

*Centrum Ochrony
przed Przepięciami i Zakłóceniami Elektromagnetycznymi
w Białymstoku*



Piorunochrony aktywne w świetle obowiązujących w Polsce norm i przepisów prawnych

Opracowanie:

dr inż. Mirosław Zielenkiewicz
dr inż. Tomasz Maksimowicz

RST Sp. z o.o.

15-620 BIAŁYSTOK
ul. Elewatorska 17/1

tel.: 792 350 100

www.rst.bialystok.pl
e-mail: rst@rst.bialystok.pl



Białystok, czerwiec 2018 r.

1. Wstęp

Na przestrzeni ostatnich dwóch dekad na światowym rynku można zauważyć ekspansję producentów urządzeń przeznaczonych do tak zwanej „aktywnej ochrony odgromowej”, którzy swoim urządzeniom przypisują większą skuteczność w stosunku do powszechnie stosowanych instalacji piorunochronnych wykonanych według zasad przedstawionych w normach dotyczących ochrony odgromowej, nazywanej przez oferentów „zwołów aktywnych” ochroną tradycyjną. Instalacje odgromowe oparte o takie „aktywne piorunochrony” z uwagi na małą ilość elementów składowych oferowane są jako znacznie tańsze rozwiązanie.

Także w Polsce temu zagadnieniu towarzyszy od pewnego czasu nieustanna dyskusja dotycząca skuteczności takiej ochrony oraz podstaw prawnych do zastąpienia tradycyjnej instalacji odgromowej „urządzeniem aktywnym”.

2. Aktualny stan prawny w Polsce w zakresie ochrony odgromowej

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. [5] w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie „*Budynek należy wyposażać w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych. Obowiązek ten odnosi się do budynków wyszczególnionych w Polskiej Normie dotyczącej ochrony odgromowej obiektów budowlanych*” (§ 53 ust. 2), a „*Instalacja piorunochronna, o której mowa w § 53 ust. 2, powinna być wykonana zgodnie z Polską Normą dotyczącą ochrony odgromowej obiektów budowlanych*” (§ 184 ust. 3). Zmiany z dnia 10 grudnia 2010 r. wprowadzone do powyższego Rozporządzenia [6] (weszły w życie z dniem 21 marca 2011 r.) zawierają wykaz norm przywołanych do wymienionych paragrafów, z którego wynika, że polskimi normami odgromowymi w zakresie ochrony obiektów budowlanych (łącznie z ich instalacjami, wyposażeniem i personelem) oraz przyłączonych do nich urządzeń usługowych (wszelkich linii: elektroenergetycznych, telekomunikacyjnych, radiokomunikacyjnych, rurociągów) są wyłącznie normy serii **PN-EN 62305: Ochrona odgromowa** zawierającej cztery oddzielne arkusze:

PN-EN 62305-1:2008: Część 1: Zasady ogólne

PN-EN 62305-2:2008: Część 2: Zarządzanie ryzykiem

PN-EN 62305-3:2009: Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia

PN-EN 62305-4:2009: Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach

Zgodnie z treścią części 1. normy serii 62305 [1] „*aby ustalić, czy ochrona odgromowa obiektu jest potrzebna, czy nie, należy ocenić ryzyko zgodnie z procedurami opisanymi w IEC 62305-2*”. Przeprowadzona na tej podstawie analiza zagrożenia piorunowego www.rst.bialystok.pl

ma na celu nie tylko ocenę potrzeby stosowania ochrony odgromowej, ale także - w przypadku, jeżeli jest ona wymagana - dobór odpowiednich środków ochrony. Z 3. części normy 62305 [3] wynika z kolei, że „Klasa wymaganego LPS (aut.: systemu ochrony odgromowej) powinna być wybierana na podstawie oceny ryzyka (patrz IEC 62305-2)”. Odnosząc się do wymienionych zapisów podstawę do konieczności stosowania i ustalenia klasy instalacji piorunochronnej (LPS ang. *Lightning Protection System*) na terenie Polski stanowi zatem analiza ryzyka przeprowadzona zgodnie z PN-EN 62305-2 [2], a instalacja odgromowa powinna być wykonana zgodnie z PN-EN 62305-3 [3].

