

PORADNIK

elektro.info.pl

Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa



Drodzy Czytelnicy,

sierpniowe burze, które przeszły nad Polską, poważnie dały się odczuć nie tylko operatorom sieci elektroenergetycznych, ale i odbiorcom energii elektrycznej - zarówno indywidualnym, jak i przedsiębiorcom czy instytucjom. Wyładowania piorunowe w połączeniu z huraganowymi podmuchami wiatru i obfitymi opadami sparaliżowały zarówno duże metropolie, jak i mniejsze miasta i wsie. „Energetycznemu zniszczeniu” uległy zerwane linie, jak również obiekty niezabezpieczone przed uderzeniami pioruna.

Niestety nadal spotkać się można z sytuacjami, kiedy nie wszyscy inwestorzy, administratorzy i użytkownicy budynków są świadomi faktu (lub ten fakt ignorują), iż pewne i bezawaryjne działanie systemów i urządzeń elektrycznych i elektronicznych, częstokroć kluczowych dla funkcjonowania firmy czy naszego bezpieczeństwa, zdrowia i życia, wymaga zastosowania nie tylko elementów zasilania gwarantowanego (zasilaczy UPS i zespołów prądowórczych), ale i odpowiednio dobranych oraz rozmieszczonych urządzeń odgromowych i przeciwprzebiegowych.

Z przyjemnością przekazujemy w Państwa ręce pierwsze wydanie e-booka poświęconego tej właśnie tematyce. Prezentujemy w nim szereg specjalistycznych artykułów branżowych ekspertów oraz prezentacje firm, które w ramach swojej oferty dostarczają produkty służące ochronie odgromowej i ograniczające przepięcia.

Życzymy miłej lektury!

Redakcja elektro.info

Spis treści

- Projektowanie instalacji odgromowych według PN-EN 62305 – mgr inż. Tadeusz Masłowski 4
- Ograniczniki przepięć firmy RST – profesjonalna ochrona systemów sygnałowych – dr inż. Tomasz Maksimowicz – RST Sp. z o.o. – prezentacja 16
- Prawidłowy dobór i koordynacja energetyczna ograniczników przepięć – dr inż. Jarosław Wiater 22
- Zabezpieczanie latarni z oświetleniem LED przed przepięciami – źródła przepięć niebezpiecznych dla oświetlenia LED – JEAN MUELLER – prezentacja 32
- Podstawowe zasady ochrony odgromowej i przepięciowej w instalacjach fotowoltaicznych – mgr inż. Julian Wiatr . . . 36
- Finder – nowe ograniczniki przepięć typu 3 i linii sygnałowych – Finder Polska – prezentacja 42
- Niebezpieczeństwo pożarowe powodowane niestosowaniem instalacji odgromowej – dr inż. Jarosław Wiater 46
- Ochrona odgromowa i przeciwprzebiegowa stacji paliw – dr inż. Jarosław Wiater 50
- ODGROM OG3 – nowy wspornik do mocowania przewodów ochrony odgromowej – ALBOR – prezentacja 56
- Jak prawidłowo dobrać ograniczniki przepięć? – dr inż. Jarosław Wiater 58
- Urządzenia służące do ochrony sieci elektroenergetycznych SN przed przepięciami – wprowadzenie – mgr inż. Karol Kuczyński 66
- Katalog firm 72

odgrom

ETI

JEAN MÜLLER 
THE NAME FOR SAFETY

MERSEN

RST

 **finder**[®]
SWITCH TO THE FUTURE

Redakcja

Adres redakcji

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 65 61
faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl

 **elektro.info.pl**

Redakcja

Anna Kuziemska
akuziemska@elektro.info.pl

Reklama

Karolina Rosa
krosa@medium.media.pl


MEDIUM
GRUPA

Grupa MEDIUM

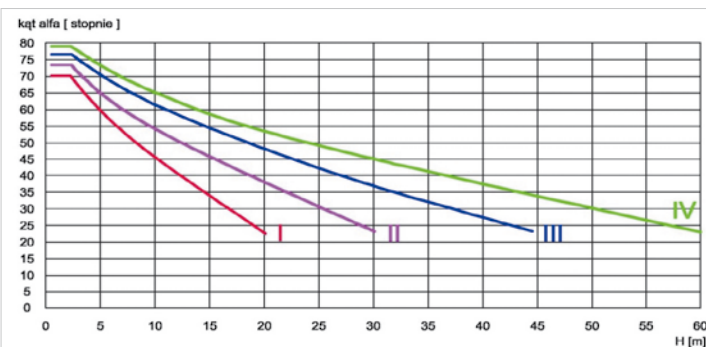
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K.
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 21 24, faks 22 810 27 42
ISBN 978-83-64094-10-1

