

## **EL-ZAB PROJEKTY INSTALACJE SYSTEMY**

**ŁUKASZ ZANIEWSKI**

**15-773 Białystok, ul. Rzemieślnicza 22/3 m. 2**

tel. 783309042, NIP 542-248-14-44

### **TOM II**

TEMAT:                   **PROJEKT     BUDOWLANY     TERMOMODERNIZACJI     ZESPOŁU**  
                             **BUDYNKÓW         SPECJALNEGO         OŚRODKA     SZKOLNO-**  
                             **WYCHOWAWCZEGO im. Janusza Korczaka w SOKÓŁCE**

ADRES INWESTYCJI: **działka nr 3102/4, ul. Osiedle Zielone 1, 16-100 Sokółka**

INWESTOR:   **Zarząd Powiatu Sokólskiego, ul. Piłsudskiego 8, 16-100 Sokółka**

BRANŻA:       **Elektryczna**

<b>Zespół autorski</b>	<b>NAZWISKO I IMIĘ</b>	<b>Nr uprawnień</b>	<b>Podpis</b>
<b>Projektant</b>	inż. Grzegorz Roszczyński	Bł /241/76 Bł /329/89	
<b>Opracował</b>	mgr inż. Łukasz Zaniewski		

**BIAŁYSTOK 22 czerwca 2015r**

**SPIS ZAWARTOŚCI**

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Opis techniczny
4. Obliczenia techniczne
5. Rysunki techniczne  
Rzut dachu

rys. E1

## OPIS TECHNICZNY

do projektu budowlano-wykonawczego instalacji odgromowej zespołu budynków SOSzW w Sokółce. Istniejąca instalacja odgromowa budynku użyteczności publicznej przy ul. Osiedle Zielone 1 w Sokółce nie spełnia aktualnie obowiązujących wymogów dotyczących ochrony odgromowej. Projektowana termomodernizacja budynku i montaż ogniw fotowoltaicznych na dachu (część D) stwarza najlepszą sytuację do jej wymiany.

### **1. Zakres opracowania:**

- 1.1. Prace demontażowe
- 1.2. Instalacja odgromowa

#### **1.1. Prace demontażowe**

Przed rozpoczęciem robót modernizacyjnych, budowlanych należy istniejącą instalację odgromową zdemontować. Materiały z demontażu przekazać Inwestorowi.

#### **1.2. Instalacja odgromowa**

System ochrony odgromowej nie zapobiega formowaniu się piorunu i jego uderzeniu w budynek. Zastosowany system ochrony odgromowej nie może gwarantować absolutnej ochrony budynku, osób lub urządzeń, lecz znacznie obniży ryzyko szkód powodowanych przez pioruny.

##### **Zwody**

Zwody poziome niskie nienapężone z drutu St/Zn  $\phi 8$  mocować na wspornikach dachowych. Zwody poziome łączyć za pomocą odpowiednich uchwytów z urządzeniami metalowymi na dachu.

##### **Przewody odprowadzające**

Przewody odprowadzające wykonać drutem St/Zn  $\phi 8$  umieszczonym w dwóch rurkach winidurkowych sztywnych umieszczonymi jedna w drugiej lub w innej rurce izolacyjnej wykonanej z materiału niehigroskopijnego o grubości ścianki min. 5 mm. Rurki mocować dodatkowo do ścian uchwytami do rur 1".

Przewody odprowadzające prowadzić w bruzdach w murach ścian zewnętrznych.

##### **Zaciski probiercze**

Połączenia przewodów odprowadzających z przewodami uziemiającymi wykonać za pomocą zacisków probierczych umieszczanych skrzynkach probierczych podtynkowych.

##### **Przewody uziemiające**

Przewody uziemiające od złączy kontrolnych do uziomu wykonać z płaskownika ocynkowanego St/Zn 25x4 osłoniętego dwiema rurkami winidurkowymi sztywnymi umieszczonymi jedna w drugiej lub inną rurką izolacyjną wykonaną z materiału niehigroskopijnego o grubości ścianki min. 5 mm.