3. Tradycyjne instalacje odgromowe

Optymalna procedura dla praktycznej realizacji podziału prądu piorunowego opisana jest w normach ochrony odgromowej za pomocą klas instalacji odgromowej, którym przyporządkowano następujące parametry: maksymalny wymiar oka siatki zwodów odgromowych, maksymalny odległości między przewodami odprowadzającymi oraz kątów osłonowych.

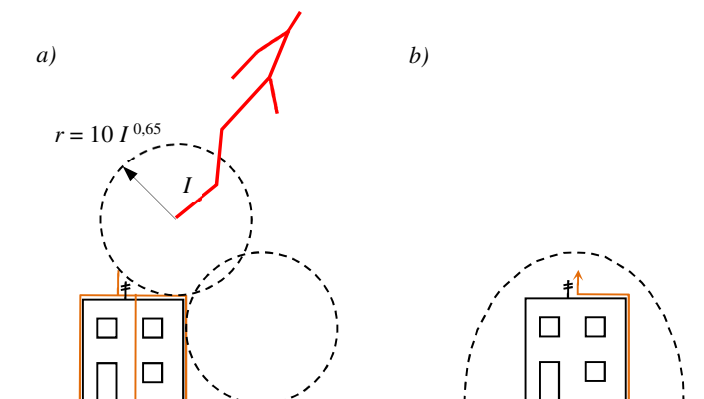
Zadaniem zewnętrznej instalacji piorunochronnej LPS według [1] jest:

- *przejąć wyładowanie piorunowe skierowane w obiekt (za pomocą układu zwodów),*
- *odprowadzić prąd pioruna bezpiecznie do ziemi (za pomocą układu przewodów odprowadzających),*
- *rozproszyć go w ziemi (za pomocą układu uziomowego).*

Zgodnie z założeniami modelu elektrogeometrycznego przyjętego w PN-EN 62305 skuteczność przejmowania wyładowań przez LPS zależna jest od parametrów prądu pioruna. Strefa chroniona przez układ zwodów wyznaczana powinna być metodą toczącej się kuli o promieniu r dobieranym w zależności od przyjętego poziomu ochrony odgromowej (LPL ang. *Lightning Protection Level*) lub na podstawie określonych kątów ochronnych w przypadku zwodów pionowych. Wartość promienia r ustalona została na podstawie minimalnych wartości prądu pioruna przypisanych poszczególnym poziomom LPL.

Tablica 1. Wybrane parametry przypisane poziomom LPL				
Parametr	LPL (klasa LPS)			
	I	II	III	IV
Minimalny prąd szczytowy I [kA]	3	5	10	16
Prawdopodobieństwo, że prąd pioruna będzie większy niż I	0,99	0,97	0,91	0,84
$r = 10 I^{0,65}$ [m]	20,4	28,5	44,7	60,6
Przyjęta wartość r [m]	20	30	45	60

Wymiar siatki zwodów W [m]	5 x 5	10 x 10	15 x 15	20 x 20
Typowe odległości między przewodami od-prowadzającymi [m]	10	10	15	20
Przypisana skuteczność ochrony	98 %	95 %	90 %	80 %



Rys. 1. Wyznaczanie stref chronionych

a) na podstawie modelu elektro-geometrycznego toczącej się kuli stosowanej w normach odgromowych b) strefa chroniona „piorunochronu aktywnego”

Według [3] w celu zredukowania prawdopodobieństwa wystąpienia szkody wskutek przepływu prądu pioruna przez elementy LPS, przewody odprowadzające powinny być rozmieszczone w taki sposób, aby istniało kilka równoległych dróg prądowych (nie mniej niż dwie), a ich długość była możliwie jak najkrótsza. Preferowane jest równomierne rozmieszczenie przewodów odprowadzających wokół obwodu budynku w odległościach przedstawionych w Tabelicy 1. Dodatkowo, w przypadku wysokich budynków, zaleca się stosowanie połączeń wyrównawczych poziomych wzdłuż obwodu budynku. Takie rozwiązanie ma na celu możliwie równomierne podzielenie prądu pioruna na jak najmniejsze części.

