

**Data: 13.09.2021**

**Numer projektu: 09/089**

# **Ochrona odgromowa Analiza ryzyka**

utworzona zgodnie z normą europejską:  
IEC 62305-2:2010-12

z uwzględnieniem załączników krajowych dla kraju:  
EN 62305-2:2012-03

**Raport z zestawieniem zastosowanych środków  
do redukcji ryzyka strat piorunowych,  
w ramach analizy ryzyka  
dla projektu:**

## **Opis projektu / obiektu:**

Przedszkole MOsty

PL

## **Klient / Zleceniodawca:**

## **Analiza ryzyka wykonana przez:**

mgr inż Krzysztof Kulesza  
upr. budowlane bez ograniczeń w br elektrycznej  
nr POM/0015/POOE/10  
nr POM/0030/OWOE/11

tel 606 466 913  
inkol@inkol.pl



## Spis treści

- 1. Skróty**
- 2. Podstawy normatywne**
- 3. Ryzyko i źródło uszkodzeń**
- 4. Informacje o projekcie**
  - 4.1. Wybór ryzyka do uwzględnienia
  - 4.2. Parametry geograficzne i budynku
  - 4.3. Podział obiektu na strefy / strefy ochrony odgromowej
  - 4.4. Linie zasilające
  - 4.5. Ryzyko pożaru
  - 4.6. Środki podjęte w celu minimalizacji skutków pożaru
  - 4.7. Specjalne zagrożenia w budynku dla zdrowia i życia ludzkiego
- 5. Analiza ryzyka**
  - 5.1. Ryzyko R1, Utrata życia ludzkiego
  - 5.2. Wybór środków ochrony
- 6. Obowiązek prawny**
- 7. Informacja ogólna**
- 8. Definicja**

## 1. Skróty

a	Stopa amortyzacji
a <sub>t</sub>	Czas amortyzacji
c <sub>a</sub>	Roczny koszt zwierząt w strefie budynku, w gotówce
c <sub>b</sub>	Wartość strefy w budynku, w gotówce
c <sub>c</sub>	Wartość zawartości w strefie, w gotówce
c <sub>s</sub>	Wartość systemów w strefie (z ich funkcjami łącznie), w gotówce
c <sub>t</sub>	Wartość łączna budynku, w gotówce
C <sub>D</sub> ;C <sub>DJ</sub>	Współczynnik położenia
C <sub>L</sub>	Roczny koszt całkowitych strat w przypadku braku środków ochrony
CPM	Roczny koszt wybranych środków ochrony
C <sub>RL</sub>	Roczny koszt strat resztkowych
EB	Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej
H	Wysokość obiektu
H <sub>p</sub>	Najwyższy punkt obiektu
i	Stopa procentowa
K <sub>S1</sub>	Współczynnik związany ze skutecznością ekranowania obiektu (zewnątrzny ekran)
K <sub>S1W</sub>	Wymiar oka siatki ekranu budynku
K <sub>S2</sub>	Współczynnik skuteczności ekranu wewnątrz budynku (dotyczy wewnętrznego ekranu)
K <sub>S2W</sub>	Wymiar oka siatki wewnętrznego ekranu budynku
L1	Utrata życia ludzkiego w obiekcie
L2	Utrata usługi publicznej w obiekcie
L3	Utrata usługi publicznej w urządzeniu usługowym
L4	Utrata dziedzictwa kulturowego w obiekcie
L	Długość budynku
LEMP	Piorunowy Impuls Elektromagnetyczny
LP	Ochrona odgromowa (składająca się z zewnętrznej ochrony (LPS) i środków ochrony przed LEMP)
LPL	Poziom ochrony odgromowej
LPS	Urządzenie piorunochronne
LPZ	Strefa ochrony odgromowej (strefa, w której określone jest oddziaływanie elektromagnetyczne pioruna)
m	Stopa eksploatacyjna
N <sub>D</sub>	Liczba groźnych zdarzeń wskutek wyładowań w obiekt
N <sub>G</sub>	Gęstość piorunowych wyładowań doziemnych
P <sub>B</sub>	Prawdopodobieństwo fizycznego uszkodzenia obiektu (wyładowania w obiekt)
P <sub>EB</sub>	Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej
P <sub>SPD</sub>	Skoordynowany układ SPD
R	Ryzyko strat
R <sub>1</sub>	Ryzyko utraty życia ludzkiego w obiekcie
R <sub>2</sub>	Ryzyko utraty usługi publicznej w obiekcie
R <sub>3</sub>	Ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego w obiekcie
R <sub>4</sub>	Ryzyko utraty wartości materialnej w obiekcie
R <sub>A</sub>	Komponent ryzyka (porażenie istot żywych – wyładowania w obiekt)
R <sub>B</sub>	Komponent ryzyka (fizyczne uszkodzenie obiektu – wyładowania w obiekt)
R <sub>C</sub>	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w obiekt)

