

Projektowanie instalacji odgromowych według PN-EN 62305

Streszczenie: W artykule zostaną przedstawione wybrane zagadnienia dotyczące projektowania instalacji odgromowych zewnętrznych w świetle obowiązujących przepisów ze szczególnym uwzględnieniem wieloarkuszowej normy PN-EN 62305

Słowa kluczowe: projektowanie instalacji odgromowych, analiza ryzyka, wyznaczanie stref ochronnych, odstępy izolacyjne, zwody odgromowe, przewody odprowadzające, uziomy



Obraz 1. Projektant przy pracy w programie Elko-Bis CAD wspomagającym projektowanie instalacji odgromowych.

Wprowadzenie

Istotnym elementem zabezpieczenia obiektu budowlanego jest zewnętrzna ochrona odgromowa. Jej zadaniem jest bezpieczne sprowadzenie ładunku piorunowego najkrótszą drogą do ziemi. Wyładowania atmosferyczne mogą wywołać porażenia ludzi i zwierząt, mogą też spowodować pożar. Prądy piorunowe mogą być przyczyną uszkodzeń instalacji, urządzeń elektrycznych oraz konstrukcji. Tematem niniejszego referatu jest tak zwana ochrona odgromowa zewnętrzna. Obejmuje ona urządzenia i elementy związane ze zwodami, przewodami odprowadzającymi i uziomami. Często w zapisach umów pomiędzy inwestorami a firmami ubezpieczeniowymi pojęcie instalacji odgromowej rozszerze się o instalację przeciwprzebieciową. Dlatego w tytułach i opisach opracowań projektowych dobrze jest precyzyjnie określać zakres dokumentacji. Systemy instalacyjne oraz ich elementy muszą spełnić wymogi Polskich Norm oraz posiadać stosowne dopuszczenia i certyfikaty. Wymagania dostosowane do przepisów Unii Europejskiej nakładają na uczestników procesu budowlanego obowiązki, których spełnienie jest niezbędne dla prawidłowego wykonania i użytkowania instalacji odgromowych. Instalacje odgromowe stały się w procesie realizacji inwestycji bardzo wyspecjalizowaną branżą. Często w różnych publikacjach normę PN-EN 62305 określa się jako nową, pomimo tego, że obowiązuje już od paru lat. Podobnie jak kiedyś w przypadku normy PN-IEC 60364, wprowadzającej wiele zmian dotyczących np. stosowania wyłączników różnicowoprądowych, zasady wprowadzone przez normę PN-EN 62305 wymagają jeszcze czasu, aby ugruntowały się w świadomości projektantów i wykonawców. Projektowanie instalacji odgromowych obejmuje fazę

inwestycyjną, jak również eksploatacyjną, kiedy w obiekcie zostają wprowadzone zmiany architektoniczne, konstrukcyjne lub instalacyjne. Wtedy należy dostosować istniejącą instalację odgromową do zamierzonych zmian. Projektując instalacje odgromowe warto korzystać ze sprawdzonych narzędzi informatycznych takich jak Elko-Bis CAD za pomocą których można wykonać grafikę inżynierską, obliczenia ryzyka w arkuszu Elko-Bis Risk H1, obliczenia numeryczne i graficzne stref ochronnych, obliczenia odstępów izolacyjnych, weryfikację odległości masztów od paneli fotowoltaicznych dla uniknięcia nieporządanej koncentracji cienia oraz specyfikacje materiałowe.

Stan Prawny dotyczący projektowania instalacji odgromowych

Konieczność stosowania norm polskich w zakresie projektowania instalacji odgromowej wynika z następujących dokumentów:

- Ustawa o Normalizacji z dnia 12 września 2002 r.,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie 'Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie' z kolejnymi zmianami,
- Zestaw norm PN-EN 62305 Ochrona odgromowa,
- Norma PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona przed przepięciami - Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
- Zestaw norm PN-EN 62561 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC).