##### **Uziom**

Zastosowano układ uziomowy typu B urządzenia piorunochronnego tj. uziom otokowy. Uziom oraz przewody uziemiające wykonać z płaskownika ocynkowanego St/Zn 30x4. Uziom układać na głębokości min. 0,6m i w odległości od ścian min. 1,0 m.

Z uziomem za pomocą przewodów uziemiających połączyć: główną szynę wyrównawczą, szynę PE rozdzielniczy głównej, uziemienia urządzeń ochrony przeciwprzepięciowej. Połączenia instalacji odgromowej zabezpieczać przed korozją.

## **2. Uwagi.**

1. Całość wykonać zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami.
2. Przy wykonywaniu instalacji elektrycznych stosować materiały i urządzenia posiadające aktualne atesty i certyfikaty dopuszczające do ich stosowania.
3. Instalację w budynku wykonać w koordynacji z kierownikami robót budowlanych.
4. Istniejąca instalacja elektryczna budynku nie spełnia aktualnie obowiązujących wymogów dotyczących ochrony przeciwporażeniowej i przepięciowej i powinna być wymieniona.

## OBLICZENIA TECHNICZNE

### 1. Analiza ryzyka zagrożenia piorunowego

#### UŻYTE SKRÓTY:

- LEMP** (*ang.* lightning electromagnetic pulse) – piorunowy impuls elektromagnetyczny
- LPL** (*ang.* lightning protection level) – poziom ochrony odgromowej
- LPS** (*ang.* lightning protection system) – urządzenie ochrony odgromowej
- LPZ** (*ang.* lightning protection zone) – strefa ochrony odgromowej
- SPD** (*ang.* surge protection device) – układ ochrony przed przepięciami

#### 5.1. Cel i zakres pracy

Niniejsza analiza ma na celu określenie wymaganej klasy instalacji odgromowej LPS dla zespołu budynków SOSzW w Sokółce. Z uwagi na charakter obiektu analizowane jest jedynie ryzyko utraty życia ludzkiego  $R_1$ .

Pracę wykonano na podstawie:

- a) zaleceń i wymogów zawartych w literaturze przedmiotowej oraz w normach krajowych i międzynarodowych, a w tym:
  - aktualnych norm PN-EN 62305-2:2008 w zakresie ochrony odgromowej [1],
- b) założeń odnośnie parametrów i wyposażenia obiektu przyjętych w analizie uzgodnionych z Zamawiającym.

#### 5.2. Wprowadzenie

Doziemne wyładowania atmosferyczne mogą prowadzić do utraty życia istot żywych, przerw w świadczeniu usług publicznych oraz poważnych strat ekonomicznych. W celu zredukowania strat piorunowych należy stosować odpowiednie środki ochrony zgodnie z obowiązującymi normami dotyczącymi ochrony odgromowej serii PN-EN 62305. O potrzebie stosowania środków ochrony, lub czy stosowane w danej chwili środki są wystarczające, należy zdecydować na podstawie oszacowania ryzyka zgodnie z PN-EN 62305-2 „Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem” [1].

Celem oszacowania ryzyka jest skuteczne projektowanie i dobór odpowiednich środków ochrony obiektu, aby ryzyko wystąpienia danej straty nie przekraczało wartości dopuszczalnych  $R_T$ . Główna klasyfikacja ryzyka uzależniona jest od typu prawdopodobnych strat:

- $R_1$  – ryzyko utraty życia ludzkiego lub trwałego porażenia,
- $R_2$  – ryzyko utraty usług publicznych,
- $R_3$  – ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego,
- $R_4$  – ryzyko poniesienia strat materialnych.

Dopuszczalne wartości ryzyka tolerowanego przedstawione są w Tablicy 1.