Należy pamiętać, że przepływ prądu pioruna o znacznych wartościach szczytowych może powodować niebezpieczne iskrzenie oraz oddziaływanie termiczne na konstrukcję budynku. Aby zapobiec przeskokom iskrowym z elementów LPS do wszelkich urządzeń lub okablowania instalacji montowanych na zewnątrz lub wewnątrz chronionego budynku należy zachować bezpieczne odstępy s . Im wartość szczytowa prądu płynącego w przewodzie odprowadzającym jest większa tym większa powinna być odległość bezpieczna. Norma [3] uzależnia te odległości między innymi od klasy LPS oraz liczby przewodów odprowadzających.

4. „Piorunochrony aktywne”

„Piorunochronom aktywnym” z tak zwaną wczesną emisją strimera ESE (*ang. Early Streamer Emission*) przypisuje się większą skuteczność w stosunku do instalacji

„tradycyjnych”, związaną z szybszym, zdaniem ich producentów, wychwytywaniem wyładowań piorunowych.

W naszym najbliższym obszarze geograficznym zwody ESE z wczesną emisją strimera dopuszczają do stosowania między innymi: norma francuska NF C 17-102 [7] oraz wzorowana na niej norma hiszpańska UNE 21286 [8]. Dokumenty te nie mają żadnych odpowiedników wśród Polskich Norm. Inicjatywa przyjęcia normy francuskiej NF C 17-102 jako normy europejskiej EN nie spotkała się ze zrozumieniem państw członkowskich Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki (CENELEC) i została odrzucona w głosowaniu w roku 2010. W związku z tym w serii polskich norm odgromowych PN-EN 62305 [1-4] dopuszczonych do stosowania rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [5] o zwodach ESE nie ma żadnej wzmianki, która by zezwalała na ich stosowanie. Tak więc - z prawnego punktu widzenia - urządzenia te nie mogą być projektowane, montowane i stosowane na terenie Polski jako elementy instalacji piorunochronnej dla obiektów budowlanych.

Deklarowane strefy ochronne tworzone przez urządzenia ESE nie są zgodne ze strefami wyznaczanymi według przywołanych w rozporządzeniu [5, 6] norm PN-EN 62305 [1-4]. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce normami „piorunochrony aktywne” traktowane mogą być jedynie jako pojedyncze zwody pionowe, tworzące strefy osłonowe określone na podstawie kąta ochronnego zależnego od wysokości zwodu względem płaszczyzny odniesienia oraz od przyjętego poziomu ochrony odgromowej LPL i jako takie mogą być stosowane, jeśli spełniają wymogi tych norm poparte wynikami badań przeprowadzonych według procedury opisanej w normie PN-EN 50164-2:2010 [11] zawierającej wymagania dotyczące przewodów i uziomów w urządzenia piorunochronnego.

5. Skuteczność „zwodów aktywnych” typu ESE

Kwestią sporną jest sama skuteczność zwodów typu ESE. Piorunochronom aktywnym przypisuje się wyższe skuteczności wynoszące 99 % lub 99,9 % odpowiednio dla określonych wyższych poziomów ochrony LPL I+ i LPL I++. O ile skuteczność tradycyjnych instalacji odgromowych (Tablica 1) oszacowana została na podstawie prawdopodobieństwa wystąpienia minimalnych wartości szczytowych prądu pioruna oraz parametrów instalacji piorunochronnych przypisanych poszczególnym poziomom ochrony odgromowej w odniesieniu do modelu elektro-geometrycznego, to w przypadku piorunochronów aktywnych brak jest naukowego uzasadnienia przyjmowania tak wysokich skuteczności ochrony zaakceptowanego przez środowisko naukowe.

Skuteczność zwodów ESE kwestionowana jest ponadto na podstawie odnotowanych licznych przypadków wyładowań bezpośrednich w obiekty, które potencjalnie miały być

chronione przez piorunochrony aktywne. Dobry przykład może stanowić przypadek, które miał miejsce w Czechach z 2011 roku, gdzie pomimo zastosowania „aktywnej ochrony” z wykorzystaniem zwodów ESE piorun uderzył w zbiornik stacji biopaliw doprowadzając do jego eksplozji [9]. Podobne przypadki łatwo znaleźć w internecie, gdzie również doszukać się można informacji [10] o tym, że po odrzuceniu przez NFPA (Narodowy Związek Ochrony Przeciwpożarowej w USA) wstępnej wersji normy 781 o zasadach stosowania urządzeń ESE i wniesieniu w roku 1996 r. powództwa przez grupę producentów urządzeń ESE Sąd Federalny Stanu Arizona odrzucił w roku 2003 to powództwo konstatując między innymi, że twierdzenie o wyższej skuteczności urządzeń ESE nie jest poparte wystarczająco pewnymi testami.