Polski Komitet Ochrony Odgromowej w dniu 22.10.2012 r. zajął stanowisko wobec innych interpretacji prawnych powołujących się m in. na Ustawę o Normalizacji jw. dopuszczających wiedzę techniczną ponad postanowienia polskich norm. PKOO podtrzymuje obligatoryjność polskich norm w projektowaniu instalacji odgromowych. Takiemu stanowisku przeciwstawiają się dystrybutorzy zwodów odgromowych pionowych z wczesną emisją strimera (ang. ESE - Early Streamer Emission), nazywanych powszechnie 'zwodami aktywnymi'. Powołują się oni na normę francuską NF C 17-102 (2011) i inne dokumenty.

Znane są również dokumenty przeciwne ESE takie jak:

- raport z badań porównawczych laboratrouim Uniwersytetu Manchester (Wielka Brytania), gdzie jednoznacznie wykazano, że 'zwody aktywne' są mniej skuteczne niż zwody klasyczne o tej samej wysokości,
- wyrok sąd w stanie Arizona (USA), który zakazał reklamowania 'zwodów aktywnych'.

W tej sytuacji projektanci muszą samodzielnie wybrać podstawowe kryteria projektowania. Wybory te powinny jednak bazować na przekonaniu o ich słuszności i zapewnieniu sobie bezpieczeństwa. W dzisiejszych czasach świadomość techniczna firm ubezpieczeniowych dotycząca instalacji odgromowych jest coraz wyższa. Nieprawidłowo zaprojektowana i wykonana instalacja odgromowa może zostać zakwestionowana na etapie budowy obiektu w trybie nadzoru inwestorskiego lub w trakcie eksploatacji obiektu budowlanego w sprawach roszczeniowych związanych z odszkodowaniami.

Wyszczególnienie akroszy normy PN-EN 62305

Norma PN-EN 62305 Ochrona odgromowa zawiera zestaw czterech arkuszy:

- Część 1. Zasady ogólne,
- Część 2. Zarządzanie ryzykiem,
- Część 3. Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia,
- Część 4. Urządzenia elektryczne i elektroniczne.

IX Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2016

Analiza ryzyka według normy PN-EN 62035

W drugim arkuszu normy PN-EN 62305 przedstawiono algorytmy do obliczania ryzyka jako podstawy do określenia klasy ochrony odgromowej.

Norma PN-EN 62305 wprowadza nowe kryteria i parametry projektowania instalacji odgromowej w odniesieniu do trzech oddzielnych grup dotyczących środków ochrony do redukcji ryzyka:

- szkód fizycznych i zagrożenia życia w obiekcie,
- awarii urządzeń elektrycznych i elektronicznych w obiekcie,
- szkód fizycznych i awarii urządzeń usługowych przyłączonych do obiektu.

Analiza ryzyka prowadzi do identyfikacji typów strat, ustalenia i obliczania komponentów ryzyka i przyjęcia środków ochrony, dla których ryzyko jest dopuszczalne.

Przyjęcie danej klasy ochrony odgromowej skutkuje przyjęciem określonego systemu instalacyjnego i wymiarowania stref ochronnych. Wartość zaprojektowanej w ten sposób instalacji dopisuje się do budżetu inwestycji. W przypadku nieprawidłowo przyjętej klasy ochrony odgromowej wartość instalacji może się zwiększyć. Wtedy działania naprawcze mogą spowodować roszczenia skierowane do projektantów. Analiza ryzyka zawiera około 140 parametrów. Wobec takiej ilości parametrów i trudności w ich ocenie interpretacje wyników mogą prowadzić do różnych wyników. Dlatego środowisko projektantów oczekuje innych alternatywnych metod określania klasy ochrony odgromowej. Wzorem innych krajów można przyjąć uproszczone tabele kwalifikacji różnego rodzaju obiektów budowlanych do określonej klasy LPS. Można też wprowadzić ustalenie klasy LPS przez firmy ubezpieczeniowe, lokalne urzędy budowlane lub pożarnicze. Istnieją programy komputerowe wspomagające analizę ryzyka. Przykładem takiego programu jest program IEC Risk Calculator, aplikacja załączona do normy PN-EN 62305. Należy jednak pamiętać, że większość tego typu programów ma znaczne ograniczenia, które pozwalają na korzystanie z nich w przypadkach bardzo prostych obiektów budowlanych. Obecnie na rynku dostępne są dwa programy posiadające uniwersalne algorytmy do obliczeń ryzyka:

- ALRISK, program dostępny za pośrednictwem Internetu – Politechnika Warszawska (2007 r.),
- Dehn Support – program komercyjny zawierający moduł do obliczeń ryzyka jak również moduł graficzny do wyznaczania stref ochronnych i odstępów izolacyjnych.

