



## **Instalacje piorunochronne – ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa**

**mgr inż. Krzysztof Cedro  
PKOO SEP  
PPHU SPINPOL HT Kielce**

### **Konferencja Naukowo -Techniczna:**

„Dostosowanie instalacji elektrycznych i piorunochronnych w budynkach do wymagań aktualnych przepisów technicznych i norm”.

Warszawa 28.09.2007 r.

## **Wstęp.**

Aby uzyskać opłacalny ekonomicznie i skuteczny technicznie system ochrony odgromowej budynku, jego wyposażenia oraz osób przebywających wewnątrz lub w najbliższym jego otoczeniu, należy przedsięwziąć szereg działań, które powinny być prowadzone równolegle i w połączeniu z naturalnym procesem realizacji inwestycji – od etapu wstępnych założeń i planowania, do końcowych odbiorów, łącznie z późniejszymi pracami serwisowymi i ewentualnymi korektami wynikłymi na skutek modernizacji. Proces taki wymaga ścisłego współdziałania osób realizujących inwestycję z osobą, której zadaniem jest koordynować prace związane z szeroko rozumianą ochroną odgromową.

Jakiegolwiek niedociągnięcia lub zaniedbania na tym etapie mogą spowodować późniejsze przykre konsekwencje w postaci obrażeń lub zagrożenia życia osób personelu, strat na skutek zarówno zniszczeń urządzeń technologicznych jak i strat spowodowanych przestojami. W krytycznych i nie licznych sytuacjach brak dbałości i lekceważenie ochrony odgromowej może przynieść fatalne skutki związane ze skażeniem środowiska lub klęskami żywiołowymi.

Niniejsza konferencja może być dobrą okazją do refleksji i zastanowienia się jak dziś, na współczesnym polskim rynku budowlanym, ogarniętym gorączką boomu inwestycyjnego, realizowane są wymagania zapisane w istniejących normach przedmiotowych. Jak instalacje są projektowane, wykonywane, przez kogo i z jakich materiałów? Czy nowe normy, na które tak długo czekaliśmy w nadziei uporządkowania rynku ochrony odgromowej, spełnią nasze oczekiwania?

## **Normy - stan aktualny.**

Pozorna nie obligatoryjność polskich norm wyrażona w artykule 5.3 Ustawy nr 1386 z dn. 12.09.02 r. nie powinna już nikogo zmylić. Szereg istniejących rozporządzeń odwołuje się do norm dotyczących budowy instalacji elektrycznych, a w szczególności budowy instalacji ochrony odgromowej. Zgodnie z zapisem w art. 5.4 przywołanej powyżej Ustawy opublikowana czteroarkuszowa seria norm PN-EN 62305(U) nie może być przywoływana w takich rozporządzeniach dopóki nie zostanie opublikowana w języku polskim. Wobec takiej sytuacji zestawienie najważniejszych, aktualnych publikacji dotyczy następujących, zapewne znanych już powszechnie, pozycji:

- PN-IEC 61024-1. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.
- PN-IEC 61024-1-1. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń.
- PN-IEC 61024-1-2. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie.
- PN-IEC 61312-1. Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.
- PN-IEC 61312-2. Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Część 2: Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.

oraz starsze wersje funkcjonujące równolegle do w/w:

- PN-86/E-05003/01. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
- PN-86/E-05003/03. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona.
- PN-86/E-05003/04. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona specjalna.

Kłopoty projektantów i instalatorów z różnymi, czasem rozbieżnymi zaleceniami znajdującymi się w tych arkuszach, były już wielokrotnie omawiane, ale sam problem straci ważność w momencie ukazania się polskojęzycznych wersji normy PN-EN 62305. Warto

natomiast przypomnieć rozporządzenia, które odnoszą się do interesującego nas zakresu. Są to:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75/2002 poz. 690, Dz. U. 33/2003 poz. 270 wraz ze zmianami w Dz. U. nr 109/2004 poz. 1156 - § 53.2, § 183.10, § 184.3 oraz załączony wykaz norm).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz. U. nr 132/1997 poz. 877 – rozdz. 5, § 44).
- Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane nie będące budynkami, służące obronności państwa oraz ich usytuowanie (Dz. U. nr 103/1996 poz. 447 ze zm. Dz. U. 120/2001 poz. 1291 - § 6b.1, 6b.2).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać sieci gazowe (Dz. U. nr 97/2001 poz. 1055 - § 53.1, § 78.5).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz. U. nr 103/1996 poz. 477 - § 41.2, § 107).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego jakim powinny odpowiadać przenośniki kabinowe i krzesełkowe (Dz. U. nr 77/2001 poz. 827 - § 18).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego jakim powinny odpowiadać dźwigniki (Dz. U. nr 4/2002 poz. 43 - § 52).

Uogólnione odniesienia do polskich norm, istniejące w przytoczonych rozporządzeniach, spowodują, że publikacja w języku polskim norm nowej serii PN-EN 62305 nada jej status obligatoryjności.

### **Norma PN-EN 62305.**

Niniejsze opracowanie powstaje w momencie, gdy kończy się okres dwuwładzy starych norm serii PN-.../E 05003 i norm PN-IEC 61024/61312, a obecnie jesteśmy w przededniu wprowadzenia długo oczekiwanych, ujednoliconych arkuszy 1 - 4 normy PN-EN 62305. W minionym 2006 roku opublikowano w/w arkusze w formie uznaniowej tzn. z literą "U", dostępne w języku angielskim, francuskim i niemieckim. Z uzyskanych informacji wynika, że plan wydawniczy PKN obejmuje ukazanie się w języku polskim arkuszy 1 i 2 - pod koniec 2007 roku, a kolejnych 3 i 4 w 2008 roku. Ukazanie się ostatniego arkusza spowoduje wycofanie starszych, obowiązujących obecnie norm. W tabeli 1 pokazano zestawienie omawianych arkuszy.

Tabela 1.

Numer normy	Tytuł normy	Data ukazania się wersji uznaniowej	Planowana data publikacji docelowej
<b>PN-EN 62305-1</b>	Ochrona odgromowa. Część 1: Wymagania ogólne.	13 kwiecień 2006	koniec 2007 r.
<b>PN-EN 62305-2</b>	Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.	4 lipiec 2006	koniec 2007 r.
<b>PN-EN 62305-3</b>	Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.	4 lipiec 2006	2008 r.
<b>PN-EN 62305-4</b>	Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.	13 kwiecień 2006	2008 r.

Jak nie trudno zauważyć w powyższym zestawieniu nie ma arkusza 5, anonowanego wcześniej jako dokument zajmujący się ochroną linii zewnętrznych. W obecnej chwili nie mamy ostatecznej informacji, czy arkusz ten zostanie całkowicie anulowany, czy zostanie zredukowany do jednej strony zaleceń odwołujących się do innych publikacji.

Zastępowanie dotychczasowych norm nastąpi według następującego klucza:

**PN-EN 62305-1 i PN-EN 62305-3** ↔ PN-IEC 61024-1, PN-IEC 61024-1-1, PN-IEC 61024-1-2.

**PN-EN 62305-2** ↔ nowa norma na rynku polskim (IEC 61662+A1).

**PN-EN 62305-4** ↔ PN-IEC 61312-1, 2, 3.

W nowych normach znajdziemy min.:

- **PN-EN 62305-1:**
  - rodzaje strat, źródła uszkodzeń i odpowiadające im ryzyka - informacje podstawowe.
  - podstawowe kryteria ochrony LPZ, LPL, redukcja uszkodzeń i awarii.
  - parametry i kształty prądu piorunowego, kombinacje uderzeń występujących przy wyładowaniu.
  - układy do symulacji prądów piorunowych.
  - oddziaływanie pioruna na komponenty systemu ochrony odgromowej.
  - analizę przepięć w różnych punktach instalacji.
- **PN-EN 62305-2**
  - uszkodzenia i straty.
  - szczegółową procedurą obliczania komponentów ryzyka.
  - przykładowe analizy dla różnych budynków.
  - Kalkulator Oszacowania Ryzyka (RAC).
- **PN-EN 62305-3**
  - szczegółowe procedury planowania, projektowania, budowy i konserwacji LPS.
  - klasy LPS.
  - ochronę odgromową zewnętrzną.
  - ochronę odgromową wewnętrzną.
  - przeglądy i konserwacje.
  - środki ochrony przed obrażeniami spowodowanymi napięciami krokowymi i dotykowymi.
  - informacje na temat instalacji odgromowych w budynkach z ryzykiem eksplozji - Aneks D.
  - dużą ilość rysunków poglądowych.
- **PN-EN 62305-4**
  - LPMS - kompletny system ochrony przed LEMP.
  - strefy ochrony odgromowej LPZ.
  - uziemienia, połączenia wyrównawcze, połączenia wyrównawcze na granicach stref.
  - ekranowanie i trasowanie linii wewnętrznych.
  - skoordynowaną ochronę SPD.

- plan postępowania z LPMS od etapu wstępnej analizy ryzyka do etapu kontroli okresowych.
- **ponowne zdefiniowanie i określenie roli w procesie inwestycyjnym "Eksperta w dziedzinie ochrony odgromowej"**.

### Projektowanie instalacji odgromowych z normami PN-EN 62305.

Projektowanie z normami PN-IEC 61024/61312 polegało na oszacowaniu wymaganej skuteczności urządzenia piorunochronnego  $E_C$  i dobraniu nie mniejszej, rzeczywistej skuteczności projektowanej instalacji  $E$  z zestawu czterech dobrze określonych grup parametrów nazywanych **poziomami ochrony**. Wyznaczony poziom ochrony I - IV narzucał projektantowi zestaw istotnych parametrów niezbędnych do rozłokowania zwodów, określenia odstępów iskrobezpiecznych, stref osłonowych jak również umożliwiał dobór ochronników w ochronie wewnętrznej. Określenie poziomu ochrony było kluczową czynnością w projekcie instalacji.

Nieco inaczej będziemy postępować stosując zapisy norm serii PN-EN 62305. Znajdziemy tu z góry określony związek pomiędzy LPL - poziomem ochrony odgromowej i klasą LPS.

**LPL** - poziom ochrony, określony przez liczbę z przedziału I-IV przypisującą zestaw wielkości parametrów prądu piorunowego odpowiadającą prawdopodobieństwu, że założone wartości maksymalne i minimalne nie zostaną przekroczone przy naturalnym wyładowaniu. Poziom ochrony jest istotny przy projektowaniu urządzeń ochronnych.

**Klasa LPS** - określona przez liczbę z zakresu I-IV przypisującą parametry niezbędne do zaprojektowania zewnętrznej instalacji odgromowej i związanej z nią poprzez LPL - ochrony wewnętrznej.

Związek między poziomem ochrony odgromowej LPL, a klasą LPS pokazuje tabela 2.

Tabela 2.

LPL	Klasa LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Wielkości zależne od klasy LPS:

- promień toczącej się kuli, rozmiar oka siatki zwodów, kąt ochronny.
- typowe odległości pomiędzy przewodami odprowadzającymi.
- odstępys iskrobezpieczne.
- minimalna długość uziomu.
- parametry prądu piorunowego - poprzez związek z LPL.

Zasadnicza zmiana w projektowaniu instalacji odgromowych wg PN-EN 62305 polega na tym, że dotychczas kluczową rolą w procesie projektowania było wyznaczenie skuteczności  $E$  i związanego z nią poziomu ochrony, a obecnie celem, do którego będziemy dążyć podczas wstępnego procesu projektowania, jest uzyskanie **ryzyka** mniejszego, niż z góry określone w normie **ryzyko tolerowane**.

Klasa LPS jest w tym działaniu tylko jednym ze zmiennych parametrów służących do spełnienia kluczowej zależności:

$$R < R_T$$

### **Źródła i rodzaje uszkodzeń, rodzaje strat.**

Analizę potrzeby budowy instalacji odgromowej oraz wykonania innych działań ochronnych na obiekcie poprzedzono zdefiniowaniem zjawisk wiążących się z wyładowaniem atmosferycznym. W zależności od punktu wyładowania definiuje się następujące źródła uszkodzeń:

- S1 - uderzenie w budynek.
- S2 - uderzenie w pobliżu budynku.
- S3 - uderzenie w instalację podłączoną do budynku.
- S4 - uderzenie obok instalacji podłączonej do budynku.

Źródła te mogą być przyczyną następujących rodzajów uszkodzeń:

- D1 - obrażenia istot żywych.
- D2 - uszkodzenia fizyczne obiektów.
- D3 - awarie systemów wewnętrznych.

Każdy rodzaj uszkodzenia D, pojedynczo lub w połączeniu z innymi, może być przyczyną następujących strat:

- L1 - strata ludzkiego życia.
- L2 - strata w usługach publicznych.
- L3 - starta dóbr kulturalnych.
- L4 - starta wartości ekonomicznej.

Uwaga: zagrożenie życia zwierząt w gospodarstwach rolnych i hodowlanych należy do grupy strat L4.

Każdy rodzaj straty L związany jest z odpowiadającym mu ryzykiem, R co w całości możemy przedstawić za pomocą diagramu:



### **Ryzyko, zarządzanie ryzykiem.**

Ryzyko R jest wartością prawdopodobnej rocznej straty, jaka może zaistnieć w budynku lub w instalacji. Każde ryzyko R1, R2, R3, R4 jest sumą swoich komponentów ryzyka.

Szacowane rodzaje ryzyk dla budynku:

- R1 - ryzyko straty życia ludzkiego.
- R2 - ryzyko straty usługi publicznej.
- R3 - ryzyko straty dziedzictwa kulturowego.
- R4 - ryzyko straty wartości ekonomicznej.

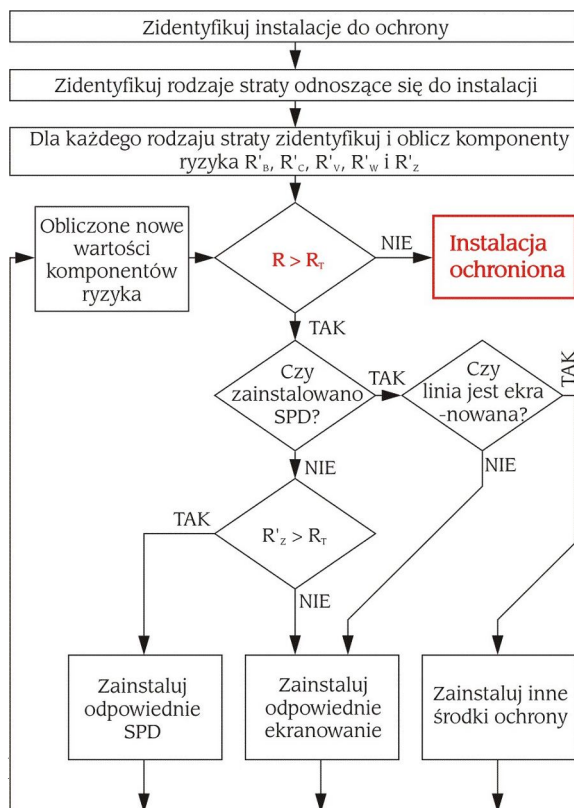


i dla instalacji:

$R'_2$  - ryzyko straty usługi publicznej.

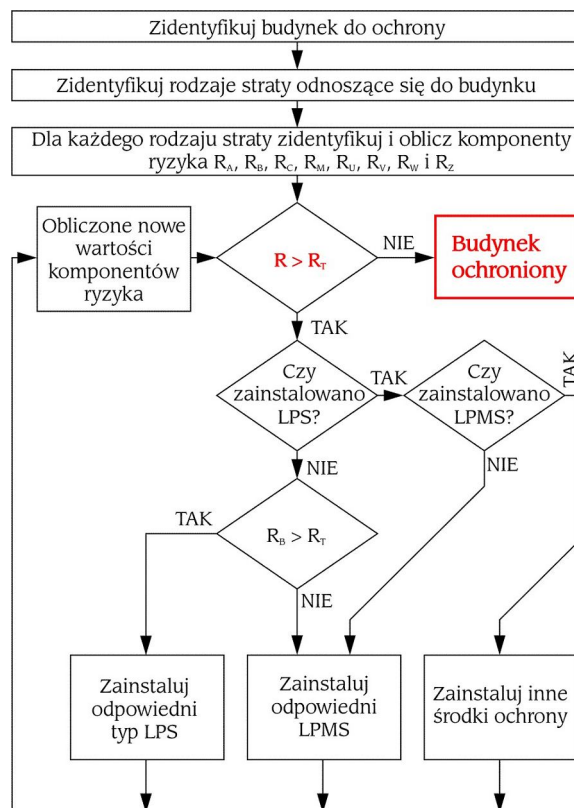
$R'_4$  - straty wartości ekonomicznej.

Procedury wyboru środków ochrony dla obiektów budowlanych i instalacji wewnętrznych oparte o kalkulację ryzyka przedstawiono poniżej.



Rysunek 1.

Procedura wyboru środków ochrony w budynku.



Rysunek 2.

Procedura wyboru środków ochrony w instalacjach.

Przedstawione powyżej procedury odwołują się do kluczowych w tym procesie wartości ryzyk tolerowanych  $R_T$ . W tabeli poniżej zestawiono ich typowe wartości.

Tabela 3.

Rodzaje strat	$R_T$ (rok <sup>-1</sup> )
Strata życia ludzkiego lub trwałe kalectwo (R1)	<b><math>10^{-5}</math></b>
Strata usługi publicznej (R2)	<b><math>10^{-3}</math></b>
Strata dziedzictwa kulturowego (R3)	<b><math>10^{-3}</math></b>

Podane wartości odnoszą się do przypadków, w których może nastąpić utrata życia ludzkiego lub społecznych i kulturalnych wartości. Norma dopuszcza ustalenie innych wartości  $R_T$  w przypadkach odmiennych niż wskazano.

Oszacowanie ekonomicznych aspektów ochrony (ryzyko  $R_4$ ) następuje poprzez porównanie rocznych kosztów strat pod nieobecność ochrony, ze stratami powstałymi pomimo zastosowanych środków połączonymi z rocznymi kosztami zainstalowanej ochrony.

Niech nikogo nie zmyli przytoczona powyżej uproszczona i przedstawiona w zarysie metoda zarządzania ryzykiem. Opisana dokładnie i z przykładami na 110 stronach normy, pełna wzorów ze współczynnikami posiadającymi indeksy górne i dolne, nie jednemu projektantowi odbierze chęć do zajmowania się instalacjami odgromowymi. Metoda liczenia i porównywania prawdopodobieństw, choć oparta na czterech podstawowych działaniach matematycznych, wykorzystuje 156 (!!!), w większości nowych dla użytkownika, symboli i skrótów. Wobec tej ilości zmiennych, uzupełnionych o wartości liczbowe charakteryzujące poszczególne stany planowanych lub istniejących rozwiązań, wcześniejsza metoda opisana w normie PN-IEC 61024-1-1 będzie przemiłym wspomnieniem.

Jedyną szansą, w istniejących realiach rynkowych, na poważne potraktowanie tego arkusza i stosowanie go w praktyce przez projektantów więcej lub mniej związanych z projektowaniem instalacji ochrony odgromowej, jest program wspomagający - **Simplified IEC Risk Assessment Calculator (SIRAC) - Uproszczony Kalkulator Oszacowania Ryzyka.**

Zdjęcie 1. Zrzut ekranu okna obliczeniowego programu SIRAC.

Stosując go do prac projektowych należy mieć na uwadze jego z góry założone i świadome ograniczenia:

- program służy do wstępnych i uproszczonych oszacowań ryzyka, co jest sugestią, że właściwe obliczenia powinniśmy wykonać ręcznie posługując się danymi z normy.
- ma zastosowanie tylko w przypadku budynków w których określono nie więcej niż jedną strefę  $Z_s^1$

<sup>1</sup> Strefy określone są przez: rodzaj gruntu lub podłogi, przedziały ogniodoporne, ekrany przestrzenne, układ systemów wewnętrznych, środki ochronne, wartości strat.



- program zawiera szereg parametrów, które mogą być zmieniane w ograniczony sposób, czasem nie odpowiadający badanej rzeczywistości.
- program bazuje na grupie parametrów wczytanych bez możliwości ich zmiany, takich jak: długość naziemnej instalacji, jej wysokość, brak innych budynków w pobliżu, brak ekranowania wewnątrz obiektu, stała wartość wytrzymałości na przebicia systemów wewnętrznych, prawdopodobieństwo porażenia istot żywych dla przypadku, gdy brak środków ochrony ( $P_A = 1$ ), rodzaj gruntu lub podłogi.

Należy wyrazić nadzieję, że luki w programie oferowanym przez IEC zostaną uzupełnione w innych komercyjnych programach, które mogą pojawić się na rynku, jeśli środowisko projektantów – elektryków skłonne będzie za nie zapłacić.

### **Pełny i spójny system ochronny budynków jako techniczna utopia.**

Instalacje ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej nie cieszą się szczególnym wzięciem u inwestorów i to zarówno u tych instytucjonalnych jak i indywidualnych. Są postrzegane jako źródło nie potrzebnych wydatków i w konsekwencji, w wielu przypadkach, redukowane są do instalacji będących atrapami ochrony lub po prostu redukowane do zera.

Trudno się dziwić takiemu stanowisku inwestorów, gdyż zdecydowana większość populacji jest optymistycznie nastawiona do przyszłych wydarzeń, w których nie ma miejsca na przykrości spowodowane wyładowaniem piorunowym. Dodatkowym aspektem tego problemu jest mała atrakcyjność urządzeń ochronnych. One nie świecą, nie wirują jak silniki, nie umilają czasu jak sprzęty AVT, trudno nacieszyć nimi oko tak jak ładną łazienką, skalnym ogródkiem czy równo pracującą linią produkcyjną. Jest jeszcze gorzej, gdyż w wielu przypadkach perspektywa budowy instalacji odgromowej wiąże się z niepokojem o szczelność pokrycia dachowego lub jego estetykę.



Zdjęcie 2. Wyrwany zwód przez zsuwającą się po blasze czapę śniegu.

Kalkulacje powyższe tracą swój sens w przypadku rzeczywistego wyładowania piorunowego w obiekt. Ciągły wzrost nasycenia elektroniką już nie tylko zakładów przemysłowych, ale także gospodarstw domowych generuje znaczne i rosnące z roku na rok straty. Jako przykład bezradności i szukania możliwości pomocy już po wyładowaniu i zniszczeniach, niech posłuży rzeczywista, przytoczona w oryginale, korespondencja:

*witam szukam pomocy w mój blok walnoł piorun a na nim nie ma piorunochronu popaliło wszystkim w bloku cały sprzęt a zarządca budynku tłumaczy się tym iż obok są dwie szkoły na których jest instalacja odgromowa a powierzchnia dach ujęst zamała i nie trzeba zakłada takiej instalacji mój blok stoi przy samej rzece obok rosną duże kasztanowce i w pobliżu znajduje się rozdzielnia gazu. Szukam więc jakiejś pomocy może jakiś danych na ten temat*

List ten nie jest zjawiskiem odosobnionym, co zapewne potwierdzą niektórzy zajmujący się zawodowo ochroną odgromową. Wobec jego tragicznej wymowy niech pozostanie bez dalszego komentarza.

Wiodący producenci osprzętu do ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej zachęcają do stosowania pełnych, kompleksowych rozwiązań ochronnych, gwarantujących brak lub minimalizację strat po wyładowaniu piorunowym w obiekt. Hasło:

**„Połowiczna ochrona nie istnieje!!!”**

oddaje ducha tego przekazu. Czy jednak powinniśmy ufać takim zachętom? Co na to normy?

Na 431 stronach nowej normy PN-EN 62305, wśród ogromnej ilości precyzyjnych informacji, wzorów, zaleceń i rysunków poglądowych można znaleźć to proste przesłanie, że dopiero analiza wszystkich cząstkowych zaleceń dotyczących:

- uziomów.
- sieci wyrównania potencjałów.
- ekranowania.
- skoordynowanej ochrony SPD dla linii zasilających i sygnałowych.
- rozważnego układania okablowania (trasowanie).
- właściwych i przemyślanych rozwiązań zewnętrznej instalacji odgromowej.
- właściwego zamontowania elementów przez specjalistów(!!!) znających się na rzeczy.

pozwoli zbudować **skuteczny i kompletny(!) system ochrony odgromowej**.

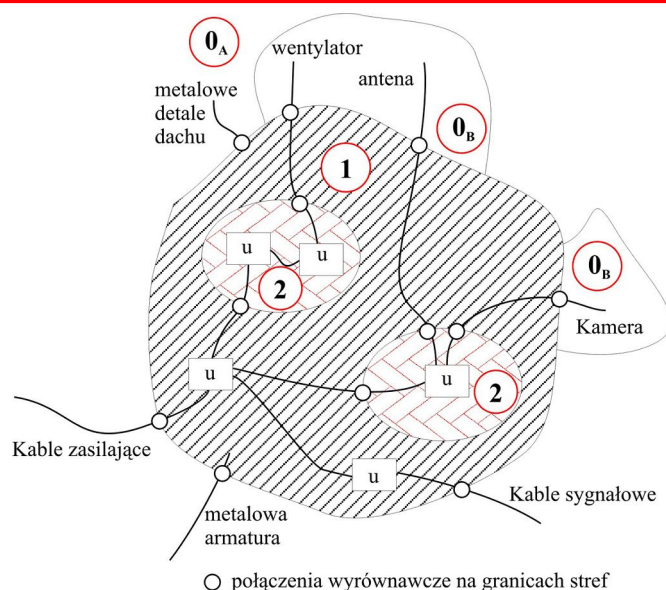
Dlaczego więc tak rzadko można spotkać zrealizowane projekty zawierające wszystkie te elementy? Dlaczego specjaliści ochrony odgromowej nie znajdują uznania i zatrudnienia przy realizacji inwestycji? Co powoduje, że prace związane z ochroną odgromową nie są koordynowane przez specjalistę, a spotykane rozwiązania są wyrywkowe, czasem dublowane, przez co nie skuteczne? Dlaczego instalacje odgromowe są wykonywane najczęściej z najtańszych, kiepskiej jakości materiałów? To tylko część pytań, na które warto by było poszukać odpowiedzi.

### **Strefowa Koncepcja Ochrony Odgromowej.**

Opisana już wcześniej w normie PN-IEC 61312-1 koncepcja budowy na obiekcie stref ochrony odgromowej wydaje się być tym uniwersalnym narzędziem do projektowania, które pozwoli w łatwy sposób zbudować skuteczny system ochrony odgromowej. Poprzez połączenie w sobie zasad budowy systemu ochrony przed impulsem pola elektromagnetycznego **LPMS (LEMP Protection Measures System)**, ekwipotencjalizacji wraz ze sztuką lokowania ochronników SPD oraz uwzględnienie zewnętrznej instalacji odgromowej LPS jako elementu wykorzystywanego do tworzenia stref  $O_B$  pozwalała w prosty sposób ogarnąć skomplikowane i rozbudowane układy wewnętrzne lub wyniesione na dach.

Na marginesie tych stwierdzeń należy zauważyć, że mimo swojego niewątpliwego uroku, koncepcja ta nie została zaakceptowana przez środowisko projektantów, co znaczy, że nie są nam znane projekty, w których ochronę zewnętrzną i wewnętrzną oparto o rysunki wyznaczonych stref na obiekcie.

Zasadę podziału przestrzeni chronionej na strefy ochrony odgromowej LPZ (**L**ightning **P**rotection **Z**one) przedstawia poniższy Rysunek nr 3.



Rysunek 3. Zarys stref ochronnych i połączenia wyrównawcze na ich granicach.

Charakterystyka stref przedstawiona w [7], [10] oraz [13] jest przedstawiona w sposób uogólniony bez podania szczegółowych parametrów. Wyróżniamy następujące zdefiniowane strefy:

**LPZ 0<sub>A</sub>** - strefa gdzie zagrożenie wynika z bezpośredniego uderzenia pioruna oraz pełnego, piorunowego pola elektromagnetycznego. Wewnętrzne systemy mogą być narażone na oddziaływanie pełnego lub częściowego prądu piorunowego;

**LPZ 0<sub>B</sub>** - strefa ochronna zabezpieczająca przed bezpośrednim uderzeniem pioruna, ale gdzie zagrożeniem jest także piorunowe pole elektromagnetyczne. Systemy wewnętrzne mogą być narażone na oddziaływanie częściowego prądu piorunowego;

**LPZ 1** - strefa gdzie prąd piorunowy jest ograniczony poprzez rozplływ i dzięki urządzeniami ograniczającymi przepięcia SPD na granicach stref. Ekranowanie przestrzenne może osłabiać impulsowe pole elektromagnetyczne;

**LPZ 2...n** - strefa gdzie prąd piorunowy może być dalej ograniczany poprzez rozplływ i dodatkowo przez SPD na granicy stref. Dodatkowe ekranowanie przestrzenne może być użyte do dalszego osłabiania piorunowego pola elektromagnetycznego.

Pewnym uzupełnieniem do powyższej klasyfikacji są prace Prof. Andrzeja Sowy, za którym poniżej podano dokładniejszą charakterystykę stref.

Tabela 4. Charakterystyka poszczególnych stref ochronnych.

Strefa	Poziomy przepięć w instalacji elektrycznej	Poziomy przepięć w liniach sygnałowych	Natężenie pola elektrycznego*	Natężenie pola magnetycznego*
0 <sub>A</sub>	zależy od izolacji	zależy od izolacji	500 kV/m	10 kA/m
0 <sub>B</sub>	10 kV	6 kV	500 kV/m	10 kA/m
1	6 kV	4 kV	10-100 kV/m	kilkaset A/m
2	4 kV	2,5 kV	5 kV/m	100 A/m
3	2,5 kV	1,5 kV	50 V/m	1 A/m
4	1,5 kV	0,5 kV	5 V/m	0,1 A/m

(\*) – wartości proponowane przez Autora.

Zdefiniowanie stref na obiekcie pozwala w prosty sposób zaprojektować system ochronny posiłkując się następującymi dodatkowymi zasadami:

1. Odporność udarowa urządzenia ulokowanego w strefie powinna być wyższa niż zadane maksymalne wartości parametrów strefy.
2. Na granicach stref stosujemy urządzenia lub inne elementy zdolne zredukować wartości pojawiających się w strefie udarowych: prądu  $I_x$ , napięcia  $U_x$ , pola elektrycznego  $E_x$ , pola magnetycznego  $H_x$ .

Te proste dwie zasady pozwalają zbudować system ochronny dla najbardziej skomplikowanych obiektów, wyposażonych w dużą ilość systemów sterowniczych i zasilających, posiadających urządzenia wyniesione zarówno na dach, jaki poza obręb budynku. Pozwalają sobie poradzić w sytuacjach, w których konkurenci opierający swoją wiedzę na popularnych publikacjach producentów typu „Łatwy dobór”, „Łatwy montaż”, „Ochrona odgromowa – jakie to proste” ugrzęzną w „akademickich” dyskusjach gdzie i jaki ochronnik zamontować.



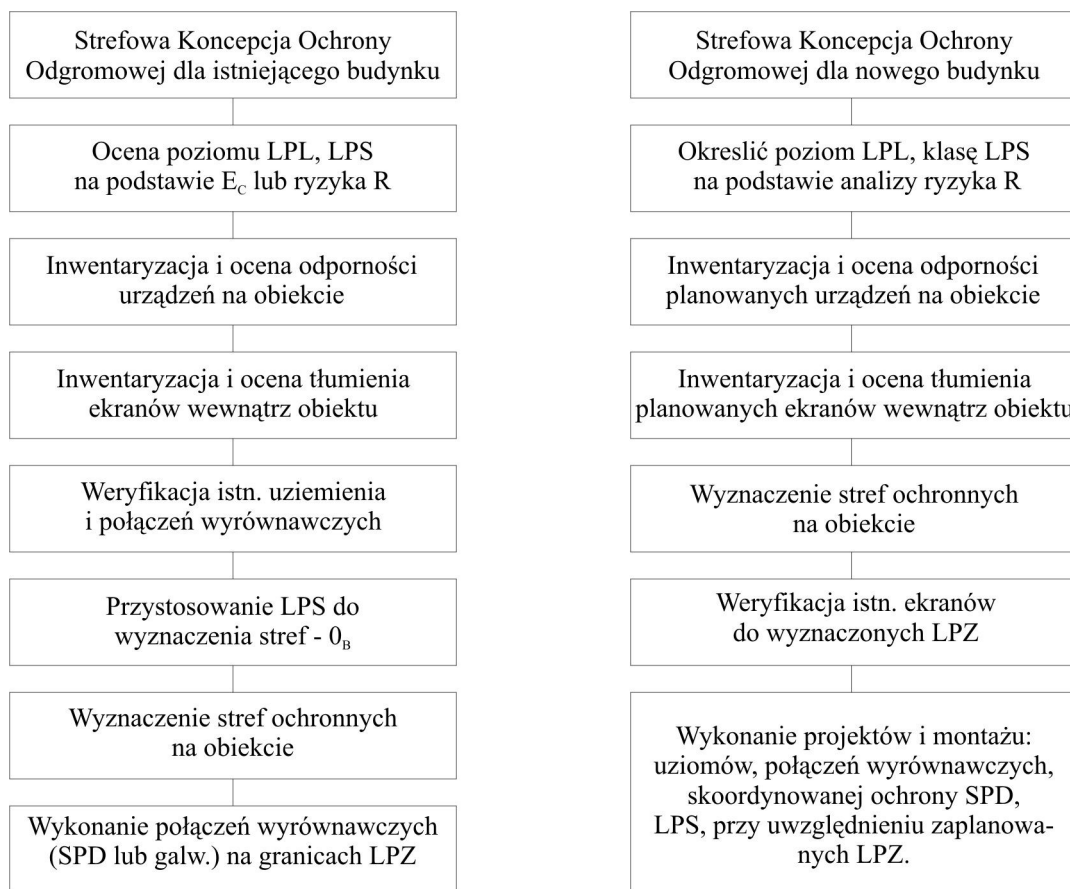
Zdjęcie 3. Zwody izolowane oparte na 22 metrowych masztach odgromowych chroniących zbiorniki spiryтусu.

Kilkuletnie doświadczenia ze stosowaniem nowych norm ochrony odgromowej nie powinny nasręczać trudności z analizowaniem układów pod kątem odporności na przepięcia i przetężenia. Pewien problem, wobec małej wiedzy praktycznej środowiska projektantów i instalatorów na temat skuteczności tłumienia ścian, metalowych obudów i.t.p, mogą tu stanowić wartości  $E_x$  i  $H_x$ . Na szczęście, z dwóch kłopotliwych parametrów, jeden możemy praktycznie pominąć uwzględniając zapis w [13] pkt. A.2.1.: „**Podstawowym elektromagnetycznym źródłem szkód wyrządzanych systemowi elektronicznemu jest prąd piorunowy  $I_0$  oraz pole magnetyczne  $H_0$** ”.

Warto przy okazji zauważyć, że instalacja odgromowa w tym przypadku spełnia dwie role. Pierwszą – jako urządzenie do przejmowania i odprowadzania do ziemi prądu piorunowego i drugą – jako ekran wielko przestrzenny tłumiący pole elektromagnetyczne.

Procedurę postępowania przy projektowaniu ze Strefową Koncepcją Ochrony Odgromowej możemy przedstawić za pomocą poniższych diagramów. Będzie ona trochę inna w przypadku istniejących budynków niż ta, którą zastosujemy wtedy, kiedy specjalista może uczestniczyć w inwestycji od samego jej początku.





Rysunek 4. Procedury postępowania ze Strefową Koncepcją Ochrony Odgromowej.

Zastosowanie się do powyższych procedur pozwoli uniknąć typowych błędów dotyczących min. ochrony urządzeń na dachu, czy stosowania nietypowych układów SPD [18]. Należałoby sobie tylko życzyć, aby w polskich wydaniach nowych norm metoda ta została jakoś szczególnie uwypuklona, a organizacje zajmujące się szkoleniami i popularyzowaniem wiedzy z tego zakresu zwróciły szczególną na nią uwagę.

### **Zwody izolowane, zwody odsunięte - jako istotna część Strefowej Koncepcji Ochrony Odgromowej.**

Jednym z ważniejszych aspektów w projektowaniu nowoczesnych instalacji odgromowych przy pomocy Strefowej Koncepcji Ochrony Odgromowej staje się kwestia ochrony wyposażenia elektrycznego i elektronicznego znajdującego się na zewnątrz obiektu lub na jego dachu.

Konsekwentna budowa stref  $0_B$  wokół aparatury zewnętrznej, dbałość o zachowanie odstępów iskrobezpiecznych jest warunkiem wykonania efektywnego systemu ochronnego.

Projektant LPS powinien wybrać i konsekwentnie realizować jeden z podstawowych wariantów wykonania instalacji odgromowej. Może to być LPS izolowany wg. opisu E.5.1.2. lub nie izolowany wg. E.5.1.1. normy [12]. Można sobie też wyobrazić sposób kombinowany z obu rodzajów, jeśli konstrukcja budynku na to pozwala.

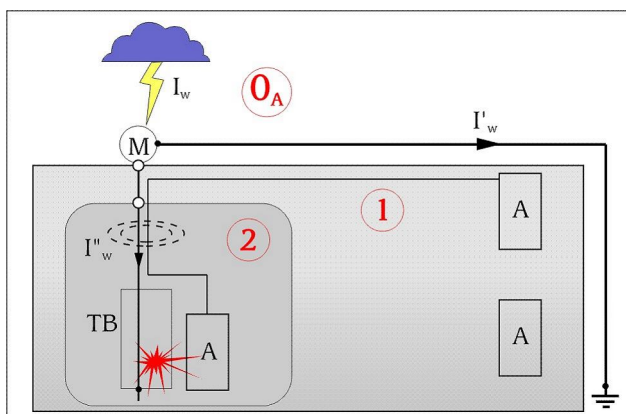




Zdjęcie 4. Typowy zwód izolowany w układzie dwuwymiarowym zastosowany do ochrony domu jednorodzinnego.

*Uwaga: W niniejszym tekście używane jest pojęcie „zwoły odsunięte” w stosunku do zwodów pionowych lub poziomych chroniących urządzenie, przy spełnieniu warunku ulokowania urządzenia w strefie chronionej  $0_B$ , oraz zachowania warunku odległości iskrobezpiecznej - a nie spełniających definicji izolowanego LPS<sup>2</sup>. Jakkolwiek jedna kwestia odnosi się do systemu zwodów, a druga do pojedynczego zwodu, wyjaśnienie nazewnictwa jest trudne ze względu na to, że zarówno norma [6] jak i [12] konsekwentnie unika precyzyjnej i wyróżniającej nazwy tej konfiguracji ochronnej – wide: Rys. 47 [6] oraz Rys. E.29 [12] „Zwód pionowy zastosowany do ochrony metalowej nadbudówki dachu z instalacjami elektrycznymi nie połączony z układem zwodów”.*

Projektant nie ma żadnych ograniczeń w wyborze metody ochrony obiektu i mieć nie może, choćby ze względu na istnienie pokryć przewodzących, gdzie zastosowanie odstępów iskrobezpiecznych jest nie wykonalne. Może nawet zdecydować się na łączenie metalowych obudów urządzeń na dachu bezpośrednio do zwodów instalacji odgromowych wykorzystując je w roli zwodów i dopuszczając do wyładowania bezpośrednio w nie, jeśli będą przy tym spełnione wymagania dotyczące grubości detali konstrukcyjnych - vide Tabela 3 [12]. Warto jednak zaznaczyć, że w przywołanych normach wielokrotnie zaleca się stosowanie zwodów odsuniętych lub przypadku braku możliwości - zwodów z wyrównaniem potencjałów do obudowy chronionego urządzenia.



Rysunek 5. Wentylator dachowy w strefie  $0_A$ .

<sup>2</sup> [12] E.5.1.2. - LPS, który jest połączony z przewodzącymi częściami konstrukcyjnymi oraz systemem wyrównawczym budynku tylko na poziomie gruntu definiowany jest jako izolowany, zgodnie z pkt. 3.3.



Zdjęcie 5. Antena satelitarna ze zwodem odgromowym podpiętym do konstrukcji wsporczej.

W tym przypadku jak pokazano na Rysunku 5, należy liczyć się z pewnymi przykrymi konsekwencjami wynikającymi z takiej konfiguracji, a mianowicie:

- Problem bezpośredniego oddziaływania prądu piorunowego na obudowę urządzenia.

Wyladowanie piorunowe w obudowę urządzenia spowoduje wystąpienie skutków termiczno-kinetycznych mogących doprowadzić do mechanicznych uszkodzeń, powstania dziur w obudowach oraz uszkodzeń powłok antykorozyjnych - najczęściej w miejscach nie widocznych, na stykach różnych arkuszy blach.

- Problem z budową stref ochronnych LPZ.

Umieszczając urządzenie w strefie  $0_A$ , zasilane np. kablem elektrycznym ze strefy 2, musimy zgodnie ze Strefową Koncepcją Ochrony Odgromowej, zaprojektować odpowiednie ochronniki na granicy stref  $0_A - 1$  i  $1 - 2$ . Czynność taką należy powtórzyć dla każdego urządzenia na dachu i każdego obwodu zasilania i sterowania, a w przypadku rozległych hal produkcyjnych może ich być bardzo wiele. Zapewne koszt takiego rozwiązania zaniepokoi nie jednego Inwestora.

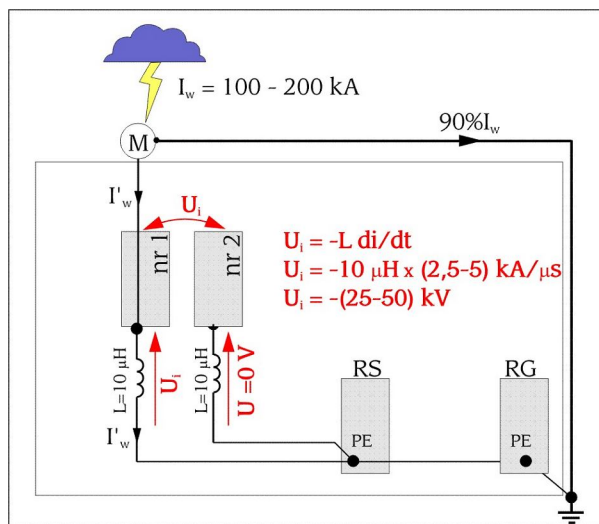
- Problem z przepięciami indukowanymi w sąsiednim okablowaniu.

Nie trudno wyobrazić sobie również sytuację, świadomego lub nie, użycia ogranicznika zespolonego I+II i zamontowanego przy urządzeniu oznaczonym na rysunku jako TB. Rozwiązanie takie wypełni wymóg z karty katalogowej mówiący o zastosowaniach na granicy  $0_A - 2$ , jednak nie wypełni wymogów sformułowanych przy tworzeniu stref. W efekcie należy wtedy zmierzyć się z kolejną niedogodnością, a mianowicie - wprowadzenie kabla z częścią prądu piorunowego do wnętrza obiektu spowoduje indukowanie się przepięć w przewodach biegnących równoległe do niego. W najgorszych przypadkach można się spodziewać również przeskoków iskrowych pomiędzy nimi.

- Problem z zagrożeniem życia przy braku stref ochronnych LPZ.

Jak już wcześniej stwierdzono konsekwentne budowanie stref ochronnych na obiekcie i stosowanie spójnego systemu ochronnego nie jest powszechnie praktykowane. Na rysunku

poniżej pokazano powstawanie niebezpiecznych napięć na obudowach sąsiednich urządzeń, przy przepływie od wewnątrz 10% prądu piorunowego.



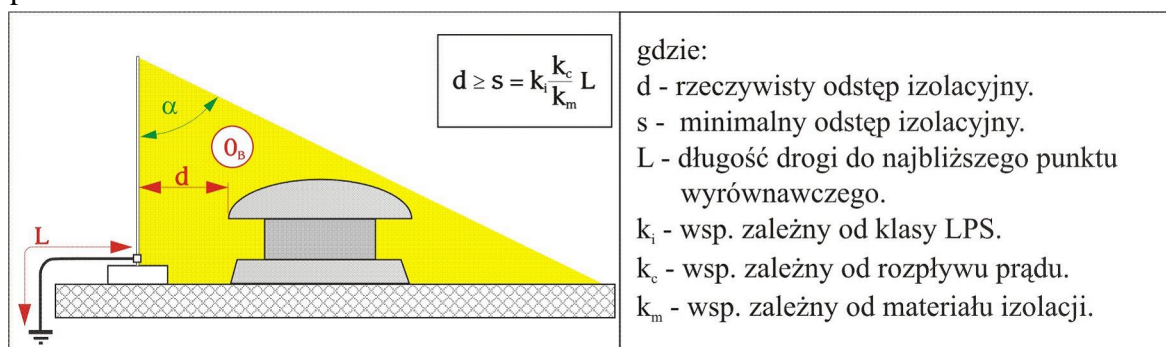
Rysunek nr 6. Wentylator dachowy w strefie  $0_A$  przy jednoczesnym braku wewnętrznych stref ochronnych. Generowanie niebezpiecznych napięć pomiędzy obudowami urządzeń.

Reasumując: **należy stwierdzić, że zwody odsunięte, ilekroć uda się je poprawnie zastosować, obniżają koszty ochrony i upraszczają zadanie budowy stref ochronnych LPZ na obiekcie.**

Nieodstępnymi atrybutami zwodów odsuniętych są strefy osłonowe  $0_B$  tworzone wokół nich i odległości iskrobezpieczne „d” gwarantujące, że żadna część prądu piorunowego nie popłynie przez metalowe części chronionego urządzenia znajdującego się na dachu.

### Izolacja zewnętrznego LPS.

Wyznaczenia minimalnego odstepu iskrobezpiecznego "s" możemy dokonać w następujący sposób:



Rysunek 7. Obliczanie odstepu iskrobezpiecznego.

Tabela 5. Wartości współczynników  $k_i$  oraz  $k_m$ .

Klasa LPS	$k_i$ wg. [4]	$k_i$ wg. [12]	Materiał	$k_m$
I	0,1	0,08	Powietrze	1
II	0,075	0,06	Beton, cegła	0,5
III-IV	0,05	0,04		

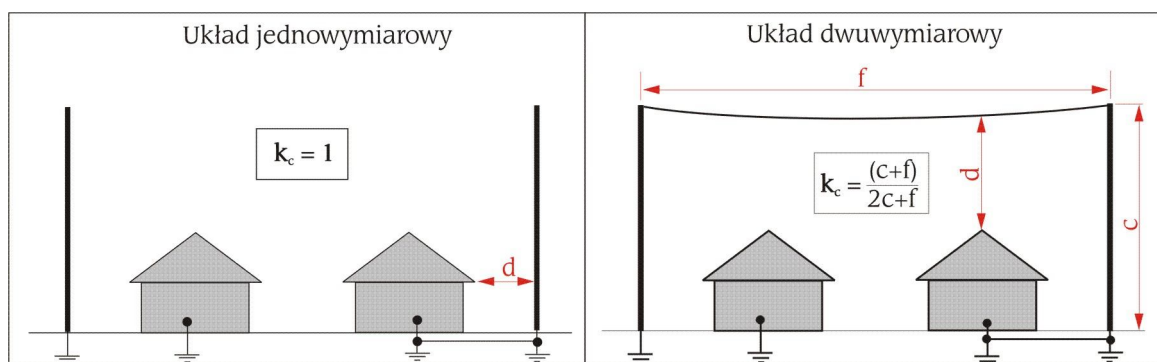
**Uwaga:**

Proszę zauważyć, że wartości współczynnika  $k_i$  w nowej normie zostały pomniejszone o 20 %, co zmniejszy o taką samą wartość liczone odstęp iskrobezpieczne.

Współczynnik  $k_c$  szacowany jest na podstawie geometrycznej konfiguracji zwodów odgromowych, a więc i sposobu rozplywu prądu w przewodach odprowadzających. Jeśli w przewodzie, na jego długości, występują różne wartości prądu płynącego w dół, to odstęp izolacyjny może być sumą odstępów cząstkowych w obliczeniu których uwzględniono specyficzne warunki na danym odcinku:

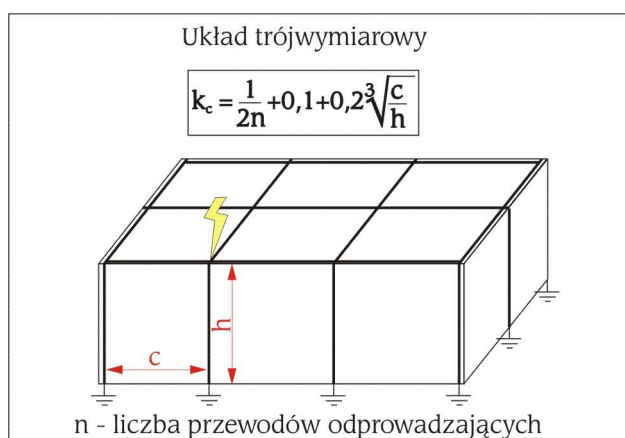
$$S = k_i \sum L_n \times k_{cn} / k_{mn}$$

Dla układów jedno i dwuwymiarowych współczynnik  $k_c$  obliczamy według prostych zależności pokazanych na Rysunku 8.



Rysunek 8. Konfiguracja zwodów w układzie jedno- i dwuwymiarowym.

Dla układów trójwymiarowych oszacowanie współczynnika  $k_c$  jest bardziej skomplikowane, a jego wartość może wahać się od 1 do  $1/n$  ( $n$  - ilość przewodów odprowadzających).



Rysunek 9. Układ trójwymiarowy bez otoków wyrównawczych na ścianie.

W Tabeli 6 podano typowe wartości  $k_c$ , który jak widać zależy dodatkowo od typu zastosowanego na obiekcie uziemienia - A lub B.



Tabela 6. Wartości współczynnika  $k_c$ .

Rodzaj systemu zwołów	Liczba przewodów odprowadzających $n$	$k_c$	
		Zestawienie uziemienia typu A	Zestawienie uziemienia typu B
Układ jednowymiarowy	1	1	1
Układ dwuwymiarowy	2	0,66 <sup>d)</sup>	0,5... 1 <sup>a)</sup>
Układ trójwymiarowy	4 i więcej	0,44 <sup>d)</sup>	0,25... 0,5 <sup>b)</sup>
Układ trójwymiarowy z otokami na ścianach	4 i więcej, połączone przez poziome przewody otokowe	0,44 <sup>d)</sup>	1/n... 0,5 <sup>c)</sup>

a) Wartości rozciągają się od  $k_c = 0,5$  gdzie  $c \ll h$  do  $k_c = 1$  z  $h \ll c$ .  
b) Równanie dla  $k_c$  zgodnie z Rysunkiem C.2 [12] jest przybliżonym obliczeniem dla budynków sześciennych i dla  $n \geq 4$ . Zakłada się że wartości  $h$ ,  $c_s$  i  $c_d$  rozciągają się w zakresie od 5 m do 20 m.  
c) Jeżeli przewody odprowadzające połączone są poziomo przewodami otokowymi, to rozdzielanie prądu jest bardziej jednolite w dolnych częściach systemu przewodów odprowadzających i współczynnik  $k_c$  jest dodatkowo redukowany. Jest to szczególnie ważne dla wysokich budynków.  
d) Te wartości są istotne dla pojedynczych elektrod uziemienia z porównywalnymi opornościami uziemienia. Jeżeli oporności pojedynczych elektrod uziemienia są wyraźnie różne, należy przyjąć  $k_c = 1$ .

**Uwaga:**

**W projekcie możemy zastosować inne wartości współczynnika  $k_c$  jeśli przeprowadzimy szczegółowe obliczenia uzasadniające wybór.**

**Wyznaczanie stref ochronnych  $0_B$ .**

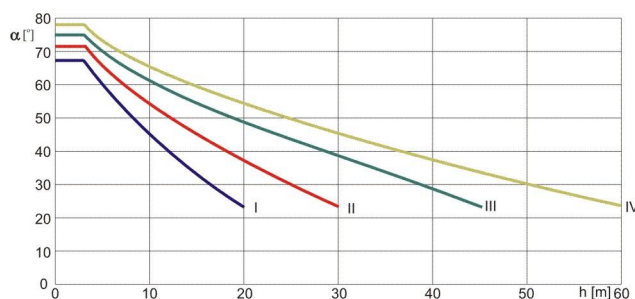
W nowoczesnych rozwiązaniach instalacji odgromowych wielkość kąta osłonowego nie jest już wartością stałą jak wcześniej, lecz wartością zmienną zależną od poziomu ochrony odgromowej obiektu oraz od wysokości samego zwodu, z którego wyprowadzono strefę ochronną. Takie ujęcie problemu jest konsekwencją naturalnych zachowań rozwijającego się wyładowania i właściwości pewnego szczególnego punktu, zwanego odległością decyzji  $R_d$ .

Zależność ta opisująca  $R_d$  w zależności od prądu wyładowania  $I_w$  wyraża się następująco:

$$R_d = 10 I_w^{0,65}$$

Wyznaczając strefy ochronne  $0_B$  możemy posłużyć się dwoma równoważnymi metodami:

- metodą kąta ochronnego dobieranego z krzywych na Rysunku 10.
- metodą „toczącej się kuli” o promieniu zgodnego z Tabelą 7.



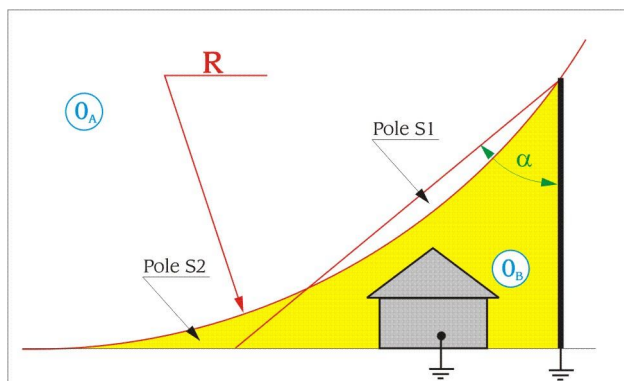
Rysunek 10. Krzywe wyznaczania kąta ochronnego.



Tabela 7. Promień „toczącej się kuli” w zależności od klasy LPS.

Klasa LPS	Promień kuli R [m]
I	60
II	45
III	30
IV	20

Normy traktują równoważnie obie metody, choć należy uznać za oczywiste, że metoda "toczącej się kuli" bardziej oddaje rzeczywistość niż przybliżona metoda "kąta ochronnego".



Rysunek 11. Sposób aproksymacji okręgu przez linię prostą w metodzie kąta ochronnego.

Na rysunku powyżej pokazano sposób, w jaki odcinek łuku aproksymowany jest poprzez prostą o kącie  $\alpha$ . Zależności te budowane przy spełnieniu warunku pola  $S1 = S2$ .

Większa popularność metody kąta ochronnego wynika z łatwości operowania w przestrzeni trójwymiarowej bryłami utworzonymi przez linię prostą, taką jak stożek niż bryłami wyznaczanymi przez krzywą, będącą częścią przekroju kuli.



Warto przy okazji przypomnieć, że zadanie obliczania odstępów iskrobezpiecznych i kątów ochronnych można łatwo zrealizować za pomocą darmowego, dostępnego w sieci programu **GromExpert** [19].

## Normy, a praktyczna rzeczywistość.

### Zarządzanie ochroną wewnętrzną.

Ukazanie się w 2001 roku normy [7] z załącznikiem „E” zelektryzowało środowisko firm próbujących utrzymać się na rynku działając w wąskiej specjalności, jaką jest ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa. Instynkt i zimna kalkulacja podpowiadały, że kiedyś muszą się skończyć czasy omnibusów i złotych rączek potrafiących wykonać dowolnie zadaną pracę, a zacznie się czas znanego na zaawansowanych technicznie rynkach podziału pracy. Relacje tych, którym udawało się popracować na zachodnich budowach potwierdzały ten optymizm – nikt na takiej budowie nie ośmieliłby się zatrudnić do np. układania wykładzin jakiejś postronnej firmy, lecz tą, która specjalizuje się w układaniu właśnie wykładzin. Było rzeczą łatwą do wyobrażenia, że taki podział przeniesie się na naszą specjalność. Dodatkowym argumentem na korzyść rozwoju tego segmentu rynku był i jest ciągły wzrost nasycenia budowli układami elektronicznymi, które z racji właściwości podstawowego ogniwa, jakim jest złącze p-n były mało odporne na narażenia impulsowe.

I oto dostaliśmy prezent w postaci zapowiedzi pojawienia się nowej specjalności zwanej tu po prostu „**Ekspert w dziedzinie ochrony odgromowej**”.

**Ekspert** – to znaczy nie każdy, kto mieni się elektrykiem, budowląncem czy nawet dekarzem lub strażakiem.

**Ekspert** – to znaczy to, że aby mógł być on wiarygodny i poważnie traktowany, musi posiadać jakiś stosowny dokument świadczący o przeszkoleniu, nabyciu odpowiednich wiadomości i weryfikacji tychże.

**Ekspert** - to znacznie więcej niż enigmatyczne określenia, które pojawiły się rok później w normie [6] – „**Urządzenia piorunochronne powinny być projektowane i wykonywane przez specjalistów od projektowania i wykonawstwa instalacji odgromowych**”.



Zdjęcie 6. Zwody odsunięte typu „AntyGrom” chroniące centralę klimatyzacyjną na dachu.

Pewnym zaskoczeniem mogło być tu ograniczenie pola działania eksperta tylko do ochrony przed LEMP (**L**ightning **E**lectro**M**agnetic im**P**ulse – **LEMP** ). Ale czyż:

- analizowanie poziomów ochrony budynku nie pokrywało się z zadaniami wykonywanymi przy projektach dotyczących LPS-ów?
- analiza obiektu i tworzenie stref LPZ nie musiała uwzględniać również zabudowy dachu urządzeniami elektrycznymi i elektronicznymi, zabudowy zwodów odgromowych LPS, a w szczególności zwodów odsuniętych, rozłokowania ochronników i zagadnień ekwipotencjalizacji, uziomów, trasowania przewodów?
- zagrożenia polem elektromagnetycznym nie wynikają min. ze sposobu rozłokowania zwodów i przewodów odprowadzających w projektowanym LPS?
- sama nazwa – ...w **dziedzinie ochrony odgromowej** zamiast hipotetycznie ...w **dziedzinie ochrony EMC**- nie sugerowała pełnej palety zainteresowań eksperta, którą przedstawiono wcześniej przy okazji omawiania Strefowej Koncepcji Ochrony Odgromowej i spójnego systemu ochrony odgromowej?

Reasumując, można było tą próbę nazwać strzałem w „8” i mieć nadzieję, że kolejne, docelowe edycje tych norm wycelują w „10”!

W nowych normach serii PN-EN 62305, na które czekaliśmy z niecierpliwością, znalazły się zapisy modyfikujące nieco opisane powyżej spojrzenie na problem. Niestety nadal nie są one

zgodne z naszymi wyobrażeniami i nadziejami, a wobec braku na rynku jakichkolwiek uregulowań dotyczących wykreowania postaci:

- specjalista projektowania instalacji odgromowych.
- specjalista wykonawstwa instalacji odgromowych.
- ekspert ochrony odgromowej.

są zapisami pustymi bez żadnych konsekwencji i wpływu na proces inwestycyjny.

W arkuszu 4 normy w rozdziale zatytułowanym: Postępowanie z LPMS znajdziemy taką oto zmodyfikowaną tabelę:

Tabela 8. Plan postępowania z LPMS dla nowych budynków oraz w przypadku szerokich zmian w konstrukcji lub wykorzystaniu budynków.

Krok	Cel	Czynność wykonywana przez
Wstępna analiza ryzyka <sup>1)</sup>	Sprawdzić potrzebę ochrony przed LEMP Jeżeli zachodzi potrzeba, dobrać odpowiedni LPMS wykorzystując metodę oszacowania ryzyka	<b>Ekspert ochrony odgromowej <sup>2)</sup></b> Właściciel
Końcowa analiza ryzyka <sup>1)</sup>	Stosunek koszt/zysk dla wybranych środków ochrony powinien zostać zoptymalizowany ponownie przy wykorzystaniu metody oszacowania ryzyka  W rezultacie określono: <ul style="list-style-type: none"> <li>- LPL oraz parametry piorunowe</li> <li>- LPZ oraz ich granice</li> </ul>	<b>Ekspert ochrony odgromowej <sup>2)</sup></b> Właściciel
Planowanie LPMS	Zdefiniowanie LPMS: <ul style="list-style-type: none"> <li>- środki ekranowania przestrzennego</li> <li>- sieci połączeń wyrównawczych</li> <li>- systemy uziomów</li> <li>- ekranowanie linii oraz trasowanie</li> <li>- ekranowanie instalacji wchodzących</li> <li>- skoordynowana ochrona SPD</li> </ul>	<b>Ekspert ochrony odgromowej <sup>2)</sup></b> Właściciel Architekt Planiści systemów wewnętrznych Planiści związanych z tym instalacji
Projekt LPMS	Ogólne rysunki i opisy Przygotowanie listy ofert Szczegółowe rysunki i harmonogram instalacji	Biuro techniczne lub równoważne
Instalacja LPMS włącznie z nadzorowaniem	Jakość instalacji Dokumentacja Prawdopodobne poprawki szczegółowych rysunków	<b>Ekspert ochrony odgromowej <sup>2)</sup></b> Instalator LPMS Biuro techniczne Inspektor nadzoru
Zatwierdzenie LPMS	Sprawdzenie i udokumentowanie stanu systemu	Niezależny <b>ekspert ochrony odgromowej <sup>2)</sup></b> Inspektor nadzoru
Kontrole okresowe	Upewnienie się o stosowności LPMS	<b>Ekspert ochrony odgromowej <sup>2)</sup></b> Inspektor nadzoru

<sup>1)</sup> Patrz IEC 62305-2.

<sup>2)</sup> Z szeroką wiedzą na temat EMC oraz z wiedzą o praktykach instalacyjnych.

Jak łatwo zauważyć, udział eksperta w powstawaniu obiektu budowlanego zaczyna się na wczesnym etapie tworzenia założeń funkcjonalno-technicznych, poprzez wszystkie etapy pośrednie – planowania, projektowania, instalowania, odbiorów końcowych wraz z późniejszym nadzorowaniem i kontrolami okresowymi.

Prawidłowa ochrona może zostać uzyskana tylko wtedy, kiedy:

- warunki zostały określone przez eksperta ochrony odgromowej (!!!),
- istnieje dobra współpraca pomiędzy różnymi ekspertami odpowiedzialnymi za konstrukcję budynku i za środki ochrony przed LEMP (np. inżynierowie elektrycy i budowlani),
- przestrzegany jest plan postępowania – Tabela 8.

Jakkolwiek przedstawione powyżej zasady dotyczą w nie naturalny (naszym zdaniem) sposób tylko ochrony wewnętrznej, z analizy innych zapisów w normach [10], [11], [12] wynika głęboka spójność pomiędzy tymi dwoma elementami – ochroną zewnętrzną LPS i ochroną wewnętrzną LPMS:

„Projektant oraz instalator LPS powinien być zdolny do oszacowania zarówno elektrycznych jak i mechanicznych skutków wyładowania piorunowego oraz być obeznanym z ogólnymi zasadami współzależności (kompatybilności) elektromagnetycznej (EMC - **E**lectro**M**agnetic **C**ompatibility)”E.4.1.[12].



Zdjęcie 7. Montaż zwodów odsuniętych na centrali klimatyzacyjnej.

### **Zarządzanie ochroną zewnętrzną.**

Jeszcze jednym argumentem na korzyść koncepcji nie rozdzielania kompetencji wykonawcy/projektanta LPS i LPMS są zbliżone do siebie procedury zarządzania tymi segmentami tak jak to opisano w Tabel 2 [13] i punkcie E.4.2. [12].

#### **o Procedura planowania.**

Aby uzyskać opłacalny ekonomicznie i skuteczny system ochrony, projekt LPS powinien zostać wykonany równolegle z etapem projektowania budynku, a przed rozpoczęciem prac budowlanych. Na podstawie dostępnych, istniejących już na tym etapie informacji dotyczących:

- położenia budynku.
- jego planowanych gabarytów.
- konstrukcji.
- funkcji, przeznaczenia budynku.
- planowanego wyposażenia budynku.

projektant LPS powinien wstępnie oszacować ryzyko zgodnie z PN-IEC 62305-2 i zdecydować czy budynek powinien posiadać instalację chroniącą od wyładowań, a jeśli tak to w jakiej klasie. Oczywiście jest, że decydujące zdanie na tym etapie będzie miał



Właściciel obiektu, który ma wpływ na oszacowanie ryzyka lub wprost może narzucić budowę LPS w wybranej przez siebie klasie.

- **Konsultacje pomiędzy projektantem/instalatorem LPS, a pozostałymi uczestnikami procesu inwestycyjnego.**

Na etapach projektowania i konstrukcji nowego budynku projektant/instalator LPS oraz inne osoby odpowiedzialne za instalacje w budynku lub za przepisy właściwe dla użytkowania budynku (np. nabywca, architekt, wykonawca budowlany) powinny odbywać regularne konsultacje. Regularne konsultacje pomiędzy zainteresowanymi stronami powinny dać w wyniku skuteczny LPS przy możliwie najniższych kosztach. Mają one istotne znaczenie na wszystkich etapach konstrukcji budynku, jako że w związku ze zmianami w projekcie budynku mogą być potrzebne modyfikacje LPS.



Zdjęcie 7. Wątpliwa ozdoba dworku wykonanego z bali drewnianych, krytego gontem; czyżby architektowi to nie przeszkadzało?

- Zakres szczegółowych uzgodnień z architektem.
1. rozlokowanie przewodów LPS;
  2. materiały na komponenty LPS;
  3. szczegóły dotyczące metalowych rur, rynien, szyn i podobnych obiektów;
  4. szczegóły dotyczące każdego sprzętu, aparatury, instalacji produkcyjnych, które mają zostać zainstalowane wewnątrz lub obok budynku, a które mogą wymagać przesunięcia instalacji lub potrzebować połączenia wyrównawczego do LPS. Przykładami takich instalacji są systemy alarmowe, systemy zabezpieczające, wewnętrzne systemy telekomunikacyjne, systemy przetwarzania sygnału i danych, obwody radiowe i telewizyjne;
  5. lokalizacja każdej zakopanej, przewodzącej instalacji usługowej, która może oddziaływać na rozmieszczenie sieci uziemienia i będzie wymagała usytuowania w bezpiecznej odległości od LPS;
  6. ogólny obszar dostępny dla sieci uziemienia;



7. zakres prac i podział odpowiedzialności podczas pierwotnego zamocowania LPS na budynku. Przykładowo, może to oddziaływać na wodoszczelność budynku (przede wszystkim pokrycia dachu), itp.;
8. materiały przewodzące wykorzystywane w budynku, szczególnie każda ciągła konstrukcja metalowa, która może być podłączona do LPS, dla przykładu stemple, stal zbrojeniowa, metalowe instalacje usługowe zarówno wchodzące, wychodzące jak i znajdujące się wewnątrz budynku;
9. wizualne oddziaływanie LPS;
10. wpływ LPS na strukturę budynku;
11. rozmieszczenie punktów wyrównawczych, łączących do stali zbrojeniowej, szczególnie tam gdzie przenikają one do zewnętrznych części przewodzących (rury, ekrany kablowe itp.);
12. połączenie LPS do LPS sąsiednich budynków.

- Zakres szczegółowych konsultacji z firmą budowlaną.

1. typ i rozmieszczenie wsporników odgromowych.
2. uzgodnienie detali konstrukcyjnych budynku do potrzeb LPS.
3. położenie przewodów LPS montowanych pod budynkiem.
4. użycie docelowego uziomu LPS do bieżących potrzeb placu budowy.
5. miejsca wyprowadzenia wypustów z konstrukcji stalowych budynku.
6. sposób użycia naturalnych elementów rozmieszczonych na dachu lub elewacji do potrzeb ochrony odgromowej.



Zdjęcie 8. Typowy obraz spotykany na dachach. Dla firm budowlanych, dla których podwykonawcy wezwani w końcowym etapie budowy budują instalacje odgromowe, problem jakości nie istnieje.

7. charakter i położenie instalacji wchodzących do budynku - nad i pod ziemią - włącznie z systemami przenośników (transporterów), antenami telewizyjnymi i radiowymi oraz ich metalowymi podporami, metalowymi przewodami kominowymi i urządzeniami do mycia okien, i.t.p.
8. skoordynowanie LPS budynku z podłączeniami instalacji komunikacyjnych i zasilania.

9. położenie oraz liczba masztów flagowych, pomieszczeń technicznych na poziomie dachu, pomieszczeń na silniki windowe, wentylacji, pomieszczeń technicznych ogrzewania i klimatyzacji, zbiorników na wodę oraz innych wystających obiektów,
  10. zastosowana konstrukcja dachów i ścian, w celu określenia odpowiedniej metody mocowania przewodów LPS, szczególnie z punktu widzenia wodoszczelności budynku,
  11. lokalizacja i typ przepustów.
  12. określenie punktów połączeń do stalowych szkieletów, prętów zbrojeniowych oraz innych przewodzących części budynku,
  13. sposób kontroli komponentów LPS, które później będą niedostępne, na przykład prętów zbrojeniowych zalanych betonem,
  14. uzgodnienie rozwiązań dla przypadków zastosowań dwóch różnych metali lub metali w betonie.
  15. dostępność złącz i punktów kontrolnych, zapewnienie ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi lub kradzieżą.
  16. przygotowanie rysunków zawierających powyższe szczegóły oraz pokazujących położenie wszystkich przewodów i głównych komponentów,
- Zakres szczegółowych konsultacji ze służbami użyteczności publicznej.

Uzgodnienia dotyczą ekwipotencjalizacji przy podejściach do budynku wykonanych za pomocą połączeń galwanicznych lub przy zastosowaniu SPD w instalacjach należących do Zakładów Energetycznych, Zakładów Gazowniczych lub firm teletechnicznych.



Zdjęcie 9. Piorunochron aktywny na budynku rektyfikacji spirytusu, ze strefami zagrożonymi wybuchem, zaakceptowany bez żadnych uwag przez kontrolującego, dokumentację i wykonanie, rzeczoznawcę straży pożarnej.

- Zakres szczegółowych konsultacji ze służbami straży pożarnej.

Z przedstawicielami pożarnictwa i bezpieczeństwa powinno zostać osiągnięte porozumienie odnośnie następujących punktów:

1. rozmieszczenia komponentów systemów alarmowych i gaśniczych;
2. ewentualnych stref z ryzykiem eksplozji ich klasyfikacji oraz rozmieszczenia.
3. w przypadku budynków z łatwopalnym dachem, zastosowanej metody ochrony.

- Zakres szczegółowych konsultacji instalatorami systemów elektronicznych.

1. przystosowanie anten, podpór anteny, czujników i.t.p. oraz przewodzących ekranów kablowych do wymagań zaprojektowanego LPS;
2. trasowanie kabli antenowych oraz sieci wewnętrznych;
3. instalacja urządzeń ograniczających przepięcia.

Już pobieżne przejrzanie powyższych wymagań dotyczących budowy LPS i LPMS wydaje się wskazywać, że zadania określone oddzielnie dla LPS i oddzielnie dla LPMS wzajemnie się przenikają lub uzupełniają, a podział taki, z jakim mamy tu do czynienia, jest nie naturalny.

**Zgrupowanie wiedzy dotyczącej LPS i LPMS w jakimś nowym tworze nazwanym np. kompletnym systemem ochrony odgromowej, obejmującym całość wiedzy z zakresu ochrony odgromowej zewnętrznej i wewnętrznej, oraz ustanowienie uprawnień dla osób umiejących się poruszać swobodnie w tym obszarze, wydaje się ze wszech miar korzystne dla budowy instalacji odgromowych w Polsce.**

### Konserwacja i serwis instalacji ochrony odgromowej.

Zgodnie z postanowieniami norm [12] i [13] procedury kontrolne przeprowadzają:

- dla LPS – specjalista z dziedziny ochrony odgromowej.
- dla LPMS – ekspert ochrony odgromowej.

co jak starano się wykazać w tym opracowaniu - jest nie naturalne.

Cały LPS powinien być kontrolowany w następujących przypadkach:

- podczas instalacji LPS, szczególnie w czasie instalowania komponentów, które będą ukryte w budynku i staną się później niedostępne;
- po zakończeniu instalacji LPS;
- w regularnych odstępach, zgodnie z Tabelą 9.

Tabela 9. Maksymalne odstępy czasowe pomiędzy kontrolami LPS.

Poziom ochrony	Kontrola wizualna (lata)	Pełna kontrola (lata)	Pełna kontrola systemów krytycznych (lata)
I i II	1	2	1
III i IV	2	4	1

UWAGA: Systemy ochrony odgromowej wykorzystywane w budynkach gdzie występuje ryzyko eksplozji powinny być kontrolowane wizualnie co 6 miesięcy. Elektryczne testowanie instalacji powinno być przeprowadzane raz do roku.

Akceptowalnymi wyjątkami od letniego harmonogramu testów mogą być testy przeprowadzane w cyklu 14-15 miesięcznym, gdy uzna się za korzystne przeprowadzenie prób oporności uziemienia w różnych porach roku, w celu uzyskania wskazówek odnośnie jej zmian sezonowych.

Okresy te powinny być stosowane tam, gdzie organy tworzące przepisy nie ustanowiły szczególnych wymagań. Ponadto, LPS powinien zostać skontrolowany po jakiegokolwiek istotnej zmianie lub po naprawach chronionego budynku, jak również po każdym stwierdzonym wylądowaniu piorunowym w LPS.

Kontrole ochrony odgromowej wewnętrznej LPMS powinny być przeprowadzane:



- podczas instalacji,
- po instalacji,
- okresowo<sup>3</sup>,
- po każdej wymianie komponentów związanych z LPMS,
- po wyładowaniu piorunowym w budynek (np. gdy zostało to zasygnalizowane przez licznik uderzeń piorunowych, lub na podstawie relacji naocznego świadka uderu w budynek, lub gdy istnieją wizualne dowody związanego z wyładowaniem uszkodzenia budynku).

Aby wykonać prace konserwacyjne i przeprowadzić kontrolę powinny zostać skoordynowane dwa oddzielne programy: program **kontroli** i program **konserwacji**.

### **Program kontroli.**

Celem kontroli jest upewnienie się czy instalacja pod każdym względem wypełnia postanowienia obowiązujących norm!



Zdjęcie 10. Kiepska jakość materiałów użytych do budowy instalacji odgromowych, to więcej pracy przy późniejszej konserwacji i krótszy okres eksploatacji.

W skład kontroli wchodzi: sprawdzenie dokumentacji technicznej, kontrola wizualna, wykonanie pomiarów oraz wypełnienie raportu z kontroli.

Sprawdzenie dokumentacji technicznej - dokumentacja techniczna powinna zostać sprawdzona pod względem kompletności, spełniania postanowień niniejszej normy i zgodności wykonania instalacji.

Kontrola wizualna – powinna pozwolić uzyskać informacje, czy:

- projekt spełnia postanowienia niniejszej normy;
- instalacja znajduje się w dobrym stanie;
- nie ma obłuzowanych połączeń oraz przypadkowych przerw w przewodach i w złączach;
- żadna część systemu nie została osłabiona przez korozję, zwłaszcza na poziomie gruntu;
- przewody wyrównawcze i ekrany kablowe są nie uszkodzone.
- wszystkie widoczne połączenia z systemem uziemienia są nienaruszone (w pełni funkcjonalne);

---

<sup>3</sup> Częstotliwość okresowych kontroli powinna zostać określona przy uwzględnieniu:

- lokalnego środowiska, takiego jak warunki korozyjnej gleby czy atmosfery,
- rodzaju zastosowanych środków ochrony.

- wszystkie widoczne przewody i komponenty systemu przytwierdzone są do powierzchni montażowych, a wszystkie komponenty zapewniające ochronę mechaniczną są nienaruszone (w pełni funkcjonalne) i znajdują się na właściwych miejscach;
- nie zaszły w międzyczasie żadne uzupełnienia lub zmiany w chronionym budynku, które wymagałyby dodatkowej ochrony;
- nie ma żadnych oznak uszkodzenia systemu LPS, urządzeń SPD, czy żadnych awarii bezpieczników chroniących SPD;
- połączenia wyrównawcze w nowych instalacjach lub uzupełnieniach, które zostały dokonane we wnętrzu budynku od ostatniej kontroli, są wykonane prawidłowo, oraz że przeprowadzono testy ciągłości dla tych uzupełnień;
- utrzymane zostały odpowiednie trasowania linii,
- utrzymane zostały odstępstwa bezpieczeństwa ekranów przestrzennych.
- utrzymane są odstępstwa iskrobezpieczne;
- przewody wyrównawcze, złącza, urządzenia ekranujące, trasy kabli oraz urządzenia SPD zostały sprawdzone i przetestowane.

Pomiary – należy wykonać następujące czynności pomiarowe:

- pomiar ciągłości, szczególnie ciągłości tych części LPS, które nie były widoczne podczas kontroli przeprowadzonej po ich instalacji i które obecnie są niedostępne dla oględzin;
- pomiar rezystancji systemu uziemienia dla całości oraz osobno dla każdego punktu probierczego. Jeżeli rezystancja systemu uziemienia jako całości przekracza 10  $\Omega$ , to należy przeprowadzić test stwierdzający czy dany uziom spełnia warunki min. długości zgodnej z klasą LPS. W przypadku skalistego gruntu, nie znajduje wymagania dotyczące wartości 10  $\Omega$ , a powinny być zastosowane wymagania z E.5.4.3.5. [12] dotyczące zasad budowy uziomów dla tego specyficznego środowiska.

Raport z kontroli - kontrolujący powinien sporządzić raport z kontroli, który powinien być przechowywany razem z dokumentacją projektową systemu ochrony odgromowej i z raportami z poprzednio przeprowadzonych kontroli i konserwacji.



Zdjęcie 11. Elementy betonowe w instalacjach odgromowych powinny być mrozoodporne (spełniać wymogi norm PN-88/B-06250 i PN-EN 1338:2005), aby zapewnić długotrwałą ich eksploatację.



## Konserwacja.

System ochrony odgromowej powinien być konserwowany regularnie dla uzyskania gwarancji, że się nie zepsuje, ale będzie w sposób nieprzerwany spełniał wymagania, dla których został pierwotnie zaprojektowany.

Jeżeli kontrola wykaże konieczność dokonania napraw, to naprawy takie powinny zostać przeprowadzone bezzwłocznie i nie mogą być odkładane do następnego cyklu konserwacji, a ewentualne zmiany naniesione na dokumentację techniczną. Zapis z konserwacji powinien służyć za podstawę do zrewidowania procedur konserwacyjnych, jak również do uaktualnienia programu konserwacji. Zapisy z konserwacji powinny być przechowywane razem z projektem systemu oraz z raportami z jego kontroli.



Zdjęcie 12. Instalacja odgromowa na modnym ostatnio pokryciu wiórem osikowym.

## Podsumowanie.

Próba opisu istniejącego obecnie stanu przepisów dotyczących budowy instalacji wewnętrznej i zewnętrznej ochrony odgromowej, powinna być zapewne uzupełniona o kilka zdań na temat rzeczywistych praktyk stosowanych na placach budowy w Polsce.

Otóż należy stwierdzić, że w Polsce nie istnieje specjalność **ochrona odgromowa** – reprezentowana przez firmy wykonujące tylko ten rodzaj działalności.

**Nie istnieje, dlatego, bo obowiązujące obecnie praktyki, dotyczące przetargów i pozyskania zleceń, nie uwzględniają istnienia takiej specjalności!**

Patrząc od strony ekonomicznej, można stwierdzić, że takie firmy nie istnieją, ponieważ nie ma dla nich pieniędzy. I to nie, dlatego, że w Polsce nie wykonuje się instalacji ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej lub, że nie istnieją wydatki na ten cel! Wprost przeciwnie!

**Obecnie prace z dziedziny ochrony odgromowej mogą wykonywać tylko te firmy, które mają działalność łączoną, tzn.:**

- projekt instalacji odgromowej można wykonać tylko wtedy, kiedy otrzyma się zlecenie na całość instalacji słabo- i silnopiędowej. Firmy projektowe pozyskujące takie kompleksowe zlecenia nie widzą potrzeby włączenia do zespołu specjalisty ochrony odgromowej lub choćby podzlecenia części pracy firmie specjalistycznej. Zazwyczaj wykonują prace swoimi siłami korzystając pracowników, którzy bez urazy zainteresowanych, nie koniecznie muszą być dobrze wyszkoleni w tym zakresie. Wystarczy, że dysponują uprawnieniami.
- rozwiązania projektowe dotyczące instalowania SPD pozyskują firmy realizujące w całości projekty konfekcjonowania rozdzielni, sterowania, nadzoru video, sieci informatycznych czy sieci łączności radiowej i wykonują je bez udziału specjalisty ochrony odgromowej. Dlaczego? Bo nikt od nich tego nie wymaga.
- aby móc dostatecznie często mieć okazję dokonać montażu lub remontu instalacji odgromowej trzeba założyć firmę dekarńską i oferować kompleksowo pokrycia dachowe i instalacje odgromowe, gdyż **żaden(!)** z przetargów nie oferuje tych prac osobno.
- żaden Generalny Wykonawca robót budowlanych nie chce słyszeć o wydzieleniu robót ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej i ewentualnym przekazaniu ich firmie specjalistycznej. Dlaczego? Dlatego, że po pierwsze nikt (żaden przepis) ich do tego nie zmusza, a po drugie taki specjalista znający się na rzeczy mógłby zakwestionować niektóre materiały lub rozwiązania, a to pachnie zwiększonymi kosztami obsługi kontraktu i tak naprawdę nikogo nie interesuje.

A może ułomność systemu tkwi w nadzorze i braku rygorystycznych wymagań?! Może nie potrzeba specjalistycznych firm, w końcu nikt nie ma patentu na wiedzę. Wystarczy tylko, aby w wykonywanych projektach i późniejszym montażu kontrolować przestrzeganie zapisów norm [4] – [9] o ekranowaniu, trasowaniu kabli, tworzeniu stref itp. Problem leży jednak w tym, kto miałby to robić?

**Ekspert ochrony odgromowej nie** – bo formalnie, mimo zapisów w normie [7] i mimo ograniczonych kompetencji, o których zasygnalizowano w rozdziale „Normy, a praktyczna rzeczywistość. Zarządzanie ochroną wewnętrzną”, taka specjalność nie istnieje.

**Inspektor nadzoru nie** – bo w momencie, kiedy przystępuje do pracy budowa trwa, projekty, już są wykonane i zaakceptowane (w końcu to projektant odpowiada głową), a nawet gdyby zechciał przejąć rolę eksperta ochrony odgromowej i skorygować projekty, to niezbyt może, gdyż ma świadomość, że – **„Aby uzyskać opłacalny ekonomicznie i skuteczny system ochrony, projekt LPS powinien zostać wykonany równolegle z etapem projektowania budynku, a przed rozpoczęciem prac budowlanych”**.

Może, więc ostatnia instancja – **przedstawiciel Państwowej Straży Pożarnej** działający na podstawie art. 56 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r; Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U z 2000 r. Nr 106, poz. 1126 z późn. zm.)?

Niestety również **nie(!)**, gdyż działając w oparciu o ustawę z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (J. t.: Dz. U. z 2002 r. Nr 147, poz. 1229; zm. Dz. U. z 2003 r. Nr 52, poz. 452, z 2004 r. Nr 96, poz. 959) i akty wykonawcze do niej, sprawdzi tylko:

- Metrykę Urządzenia Piorunochronnego,
- pomiary rezystancji uziemienia,
- aktualność uprawnień wykonującego pomiary.

- czy instalacja LPS fizycznie istnieje.

Jak widać z powyższego, pozostaliśmy ze swoimi rozważaniami w punkcie początkowym.



Zdjęcie 13. Instalacja odgromowa na nowym budynku w centrum miasta. Czy architekt świadomie zgodził się taką prowokację estetyczną?

Dlaczego nikomu, począwszy od inwestora, a skończywszy na strażaku, nie zależy na wzorowym wdrażaniu zaleceń kompleksowej ochrony odgromowej?

Być może jest to powodem feralnych cech takiej instalacji. Jej po prostu:

- **nie widać**, więc nie posiada walorów estetycznych.
- **nie pełni cech funkcjonalnych** – nie świeci, nie gra, nie warunkuje pracy linii produkcyjnej lub systemu sterowania – więc nie można się nią cieszyć na co dzień lub nie jest niezbędną do funkcjonowania zakładu produkcyjnego.
- **nie pracuje ciągle** – być może kilka razy do roku przez kilkadziesiąt  $\mu s$  – więc po co instalować coś, co w przeciągu całego życia technicznego budynku (załóżmy 50 lat), popracuje efektywnie 10 sekund.

**A skoro jest tak, jak wykazano powyżej to, jakie możliwości otwierają się przed tymi, którzy oferują atrapy lub szcątkowe rozwiązania!!!**

Wobec takich cech tej instalacji, trudność z jej weryfikacją miałby nie tylko dyletant, ale i przedstawiciel branży elektrycznej, do której niewątpliwie należy ta szlachetna i nie doceniana sztuka.

W efekcie tych uwarunkowań rynkowych i stosowanych praktyk można stwierdzić, że nie ma tu miejsca na działanie specjalistów ochrony odgromowej, a nieliczne firmy, które pojawiły się 10-12 lat temu, dawno już zmieniły profil działalności lub stały się omnibusami rezygnując z działalności specjalistycznej.

Cóż zatem robić? Stare przykazanie rzemieślnicze mówiło: „Rób dobrze od razu, albo w ogóle nie rób”.

Możemy, zatem:

1. zrezygnować całkowicie z budowy instalacji chroniących przed skutkami wyładowań licząc na to, że oszczędności poczynione w ten sposób z nawiązką zrekompensują nam ewentualne straty.
2. zachować dotychczasowy „status quo ante” udając, że nie wszystkie zalecenia norm nas obowiązują, ignorując przy tym wymowę właściwych rozporządzeń.
3. zrobić wreszcie to tak, jak należy, tzn.:

- Stworzyć specjalność **Ekspert ochrony odgromowej**.
- Umocować ją prawnie w zapisach Prawa Budowlanego lub odpowiednich rozporządzeniach.
- Utworzyć ośrodek szkolenia i weryfikowania przyszłych Ekspertów, np. przy PKOO.

Reszta sama wróci do normalnego stanu.

Reasumując!

Nowe normy z pewnością uporządkują sposób myślenia o systemach ochrony odgromowej.

Ich obszerność i szczegółowość powinna, zapewne, dać sporo do myślenia osobom, które do tej pory postrzegały ochronę odgromową jako kilka drutów na dachu lub zespół ochronników warystorowych w rozdzielni głównej.

Uświadomienie sobie rozległości zadań stojących przed systemem ochrony odgromowej powinno odprowadzić do refleksji, że:

- dekarz jest specjalistą od poryc dachowych, ale nie koniecznie od budowy instalacji odgromowych.
- dobry inżynier elektryk, zarówno projektant jak i wykonawca, nie koniecznie musi być specjalistą budowy systemów ochrony odgromowej.
- strażak jest specjalistą od gaszenia ognia i od prewencji - nie koniecznie znającym się na niuansach budowy stref ochronnych LPZ i trasowaniu przewodów.
- inżynier budownictwa jest osobą, którą bardziej interesuje harmonogram postępu robót budowlanych i lanie betonu, niż problemy z rozlokowaniem sprzętu elektronicznego w założonych strefach LPZ.

Wobec ciągle wzrastającego poziomu nasycenia budowli sprzętem elektronicznym i wzrastającej średniej globalnej temperatury, będącej przyczyną zwiększonej gęstości wyładowań, uważam, że problemy poruszone w tym referacie są istotne.

mgr inż. Krzysztof Cedro

PKOO SEP w Warszawie  
PPHU SPINPOL HT Kielce



**Post scriptum:**

Pisząc ten referat zdawałem sobie sprawę z tego, że trudno jest przekazać w niezbyt obszernym tekście ogrom zagadnień dotyczących zarówno problemów normalizacyjnych jak i związanych z rzeczywistym ich zastosowaniem w projektach, nie omijając specyficznych zagadnień i błędów mogących wystąpić na etapie montażu. Mam świadomość tego, że pomiąłem całą grupę problemów dotyczących instalowania ochronników, ale sądzę, że w ostatnich latach można było pozyskać wiele pożytecznych informacji z nieocenionych publikacji Prof. A. Sowy i Prof. Z. Flisowskiego. Zdaję sobie sprawę z tego, że niektóre tezy postawione w końcowych fragmentach tego tekstu mogą być dla niektórych z Państwa kontrowersyjne. Zachęcam, więc do wymiany poglądów, jeśli tylko mogą one pomóc w propagowaniu właściwej ochrony odgromowej.

Krzysztof Cedro  
k.cedro@spinpol.com.pl

## Normy i przepisy.

- [1] PN-86/E-05003/01. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona podstawowa.
- [2] PN-89/E-05003/03. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona.
- [3] PN-92/E-05003/04. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona specjalna.
- [4] PN-IEC 61024-1, kwiecień 2000: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1: Zasady ogólne.
- [5] PN-IEC 61024-1-1; marzec 2001: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1-2: Zasady ogólne, Sekcja 1 - Przewodnik A: Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
- [6] PN-IEC 61024-1-2, kwiecień 2002: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1: Ogólne zasady – Przewodnik B: Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.
- [7] PN-IEC 61312-1; marzec 2001: Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Arkusz 1: Zasady ogólne.
- [8] PN-IEC/TS 61312-2; czerwiec 2003: Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP) Część 2: Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia;
- [9] PN-IEC/TS 61312-3; 2003: Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP) Część 3: Wymagania dotyczące urządzeń do ograniczania przepięć;
- [10] IEC 62305-1: Protection against lightning – Part 1: General principles.
- [11] IEC 62305-2: Protection against lightning – Part 2: Risk management.
- [12] IEC 62305-3: Protection against lightning – Part 3: Physical damages and life hazard - LPS
- [13] IEC 62305-4: Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures
- [14] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie „Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”, z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690);
- [15] Ustawa o Normalizacji, z dnia 12 września 2002 r, (Dz. U. Nr 169, poz. 1386 z 11. 10. 2002 r.);
- [16] Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa. Andrzej Sowa, Kielce 1998 r. wyd. PPHU SPINPOL H.T.
- [17] Instalacje odgromowe – Katalog 2005. PPHU SPINPOL H.T.  
[http://www.spinpol.com.pl/download/Katalog2005\\_1.pdf](http://www.spinpol.com.pl/download/Katalog2005_1.pdf)
- [18] Prof. Zdobysław Flisowski - Promowane i rzeczywiste parametry niektórych urządzeń do ograniczenia przepięć (SPD). Kurier nr 1/2006. PPHU SPINPOL H.T. –  
[http://www.spinpol.com.pl/download/Kurier\\_nr1.pdf](http://www.spinpol.com.pl/download/Kurier_nr1.pdf)
- [19] Program: **GromExpert**; PPHU SPINPOL H.T.,  
<http://www.spinpol.com.pl/download/gromexpert.exe> opis:  
<http://www.spinpol.com.pl/index.php?artykul=poradnik/gromexpert>