

OCENA ZAGROŻENIA WYBUCHEM



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

Do projektu:

„Budowa budynku Centrum ProEkologicznych Technologii Energetycznych (CePTE) wraz z towarzyszącą infrastrukturą techniczną, drogą wewnętrzną, chodnikami i miejscami postojowymi przy al. Jana Pawła II 37 w Krakowie na działkach 21/169, 21/274, 21/275, 21/277 obr. 6 / Kraków – Nowa Huta”.

Opracował

Listopad 2022 r.

Spis treści

1. WSTĘP.....	3
2. DEFINICJE I OKREŚLENIA UŻYWANE W DOKUMENCIE	5
3. OCENA ZAGROŻENIA WYBUCHEM	10
3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU.....	10
3.2. CHARAKTERYSTYKA POMIESZCZENIA LABORATORIUM C.....	11
3.2.1. <i>Charakterystyka</i>	<i>11</i>
3.2.2. <i>Źródła emisji i ich klasyfikacja</i>	<i>12</i>
3.2.3. <i>Oszacowanie przyrostu ciśnienia i ewentualna kwalifikacja do pomieszczeń zagrożonych wybuchem.</i>	<i>13</i>
3.2.4. <i>Wyznaczenie stref</i>	<i>14</i>
3.2.5. <i>Ocena stopnia wentylacji.....</i>	<i>14</i>
3.3. PRAWDOPODOBIENSTWO ZAISTNIENIA EFEKTYWNYCH ŹRÓDEŁ ZAPŁONU	15
3.4. OKREŚLENIE SKUTKÓW EWENTUALNEGO WYBUCHU	18
4. ŚRODKI OCHRONY PRZECIWWYBUCHOWEJ.....	20
4.1. ŚRODKI TECHNICZNE OCHRONY PRZECIWWYBUCHOWEJ.....	20
4.2. ŚRODKI ORGANIZACYJNE OCHRONY PRZECIWWYBUCHOWEJ	20
4.2.1. <i>Szkolenie pracowników w zakresie ochrony przeciwwybuchowej</i>	<i>20</i>
4.2.2. <i>System zezwoleń na wykonywanie prac.....</i>	<i>21</i>
4.2.3. <i>Eksploatacja, konserwacje, inspekcje i przeglądy instalacji</i>	<i>21</i>
4.2.4. <i>Oznakowanie miejsc niebezpiecznych</i>	<i>22</i>
4.2.5. <i>Narzędzia i wyposażenie do pracy w strefach zagrożonych wybuchem.....</i>	<i>23</i>
4.3. ZAPOBIEGANIE POWSTANIU EFEKTYWNEGO ŹRÓDŁA ZAPŁONU	23
4.4. ZASADY BEZPIECZEŃSTWA DLA PRACOWNIKÓW FIRM OBCYCH PRACUJĄCYCH W STREFACH ZAGROŻONYCH WYBUCHEM ORAZ OSÓB WIZYTUJĄCYCH ZAKŁAD	24
4.4.1. <i>Cel koordynacji oraz metody i procedury jej wprowadzania.....</i>	<i>24</i>
4.4.2. <i>Zasady koordynacji stosowania środków bezpieczeństwa przez pracodawcę odpowiedzialnego za miejsce pracy</i>	<i>25</i>
4.4.3. <i>Szkolenia – zasady szkolenia i dokumentowania</i>	<i>25</i>
4.4.4. <i>Środki ochronne</i>	<i>26</i>
5. EWAKUACJA ZE STREF ZAGROŻONYCH WYBUCHEM	27
6. KRYTERIA DOBORU URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH.....	28
7. WNIOSKI I ZALECENIA	29
8. DEKLARACJE KIEROWNICTWA	30
9. LITERATURA	31
9.1. PRAWODAWSTWO I NORMY	31
9.2. BIBLIOGRAFIA.....	32
10. ZAŁĄCZNIKI.....	33

1. Wstęp

Celem opracowania jest ocena zagrożenia wybuchem do projektu pn: „Budowa budynku Centrum ProEkologicznych Technologii Energetycznych (CePTE) wraz z towarzyszącą infrastrukturą techniczną, drogą wewnętrzną, chodnikami i miejscami postojowymi przy al. Jana Pawła II 37 w Krakowie na 21/169, 21/274, 21/275, 21/277 obr. 6 / Kraków – Nowa Huta”.

Dokument ten ma na celu zweryfikowanie bezpieczeństwa przeciwybuchowego w miejscach wskazanych przez zleceniodawcę. Dokument zawiera ocenę zagrożenia wybuchem. Ochrona przed wybuchem jest istotnym elementem ogólnie pojętego bezpieczeństwa. Wybuchy zagrażają życiu i zdrowiu pracowników, najczęściej powstając w wyniku niekontrolowanych reakcji spalania i tworzenia się nadciśnienia. W mniejszym stopniu szkodliwymi efektami wybuchu są produkty spalania oraz niedobór tlenu w pomieszczeniach, w których mogą przebywać ludzie.

Wykonanie oceny zagrożenia wybuchem wynika z Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 Nr 109, poz. 719 ze zm.).

Oceny dokonano na podstawie:

- Normy PN-EN 60079-0:2013-3 Atmosfery wybuchowe -- Część 0: Urządzenia -- Podstawowe wymagania.
- Normy PN-EN 60079-10-1:2016 Atmosfery wybuchowe -- Część 10-1: Klasyfikacja przestrzeni -- Gazowe atmosfery wybuchowe.
- Normy PN-EN 1127-1:2011 Atmosfery wybuchowe – Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem – Część 1: Pojęcia podstawowe i metodologia.
- Normy PN-EN 60079-10-2 Atmosfery wybuchowe – Część 10-2: Klasyfikacja przestrzeni – Atmosfery zawierające pył palny.
- Wizji lokalnej w zakładzie, informacje oraz materiały udostępnione przez Zleceniodawcę.

Ocenę zagrożenia wybuchem wykonano w oparciu o informacje uzyskane od Zleceniodawcy. W obiekcie znajdować się będą pomieszczenia i laboratoria różnego typu, część z nich będzie używała substancji niestwarzających zagrożenia wybuchem. Ocenie zagrożenia wybuchem

poddano pomieszczenia, w których użytkownicy wskazali obecność substancji palnych.

Uwaga: Wyznaczenie stref zagrożenia wybuchem odnosi się do normalnych warunków pracy. Nie obejmuje ona sytuacji awaryjnych (gwałtownych rozszczelnień, pęknięć itp.) i napraw. W przypadku prac konserwacyjnych należy za każdym razem przed przystąpieniem do prac wykonać ocenę zagrożeń, w tym zagrożeń pożarowo-wybuchowych

2. Definicje i określenia używane w dokumencie

Wybuch:

Gwałtowna reakcja utleniania lub rozkładu wywołująca wzrost ciśnienia.

Dolna granica wybuchowości:

Najniższe stężenie łatwopalnej substancji w powietrzu, przy którym może już nastąpić wybuch.

Górna granica wybuchowości:

Najwyższe stężenie łatwopalnej substancji w powietrzu, przy którym może jeszcze nastąpić wybuch.

Mieszanina wybuchowa:

Mieszanina paliwa rozdrobnionego w fazie gazowej i gazowego utleniacza, w której wybuch może rozprzestrzenić się po nastąpieniu zapłonu. Jeżeli utleniacz jest powietrzem w warunkach atmosferycznych, stosuje się termin atmosfera wybuchowa.

