

Data: 05.02.2025

Numer projektu: 03 SUW

Drwęca-Jedwabno

Ochrona odgromowa Analiza ryzyka

utworzona zgodnie z normą europejską:
IEC 62305-2:2006-10

z uwzględnieniem załączników krajowych dla kraju:
PN EN 62305-2:2008

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

Opis projektu / obiektu:

Wydziału Produkcji Drwęca-Jedwabno
Dworcowa 1B
Lubicz Dolny
PL

Klient / Zleceniodawca:

Toruńskie wodociągi Sp. z o.o.

Dworcowa 1B
Lubicz Dolny
PL

Analiza ryzyka wykonana przez:

Załącznik nr 1h - ozonownia OZ + zbiornik ozonowania ZO

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
5. **Linie zasilające**
6. **Właściwości obiektu**
 - 6.1. Ryzyko pożaru
 - 6.2. Środki podjęte w celu minimalizacji skutków pożaru
 - 6.3. Specjalne zagrożenia w budynku dla zdrowia i życia ludzkiego
 - 6.4. Zewnętrzne ekranowanie przestrzenne
7. **Analiza ryzyka**
 - 7.1. Ryzyko R1, Utrata życia ludzkiego
 - 7.2. Ryzyko R2, Utrata usługi publicznej
 - 7.3. Wybór środków ochrony
8. **Obowiązek prawny**
9. **Informacja ogólna**
10. **Definicja**

1. Skróty

| | |
|---------------------------------|--|
| a | Stopa amortyzacji |
| a _t | Czas amortyzacji |
| c _a | Roczny koszt zwierząt w strefie budynku, w gotówce |
| c _b | Wartość strefy w budynku, w gotówce |
| c _c | Wartość zawartości w strefie, w gotówce |
| c _s | Wartość systemów w strefie (z ich funkcjami włącznie), w gotówce |
| c _t | Wartość łączna budynku, w gotówce |
| C _D ;C _{DJ} | Współczynnik położenia |
| C _L | Roczny koszt całkowitych strat w przypadku braku środków ochrony |
| C _{PM} | Roczny koszt wybranych środków ochrony |
| C _{RL} | Roczny koszt strat resztkowych |
| EB | Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej |
| H | Wysokość obiektu |
| H _p | Najwyższy punkt obiektu |
| i | Stopa procentowa |
| K _{S1} | Współczynnik związany ze skutecznością ekranowania obiektu (zewnątrzny ekran) |
| K _{S1W} | Wymiar oka siatki ekranu budynku |
| K _{S2} | Współczynnik skuteczności ekranu wewnątrz budynku (dotyczy wewnętrznego ekranu) |
| K _{S2W} | 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 _D | Liczba groźnych zdarzeń wskutek wyładowań w obiekt |
| N _G | Gęstość piorunowych wyładowań doziemnych |
| P _B | Prawdopodobieństwo fizycznego uszkodzenia obiektu (wyładowania w obiekt) |
| P _{EB} | Wyrównanie potencjałów w ochronie odgromowej |
| P _{SPD} | Skoordynowany układ SPD |
| R | Ryzyko strat |
| R ₁ | Ryzyko utraty życia ludzkiego w obiekcie |
| R ₂ | Ryzyko utraty usługi publicznej w obiekcie |
| R ₃ | Ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego w obiekcie |
| R ₄ | Ryzyko utraty wartości materialnej w obiekcie |
| R _A | Komponent ryzyka (porażenie istot żywych – wyładowania w obiekt) |
| R _B | Komponent ryzyka (fizyczne uszkodzenie obiektu – wyładowania w obiekt) |

| | |
|----------|--|
| R_C | 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 PN EN 62305 składa się z następujących części:

- PN EN 62305-1:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne”
- PN EN 62305-2:2008 - „Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem”
- PN EN 62305-3:2009 - „Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia”
- PN EN 62305-4:2009 - „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 PN EN 62305-2:2008 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.