Tabl. 1. Typowe wartości ryzyka tolerowanego [1]		
Typ straty		$R_T$ (rok <sup>-1</sup> )
Utrata życia ludzkiego lub trwałe porażenie	$R_1$	1,00E-05
Utrata usług publicznych	$R_2$	1,00E-03
Utrata dziedzictwa kulturowego	$R_3$	1,00E-03

Ryzyko ( $R_1, R_2, R_3$  lub  $R_4$ ) jest sumą komponentów  $R_x$  zależnych od źródła zagrożenia:

- bezpośrednie wyładowanie w obiekt (S1),
- wyładowanie w pobliżu obiektu (S2),
- wyładowanie w urządzenie usługowe (S3),
- wyładowanie w pobliżu urządzenia usługowego (S4),

oraz od typu wywołanej szkody:

- porażenie istot żywych (D1),
- uszkodzenie fizyczne (D2),
- awaria układów elektrycznych i elektronicznych (D3).

Przez urządzenie usługowe należy rozumieć zewnętrzne systemy dochodzące do obiektu, takie jak linie energetyczne lub linie telekomunikacyjne.

Każdy komponent ryzyka  $R_x$  jest iloczynem:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad (1)$$

gdzie:

$N_x$  - rocznej liczby groźnych zdarzeń związanych z wyładowaniami piorunowymi,

$P_x$  - prawdopodobieństwo wywołania szkody przez jedno z oddziałujących wyładowań,

$L_x$  - średnia wartość pośrednich strat.

Liczba wyładowań atmosferycznych, które mogą oddziaływać na obiekt zależy od gęstości wyładowań w danym regionie, rozmiarów i charakterystyki obiektu z przyłączonymi urządzeniami usługowymi i charakterystyki otaczającego środowiska.

Prawdopodobieństwo strat zależne jest od charakterystyki obiektu i stosowanych środków ochrony odgromowej i przed przepięciami.

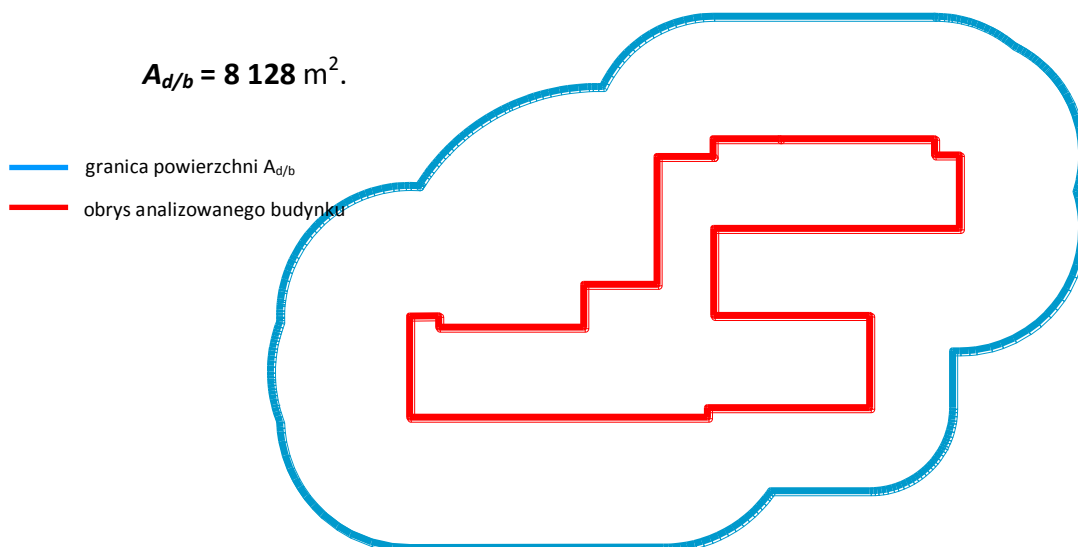
Roczna średnia wartość strat zależy od rozmiaru szkody, jaka może wystąpić w następstwie wyładowania piorunowego i pośrednich skutków, jakie może ona wywołać.