6. Praktyczne spojrzenie na „piorunochrony aktywne”

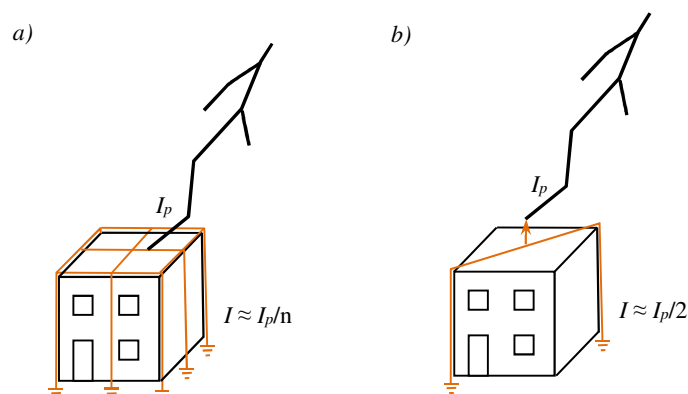
Podstawowym celem realizowanym przy projektowaniu „tradycyjnych” (czytaj: normatywnych) instalacji odgromowych jest optymalne podzielenie prądu kanału piorunowego na jak najmniejsze części za pośrednictwem specjalnie projektowanych elementów instalacji odgromowej: zwodów i przewodów odprowadzających. Optymalna procedura dla praktycznej realizacji podziału prądu piorunowego opisana jest w normach ochrony odgromowej za pomocą odpowiednich klas instalacji odgromowej, którym przyporządkowano dopuszczalne maksymalne: wymiary oka siatki zwodów odgromowych, odległości między przewodami odprowadzającymi oraz kąty osłonowe. Stosując tę procedurę projektant dąży do osiągnięcia bezpiecznych napięć rażeniowych dotykowych i krokowych oraz bezpiecznych odstępów izolacyjnych od elementów instalacji odgromowej. Ogólna zasada: im gęstsza siatka zbudowana z elementów instalacji odgromowej tym mniejsze zagrożenie - znana jest wszystkim praktykom i specjalistom. Umiejętna optymalizacja ilości tych elementów pozwala doświadczonemu projektantowi na osiągnięcie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa istot żywych i instalacji obiektowych dla określonego wcześniej poziomu zagrożenia piorunowego obiektu.

Według norm [7, 8] przy zwodach aktywnych typu ESE zaleca się stosować typowo tylko jeden lub dwa przewody odprowadzające, co uzależnia się od wysokości budynku (dla bardzo wysokich budynków - 4 przewody odprowadzające). Prowadzi to do oczywistej sytuacji, w której przy wyładowaniu bezpośrednim w przypadku zastosowania tylko jednego przewodu odprowadzającego płynie w nim całkowity prąd wyładowania piorunowego, a przy dwóch przewodach odprowadzających - w każdym z nich prąd ten będzie tylko o połowę mniejszy (rys. 2). Skutkuje to koniecznością zachowywania większych bezpiecznych odstępów izolacyjnych w celu zapobieżenia przeskokom iskrowym do znajdujących się w pobliżu istot żywych, urządzeń i instalacji.

Istotne znaczenie mogą mieć także termiczne następstwa przepływu prądów o tak wysokich wartościach. Warto też zauważyć, że przepływ prądu pioruna jedną drogą skutkuje maksymalnymi wartościami natężenia pola magnetycznego w pobliżu przewodu odprowadzającego.

