

ZMIANY W PODEJŚCIU DO OCENY ZAGROŻENIA PIORUNOWEGO

Andrzej Sowa

Politechnika Białostocka

Podstawowym zadaniem urządzenia piorunochronnego jest przejęcie i odprowadzenie do ziemi prądu piorunowego w sposób bezpieczny dla ludzi oraz eliminujący możliwość uszkodzenia chronionego obiektu budowlanego. Powszechne stosowanie systemów informatycznych, telekomunikacyjnych, teleinformatycznych oraz kontrolno-pomiarowych stworzyło konieczność zwrócenia większej uwagi na ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed zagrożeniami występującymi podczas doziemnych wyładowań piorunowych. Obecnie projektując ochronę odgromową obiektów budowlanych, w którym będą zainstalowane takie systemy, należy dodatkowo uwzględnić wymagania dotyczące:

- *oceny występującego zagrożenia piorunowego i określenia odpowiedniego poziomu ochrony obiektu,*
- *niedopuszczania do bezpośredniego oddziaływania prądu piorunowego na urządzenia chronionych systemów,*
- *ograniczania wartości nateżeń impulsowego pola elektromagnetycznego występującego wewnątrz obiektu budowlanego podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego lub wyładowania w bliskim sąsiedztwie tego obiektu,*
- *ograniczania do odpowiednich poziomów napięć i prądów udarowych występujących w instalacji elektrycznej oraz w systemach przesyłu sygnałów,*

Spełniając powyższe wymagania należy zwrócić szczególną uwagę na zalecenia zawarte w normach dotyczących ochrony odgromowej obiektów, ochrony przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym oraz kompatybilności elektromagnetycznej. Poniżej przedstawione zostaną podstawowe informacje dotyczące oceny zagrożenia piorunowego obiektu oraz zasady oszacowania ryzyka spodziewanych szkód.

1. NORMY I ZALECENIA

Instalacje piorunochronne na obiektach budowlanych powinny być wykonane zgodnie z zaleceniami polskich norm. Takie wymagania zawiera obowiązujące Rozporządzenie Ministra Infrastruktury (Rozporządzenie z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz. U. Nr 109, poz.1156), w którym stwierdzono, że:

- *budynek należy wyposażyć w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych (§ 53, pkt. 2),*
- *instalacja powinna być wykonana zgodnie z Polską Normą dotyczącą ochrony odgromowej obiektów budowlanych (§ 184).*

Początkowo krajowe normy ochrony odgromowej (tablica 1) zawierały podstawowe zalecenia określające zasady ochrony ludzi oraz różnorodnych obiektów budowlanych.

Tablica 1. Zestawienie podstawowych norm dotyczących ochrony odgromowej

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

W mniejszym stopniu dotyczyły zagadnień ochrony odgromowej urządzeń i systemów elektrycznych i elektronicznych. W roku 2001 zaczęto wprowadzać międzynarodowe normy ochrony odgromowej, wśród których można wyodrębnić cztery podstawowe grupy tematyczne określające:

- sposób wyznaczania poziomów ochrony urządzenia piorunochronnego,
- podstawowe zasady ochrony odgromowej obiektów budowlanych,
- podstawowe zasady ochrony przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym LEMP (ang. Lightning ElectroMagnetic Pulse),
- wymagania stawiane elementom urządzenia piorunochronnego.

Informacje zawarte w normach ochrony odgromowej oraz ochrony przed LEMP wykorzystano przy określaniu zakresu badań urządzeń do ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej oraz w liniach przesyłu sygnałów. Na bazie tych norm opracowywane są również normy określające zasady ochrony różnego rodzaju obiektów, które albo nie są opisane w normach ochrony odgromowej albo wymagają dokładniejszego przedstawienie szczegółowych rozwiązań (tabela 2).

Od kilku lat prowadzone są prace, których celem jest uporządkowanie norm ochrony odgromowej. W ich wyniku powstały normy serii IEC 62305, które wprowadzono również w Polsce. Ogólne informacje o zakresie tematycznym tych norm przedstawiono w tabeli 3.