Zdarzają się jeszcze przypadki, kiedy to projektanci stosują do wyznaczenia klasy ochrony odgromowej program GromExpert według normy PN-IEC 61024-1. Działania te nie są uprawnione według obowiązujących obecnie norm PN-En 62305.

Wytyczne do projektowania w Części 3 normy PN-EN 62305

Trzeci arkusz PN-EN 62305 zawiera najczęściej wykorzystywane informacje dotyczące zasad projektowania i wykonawstwa instalacji odgromowych. To bogaty materiał podzielony na części:

- urządzenie piorunochronne (LPS),
- zewnętrzny LPS,
- wewnętrzny LPS,
- konserwacja i sprawdzanie LPS,
- środki ochrony przed porażeniem istot żywych napięciami dotykowymi i krokowymi,
- uszczegółowienia w formie załączników różnych tematów związanych.

W trzecim arkuszu normy PN-EN 62305 znajdziemy informacje między innymi:

- jakie mamy klasy ochrony LPS,
- jakie należy przyjąć parametry w każdej klasie dla wyznaczania stref ochronnych,
- jakie są zakresy stosowania i ograniczenia dla poszczególnych metod wyznaczania stref ochronnych,

- jakie materiały i ich wymiary należy stosować dla poszczególnych elementów instalacji,
- jakie są zasady rozmieszczania poszczególnych urządzeń instalacji odgromowych,
- jakie są zasady budowy poszczególnych elementów instalacji odgromowej,
- kiedy należy dokonywać sprawdzeń i przeglądów instalacji odgromowej,
- jakie są zmiany w odniesieniu do wcześniej obowiązujących norm PN-86, PN-89 np.:
- stosowanie drutu do zwodów i przewodów odprowadzających $\varnothing 8$
- zalecana rezystancja uziemienia 10 Ω .

Projektowanie instalacji odgromowych na etapie projektu budowlanego

Projektowanie instalacji odgromowej rozpoczyna się w fazie etapie projektu budowlanego. Ta faza projektowa jest kluczowa w zakresie koordynacji z innymi branżami. Często jeszcze projektanci traktują projekt budowlany jako wstępny do uszczegółowienia w projekcie wykonawczym. Już w projekcie budowlanym należy zebrać informacje dotyczące szczegółów konstrukcyjnych, budowlanych i instalacyjnych budynku, które będą potrzebne do wyboru systemów ochronnych zapewniających odpowiednie strefy ochronne, odstępów izolacyjne i uziomy. Na tym etapie projektant branży elektrycznej powinien kształtować świadomość całego zespołu projektowego i wpływać na rozwiązania innych branż (szczególnie klimatyzacyjno-wentylacyjnej) dla możliwości zaprojektowania prawidłowej ochrony odgromowej. Praktyka potwierdza, że w wielu przypadkach działania te są niewystarczające i problemy do rozwiązania rozwiązywanie jest z reguły najtrudniejsze.

Ochrona odgromowa płaskich połaci dachowych

Dla powierzchni płaskich norma PN-EN 62305 deleguje podstawowy sposób ochrony odgromowej oparty na tak zwanej metodzie siatki zwodów (potocznie 'oczek'). Dla każdej z klas LPS określone są w lokalnym układzie współrzędnych kartezjańskich na dachu dla osi rzędnych i odciętych takie same nieprzekraczalne wielkości siatek zwodów. Przy obecnym nasyceniu dachów w różnego rodzaju urządzenia wyniesione metoda ta musi być rozpatrywana z metodami wyznaczania stref ochronnych tworzących przez zwody pionowe (potocznie 'maszty').

Tabela 1. Podstawowe parametry w metodach do wyznaczania stref ochronnych.