Ogólnie wiadomo, iż według wymagań przyjętego do stosowania 3. arkusza norm serii PN-EN 62305 zawsze należy stosować nie mniej niż dwa przewody odprowadzające. Przewody te rozmieszcza się równomiernie na obwodzie budynku w odległościach zależnych od przyjętego poziomu LPL (Tablica 1) – tym mniejszych, im bardziej skuteczna jest instalacja odgromowa. Rozwiązanie zgodne z PN-EN 62305 ma na celu podzielenie prądu pioruna na jak najmniejsze wartości w celu minimalizacji skutków jego przepływu. Równomierne rozmieszczenie przewodów odprowadzających wzdłuż obwodu budynku poprawia równomierność rozkładu natężenia pola magnetycznego wewnątrz chronionego obiektu, a przy odpowiednim ich zagęszczeniu (LPL I) daje dodatkowo lepsze właściwości ekranujące. W rezultacie: stosowanie normatywnych instalacji odgromowych zmniejsza wartości energii przepięć indukowanych w wyniku oddziaływania prądu kanału piorunowego w wewnętrznych instalacjach obiektu przy bezpośrednim lub pobliskim wyładowaniu atmosferycznym.

Należy także wyraźnie podkreślić, że w przypadku zastosowania tylko jednego przewodu odprowadzającego, co jest możliwe przy „zwodach aktywnych”, wartość napięcia rażeniowego dotykowego i napięcia krokowego w miejscu spłynięcia całego prądu do ziemi będzie największa z możliwych. Największe są też w takim przypadku wymagane odstępstwa izolacyjne, trudne do uzyskania w praktyce ze względu na oczywiste zbliżenia do instalacji obiektowych, przez co stają się one bardzo kosztowne.



Rys. 2 Podział prądu pioruna w przypadku a) instalacji odgromowej zgodnej z PN-EN 62305 i b) aktywnej ochrony odgromowej (I_p – całkowity prąd pioruna; n – liczba przewodów odprowadzających LPS)

Wypada zwrócić także uwagę na jeden z głównych marketingowych argumentów producentów „zwodów aktywnych”, według których ich rozwiązanie jest tańsze od rozwiązań tradycyjnych. W rzeczywistości takie rozwiązanie jest najczęściej droższe, gdy stosowane jest do ochrony niedużych gabarytowo obiektów.

7. Podsumowanie

Wszelkiego rodzaju :”piorunochrony aktywne”, w świetle obowiązujących w Polsce norm i przepisów prawnych, mogą być wykorzystane jedynie jako pojedyncze zwody pionowe wchodzące w skład instalacji piorunochronnej wykonanej w zgodzie z wymaganiami serii norm odgromowych 62305. W świetle litery prawa strefa ochronna, przy stosowaniu zwodów typu ESE powinna być wyznaczona wyłącznie w oparciu o zasady opisane w obowiązujących w Rzeczypospolitej Polskiej normach [1-4] zgodnie z wartościami kątów ochronnych wnoszonych przez zwody pionowe, przypisanych poszczególnym poziomom instalacji ochrony odgromowej. Gdyby można było założyć, że takie urządzenia rzeczywiście szybciej „zwozą” prąd piorunowy niż klasyczny zwód Franklina, to można byłoby je wykorzystać do umiejętnego kierowania wyładowania w konkretny punkt obiektu, wybrany na etapie projektowania, w celu odprowadzenia prądu pioruna trasą najbardziej bezpieczną zarówno dla urządzeń jak i dla ludzi, jednak takie rozwiązanie nie może stać w sprzeczności z wymaganiami serii norm PN-EN 62305.

Bibliografia

- [1] PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne
- [2] PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem
- [3] PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- [4] PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 grudnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 2010 nr 239 poz. 1597
- [7] NF C 17-102:1995 Lightning protection. Protection of structures and open areas against lightning using early streamer emission air terminals. - norma francuska

- [8] UNE 21186:2011 Protection Against Lighting: Surge Arresters Using Early Streamer Emission Air Terminals
- [9] J. Kutac, Z Martinek, J. Mikes, M Petrak, *Pożar na stacji biopaliw Malsice*, elektro.info, 5/2012
- [10] A. E. Pedersen, The result of: a court case concerning ESE devices, [http:// www.lightning-safety.com/nlsi_lhm/ESE_court_case.pdf](http://www.lightning-safety.com/nlsi_lhm/ESE_court_case.pdf)
- [11] PN-EN 50164-2:2010 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) -- Część 2: Wymagania dotyczące przewodów i uziomów