$R_M$	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w pobliżu obiektu)
$R_U$	Komponent ryzyka (porażenie istot żywych – wyładowania w przyłączone urządzenie usługowe)
$R_V$	Komponent ryzyka (fizyczne uszkodzenie obiektu – wyładowania w przyłączone urządzenie usługowe)
$R_W$	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w przyłączone urządzenie usługowe)
$R_Z$	Komponent ryzyka (awaria układu wewnętrznego – wyładowania w pobliżu urządzenia usługowego)
$R_T$	Ryzyko dopuszczalne (maksymalna wartość ryzyka, którą można tolerować w obiekcie poddawanych ochronie)
$r_f$	Współczynnik redukcji strat w zależności od ryzyka pożaru
$r_p$	Współczynnik redukcji strat dzięki zabezpieczeniom przeciwpożarowym
$S_M$	Roczne oszczędności
SPD	Urządzenie do ograniczania przepięć
SPM	Środki ochrony przed LEMP (środki redukujące ryzyko uszkodzenia urządzeń elektrycznych i elektronicznych z powodu LEMP - piorunowego impulsu elektromagnetycznego)
$t_{ex}$	Czas występowania niebezpiecznej atmosfery wybuchowej
$W$	Szerokość budynku
$Z$	Strefy w budynku

## 2. Podstawy normatywne

Norma EN 62305 składa się z następujących części:

- EN 62305-1:2011-02 - „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne“
- EN 62305-2:2012-03 - „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem“
- EN 62305-3:2011-02 - „Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia“
- EN 62305-4:2011-02 - „Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach“

## 3. Ryzyko i źródło uszkodzeń

Aby uniknąć strat w przypadku trafienia pioruna w obiekt, przewiduje się zastosowanie specyficznych środków ochrony dla danego chronionego obiektu. W normie EN 62305-2:2012-03 opisana jest analiza ryzyka i środki ochrony odpowiednie do występującego zagrożenia w obiekcie. Celem analizy ryzyka jest, aby obliczone istniejące ryzyko ograniczyć do wartości akceptowanej (tolerowanej)  $R_T$  przez dobór odpowiednich środków ochrony.

Bieżąca analiza ryzyka wg EN 62305-2:2012-03 dla projektu Przedszkole MOsty - obiekt Obiekt wskazuje na konieczność zastosowania środków ochrony. Wartość ryzyka dla obiektu została określona i, jeśli to konieczne, muszą być dobrane środki ochrony do redukcji ryzyka. Wynikiem analizy ryzyka jest nie tylko wybór klasy ochrony odgromowej (LPL I, II, III lub IV) lecz szereg środków ochrony włącznie ze środkami do redukcji pola magnetycznego, czyli ochrony przed LEMP.

W rezultacie należy dobrać uzasadnione ekonomicznie środki ochrony, odpowiednie do właściwości istniejącego budynku oraz jego aktualnego wykorzystania.

## 4. Informacje o projekcie



#### 4.1 Wybór ryzyka do uwzględnienia

Ze względu na rodzaj i wykorzystanie obiektu Obiekt, zostały wybrane i uwzględnione następujące ryzyka:

Ryzyko  $R_1$ : Ryzyko utraty życia ludzkiego;  $R_T$ : 1,00E-05

Wybór występującego ryzyka definiuje również wartości tolerowane ryzyka  $R_T$ .

Celem analizy ryzyka jest, aby istniejące ryzyko ograniczyć do wartości akceptowanej (ponoszonej)  $R_T$  przez dobór odpowiednich środków ochrony uzasadnionych ekonomicznie, które to ryzyko ograniczą do akceptowanego poziomu.