projektowanie instalacji odgromowych według PN-EN 62305

mgr inż. Tadeusz Masłowski – Elko-Bis Systemy Odgromowe Wrocław

Istotnym elementem zabezpieczenia obiektu budowlanego jest zewnętrzna ochrona odgromowa. Jej zadaniem jest bezpieczne sprowadzenie ładunku piorunowego najkrótszą drogą do ziemi. Wyladowania atmosferyczne mogą wywołać porażenia ludzi i zwierząt, mogą też spowodować pożar. Prądy piorunowe mogą być przyczyną uszkodzeń instalacji, urządzeń elektrycznych oraz konstrukcji. Tematem artykułu 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 rozszerza się o instalację przeciwprzepięciową. 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



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

streszczenie

Wprowadzona do stosowania norma PN-EN 62305 kreuje nowe zasady projektowania i wykonywania instalacji odgromowych. Kwalifikuje ona obiekty budowlane do czterech klas ochrony odgromowej LPS na podstawie analizy ryzyka utraty zdrowia i życia istot żywych, utraty dóbr materialnych oraz utraty dostawy mediów. Norma PN-EN 62305 stanowi opracowanie Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, które jest tłumaczeniem – bez jakichkolwiek zmian – Normy Europejskiej EN 62305, stanowiącej wprowadzenie – bez jakichkolwiek zmian – Normy Międzynarodowej IEC 62305. Ten dosłowny przekaz wymaga jeszcze wielu uszczegółowień, wyjaśnień i interpretacji, z uwagi na sposób tłumaczenia, jak również zawartą treść.

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

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

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 numeryczne i graficzne stref ochronnych, obliczenia odstępów izolacyjnych, weryfikację odległości masztów od paneli fotowoltaicznych dla uniknięcia niepożądanego 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.,
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z kolejnymi zmianami,
- zestawu norm PN-EN 62305 Ochrona odgromowa,
- normy PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
- zestawu norm PN-EN 62561 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPSC).

Polski Komitet Ochrony Odgromowej 22 października 2012 r. zajął stanowisko wobec innych interpretacji prawnych powołujących się m.in. na Ustawę o normalizacji, 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 laboratorium Uniwersytetu Manchester (Wielka Brytania), gdzie jednoznacznie wykazano, że „zwody aktywne” są mniej skuteczne niż zwody klasyczne o tej samej wysokości,
- wyrok sądu 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.

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.

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 liczby parametrów i trudności w ich ocenie interpretacje 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 mające 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.

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

REKLAMA



Zamów prenumeratę

elektro info

FORMULARZ
ZAMÓWIENIA

Zamawiam prenumeratę: Zaznacz wybraną opcję krzyżykiem i wpisz, od którego numeru chcesz zacząć prenumeratę

☐ dwuletnią – 185 zł od numeru	☐ roczną – 105 zł od numeru	☐ półroczną – 75 zł od numeru	☐ edukacyjną – 75 zł od numeru	☐ próbna (kolejne 3 numery) – bezpłatna od numeru
---	--	--	---	--

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy Mięscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP Telefon kontaktowy

E-mail

Administrator Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K., nr KRS: 0000537655, z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info. Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupę MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K. w celu zamówienia prenumeraty. Przysługuje Pani/Panu prawo do wglądu do swoich danych, aktualizowania, poprawiania oraz całkowitego usunięcia ich, a także wniesienia sprzeciwu wobec ich przetwarzania. Podanie danych ma charakter dobrowolny. Dane są chronione zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r.