Do określenia spodziewanego ryzyka dla danego obiektu, rozpatruje się dany obiekt bez żadnych środków ochrony (stan istniejący). Ryzyko związane z powstaniem utrat wskutek bezpośredniego / pośredniego trafienia pioruna w obiekt jak również w linie wchodzące do obiektu będzie oznaczane jako R . Skala utrat w ujęciu rocznym jest miarą ryzyka utrat. Rozróżnia się następujące rodzaje ryzyka dla obiektu:

- Ryzyko R_1 : Ryzyko utraty życia ludzkiego;
- Ryzyko R_2 : Ryzyko utraty usługi publicznej;

- Ryzyko R_3 : Ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego;
- Ryzyko R_4 : Ryzyko utraty wartości materialnej;

Zależnie od cech budynku mogą być uwzględniane wszystkie ryzyka, jedno lub wybrane. Każde ryzyko jest zdefiniowane co do jego wartości tolerowanej. Aby osiągnąć tolerowany (akceptowany) poziom ryzyka, ustala się optymalny dobór, pod względem technicznym i ekonomicznym, środków ochrony np. zewnętrznej ochrony odgromowej wg PN EN 62305-3:2009 jak również ograniczników przepięć - SPD wg PN EN 62305-4:2009.

Dla dokładnego określenia ryzyka analizuje się każde szczegółowo. Każde ryzyko składa się z sumy komponentów danego ryzyka.

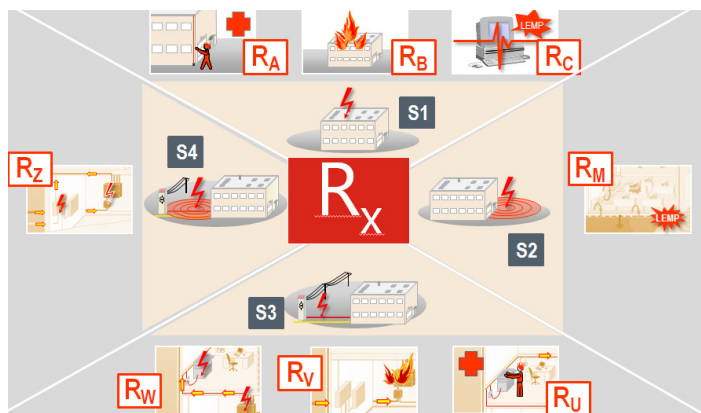
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$

Komponenty ryzyka opisują pewne zagrożenie. Każdy komponent ryzyka opisuje pewne zagrożenie i wynikającą z tego możliwość utraty. Utraty związane z oddziaływaniem pioruna definiuje się następująco:

- L1 = utrata życia ludzkiego
- L2 = utrata usługi publicznej;
- L3 = utrata dziedzictwa kulturowego;
- L4 = utrata wartości materialnej;

Komponenty ryzyka są przyporządkowane do możliwych utrat następująco.

Zestaw komponentów ryzyka z uwagi na źródła uszkodzenia.



Źródło S1: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w obiekt

- R_A Komponent związany z porażeniem istot żywych napięciami dotykowymi i krokowymi w strefach do 3 m na zewnątrz obiektu. Mogą powstawać straty typu L1, a w przypadku obiektów zawierających inwentarz żywy – straty typu L4 z możliwością utraty zwierząt.
- R_B Komponent związany z fizycznym uszkodzeniem obiektu wskutek groźnego iskrzenia i zainicjowania pożaru lub wybuchu, który może również zagrażać środowisku. Powstawać mogą wszystkie typy strat (L1, L2, L3 i L4).
- R_C Komponent związany z awarią wewnętrznego układu, wywołaną przez LEMP. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach i typu L1 w przypadku obiektów z ryzykiem

wybuchu, szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów natychmiast zagraża życiu człowieka.

Źródło S2: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w pobliżu obiektu

R_M Komponent związany z awarią wewnętrznego układu, wywołaną przez LEMP. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach, i typu L1 w przypadku obiektów z ryzykiem wybuchu, szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów natychmiast zagraża życiu człowieka.

Źródło S3: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w urządzenie usługowe

R_U Komponent związany z porażeniem istot żywych napięciami dotykowymi wewnątrz obiektu wskutek prądu pioruna wpływającego do linii wchodzącej do obiektu. Mogą powstawać straty typu L1, a w przypadku posiadłości rolniczych – straty typu L4 z możliwością utraty zwierząt.

R_V Komponent związany z fizycznym uszkodzeniem (pożarem lub wybuchem zainicjowanym groźnym iskrzeniem pomiędzy wewnętrzną instalacją a częściami metalowymi na ogół w punkcie wejścia linii do obiektu) powodowanym przez prąd pioruna przenoszony poprzez wchodzące urządzenia usługowe. Wystąpić mogą wszystkie typy strat (L1, L2, L3 i L4).