2. OCENA ZAGROŻENIA PIORUNOWEGO

Oceniając zagrożenie obiektów budowlanych oraz urządzeń elektrycznych i elektronicznych należy przeanalizować następujące przypadki:

- bezpośrednio wyładowanie piorunowe w obiekt budowlany oraz w dochodzące do niego instalacje elektryczne i linie przesyłu sygnałów
- wyładowanie w sąsiedztwie obiektu,
- wyładowanie w sąsiedztwie linii zasilających i sygnałowych dochodzących do obiektu,
- bezpośrednio wyładowanie w pobliskie objekty.

Tabela 2. Przykładowe zestawienie norm określających zasady ochrony odgromowej różnorodnych obiektów

Zakres tematyczny	Zestawienie norm
Ochrona obiektów telekomunikacyjnych	<p>ITU-T Recommendation K.20. (02/00) <i>Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunication centre to overvoltages and overcurrents.</i></p> <p>ITU-T Recommendation K.27. (05/96) <i>Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building.</i></p> <p>ITU-T Recommendation K.40. (10/96); <i>Protection against interference: Protection against LEMP in telecommunications centers.</i></p>
Linie telekomunikacyjne	<p>PN-EN 61663-1:2002 (U), <i>Ochrona odgromowa - Linie telekomunikacyjne - Część 1: Instalacje światłowodowe</i></p> <p>PN-EN 61663-2:2002 (U) <i>Ochrona odgromowa - Linie telekomunikacyjne - Część 2: Linie wykonywane przewodami metalowymi</i></p>
Stacje i linie elektroenergetyczne	<p>PN-E-05115:2002, <i>Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym do 1000V (przedstawiono metody ochrony od bezpośrednich uderzeń pioruna).</i></p> <p>IEEE Std. 998-1996, <i>IEEE Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substation.</i></p> <p>IEEE Std. 1410TM-2004, <i>IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines.</i></p>
Elektrownie wiatrowe	<p>IEC TR 61400-24:2002, <i>Wind turbine generator systems- Part 24: Lightning protection.</i></p> <p>IEC 88/117/CD: 1999, <i>Wind turbine generator systems- Part 24. Lightning protection for wind turbine.</i></p>
Niewielkie obiekty pływające	<p>ISO 10134: Small craft – Electrical devices – Lightning protection. 1993.03.01</p> <p>Standard and Recommendation Practices for Small Craft. Standard E-4, Lightning Protection. <i>American Boat and Yacht Council.</i></p> <p>Fire Protection Standard for Motor Craft – NFPA 302, 14. <i>National Fire Protection Association</i></p>
Elektrownie atomowe	KTA 2206 <i>Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen</i>

Tabela 3. Zakres tematyczny norm serii EN 62305

Norma	Zakres tematyczny
PN-EN 62305-1:2006 (U) , <i>Ochrona odgromowa - Część 1: Wymagania ogólne</i>	<p>Ochrona odgromowa obiektów włącznie z ich instalacjami, zawartością i osobami oraz urządzeń usługowych przyłączonych do obiektu.</p> <p>Z wyłączeniem:</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.
PN-EN 62305-2:2006 (U) , <i>Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem</i>	<p>Zakres</p> <p>Oszacowanie ryzyka powodowanego przez piorunowe wyładowania doziemne w obiektach budowlanych i urządzeniach usługowych</p>
PN-EN 62305-3:2006 (U) , <i>Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.</i>	<p>Zakres</p> <p>Wymagania dotyczące ochrony obiektów przed uszkodzami fizycznymi za pomocą LPS i ochrony istot żywych przed porażeniem napięciami dotykowymi i krokowymi w pobliżu urządzenia piorunochronnego.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektowanie, wykonanie, sprawdzanie i utrzymanie LPS w obiektach dowolnej wysokości. • Ustalenie środków ochrony istot żywych przed porażeniem napięciami dotykowymi i krokowymi.
PN-EN 62305-4:2006 (U) , <i>Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych</i>	<p>Zakres</p> <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>

W chwili obecnej ocena zagrożenia ogranicza się najczęściej do przypadków bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budowlany. Przykładowa ocena zagrożenia piorunowego przedstawiona zostanie dla następujących obiektów:

- typowego wielokondygnacyjnego budynku mieszkalnego,
- rozległego obiektu budowlanego (np. rozległa hala przemysłowa lub handlowa).

2.1. Bezpośrednie wyładowanie piorunowe w obiekt

Spodziewaną częstość bezpośrednich wyładowań piorunowych w obiekt określa zależność:

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6}$$

gdzie N_g - średnia gęstość wyładowań doziemnych, na km^2 i na rok w rejonie, w którym znajduje się obiekt,

A_e - równoważna powierzchnia zbierania wyładowań piorunowych przez obiekt.

Obecnie, do czasu uzyskania dokładniejszych informacji o liczbie dni burzowych na terenie Polski, zalecane jest, zgodnie z wymaganiami normy PN-86/E-05003/01, przyjmowanie rocznej gęstości:

- **1,8** - dla terenów o szerokości geograficznej poniżej $51^{\circ}30'$,
- **2,5** - dla pozostałych terenów kraju.

Równoważna powierzchnia zbierania wyładowań piorunowych, przez prostopadłościan o wymiarach a , b i h (wymiarzy w m), opisywana jest zależnością:

$$A_e = a \cdot b + 2(a + b)mh + \pi \cdot m^2 \cdot h^2$$

W przypadku obecności innych obiektów w odległości mniejszej niż $3(h + h_s)$ od rozpatrywanego obiektu, powierzchnia równoważna A_d zostaje zredukowana o część odpowiadającą odległości:

$$X_s = \frac{d + 3 \cdot (h_s - h)}{2}$$

przy czym: d – pozioma odległość między obiektem rozpatrywanym a sąsiednim;

h_s – wysokość sąsiedniego obiektu.

Dla wysokich wież lub masztów, pomijając wymiary a i b , zależność określająca równoważną powierzchnię zbierania wynosi:

$$A_e \approx \pi \cdot m^2 \cdot h^2$$

Wyznaczenie równoważnej powierzchni zbierania wymaga określenia wartości współczynnika m . Niestety w normach wartość m nie jest jednoznacznie określona i wynosi:

- wg PN-86/E-05003/01 - $m = 4$
- wg PN-IEC 61024-1-1 - $m = 3$

Zależność wg PN-IEC 61024-1-1 określa obszar ograniczony linią utworzoną przez przecięcie się powierzchni ziemi z linią prostą o nachyleniu 1:3 i prowadzoną z najwyższych części obiektu i obracaną dookoła niego (rys. 1.).

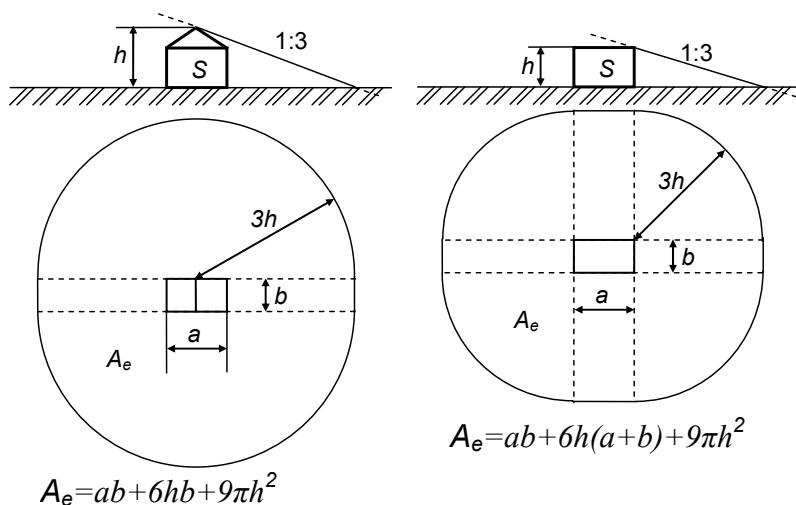
2.2. Poziomy ochrony urządzeń piorunochronnych

Dobierając poziom ochrony urządzenia piorunochronnego należy określić spodziewaną częstość bezpośrednich wyładowań piorunowych w dany obiekt N_d i porównać z częstością akceptowalną N_c dla tego obiektu.

W przypadku obiektów budowlanych akceptowalna roczną częstość N_c wyładowań piorunowych może być ustalona przez jej właściciela lub projektanta urządzenia piorunochronnego.

Początkowo norma dotycząca ochrony ogromowej obiektów budowlanych zalecała dla obiektów zwykłych przyjmowanie wartości $N_c = 10^{-2}$.

W wydanym uzupełnieniu do normy ochrony odgromowej (PN-IEC 61024-1-1:2001/Ap1 grudzień 2002) zmniejszono wartość częstości akceptowanej do poziomu $N_c = 10^{-3}$.



Rys. 1. Przykład wyznaczania równoważnej powierzchni zbierania

Kolejnym etapem jest porównanie wartości N_c i N_d . W wyniku takiego porównania można stwierdzić:

- $N_d \leq N_c$ - urządzenie piorunochronne nie jest potrzebne,
- $N_d > N_c$ - urządzenie piorunochronne powinno zostać zainstalowane.

Jeśli wymagane jest stosowanie urządzenia piorunochronnego to jego skuteczność określa zależność:

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

Ostatnim krokiem, po wyznaczeniu skuteczności E, jest określenie odpowiedniego dla danego obiektu poziomu ochrony odgromowej (tabela 4).

Tabela 4. Skuteczności urządzenia piorunochronnego a odpowiadające im poziomy ochrony

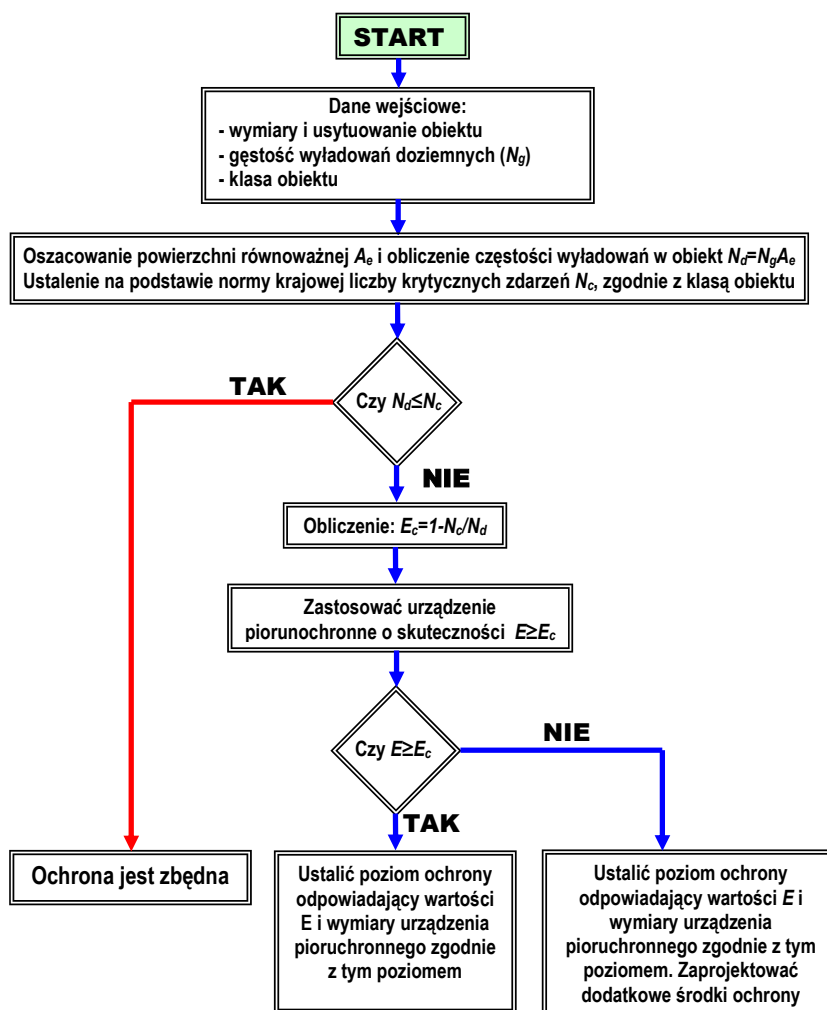
Skuteczność urządzenia piorunochronnego E	Poziom ochrony
0,98	I
0,95	II
0,90	III
0,80	IV

Omówiony sposób postępowania w formie blokowej przedstawiono na rys. 2. W tabeli 5 zestawiono przykładowe wyniki obliczeń poziomów ochrony dla wybranych obiektów.

Dobierając rozwiązania ochrony odgromowej należy uwzględnić wymagania wynikające z przyjęcia wyznaczonego poziomu ochrony.

3. OSZACOWANIE RYZYKA SZKÓD POWODOWANYCH PRZEZ PIORUNOWE WYŁADOWANIA DOZIEMNE

W nowym podejściu do zagadnień ochrony odgromowej przyjęto, że 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.



Rys. 2. Sposób postępowania przy określaniu poziomu ochrony obiektów budowlanych [PN-IEC 61024-1]

Tabela 5. Poziomy ochrony urządzeń piorunochronnych na wybranych obiektach

Podstawowe dane	Budynek mieszkalny o wymiarach 12m x 45m x 15m		Budynek typu halowego o wymiarach 36m x 72m x 12m	
Równoważna powierzchnia zbierania A_e	12 031, 79 m ²		14 439,50 m ²	
Średnia gęstość wyładowań N_g na km ² i na rok	1,8	2,5	1,8	2,5
Spodziewana częstość bezpośrednich wyładowań N_d	0,0216	0,0306	0,026	0,0361
Akceptowalna częstość wyładowań N_c	10 ⁻³			
Porównanie częstości N_d i N_c	$N_d > N_c$			
Skuteczność urządzenia piorunochronnego E	0,954	0,9667	0,961	0,972
Poziom ochrony	I	I	I	I
Akceptowalna częstość wyładowań N_c	10 ⁻²			
Porównanie częstości N_d i N_c	$N_d > N_c$			
Skuteczność urządzenia piorunochronnego E	0,5382	0,6675	0,6152	0,7229
Poziom ochrony	IV	IV	IV	IV

W tej normie wyróżnione komponenty ryzyka uszkodzenia instalacji i urządzeń ukierunkowano na przedstawione w tabeli 6 przyczyn szkód S , rodzajów szkód D oraz rodzaje strat L .

Tabela 6. 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	L_1, L_4^{**}		
		D_2	L_1, L_2, L_3, L_4	D_2	L'_1, L'_4
		D_3	L_1^*, L_2, L_4	D_3	L'_1, 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	L_1, L_4^{**}		
		D_2	L_1, L_2, L_3, L_4	D_2	L'_1, L'_4
		D_3	L_1^*, L_2, L_4	D_3	L'_1, L'_4
Trafienie w ziemię w pobliżu instalacji zewnętrznych	S_4	D_3	L_1^*, L_2, L_4	D_3	L'_1, L'_4

* - w przypadku szpitali i obiektów o zagrożeniu wybuchem;

** - w przypadku obiektów rolniczych (utrata zwierząt hodowlanych)

W tabeli 6 wyróżniono następujące rodzaje szkód i strat:

Przyczyny szkód (Z uwagi na miejsce uderzenia pioruna):

S_1 : wyładowania w obiekt;

S_2 : wyładowania obok obiektu;

S_3 : wyładowania w urządzenie usługowe;

S_4 : wyładowania obok urządzenia usługowego.

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 powiązanych z obiektem budowlanym:

L_1 : utrata życia ludzkiego;

L_2 : utrata usługi publicznej;

L_3 : utrata dziedzictwa kulturowego;

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

Rodzaje strat powiązanych z instalacją:

L'_1 : utrata usługi publicznej;

L'_4 : utrata wartości ekonomicznej;

Miarą zagrożenia piorunowego obiektu oraz skuteczności zastosowanych środków ochrony odgromowej jest ryzyko spodziewanych szkód R .

W obiektach wyposażonych w środki ochrony odgromowej to ryzyko 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 nie tolerowanego przez urządzenia lub instalacje w obiekcie,

L – współczynnik pozwalający oszacować rozmiary powstałej szkody.

Zgodnie z koncepcją zawartą w normie PN-EN 62305-2, ryzyko dla danego przypadku szkody lub straty jest sumą odpowiednich komponentów ryzyka, z których każdy może być wyznaczony na podstawie przedstawionego wzoru. Poszczególne komponenty ryzyka są ukierunkowane na określone przyczyny szkód (S), rodzaje szkód (D) oraz rodzaje strat (L).

Ryzyko R jest wartością prawdopodobnych średnich rocznych strat. Dla każdego typu straty, jaka może wystąpić w obiekcie lub w urządzeniu usługowym, powinna być wyznaczona stosowna wartość ryzyka. W obiekcie może wystąpić:

R_1 : ryzyko utraty życia ludzkiego;

R_2 : ryzyko utraty usługi publicznej;

R_3 : ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego;

R_4 : ryzyko utraty wartości ekonomicznej.

Klasyfikację poszczególnych komponentów ryzyka związanego z oddziaływaniem doziemnych wyładowań piorunowych na obiekt budowlanych przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Komponenty ryzyka związanego z oddziaływaniem wyładowań na obiekt budowlany ukierunkowane na poszczególne rodzaje oraz przyczyny szkód

Przyczyna szkody / Rodzaj szkody	S ₁ Trafienie w obiekt	S ₂ Trafienie w ziemię w pobliżu obiektu	S ₃ Trafienie w linię zewnętrzną	S ₄ Trafienie w ziemię w pobliżu linii zewnętrznych	Ryzyko związane z określonym rodzajem szkody
D ₁	R_A		R_U		$R_U + R_A$
D ₂	R_B		R_V		$R_B + R_V$
D ₃	R_C	R_M	R_W	R_Z	$R_C + R_M + R_W + R_Z$
Ryzyko związane z określoną przyczyną szkody	$R_A + R_B + R_C$	$R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$			

Charakterystyki obiektu i możliwych środków ochrony, wpływających na komponenty ryzyka dotyczącego obiektu, są podane w tabeli 8.

3.1. Zarządzanie ryzykiem

Podejmując decyzję o stosowaniu ochrony odgromowej obiektu lub urządzenia usługowego oraz dobierając środki ochrony należy przestrzegać następującej procedury:

- przeprowadzić identyfikację oraz charakterystykę obiektu poddawanego ochronie,
- przeprowadzić identyfikację wszystkich typów strat w obiekcie i odpowiedniego ryzyka R (R_1 do R_4);
- wyznaczyć wartości ryzyka R dla każdego typu straty (R_1 do R_4);
- dokonać oceny potrzeby ochrony przez porównanie ryzyka R_1 , R_2 i R_3 dla obiektu (R'_2 dla urządzenia usługowego) z wartością tolerowanego ryzyka R_T ;
- dokonać oceny ekonomiczności ochrony przez porównanie kosztów strat całkowitych bez i z zastosowanymi środkami ochrony.

W tym ostatnim przypadku, w celu oceny takich kosztów powinny być oszacowane komponenty ryzyka R_4 dla obiektu (R'_4 dla urządzenia usługowego).

Tabela 8. Czynniki wpływające na komponenty ryzyka w obiekcie budowlanym

Komponenty ryzyka Czynniki	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Powierzchnia zbierania wyładowań	X	X	X	X	X	X	X	X
Rezystywność gruntu otaczającego obiekt	X							
Rezystancja podłogi					X			
Bariery bezpieczeństwa, izolacja, napisy ostrzegawcze	X				X			
Zewnętrzne urządzenie piorunochronne	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Skoordynowana ochrona przy pomocy urządzeń ograniczających przepięcia			X	X			X	X
Ekranie przestrzenne			X	X				
Ekranowanie linii zewnętrznych					X	X	X	X
Ekranowanie linii wewnętrznych			X	X				
Trasowanie obwodów			X	X				
Sieć połączeń wyrównawczych			X					
Instalacje przeciwpożarowe		X				X		
Palność materiałów		X				X		
Zagrożenie specjalne		X				X		
Udarowe napięcie wytrzymywane			X	X	X	X	X	X

1) W przypadku naturalnego lub standardowego urządzenia piorunochronnego z odstępami między przewodami odprowadzającymi mniejszymi niż 10 m lub tam, gdzie przewidziano ograniczenia fizyczne, ryzyko dotyczące porażenia istot żywych napięciami dotykowymi i krokowymi jest pomijalne.
 2) Tylko dla ażurowego zewnętrznego urządzenia piorunochronnego.
 3) Wskutek połączeń wyrównawczych.

Obiekt poddawany rozważaniom obejmuje:

- sam właściwy obiekt;
- instalacje w obiekcie;
- zawartość obiektu;
- osoby w obiekcie lub przebywające w strefie do 3 m na zewnątrz obiektu;
- środowisko podległe wpływom uszkodzenia obiektu.

Odpowiedzialność za określenie tolerowanej wartości ryzyka spoczywa na władzy dysponującej odpowiednią jurysdykcją. Reprezentatywne wartości tolerowanego ryzyka R_T , gdzie wyładowania piorunowe powodują utratę życia ludzkiego lub utratę dóbr socjalnych lub kulturowych, są podane w tabeli 9.

Tabela 9. Typowe wartości tolerowanego ryzyka R_T

Typ straty	R_T (rok ⁻¹)
Utrata życia ludzkiego lub trwale porażenie	10 ⁻⁵
Utrata usług publicznych	10 ⁻³
Utrata dziedzictwa kulturowego	10 ⁻³

IEC Risk Assessment Calculator Project: HALA 100X50

Plik Opcje Dokumentacja Pomoc

Wymiary obiektu:

Długość obiektu (m): 100

Szerokość obiektu (m): 50

Wysokość powierzchni dachu obiektu (m): 10

Wysokość najwyższej części dachu (m): 10

* Mierzone od powierzchni gruntu

Powierzchnia równoważna (m²): 16 829 m²

Linie usługowe przewodzące:

Linia zasilająca:

Rodzaj wprowadzanych linii: Kabel w ziemi

Rodzaj linii zewnętrznych: Nieekranowane

Obecność transformatora ŚN/nn: Transformator

Inne linie napowietrzne:

Liczba linii przewodzących: 0

Rodzaj linii zewnętrznych: Nieekranowane

Inne linie kablowe:

Liczba linii przewodzących: 1

Rodzaj linii zewnętrznych: Nieekranowane

Rodzaje strat:

Typ 1 - utrata życia ludzkiego:

Specjalne zagrożenie życia: Średni poziom paniki

Utrata życia wskutek pożaru: Inne objekty

Utrata życia wskutek przepięć: Inne objekty

Typ 2 - utrata podstawowych usług:

Utrata usług wskutek pożaru: Zasilanie elektryczne

Utrata usług wskutek przepięć: Zasilanie elektryczne

Typ 3 - utrata dóbr kulturalnych:

Utrata dóbr kulturalnych wskutek: Brak dóbr kulturalnych

Typ 4 - straty materialne:

Specjalne ryzyko strat: Brak specjalnego zagrożenia

Straty materialne wskutek pożaru: Obiekt publiczny

Straty materialne wskutek: Teren przemysłowy, handlowy

Straty wskutek napięć: Brak ryzyka porażenia

Tolerowane ryzyko strat: 1 na 1.000 lat

Właściwości obiektu:

Ryzyko pożaru lub szkody fizycznej: Zwykłe

Skuteczność ekranowania obiektu: Średnia

Wewnętrzne oprzewodowanie: Nieekranowane

Wpływ otoczenia:

Położenie obiektu względem: Obiekt odosobniony

Gęstość zabudowy (gęstość linii): Podmiejska

Liczba dni burzowych: 20 days/year

Roczna gęstość wyładowań: 2,0 flashes/km²

Mapa izokerauniczna: Podgląd mapy

Środki ochrony:

Poziom ochrony LPS: Brak ochrony

Środki ochrony ppoż.: Systemy automatyczne

Ochrona od przepięć: Połączenia tylko na wejście

Wyniki obliczeń ryzyka:

	Tolerowane ryzyko (R _T):	Ryzyko wskutek	Ryzyko wskutek	Ryzyko całkowite (R)
Utrata życia ludzkiego:	1,00E-05 =>	3,74E-06	+ 9,90E-06	= 1,36E-05
Utrata podstawowych	1,00E-03 =>	3,70E-05	+ 8,21E-04	= 8,58E-04
Utrata dóbr kulturalnych:	1,00E-03 =>	0,00E+00	+ 0,00E+00	= 0,00E+00
Straty materialne:	1,00E-03 =>	3,50E-04	+ 8,20E-03	= 8,55E-03

Obliczenia

Niniejszy program jest pomocny w analizie różnych czynników przy ocenie ryzyka strat piorunowych. Nie ma możliwości uwzględnienia wszystkich elementów projektowych, które mogłyby czynić obiekt mniej lub bardziej podatnym na szkody piorunowe. W nietypowych przypadkach czynniki osobowe i materialne mogą być bardzo ważne i powinny być dodatkowo uwzględnione w obliczeniach. Program ten jest przeznaczony do stosowania w powiązaniu z normą IEC 62305-2.

Please register so we can keep you updated - see Help menu

Project: HALA 100X50 Tooltips: ON Database: v1.0.6 Map: AUSTRALIA 2006-09-28

Start IEC Risk Assessment ... 08:12

Rys. 3. Widok okna dialogowego programu analizującego ryzyko zgodnie z PN-EN 62301-2

4. PODSUMOWANIE

Porównując obowiązujący obecnie sposób wyboru poziomu ochrony odgromowej obiektu z wprowadzaną metodą szacowania ryzyka nasuwają się następujące uwagi:

1. Dotychczas, przy wyborze poziomu ochrony podstawowe znaczenia mają wymiary obiektu oraz akceptowalna roczną częstość N_c wyładowań piorunowych. Brak wpływu czynników związanych z wyposażeniem obiektu oraz jego konstrukcją
2. Wartość N_c jest zalecana przez normy ochrony odgromowej. W przypadku własności prywatne może być ustalona przez właściciela obiektu lub projektanta urządzenia piorunochronnego.
3. Przyjmowanie akceptowalnej wartości zalecanej przez normy ($N_c = 10^{-3}$) powoduje otrzymywanie dla dużych obiektów wymagań wynikających ze przyjęcia I lub II poziomu ochrony, co nie zawsze może wynikać z rzeczywistego zagrożenia.
4. Przyjęcie analizy ryzyka zgodnie z PN-EN 62305-2(U) umożliwi sprawdzenie wpływu różnorodnych środków ochrony oraz uwzględnieniu różnorodnych strat, właściwości i wpływu otoczenia obiektu na poziom ochrony. Dzięki takiemu podejściu możliwe jest przyjęcie poziomu ochrony w pierwszej fazie postępowania i dopasowanie wymagań dotyczących ochrony odgromowej i przepięciowej.