Upoważniam GRUPĘ MEDIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Data: Podpis:

Wysyłka będzie realizowana po dokonaniu wpłaty na konto: Volkswagen Bank Polska S.A., 09 2130 0004 2001 0616 6862 0001

- 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 10Ω .

projektowanie instalacji odgromowych na etapie projektu budowlanego

Projektowanie instalacji odgromowej rozpoczyna się w fazie projektu budowlanego. Ta faza projektowa jest kluczowa w zakresie koordynacji z innymi branżami. Często 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, odstępy izolacyjne i uziomy. Na tym etapie projektant branży elektrycznej powinien kształtować świadomość całego zespołu projektowego i wpływać na rozwiązanie 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 są 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

MGR INŻ. JULIAN WIATR, MGR INŻ. MARCIN ORZECOWSKI

Instalacje elektryczne do zasilania urządzeń elektrycznych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru

PODSTAWY PLANOWANIA
I PROJEKTOWANIA

NOWOŚĆ
na rynku wydawniczym!
Ponad 200 stron!



ZAKRES TEMATYCZNY

- elementy teorii pożaru
- zasilanie budynku; źródła zasilania obwodów instalacji przeciwpożarowych
- baterie akumulatorów stosowane w instalacjach przeciwpożarowych
- przeciwpożarowy wyłącznik prądu (PWP): wymagania i zasady projektowania
- wpływ temperatury na jakość dostarczanej energii elektrycznej oraz pracę zasilanych urządzeń elektrycznych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru
- dobór przewodów do zasilania urządzeń elektrycznych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru
- oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne, sterowanie oddymianiem oraz innymi urządzeniami przeciwpożarowymi, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru
- ochrona przeciwporażeniowa w instalacjach elektrycznych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru

Cena dla prenumeratorów
elektro.info: **37 zł**

Cena regularna: **45 zł**

Tylko składając zamówienie na kzareba@medium.media.pl nie zapłacisz kosztów przesyłki!

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 tworzonych przez zwody pionowe (potocznie „maszty”).

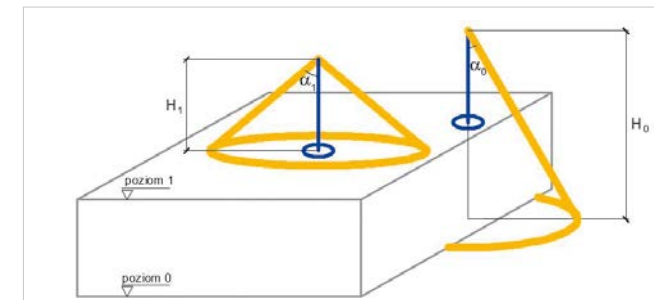
metody wyznaczania stref ochronnych tworzonych przez zwody pionowe

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.

Tę metodę można stosunkowo łatwo stosować graficznie w środowisku 2D. Dla danej klasy ochrony odgromowej LPS oraz płaszczyzny odniesienia określony jest kąt ochronny alfa, 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 go maszt odgromowy, płaszczyzną odniesienia jest wysokość masztu powiększona o odległość między tymi poziomami.

Metoda kąta ochronnego podlega ograniczeniom wysokości zwodu od płaszczyzny odniesienia. Na przykład w klasie LPS IV może być stosowana do 60 m, w klasie LPS I do 20 m. Metoda kąta ochronnego jest odpowiednia dla budynków o prostych kształtach.

Metoda toczonej 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 strefa ochronna. Metoda toczonej się kuli jest metodą uniwersalną do stosowania w każdym przypadku. Jednak praktyczne wyznaczenie stref ochronnych metodą toczonej 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 rozpatrzeć graficznie na rzutniach w programach CAD 2D.



Rys. 2. Graficzne przedstawienie metody stożka

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 o długości dostosowanej do niezbędnych odstępów izolacyjnych. Zwody pionowe budowane w tym systemie prowadzone są od instalacji odgromowej budynku do szczytu obiektu chronionego, gdzie podłączane są do masztów lub iglic odgromowych mocowanych na drążkach izolacyjnych. W zależności od rodzaju podłoża występuje wiele typów mocowań drążków izolacyjnych, między innymi uniwersalne obejmujące z giętkimi taśmami ze stali nierdzewnej. 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.

