



Ochrona odgromowa obiektów i ograniczanie przepięć w obwodach iskrobezpiecznych w bazach paliw płynnych

Andrzej Sowa
Politechnika Białostocka

Podstawowym zadaniem urządzenia piorunochronnego jest przejście i odprowadzenie do ziemi prądu piorunowego w sposób bezpieczny dla ludzi oraz eliminujący możliwość uszkodzenia chronionego obiektu budowlanego oraz **zainstalowanych w nim urządzeń**.

Szczególnie niebezpieczne są wyładowania piorunowe w obiekty zawierające strefy zagrożone pożarem lub wybuchem. W takich przypadkach zapewnienie bezpieczeństwa w czasie burzy wymaga przestrzegania zaleceń zawartych w normach ochrony odgromowej. Poniżej przedstawione zostaną ogólne informacje dotyczące tych norm.

Normy i zalecenia związane z ochroną odgromową obiektów budowlanych

Zgodnie z wymaganiami Prawa budowlanego urządzenia piorunochronne LPS (ang. *Lightning Protection System*) na obiektach budowlanych powinny być wykonane zgodnie z zaleceniami Polskich Norm. Takie wymagania zawarto w rozporządzeniach Ministra Infrastruktury (rozporządzenie z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. Nr 109, poz. 1156,

oraz z dnia 12 marca 2009 r. – Dz.U. Nr 56, poz. 46, w których stwierdzono, że:

- *Budynek należy wyposażyć w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych. Obowiązek ten odnosi się do budynków wyszczególnionych w Polskich Normach dotyczących ochrony odgromowej obiektów budowlanych (§ 53).*
- *Instalacja piorunochronna, o której mowa w § 53, pkt 2 powinna być wykonana zgodnie z wymaganiami Polskich Norm dotyczących ochrony odgromowej obiektów budowlanych (§ 184).*

W Prawie budowlanym zestawiono wykaz norm, na które są powołania. Należy również zauważyć, że obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy „projektować i budować w sposób określony w przepisach oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej”.

W przypadku ochrony przed zagrożeniami wywołanymi przez prąd piorunowy podstawowym źródłem wiedzy technicznej są normy dotyczące ochrony odgromowej obiektów budowlanych, ochrony przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym oraz normy pokrewne omawiające podstawowe zasady ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej, systemach przesyłu sygnałów (Tabela 1).

Tabela 1. Zestawienie podstawowych norm dotyczących ochrony odgromowej

Zakres tematyczny	Zestawienie norm
Normy ochrony odgromowej obowiązujące przed rokiem 2001	<p>PN-86/E-05003/01: <i>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.</i></p> <p>PN-89/E-05003/03 <i>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona.</i></p> <p>PN-92/E-05003/04: <i>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona specjalna.</i></p>
Ochrona odgromowa obiektów budowlanych	<p>PN-IEC 61024-1:2001, <i>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.</i></p> <p>PN-IEC 61024-1:2001/Ap1 grudzień 2002, <i>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.</i></p> <p>PN-IEC 61024-1-1:2001/Ap1 grudzień 2002, <i>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.</i></p> <p>PN-IEC 61024-1-2:2002, <i>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.</i></p>
Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym	<p>PN-IEC 61312-1:2001, <i>Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.</i></p> <p>PN-IEC/TS 61312-2:2002, <i>Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 2. Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.</i></p> <p>PN-IEC/TS 61312-3:2003, <i>Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Część 3. Wymagania urządzeń do ograniczania przepięć (SPD).</i></p>

W normach wprowadzonych w latach 2001–2002 brak szczegółowych zaleceń dotyczących ochrony odgromowej obiektów i urządzeń technologicznych zagrożonych wybuchem mieszanin gazów z powietrzem.

W przypadku takich obiektów stosowano zalecenia zawarte zarówno w normie PN-89/E-05003/03, jak i wymagania dotyczące wyboru poziomów ochrony, oceny ryzyka oraz podstawowych zaleceń związanych z instalacją piorunochronną zawarte w nowo wprowadzonych normach. Należy zaznaczyć, że norma PN-89/E-05003/03 określa podstawowe sposoby ochrony dla większości sytuacji występujących w rzeczywistości.

Uściślenia wymagają jedynie przypadki wskazujące na odstępstwa od normy, które w przyszłości wymagają opracowania szczegółowych wytycznych.

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej spowodowało zmianę zasad polskiej normalizacji. Obecnie normy serii PN-EN 62305 zastępują dotychczasowe normy dotyczące ochrony odgromowej obiektów budowlanych, które były w wykazie Polski Norm w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 grudnia 2010 zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2010 r. Nr 239, poz. 1597). Ogólne informacje o zakresie tematycznym prowadzonych norm oraz wykazy norm, które one zastępują przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Podstawowe informacje o normach serii PN-EN 62305

Zakres tematyczny	Normy
PN-EN 62305-1, Ochrona odgromowa – Część 1: Wymagania ogólne	
<p>Ochrona odgromowa obiektów budowlanych łącznie z ich zawartością (osobami oraz instalacjami) oraz urządzeń usługowych przyłączonych do obiektu. Zalecenia norm nie obejmują:</p> <ul style="list-style-type: none"> • urządzeń kolejowych, • pojazdów, okrętów, samolotów, instalacji przybrzeżnych, • wysokociśnieniowych rurociągów podziemnych, • rurociągów oraz linii energetycznych i telekomunikacyjnych nie przyłączonych do obiektu. 	<p>PN-IEC 61024-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.</p> <p>PN-IEC 61024-1-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.</p> <p>PN-IEC 61312-1:2001, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.</p> <p>PN-EN 61663-2:2002 (oryg.), Ochrona odgromowa – Linie telekomunikacyjne – Część 2: Linie wykonane przewodami metalowymi.</p> <p>IEC 61662:1995 + IEC 61662/A1:1996, Assessment of risk of damage due to lightning + Annex C: Structures containing electronic systems.</p> <p>IEC 61819:2000, Test parameters simulating the effects of lightning on LPS components.</p>
PN-EN 62305-2, Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem	
<p>Oszacowanie ryzyka powodowanego przez piorunowe wyładowania doziemne w obiektach budowlanych i urządzeniach usługowych. Wybór poziomów ochrony dla urządzenia piorunochronnego.</p>	<p>IEC 61662:1995 + IEC 61662/A1:1996, Assessments of risk of damages due to lightning + Annex C: Structures containing electronic systems.</p>
PN-EN 62305-3, Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia	
<p>Wymagania dotyczące ochrony obiektów przed szkodami fizycznymi za pomocą LPS i ochrony istot żywych przed porażeniem napięciami dotykowymi i krokowymi w pobliżu urządzenia piorunochronnego. Projektowanie, wykonanie, sprawdzanie i utrzymanie LPS w obiektach dowolnej wysokości.</p>	<p>PN-IEC 61024-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.</p> <p>PN-IEC 61024-1:2001/Ap1 grudzień 2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1. Zasady ogólne.</p> <p>PN-IEC 61024-1-2:2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.</p>
PN-EN 62305-4, Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych	
<p>Projektowanie, wykonanie, utrzymanie, sprawdzanie i testowanie systemu środków ochrony przed oddziaływaniem LEMP na urządzenia elektryczne i elektroniczne wewnątrz obiektu, w celu redukcji ryzyka trwałych szkód pod wpływem piorunowych impulsów elektromagnetycznych.</p>	<p>PN-IEC 61312-1:2001, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.</p> <p>PN-IEC/TS 61312-2:2002, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 2. Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.</p> <p>PN-IEC/TS 61312-3:2003, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Część 3. Wymagania urządzeń do ograniczania przepięć (SPD).</p> <p>IEC 61312-4:Ed.1, 2005, Protection against lightning electromagnetic impulse. Part 4: Protection of equipment in existing structures.</p> <p>IEC 61312-5:2002, Protection against lightning electromagnetic impulse. Part 5. Guide.</p>

Dodatkowo zgodnie z rozporządzeniami Ministra Gospodarki:

1. Stacja gazowa powinna być zabezpieczona przed wyładowaniami i przepięciami elektrycznymi.
2. Obiekty tłoczni powinny być wyposażone w instalację ochrony odgromowej i przeciwporażeniowej.
3. Zbiorniki, a także obiekty technologiczne i budynki powinny być chronione przed wyładowaniami atmosferycznymi, elektrycznością statyczną oraz przepięciami, zgodnie z wymaganiami określonymi w Polskich Normach.

Ryzyko szkód piorunowych

Miarą zagrożenia piorunowego obiektu oraz skuteczności zastosowanych środków ochrony odgromowej jest ryzyko spodziewanych szkód R . Szczegółową metodykę analizy oraz oceny uszkodzeń powodowanych przez wyładowania piorunowe zawarto w normie ochrony odgromowej IEC 62305-2.

Z uwagi na miejsce wyładowania piorunowego w normie tej zostały wyróżnione następujące źródła zagrożenia:

- S_1 : wyładowania w obiekt;
 S_2 : wyładowania obok obiektu;
 S_3 : wyładowania w urządzenie usługowe;
 S_4 : wyładowania obok urządzenia usługowego.

Uwzględniając przedstawione źródła zagrożeń S , określono przyczyn szkód S , rodzajów szkód D oraz rodzaje strat L .

Rodzaje szkód:

D_1 - porażenie wskutek napięć dotykowych i krokowych,

D_2 - uszkodzenie mechaniczne, termiczne, chemiczne, pożar, wybuch itp.,

D_3 - uszkodzenie lub zakłócenie pracy systemu wskutek przepięć.

Rodzaje strat:

L_1 : utrata życia ludzkiego;

L_2 : utrata usługi publicznej;

L_3 : utrata dziedzictwa kulturowego;

L_4 : utrata wartości ekonomicznej (obektu i jego zawartości, urządzenia usługowego i jego aktywności).

Powiązanie przyczyn szkód S , rodzajów szkód D oraz rodzaje strat L przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Przyczyny i rodzaje szkód oraz rodzaje strat

Miejsce trafienia	Przyczyna szkody	Obiekt		Instalacje zewnętrzne	
		Rodzaj szkody	Rodzaj straty	Rodzaj szkody	Rodzaj straty
Trafienie w obiekt	S_1	D_1 D_2 D_3	L_1, L_4^{**} L_1, L_2, L_3, L_4 L_1^*, L_2, L_4	D_2 D_3	L_1^{***}, L_2, L_4 L_4
Trafienie w ziemię w pobliżu obiektu	S_2	D_3	L_1^*, L_2, L_4		
Trafienie w instalacje zewnętrzne	S_3	D_1 D_2 D_3	L_1, L_4^{**} L_1, L_2, L_3, L_4 L_1^*, L_2, L_4	D_2 D_3	L_1^{***}, L_2, L_4 L_4
Trafienie w ziemię w pobliżu instalacji zewnętrznych	S_4	D_3	L_1^*, L_2, L_4	D_3	L_2, L_4

* w przypadku szpitali i obiektów o zagrożeniu wybuchem;

** W przypadku obiektów rolniczych (utrata zwierząt hodowlanych).

Miarą zagrożenia piorunowego obiektu oraz skuteczności zastosowanych środków ochrony odgromowej jest ryzyko spodziewanych szkód R . W obiektach wyposażonych w środki ochrony odgromowej ryzyko to jest zwykle znacznie mniejsze od jedności. Przyjmuje się, że w takich przypadkach ryzyko powstania szkody może być wyznaczone z przybliżonej zależności:

$$R = N \cdot P \cdot L$$

gdzie:

N – średnia roczna liczba wyładowań oddziałujących na obiekt, urządzenia i wychodzące z niego instalacje,

P – prawdopodobieństwo wywołania przez pojedyncze wyładowanie określonej szkody lub zakłócenia, które nie jest tolerowane przez urządzenia lub instalacje w obiekcie,

L – współczynnik pozwalający oszacować rozmiary powstałej szkody.

Zgodnie z koncepcją zawartą w normie IEC 62305-2 ryzyko dla danego przypadku szkody lub straty jest sumą odpowiednich komponentów ryzyka, z których każdy może być wyznaczony na podstawie przedstawionego wzoru. Wyznaczone ryzyko należy porównać z ryzykiem tolerowanym R_T i na tej podstawie ocenić poprawność rozwiązania ochrony odgromowej.

Ochrona odgromowa obiektów zagrożonych wybuchem

Podstawowe informacje dotyczące ochrony odgromowej obiektów zagrożonych wybuchem znajdują się w normach PN-89/E-05003/03 i PN-EN 62305-3. W normie PN-EN 62305-3 wprowadzono inne, w porównaniu z dotychczas obowiązującymi w Polskich Normach ochrony odgromowej oznaczenia stref wybuchowych (tabela 4).

Tabela 4. Oznaczenia rodzajów stref wybuchowych

Występujące w PN-89/E-05003/03	Występujące w PN-EN 62305-3 (zgodne z PN-EN 1127-1)
Kategoria Z0 – obszar, w którym mieszanina wybuchowa gazów i/lub par cieczy łatwopalnych z powietrzem występuje stale lub długotrwale.	Strefa 0 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych w postaci gazu, pary lub mgły z powietrzem występuje stale lub przez długie okresy lub często.
Kategoria Z1 – obszar, w którym istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia mieszaniny wybuchowej gazów i/lub par cieczy łatwopalnych z powietrzem w normalnych warunkach pracy.	Strefa 1 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę substancji palnych w postaci gazu, pary lub mgły z powietrzem może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania.
Kategoria Z2 – obszar, w którym wystąpienie mieszaniny wybuchowej gazów i/lub par cieczy łatwopalnych z powietrzem jest mało prawdopodobne, a jeśli mieszanina ta wystąpi, to będzie utrzymywana krótkotrwale.	Strefa 2 – miejsce, 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 krótko.
Kategoria Z10 – obszar, w którym mieszanina wybuchowa pyłów palnych z powietrzem występuje długotrwale lub często.	Strefa 20 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale lub przez długie okresy lub często.
Kategoria Z11 – obszar, w którym zalegające pyły mogą stworzyć krótkotrwale mieszaninę wybuchową na skutek przypadkowego zawirowania.	Strefa 21 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania.
	Strefa 22 – miejsce, w którym atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia trwa krótko.

Poniżej zasygnalizowano podstawowe wymagania ochrony odgromowej w strefach zagrożonych wybuchem, jakie wprowadza norma PN-EN 62395-3.

- Jeśli ochrona jest wymagana (po przeprowadzeniu oceny ryzyka wg PN-EN 62305-2), to należy stosować urządzenie piorunochronne przynajmniej klasy II.
- Rezystancja uziemienia układów uzimowych w obiektach zawierających materiały i mieszaniny wybu-

chowe powinna być możliwie najmniejsza, ale nie większa niż 10 Ω .

- Poszczególne części zewnętrznego urządzenia piorunochronnego (zwody, przewody odprowadzające i uziemiające) powinny się znajdować w odległości co najmniej 1 m od strefy zagrożonej wybuchem.
- Jeśli zachowanie odległości 1 m jest niemożliwe do wykonania, to można ją zmniejszyć do ok. 0,5 m, ale powinny być zastosowane przewody ciągłe, połączenia spawane lub prasowane.

Ogólne zasady ochrony w obiektach zawierających strefy 0, 1, 2 oraz 20, 21 i 22 zestawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Zestawienie podstawowych wymagań w przypadku stref zagrożonych wybuchem

Strefy 2 i 22	Strefy 1 i 21	Strefy 0 i 20
<p>Obiekty zawierające strefy 2 i 22 nie wymagają dodatkowej ochrony (uzupełnienia ochrony). W przypadku metalowych urządzeń, obiektów technologicznych poza budynkami, np. reaktory, zbiorniki, które posiadają ścianki wykonane z materiałów grubości zgodnej z danymi z tabeli 6.6, stosujemy następujące zalecenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nie są wymagane zwody, • obiekty powinny być uziemione zgodnie z wymogami norm. 	<p>Ochrona powinna być wykonana analogicznie jak w przypadku stref 2 i 22 z następującymi uzupełnieniami:</p> <ul style="list-style-type: none"> • odstępy izolujące (bezpieczne) lub inne części izolujące powinny być poza strefą, • wstawki izolacyjne, np. w rurociągach powinny być odpowiednio chronione, można zastosować dodatkowe iskierniki równoległe do wstawek. 	<p>Analogicznie jak w strefach 1 i 21, ale należy zastosować dodatkowe uzupełnienia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • połączenia wyrównawcze wykorzystywane do celów ochrony odgromowej pomiędzy elementami instalacji piorunochronnej a innymi instalacjami należy wykonać w porozumieniu z operatorami tych instalacji, • połączenia wyrównawcze wykorzystujące iskierniki należy również wykonać za porozumieniem z operatorami systemów.
<p>Wolno stojące obiekty technologiczne zawierające strefy 0 i 20 należy chronić analogicznie jak w przypadku stref 1 i 2 oraz 21 i 22 z następującymi uzupełnieniami:</p> <ul style="list-style-type: none"> • urządzenia elektryczne lub elektroniczne wewnątrz zbiorników zawierających płyny łatwopalne powinny być odpowiednie do takich zastosowań, • zamknięte zbiorniki (pojemniki) stalowe zawierające strefy 0 i 20 powinny mieć ścianki o grubości co najmniej 5 mm w miejscach prawdopodobnego uderzenia pioruna. W przypadku ścianek cieńszych należy stosować zwody do ochrony przed bezpośrednim wyładowaniem. 		

- Strefy zagrożone wybuchem nie powinny się znajdować bezpośrednio pod metalowym pokryciem dachu, jeśli możliwa jest jego perforacja lub mogą

wystąpić przeskoki iskrowe pomiędzy poszczególnymi elementami pokrycia.

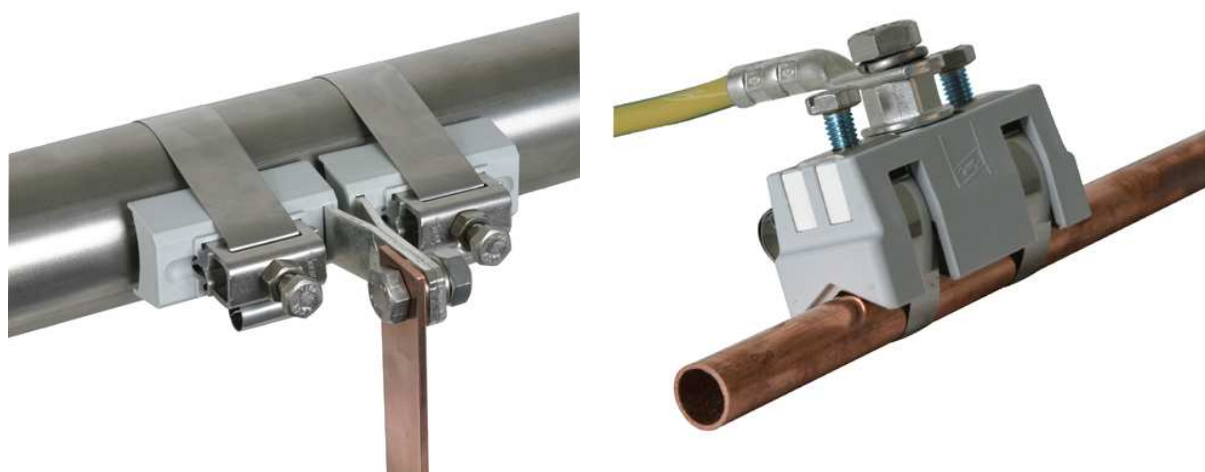
- Minimalne grubości blach, które można wykorzystać do odprowadzania prądu piorunowego, zestawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Minimalne grubości blach stosowanych w urządzeniach technologicznych do odprowadzenia prądu piorunowego

Materiał	Grubość t_1 [mm]	Grubość t_2 [mm]	Grubość t_3 [mm]
Ołów	2,0	–	-
Stal (nierdzewna, ocynkowana)	0,5	4	2,5
Tytan	0,5	4	-
Miedź	0,5	5	2,5
Aluminium	0,65	7	2,5
Cynk	0,7	–	-

Grubość t_1 - istnieje możliwość wytopienia otworu w blasze w punkcie wpłynięcia prądu piorunowego (PN-EN 62305-3).
 Grubość t_2 - w miejscu wpłynięcia prądu piorunowego wystąpi jedynie wzrost temperatury blachy (PN-EN 62305-3).
 Grubość t_3 - istnieje możliwość wytopienia otworu w blasze w punkcie wpłynięcia prądu piorunowego (metalowe rury lub zbiorniki – jeśli perforacja nie stworzy niebezpiecznej sytuacji – PN-IEC 61024-1).

- Połączenia wyrównawcze wykonane przy pomocy zacisków są dopuszczalne, jeśli nie będzie iskrzenia przy przepływie prądów piorunowych.
- Wykonując połączenia z rurociągami, należy stosować takie rozwiązania,
 - które zapewnią brak iskrzenia przy przepływie prądów piorunowego (np. połączenia spawane). Połączenia zaciskowe są dopuszczalne, jeśli ochrona przed zapłonem została sprawdzona za pomocą prób (rys. 1).



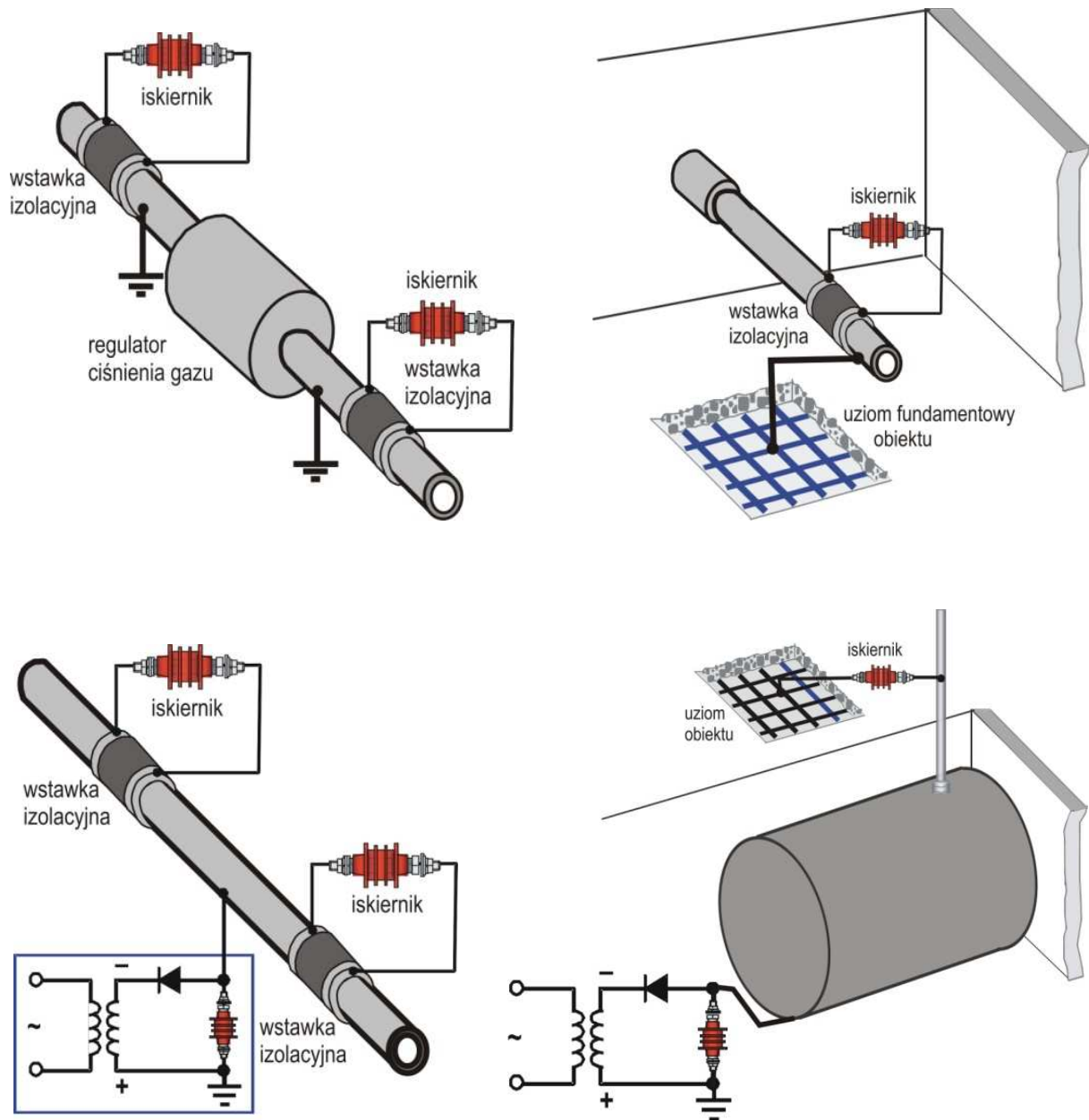
Rys. 1. Przykłady połączeń wyrównawczych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem [1]

Iskierniki izolacyjne, wykorzystywane do połączeń wyrównawczych instalacji, na których trwale nie występuje potencjał elektryczny, lub izolowanych od ziemi,

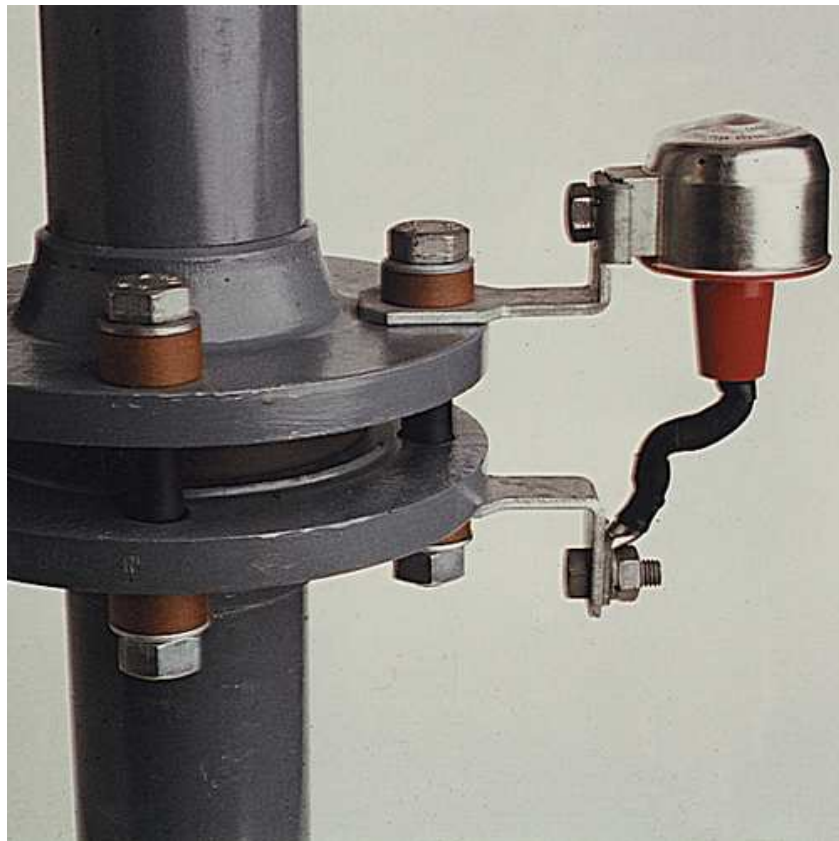
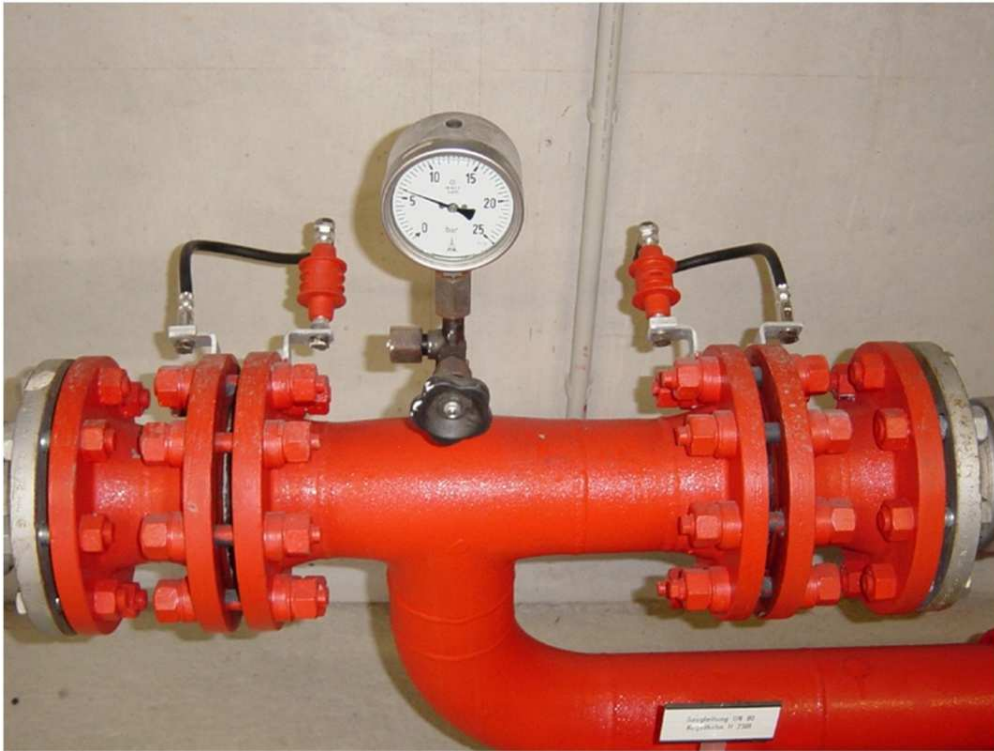
powinny być poddane próbom na działanie prądów udarowych symulujących przepływ części rozpryskującego się prądu piorunowego.

