

kpt. mgr inż. Robert Żuczek
Państwowa Straż Pożarna

Ocena minimalnych wymagań jakie powinny spełniać stanowiska pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa

Streszczenie.

Słowa kluczowe:

Title

Summary.

Keywords:

1. Wstęp.

Corocznie w Unii Europejskiej 10 milionów pracowników ulega wypadkom a 8000 traci życie w związku z zakresem wykonywanej działalności. Od 30 lat, w Unii Europejskiej podejmowane są działania zmierzające, do poprawy warunków pracy w miejscach szczególnie niebezpiecznych (również zagrożonych wybuchem) [1]. Unormowania prawne w zakresie ochrony życia i zdrowia pracowników zatrudnionych w miejscach zagrożonych wybuchem określa Dyrektywa 99/92/EC (Dyrektywa ATEX 137) z dnia 16 grudnia 1999 roku w sprawie minimalnych wymagań mających na celu poprawę stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników potencjalnie narażonych na ryzyko spowodowane atmosferami wybuchowymi.

Zgodnie z postanowieniami dyrektywy od właściciela zakładu wymaga się, aby:

- zagwarantował bezpieczeństwo podczas normalnej pracy w zakładzie,
- zapobiegał tworzeniu się stężeń wybuchowych w zakładzie,
- zapobiegał powstawaniu efektywnych źródeł zapłonu zdolnych zainicjować wybuch,
- w najgorszym wypadku zredukował szkodliwe efekty wybuchu do poziomu, w którym gwarantowane jest zachowanie zdrowia i bezpieczeństwa pracowników.

Wdrażanie w Polsce postanowień Dyrektywy, odbywa się w myśl harmonizacji przepisów krajów stowarzyszonych w Unii Europejskiej. Na polskim gruncie wymagania za stan bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładzie reguluje prawo Kodeks pracy. Obarcza on odpowiedzialnością pracodawcę, który powinien chronić zdrowie i życie pracowników przez zapewnienie bezpieczeństwa i higienicznych warunków pracy. Miejsca, gdzie występują mieszaniny wybuchowe są szczególnie groźne z punktu widzenia potencjalnych skutków dla pracownika. Dlatego Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 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), jest odpowiedzią na zagrożenia powodowane przez stężenia wybuchowe i jednocześnie implementacją wspomnianej dyrektywy europejskiej.

W zakresie bezpieczeństwa wybuchowego wiele aspektów wymaga spojrzenia z innej perspektywy niż miało to miejsce do tej pory. Artykuł ten ma przybliżyć problematykę stawianych przez dyrektywę [7] i rozporządzenie [6] wymagań. W opracowaniu podane zostaną pewne aspekty wynikające z postanowień prawa, niezbędne do:

- identyfikacji i oceny zagrożeń wybuchem stwarzanych przez urządzenia techniczne, procesy technologiczne, surowce,
- identyfikacji wystąpienia atmosfer wybuchowych,
- prawdopodobieństwa i częstotliwości występowania atmosfer wybuchowych,
- prawdopodobieństwa występowania oraz uaktywniania się efektywnych źródeł zapłonu,
- oceny skali przewidzianych niepożądanych skutków,
- określenia jakie środki zapobiegawcze należy zastosować, aby zapobiec wystąpieniu atmosfery wybuchowej lub w przypadku wybuchu zminimalizować skutki.

Informacje te pozwolą na dokonanie oceny ryzyka i wykonanie dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem, wymaganych przez rozporządzenie [6]. Wszystkie działania mają na celu zarówno zapobiegać tworzeniu się atmosfer wybuchowych, eliminować źródła zapłonu oraz zmniejszać skutki ewentualnego wybuchu.

2. Podstawowe pojęcia [5].

Ryzyko – kombinacja częstości lub prawdopodobieństwa wystąpienia określonego zdarzenia niebezpiecznego i konsekwencji związanych z tym zdarzeniem.

Analiza ryzyka – systematyczne stosowanie dostępnych informacji do zidentyfikowania zagrożenia i do oszacowania ryzyka dotyczącego osób, populacji, mienia lub środowiska.

Ocena ryzyka – pełny proces analizowania ryzyka i wyznaczania dopuszczalności ryzyka.