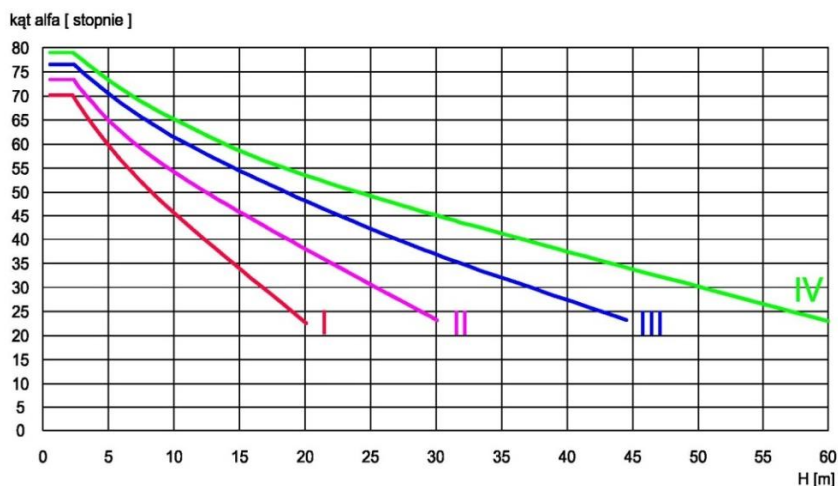
Klasa LPS	Metoda ochrony			Typowe odległości między przewodami odprowadzającymi i pomiędzy przewodami otokowymi
	Promień tocznej kuli r [m]	Wymiary siatki zwodów W [m]	Kąt ochronny α	
I	20	5 x 5	Patrz Wykres. 1.	10
II	30	10 x 10		10
III	45	15 x 15		15
IV	60	20 x 20		20

IX Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2016

Metody wyznaczania stref ochronnych tworzonych przez zwody pionowe

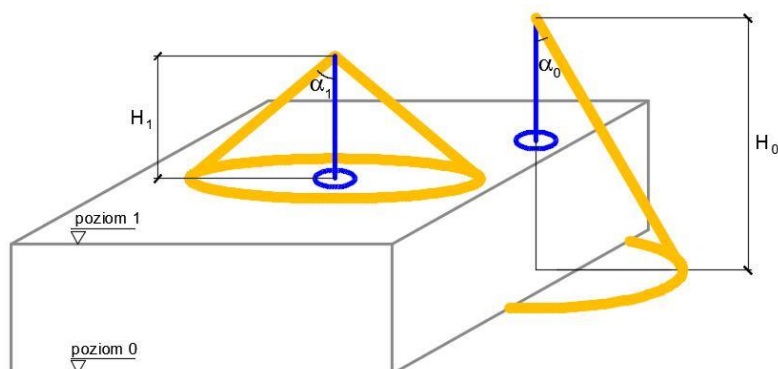
Przy wymiarowaniu stref ochronnych obiektów wyniesionych ponad dach stosujemy metody określone w części nr 3 normy PN-EN 62305 pkt. 5.2.2.

Metoda kąta ochronnego polega na wyznaczaniu stref ochronnych za pomocą stożka, którego parametry określa rysunek, załącznik do tablicy 2 zeszytu nr 3 normy PN-EN 62305.



Wykres 1. Podstawowe zależności kąta ochronnego od wysokości płaszczyzny odniesienia.

Tą metodę można stosunkowo łatwo stosować graficznie w środowisku 2D. Dla danej klasy ochrony odgromowej LPS oraz płaszczyzny odniesienia określony jest kąt ochronny α , który jest kątem pomiędzy osią a tworzącą stożka. Jeżeli maszt odgromowy jest na tym samym poziomie co obiekt chroniony to płaszczyzna odniesienia jest wysokością stożka. Jeżeli obiekt chroniony jest na poziomie poniżej poziomu na którym ustawiony jest chroniący jego maszt odgromowy płaszczyzną odniesienia jest wysokość masztu powiększona o odległość między tymi poziomami.



Obraz 2. Graficzne przedstawienie metody stożka.

Tabela 2. Kąty i promienie ochronne dla płaszczyzn odniesienia od 1m do 10 m w różnych klasach LPS.