Atmosfera wybuchowa:

Atmosfera wybuchowa oznacza mieszaninę substancji łatwopalnej w postaci gazu, par, mgły lub pyłów z powietrzem, w warunkach atmosferycznych, w której po zapaleniu spalanie rozprzestrzenia się na całą niespaloną mieszaninę¹.

Należy zauważyć, iż atmosfera wybuchowa, jak wskazano w dyrektywie, może nie spalać się wystarczająco szybko, aby doprowadzić do wybuchu, jak określono w normie PN-EN 1127-1.

Strefa zagrożenia wybuchem:

Jest to przestrzeń, w której może występować mieszanina wybuchowa, o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości.

¹ Dyrektywa 1999/92/WE, str.57.

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 pojawi się ona rzeczywiście, to może tak się stać tylko rzadko i tylko na krótki okres².

Strefa 20:

Przestrzeń, w której atmosfera wybuchowej w formie chmury pyłu palnego występuje ciągle lub w długich okresach.

Strefa 21:

Przestrzeń, w której pojawienie się atmosfery wybuchowej w formie chmury pyłu palnego jest prawdopodobne w warunkach normalnej pracy.

Strefa 22:

Przestrzeń, w której w warunkach normalnej pracy nie jest prawdopodobne pojawienie się atmosfery wybuchowej w formie chmury pyłu palnego, a jeżeli pojawi się ona rzeczywiście, to może tak się stać tylko rzadko i tylko na krótki okres³.

Pomieszczenie zagrożone wybuchem:

Pomieszczenie, w którym może wytworzyć się mieszanina wybuchowa, powstała z wydzielającej się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia w tym pomieszczeniu przekraczający 5 kPa.

² Norma PN-EN 60079-10.

³ Norma PN-EN 60079-10-2.

Emisja ciągła:

Emisja, która występuje stale lub której występowania można spodziewać się w długich okresach czasu.

Pierwszy stopień emisji:

Emisja, której występowania w warunkach normalnej pracy można spodziewać się okresowo lub okazjnie.

Drugi stopień emisji:

Emisja, której występowania w warunkach normalnej pracy nie można spodziewać się, a jeżeli pojawi się ona rzeczywiście, to tylko rzadko i tylko na krótkie okresy czasu.

Wentylacja stopnia wysokiego⁴:

Jest w stanie zredukować stężenie przy źródle emisji niemal natychmiast. Dając w wyniku stężenie poniżej dolnej granicy wybuchowości.

Wentylacja stopnia średniego⁵:

Jest w stanie wpływać na stężenie, czego rezultatem jest sytuacja stabilna, w której stężenie poza granicami strefy w czasie trwania emisji jest poniżej dolnej granicy wybuchowości i atmosfera wybuchowa nie zalega w nadmiarze po zakończeniu emisji.

Wentylacja stopnia niskiego⁶:

Nie jest w stanie wpływać na stężenie, w czasie trwania emisji i/lub nie może zabezpieczyć przed zbytnim zaleganiem atmosfery palnej po zakończeniu emisji.

Dyspozycyjność wentylacji⁷:

Wyróżnia się trzy poziomy dyspozycyjności wentylacji:

dobra – wentylacja prawie zawsze;

dostateczna – wentylacja w czasie normalnej pracy;

⁴ PN-EN 60079-10-1

⁵ PN-EN 60079-10-1

⁶ PN-EN 60079-10-1

⁷ PN-EN 60079-10-1

słaba – wentylacja, która nie spełnia wymagań wentylacji dobrej i dostatecznej.

Technicznie szczelny:

Podzespół jest „technicznie szczelny” jeżeli nie zaobserwowano przecieku podczas badania, monitorowania lub kontroli szczelności odpowiednią metodą, np.: przy wykorzystaniu środków pieniących lub urządzeń detekcyjnych/ wskazujących przeciek, jednakże możliwość rzadkich, niewielkich przecieków substancji łatwopalnych nie może być wykluczona (zawory, połączenia).

Praca normalna:

Sytuacja kiedy urządzenia, systemy ochronne, części i podzespoły realizują przewidzianą funkcję w zakresie parametrów znamionowych.

Niewielkie emisje substancji palnej mogą być związane z normalną pracą. Na przykład, emisje substancji z uszczelnień zwilżalnych pompowaną cieczą traktowane są jako niewielkie emisje.

Kategoria urządzeń:

Klasyfikacja urządzeń zgodnie z wymaganym poziomem ochrony.

Urządzenia i systemy ochronne powinny być zaprojektowane dla konkretnej atmosfery wybuchowej. W tym przypadku muszą być one odpowiednio oznakowane⁸. Urządzenia mogą być również zaprojektowane do wykorzystania w różnych mieszaninach wybuchowych, np. zarówno w mieszaninach pył/powietrze oraz gaz/powietrze.

Grupa urządzeń:

Grupa urządzeń I stanowi urządzenia przeznaczone do stosowania w wyrobiskach podziemnych kopalń i w częściach instalacji powierzchniowych tych kopalń, narażonych na występowanie zagrożenia wybuchem metanu i/lub pyłu palnego. Grupę urządzeń II stanowią urządzenia przeznaczone do stosowania w innych gałęziach przemysłu, narażonych na występowanie atmosfer wybuchowych⁹.

⁸ Dyrektywa 2014/34/UE.

⁹ Tamże.

Maksymalne ciśnienie wybuchu (p_{\max}):

Maksymalne ciśnienie występujące w zamkniętym naczyniu podczas wybuchu atmosfery wybuchowej, oznaczone w określonych warunkach badania¹⁰.

Źródło zapłonu:

Źródło zapłonu przekazuje mieszaninie wybuchowej ilość energii zdolną do spowodowania rozprzestrzenienia się zapłonu w tej mieszaninie.

Minimalna energia zapłonu (MEZ):

Najmniejsza energia elektryczna nagromadzona w kondensatorze, która przy jego wyładowaniu jest wystarczająca do spowodowania zapłonu najbardziej zapalnej atmosfery, w określonych warunkach badania¹¹.

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 par z powietrzem.

Temperatura samozapłonu chmury pyłu:

Najniższa temperatura wewnętrznej ścianki pieca, w której następuje zapalenie palnej substancji w postaci mieszaniny pyłu z powietrzem¹². Wyznaczenie tej temperatury można wykonać w oparciu o normę IEC 61241-2-1.

Temperatura samozapłonu warstwy pyłu:

Najniższa temperatura gorącej powierzchni, przy której następuje zapalenie warstwy pyłu odpowiedniej grubości¹³. Wyznaczenie tej temperatury można wykonać w oparciu o normę IEC 61241-2-1.

¹⁰ Norma PN-EN 1127-1.

¹¹ Norma PN-EN 1127-1.

¹² Norma PN-EN 60079-10-2.

¹³ Norma PN-EN 60079-10-2.

3. Ocena zagrożenia wybuchem

3.1. Ogólna charakterystyka obiektu

Przedmiotem opracowania jest projektowane pomieszczenie laboratoryjne (nazwane Laboratorium C) zlokalizowane jest na poziomie parteru w budynku 3 kondygnacyjnym. Budynek przeznaczony będzie pod Centrum ProEkologicznych Technologii Energetycznych (CePTE) zlokalizowany przy al. Jana Pawła II 37 w Krakowie na działkach 21/169, 21/274, 21/275, 21/277 obr. 6 / Kraków – Nowa Huta”.

Powierzchnia, wysokość i liczba kondygnacji budynku.

- **Parter** – łączna powierzchnia użytkowa 1483,81 m² (sala wykładowa na 150 osób; zespół laboratoriów, pomieszczenia techniczne)
- **1 piętro** – łączna powierzchnia użytkowa 1423,71 m² (pracownie naukowe, pomieszczenia techniczne, serwerownia, archiwum)
- **2 piętro** – łączna powierzchnia użytkowa 1465,25 m² (pomieszczenia pracowników naukowych, gabinety kierowników, pomieszczenia socjalne)
- Razem powierzchnia użytkowa budynku – 4372,77 m²
- Powierzchnia zabudowy budynku – 1750,06 m²
- Powierzchnia wewnętrzna wszystkich kondygnacji – 4768,47 m²
- Kubatura budynku – ok. 25 950,00 m³
- Budynek 3-kondygnacyjny naziemny
- Budynek wolnostojący
- Wysokość budynku – 14,86 m (grupa wysokości budynek średniowysoki)

Zgodnie z informacjami uzyskanymi od zleceniodawcy w laboratorium C stosowane będą substancje palne: wodór który będzie wytwarzany przez elektrolizer który będzie napełniał butlę o pojemności 8 dm³. W pozostałych pomieszczeniach nie będą używane gazy palne

Poniżej dokonano analizy przestrzeni, w której mogą pojawić się atmosfery wybuchowe. Przestrzenie te zostały wyznaczone przez

zleceńodawcę. W przypadku pojawienia się nowych miejsc lub ujawnienia innych miejsc, w których może powstać atmosfera wybuchowa należy zaktualizować niniejszy dokument.

3.2. Charakterystyka pomieszczenia laboratorium C.

3.2.1. Charakterystyka

Pomieszczenie laboratorium C ogniw paliwowych i technologii wodorowych zlokalizowane jest na parterze budynku posiada powierzchnię 39,79 m² i wysokości 4,6 m. W pomieszczeniu tym zainstalowany będzie elektrolizer ENAPTER EL2 o wydajności 500 Ndm³/h o mocy elektrycznej 2,5 kW. Elektrolizer będzie wykorzystywany do produkcji wodoru i będzie napełniał butlę na wodór o pojemności 8 dm³, ciśnienie maksymalne 35 bar. Wodór zasilany będzie ogniwo paliwowe typu PEM o mocy elektrycznej 2,2 kW marki EH Group.

Parametry fizykochemiczne wodoru:

- wzór chemiczny – H₂
- masa cząsteczkowa – 2,016
- ciężar względem powietrza – 0,068
- temperatura samozapłonu – 580°C
- klasa temperaturowa – T1
- DGW – 4% (3,4 g/m³)
- GGW – 75 % (63 g/m³)
- grupa wybuchowości – IIC
- MEZ – 0,011 mJ
- ciepło właściwe, tutaj 14400 J/kgK.

3.2.2. Źródła emisji i ich klasyfikacja

W normalnych warunkach połączenia rozłączalne na instalacji z wodorem należy uznać za źródło emisji stopnia drugiego. Aby określić wydajność wypływu wodoru z nieszczelności należy stwierdzić czy wypływ gazu będzie dławiony czy nie, na podstawie zależności na ciśnienie krytyczne:

$$p_c = p_o \left(\frac{\gamma+1}{2} \right)^{\gamma/\gamma-1} = 0,19 \text{ MPa}$$

gdzie:

p_o – ciśnienie poza instalacją 10^5 Pa

γ – współczynnik politropy, liczony z zależności

$$\gamma = \frac{M \cdot c_p}{M \cdot c_p - R} = 1,406$$

gdzie:

M – masa molowa, tutaj 2 kg/kmol ,

C_p – ciepło właściwe, tutaj 14400 J/kgK

R – stała gazowa 8314 J/kmol K

W związku z tym, że ciśnienie absolutne w instalacji $p=3,5 \text{ MPa}$ jest większe od ciśnienia krytycznego p_c mamy do czynienia z wypływem dławionym.

Dla wypływu dławionego wydajność emisji oblicza się z zależności:

$$W_g = C_d S p \sqrt{\gamma \frac{M}{ZRT} \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{(\gamma+1)/(\gamma-1)}} = 21,464 \cdot 10^{-5} \text{ kg/s}$$

gdzie:

p – ciśnienie wewnątrz instalacji, tutaj 3500000 Pa ,

S – powierzchnia wypływu, tutaj $0,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$,

T – temperatura 293 K .

Objętościowa wydajność wypływu jest równa $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$, a objętościowa charakterystyka wypływu $0,020 \text{ m}^3/\text{s}$

3.2.3. Oszacowanie przyrostu ciśnienia i ewentualna kwalifikacja do pomieszczeń zagrożonych wybuchem.

W celu oceny pomieszczenia pod kątem kwalifikacji jako pomieszczenia zagrożonego wybuchem należy obliczyć przyrost ciśnienia, jaki mógłby zostać spowodowany również przez wybuch wodoru. Możliwy przyrost ciśnienia oblicza się przy założeniu sytuacji, że dojdzie do emisji wodoru mieszaniny par z powietrzem substancji.

Pomieszczenie, w którym będzie zlokalizowany generator wodoru posiada powierzchnię 39,79 m² i wysokość 4,6 m.

Elektrolizer będzie wykorzystywany do produkcji wodoru i będzie napełniał butlę na wodór o pojemności 8 dm³, ciśnienie maksymalne 35 bar. Wodór zasilat będzie ogniwo paliwowe typu PEM o mocy elektrycznej 2,2 kW marki EH Group.

Wyliczenia dla wodoru:

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

gdzie:

m_{\max} – maksymalna masa substancji palnych, tworzących mieszaninę wybuchową, jaka może wydzielić się w rozpatrywanym pomieszczeniu przyjęto 0,1 kg.

ΔP_{\max} – maksymalny przyrost ciśnienia przy wybuchu stechiometrycznej mieszaniny w zamkniętej komorze (605 kPa),

W – współczynnik przebiegu reakcji wybuchu, dla palnego gazu = 0,17,

V – objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia, tutaj przyjęto – 164 m³(-10%),

C_{st} – objętościowe stężenie stechiometryczne wodoru,

ρ – gęstość gazu w temperaturze pomieszczenia – 0,083 kg/m³

$$C_{st} = \frac{1}{1 + 4,84 \cdot \beta} = 0,29$$

β – stechiometryczny współczynnik tlenu w reakcji wybuchu

$$\beta = n_c + \frac{n_h - n_{cl}}{4} - \frac{n_o}{4} = 0,5$$

Ze względu na zabezpieczenie instalacji detekcji wodoru jaki posiada elektrolizer, który automatycznie zamyka instalację, masa gazu która może wytworzyć atmosferę wybuchową przyjmuje się nie więcej niż 0,01 kg

Stąd:

$$\Delta P = 2,68 \text{ kPa}$$

Mieszanina wybuchowa, która może wytworzyć się w pomieszczeniu, powoduje przyrost ciśnienia równy 2,68 kPa, czyli mniejszy niż 5kPa, stąd pomieszczenie nie jest zagrożone wybuchem.

3.2.4. Wyznaczenie stref

Zgodnie z tabelą załącznika nr 1 oraz arkuszami danych z załączników nr 2 i 3 oraz wykresem D.1 normy PN-EN 60079-10-1:2016-02 w promieniu 0,25m od połączeń rozłączalnych na instalacji z wodorem **wyznacza się STREFĘ 2 zagrożenia wybuchem.**

3.2.5. Ocena stopnia wentylacji

W pomieszczeniu będzie zastosowana wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewną i przewidziano dwie wymiany powietrza w ciągu godziny w wentylację ocenia się jako wentylację o **stopniu dobrym** oraz **dyspozycyjności dobrej.**

3.3. Prawdopodobieństwo zaistnienia efektywnych źródeł zapłonu

Aby doszło do wybuchu oprócz wytworzenia mieszaniny wybuchowej musi pojawić się w jednym czasie źródło zapłonu, samozapłonu lub samozapalenia, określane w normie PN-EN 1127-1 jako efektywne źródło zapłonu. To czy dane źródło zapłonu jest efektywne, czyli zapoczątkuje proces spalania, zależy od substancji palnej. Parametrami, które charakteryzują podatność mieszaniny wybuchowej do zapoczątkowania procesu spalania, a w konsekwencji wybuchu są:

- Minimalna energia zapłonu (MEZ/z ang. MIE).
- Minimalna temperatura samozapłonu atmosfery wybuchowej.

Zgodnie z normą¹⁴ wyróżnia się trzynaście rodzajów źródeł zapłonu, które wraz z krótką charakterystyką zostały zebrane w tabeli nr 1.

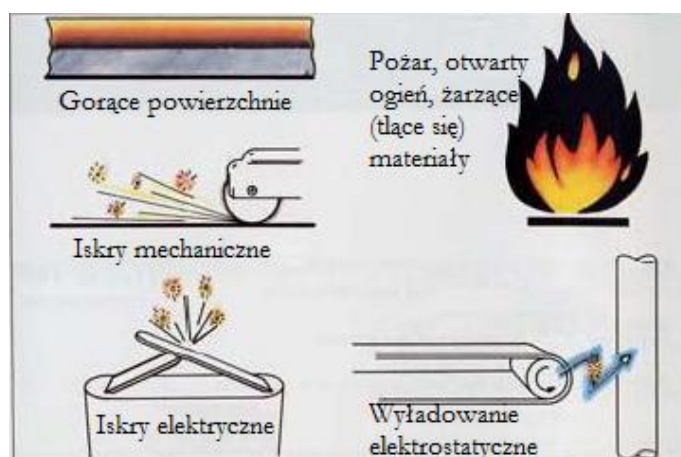
Tabela 1. Źródła zapłonu i ich charakterystyka

Źródło zapłonu	Charakterystyka
gorące powierzchnie	atmosfera wybuchowa może zapalić się w przypadku kontaktu z gorącymi powierzchniami, jeżeli temperatura powierzchni osiąga minimalną temperaturę samozapłonu atmosfery wybuchowej, np. nagrzana powierzchnia, urządzenia wadliwie działającego
płomienie i gorące gazy	zarówno płomienie jak i żarzące się stałe cząstki mogą wywołać zapłon atmosfer wybuchowych; nawet bardzo małe płomienie są jednymi z najbardziej efektywnych źródeł zapłonu i dlatego też muszą być eliminowane z miejsc niebezpiecznych; dlatego wprowadza się zakaz palenia tytoniu i używania otwartego ognia, a prace remontowe z użyciem np. palnika muszą być odpowiednio zabezpieczone
iskry wytwarzane mechanicznie	tarcie, uderzenia i ścieranie mogą spowodować iskrzenie; w przypadku gazów ten typ źródła zapłonu stanowi duże niebezpieczeństwo gdyż wymagana energia zapłonu jest niska, np. narzędzia iskrzące w kontakcie z betonem, w przypadku pyłów stanowią mniejsze zagrożenie

¹⁴ Norma PN-EN 1127-1.

urządzenia elektryczne	nawet przy niskich napięciach, iskrzenie elektryczne i gorące powierzchnie mogą stanowić źródła zapłonu w urządzeniach elektrycznych (np: podczas zamykania i przerywania obwodów elektrycznych oraz w wyniku prądów elektrycznych błędzących); w strefach zagrożenia wybuchem dopuszcza się stosowanie urządzeń elektrycznych w wykonaniu tylko i wyłącznie przeciwwybuchowym (oznaczone skrótem Ex) zgodnie z rozdziałem 7
prądy błędzące, katodowa ochrona przed korozją,	prądy błędzące mogą płynąć w systemach przewodzących elektryczność lub częściach systemów w sytuacji: <ul style="list-style-type: none"> ▪ istnienia prądów powrotnych (duże systemy spawalnicze); ▪ zwarcia (uszkodzenia instalacji elektrycznej); ▪ indukcji magnetycznej (sąsiedztwo instalacji elektrycznej z silnymi prądami lub częstotliwościami radiowymi); ▪ uderzenia pioruna
elektryczność statyczna	w określonych warunkach wyładowania elektryczności statycznej mogą powodować zapłon; wyładowania naładowanych, izolowanych części przewodzących łatwo mogą prowadzić do wytworzenia iskier zapalających, które mogą zapalić mieszaninę wybuchową gazu z powietrzem
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
fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej od 10^4Hz do $3 \cdot 10^{12}\text{Hz}$	fale elektromagnetyczne są emitowane przez wszystkie systemy generujące i stosujące energię elektryczną o częstotliwości radiowej (nadajniki radiowe lub przemysłowe); przewodzące części znajdujące się w polu promieniowania działają jak anteny odbiorcze; może zaistnieć sytuacja, że część przewodząca spowoduje zapłon atmosfery wybuchowej poprzez odebranie energii o częstotliwości radiowej co w konsekwencji spowoduje rozżarzenie cienkiego przewodu lub wygenerowanie iskry

fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej od $3 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$ do $3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$	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 skupione przez przedmiot)
promieniowanie jonizujące	promieniowanie jonizujące generowane, na przykład, przez lampy rentgenowskie i substancje radioaktywne może zapalać atmosfery wybuchowe w wyniku absorpcji energii
ultradźwięki	podczas stosowania fal ultradźwiękowych, znaczna część energii wytwarzanej przez przetwornik elektroakustyczny jest absorbowana przez substancje stałe lub ciekłe; substancja wystawiona na działanie ultradźwięków ogrzewa się tak, że w skrajnych przypadkach może nastąpić zapłon
sprężanie adiabatyczne i fale uderzeniowe	w przypadku sprężania adiabatycznego lub prawie adiabatycznego i w falach uderzeniowych mogą występować tak wysokie temperatury, że atmosfera wybuchowa może zostać zapalona
reakcje egzotermiczne, samozapalenie pyłów	reakcje egzotermiczne mogą stanowić źródło zapłonu gdy szybkość wytwarzania ciepła będzie większa od szybkości odprowadzania ciepła do otoczenie, pył ma właściwości samonagrzewające



Rysunek 1. Możliwe źródła zapłonu i samozapłonu¹⁵

¹⁵ The ISSA leaflet „Gas explosions”, International Section for the Prevention of Occupational Risks In the Chemical Industry, International Social Security Association (ISSA), Heidelberg, Niemcy.

Prawdopodobieństwo występowania wyżej wymienionych źródeł zależy od wielu czynników, m.in. od systemów ochronnych, ewentualnych awarii, nieostrożności pracowników, itp. Jego oszacowanie wykonano uwzględniając wiedzę literaturową i posiadaną wiedzę techniczną, oraz uwzględniając warunki panujące w miejscu pracy.

Określenie częstotliwości występowania źródeł zapłonu zostało przedstawione w tabeli nr 2.

Tabela 2. Częstotliwość występowania źródła zapłonu

Określenie częstotliwości/ prawdopodobieństwo	Częstotliwość występowania konkretnego źródła zapłonu
duże	może występować często
możliwe	wystąpi kilkakrotnie w okresie użytkowania
bardzo małe	mało prawdopodobne, ale możliwe wystąpienie w okresie użytkowania

Prawdopodobieństwa wystąpienia konkretnych źródeł zapłonu na terenie zakładu zestawione zostały w tabeli nr 2.

3.4. Określenie skutków ewentualnego wybuchu

Określenie konsekwencji ewentualnego wybuchu wraz z krótkim opisem zostało przedstawione w tabeli nr 3.

Tabela 3. Konsekwencje wybuchu wraz z opisem

Konsekwencje wybuchu	Opis
katastroficzne	ofiary śmiertelne
duże	ciężkie nieodwracalne uszkodzenia ciała
średnie	poważne odwracalne uszkodzenia ciała
małe	lekkie odwracalne uszkodzenia ciała
pomijalne	pomijalne drobne zranienia ciała, stres

Wpływ nadciśnienia powstałego wskutek wybuchu na wielkość i typ zniszczeń elementów konstrukcyjnych i instalacji.

NADCIŚNIENIE [kPa]	SKUTKI
0,14	Dokuczliwy hałas, szum (137 dB)
0,21	Pękanie dużych szyb okiennych (szkło zwykłe)
0,30	Głośny huk (143 dB)
0,70	Rozrywanie ram okiennych
2,7	Wartość bezpieczna dla budynku
2,8	Ograniczone uszkodzenia konstrukcji
4,8	Uszkodzenia konstrukcji budynku
6,9	Częściowe zburzenie budynków bez możliwości ich odbudowania
6,9 – 13,8	Zniszczenie płyt gipsowo-kartonowych, elementów stalowych i aluminiowych, uszkodzenie mocowań i posadowień elementów konstrukcyjnych
9,0	Lekkie odkształcenia ramowej konstrukcji budynków wykonanych ze stali
13,8	Częściowe zawalenie się ścian i dachów budynków
15,8	Dolna granica nadciśnień poważnych uszkodzeń konstrukcji
17,2	Zburzenie 50% domów murowanych
20,7	Niewielkie uszkodzenia ciężkich maszyn i urządzeń (o masie do 1,5 t), zniekształcenie i wyrwanie z posadowienia (fundamentu) konstrukcji stalowych
34,5 – 48,0	Prawie całkowite zniszczenie budynków
48,0	Wywrócenie załadowanych wagonów towarowych
48,0 – 55,1	Zniszczenie ścian murowanych o grubości mniejszej lub równej 0,3 m wykonanych z cegły pełnej
62,1	Całkowite zniszczenie załadowanych, krytych wagonów towarowych
68,9	Całkowite zniszczenie budynków, przesunięcie i poważne uszkodzenie ciężkich maszyn i urządzeń (o masie do 3,5 t)

4. Środki ochrony przeciwwybuchowej

4.1. Środki techniczne ochrony przeciwwybuchowej

Instalacje wentylacyjne oraz odprowadzające pary są związane jedynie z ograniczeniem skutków ewentualnego wybuchu, a niestety nie zmniejszają prawdopodobieństwa powstania wybuchu.

4.2. Środki organizacyjne ochrony przeciwwybuchowej

Należy przypomnieć, iż zgodnie z artykułem 3 „Zapobieganie wybuchom i zabezpieczenia przeciwwybuchowe” dyrektywy 1999/92/WE, zapobieganie tworzeniu się atmosfer wybuchowych ma zawsze znaczenie priorytetowe.

Wybuch mieszaniny powietrznej jest możliwy tylko w przypadku jednoczesnego wystąpienia obłoku o odpowiedniej koncentracji i źródła zapłonu o wystarczającej energii w obecności utleniacza, którym zwykle jest tlen. Obniżenie poziomu ryzyka można osiągnąć, zmniejszając częstotliwość występowania jednego z czynników decydujących o możliwości zaistnienia wybuchu. Mieszaniny par substancji palnej lub palnego gazu z powietrzem mogą powstawać przypadkowo i stanowić poważne zagrożenie przemysłowe. Mieszaniny takie stają się wybuchowe, gdy stężenie par mieści się pomiędzy dolną a górną granicą wybuchowości, charakterystycznej dla danej substancji.

W celu zmniejszenia ryzyka wystąpienia wybuchu w pomieszczeniu należy przeszkolić pracowników, studentów z instrukcją obsługi elektrolizera oraz utrzymywać w pełnej sprawności instalację wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewną gdzie dla pomieszczenia przyjęto w zakresie projektowym dwie wymiany na godzinę.

4.2.1. Szkolenie pracowników w zakresie ochrony przeciwwybuchowej

Pracodawca musi zapewnić pracownikom szkolenie, informujące ich o zagrożeniach wybuchem w miejscu pracy oraz o podjętych środkach ochronnych. Szkolenie to musi wyjaśniać co to jest wybuch i kiedy powstaje zagrożenie wybuchem, jak również w których miejscach jest obecne.

Należy wyjaśnić znaczenie klasyfikacji miejsc niebezpiecznych (np. strefa 0, 1, 2, 20, 21, 22). Ponadto należy poinformować jakie środki ochrony indywidualnej muszą nosić w pracy. Szkolenie to powinno obejmować instrukcję obsługi na poszczególnych stanowiskach pracy.

Pracownicy muszą przejść szkolenie w przypadku, gdy:

- zostali przyjęci do pracy (przed rozpoczęciem pracy),
- zostali przeniesieni z innego stanowiska,
- wprowadzono nowe urządzenie,
- wprowadzono nową technologię.

Szkolenie należy przeprowadzać zgodnie z obowiązującymi przepisami w dziedzinie szkoleń z zakresu BHP w ramach instruktażu stanowiskowego wykonywanego przez Kierownika Jednostki Organizacyjnej, zaleca się zweryfikowanie przekazanej wiedzy.

Szkolenie musi być udokumentowane w zakresie dat, zawartości (treści szkolenia) oraz uczestników.

Z treścią wprowadzonych zmian/ aktualizacji dokumentu należy zapoznać pracowników za pisemnym potwierdzeniem. Oświadczenie należy umieścić w aktach osobowych pracownika.

4.2.2. System zezwoleń na wykonywanie prac

Jeżeli prace, mogące spowodować wybuch, mają być wykonywane na instalacji technologicznej lub w bezpośrednim jej otoczeniu (np. prace spawalnicze), musi zostać wyrażona na nie zgoda. Istnieje formularz zezwolenia na wykonywanie prac niebezpiecznych pożarowo/wybuchowo określony w załączniku nr 3, który wszyscy zainteresowani powinni otrzymać i podpisać oraz przystąpić do wykonywania prac po spełnieniu zawartych w nim postanowień.

4.2.3. Eksploatacja, konserwacje, inspekcje i przeglądy instalacji

Konserwacja może być wykonywana przez osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie w wykonywaniu takich prac.