Oszacowanie ryzyka – proces stosowany do stworzenia miary poziomu analizowanego ryzyka, który składa się z następujących kroków: analizy częstości, analizy konsekwencji i ich połączenia.

Wyznaczanie ryzyka – proces, w którym na podstawie analizy ryzyka przeprowadza się oceny dopuszczalności ryzyka i rozpatruje się takie czynniki, jak aspekty socjoekonomiczne i środowiskowe.

Zarządzanie ryzykiem – systematyczne wprowadzanie polityki zarządzania, procedur, praktyk do zadań analizowania, wyznaczania i sterowania ryzykiem.

3. Zastosowane rozwiązania.

Należy zwrócić uwagę, że Dyrektywa „narzuca” państwom członkowskim minimalne wymagania w stosunku do stanowisk pracy zagrożonych wybuchem. Jednakże każde z państw członkowskich ma prawo wprowadzić ostrzejsze regulacje, które powinny podnieść bezpieczeństwo. Problem w tym, że nie zawsze idzie to w parze z minimalizacją kosztów.

Wykonanie poszczególnych etapów oceny ryzyka wymaga usystematyzowania procedur postępowania po to, aby wykonujący je specjaliści nie byli rozbieżni w swoich decyzjach. W większości przypadków można posłużyć się wiedzą ekspercką z poszczególnych dziedzin (np. analiza ryzyka, charakterystyka występowania atmosfer wybuchowych). Różnorodność i złożoność problematyki sprawia, że trudno zastosować jednolite kryteria oceny ryzyka do wszystkich miejsc potencjalnie zagrożonych wybuchem. Pomimo tego są pewne elementy, które mogą być ujęte jednymi, uniwersalnymi kryteriami i prawidłowo scharakteryzowane powinny służyć jako kompendium wiedzy nie tylko dla osób, które będą kontrolować prawidłowość wykonania dokumentacji, ale przede wszystkim dla osób, które będą je tworzyć. Wytyczne do dokonania procesu oceny ryzyka dla atmosfer wybuchowych podane są w normie PN-EN 1127-1 [3], na którą powołuje się rozporządzenie przy klasyfikacji miejsc pracy, na których mogą wystąpić atmosfery wybuchowe.

Zgodnie z postanowieniami tej normy ocena ryzyka powinna zawierać następujące elementy składowe:

- ✓ identyfikacja zagrożenia,
- ✓ określenie prawdopodobieństwa wystąpienia atmosfery wybuchowej i jej objętości,
- ✓ określenie obecności źródeł zapłonu i prawdopodobieństwa wystąpienia efektywnych źródeł zapłonu (zdolnych do zapalania mieszaniny wybuchowej),
- ✓ określenie możliwych skutków wybuchu,
- ✓ oszacowanie ryzyka,
- ✓ rozważenie środków dla minimalizacji ryzyka.

3.1. Identyfikacja zagrożenia.

Zagrożenie wybuchem jest związane z możliwością wystąpienia w mieszaninie z powietrzem palnych par cieczy, gazów, mgieł, pyłów itp. Identyfikacja zagrożenia polega na określeniu charakterystyki występujących materiałów wybuchowych i źródeł emisji.

Niezbędne w tym przypadku będzie określenie:

1) Własności substancji palnych:

- skłonność do tworzenia atmosfer wybuchowych,
- skłonność do samozapalenia,
- wpływ na siłę wybuchu.

2) Charakterystyki substancji palnych:

- wartość dolnej granicy wybuchowości (gazy, pary, pyły),
- gęstość względem powietrza (gazy, pary),
- temperatura zapłonu (ciecze),
- temperatura wrzenia (ciecze),
- lotność (ciecze),
- rozdrobnienie (pyły),
- temperatura samozapalenia (gazy, pary, pyły),
- minimalna energii zapłonu iskrowego (gazy, pary, pyły),
- rozdrobnienie, czyli dyspersja (pyły),
- zawartości popiołu (pyły),
- zawartości wilgoci (pyły),
- maksymalny przyrost ciśnienia przy wybuchu w mieszaninie z powietrzem (gazy, pary),
- wartość ciepła spalania (pary, pyły),
- klasa wybuchowości (pyły),
- skłonność do detonacji (aerozole).

3) Klasyfikacji atmosfer wybuchowych.

4) Własności toksycznych atmosfer wybuchowych.