R_W Komponent związany z awarią wewnętrznych układów, wywoływaną przepięciami indukowanymi we wchodzących liniach i przenoszonych do obiektu. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach i typu L1 w przypadku obiektów z ryzykiem wybuchu i szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów natychmiast zagraża życiu człowieka.

Źródło S4: Komponenty ryzyka związane z wyładowaniem w pobliżu urządzenia usługowego

R_Z Komponent związany z awarią wewnętrznych układów, wywoływaną przepięciami indukowanymi we wchodzących liniach i przenoszonych do obiektu. Mogą wystąpić straty typu L2 i L4 we wszystkich przypadkach, wraz z typem L1 – w przypadku obiektów z ryzykiem wybuchu i szpitali lub innych obiektów, w których awaria wewnętrznych układów natychmiast zagraża życiu człowieka.

Analiza poszczególnych komponentów ryzyka, o wysokiej wartości, wskaże na możliwe do zastosowania środki ochrony w celu redukcji wartości tych komponentów.

Bieżąca analiza ryzyka wg PN EN 62305-2:2008 dla projektu Wydziału Produkcji Drwęca-Jedwabno - obiekt 03 SUW - budynki OZ + ZO 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 ogromowej (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 03 SUW - budynki OZ + ZO, zostały wybrane i uwzględnione

następujące ryzyka:

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

Ryzyko R_2 : Ryzyko utraty usługi publicznej; $R_T: 1,00E-03$

Akceptowane wartości poszczególnych części ryzyka R_T zostały określone. Wartości akceptowane ryzyka dla R_1 , R_2 , R_3 oraz R_4 zostały podane w normie.

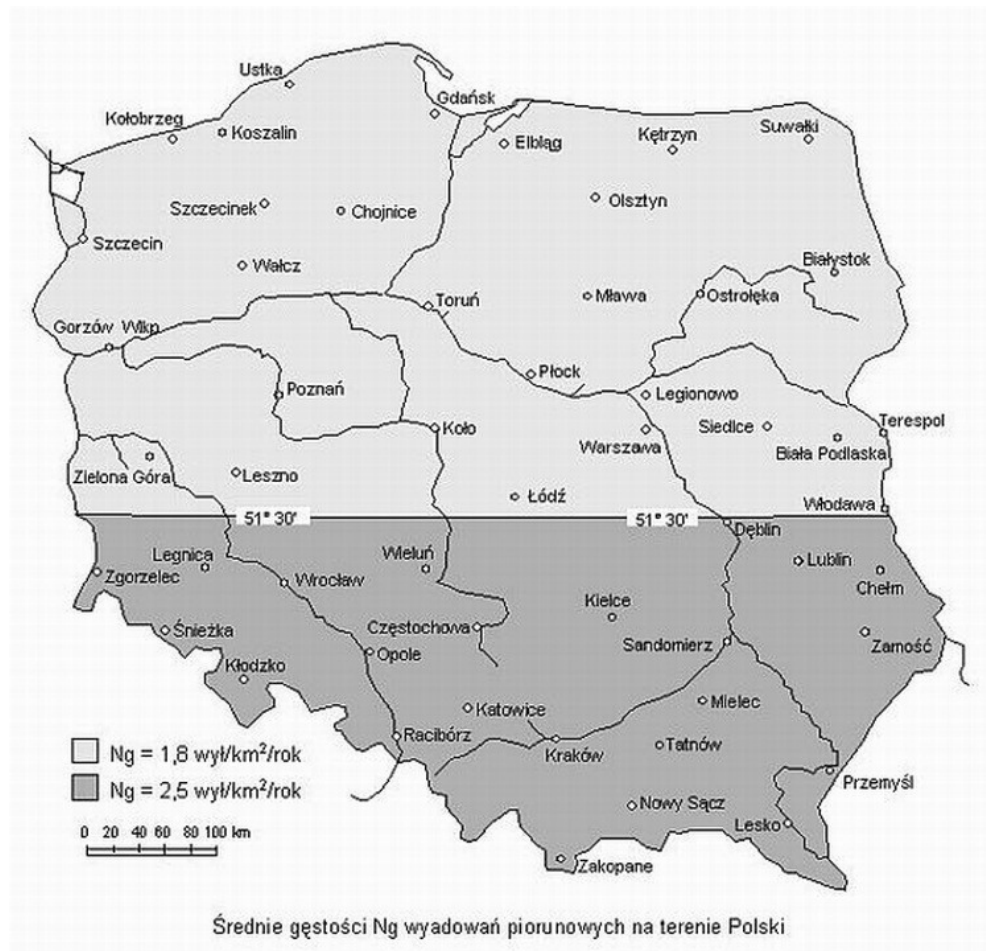
Celem analizy ryzyka jest, aby istniejące ryzyko ograniczyć do wartości akceptowanej (ponoszonej) R_T przez dobór odpowiednich środków ochrony uzasadnionych ekonomicznie, które to ryzyko ograniczą do akceptowanego poziomu.

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

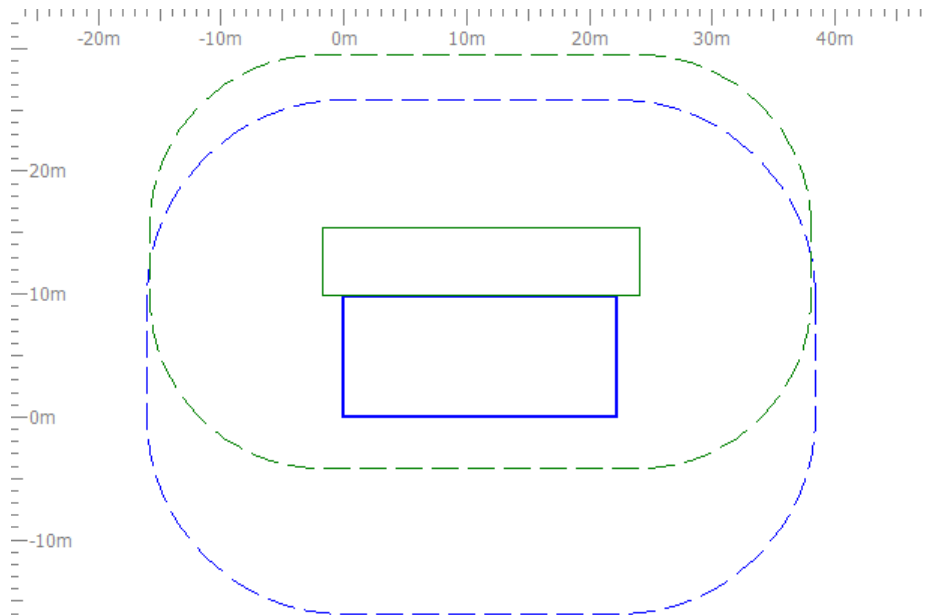
Podstawą analizy ryzyka zgodnie z normą PN EN 62305-2:2008 jest gęstość piorunowych wyładowań doziemnych N_g . Określa ona liczbę bezpośrednich wyładowań piorunowych doziemnych na km^2 na rok [$1/rok/km^2$]. Wartość 1,80 wyładowań piorunowych na km^2 na rok została określona dla położenia obiektu 03 SUW - budynki OZ + ZO przy wykorzystaniu mapy gęstości piorunowych wyładowań doziemnych. W rezultacie ze względu na położenie obiektu liczba dni burzowych wynosi 18,00 rocznie.

Informacja o gęstości piorunowych wyładowań doziemnych została pobrana z następującej mapy:



Wymiary budynku decydują o zagrożeniu bezpośrednim uderzeniem pioruna. Powierzchnie zbierania bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna są określone w oparciu o te wymiary. W rezultacie obliczono następujące powierzchnie zbierania:

- wyładowań bezpośrednich: 2 264,00 m²,
- wyładowań pośrednich (obok obiektu): 216 799,00 m².



Środowisko otaczające obiekt jest istotnym czynnikiem określającym liczbę możliwych bezpośrednich / pośrednich uderzeń pioruna. Dla obiektu 03 SUW - budynki OZ + ZO jest ono zdefiniowane następująco: Względne położenie Cdb: 0,50

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

- bezpośrednich uderzeń pioruna w obiekt: $ND = 0,002$ uderzeń / rok,
- pośrednich uderzeń w obiekt: $NM = 0,3882$ uderzeń / rok.

4.3 Podział obiektu na strefy / strefy ochrony odgromowej

Obiekt budowlany 03 SUW - budynki OZ + ZO nie został podzielony na strefy ochrony odgromowej/inne strefy.

5. Linie zasilające

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

W analizie ryzyka dla budynku 03 SUW - budynki OZ + ZO uwzględniono następujące linie:

- zasilanie z GPZ „Drwęca” 3x XRUHAKXS 240mm² L=1410m
- zasilanie z GPZ „Lubicz” 3x XRUHAKXS 240mm² L=320m
- zasilanie budynku administracyjnego BA YAKY 4x150mm² L=545m
- zasilanie warsztatów BW YAKY 4x150mm² L=535m
- zasilanie Chlorowni CH 2x YAKY 4x240mm² L=335m
- zasilanie zbiorników retencyjnych ZBW YAKY 4x35mm² L=265m
- zasilanie komory K32 YAKY 4x70mm² L=125m
- zasilanie zbiorników tlenu ciekłego ZBt YAKY 4x35mm² L=50m
- komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10

- komunikacja do komory K4 6XV 1830-OEH10
- komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10
- zaworów na zbiorniku ozonowania 6XV 1830-OEH10

5.1 komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 100,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 120,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 1 200,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 30 000,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10, zostało określone jako $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.2 komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10

| | |
|----------------------|--|
| Ułożenie linii: | Napowietrzna |
| Rezystywność gruntu: | 500,00 |
| Względne położenie: | Obiekt odosobniony: brak w pobliżu innych obiektów |
| Otoczenie: | Wiejskie |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 1 000,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 36 000,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 1 000 000,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10, zostało określone jako $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel ekranowany, przy rezystancji ekranu (R) $> 5 \text{ i } \leq 20 \text{ Ohm/km}$.

5.3 komunikacja do komory K4 6XV 1830-OEH10

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 100,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 80,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 800,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 20 000,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii komunikacja do komory K4 6XV 1830-OEH10, zostało określone jako $1,0 \text{ kV} < U_w \leq 1,5 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel ekranowany, przy rezystancji ekranu (R) $> 5 \text{ i } \leq 20 \text{ Ohm/km}$.

5.4 zasilanie budynku administracyjnego BA YAKY 4x150mm² L=545m

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 100,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 545,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 5 450,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 136 250,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie budynku administracyjnego BA YAKY 4x150mm² L=545m, zostało określone jako $2,5 \text{ kV} < U_w \leq 4,0 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.5 zasilanie Chlorowni CH 2x YAKY 4x240mm² L=335m

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 500,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 335,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 7 491,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 187 271,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie Chlorowni CH 2x YAKY 4x240mm² L=335m, zostało określone jako $2,5 \text{ kV} < U_w \leq 4,0 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.6 zasilanie komory K32 YAKY 4x70mm² L=125m

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 500,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 125,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 2 795,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 69 877,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie komory K32 YAKY 4x70mm² L=125m, zostało określone jako $2,5 \text{ kV} < U_w \leq 4,0 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.7 zasilanie warsztatów BW YAKY 4x150mm² L=535m

| | |
|----------------------|----------|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 500,00 |

| | |
|---------------------|---|
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 535,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 11 963,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 299 074,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie warsztatów BW YAKY 4x150mm² L=535m, zostało określone jako $2,5 \text{ kV} < U_w \leq 4,0 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.8 zasilanie z GPZ „Drwęca” 3x XRUHAKXS 240mm² L=1410m

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 100,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 1 000,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 10 000,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 250 000,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie z GPZ „Drwęca” 3x XRUHAKXS 240mm² L=1410m, zostało określone jako $U_w > 4,0 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.9 zasilanie z GPZ „Lubicz” 3x XRUHAKXS 240mm² L=320m

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 100,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |

Otoczenie: Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m)
Transformator: Tylko urządzenie usługowe

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 320,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 3 200,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 80 000,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie z GPZ „Lubicz” 3x XRUHAKXS 240mm² L=320m, zostało określone jako $U_w > 4,0$ kV.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.10 zasilanie zbiorników retencyjnych ZBW YAKY 4x35mm² L=265m

Ułożenie linii: Zakopana
Rezystywność gruntu: 100,00
Względne położenie: Obiekt odosobniony: brak w pobliżu innych obiektów
Otoczenie: Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m)
Transformator: Tylko urządzenie usługowe