#### 4.2 Parametry geograficzne i budynku

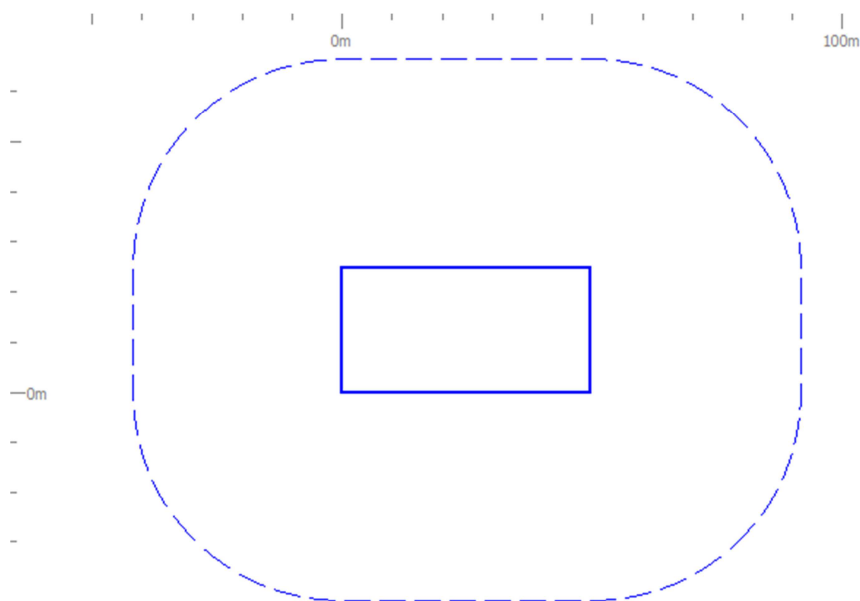
Podstawą analizy ryzyka zgodnie z normą EN 62305-2:2012-03 jest gęstość piorunowych wyładowań doziemnych  $N_g$ . Określa ona liczbę bezpośrednich wyładowań piorunowych doziemnych na  $\text{km}^2$  na rok [ $1/\text{rok}/\text{km}^2$ ]. Wartość 2,50 wyładowań piorunowych na  $\text{km}^2$  na rok została określona dla położenia obiektu Obiekt przy wykorzystaniu mapy gęstości piorunowych wyładowań doziemnych. W rezultacie ze względu na położenie obiektu liczba dni burzowych wynosi 25,00 rocznie.

Wymiary budynku decydują o zagrożeniu bezpośrednim uderzeniem pioruna. Powierzchnie zbierania bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna są określane w oparciu o te wymiary. Obiekt Obiekt ma następujące wymiary:

$L_b$	Długość:	50,00 m
$W_b$	Szerokość:	25,00 m
$H_b$	Wysokość:	14,00 m
$H_{pb}$	Najwyższy punkt obiektu (jeśli występuje):	0,00 m

Uwzględniając wymiary obiektu, obliczono następujące powierzchnie zbierania:

Powierzchnia zbierania wyładowań bezpośrednich:	13 091,00 $\text{m}^2$
Powierzchnia zbierania wyładowań pośrednich: (obok obiektu)	860 398,00 $\text{m}^2$



Środowisko otaczające obiekt jest istotnym czynnikiem określającym liczbę możliwych bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna. Dla obiektu Obiekt jest ono zdefiniowane następująco:  
Względne położenie Cdb: 1,00

Jeśli gęstość piorunowych wyładowań doziemnych odnosi się do wielkości i środowiska obiektu, należy oczekiwać częstości:

- bezpośrednich uderzeń pioruna w obiekt:  $ND = 0,0327$  uderzeń / rok,
- pośrednich uderzeń w obiekt:  $NM = 2,151$  uderzeń / rok.

#### 4.3 Podział obiektu na strefy / strefy ochrony odgromowej

Obiekt budowlany Obiekt nie został podzielony na strefy ochrony odgromowej/inne strefy.

#### 4.4 Linie zasilające

Wszystkie linie wchodzące i wychodzące z budynku są uwzględniane w analizie ryzyka. Przewodzące rury nie są uwzględniane jeśli są podłączone do głównej szyny uziemiającej. Jeśli nie są uziemione to należy je uwzględnić w analizie ryzyka (wymagania wyrównania potencjałów!).

W analizie ryzyka dla budynku Obiekt uwzględniono następujące linie:

- Przewód 0,4kV
- Przewód teletechniczny

Dla każdej linii określono parametry, jak np.:

- Rodzaj linii (napowietrzna/podziemna)
- Długość linii (na zewnątrz budynku)
- Otoczenie
- Przyłączony obiekt do linii
- Typ wewnętrznego okablowania (ekranowane/nieekranowane)
- Najmniejsze napięcie wytrzymywane wyposażenia (wytrzymałość urządzeń odbiorczych).

W oparciu o to, ryzyko dla obiektu i jego zawartości z powodu trafienia pioruna w linię lub obok linii, zostało określone i uwzględnione w analizie ryzyka.

#### 4.5 Ryzyko pożaru

Ryzyko pożaru w obiekcie stanowi ważnym czynnikiem determinującym wybór koniecznych środków ochrony. Ryzyko pożaru dla danego obiektu Obiekt określono następująco:

- Zwykle

#### 4.6 Środki podjęte w celu minimalizacji skutków pożaru

Zostały zaznaczone następujące środki ochrony służące do ograniczenia ryzyka pożaru:

- Gaśnice, stałe obsługiwane ręcznie instalacje gaszące, ręczne instalacje alarmowe, hydranty, pomieszczenia ognioodporne, bezpieczne drogi ewakuacji

#### 4.7 Specjalne zagrożenia w budynku dla zdrowia i życia ludzkiego

Ze względu na liczbę osób, ryzyko paniki dla obiektu Obiekt ustalono na następującym poziomie:

- Brak szczególnego zagrożenia

### 5. Analiza ryzyka

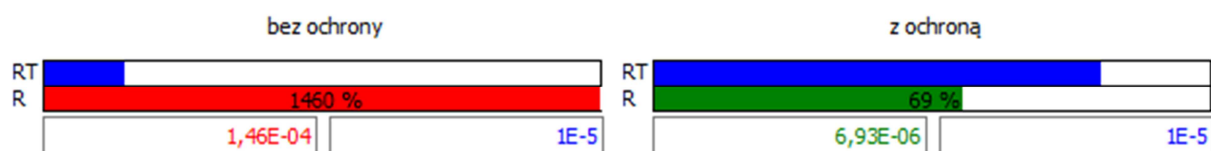
Jak opisano w 4.1, zostały przyjęte następujące ryzyka 5. Niebieski pasek przedstawia wartość tolerowaną (akceptowaną) ryzyka określoną w normie, pasek zielony / czerwony przedstawia wartość bieżącą obliczanego ryzyka.

#### 5.1 Ryzyko R1, Utrata życia ludzkiego

Dla osób na zewnątrz i wewnątrz budynku Obiekt ustalono następujące ryzyko:

Tolerowane Ryzyko $R_T$ :	1,00E-05
Obliczone Ryzyko R1 (brak ochrony):	1,46E-04

Obliczone Ryzyko R1 (bez ochrony):	6,93E-06
------------------------------------	----------



Aby zredukować istniejące ryzyko, stosuje się środki ochrony opisane w 5.

#### 5.2 Wybór środków ochrony

Ryzyko zostało zredukowane do akceptowanego poziomu przez dobór następujących środków ochrony.

Ten dobór środków ochrony jest częścią zarządzania ryzykiem dla obiektu Obiekt i jest właściwy tylko w odniesieniu do tego obiektu.



**Środki ochrony Z ochroną / stan docelowy:**

<b>Powierzchnia</b>	<b>Środki ochrony</b>	<b>Współczynnik</b>
pB:	Urządzenie piorunochronne (LPS) LPS klasy IV	2.000E-01
pEB:	Ekwipotencjalizacja Ekwipotencjalizacja dla LPL III lub IV	5.000E-02
rp:	Ochrona przeciwpożarowa Gaśnice, stałe obsługiwane ręcznie instalacje gaszące, ręczne instalacje alarmowe, hydranty, pomieszczenia ognioodporne, bezpieczne drogi ewakuacji	5.000E-01
	<u>Przewód 0,4kV:</u>	
pSPD:	Skoordynowana ochrona SPD LPL III lub IV	5.000E-02
	<u>Przewód teletechniczny:</u>	
pSPD:	Skoordynowana ochrona SPD LPL III lub IV	5.000E-02

## 6. Obowiązek prawny

Dane o obiekcie, które przyjmuje się do obliczeń, powinny opierać się na informacji zarządzającego obiektem, właściciela lub właściwych służb lub też powinny być zebrane na miejscu. Zwraca się uwagę, że te dane muszą być jeszcze raz formalnie potwierdzone.

Sposób postępowania przy dokonywaniu obliczeń ryzyka użyty w programie DEHNsupport odpowiada normie EN 62305-2:2012-03.

Zwraca się uwagę, że wszystkie założenia, materiały, odwzorowania, rysunki, wymiary, parametry oraz wyniki nie są prawnie wiążące dla osoby wykonującej analizę ryzyka.

---

Miejsce, Data

---

Pieczątka, Podpis

## 7. Informacja ogólna

### 7.1 Komponenty zewnętrznej ochrony odgromowej

Elementy LPS powinny wytrzymywać bez uszkodzenia elektromechaniczne skutki prądu pioruna i przewidywalne przypadkowe naprężenia i spełnić wymagania wieloczęściowej normy EN 62561-x. Poszczególne arkusze normy dotyczą m.in:

- EN 62561-1:2012	Wymagania dotyczące elementów połączeniowych
- EN 62561-2:2012	Wymagania dotyczące przewodów i uziomów
- EN 62561-3:2012	Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych
- EN 62561-4:2011	Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody
- EN 62561-5:2011	Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień

#### 7.1.1 EN 62561-1:2012 Wymagania dotyczące elementów połączeniowych

Wymagania dotyczące metalowych elementów połączeniowych, jak np. złączki, elementy łączące i mostkujące, elementy rozprężane i łącza pomiarowe, zostały zdefiniowane w normie EN 62561-1. To oznacza, że projektant/wykonawca musi dobrać elementy urządzenia piorunochronnego do przewidywanego obciążenia (klasa H lub N) w miejscu montażu. Tak np. do zwodu pionowego (przez który płynie 100% prądu pioruna) zastosowana zostanie złączka klasy H (100 kA). Do połączeń wewnątrz siatki zwodów lub elementów uziemiających (gdzie przepływa tylko część prądu piorunowego) dobieramy zaciski klasy N (50 kA).

Spełnienie tych wymogów dla poszczególnych elementów winno być wykazane w drodze badań przeprowadzonych przez producenta.

#### 7.1.2 EN 62561-2:2012 Wymagania dotyczące przewodów i uziomów

Dla przewodów, z których wykonywane są zwody i uziomy, norma EN 62561-2 stawia konkretne wymagania dotyczące:

- właściwości mechanicznych (wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie),
- właściwości elektrycznych (maksymalna rezystywność)
- badań środowiskowych.

Dla uziomów pionowych oraz prętów uziemiających norma PN EN 50164-2 nakłada wymagania dotyczące doboru materiałów, kształtu i przekroju oraz właściwości mechanicznych i elektrycznych.

Spełnienie wymogów normy stanowi istotną cechę produktu i winno zostać przez producenta zawarte w kartach katalogowych oraz raportach badawczych.

#### 7.1.3 EN 62561-3:2012 Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych

Podano wymagania i badania iskierników izolacyjnych (ISG) przeznaczonych do urządzeń piorunochronnych. Iskierniki te mogą być stosowane do pośredniego łączenia urządzenia piorunochronnego z innymi pobliskimi urządzeniami metalowymi, których łączenie bezpośrednie jest niemożliwe ze względów funkcjonalnych

Zgodnie z zapisami normy EN 62561-3 iskierniki separacyjne (wszystkie ich elementy konstrukcyjne) muszą być pewne i trwałe oraz bezpieczne w obsłudze dla ludzi i otoczenia.

#### 7.1.4 EN 62561-4:2011 Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody

Norma EN 62561-4 określa wymagania oraz sposób przeprowadzania badań dla metalowych oraz nie metalowych elementów mocujących przewody, które stosuje się w połączeniu z układem zwodów i przewodów odprowadzających.

### **7.1.5 EN 62561-5:2011 Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień**

Wszystkie studzienki rewizyjne oraz przepusty uziemiające winny być tak zaprojektowane i wykonane, aby stanowiły trwały pewny element LPS i nie zagrażały ludziom i otoczeniu.

Norma EN 62561-5 lustała wymogi oraz sposób przeprowadzenia badań dla skrzynek rewizyjnych (np. próba obciążeniowa) oraz przepustów (np. próba szczelności).