### 5.3. Charakterystyka obiektu i jego otoczenia

Na podstawie map intensywności burzowej przyjmuje się, że gęstość wyładowań doziemnych  $N_G$  dla obszaru, w którym znajduje się obiekt poddawany analizie (Białystok), określona na podstawie średniej liczby dni burzowych  $T_d$ , jest równa:

$$N_G = 0,1 T_d = 3 \text{ [1/km}^2\text{/rok]}.$$

Powierzchnia zbierania wyładowań trafiających w obiekt  $A_{d/b}$  została wyznaczona metodą graficzną na podstawie podanych przez Zamawiającego wymiarów geometrycznych i wynosi:



**Rys. 1. Powierzchnia zbierania wyładowań bezpośrednich analizowanego obiektu wyznaczona metodą graficzną**

Analizowany zespół budynków SOSzW w Sokółce pod kątem ochrony przeciwpożarowej do wyznaczenia powierzchni zbierania wyładowań bezpośrednich w obiekt  $A_{d/b}$  przyjmuje się wymiary całego budynku. Na podstawie analizy położenia obiektu traktuje się go, jako odosobniony.

W analizie wyróżniono następujące strefy obiektu:

- Z0: zewnętrzna, obejmująca otoczenie budynku;
- Z1: część wewnętrzna budynku;

W strefie Z1 uwzględnia się środki ochrony przeciwpożarowej w postaci gaśnic ręcznych. Ryzyko pożaru przyjmuje się, jako zwykłe.

Dla strefy Z0 i Z1 przyjmuje się typowe sugerowane w normie wartości strat wskutek porażenia napięciami krokowymi i dotykowymi. Straty wskutek uszkodzenia fizycznego dla strefy Z1 przyjmuje się, jako sugerowane w normie dla obiektów publicznych. Dodatkowo ze względu na przeznaczenie zespołu budynków SOSzW w Sokółce przyjmuje się średni poziom paniki. Do budynku doprowadzone są następujące linie zewnętrzne:

- zasilająca linia podziemna niskiego napięcia,
- napowietrzna linia telefoniczna.

Ze względu na brak szczegółowych danych w analizie przyjmuje się sugerowane w takim przypadku długości dla obu linii  $L_c = 1000\text{ m}$ . Dla linii telefonicznej zakłada się szacunkowo wysokość zawieszenia linii  $H_c = 5\text{ m}$ . Przyjmuje się typowe wartości wytrzymałości układów wewnętrznych 2,5 kV i 1,5 kV odpowiednio dla linii zasilającej i telekomunikacyjnej.

Szczegółowa charakterystyka obiektu i poszczególnych stref została przedstawiona w tablicach 2-4.

Tablica 2. Właściwości obiektu i przyłączonych urządzeń usługowych			
Parametr	Uwagi	Symbol	Wartość
Gęstość wyładowań	na podstawie średniej rocznej liczby dni burzowych	$N_g$ [km <sup>-2</sup> ]	3
<b>Obiekt</b>			
Powierzchnia zbierania wyładowań bezpośrednich	wyznaczona metodą graficzną na podstawie wymiarów geometrycznych budynku	$A_{d/b}$ [m <sup>2</sup> ]	8 128
Położenie obiektu	obiekt odosobniony	$C_{d/b}$	1
Instalacja odgromowa	brak / LPS klasy III	$P_B$	1 / 0,1
<b>Urządzenie usługowe: linia zasilająca</b>			
Długość	długość linii do najbliższego węzła - brak dokładnych danych,	$L_c$ [m]	1000
	przyjęto $L_c = 1000$ m zgodnie z zaleceniami normy		
Typ linii	linia kablowa	-	-
Obecność transformatora	brak	$C_t$	1
Położenie linii	środowisko miejskie	$C_{d/a}$	0,25
Powierzchnia zbierania wyładowań bezpośrednich trafiających w urządzenie usługowe	$A_l = (L_c - 3(H_a + H_b)) \rho$ $H_b = 6,83$ m – wysokość budynku w punkcie przyłączenia linii $\rho = 500$ ?m – założona rezystywność gruntu	$A_l$ [m <sup>2</sup> ]	21903
Wytrzymałość urządzeń wewnętrznych	typowo	$U_w$ [kV]	2,5
Środki ochrony	brak ochrony przed przepięciami / ochrona wg LPL III	$P_{Uw}, P_V$	1 / 0,03
<b>Urządzenie usługowe: linia telekomunikacyjna</b>			
Długość	długość linii do najbliższego węzła - brak dokładnych danych,	$L_c$ [m]	1000
	przyjęto $L_c = 1000$ m zgodnie z zaleceniami normy		
Typ linii	linia napowietrzna	$H_c$ [m]	5
Obecność transformatora	nie dotyczy	$C_t$	1
Położenie linii	środowisko miejskie	$C_{d/a}$	0,25
Powierzchnia zbierania wyładowań bezpośrednich trafiających w urządzenie usługowe	$A_l = (L_c - 3(H_a + H_b)) 6H_c$ $H_b = 6,83$ m – wysokość analizowanego budynku $H_c = 5$ m – wysokość zawieszenia linii	$A_l$ [m <sup>2</sup> ]	29 385
Wytrzymałość urządzeń wewnętrznych	typowo dla urządzeń informatycznych	$U_w$ [kV]	1,5
Środki ochrony	brak ochrony przed przepięciami / ochrona wg LPL III	$P_{Uw}, P_V$	1 / 0,03