Uzyskane w ten sposób informacje należy usystematyzować umieszczając je w tabelach 1 i 2.

TABELA 1 i 2

3.2. Określenie prawdopodobieństwa wystąpienia atmosfery wybuchowej i jej objętości.

Występowanie niebezpiecznej atmosfery wybuchowej zależy od:

- obecności substancji palnej,
- stopnia rozpraszania substancji palnej,
- stężenia substancji palnej w powietrzu w granicach wybuchowości,

- objętości atmosfery wybuchowej wystarczającej do spowodowania obrażeń lub zniszczeń w wyniku zapłonu.

Przy ocenie prawdopodobieństwa występowania niebezpiecznej atmosfery wybuchowej należy odnieść się do definicji stref zagrożenia wybuchem, które podają ogólnie, jak często i w jakich sytuacjach dana strefa się tworzy [3]:

- ✓ **strefa 0** – obszar, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych, w postaci gazu, pary lub mgły z powietrzem występuje stale w długim czasie lub często;
- ✓ **strefa 1** – obszar, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych, w postaci gazu, pary lub mgły z powietrzem może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;
- ✓ **strefa 2** – obszar, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych, w postaci gazu, pary lub mgły z powietrzem nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia trwa tylko przez krótki okres czasu;
- ✓ **strefa 20** – obszar, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale, w długim czasie lub często;
- ✓ **strefa 21** – obszar, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;
- ✓ **strefa 22** – obszar, w którym atmosfera wybuchowa w postaci chmury palnego pyłu w powietrzu nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia trwa przez krótki okres czasu.

Znacznie trudniej jest określić ilościowo prawdopodobieństwo wystąpienia atmosfery wybuchowej. Wynika to ze zmiennych warunków środowiskowych i braku możliwości przewidzenia, kiedy dokładnie taka atmosfera powstanie. Równie trudno określa się zasięg stref zagrożonych wybuchem, czyli miejsc, do których sięga zagrożenie. Jeżeli już się tego podjęliśmy to należy to wykonać jak najdokładniej, bowiem będzie to warunkiem zastosowania odpowiednich kategorii urządzeń. Wytyczne do wyznaczania stref określa m.in. [4]. Ogólne rozwiązania dla urządzeń technologicznych dla baz paliw, stacji paliw i gazu płynnego oraz rurociągów dalekosiężnych do transportu ropy naftowej i produktów naftowych, dotyczące zasięgu stref zagrożenia wybuchem można znaleźć także w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2000 r. w sprawie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 98, poz. 1067).

3.3. Określenie prawdopodobieństwa wystąpienia efektywnych źródeł zapłonu.

Zdolność zapalająca źródła zapłonu powinna być rozpatrywana łącznie z właściwościami zapłonu substancji palnej. Prawdopodobieństwo występowania efektywnych źródeł zapłonu należy oszacować uwzględniając wiedzę literaturową, która podaje zakresy prawdopodobieństwa wystąpienia źródła zapłonu i uwzględnić warunki panujące na stanowisku pracy (niezbędne w tym przypadku będzie wykorzystanie list kontrolnych).

Źródła zapłonu powinny być sklasyfikowane stosownie do prawdopodobieństwa ich wystąpienia i umieszczone w tabeli 3 jako:

- a) Źródła zapłonu, które mogą występować ciągle,
- b) Źródła zapłonu, które mogą występować okazjonalnie,
- c) Źródła zapłonu, które mogą występować rzadko.

Tabela 3. Prawdopodobieństwo wystąpienia źródeł zapłonu w strefach zagrożenia wybuchowego.

Strefy		Prawdopodobieństwo wystąpienia efektywnego źródła zapłonu		
Lokalizacja	Rodzaj	Ciągle	Okazjonalnie	Rzadko
	0			
	1			
	2			
	20			
	21			
	22			

Norma PN-EN 1127-1 wymienia rodzaje źródeł zapłonu, które należy wziąć pod uwagę przy analizie. Są to:

- 1) Gorące powierzchnie,
- 2) Płomienie i gorące gazy,
- 3) Iskry generowane mechanicznie,
- 4) Urządzenia elektryczne,
- 5) Prądy błędzące, katodowa ochrona przed korozją,
- 6) Elektryczność statyczna,
- 7) Uderzenie pioruna,
- 8) Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej od 10^4 Hz do 3×10^{15} Hz,
- 9) Fale elektromagnetyczne od 3×10^{11} Hz do 3×10^{15} Hz,
- 10) Promieniowanie jonizujące,
- 11) Ultradźwięki,
- 12) Adiabatyczne sprężenie i fale uderzeniowe,
- 13) Reakcje egzotermiczne z włączeniem samozapalenia pyłów.