## **8. Definicja**

### **Skoordynowany układ SPD**

zestaw właściwie dobranych, skoordynowanych i zainstalowanych SPD w celu redukcji awarii układów elektrycznych i elektronicznych

### **Urządzenie izolujące**

urządzenie redukujące przepięcia przewodzone na przejściu między strefami LPZ. Zalicza się do nich m.in. transformatory separacyjne z uziemionym rdzeniem, przewody światłowodowe bez części metalowych lub optozłącza. Wytrzymałość izolacji takiego urządzenia musi spełniać wymagania samodzielnie lub z pomocą ograniczników przepięć - SPD.

### **LEMP - piorunowy impuls elektromagnetyczny [en: lightning electromagnetic impulse]**

wszystkie elektromagnetyczne skutki oddziaływania prądu pioruna jak sprzężenie galwaniczne, indukcyjne lub pojemnościowe. Obejmuje on udary przewodzone oraz skutki wypromieniowania impulsowego pola elektromagnetycznego.

### **LP Ochrona odgromowa [en: lightning protection]**

kompletny system ochrony budynku, włącznie z ochroną systemów wewnętrznych i zawartości, z ochroną osób przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych. Składa się z LPS i środków ochrony przed LEMP.

### **LPL - Poziom ochrony odgromowej (I, II, III lub IV) [en: lightning protection level]**

Liczba odniesiona do zestawu wartości parametrów prądu pioruna związanych z prawdopodobieństwem, że skojarzone maksymalne i minimalne wartości projektowe nie będą przekroczone w naturalnie występujących piorunach.

### **LPS - Urządzenie piorunochronne**

kompletne urządzenie stosowane do redukcji szkód fizycznych powodowanych wyładowaniami piorunowymi w obiekt

### **EB – Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej [en: lightning equipotential bonding]**

wyrównanie potencjałów pomiędzy metalowymi częściami LPS, bezpośrednio przewodzące połączenia lub przez ograniczniki przepięć, w celu ograniczania różnic potencjałów przy przepływie prądu piorunowego.

### **Urządzenie do ograniczania przepięć SPD [en: surge protective device]**

urządzenie przeznaczone do ograniczania przepięć przejściowych i do odprowadzania prądów udarowych.

Zawiera przynajmniej jeden element nieliniowy

### **Węzeł**

miejsce w linii dochodzącej do budynku, od którego można pominąć propagację udaru: Przykłady węzłów to: punkt w odgałęzieniu linii elektroenergetycznej przy transformatorze SN/nn, multiplexer lub centrala w linii telekomunikacyjnej lub SPD zainstalowany w linii.

### **Uszkodzenie fizyczne**

uszkodzenie obiektu budowlanego (lub jego zawartości) albo urządzeń usługowych będące skutkiem: mechanicznych, termicznych, chemicznych i wybuchowych oddziaływań piorunowych.

### **Porażenie istot żywych**

porażenia, łącznie z utratą życia ludzi lub zwierząt, wskutek napięć dotykowych i krokowych, wywoływanych przez piorun.

### **R - Ryzyko strat**

wartość prawdopodobnej średniej rocznej straty (ludzi i dóbr), wskutek oddziaływania pioruna, w stosunku do całkowitej wartości (ludzi i dóbr) obiektu poddawanego ochronie.

### **ZS - Strefa w budynku**

część obiektu o jednorodnych własnościach, gdy tylko jeden zestaw parametrów jest angażowany do oszacowania komponentu ryzyka.

### **LPZ - Strefa ochrony odgromowej [en: lightning protection zone]**

strefa, dla której określono piorunowe środowisko elektromagnetyczne. Granice strefy LPZ niekoniecznie muszą być granicami fizycznymi obiektów (np. ścianami, podłogą i sufitem).

### **Ekran magnetyczny**

osłona metalowa, ażurowa lub ciągła, otaczająca chroniony obiekt lub jego część, stosowana w celu zredukowania skutków awarii układów elektrycznych i elektronicznych.

### **Kabel piorunochronny**

kabel specjalny o zwiększonej wytrzymałości elektrycznej, którego metalowa powłoka pozostaje w ciągłym kontakcie z gruntem albo bezpośrednio, albo za pomocą osłony przewodzącej z tworzywa sztucznego

### **Piorunochronny kanał kablowy**

kanał kablowy o małej rezystywności w kontakcie z gruntem (np. zbrojony beton z wzajemnie połączonym zbrojeniem ze stali konstrukcyjnej lub kanał metalowy)