Tablica 3. Średnie liczby groźnych zdarzeń mogących powodować straty		
Współczynnik	Symbol	Wartość (1/rok)
Średnia liczba wyładowań trafiających w obiekt	$N_D = N_G \times A_{d/b} \times C_{d/b} \times 10^{-6}$	0,0244
Średnia liczba wyładowań trafiających w linię zasilającą	$N_L = N_G \times A_l \times C_{d/a} \times C_t \times 10^{-6}$	0,0164
Średnia liczba wyładowań trafiających w linię telekomunikacyjną	$N_L = N_G \times A_l \times C_{d/a} \times C_t \times 10^{-6}$	0,0220



Tablica 4. Charakterystyka stref obiektu				
Współczynnik		Uwagi	Symbol	Wartość
Z0: strefa zewnętrzna				
Ochrona przed porażeniem istot żywych		brak	P <sub>A</sub>	1
Rodzaj gruntu		chodnik betonowy lub kostka	r <sub>a</sub>	0,0001
Utrata życia ludzkiego na skutek napięć krokowych i dotykowych		typowa wartość zalecana w normie dla stref zewnętrznych	L <sub>t</sub>	0,01
Z1: strefa administracyjna (wewnętrzna)				
Środki ochrony ppoż.		gaśnice ręczne	r <sub>p</sub>	0,5
Rodzaj podłoża		ceramika	r <sub>u</sub>	0,001
Specjalne zagrożenie		średni poziom paniki – obiekt przeznaczony do imprez sportowych z liczbą uczestników od 100 do 1000 osób	h <sub>z</sub>	5
Ryzyko pożaru		zwykłe	r <sub>f</sub>	0,01
Utrata życia ludzkiego na skutek	napięć krokowych i dotykowych	typowa wartość zalecana w normie dla stref wewnętrznych	L <sub>t</sub>	0,0001
	uszkodzenia fizycznego	typowa wartość podana w normie dla obiektów publicznych	L <sub>f</sub>	0,1

#### 5.4. Analiza komponentów ryzyka i dobór środków ochrony

Na podstawie analizy ryzyka przeprowadzonej zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 62305-2:2008 stwierdza się, że zespół budynków SOSzW w Sokółce wymaga ochrony odgromowej według założeń drugiego poziomu LPL III. Zgodnie z wynikami oceny ryzyka niezbędnym środkiem ochrony odgromowej jest zastosowanie zewnętrznej instalacji odgromowej LPS klasy III oraz ochrony przed przepięciami zaprojektowanej stosownie do poziomu ochrony LPL III.

##### Uzasadnienie

Analiza zagrożenia piorunowego obiektu została przeprowadzona dla dwóch różnych wariantów ochrony:

**Wariant A:** brak środków ochrony odgromowej (tablica 5),

**Wariant B:** budynek wyposażony w instalację odgromową LPS klasy III i układ skoordynowanych ograniczników przepięć stosownie do poziomu ochrony LPL III (tablica 6).