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 265,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 2 650,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 66 250,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie zbiorników retencyjnych ZBW YAKY 4x35mm² L=265m, zostało określone jako $2,5 \text{ kV} < U_w \leq 4,0 \text{ kV}$.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.11 zasilanie zbiorników tlenu ciekłego ZBt YAKY 4x35mm² L=50m

Ułożenie linii: Zakopana
Rezystywność gruntu: 100,00
Względne położenie: Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi
Otoczenie: Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m)
Transformator: Tylko urządzenie usługowe

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 50,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 500,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 12 500,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zasilanie zbiorników tlenu ciekłego ZBt YAKY 4x35mm² L=50m, zostało określone jako 2,5 kV < U_w ≤ 4,0 kV.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel nieekranowany - brak trasowania w celu uniknięcia pętli.

5.12 zaworów na zbiorniku ozonowania 6XV 1830-OEH10

| | |
|----------------------|---|
| Ułożenie linii: | Zakopana |
| Rezystywność gruntu: | 100,00 |
| Względne położenie: | Obiekt otoczony obiektami lub drzewami o tej samej wysokości lub mniejszymi |
| Otoczenie: | Podmiejskie (wysokość budynków mniejsza niż 10 m) |
| Transformator: | Tylko urządzenie usługowe |

Długość linii na zewnątrz budynku wynosi 150,00 m.

W oparciu o to określono następujące powierzchnie zbierania dla linii:

- Powierzchnia zbierania wyładowań w linię: 1 500,00 m²
- Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w pobliżu linii: 37 500,00 m²

Napięcie wytrzymywane wyposażenia podłączonego do linii zaworów na zbiorniku ozonowania 6XV 1830-OEH10, zostało określone jako 1,0 kV < U_w ≤ 1,5 kV.

Ułożenie przewodów w budynku jako: Kabel ekranowany, przy rezystancji ekranu (R) > 5 i ≤ 20 Ohm/km.

6. Właściwości obiektu

6.1 Ryzyko pożaru

Ryzyko pożaru stanowi ważne kryterium przy określaniu klasy ochrony odgromowej (LPS) dla budynku. Stopniowanie ryzyka pożaru opiera się na wartościach specyficznego obciążenia ogniowego. **Obciążenie ogniowe jest ustalane przez eksperta ochrony p-poż lub definiowane po konsultacji z właścicielem budynku lub jego firmą ubezpieczeniową.** Rozróżnia się następujące kryteria:

- Brak ryzyka pożaru
- Niskie ryzyko pożaru (obiekty o charakterystycznym obciążeniu ogniowym mniejszym niż 400 MJ/m²)
- Zwykłe ryzyko pożaru (obiekty o charakterystycznym obciążeniu ogniowym zawartym między 400 MJ/m² a 800 MJ/m²)
- Wysokie ryzyko pożaru (obiekty o charakterystycznym obciążeniu ogniowym większym niż 800 MJ/m²)

- Wybuch: strefa 2/22
- Wybuch: strefa 1/ 21
- Wybuch: strefa 0/20

Ryzyko pożaru w obiekcie stanowi ważnym czynnikiem determinującym wybór koniecznych środków ochrony. Ryzyko pożaru dla danego obiektu 03 SUW - budynki OZ + ZO określono następująco:

- Wysokie

6.2 Środki podjęte w celu minimallizacji skutków pożaru

Zostały zaznaczone następujące środki ochrony służące do ograniczenia ryzyka pożaru:

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

6.3 Specjalne zagrożenia w budynku dla zdrowia i życia ludzkiego

Ze względu na liczbę osób, ryzyko paniki dla obiektu 03 SUW - budynki OZ + ZO ustalono na następującym poziomie:

- Brak szczególnego zagrożenia

6.4 Zewnętrzne ekranowanie przestrzenne

Ekranowanie przestrzenne tłumi pole magnetyczne wewnątrz budynku, które występuje przy trafieniach pioruna w budynek lub obok budynku, przez co ogranicza indukowanie przepięć w instalacjach wewnętrznych.

W ten sposób tworzy się sieć połączeń wyrównawczych, w której uwzględnione są wszystkie przewodzące części budynku i systemów wewnętrznych. Zewnętrzne / wewnętrzne ekranowanie przestrzenne jest w niej tylko częścią ekranującej struktury budynku. Należy zwracać uwagę przy wykorzystywaniu pokryć metalowych i innych naturalnych elementów konstrukcyjnych czy spełniają wymagania norm, czy są ze sobą odpowiednio galwanicznie połączone dla stworzenia systemu wyrównywania potencjałów.

Ekranowanie zewnętrzne budynku 03 SUW - budynki OZ + ZO:

- Brak ekranowania

7. Analiza ryzyka

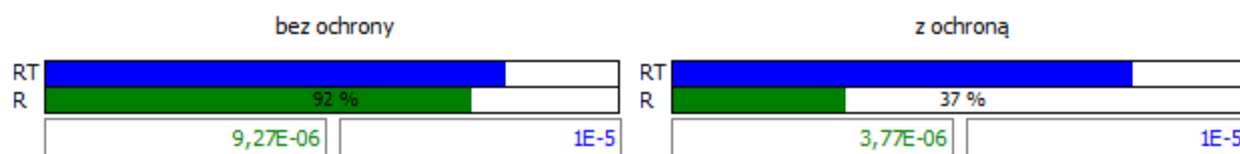
Jak opisano w 4.1, zostały przyjęte następujące ryzyka 7. Niebieski pasek przedstawia wartość tolerowaną (akceptowaną) ryzyka określoną w normie, pasek zielony / czerwony przedstawia wartość bieżącą obliczanego ryzyka.

7.1 Ryzyko R1, Utrata życia ludzkiego

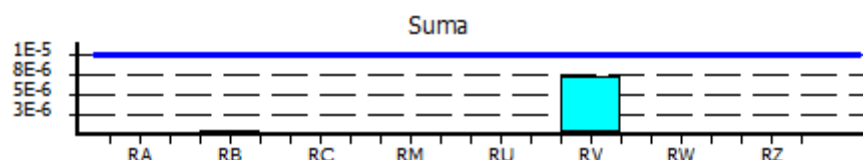
Dla osób na zewnątrz i wewnątrz budynku 03 SUW - budynki OZ + ZO ustalono następujące ryzyko:

| | |
|-------------------------------------|----------|
| Tolerowane Ryzyko R_T : | 1,00E-05 |
| Obliczone Ryzyko R1 (brak ochrony): | 9,27E-06 |

Obliczone Ryzyko R1 (bez ochrony): 3,77E-06



Ryzyko utraty życia ludzkiego R1 składa się z następujących komponentów:



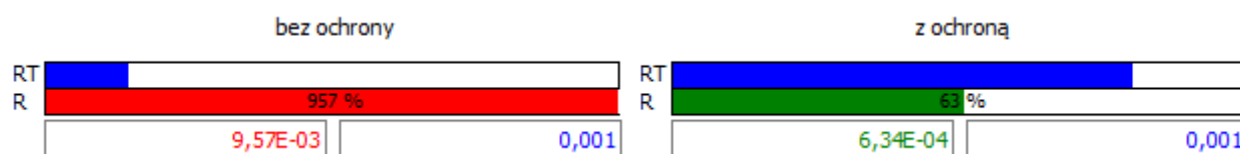
Aby zredukować istniejące ryzyko, stosuje się środki ochrony opisane w 7.

7.2 Ryzyko R2, Utrata usługi publicznej

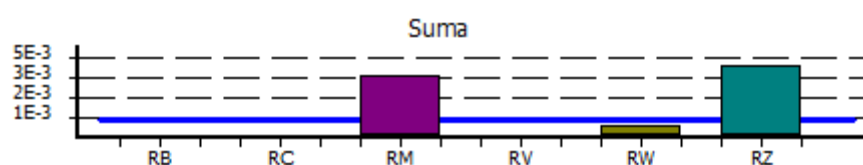
Ryzyko R2, utrata usługi publicznej, dla obiektu 03 SUW - budynki OZ + ZO ustalono następujące ryzyko:

Tolerowane Ryzyko R_T : 1,00E-03
Obliczone Ryzyko R2 (bez ochrony): 9,57E-03

Obliczone Ryzyko R2 (bez ochrony): 6,34E-04



Ryzyko utraty usługi publicznej R2 składa się z następujących komponentów:



Aby zredukować istniejące ryzyko, stosuje się środki ochrony opisane w 7.