W przypadku stosowania iskierników w strefach powinny być one dostosowane do montażu w danej strefie (rys. 2 i 3). W normie PN-EN 62305-3 zawarto także

ogólne zalecenia dotyczące uziemiania zbiorników, sposobów połączeń ścian zbiornika z pływającym dachem, uziemiania rurociągów (tabela 7).



Rys. 2. Przykłady zastosowań iskierników izolacyjnych testowanych prądami udarowymi



Rys. 3. Przykład montażu urządzeń (iskierniki) w strefie [1]

Tabela 7. Podstawowe zalecenia dotyczące obiektów zagrożonych wybuchem wg PN-EN 62305-3

Obiekt	Podstawowe wymagania, szczegóły w Załączniku informacyjnym D
Obiekty zawierające stałe materiały wybuchowe	<p>Należy ocenić wrażliwość materiału wybuchowego na bezpośrednie oddziaływanie impulsowego pola elektromagnetycznego wywołanego przez wyładowanie piorunowe i zastosować odpowiednie połączenia wyrównawcze.</p> <p>Preferowane izolowane urządzenie piorunochronne.</p> <p>Obiekty objęte osłoną stalową o grubości 5 mm (7 mm aluminium) nie wymagają dodatkowej ochrony.</p> <p>Należy stosować urządzenia do ograniczania przepięć umieszczone na zewnątrz przestrzeni, w których są składowane materiały wybuchowe. Jeśli układy SPD są umieszczone wewnątrz pomieszczeń, to powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym lub umieszczone w obudowach przeciwwybuchowych.</p>
Stacje benzynowe	<p>Rurociągi należy połączyć bezpośrednio lub przez iskierniki przeznaczone do montażu w strefach zagrożonych wybuchem ze stalowymi konstrukcjami oraz szynami kolejowymi (jeśli istnieją). Należy uwzględnić występowanie prądów powrotnych, prądów błędzących, układy chronione katodowo itp.</p>
Zbiorniki zasobnikowe	<p>Zbiorniki stalowe o grubości ścian nie mniejszej niż 5 mm lub 7 mm aluminium, bez przerw iskrowych nie wymagają dodatkowej ochrony.</p> <p>Zbiorniki lub rurociągi pokryte ziemią nie wymagają instalowania zwodów.</p> <p>Urządzenie elektryczne i elektroniczne stosowane wewnątrz tych obiektów powinny być dostosowane do tego rodzaju pracy.</p>
Zbiorniki z pływającymi dachami	<p>Dach zbiornika należy skutecznie połączyć z główną powłoką zbiornika.</p> <p>Należy zredukować do możliwie najniższego poziomu ryzyko ewentualnego zapłonu mieszaniny wybuchowej wywołanego przez iskrzenie.</p> <p>Należy wykonać w odstępach co ok. 1,5 m wokół obwodu dachu wielokrotne połączenia bocznikowe między pływającym dachem a powłoką zbiornika.</p> <p>Jeśli na dachu jest drabina, to na zawiasach pomiędzy drabiną a wierzchołkiem zbiornika oraz pływającym dachem powinny być zastosowane giętkie przewody o szerokości 35 mm.</p> <p>W przypadku braku drabiny należy zastosować jeden lub więcej przewodów o szerokości 35 mm między powłoką zbiornika a pływającym dachem.</p>
Rurociągi	<p>Nadziemne rurociągi metalowe na zewnątrz urządzeń obiektów produkcyjnych należy łączyć co ok. 30 m z układem uziomowym lub do uziomu pionowego albo poziomego.</p> <p>W długich liniach przesyłu cieczy palnych w pompowniach na odcinkach przesuwanych itp. wszystkie rurociągi łącznie z rurami osłonowymi należy mostkować przewodami o przekroju co najmniej 50 mm².</p> <p>Do mostkowania wstawek izolacyjnych należy zastosować iskierniki.</p>

Jeśli zbiorniki stalowe mają cieńsze ściany, należy zastosować urządzenie piorunochronne na zbiornikach lub zwody pionowe obok zbiorników lub mocowane na zbiornikach (rys. 4).



Rys. 4. *Ochrona odgromowa zbiorników o grubości ścianek mniejszej od wymaganej*

Ograniczanie przepięć w obwodach iskrobezpiecznych

Urządzenia ograniczające przepięcia w obwodach iskrobezpiecznych powinna charakteryzować odpowiednia wartość maksymalnego napięcia oraz maksymalnego prądu wejściowego, jakie można doprowadzić do jego zacisków bez utraty iskrobezpieczeństwa.

Dobierając urządzenia ograniczające przepięcia w obwodach iskrobezpiecznych należy uwzględnić przedstawione poniżej wymagania.

- W obwodach dochodzących do obiektu należy zastosować SPD przeznaczone do montażu w obwodach iskrobezpiecznych. Maksymalne wartości znamionowych napięć i prądów SPD powinny być większe od wartości dopuszczalnych dla innych urządzeń w tych obwodach.
- Zastosowanie SPD nie powinno zmienić wytrzymałości izolacji pomiędzy obwodem iskrobezpiecznym a korpusem urządzenia lub jego częściami, które mogą być uziemione. W części obwodów iskrobezpiecznych wytrzymałość izolacji obwodu do „ziemi”, do obudów urządzeń lub innych uziemionych elementów wchodzących w skład obwodu zwykle określa wartość skuteczna napięcia przemiennego, która może być równa podwojonej wartości napięcia w obwodzie iskrobezpiecznym lub wartości 500 V (w zależności od tego, która wartość jest większa). W takim układach SPD powinny również wytrzymać próby napięciowe względem ziemi na poziomie minimum 500 V a.c. Spełnienie tego warunku wymaga zastosowania dodatkowego iskiernika gazowego pomiędzy wejściami przewodów sygnałowych a ziemią.
- Ograniczać przepięcia pomiędzy obwodem iskrobezpiecznym a nieiskrobezpiecznym do poziomu około 1000 V.
- Każda żyła obwodu iskrobezpiecznego powinna być zabezpieczona przed przepięciami przy pomocy SPD o wytrzymałości na działanie prądu udarowego o wartości szczytowej minimum 10 kA i kształcie 8/20 μ s.
- Obwody iskrobezpieczne mogą osiągać znaczne długości, wychodzić na zewnątrz obiektów budowlanych lub przebiegać całkowicie poza nimi i dlatego należy uwzględnić możliwość wystąpienia zagrożenia napięciami atmosferycznymi indukowanymi oraz oddziaływania części prądu piorunowego.
- Przepięcia pomiędzy przewodami obwodu iskrobezpiecznego powinny być ograniczone poniżej wytrzymałości udarowej przyłączy sygnałowych urządzeń, do których one dochodzą. W przypadku braku informacji o poziomie odporności udarowej należy przepięcia ograniczyć do poziomów równych **3-, 4-krotności** wartości sygnałów znamionowych.
- SPD instalowane w obwodach iskrobezpiecznych powinny charakteryzować się małymi wartościami indukcyjności i pojemności. Po zainstalowaniu SPD należy określić wartość wypadkową pojemności i indukcyjności toru sygnałowego. Wyznaczone wartości powinny być mniejsze od wartości określających maksymalną indukcyjność i pojemność, jakie mogą wystąpić w obwodzie bez utraty iskrobezpieczeństwa.
- Optymalnym rozwiązaniem jest umieszczenie SPD w miejscu wprowadzania przewodów do obiektu budowlanego lub pomieszczeń sterowni. Jeśli takie rozwiązanie nie