Z doświadczenia wynika, iż ryzyko zaistnienia wypadku zwiększa się podczas prac związanych z konserwacją. W związku, z tym przed, w czasie wykonywania i po zakończeniu prac konserwacyjnych, należy dołożyć wszelkich starań, aby zapewnić, iż wszystkie niezbędne środki ochronne są podjęte i stosowane.

.

4.2.4. Oznakowanie miejsc niebezpiecznych

Przestrzenie, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej pracodawca ma obowiązek oznaczyć znakiem ostrzegawczym (rys. 1). Znak ten należy umieścić w miejscach wstępu do tych przestrzeni. Dopuszcza się umieszczanie poza znakiem dodatkowych opisów, w szczególności dotyczących oznaczenia stref. Dodatkowo zaleca się umieszczenie znaków zakazujących używanie otwartego ognia, zabraniających palenia tytoniu (rys. 2).



Rysunek 1. Znak ostrzegawczy odnoszący się do miejsc, w których mogą pojawić się atmosfery wybuchowe (Ex)



Rysunek 3. Zakaz używania otwartego ognia – Palenie tytoniu zabronione

4.2.5. Narzędzia i wyposażenie do pracy w strefach zagrożonych wybuchem

Rozróżnia się dwa różne rodzaje narzędzi:

- a) narzędzia, które mogą wytwarzać w czasie stosowania jedynie pojedyncze iskry (np. śrubokręty, klucze, śrubokręty udarowe),
- b) narzędzia, które w czasie użytkowania wytwarzają snop iskier podczas piłowania lub szlifowania.

Narzędzia stalowe zgodne z pkt. a) są dopuszczalne w strefie 2, 21, 22. Narzędzia stalowe zgodne z pkt. b) są dopuszczalne tylko wtedy, gdy miejsce pracy jest wydzielone ze stref zagrożenia wybuchem.

Podczas szlifowania lub piłowania w strefach zagrożenia wybuchem, lub w ich sąsiedztwie, powinno być uwzględnione, że tworzące się iskry mogą pokonywać duże odległości i prowadzić do tworzenia się tłących cząstek. Podłączenia elektryczne narzędzi wykonuje się poza strefami zagrożenia wybuchem.

4.3. Zapobieganie powstaniu efektywnego źródła zapłonu

Środki, które zostały lub należy podjąć, aby zapobiegać powstawaniu efektywnych źródeł zapłonu to:

- niedopuszczenie do nagrzania się powierzchni urządzeń, systemów ochronnych, części i podzespołów, które mogą mieć kontakt z atmosferami wybuchowymi, w trakcie normalnego działania i w przypadku wadliwego działania,
- przestrzeganie zakazów palenia oraz używania otwartego ognia w strefach zagrożenia wybuchem,
- niedopuszczenie do powstania nieosłoniętych płomieni pochodzących ze spalania lub spawania,
- urządzenia elektryczne mogą być używane w miejscach niebezpiecznych wyłącznie, jeżeli spełniają wymogi załącznika II do dyrektywy 1999/92/WE, nowe urządzenia muszą być wybierane na podstawie kategorii ustanowionych w dyrektywie 2014/34/UE,

- połączenie wszystkich przewodzących części, które mogłyby się niebezpiecznie naładować i ich uziemienie (w tym stosowanie uziemień lokalnych mocowanych instalacji cyklonu oraz odpylania),
- w strefach zagrożenia wybuchem pracownik powinien posiadać odzież i obuwie, które nie będzie przyczyniać się do powstania wyładowań elektrostatycznych (odzież i obuwie antyelektrostatyczne). Zwraca się uwagę, że w strefach zagrożenia wybuchem nie wolno zdejmować ani zakładać ubrań oraz nosić ich rozpiętych.

4.4. Zasady bezpieczeństwa dla pracowników firm obcych pracujących w strefach zagrożonych wybuchem oraz osób wizytujących Zakład

4.4.1. Cel koordynacji oraz metody i procedury jej wprowadzania

W celu wyeliminowania zagrożeń dla pracujących osób, prace w strefach są koordynowane. Osobą odpowiedzialną za koordynację prac jest osoba zlecająca prace (zgodnie z wytycznymi zawartymi w procedurze wewnątrzzakładowej).

Jeżeli prace, mogące spowodować wybuch, mają być wykonywane w strefach zagrożonych wybuchem lub w pomieszczeniu, gdzie taka strefa została wyznaczona, odpowiedzialna osoba musi wyrazić na nie zgodę. Po zakończeniu prac należy przeprowadzić kontrolę, aby ustalić czy stanowisko pracy jest bezpieczne lub zostało przywrócone mu bezpieczeństwo. O zakończeniu prac należy poinformować osobę odpowiedzialną za stanowisko pracy.

Zezwolenia na prace wydawane są w formie pisemnej, patrz formularz w załączniku. Przed przystąpieniem do prac Wykonawca wypełnia oświadczenie tj. załącznik nr 3.

4.4.2. Zasady koordynacji stosowania środków bezpieczeństwa przez pracodawcę odpowiedzialnego za miejsce pracy

W przypadku gdy niezależne osoby lub firmy zewnętrzne wykonują jednocześnie prace, mogą one nieumyślnie narazić siebie na niebezpieczeństwo, szczególnie gdy skupiają się przede wszystkim na wykonywaniu swoich zadań. Jednocześnie ryzyko wzrasta, gdy nie jest znany rodzaj, zakres wykonywanych prac, ich czas rozpoczęcia przez osoby znajdujące się w pobliżu.

Typowymi skutkami nieodpowiedniej koordynacji pomiędzy personelem wewnętrznym i zewnętrznym, powodującymi ryzyko wybuchu są:

- brak przeszkolenia wykonawcy zewnętrznego, celem uświadomienia zagrożeń występujących na terenie Zakładu,
- brak informacji dla pracowników Zakładu o fakcie wykonywania prac przez firmy zewnętrzne.

Właściwa koordynacja osób/ firm pracujących w jednym czasie jest podstawową gwarancją wykluczającą spowodowanie wzajemnego zagrożenia osób przebywających na terenie Zakładu.

Osobą koordynującą prowadzenie prac na terenie Zakładu jest osoba zlecająca prace lub Koordynator ds. BHP osoba wyznaczona przez Zlecającego prace w przypadku, gdy w tym samym miejscu wykonują jednocześnie pracę pracownicy zatrudnieni przez różnych pracodawców (zgodnie z wytycznymi zawartymi w procedurze wewnątrzzakładowej).

4.4.3. Szkolenia – zasady szkolenia i dokumentowania

Pracownicy firm zewnętrznych wykonujący prace w strefach zagrożenia wybuchem są szkoleni z zakresu ochrony przeciwybuchowej, podczas instruktaży prowadzonych przez osoby zlecającej prace przed przystąpieniem do pracy. Osoby wizytujące mogą przebywać w strefach zagrożonych wybuchem wyłącznie w obecności pracowników nadzoru oraz po zastosowaniu się do wymagań odnoszących się do zasad bezpiecznego postępowania.

Przeprowadzone szkolenia są dokumentowane, a osoby wizytujące zakład fakt odbycia szkolenia potwierdzają własnoręcznym podpisem.

4.4.4. Środki ochronne

Pracownicy firm zewnętrznych wykonujący prace w strefach zagrożonych wybuchem są zobowiązani, aby używać i stosować ochrony osobiste wymagane na danym stanowisku pracy lub w danej strefie zagrożenia wybuchem.

5. Ewakuacja ze stref zagrożonych wybuchem

W przypadku rozszczelnienia należy opuścić pomieszczenie. Szczegółowe warunki ewakuacji z pomieszczeń budynku będą zawarte w instrukcji bezpieczeństwa pożarowego.

6. Kryteria doboru urządzeń elektrycznych

W strefach zagrożenia wybuchem dopuszcza się stosowanie urządzeń elektrycznych w wykonaniu tylko i wyłącznie przeciwwybuchowym.

Zgodnie z normą EN 1127-1 w zależności od rodzaju substancji i strefy zagrożenia wybuchem należy stosować urządzenia elektryczne z odpowiednich kategorii (tabela 4).

Tabela 4. Dobór kategorii urządzeń elektrycznych w strefach zagrożonych wybuchem

Strefa	Kategoria urządzenia	Grupa wybuchowość i	Temperatura	Poziom EPL
dla pyłu				
20	1D	St3	-	Da
21	1D lub 2D	St3	-	Da lub Db
22	1D lub 2D lub 3D	St3	-	Da lub Db lub Dc
dla gazu				
2	1G lub 2G lub 3G	IIA	T2 lub T3 lub T4 lub T5 lub T6	Ga lub Gb lub Gc
dla gazu				
1	1G lub 2G	IIA	T1 lub T2 lub T3 lub T4 lub T5 lub T6	Ga lub Gb
2	1G lub 2G lub 3G	IIA	T1 lub T2 lub T3 lub T4 lub T5 lub T6	Ga lub Gb lub Gc

7. Wnioski i zalecenia

Należy realizować bezwzględnie zalecenia dotyczącego stosowania środków ochrony przeciwwybuchowej.

Szczególnie należy zwrócić uwagę na przestrzeganie podstawowych zasad bezpieczeństwa, zakazu palenia tytoniu oraz utrzymanie czystości w miejscu pracy, substancje stwarzające zagrożenie wybuchem.

Niniejszy dokument należy bezzwłocznie zaktualizować w przypadku, gdy miejsce pracy, znajdujące się w nim urządzenia lub organizacja pracy zostaną poddane zmianom mogącym mieć wpływ na wynik oceny ryzyka.

W przypadku zastosowania innych urządzeń niż podane niniejszym dokumencie należy wykonać ponownie Ocenę Zagrożenia Wybuchem.

Przed przystąpieniem do użytkowania budynku i instalacji należy wykonać Dokument Zabezpieczenia Przed Wybuchem.

8. Deklaracje kierownictwa

Oświadczam, że:

- a) miejsca pracy, urządzenia, a także urządzenia ostrzegawcze są zaprojektowane, używane i konserwowane w sposób zapewniający bezpieczne i właściwe ich funkcjonowanie,
- b) urządzenia spełniają wymagania przewidziane w przepisach dotyczących minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy,
- c) została dokonana ocena ryzyka związanego z możliwością wystąpienia atmosfery wybuchowej; oraz deklaruję realizację zaleceń z niej wynikających.

.....
Kierownik jednostki organizacyjnej

9. Literatura

9.1. Prawodawstwo i normy

1. Dyrektywa 1999/92/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 1999 roku w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa (Dz. U. L 23, z 28.1.2000, str.57), ostatnie sprostowanie z dnia 7 czerwca 2000 r. (Dz. U. L 134, z 7.6.2000, str.36).
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej.
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz. U. Nr 138, poz. 931).
4. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719).
5. Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21 listopada 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie
6. Norma PN-EN 60079-0:2013-3 Atmosfery wybuchowe -- Część 0: Urządzenia -- Podstawowe wymagania.
7. Norma PN-EN 60079-10-1:2016-02 Atmosfery wybuchowe -- Część 10-1: Klasyfikacja przestrzeni -- Gazowe atmosfery wybuchowe.
8. Norma PN-EN 60079-10-2:2015-06 Atmosfery wybuchowe -- Część 10-2: Klasyfikacja przestrzeni -- Pyłowe atmosfery wybuchowe.
9. Norma PN-EN 1127-1:2011 Atmosfery wybuchowe – Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem – Część 1: Pojęcia podstawowe i metodologia.

9.2. Bibliografia

1. Woliński M., Ogrodnik G., Tomczuk J., Ocena zagrożenia wybuchem, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2002.
2. Techniques for Assessing Industrial Hazards, World Bank Technical Paper Number 55, The World Bank, Washington D.C. 1988.
3. Kiney G.F., Graham K.J., Explosive Shocks In air, Springer Verlag, New York 1985.
4. Baker W.E., Explosion Hazards and Evaluation, Elsevier, Amsterdam 1983.
5. Pofit-Szczepańska M., Piórczyński W., Obliczanie parametrów wybuchu i pożarów w czasie katastrof i awarii, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 1998.
6. Borysewicz M., Kuncerowicz-Polak B., Zagrożenia pożarowe i wybuchowe, CIOP, Warszawa 1997.
7. The ISSA leaflet „Gas explosions”, International Section for the Prevention of Occupational Risks In the Chemical Industry, International Social Security Association (ISSA), Heidelberg, Niemcy.
8. R. K. Eckhoff, Dust Explosions in the Proces Industries, Elsevier Science 2003.
9. Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych.

10. Załączniki

Załącznik 1. Wpływ wentylacji na rodzaj strefy

Wentylacja							
Stopień emisji	Stopień						
	Wysoki			Średni			Niski
	Dyspozycyjność						
	Dobra	Dostateczna	Słaba	Dobra	Dostateczna	Słaba	Dobra, dost. 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 i nawet Strefa 0 ³⁾
¹⁾ Strefa 0NE, 1NE lub 2NE 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 – „+” oznacz „otoczona przez”							

Załącznik 2. Wzór oświadczenia Wykonawcy prac pożarowo niebezpiecznych

Oświadczenie Wykonawcy prac pożarowo niebezpiecznych

Ja niżej podpisany oświadczam, że przejmuję na siebie wszelkie zobowiązania i odpowiedzialność w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa określone w art. 4 Ustawy o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24.08.1991 r. (Dz. U. 2020 poz. 961) w obrębie miejsca prowadzenia prac, zleconych mi do wykonania w przedmiotowym obiekcie. Znam mi są zasady zabezpieczenia prac remontowych, budowlanych, serwisowych, w tym pożarowo-niebezpiecznych określone w Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 07.06.2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów i terenów (Dz.U.2010r. Nr 109, poz.719 ze zm.) Zobowiązuję się do ścisłego przestrzegania wymogów określonych w wyżej powołanych przepisach.

(podpis, pieczęć Wykonawcy)

Załącznik 3. Formularz zezwolenia na wykonywanie pracy związanej ze źródłami zapłonu w miejscach występowania atmosfer wybuchowych

Wzór

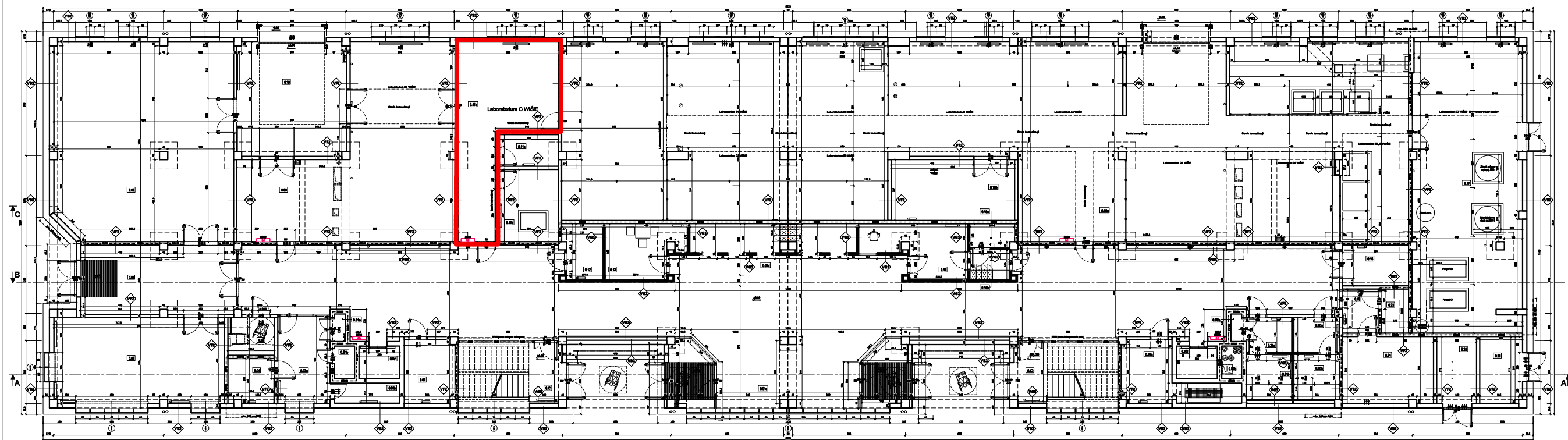
Protokół zabezpieczenia prac niebezpiecznych pod względem pożarowym/wybuchowym			
Część A - Przekazanie wykonawcy miejsca/obszaru prowadzenia prac:			
1	Miejsce/obszar wykonywania prac	.....
2	Przekazujący (zlecający) miejsce/obszar wykonywania prac <i>(Osoba odpowiedzialna za obszar w którym prowadzone są prace - KJO, Pracownik FM, podwykonawca zlecający prace itp.)</i>	..... <i>(Data, Imię Nazwisko; Podpis; nr telefonu kontaktowego)</i>	
3	Opis prac (np. spawanie przewodu rurowego)	.....
4	Rodzaj pracy	<input type="checkbox"/> spawanie <input type="checkbox"/> cięcie <input type="checkbox"/> przecinanie tarczą szlifierską <input type="checkbox"/> lutowanie <input type="checkbox"/> inne (podać jakie)	
5	Właściwości pożarowe materiałów palnych występujących w miejscu/obszarze prowadzenia prac	<input type="checkbox"/> palne <input type="checkbox"/> wybuchowe <input type="checkbox"/> niepalne/niewybuchowe	
6	Środki ostrożności podjęte przed rozpoczęciem prac	<input type="checkbox"/> zlikwidować ewentualne zagrożenie wybuchem w przewodach rurowych, jeżeli jest to możliwe przez zubożnianie <input type="checkbox"/> zamknąć zawory w przewodach rurowych <input type="checkbox"/> zapewnić gotowość służb ratunkowych <input type="checkbox"/> usunąć substancję palną z pomieszczenia, jeśli ewentualnie się pojawi <input type="checkbox"/> inne (podać jakie)	
7	Telefony alarmowe	<ul style="list-style-type: none"> Numer telefonu (wewnętrzny) do ochrony: Numer telefonu straży pożarnej: 998/112 	
8	Środki gaśnicze	Gaśnica: <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> proszkowa ; <input type="checkbox"/> koc gaśniczy	
Oświadczenie wykonawcy: <i>Ja niżej podpisany oświadczam, że przejmuję na siebie wszelkie zobowiązania i odpowiedzialność w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa określone w art. 4 Ustawy o ochronie przeciwpożarowej z dnia 24.08.1991 r. (Dz. U. 2020 poz. 961) w obrębie miejsca prowadzenia prac, zleconych mi do wykonania w obiekcie. Znane mi są zasady zabezpieczenia prac remontowych, budowlanych, serwisowych, w tym pożarowo- niebezpiecznych określone w Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 07.06.2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów i terenów (Dz.U.2010r. Nr 109, poz.719 ze zm.) Zobowiązuję się do ścisłego przestrzegania wymogów określonych w wyżej powołanych przepisach.</i>			
9	Wykonujący prace niebezpieczne pod kątem pożarowym/wybuchowym <i>(Osoba odpowiedzialna nadzór nad stanem bezpieczeństwa pożarowego w toku wykonywania prac)</i>	..... <i>(Data, Imię Nazwisko; Podpis; nr telefonu kontaktowego)</i>	

Wypełnia przekazujący

Wypełnia wykonawca prac przed ich wykonaniem

Ocena zagrożenia wybuchem
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

1 0	Osoba zarządzająca: (Dyrektor FM lub osoba upoważniona/ pełniąca zastępstwo)	..... (Data, Imię Nazwisko; Podpis; nr telefonu kontaktowego)	Wypełnia Zarz.
Po wypełnieniu części A protokołu można przeprowadzić prace niebezpieczne pod względem pożarowym/wybuchowym. Po ich zakończeniu należy wypełnić część B:			
Część B - Przyjęcie od wykonawcy miejsca/obszaru, w którym przeprowadzono prace:			
1 1	Przekazujący (wykonujący) miejsce/obszar w którym przeprowadzono prace	..... (Data, Imię Nazwisko; Podpis)	Wypełnia wykonawca prac po ich wykonaniu
1 2	Osoba/y zobowiązana/e do przeprowadzenia kontroli rejonu prac niebezpiecznych pod względem pożarowym wybuchowym po ich zakończeniu	..... (Imię Nazwisko; Podpis) (Imię Nazwisko; Podpis)	
1 3	Przyjmujący miejsce/obszar w którym przeprowadzono prace (Osoba odpowiedzialna za obszar w którym prowadzone są prace (KJO, Pracownik FM, podwykonawca zlecający prace itp.))	..... (Data, Imię Nazwisko; Podpis)	Wypełnia przyjmujący miejsce/obszar w



ANFORDERUNGEN AN DIE BAUTEILE				
Nr.	Bezeichnung	Einheit	Wert	Einheit
1.1	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.2	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.3	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.4	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.5	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.6	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.7	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.8	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.9	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.10	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.11	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.12	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.13	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.14	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.15	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.16	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.17	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.18	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.19	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.20	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.21	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.22	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.23	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.24	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.25	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.26	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.27	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.28	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.29	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.30	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.31	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.32	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.33	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.34	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.35	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.36	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.37	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.38	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.39	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.40	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.41	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.42	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.43	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.44	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.45	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.46	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.47	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.48	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.49	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.50	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.51	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.52	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.53	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.54	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.55	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.56	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.57	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.58	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.59	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.60	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.61	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.62	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.63	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.64	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.65	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.66	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.67	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.68	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.69	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.70	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.71	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.72	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.73	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.74	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.75	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.76	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.77	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.78	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.79	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.80	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.81	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.82	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.83	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.84	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.85	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.86	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.87	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.88	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.89	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.90	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.91	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.92	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.93	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.94	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.95	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.96	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.97	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.98	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.99	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm
1.100	Wandputzsystem - Putzsystem	System	SA 1	1000 mm