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 poziomemu 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,
- komin metalowy 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 przebicie przerwy powietrznej może wystąpić w momencie odbioru wyładowania piorunowego przez instalację odgromową i przepływie prądu piorunowego przez dany zwód. Przebicie przerwy

H, w [m]	Klasa LPS I		Klasa LPS II		Klasa LPS III		Klasa LPS IV	
	Kąt ochronny α	Promień ochronny a, w [m]	Kąt ochronny α	Promień ochronny a, w [m]	Kąt ochronny α	Promień ochronny a, w [m]	Kąt ochronny α	Promień ochronny a, w [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

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



Fot. 1. Ochrona odgromowa anteny satelitarnej

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. Mają one wpływ na rozmieszczenie zwodów, połączeń wyrównawczych, uziemień 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 na-

odgrom

WSPORNIKI INSTALACJI ODGROMOWYCH

przystosowane do przewodów odgromowych o średnicy 8 i 10 mm



DO NABYCIA W DOBRYCH
HURTOWNIACH ELEKTROINSTALACYJNYCH



PRODUCENT
I DYSTRYBUTOR
W POLSCE:

ALBOR

PL 62-095 Murowana Goślina, ul. Polna 10
tel. + 48 61 811 88 25 | tel. kom. +48 533 353 329
e-mail: biuro@odgrom.pl

Wsporniki ODGROM pomyślnie przeszły badania trwałości i wytrzymałości na warunki pogodowe oraz promieniowanie UV, spełniając wymogi międzynarodowych norm.

EN ISO 527-1:1998
PN-EN ISO 4892-2:2001
DIN 48829

odgrom.pl

leży 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 lub masztów metalowych z drążkiem izolacyjnym i grotem odgromowym.

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 zys 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.

projektowanie uziomów typu A (pionowych) w instalacjach

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

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

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 jednorodzinnym 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 pogrzążać na głębokości nie mniejszej niż 0,5 m od powierzchni ziemi. Praktyka monterska pokazuje, że w celu uzyskania odpowiedniego parametru re-

zystancji, uziom szpilkowy należy pogłębić głębiej niż 3 metry. Uziomy pionowe powinny być elektrochemicznie kompatybilne z elementami instalacji odgromowej, do których są przyłączone, i mieć 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 nierozzerwalne połączenie. Wysoka powłoka gwarantuje długotrwałość uziomów w warunkach nawet bardzo agresywnych gleb. Uziomy TERRA-GROM dostępne są w średnicach 14,2–201 mm.

literatura

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.

AKTUALNOŚCI
ZE ŚWIATA ENERGETYKI

RELACJE Z IMPREZ
BRANŻOWYCH

ŚLEDŹ NAS NA FACEBOOKU

elektro.info.pl

fb.com/elektroinfopl

NOWOŚCI
WYDAWNICZE

ZAPOWIEDZI
WYDARZEŃ

CIEKAWOSTKI
I INSPIRACJE

ograniczniki przepięć firmy RST – profesjonalna ochrona systemów sygnałowych

dr inż. Tomasz Maksimowicz – RST Sp. z o.o.

RST ponad 20 lat specjalizuje się w ochronie obiektów i instalacji przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych i przepięć. Swoje wieloletnie doświadczenie w tym zakresie w ostatnich latach spółka przełożyła na produkcję ograniczników przepięć przeznaczonych do ochrony obwodów sygnałowych.

Utworzone w ramach RST laboratorium, dofinansowane ze środków unijnych, pozwoliło na opracowanie, przebadanie i wdrożenie do produkcji produktów krajowych wysokiej jakości. Z uwagi na wysoką odporność na udary przepięciowe oraz szeroki asortyment oferowanych ograniczników, produkty te spotkały się z ogromnym zainteresowaniem rynku.