jest możliwe do wykonania, to SPD można zainstalować w szafach z aparaturą elektroniczną, do których dochodzą obwody iskrobezpieczne.

- SPD należy umieścić w szafkach poza obszarem stref zagrożonych wybuchem lub w strefach w obudowach posiadających odpowiednie dopuszczenia do montażu w takich miejscach.
- W instalacji elektrycznej zasilającej sterowniki powinny być zastosowane SPD typu 2 lub 3 ograniczające zagrożenie stwarzane przez prądy udarowe o wartościach szczytowych kilka – kilkanaście kA i kształcie 8/20 μ s.
- Jeśli zachodzi taka konieczność, układy SPD należy umieścić w obudowach posiadających odpowiednie dopuszczenia do montażu w strefach zagrożonych wybuchem.
- W przypadku możliwości oddziaływania na instalacje elektryczne części prądu piorunowego należy w instalacji elektrycznej zastosować SPD typu 1.

W przypadku zastosowania urządzeń ograniczających przepięcia w obwodach iskrobezpiecznych przed czujnikami lub przetwornikami należy dodatkowo spełnić następujące wymagania:

- Czujniki, elementy wykonawcze, przetworniki znajdujące się na zewnątrz obiektu w strefach zagrożonych wybuchem powinny być zabezpieczone przed przepięciami dochodzącymi z linii sygnałowych i instalacji zasilającej.
- Maksymalna odległość pomiędzy SPD a chronionym urządzeniem nie powinna przekraczać 1 m, a do połączenia należy stosować przewód ekranowany lub ułożony w rurce metalowej. Ciekawym rozwiązaniem

jest SPD montowane bezpośrednio do przetworników.

- W instalacji elektrycznej dochodzącej do urządzeń pracujących w strefach zagrożonych wybuchem należy zastosować układy SPD typu 2 chroniące przed znamionowymi prądami udarowymi 10–20 kA i kształcie 8/20 μ s lub SPD typu 1 (tylko w przypadku zagrożenia bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego na instalację elektryczną).

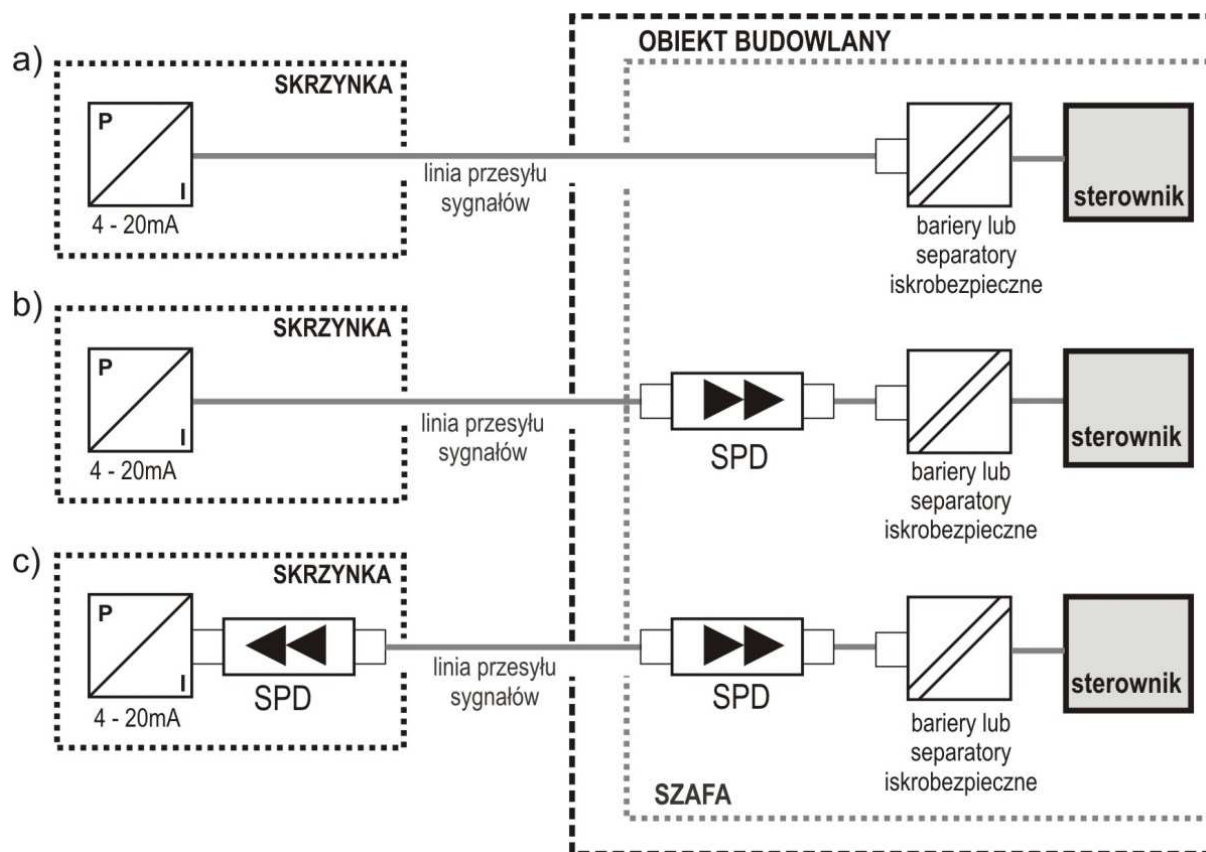
Typowe przykłady różnorodnych rozwiązań połączeń SPD przeznaczonych do ograniczania przepięć w obwodzie iskrobezpiecznym do pomiaru ciśnienia przedstawiono na rys. 5.

W pierwszym przypadku (rys. 5b) zapewniono tylko ograniczanie przepięć dochodzących do separatorów/barier oraz urządzeń sterujących. Pełną ochronę przetwornika i bariery/separatora uzyskujemy, stosując w obwodzie dwa SPD (rys. 5c).

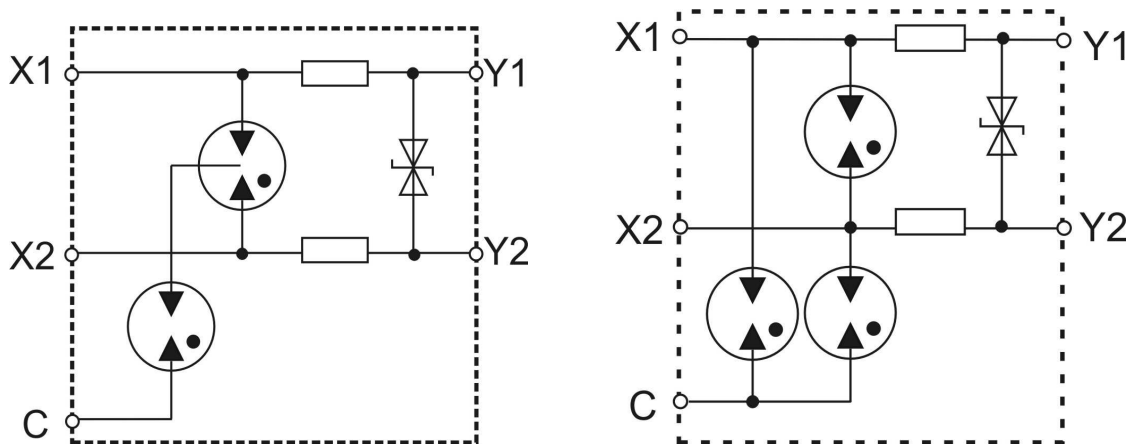
Przykładowe schematy połączeń elementów ograniczających przepięcia w SPD przeznaczonych do montażu w obwodach iskrobezpiecznych z barierami transformatorowymi przedstawiono na rys. 6.

Podsumowanie

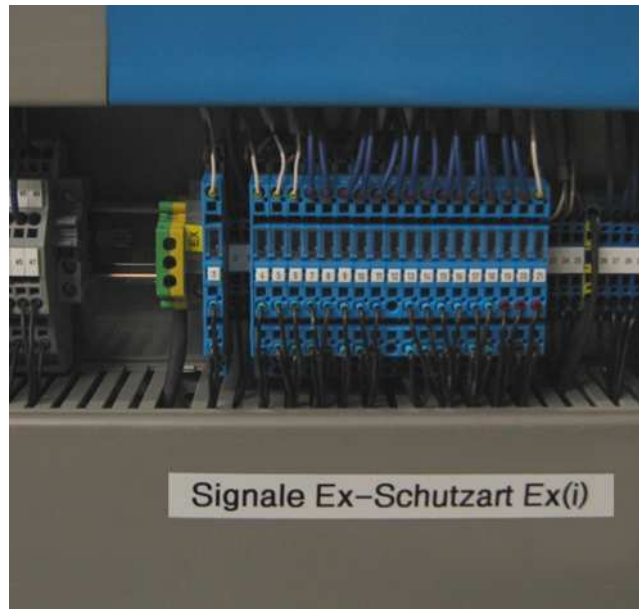
Zapewnienie pewnej i skutecznej ochrony odgromowej obiektów budowlanych, w tym obiektów zagrożonych wybuchem w szczególności, wymaga podjęcia wieloetapowych działań, które powinny być realizowane przez specjalistę z dziedziny ochrony odgromowej posiadającego dodatkowo pogłębioną wiedzę z dziedziny kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń, instalacji i systemów. Powinien on ściśle współpracować z inwestorem lub właścicielem budynku, z architektem, wykonawcą budynku, projektantami innych instalacji (elektrycznych, elektronicznych, informatycznych, telekomunikacyjnych) itp.



Rys. 5. Obwód pomiaru ciśnienia: a) niechroniony przed przepięciami, b) ochrona obejmuje tylko barierę/separator, c) ochrona dwustronna



Rys. 6. Schematy urządzeń ograniczających przepięcia w obwodach iskrobezpiecznych



Rys. 6. Urządzenia ograniczające przepięcia w obwodach iskrobezpiecznych

Współpraca i koordynacja działań wszystkich zainteresowanych stron w fazie projektowania, budowy i badania urządzeń piorunochronnych powinna obejmować w szczególności:

- konsultacje we wszystkich fazach konstruowania obiektu,
- ustalenie zakresów odpowiedzialności stron za zaistniałe podczas budowy nieprawidłowości,
- przestrzeganie procedur odbioru

urządzenia,

- przestrzeganie procedur użytkowania i ew. przebudowy obiektu.

Uzgodnienia i konsultacje powinny być prowadzone z architektem, z zakładami użyteczności publicznej, ze służbami pożarnictwa i bezpieczeństwa, z instalatorami urządzeń elektronicznych i anten oraz z wykonawcami prac budowlanych i instalacyjnych.

Literatura

1. Materiały informacyjne firmy DEHN