H [m]	klasa LPS I		klasa LPS II		klasa LPS III		klasa LPS IV	
	Kąt ochronny α	Promień ochronny a [m]	Kąt ochronny α	Promień ochronny a [m]	Kąt ochronny α	Promień ochronny a [m]	Kąt ochronny α	Promień ochronny a [m]
1	70	2,75	73	3,27	76	4,01	79	5,14
2	70	5,49	73	6,54	76	8,02	79	10,29
3	66	6,74	71	8,71	74	10,46	76	12,03
4	62	7,52	68	9,90	72	12,31	74	13,95
5	59	8,32	65	10,72	70	13,74	72	15,39
6	56	8,90	62	11,28	68	14,85	71	17,43
7	53	9,29	60	12,12	66	15,72	69	18,24
8	50	9,53	58	12,80	64	16,40	68	19,80
9	48	10,00	56	13,34	62	16,93	66	20,21
10	45	10,00	54	13,76	61	18,04	65	21,45

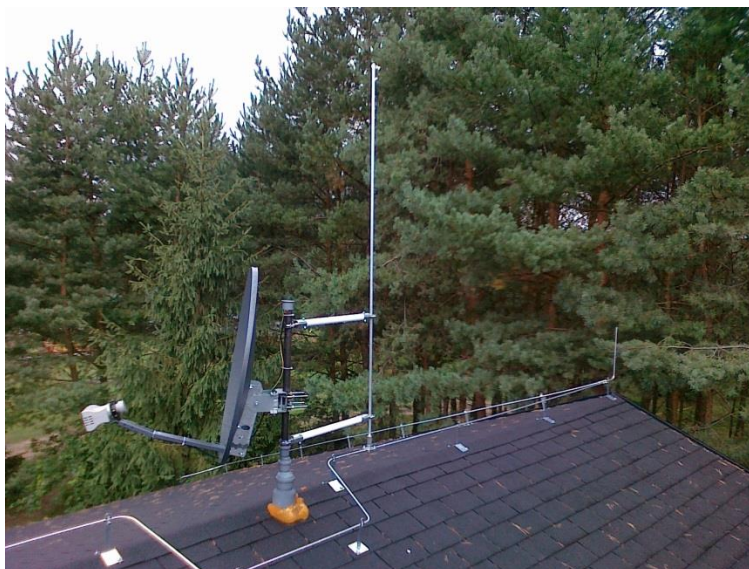
Metoda kąta ochronnego podlega ograniczeniom wysokości zwodu od płaszczyzny odniesienia. Na przykład w klasie LPS IV może być stosowana do 60m, w klasie LPS I do 20m. Metoda kąta ochronnego jest odpowiednia dla budynków o prostych kształtach. Metoda toczącej się kuli polega na tworzeniu stref ochronnych w strefach tworzonych przez zewnętrzne powierzchnie wzajemnie przenikających się abstrakcyjnych kuli oraz powierzchnię płaszczyzny odniesienia (zazwyczaj powierzchnię ziemi). Kule te mają promień określony w normie PN-EN 62305 dla każdej klasy LPS. Kule opierają się na szczytach zwodów pionowych oraz pomiędzy zwodami pionowymi a płaszczyzną odniesienia w taki sposób, aby ich przenikające się zewnętrzne powierzchnie tworzyły powierzchnię ciągłą (potocznie „szczelną”). Wtedy, pod tymi powierzchniami zewnętrznymi, jest strefą ochronną. Metoda toczącej się kuli jest metodą uniwersalną do stosowania w każdym przypadku. Jednak praktyczne wyznaczenie stref ochronnych metodą toczącej się kuli jest skomplikowaną operacją graficzną w środowisku CAD 3D (przestrzeń). Większość projektantów w branży elektrycznej pracuje nadal (z przyczyn ekonomicznych) w programach CAD 2D (płaszczyzna). W pewnych przypadkach, kiedy możemy zastosować zwody pionowe ze zwodami poziomymi wysokimi (np. maszty 96516005 Elko-Bis połączone na szczytach linką ALDREY 50 mm²) wyznaczanie stref ochronnych można rozpatrzyć graficznie na rzutniach w programach CAD 2D.

Ochrona odgromowa obiektów wyniesionych ponad dach

Obiekty z materiałów przewodzących elektrycznie należy wyizolować od instalacji odgromowej lub ekwipotencjalizować z nią z zachowaniem niezbędnych odstępów izolacyjnych. Do ochrony metalowych profili konstrukcyjnych, masztów antenowych, kominów można zastosować system zwodów mocowanych na drążkach izolacyjnych (np. typu 97900729 Elko-Bis) o długości dostosowanej do niezbędnych odstępów izolacyjnych. Zwody pionowe budowane w tym systemie prowadzone są od instalacji odgromowej budynku do szczytu obiektu chronionego gdzie podłączone są do masztów lub iglic odgromowych mocowanych na drążkach izolacyjnych. W zależności od rodzaju

IX Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2016

podłoża występuje wiele typów mocowań drążków izolacyjnych, między innymi uniwersalne obejmę z giętkimi taśmami ze stali nierdzewnej (np. typu 96701105 Elko-Bis). Taśmy te umożliwiają bardzo mobilne mocowania do różnego typu profili, konstrukcji. Obejmuje się nimi dany element i mocuje w zacisku przy którym jest śruba do montażu drążka izolacyjnego.



Obraz 3. Ochrona odgromowa anteny satelitarnej.

Na dachach chronimy nadbudówki i świetliki nawet wtedy, kiedy nie są wyposażone w urządzenia elektryczne (np. klapy dymowe, wentylatory) powyżej gabarytów określonych w zeszycie nr 3 normy PN-EN62305. Metalowe nadbudówki i świetliki muszą mieć ochronę odgromową jeżeli ich wymiary przekraczają następujące wartości:

- wysokość od poziomu dachu 0,3 m
- całkowita powierzchnia nadbudówki 1,0 m²,
- długość nadbudówki 2,0 m.

Ochronie odgromowej podlegają również:

- nieprzewodzące obiekty na dachu wystające ponad 0,5 m nad powierzchnię dachu,
- kominy metalowe i z materiału izolacyjnego.

Zwody pionowe można zastosować również w systemowej ochronie całego dachu wraz z istniejącymi na nim obiektami. Rozwiązania takie ograniczają stosowanie zwodów poziomych niskich, które ulegają znacznym uszkodzeniom w zimie podczas odśnieżania dachu.

Odstępy izolacyjne w instalacjach odgromowych

Zapewnienie niezbędnych odstępnych odstępów izolacyjnych uniemożliwia przeskok ładunku - przerwanie przerwy izolacyjnej pomiędzy zwodem odgromowym a metalowym obiektem na dachu związanym z odbiornikiem energii elektrycznej lub teletechnicznej. Takie przebiecie przerwy powietrznej może wystąpić w momencie odbioru wyładowania piorunowego przez instalację odgromową i przepływie prądu piorunowego przez dany

zwód. Przebiecie przerwy powietrznej może wystąpić w momencie odbioru wyładowania piorunowego przez instalację odgromową i przepływie prądu piorunowego przez dany zwód. Sposób obliczania odstępów izolacyjnych podano w normie PN-EN 62305 w punkcie E.4.2.4.1 Ocena współczynnika kc. Istnieje prostsza metoda do obliczeń odstępów izolacyjnych zawarta w nieprzetłumaczonej z języka angielskiego normie PN-EN 62305:2011. Algorytm tej metody został zaimplementowany do arkusza kalkulacyjnego dostępnego na stronie www.elkobis.com.pl.

Ochrona odgromowa obiektów zagrożonych wybuchem

W przypadku obiektów zagrożonych wybuchem obowiązują specjalne zasady projektowania podane w załączniku D (informacyjnym) PN-EN 62305. Maja one wpływ na rozmieszczenie zwodów, połączeń wyrównawczych, uzemień i innych elementów. Należy przy tym stosować zasady wymiarowania stref ochronnych określone wyżej.

Stosowanie przewodów wysokonapięciowych w instalacjach odgromowych

W przypadku zagęszczenia urządzeń metalowych na połaci dachowej, kiedy nie można uzyskać odstępów izolacyjnych stosując zwody nieizolowane możemy zastosować systemy ochrony odgromowej z wykorzystaniem przewodów wysokonapięciowych. Należy jednak pamiętać, że odstęp izolacyjny dla danego przewodu wysokonapięciowego i klasy ochrony odgromowej LPS określony jest w dokumentacji producenta dla nieprzekraczalnych długości. Dlatego systemy ochrony odgromowej z zastosowaniem przewodów wysokonapięciowych przy dużych i rozległych obiektach budowlanych należy traktować jako rozwiązania lokalne skoordynowane z instalacją odgromową nieizolowaną.

Do przewodów wysokonapięciowych stosuje się specjalne maszty odgromowe. Występują rozwiązania w postaci masztów z tworzywa sztucznego z grotem odgromowym (np. typu WVP Elko-Bis) lub masztów metalowych z drążkiem izolacyjnym i grotem odgromowym (np. typu WVM Elko-Bis).

Tabela 3. Graniczne długości przewodu wysokonapięciowego typu Elko-Bis 30000199 dla zachowania odstępu izolacyjnego 0,75m.

Liczba przewodów	Klasa ochrony odgromowej		
	I	II	III
1	x	12,5	18,75
2	14,2	18,49	28,4
3 i więcej	21,3	28,4	42,61

Projektowanie instalacji odgromowych urządzeń fotowoltaicznych

Oddzielną grupę urządzeń do ochrony odgromowej na dachu stanowią panele instalacji fotowoltaicznych. Poza wymaganymi strefami ochronnymi i odstępami izolacyjnymi przy ochronie tych urządzeń należy wyeliminować niekorzystne zjawisko cienia, jakie może wywołać nieprawidłowa lokalizacja masztu odgromowego. Koncentracja cienia na powierzchni panelu może spowodować wyłączenie części ogniw PV i zredukować zamierzony przez inwestora zysk energetyczny. Dlatego powierzchnia dachu na którym zlokalizowane są panele fotowoltaiczne powinna mieć wolne strefy umożliwiające lokalizację elementów ochrony odgromowej w sposób spełniający wymogi opisane wyżej.

IX Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2016

Projektowanie uziomów typu A (pionowych) w instalacjach odgromowych

Popularnym rodzajem uziemienia są uziomy pionowe, potocznie zwane „szpilkowymi”. Ich wykorzystanie pozwala na montaż czy wymianę bez ingerencji w części budowlane obiektów. Jest to najbardziej mobilny z rodzajów uziomów, stosowany często w budownictwie jednorodzinym oraz tam, gdzie nie ma możliwości montażu innych rodzajów uziemień (np. strefy z nawierzchnią utwardzoną wokół budynku, chodniki, parkingi, drogi wewnętrzne). Uziomy szpilkowe stosuje się także w celu poprawy parametrów uziomów fundamentowych, otokowych i kratowych, które są preferowane dla obiektów z rozległymi systemami elektronicznymi lub z dużym ryzykiem wystąpienia pożaru. W celu zminimalizowania skutków sprzężenia elektrycznego w ziemi, rozkład uziomów pionowych powinien być możliwie najbardziej równomierny. Głowice należy pogrążyć na głębokości nie mniejszej niż 0,5 m od powierzchni ziemi. Praktyka monterska pokazuje, że w celu uzyskania odpowiedniego parametru rezystancji, uziom szpilkowy należy pogłębić głębiej niż 3 metry. Uziomy pionowe powinny być elektrochemicznie kompatybilne z elementami instalacji odgromowej do których są przyłączone i posiadać dużą odporność na korozję. Ciekawym rozwiązaniem patentowym są uziomy pionowe z serii TERRA-GROM. Ich innowacyjność polega na sposobie łączenia kolejnych prętów, do czego wykorzystano mosiężne złączki (tuleje) o karbowanych wnętrzach. Podczas zbijania, pręty uziomowe o wyjątkowo wysokiej powłoce antykorozyjnej (odpowiednio: do 100 µm cynku ogniowego lub 500 µm miedzi), wciskają się w karbowane wnętrza mosiężnej tulei, tworząc z nią nierozdzielne połączenie. Wysoka powłoka gwarantuje długotrwałość uziomów w warunkach nawet bardzo agresywnych gleb. Uziomy TERRA-GROM dostępne są w średnicach 14,2-201 mm.

Bibliografia

1. PN-EN 62305, Ochrona odgromowa, Część 1,2,3,4.
2. Stanowisko Polskiego Komitetu Ochrony Odgromowej SEP w sprawie stosowania Polskich Norm dotyczących ochrony odgromowej obiektów budowlanych z dnia 22.10.2012 r.

Autor: mgr inż. Tadeusz Masłowski , Elko-Bis Systemy Odgromowe, ul. Swojczycka 38e, 51-501 Wrocław, e-mail: tadeusz.maslowski@elkobis.com.pl