W celu usystematyzowania proponuje się umieszczenie wszystkich możliwych do wystąpienia źródeł zapłonu w tabeli 3.

3.4. Określenie możliwych skutków wybuchu.

Przy ocenie skutków wybuchu należy liczyć się z tym, że każde stanowisko pracy należy rozpatrywać indywidualnie. W każdym przypadku należy wziąć pod uwagę następujące elementy:

- ilość osób narażonych (należy uwzględnić zmianę dzienną – najliczniejsza grupa pracowników),
- ocenić oddziaływanie ognia i nadciśnienia w zależności od rodzaju i wielkości tworzących się atmosfer wybuchowych na ludzi i otoczenie,
- określić szacunkowo wartość materialną przedmiotów w otoczeniu.

Dla ilościowej oceny skutków wybuchu można posłużyć się przelicznikiem TNT lub wykorzystać programy szacujące zasięg zniszczeń przy odpowiednich nadciśnieniach.

3.5. Oszacowanie ryzyka.

Oszacowanie ryzyka jest dalszym etapem procesu jego oceny. Polega na odniesieniu uzyskanych wartości ryzyka do matrycy ryzyka (tabela 4).

Tabela 4. Przykładowa 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 – mniej 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.

Poziom ryzyka:

A – akceptowalne, 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 – tolerowane, należy wprowadzić dodatkowe środki bezpieczeństwa i ochrony,

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

3.6. Minimalizacja ryzyka.

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

- 1) unikanie 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) w momencie, gdy dojdzie do wybuchu, ograniczać skutki do rozmiarów dopuszczalnych, do tego celu wykorzystuje się np. ochronne środki konstrukcyjne i techniczne systemy zabezpieczeń.

Oznakowanie zgodnie z rozporządzeniem [6] § 12.2 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 5).

Tabela 5. Lista osób i ich zakres odpowiedzialności za zabezpieczenie stanowisk pracy.

Lp.	Zastosowane środki zapobiegawcze	Osoba odpowiedzialna	Czasokres realizacji	Stan kontroli
1				
2				

4. Propozycja podejścia jakościowego do dokonania oceny zagrożenia wybuchem na stanowiskach pracy [7].

Miarę ryzyka określono w następujący sposób:

I. Jeżeli:

A. atmosfera wybuchowa występuje stale lub okresowo w normalnych warunkach pracy urządzeń technologicznych, **(STREFA 0, 20, 1, 21)**

B. istnieją drogi ewakuacji,

C. zastosowano zabezpieczenia przed powstaniem atmosfery wybuchowej zgodnie z przepisami dla gałęzi pracy:

- wentylacja podstawowa,
- wentylacja awaryjna,
- inertyzacja aparatów,
- obniżenie zawartości tlenu,
- blokada dopływu substancji palnej,

D. zastosowano sygnalizację parametrów krytycznych zgodnie z przepisami dla gałęzi pracy: ciśnienie, temperatura, stężenie niebezpieczne (> 10 % Vd),

E. zastosowano zabezpieczenia przed skutkami wybuchu zgodnie z przepisami dla gałęzi pracy: tłumienie wybuchu, odciążenie wybuchu, przerywacze wybuchu, szybko działające zawory i klapy, stałą instalację gaśniczą,

to uznano, że można przyjąć: RYZYKO WYBUCHU MAŁE.

II. Jeżeli w warunkach określonych pod I brak spełnienia warunku C **lub** warunku E, *to uznano, że należy przyjąć: RYZYKO WYBUCHU ŚREDNIE.*

III. Jeżeli w warunkach określonych pod I brak spełnienia warunku C **i** warunku E, *to uznano, że należy przyjąć: RYZYKO WYBUCHU DUŻE.*

IV. Jeżeli:

A. atmosfera wybuchowa występuje rzadko lub sporadycznie, **(STREFY 1 oraz 21)**

B. istnieją drogi ewakuacji,

C. zastosowano zabezpieczenia przed powstaniem atmosfery wybuchowej zgodnie z przepisami dla gałęzi pracy:

- wentylacja podstawowa,
- wentylacja awaryjna,
- inertyzacja aparatów,

- obniżenie zawartości tlenu,
- blokada dopływu substancji palnej,
- D. zastosowano sygnalizację parametrów krytycznych zgodnie z przepisami dla gałęzi pracy: ciśnienie, temperatura, stężenie niebezpieczne ($> 10 \% Vd$),
- E. zastosowano zabezpieczenia przed skutkami wybuchu zgodnie z przepisami dla gałęzi pracy: tłumienie wybuchu, odciążenie wybuchu, przerywacze wybuchu, szybko działające zawory i klapy, stałą instalację gaśniczą,

to uznano, że można przyjąć: RYZYKO WYBUCHU MAŁE.

V. Jeżeli występują: gazy palne o $DGW < 5\%$, lub gazy ciekłe, lub ciecze palne o $t_z < 0\text{ }^\circ\text{C}$, lub pyły o $DGW < 65\text{ g/m}^3$ i jeżeli w warunkach określonych pod IV brak jest spełnienia warunku C lub E,

to uznano, że należy przyjąć: RYZYKO WYBUCHU ŚREDNIE.

VI. Jeżeli występują: gazy palne o $DGW < 5\%$, lub gazy ciekłe, lub ciecze palne o $t_z < 0\text{ }^\circ\text{C}$, lub pyły o $DGW < 65\text{ g/m}^3$ i jeżeli w warunkach określonych pod IV brak spełnienia warunku C i warunku E,

to uznano, że należy przyjąć: RYZYKO WYBUCHU DUŻE.

Ryzyko małe uznano za akceptowalne.

Ryzyko średnie i duże wymaga dokonania analizy obniżenia ryzyka i zastosowania skutecznych zabezpieczeń.

W ten sposób można ocenić zagrożenie wybuchem wewnątrz urządzeń technologicznych, wewnątrz pomieszczeń i w przestrzeniach zewnętrznych obiektów i instalacji.

5. Wnioski.

Ocena ryzyka jest elementem dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem, który wykonywany jest dla stanowisk pracy zagrożonych wybuchem w myśl postanowień Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Polityki Społecznej z dnia 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).

Dokument zabezpieczenia przed wybuchem z wykonaną oceną ryzyka, zgodnie z postanowieniami wyżej wymienionego Rozporządzenia powinien być sporządzony w zakładach pracy przed dopuszczeniem stanowiska pracy do eksploatacji. W przypadku stanowisk istniejących termin opracowania i wdrożenia postanowień rozporządzenia upływa 29 czerwca 2005. Ponadto dokument powinien być weryfikowany w przypadku, jeżeli na

stanowisku pracy zostały wprowadzone istotne zmiany w wyposażeniu w niezbędny sprzęt lub narzędzia albo w organizacji pracy.

Podsumowując można stwierdzić, że wiele przedstawionych zagadnień jest zupełnie nowych, a niektóre z nich wymagają gruntowej wiedzy specjalistycznej. Mam nadzieję, że artykuł przybliżył nieco nową tematykę i pozwoli na zastosowanie takich rozwiązań, które redukują możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, ograniczają możliwość wystąpienia efektywnych źródeł zapłonu, złagodzą szkodliwe skutki wybuchu i w ten sposób zapewnią większe bezpieczeństwo zdrowia i życia ludzi.

Literatura.

1. Dyrektywa 1999/92/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 1999 roku w sprawie minimalnych wymagań mających na celu poprawę stanu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników potencjalnie narażonych na ryzyko spowodowane atmosferami wybuchowymi.
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 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).
3. PN-IEC 60300-3-9:1999 Analiza ryzyka w systemach technicznych. Zarządzanie niezawodnością. Przewodnik zastosowań.
4. PN-EN 1127-1:2001 Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem.
5. PN-EN 60079-10 Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem Część 10: Klasyfikacja przestrzeni zagrożonych wybuchem.
6. Stadnicki R.: Ocena minimalnych wymagań, jakim powinny odpowiadać stanowiska pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa. Materiały konferencyjne, Jurata 2004.
7. ATEX 137 – The use Directive. Sira Certification Service 2003.