7.3 Wybór środków ochrony

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

Ten dobór środków ochrony jest częścią zarządzania ryzykiem dla obiektu 03 SUW - budynki OZ + ZO i

jest właściwy tylko w odniesieniu do tego obiektu.

Środki ochrony Z ochroną / stan docelowy:

| Powierzchnia | Środki ochrony | Współczynnik |
|--------------|--|--------------|
| pEB: | Ekwipotencjalizacja Ekwipotencjalizacja dla LPL I <u>zasilanie z GPZ „Drwęca” 3x XRUHAKXS 240mm² L=1410m:</u> | 1.000E-02 |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I <u>zasilanie z GPZ „Lubicz” 3x XRUHAKXS 240mm² L=320m:</u> | 1.000E-02 |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I <u>zasilanie budynku administracyjnego BA YAKY 4x150mm² L=545m:</u> | 1.000E-02 |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I <u>zasilanie warsztatów BW YAKY 4x150mm² L=535m:</u> | 1.000E-02 |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I <u>zasilanie Chlorowni CH 2x YAKY 4x240mm² L=335m:</u> | 1.000E-02 |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I <u>zasilanie zbiorników retencyjnych ZBW YAKY 4x35mm² L=265m:</u> | 1.000E-02 |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I <u>zasilanie komory K32 YAKY 4x70mm² L=125m:</u> | 1.000E-02 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I | 1.000E-02 |
| | <u>zasilanie zbiorników tlenu ciekłego ZBt YAKY 4x35mm² L=50m:</u> | |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I | 1.000E-02 |
| | <u>komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10:</u> | |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I | 1.000E-02 |
| | <u>komunikacja do komory K4 6XV 1830-OEH10:</u> | |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I | 1.000E-02 |
| | <u>komunikacja do komory K32 6XV 1830-OEH10:</u> | |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I | 1.000E-02 |
| | <u>zaworów na zbiorniku ozonowania 6XV 1830-OEH10:</u> | |
| pSPD: | Skoordynowana ochrona SPD LPL I | 1.000E-02 |

8. 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 PN EN 62305-2:2008.

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

inż. Krzysztof Narkowicz

Nr upr. POM/0024/ZHOE/15
w specjalności instalacje elektryczne

Miejsce, Data

Pieczętka, Podpis

9. Informacja ogólna

9.1 Komponenty zewnętrznej ochrony odgromowej

Elementy LPS powinny wytrzymywać bez uszkodzenia elektromechaniczne skutki prądu pioruna i przewidywalne przypadkowe napięcia i spełnić wymagania wieloczęściowej normy PN EN 50164-x. Poszczególne arkusze normy dotyczą m.in:

- | | |
|----------------------|---|
| - PN EN 50164-1:2010 | Wymagania dotyczące elementów połączeniowych |
| - PN EN 50164-2:2010 | Wymagania dotyczące przewodów i uziomów |
| - PN EN 50164-3:2007 | Wymagania dotyczące iskierników izolacyjnych |
| - PN EN 50164-4:2009 | Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody |
| - PN EN 50164-5:2009 | Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień |

9.1.1 PN EN 50164-1:2010 Wymagania dotyczące elementów połączeniowych

Wymagania dotyczące metalowych elementów połączeniowych, jak np. złączki, elementy łączące i mostkujące, elementy rozprężane i złącza pomiarowe, zostały zdefiniowane w normie PN EN 50164-1. 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.

9.1.2 PN EN 50164-2:2010 Wymagania dotyczące przewodów i uziomów

Dla przewodów, z których wykonywane są zwody i uziomy, norma PN EN 50164-2 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.

9.1.3 PN EN 50164-3:2007 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 PN EN 50164-3 iskierniki separacyjne (wszystkie ich elementy konstrukcyjne) muszą być pewne i trwałe oraz bezpieczne w obsłudze dla ludzi i otoczenia.

9.1.4 PN EN 50164-4:2009 Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody

Norma PN EN 50164-4 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.

9.1.5 PN EN 50164-5:2009 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 PN EN 50164-5 lustała wymogi oraz sposób przeprowadzenia badań dla skrzynek rewizyjnych (np. próba obciążeniowa) oraz przepustów (np. próba szczelności).

10. 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 optoizolacja. 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, bezpośrednie 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, wywołanych 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)