W tablicy 5 przedstawiono wyniki ryzyka całkowitego dla różnych poziomów ochrony odgromowej. W tablicy 6 przedstawiono obliczone wartości poszczególnych komponentów ryzyka oraz wartość całkowitego ryzyka utraty życia ludzkiego dla wariantów A i B.

Wartość ryzyka utraty życia ludzkiego w przypadku wariantu A przy braku środków ochrony odgromowej wynosi  $R_1 = 1,57 \cdot 10^{-4}$  (tablica 5). Dopuszczalna wartość ryzyka

tolerowanego wynosi  $R_T = 10^{-5}$ , w związku z tym konieczne jest zastosowanie dodatkowych środków ochronnych. Z obliczeń wynika, iż decydującym wagowo komponentem ryzyka  $R_1$  jest ryzyko  $R_B$  oraz  $R_V$  utraty życia ludzkiego w skutek uszkodzenia fizycznego obiektu wywołanego odpowiednio bezpośrednim wyładowaniem w obiekt oraz w przyłączone do obiektu linie zewnętrzne.

W celu minimalizacji wartości komponentu  $R_B$  należy zredukować prawdopodobieństwo  $P_B$  uszkodzenia fizycznego wskutek bezpośredniego wyładowania w obiekt. Wartość  $P_B$  zależy od klasy instalacji odgromowej, przy jej braku  $P_B = 1$ . W celu minimalizacji wartości komponentu  $R_V$  należy zredukować prawdopodobieństwo  $P_V$  uszkodzenia fizycznego wskutek bezpośredniego wyładowania w linie zewnętrzne. Wartość  $P_V$  zależy od stosowanych środków ochrony przed przepięciami, przy jej braku  $P_V = 1$ . Zastosowanie ochrony obiektu w postaci instalacji odgromowej oraz układu ograniczników przepięć zaprojektowanych według poziomu ochrony LPL III (Wariant B) powoduje redukcję prawdopodobieństwa  $P_B$  do wartości 0,1 oraz prawdopodobieństwa  $P_V$  do wartości 0,03, a tym samym redukcję ryzyka całkowitego  $R_1$  poniżej wartości ryzyka tolerowanego  $R_T$  (tablica 6) do wartości  $R_1 = 9,01 \cdot 10^{-6}$ .

**Tablica 5.** Wartości ryzyka całkowitego utraty życia ludzkiego ( $R_1$ ) dla różnych wariantów ochrony. Ryzyko tolerowane  $R_T = 10^{-5}$

Wariant ochrony	$R_1$
Brak	1,57E-04
LPS klasy IV, SPD stosownie do LPL IV	1,51E-05
LPS klasy III, SPD stosownie do LPL III	9,01E-06

**Tablica 6.** Zestawienie komponentów ryzyka utraty życia ludzkiego ( $R_1$ )

Ryzyko tolerowane  $R_T = 10^{-5}$

Komponent ryzyka		Wariant A	Wariant B
<b>Ryzyko utraty życia ludzkiego związane z wyładowaniem w obiekt</b>			
$R_A = N_D \times P_A \times r_a \times L_t$	wskutek porażenia ( $Z_0$ )	2,438E-08	2,438E-08
$R_B = N_D \times P_B \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$	wskutek uszkodzenia fizycznego ( $Z_1$ )	6,096E-05	6,096E-06
<b>Ryzyko utraty życia ludzkiego związane z wyładowaniem w urządzenia usługowe</b>			
$R_U = N_L \times P_U \times r_u \times L_t$	wskutek porażenia ( $Z_1$ )	3,847E-09	1,154E-10
$R_V = N_L \times P_V \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$	wskutek uszkodzenia fizycznego ( $Z_1$ )	9,616E-05	2,885E-06
<b>Ryzyko całkowite</b>			
$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V$		1,572E-04	9,005E-06

## 5.1. Literatura

- [1] PN-EN 62305-2:2008: Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem