak	-	Tak
5	Rura upustowa	Otwór wylotowy rury upustowej	0,4	1256	40	Tak	-	-	Tak	-	Tak

Zespół zaporowo – upustowy na wlocie do stacji

6	Skrzynka uliczna	Kohierz, dławica kurka	0,4	0,25	-	Tak	-	-	Tak	-	Tak
7	Rura upustowa	Kohierz	0,4	0,25	40	Tak	-	-	Tak	-	Tak
8.	Rura upustowa	Otwór wylotowy rury upustowej	0,4	1256	40	Tak	-	-	Tak	-	tak

Obliczenia skutków wybuchu dla budynku agregatów kogeneracyjnych przy założeniu uwolnienia 5 kg metanu CH₄:

1.

$$\beta = n_c + \frac{n_H - n_{Cl}}{4}$$

$$\beta = 1 + \frac{4 - 0}{4}$$

$$\beta = 1 + 1 - 1$$

$$\beta = 1$$

2.

$$P_s = 133 \cdot 10^{\left(\Delta T_{cr} \right)}$$

$$P_s = 133 \cdot 10^{\left(5 - \frac{12}{0.5 + 1.3} \right)}$$

$$P_s = 133 \cdot 10^{-1}$$

$$P_s = 1,33$$

3.

$$m = 10^{-9} \cdot F \cdot \tau \cdot K \cdot P_s$$

$$m = 10^{-9} \cdot 1m2 \cdot 83,3^3 \cdot 300 \cdot 13,3 \cdot \sqrt{5}$$

$$m \approx 5$$

$$\Delta P = \frac{m_{max} \cdot \Delta P_{max} \cdot V}{V \cdot C_{st} \cdot \rho}$$

Mmax = 5kg,

ΔPmax = 210 kPa,

W=0,17,

V= 2547 m³ (objętość budynku) - 127 m³ (objętość instalacji),

Cst = 26,3 °C,

ρ = 0,5 kg/m³,

$$\Delta P_{\max} = 210 \text{ kPa} = 210\,000 \text{ Pa}$$

$$V = 2420 \text{ m}^3$$

$$\Delta P = \frac{5 \text{ kg} \cdot 210\,000 \text{ Pa}}{2420 \text{ m}^3 \cdot 26 \text{ s}}$$

$$\Delta P \approx 5,6 \text{ kPa}$$

Wyniki obliczeń:

$$\Delta P = 5,6 \text{ [kPa]} > 5 \text{ kPa}$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń wynika, że przyrost ciśnienia spowodowany wybuchem w analizowanym budynku, przy założonej maksymalnej masie substancji palnej tworzącej mieszaninę wybuchową, jaka może wydzielić się w budynku kogeneratorów przekracza wartości 5kPa.

Zgodnie z § 37 Rozporządzenia MSWiA z dnia 07.06.2010 **budynek ten jest klasyfikowany jako zagrożony wybuchem.**

Obliczenia dla pomieszczeniu nawęglania przy założeniu 1 kg pyłu węglowego:

1.

$$\beta = n_c + \frac{n_H - n_O}{4} - \frac{n_O}{2}$$

$$\beta = 4 + \frac{9 - 1}{4}$$

$$\beta = 4 + 2 - 2$$

$$\underline{\beta = 4}$$

2.

$$P_s = 133 \cdot 10^{\left[A - \frac{B}{1 + C} \right]}$$

$$P_s = 133 \cdot 10^{5 - \frac{14}{0,5 + 1,5}}$$

$$P_s = 133 \cdot 10^{-2}$$

$$\underline{P_s = 1,33}$$

3.

$$m = 10^{-9} \cdot F \cdot \tau \cdot K \cdot P_s \cdot \sqrt{M}$$

$$\underline{m = 10^{-9} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 83,3 \cdot 60 \text{ s} \cdot 45^3 \cdot \sqrt{5}}$$

$$\underline{m \approx 1}$$

4.

$$\Delta P = \frac{m_{\max} \cdot \Delta P_{\max} \cdot W}{V \cdot C_{st} \cdot \rho}$$

$M_{\max} = 1 \text{ kg}$,

$\Delta P_{\max} = 103 \text{ kPa}$,

$W = 0,17$,

$V = 454 \text{ m}^3$ (objętość budynku) - 5 m^3 (objętość instalacji),

$C_{st} = 83,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

$\rho = 0,5 \text{ kg/m}^3$,

$\Delta P_{\max} = 103 \text{ kPa} = 103\,000 \text{ Pa}$

$V = 449 \text{ m}^3$

$$\Delta P = \frac{1 \text{ kg} \cdot 103000 \text{ Pa} \cdot 0,17}{449 \text{ m}^3 \cdot 83,3 \cdot 0,5 \text{ kg/m}^3} = 0,9;$$

$$\Delta P \approx 0,94 \text{ kPa}$$

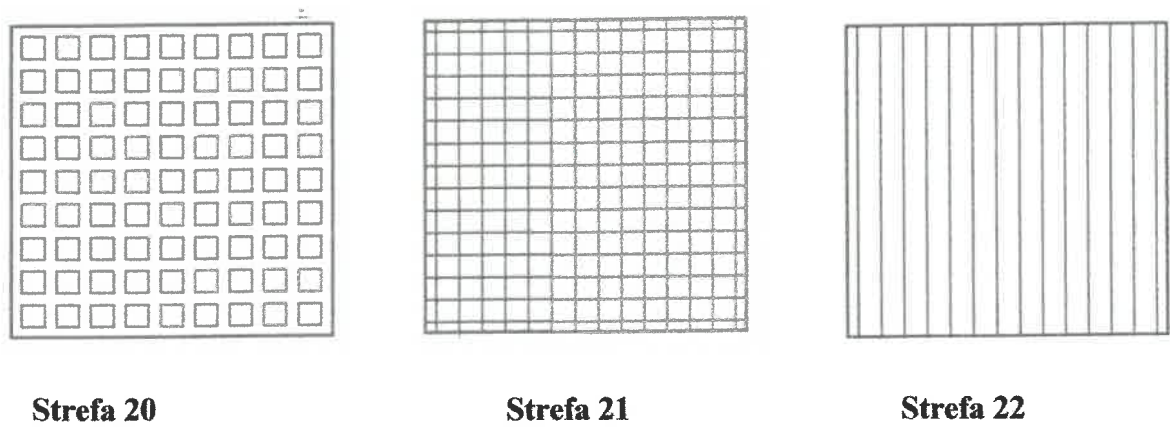
Wyniki obliczeń:

$$\Delta P = 0,94 \text{ [kPa]} < 5 \text{ kPa}$$

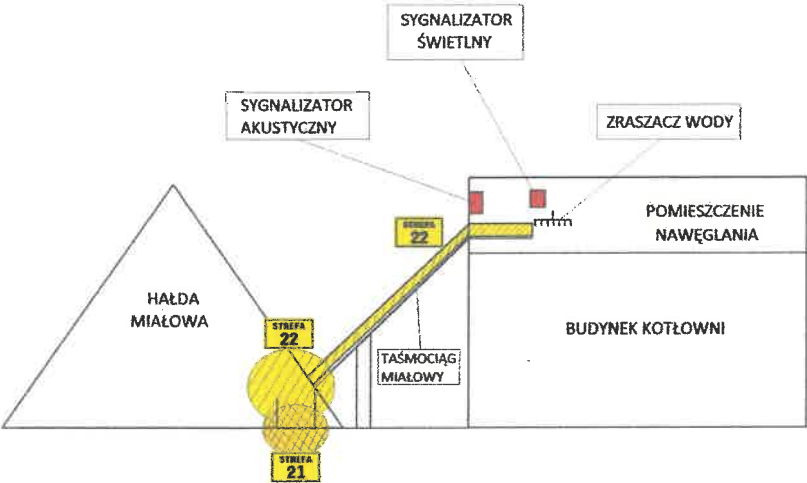
Na podstawie przeprowadzonych obliczeń wynika, że przyrost ciśnienia spowodowany wybuchem w analizowanym pomieszczeniu, przy założonych maksymalnych masach substancji palnych tworzących mieszaninę wybuchową, jaka może wydzielić się w pomieszczeniu nawęglania nie przekracza wartości 5kPa. Nadto dla potrzeb obliczenia ΔP przyjęto maksymalną masę 1 kg pyłu, gdzie w normalnych warunkach pracy jest to znikoma wielkość.

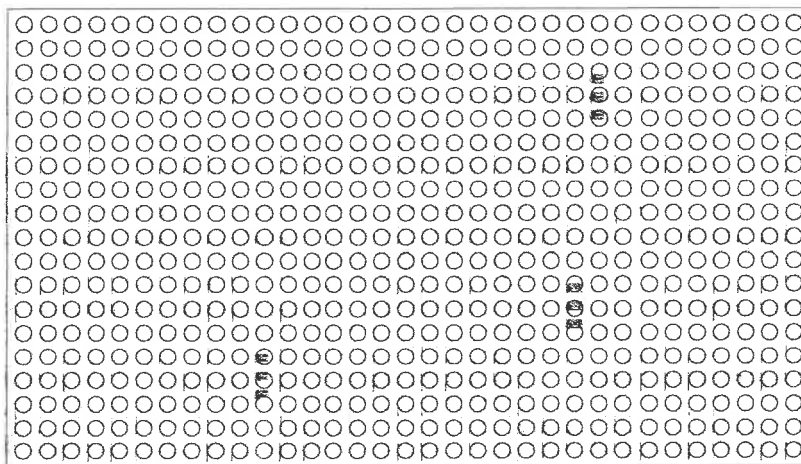
Zgodnie z § 37 Rozporządzenia MSWiA z dnia 07.06.2010 **pomieszczenie nie jest klasyfikowane jako zagrożone wybuchem**

Rysunek 1. Symbole graficzne dotyczące identyfikacji stref zagrożenia wybuchem pyłów



MIEJSKIE PRZEDSIĘBIORSTWO ENERGETYKI CIEPLNEJ SP. Z O.O.





Strefa 0



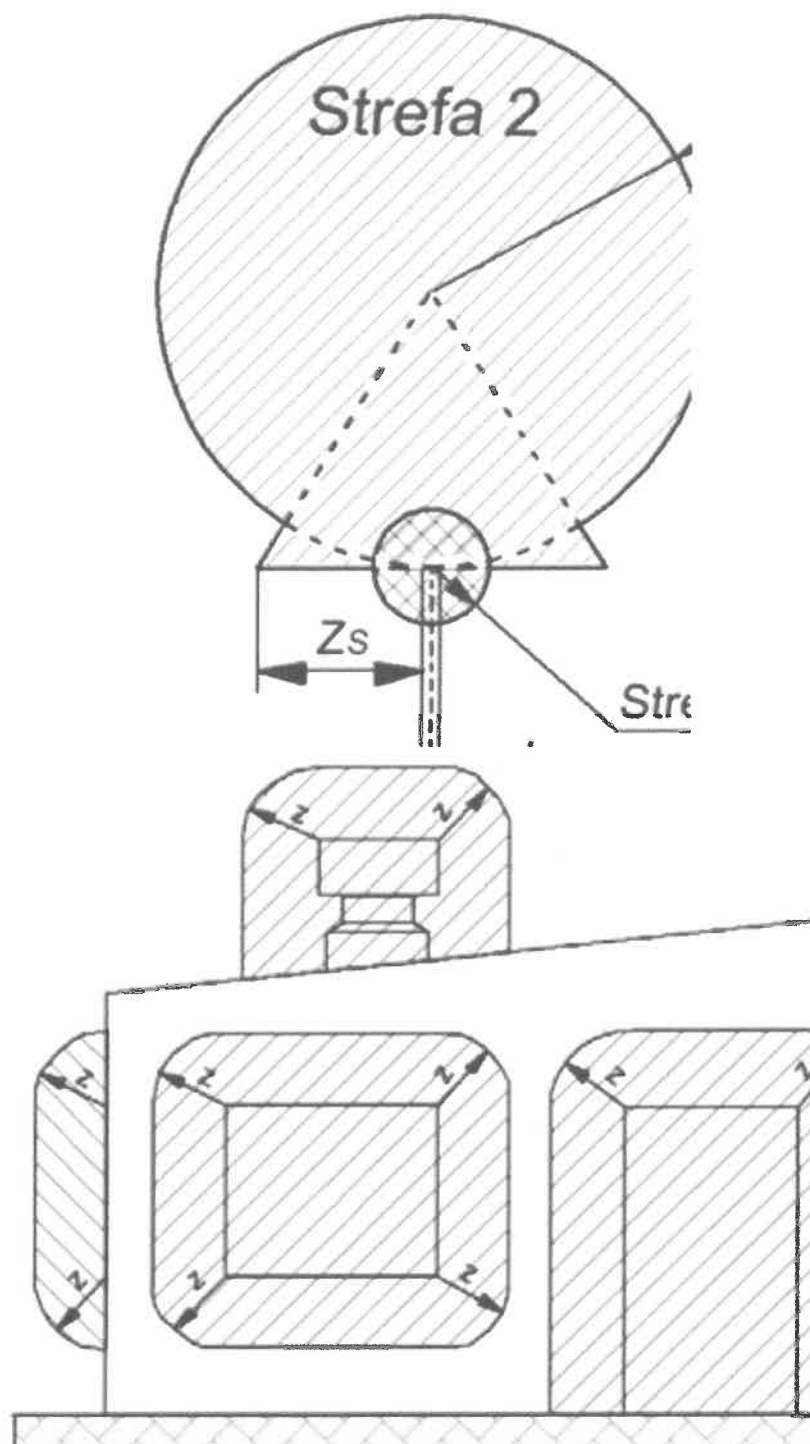
Strefa 1

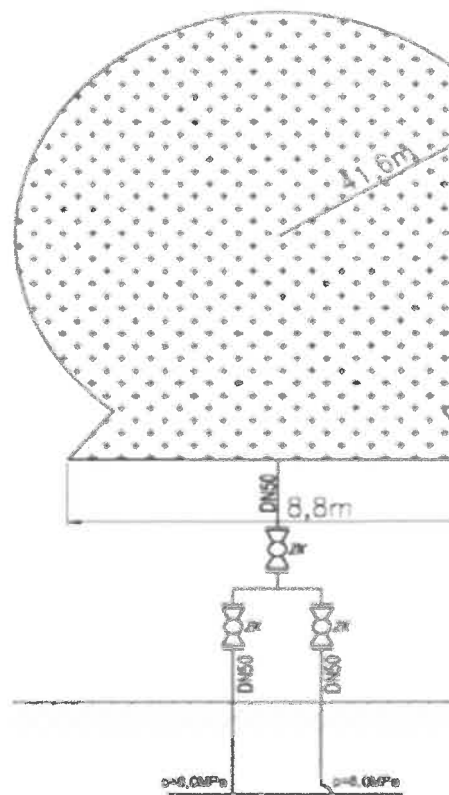
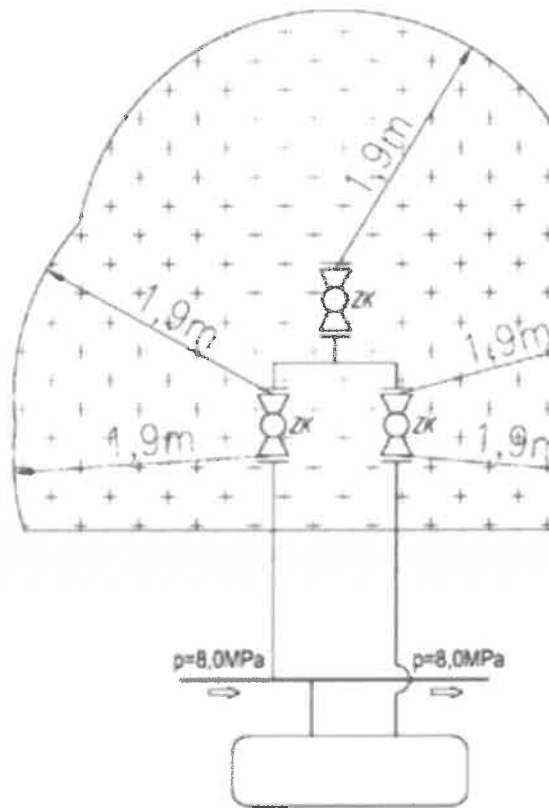


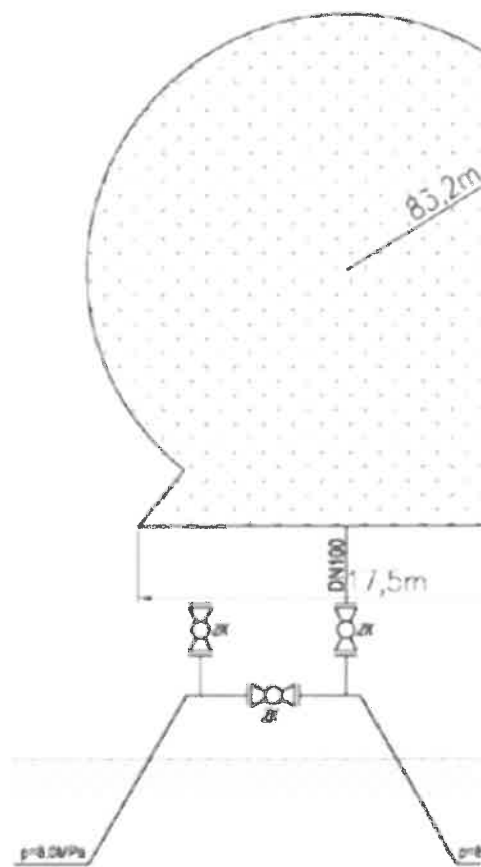
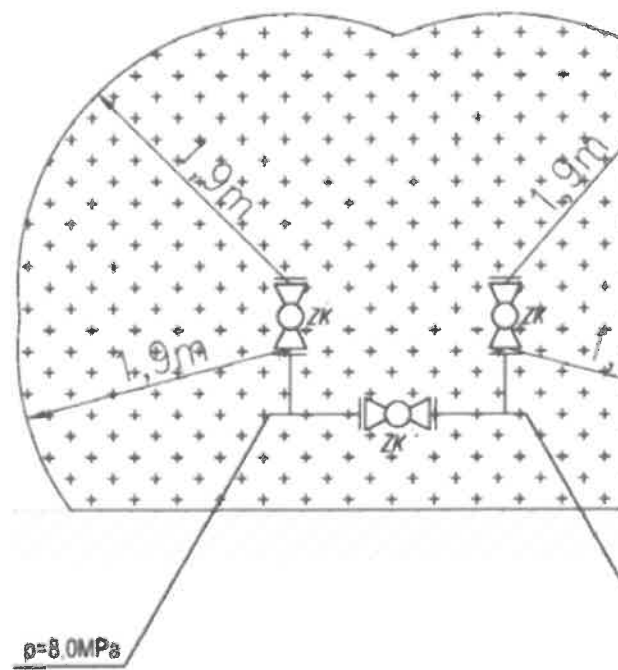
Strefa 2

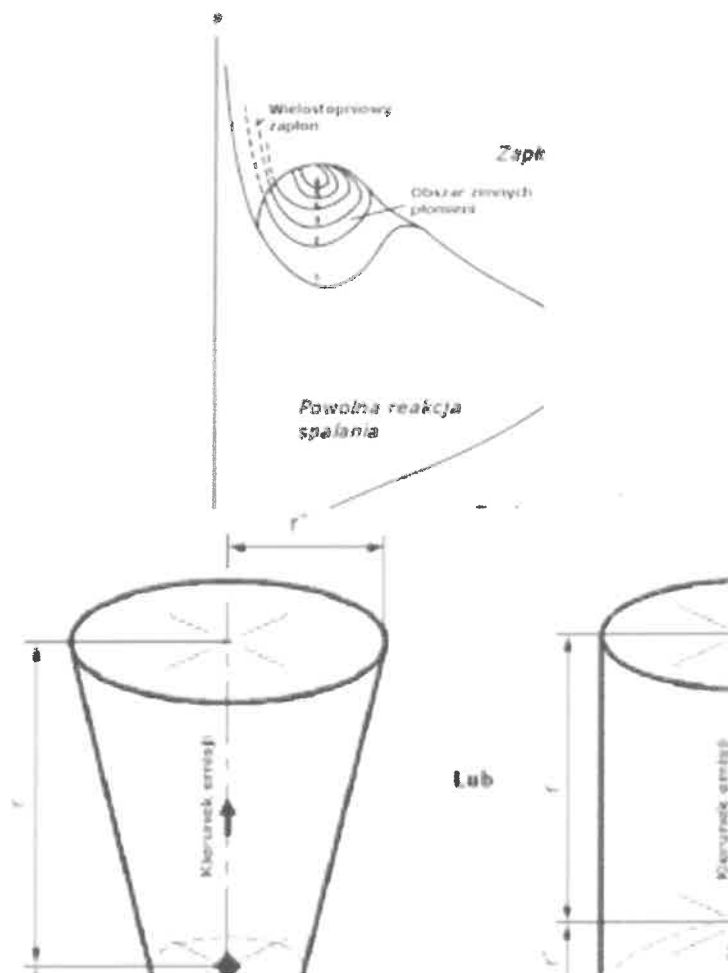
Zalecane oznaczenia stref przestrzeni zagrożonych

The diagram illustrates the power supply system for the 'ZAKAZ PALENIA' building. It shows a central corridor with four rooms on each side. Each room contains a 'WYMIENNIK AGREGATU' (Aggregat Heat Exchanger) and an 'AGREGAT AK' (Aggregat AK). The rooms are labeled '2' and '3'. The central corridor has a staircase. The diagram includes various electrical symbols, including switches, outlets, and a fire alarm system. The building is labeled 'ZAKAZ PALENIA' (No Smoking).









Wymagania dotyczące wyposażenia obiektów zagrożonych wybuchem.

Obiekty o szczególnie dużym zagrożeniu. Wymagania dotyczące obiektów, w których wyznaczone zostały strefy zagrożenia wybuchem Strefa 0, 1, 2, oraz wszelkich innych obiektów, w których operuje się mediami o minimalnej energii zapłonu $W_{z \min} 0,1 \text{ mJ}$, są następujące:

- Materiały budowlane i konstrukcyjne nie powinny ulegać naelektryzowaniu w stopniu niebezpiecznym. Kryteria doboru materiałów – wg PN-92/E-05203 (maksymalne wartości oporu elektrycznego) oraz PN-92/E-05201 (najwyższy dopuszczalny stopień naelektryzowania materiału/wyrobu oraz najwyższy dopuszczalny czas utrzymywania ładunku elektrostatycznego).

Niedopuszczalne jest zwłaszcza stosowanie :

- podłóg wykonanych z materiałów o oporze upływu $R_u > 1 \times 10^6 \Omega$,
- poręczy z tworzywa nie przewodzącego, wg klasyfikacji zgodnej z PN-92/E-05200,
- tapet oraz innych okładzin ściennych, wykonanych z nie antyelektrostatycznych tworzyw sztucznych lub innych materiałów nie przewodzących,
- mebli wykonanych z tworzyw nie przewodzących lub pokrytych (powleczone) takim tworzywem (okleiny, obicia ze skór i tkanin syntetycznych, powłoki z nie przewodzących farb i lakierów). Dotyczy to zwłaszcza wykładzin na regałach, blatach stołów manipulacyjnych, siedzeń, taboretów, krzeseł oraz foteli;

- Stosowanie ciągów wentylacyjnych (obudowy kanałów), wykonanych z tworzywa nie przewodzącego wg PN-92/E-05200, jest dopuszczalne tylko po stwierdzeniu braku zagrożenia na podstawie analizy wg PN-92/E-05201

Wymienione instalacje należy opiniować już w fazie ich projektowania:

c) W pomieszczeniach, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem Strefy 0, a także wszędzie, gdzie operuje się materiałami o $W_{z \min} > 0,1$ mJ, cała podłoga powinna być wykonana z materiału przewodzącego, o oporze upływu $R_u \leq 1 \times 10^6$

W pomieszczeniach, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem Strefy 1, 2, przy $W_{z \min} > 0,1$ mJ, dopuszcza się wykonanie podłogi przewodzącej tylko w strefach bezpośredniej obsługi urządzeń technologicznych oraz w strefach, w których natężenie pola elektrostatycznego (E) przekracza wartość 1×10^5 V/m;

d) w obiektach w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem Z0 należy zwilżać podłogi, jeżeli nie koliduje to z wymaganiami sanitarnymi lub technologicznymi. Zabieg ten powinien wywołać wzrost wilgotności względnej powietrza (κ) w pobliżu powierzchni podłogi;

- latem do $\kappa \leq 50\%$,

- zimą do $\kappa \leq 60\%$.

Zwilżanie podłóg jest pożądane również w obiektach, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem 1

, W obiektach zagrożonych dopuszcza się stosowanie wykładzin podłogowych z bawełny lub włókna wiskozowego, jeżeli utrzymuje się w nich stale wilgotność względną powietrza $\kappa \leq 65\%$.

Inne obiekty zagrożenia. W pozostałych obiektach, traktowanych jako zagrożone pożarem i/lub wybuchem w tym – w obiektach ze strefami zagrożenia Z1, w których występują media o $W_{z \min} > 0,1$ mJ, dopuszcza się stosowanie antyelektrostatycznych materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych (wg PN-92/E-05200) oraz podłóg o oporze upływu $R_u \leq 1 \times 10^9 \Omega$ (wg PN-92/E-05203).

W uzasadnionych przypadkach, wymagania dotyczące dopuszczalnego oporu upływu R_u podłóg wg c) oraz punktu 2. lub innych elementów wyposażenia obiektów mogą być złagodzone, po wykonaniu odpowiednich badań wg PN-92/E-05201 i/lub PN-92/E-05203.

Kontrola oporu upływu podłóg. Opór upływu podłóg należy kontrolować zgodnie z PN-92/E-05203, z tym że w pomieszczeniach o powierzchni podłóg (S) powyżej 100 m^2 dopuszcza się zmniejszenie liczby punktów kontroli oporu R_u :

- do 1 na 2 m^2 przy $S > 100 \text{ m}^2$,
- do 1 na 4 m^2 przy $S > 400 \text{ m}^2$,
- do 1 na 5 m^2 przy $S > 1000 \text{ m}^2$.

W takich przypadkach pomiary oporu upływu należy wykonywać przede wszystkim na obszarze ciągów komunikacyjnych i stanowisk obsługi urządzeń.

Wilgotność powietrza. W pomieszczeniach lub strefach chronionych należy utrzymywać możliwie najwyższą (technicznie osiągalną, a zarazem – dopuszczalną technologią procesu) wilgotność względną powietrza κ . Pożądane jest spełnienie warunku :

$\kappa \geq 70\%$

Wymagane jest zapewnienie ciągłej kontroli wilgotności względnej powietrza. Jej spadek poniżej 50% w ogólnym przypadku i poniżej 60% w strefach operowanie mediami o minimalnej energii zapłonu $W_{z \min} > 0,1$ mJ uważa się za stan alarmowy, wymagający zwrócenia szczególnej uwagi na skuteczność innych środków ochrony.

Przy produkcji i przerobie materiałów wybuchowych, zwłaszcza inicjujących, utrzymywanie wilgotności względnej powietrza poniżej 60% jest niedopuszczalne.

Sieć uziemień ochrony antyelektrostatycznej.

We wszystkich obiektach zagrożonych wybuchem należy stworzyć możliwość skutecznego uziemienia znajdujących się w nich urządzeń i sprzętu pomocniczego;

- a) Sieć uziemiającą ochrony antyelektrostatycznej łączy się z reguły z uziemieniami instalacji elektroenergetycznych i instalacji odgromowej, z wyjątkiem przypadków, gdy lokalne przepisy przewidują inaczej.

Wystarczająco skuteczną ochronę przed powstawaniem napięć elektrostatycznych na metalowych korpusach maszyn i urządzeń technologicznych, zapewnia powszechne stosowanie uziemień ochronnych wg PN-92/E-05009-41.

- b) Jeżeli uziemienie jest przeznaczone wyłącznie do zabezpieczenia przed elektrycznością statyczną, w kontrolowanym obiekcie (pomieszczenie, strefie) należy wykonać oddzielną magistralę uziemiającą.
- c) Metalowe kanały wentylacyjne, znajdujące się na otwartej przestrzeni (na zewnątrz budynków), należy uziemiać w odstępach nie mniejszych niż 50 m. W obrębie pomieszczenia produkcyjnego kanały takie powinny być uziemione co najmniej w dwóch punktach.
- d) Opór całkowity sieci uziemiającej R_{uz} , stosowanej do ochrony antyelektrostatycznej, nie może przekraczać wartości: $R_{uz \max} = 1 \times 10^2 \Omega$, przy czym zwłaszcza w odniesieniu do stref zagrożonych wybuchem Z0 i Z1 oraz pomieszczeń z mediami o

$W_{z \min} 0,1 \text{ mJ}$, zaleca się spełnienie warunku:

$$R_{uz} \leq 1 \times 10^1 \Omega$$

Postępowanie przy braku możliwości zlikwidowania elektryzacji.

Przy braku możliwości zlikwidowania niebezpiecznej elektryzacji w obiektach zagrożonych pożarem i/lub wybuchem należy zastosować środki ochrony przeciwpożarowej/przeciwwybuchowej, a zwłaszcza:

- a) zapewnić odpowiednio sprawną wentylację miejscową i ogólną tak, aby stężenie substancji palnej w mieszaninie z powietrzem nie przekraczało 50% dolnej granicy jej wybuchowości (DGW);
- b) przeprowadzić inertyzację środowiska; ewentualnie:
- c) dokonać dyslokacji, poza strefą zagrożoną, tych węzłów technologicznych, w których występuje elektryzacja.

Ponadto, pożądane jest spełnienie następujących wymagań:

- prowadzenie procesów i operacji produkcyjnych w sposób ciągły, w zamkniętych instalacjach i aparatach technologicznych;
- hermetyzacja aparatów technologicznych i rurociągów przemysłowych;
- wyposażenie pomieszczeń w samoczynne sygnalizatory niebezpiecznych stężeń gazów w powietrzu.

Wymagania dotyczące wyposażenia obiektów nie zagrożonych wybuchem.

W obiektach, pomieszczeniach, strefach w normalnych warunkach nie traktowanych jako zagrożone pożarem i/lub wybuchem, a w których zjawisko elektryczności statycznej może wywierać szkodliwy wpływ na organizm człowieka, na prawidłowy przebieg procesu produkcji lub na funkcjonowanie aparatury elektronicznej, należy spełnić następujące wymagania ochrony:

- a) Stosowanie antyelektrostatycznych materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych, odpowiadających warunkom wg PN-92/E-05200. Potencjał powierzchniowy V_p , wytwarzany na takim materiale nie może przekraczać wartości 2×10^2 V, a czas relaksacji ładunku elektrostatycznego τ powinien być nie większy, niż 1×10^{-1} s;
- b) Lokalne zabezpieczanie stanowisk pracy przez zastosowanie:
 - mat lub chodników antyelektrostatycznych,
 - specjalnych systemów uziemień,
 - ekranów eliminujących oddziaływanie pola elektrostatycznego;

Instalacje i urządzenia technologiczne.

Z punktu widzenia możliwości powstawania zagrożeń związanych z gromadzeniem się ładunku elektrostatycznego, instalacje i aparaty technologiczne rozpatruje się w dwóch aspektach:

- ze względu na rodzaj użytego do ich budowy materiału (tworzywa); wg terminologii przyjętej w PN-92/E-05200 może to być materiał antyelektrostatyczny (w szczególności – przewodzący, np. metal) lub materiał praktycznie nie przewodzący;
- ze względu na możliwość ich przemieszczania (urządzenia stacjonarne czy ruchome).

Oszacowanie ryzyka

Oszacowanie ryzyka jest dalszym etapem procesu jego oceny. Polega na odniesieniu uzyskanych wartości ryzyka do matrycy ryzyka.

Tabela 1. matryca ryzyka

	IV	III	II	I
A	TNA	NA	NA	NA
B	TNA	TNA	NA	NA
C	TA	TNA	TNA	NA
D	A	TA	TNA	TNA
E	A	A	TA	TNA
F	A	A	A	TA

Kategoria częstości występowania wybuchu: A – więcej niż 1 na rok, B – 1 na rok, C – 1 na 5 lat, D – 1 na 30 lat, E – 1 na 100 lat, F – 1 na 1000 lat.

Kategoria skutków wybuchu: I – katastrofalne, II – duże, III – średnie, IV – małe.

Odnosząc wyznaczony poziom ryzyka na stanowisku pracy do założonego (dopuszczalnego) według matrycy, otrzymujemy wartość ryzyka.

Znaczenie kategorii skutków

Skala skutków S	Pracownicy	Ludność	Środowisko	Straty majątkowe
I	ofiary śmiertelne	ciężkie urazy	katastrofa	> 500.000 zł
II	średnie urazy, pojedyncze ciężkie urazy	małe urazy	średnie zniszczenia	do 500.000 zł
III	pojedyncze urazy	odory, hałas	małe, odnotowane	do 50.000 zł

			w raportach	
IV	bardzo drobne urazy	brak	brak	Minimalne

Poziom ryzyka:

A – akceptowalny, nie wymaga się wprowadzania żadnych dodatkowych środków bezpieczeństwa i ochrony;

TA – dopuszczalny, należy rozważyć wprowadzenie dodatkowych środków bezpieczeństwa i ochrony, jeśli są one praktycznie uzasadnione;

TNA – tolerowany, należy wprowadzić dodatkowe środki bezpieczeństwa i ochrony;

N – nieakceptowany, należy zatrzymać instalację i natychmiast wprowadzić dodatkowe środki bezpieczeństwa i ochrony.

Minimalizacja ryzyka

Gdy z matrycy ryzyka wynika, że występujące zagrożenie stwarza zbyt duże niebezpieczeństwo, należy przedsięwziąć środki zapobiegawcze minimalizujące ryzyko. Sprowadzają się one do trzech podstawowych zasad:

- 1) unikać atmosfer wybuchowych poprzez zmianę stężenia substancji palnej do wartości poza zakresem wybuchowości lub zmianę stężenia tlenu do wartości poniżej granicznego stężenia tlenu;
- 2) wyeliminować wszystkie możliwe efektywne źródła zapłonu;
- 3) gdy dojdzie do wybuchu, ograniczać skutki do rozmiarów dopuszczalnych; do tego celu wykorzystuje się np. ochronne środki konstrukcyjne i techniczne systemy zabezpieczeń.

Oznakowanie powinno być umieszczone przy wejściach do pomieszczeń, gdzie znajdują się miejsca, w których występują atmosfery wybuchowe. Oznakowanie przestrzeni zagrożonych wybuchem zgodnie z wytycznymi UE przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Oznakowanie przestrzeni zagrożonych wybuchem zgodnie z wytycznymi UE

W końcowym etapie oceny ryzyka należy sporządzić, w formie dokumentu, listę zadań i osób odpowiedzialnych za realizację założeń wynikłych po ocenie ryzyka (tabela 2).

Tabela 2. Lista osób i ich zakres odpowiedzialności za zabezpieczenie stanowisk pracy

Lp.	Zastosowane środki zapobiegawcze	Osoba odpowiedzialna	Czas realizacji	Stan kontroli
1.	Kontrola prowadzonych prac	Kierownik ciepłowni	min. 1 x dziennie	Kontrola przestrzegania bezpiecznych procesów pracy,
2.	Kontrola i nadzór nad urządzeniami i instalacjami	Elektryk dyżurny	min. 1 x dziennie	Kontrola prawidłowości

				działania urządzeń oraz instalacji elektrycznej
3.	Kontrola w zakresie stosowania odzieży, obuwia oraz środków ochrony indywidualnej dopuszczonych do pracy w strefach zagrożenia wybuchem	Kierownik ciepłowni	min. 1 x dziennie	Kontrola przestrzegania przepisów bhp i ppoż,

Wymagania bezpieczeństwa pożarowego technologii

Szczegółowe warunki bezpieczeństwa pożarowego nie są przedmiotem niniejszego opracowania, niemniej poniżej podane zostaną podstawowe wymagania dotyczące tej tematyki.

- wszystkie elementy metalowe stanowisk, na których występują pary cieczy palnych powinny być uziemione,
- jedynie pracownicy przeszkoleni i wyposażeni w odpowiednie obuwie i ubranie mogą być dopuszczani do pracy,
- wytwarzanie energii ze spalania gazu możliwe jest tylko przy włączonej wentylacji wyciągowej
- zakazuje się przysłaniania otworów wentylacji wyciągowej,
- w przypadku powstania awarii, rozszczelnienia, itp. należy natychmiast przerwać wszelkie prace należy wentylować stanowisko pracy przed rozpoczęciem pracy i do 15 minut po jego zakończeniu,
- obowiązuje zakaz palenia i używania otwartego ognia.

Instalacje elektryczne

Wszystkie urządzenia elektryczne pracujące w strefie zagrożenia wybuchem muszą posiadać budowę przeciwwybuchową dla klasy temperaturowej T3 i grupy wybuchowości IIA. W stosunku do urządzeń elektrycznych w pozostałej części pomieszczenia dopuszcza się stosowanie urządzeń w wykonaniu normalnym z osłonami o stopniu ochrony przed przedostaniem się do ich wnętrza ciał obcych co najmniej:

- IP5x – w odniesieniu do rozruszników i maszyn elektrycznych wirujących z elementami iskrzącymi oraz do ruchomych (przenośnych) opraw oświetleniowych i gniazd wtyczkowych.
- IP4x – w odniesieniu do ruchomych (przenośnych) elektrycznych maszyn wirujących bez elementów iskrzących, do instalowanych na stałe opraw oświetleniowych i gniazd wtyczkowych oraz do elektrycznych urządzeń grzejnych, rozdzielczych, łączników, puszek rozgałęźnych i bezpieczników
- IP3x – w odniesieniu do pozostałych urządzeń elektroenergetycznych nie wymienionych wyżej.

Sposób ochrony urządzeń elektrycznych pracujących w atmosferze zagrożonej wybuchem.

Zasada	Symbol	Grupa i kategoria wg dyrektywy	Użytkowanie - strefy zagrożenia
Wykonanie iskrobezpieczne	Ex i ₀	grupa I M1	praca w atmosferze zagrożonej
		grupa II 1	praca ciągła w strefie 0, 1, 2 oraz 20, 21, 22
	Ex i ₀	grupa I M2	wyłączać przy detekcji stężeń niebezpiecznych
		grupa II 2	praca ciągła w strefie 1, 2 oraz 21, 22
		grupa II 3	praca ciągła w strefie 2 oraz 22
Oslona ognioszczelna	Ex d	grupa II 2	praca ciągła w strefie 1, 2 oraz 21, 22
Budowa wzmocniona	Ex e	grupa II 2	praca ciągła w strefie 1, 2 oraz 21, 22
Oslona olejowa	Ex o	grupa II 2	praca ciągła w strefie 1, 2 oraz 21, 22
Oslona gazowa z nadeisnieniem	Ex p	grupa II 2	praca ciągła w strefie 1, 2 oraz 21, 22
Oslona piaskowa	Ex q	grupa II 2	praca ciągła w strefie 1, 2 oraz 21, 22
Budowa hermetyzowana masa izolacyjną	Ex m	grupa II 2	praca ciągła w strefie 1, 2 oraz 21, 22
Urządzenia nieiskrzace	Ex n	grupa II 3	praca ciągła w strefie 2 oraz 22

Wentylacja

Wymagana wentylacja stanowiskowa i ogólna pomieszczeń, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem.

Wpływ otworów na stopień emisji

Strefa po stronie wlotowej otworu	Rodzaj otworu	Stopień emisji otworu uważanego za źródło emisji
strefa 0	A B C D	Ciągła (Ciągła)/pierwszy Drugi Bez emisji
strefa 1	A B C D	Pierwszy (Pierwszy)/drugi (Drugi)/bez emisji Bez emisji
strefa 2	A B C D	Drugi (Drugi)/bez emisji Bez emisji Bez emisji

UWAGA - W przypadku stopni emisji podanych w nawiasach, podczas projektowania należy rozważyć częstotliwość otwarcia.

Wpływ wentylacji na rodzaj strefy

		Wentylacja					
Stopień emisji	Stopień						
	Wysoki			Średni			Niski
	Dyspozycyjność						
	Dobra	Dostateczna	Słaba	Dobra	Dostateczna	Słaba	Dobra, dostateczna lub słaba
Ciągła	(Strefa 0 NE) Niezagrożona ¹⁾	(Strefa 0 NE) Strefa 2 ¹⁾	(Strefa 0 NE) Strefa 1 ¹⁾	Strefa 0	Strefa 0 + Strefa 2	Strefa 0 + Strefa 1	Strefa 0
Pierwszy	(Strefa 1 NE) Niezagrożona ¹⁾	(Strefa 1 NE) Strefa 2 ¹⁾	(Strefa 1 NE) Strefa 2 ¹⁾	Strefa 1	Strefa 1 + Strefa 2	Strefa 1 + Strefa 2	Strefa 1 lub Strefa 0 ³⁾
Drugi ²⁾	(Strefa 2 NE) Niezagrożona ¹⁾	(Strefa 2 NE) Niezagrożona ¹⁾	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 2	Strefa 1 a nawet strefa 0 ³⁾

1) Strefa 0 NE, 1 NE lub 2 NE oznacza teoretyczną strefę, która w warunkach normalnych ma pomijalnie mały zasięg;

2) Strefa 2 w przestrzeni wywołanej emisją o drugim stopniu może się rozszerzyć po przypisaniu jej pierwszego stopnia lub emisji ciągłej, w tym przypadku należy przyjąć większą odległość;

3) Strefa będzie strefą 0, jeżeli wentylacja jest tak słaba a emisja jest taka, że w praktyce atmosfera wybuchowa istnieje niemal ciągle (tj. zbliżając się do warunków „braku wentylacji”).

UWAGA - "+" oznacza "otoczona przez".

Zagrożenia elektrycznością statyczną

Z uwagi na podatność większości mediów łatwopalnych na zapalenie od iskry elektryczności statycznej zwraca się uwagę na konieczność spełnienia wszelkich wymagań dotyczących ochrony przed elektrycznością statyczną; zawartych w PN-E-05204

Odpowiednie wymagania bezpieczeństwa dotyczą m.in.:

- zasady odprowadzania ładunków z ciała człowieka, do których należy przede wszystkim: – stosowanie obuwia przewodzącego (nie dotyczy wyznaczonych w niniejszym opracowaniu stref zagrożenia wybuchem)
- niestosowanie ubrań z tworzyw sztucznych i z domieszkami z tworzyw sztucznych,
- dopinanie ubrań,
- nie przebieganie się, czesanie, itp. w trakcie pracy.

Zagrożenia wynikające z możliwości wyładowania elektrostatycznego określają zasady, które należy stosować w pomieszczeniach:

- zakaz używania otwartego ognia,
- zakaz używania narzędzi iskrzących.

Podstawowe zagrożenie pożarem wynika z możliwości zapłonu spowodowanego wyładowaniem elektrostatycznym, jest on możliwy przy jednoczesnym spełnieniu następujących warunków.

1. W powietrzu znajdują się palne pary o stężeniu zawartym w granicach wybuchowości – co ma miejsce w obszarach nad powierzchnią rozgrzanej substancji,
2. Prąd generowania jest większy od prądu rozładowania,
3. Ładunki elektryczności statycznej stwarzają w obszarze mieszaniny palnej pole elektryczne o napięciu wystarczającym do wyładowania iskrowego,
4. Energia wyładowania jest wystarczająca do wywołania zapłonu.

Wg przykładów podanych w literaturze tematu człowiek chodzący po nieprzewodzącej posadzce w butach skórzanych może wywołać iskrę o energii do 5mJ. W celu zapobieżenia zapłonowi dąży się do eliminacji dwóch z wymienionych warunków. Zapobieganie zagrożeniu wynikającemu z warunku 1 realizuje się przez stosowanie atmosfery ochronnej, jeżeli wyładowanie może nastąpić wewnątrz aparatury, a przy możliwości wyładowania zewnętrznego – przez wentylację pomieszczeń, hermetyzację aparatury i opakowań oraz ekwipotencjalizację urządzeń eliminującą gromadzenie ładunków.

Warunki bezpieczeństwa:

- wykonanie urządzeń i instalacji elektrycznych w sposób odpowiedni dla klasy temperaturowej T3 i grupy wybuchowości IIA,
- uziemienie całego układu i wyrównanie potencjałów poprzez połączenia galwaniczne,
- zabezpieczenie układów mechanicznych przed zatarciem.

Narzędzia do użycia w przestrzeniach zagrożonych wybuchem

Instrukcje użytkowania narzędzi ręcznych powinny uwzględniać następujące zagadnienia: Powinny zostać rozróżnione dwa różne typy narzędzi;

a) narzędzia, które mogą tworzyć w czasie użytkowania jedynie pojedyncze iskry (np. śrubokręty, klucze, śrubokręty udarowe);

b) narzędzia, które w czasie użytkowania tworzą snop iskieł podczas piłowania lub szlifowania.

W strefach 0 żadne narzędzia mogące tworzyć iskry nie są dopuszczane.

W strefach 1 i 2 dopuszczane są jedynie stalowe narzędzia zgodne z a). Narzędzia zgodne z b) są dopuszczane tylko wtedy, gdy jest zapewnione, że żadna niebezpieczna atmosfera wybuchowa nie występuje w miejscu pracy.

Z drugiej strony stosowanie jakichkolwiek narzędzi stalowych jest całkowicie zakazane w strefie 1, jeśli istnieje ryzyko wybuchu z powodu obecności substancji należących do grupy wybuchowej II c (stosownie do EN 50014) (acetyleny, disiarczku węgla, wodoru), i siarkowodoru, tlenku etyleny, tlenku węgla, jeżeli nie zostało zapewnione, że żadna niebezpieczna atmosfera wybuchowa nie występuje w miejscu pracy podczas pracy z tymi narzędziami.

Stosowanie narzędzi w strefach 1, 2, powinno podlegać systemowi "dopuszczeń do pracy". Powinno to zostać zawarte w informacji dotyczącej użytkowania.

Wymagania ogólne dla pomieszczenia, stanowiska pracy i pracownika

Pomieszczenie pracy

Pomieszczenia pracy, w zależności od czasu przebywania w nich pracowników, dzielą się na:

- pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt pracowników - w przypadku przebywania tych samych pracowników w ciągu doby dłużej niż 4 godziny,
- pomieszczenia przeznaczone na czasowy pobyt pracowników - w przypadku przebywania tych samych pracowników w ciągu doby od 2 do 4 godzin,
- pomieszczenia nie przeznaczone na pobyt pracowników - w przypadku, gdy łączny czas przebywania tych samych pracowników jest krótszy niż 2 godziny w ciągu doby, a wykonywane czynności mają charakter dorywczy bądź też praca polega na krótkotrwałym przebywaniu związanym z dozorem oraz konserwacją maszyn i urządzeń lub utrzymaniem czystości i porządku.

Pomieszczenie, w którym znajduje się stanowisko pracy, powinno spełniać następujące warunki:

wysokość - minimum 3,3 m;

podłoga - równa, nieśliska, niepyląca i bez progów pomiędzy pomieszczeniami;

kubatura - minimum 13 m³ wolnej objętości pomieszczenia na jednego pracownika;

powierzchnia robocza - minimum 2 m² wolnej powierzchni podłogi (nie zajętej przez urządzenia techniczne, sprzęt itp.) na jednego pracownika;

rozmieszczenie urządzeń, maszyn, stołu, szaf - takie, aby przejścia między nimi wynosiły:

- 75 cm - dla jednego pracownika (w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się 50 cm),
- 100 cm - w przypadku ruchu dwukierunkowego;

drogi transportowe - w lakierni powinny być zachowane szerokości:

- $b = a + 30$ cm dla ruchu pieszego jednokierunkowego,
- $b = 2a + 60$ cm dla ruchu pieszego dwukierunkowego

gdzie:

a - szerokość ładunku niesionego przez pieszego,

b - szerokość drogi transportowej

(szerokość drogi transportowej nie może być mniejsza niż 120 cm);

Szerokości dróg transportowych, wykorzystywanych do transportu elementów bezsilnikowymi i silnikowymi środkami transportu, powinny być zgodne z Polską Normą.

UWAGA: Granice dróg transportowych powinny być oznaczone na podłodze w sposób trwały (np. pasy pomalowane żółtą farbą).

Oświetlenie

naturalne - dzienne, najlepiej górne, za pomocą świetlików; w przypadku oświetlenia bocznego (okna) powinien być zachowany stosunek wielkości powierzchni okien w świetle ościeżnic do powierzchni podłogi jak 1 : 8 (to znaczy 1 m² okna na 8 m² podłogi),

sztuczne - elektryczne, w zależności od rodzaju pracy.

Lampy powinny być w oprawach przeciwwybuchowych lub w inny sposób zabezpieczone przed możliwością spowodowania wybuchu.

wentylacja - ogólna naturalna i mechaniczna zapewniająca odpowiednią ilość wymian powietrza w ciągu godziny. Kierunek zasysania powietrza powinien być zgodny z kierunkiem grawitacyjnego spływu zanieczyszczeń. W przypadku emisji do pomieszczenia nadmiernej ilości gazów, par, dymów, jak również cuchnących lub drażniących wyziewów - należy stosować mechaniczną wentylację

miejscową (odciągi), chwytającą te substancje w miejscu ich powstawania i odprowadzającą poza pomieszczenie pracy po ich unieszkodliwieniu.

temperatura - w zależności od rodzaju prac (ciężkości) pomieszczenie pracy, w którym znajduje się stanowisko pracy pracownika, powinno mieć temperaturę w granicach 15-18°C - jednak nie mniej niż 14°C. W pomieszczeniach należy stosować ogrzewanie centralne lub wodne. Przy ogrzewaniu nawiewnym gorącym powietrzem nie wolno stosować recyrkulacji powietrza (powoduje wzrost stężeń par, szczególnie w przypadku skażeń toksycznych i wybuchowych).

Stanowisko pracy

Przez stanowisko pracy rozumie się przestrzeń pracy wraz z wyposażeniem w środki i przedmioty pracy, w której pracownik lub zespół pracowników wykonuje pracę. Stanowisko pracy powinno spełniać podstawowe wymogi w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.

Organizacja stanowiska pracy

Prawidłowa i racjonalna organizacja stanowiska pracy wpływa na zwiększenie wydajności przy jednoczesnym zmniejszeniu zagrożenia pracownika dzięki zastosowaniu odpowiedniej ochrony przed czynnikami niebezpiecznymi (urazowymi), szkodliwymi i uciążliwymi (hałas, wibracja, zapylenie, oświetlenie, mikroklimat, duże i zbędne obciążenie pracownika). Stanowisko pracy powinno w przypadkach koniecznych mieć oprzyrządowanie pomocnicze (urządzenia podnoszące, transportowe, narzędzia specjalne itp.). Rozmieszczenie wyposażenia powinno zapewniać bezpieczne wykonywanie czynności roboczych.

Na prawidłową organizację stanowiska pracy ma wpływ:

- prawidłowe rozmieszczenie maszyn i urządzeń na stanowisku pracy,
- usytuowanie i sposób rozmieszczenia narzędzi z uwzględnieniem kolejności ich stosowania i w zasięgu rąk pracownika,
- ułożenie narzędzi oraz materiałów,
- kolejność i metody wykonywania czynności,
- rytmika i czas pracy,
- sposób przestrzennego powiązania z innymi stanowiskami,
- warunki środowiska oddziałujące na środowisko pracy.

Organizacja pracy

Stanowisko pracy powinno być wyposażone w instrukcje dotyczące:

- stosowanych w zakładzie procesów technologicznych oraz wykonywania prac związanych z zagrożeniami wypadkowymi lub zagrożeniami zdrowia pracowników,
- obsługi maszyn i innych urządzeń technicznych,
- postępowania z materiałami szkodliwymi dla zdrowia i niebezpiecznymi,
- udzielania pierwszej pomocy,
- zasad postępowania w razie powstania nieprzewidzianych sytuacji powodujących poważne zagrożenia dla pracowników.

Instrukcje powinny określać:

- czynności do wykonania przed rozpoczęciem danej pracy i po jej zakończeniu,
- zasady i sposoby bezpiecznego wykonywania danej pracy,
- zasady postępowania w sytuacjach awaryjnych stwarzających zagrożenie dla życia lub zdrowia pracowników.

Pomiary czynników szkodliwych i uciążliwych

O rozpoczęciu, wznowieniu działalności oraz o każdorazowej zmianie technologii pracodawca zawiadamia właściwego inspektora sanitarnego, który określa decyzją rodzaj badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia. Częstotliwość pomiarów jest zależna od wielkości zagrożenia i wynosi:

- co pół roku, jeżeli krotność NDS, NDN jest większa od 1,
- co rok, jeżeli krotność NDS, NDN zawiera się w przedziale między 0,5-1,
- co dwa lata, jeżeli krotność NDS, NDN zawiera się w przedziale 0-0,5.

Instalacja i urządzenia elektryczne

Instalacja elektryczna powinna być sprawna. W miejscu gdzie wykonuje się prace zastosowany osprzęt i instalacje powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym lub zabezpieczony w inny sposób przed możliwością powstania wybuchu. Powinny być przeprowadzane okresowo: oględziny i przeglądy osprzętu i instalacji oraz pomiary zastosowanych ochron przeciwporażeniowych przez uprawnionych elektryków zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową - jednak nie rzadziej niż co 5 lat, jeżeli czasokres badań nie został określony.

Wymagania dotyczące przygotowania zawodowego pracownika

- ukończone 18 lat,
- instruktaż ogólny i stanowiskowy w zakresie bhp,
- szkolenie okresowe w zakresie bhp,
- wstępne i okresowe badanie lekarskie.

Identyfikacja zagrożeń na stanowisku pracy

Omówienie wszystkich istotnych na danym stanowisku zagrożeń zawodowych:

- wypadki,
- choroby zawodowe,
- awarie.

Poniżej omówiono podstawowe zagrożenia na stanowisku pracy w pomieszczeniu agregatów kogeneracyjnych.

Czynnik niebezpieczny

zagrożenia elementami ruchomymi i luźnymi

- ruchome elementy maszyn,

zagrożenia elementami ostrymi i wystającymi

- otwarte drzwi

zagrożenia związane z przemieszczaniem się ludzi

- przeszkody na drogach komunikacyjnych (uszkodzona nawierzchnia, dziury itp.),
- nierówna posadzka,
- zagrożenia upadkiem z wysokości

zagrożenia związane z właściwościami fizycznymi materiału

- ciężar, ostre krawędzie, śliskie powierzchnie itp.,
- możliwość upadku ciężkich elementów na pracownika,

zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym

- nieodpowiednia instalacja elektryczna,
- stosowanie niesprawnych i nieskutecznych ochron przeciwporażeniowych,
- niestosowanie oświetlenia miejscowego o napięciu bezpiecznym,

zagrożenie poparzeniem

- gorące powierzchnie agregatów

zagrożenie pożarem lub/i wybuchem

- zwarcie instalacji elektrycznej,
- powstanie mieszaniny wybuchowej, np. gazu ziemnego z powietrzem
- zagrożenie pożarem lub wybuchem przy stosowaniu otwartego ognia

Czynniki szkodliwe i uciążliwe**Czynniki fizyczne**

- mikroklimat,
- pole elektrostatyczne,
- hałas /praca agregatów/

Czynniki chemiczne

- czynniki szkodliwe
- przekroczenie NDS czynników szkodliwych
- czynniki rakotwórcze

Czynniki uciążliwe

- praca w zmiennych warunkach mikroklimatycznych.

DEKLARACJA

Zgodnie z art. 4 Dyrektywy 1999/92 EC oraz par 5 Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 29 maja 2003 (Dz. U. Z 2003 r. Nr 107, poz.1009) w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa:

1. Deklaruję, że stanowiska pracy i narzędzia pracy a także urządzenia zabezpieczające i alarmujące, są zaprojektowane, używane i konserwowane z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa.

Deklarację zatwierdził:

KARTA AKTUALIZACJI DOKUMENTU ZABEZPIECZENIA PRZED WYBUCHEM

Lp.	Zakres aktualizacji	Nazwisko i imię aktualizującego	Data	Podpis
1	2	3	4	5

Wskazania prewencyjne.

1. W pomieszczeniach i strefach wykonywać prace tylko w odzieży i obuwiu roboczym dopuszczonym do stosowania w strefach zagrożenia wybuchem. Stosować środki ochrony indywidualnej w tym każdorazowo używać hełmu ochronnego.
2. W pomieszczeniach i strefach obowiązuje całkowity zakaz palenia papierosów, używania telefonów komórkowych oraz ognia otwartego.
3. Narzędzia i przedmioty pracy stosować wyłącznie w wykonaniu Ex
4. Prace pożarowo niebezpieczne prowadzić wyłącznie na podstawie i wytycznych zawartych w dokumencie pn. „prowadzenie prac pożarowo niebezpiecznych w zakładzie” pod nadzorem uprawnionej osoby,
5. Wszelkie prace w strefach zagrożenia wybuchem wykonywać przez co najmniej 2 osoby
6. Zabronione jest prowadzenie prac w czasie burz i wyładowań atmosferycznych
7. Szkolenia z zakresu ppoż. dla pracowników oraz nadzoru nad pracami realizować z częstotliwością min. 1 x rok.
8. Cyklicznie wykonywać pomiary czynników szkodliwych i uciążliwych na stanowiskach pracy
9. Cyklicznie dokonywać pomiarów, badań, przeglądów i oględzin instalacji użytkowych na stanowiskach pracy.
10. W obrębie budynku agregatów ko generacyjnych jak również w obrębie miejsc występowania stref zagrożenia wybuchem zabrania się poruszania pojazdami z zapłonem iskrowym, w tym składowania materiałów łatwopalnych, pożarowo niebezpiecznych.
11. Dokonać czytelnego oznakowania miejsc występowania materiałów pożarowo niebezpiecznych /gazu ziemnego/, stref zagrożenia wybuchem, dróg i bram pożarowych, hydrantów zewnętrznych, głównych wyłączników prądu.
12. Wszystkie elementy metalowe stanowisk, na których występują pary cieczy palnych powinny być uziemione,
13. Wytwarzanie energii ze spalania gazu ziemnego możliwe jest tylko przy włączonej wentylacji wyciągowej
14. Zakazuje się przysłaniania otworów wentylacji wyciągowej, tarasowania dróg i wyjść
15. Zabrania się przebywania osobom postronnym w budynku agregatów oraz miejscach występowania stref zagrożenia wybuchem.
16. W przypadku powstania awarii, rozszczelnienia, itp. należy natychmiast przerwać wszelkie prace należy wentylować stanowisko pracy przed rozpoczęciem pracy i do 15 minut po jego zakończeniu,

Wykaz pracowników zapoznanych z dokumentem zabezpieczenia przed wybuchem

Lp.	Nazwisko i imię	Data zapoznania	Podpis
1.	Jerzy Rutkowski	27.06.2023r	Rutkowski
2.	Jack Redestonia	27.06.2023	Redestonia
3.	Tylowski Janostaw	27.06.2023	Tylowski
4.	Redonda Janostaw	27.06.2023r	Redonda
5	WIECKI Wit MANUSZ	28.06.2023	W. W.
6	Sz. Owronski Andrzej	28.06.2023	Skowud
7	Grochowski Andrzej	28.06.2023	G.
8	Konajewski Aleksander	28.06.2023	Konajewski
9.	Skwarci Gey	28.06.2023	Skwarci
10	Mariusz Wysyński	28.06.2023	Wysyński
11	Melcer Zygmunt	28.06.2023	Melcer
12	Czajkowski Tomasz	28.06.2023	Czajkowski
13	Andrzej Tybuski	29.06.2023	Tybuski
14.	Rydzynski Konrad	29.06.2023r.	Rydzynski
15	Andrzej Kojak	30-06-2023r	Kojak
16	Zbigniew Pompl	30-06-2023	Pompl
17	Janostaw Dru	30-06-2023	Dru
18	Grachonowski Andrzej	01.07.2023r	Grachonowski
19.	Grabowski Katarzyna	05.07.23.	Grabowski
20.	Lech Bejger	05.07.23	Bejger
21.	Galkowski Zdzisław	01.08.2023	Galkowski
22.	Gonczar Radosław	02.08.2024	Gonczar
23	Bejger Andrzej	09.05.2024	Bejger
24	Bienkowski Michał	02.05.2024	Bienkowski