badania laboratoryjne ograniczników RST

Wszystkie ograniczniki przepięć produkcji RST są w pełni przebadane zgodnie z normą PN-EN 61643-21. Do ich konstrukcji wykorzystywane są wyłącznie podzespoły renomowanych producentów, a montaż realizowany jest w Polsce. Zakres przeprowadzanych badań typu obejmuje próby mechaniczne, badania środowiskowe w komorze klimatycznej, a także próby elektryczne ze szczególnym naciskiem na wysoką odporność na udary. Te ostatnie uwzględniają szczegółowe pomiary napięć ograniczania, odporności na znamionowe i maksymalne prądy udarowe, ale również próby martwej strefy oraz testy przeciążeniowe na uszkodzenie. Wszystkie ograniczniki, oprócz prób odporności kategorii C2 (udar 8/20 μ s), poddawane są także próbom kategorii D1 na udary dużej energii, symulujące częściowe prądy pioruna (udar 10/350 μ s). Dzięki temu mogą być stosowane do ochrony obwodów zewnętrznych na granicach stref LPZ 0/1 i wyższych. Weryfikacji podlegają wszystkie parametry urządzeń, takie jak: największe napięcie trwałej pracy, prąd znamionowy, częstotliwość graniczna a także parametry transmisyjne (jeżeli są istotne). Tak szeroki zakres badań pozwala na rzetelne potwierdzenie deklarowanych parametrów technicznych i wprowadzenie na polski rynek produktów wysokiej jakości. Przykładowe parametry techniczne podawane dla produktów RST przedstawiono w **tabeli 1.**

ograniczniki przepięć ogólnego przeznaczenia – RST Guard

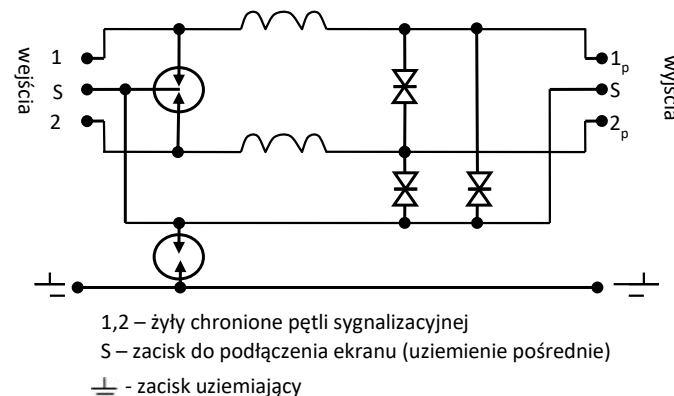
Seria ograniczników **RST Guard** to bogata oferta urządzeń ochrony przed przepięciami systemów automatyki, kontrolno-pomiarowych, magistral transmisyjnych i wielu innych. Wszystkie ograniczniki tej serii przeznaczone są do montażu na szynie 35 mm. Pod względem parametrów technicznych nie ustępują one produktom czołowych firm zachodnich specjalizujących się w produkcji SPD, a często je zdecydowanie przekraczają. Charakteryzuje je: wysoka odporność na udary indukowane $I_{\max} = 20$ kA 8/20 μ s kategorii C2 oraz na częściowe prądy pioruna $I_{\text{imp}} = 3,5$ kA 10/350 μ s kategorii D1 (wartość niezwykle trudna do osiągnięcia). Seria produktów na różne napięcia znamionowe obejmuje grupy ogólnego przeznaczenia – **RST Guard** i wysokiej częstotliwości – **RST Guard HF**, przeznaczone odpowiednio do sygnałów w zakresie do pojedynczych MHz lub kilkudziesięciu MHz. Rozszerzenie serii stanowią ograniczniki przeznaczone do konkretnych zastosowań, takie jak: **RST Guard RS 485** (uniwersalne zabezpieczenie wszelkiego rodzaju magistral transmisyjnych), **RST Guard GDT** (ochrona zgrubna), **RST Guard Audio** (dedykowany dla analogowych obwodów audio) oraz **RST Guard 24V S** (ochrona systemów pomiarowych z pośrednim uziemieniem ekranu kabla).

seria systemów pożarowych – RST SAP

Ograniczniki **RST SAP** pierwotnie opracowane zostały z myślą zabezpieczenia pętli sygnalizacyjnych systemów alarmu pożaru. Dzięki bardzo małej rezystancji elementu szeregowego (0,07 Ω), dużemu prądowi znamionowemu ($I_N = 3$ A) oraz dużej rezystancji izolacji urządzenie tylko minimalnie zmienia parametry chronionego obwodu. Ograniczniki RST SAP charakteryzują analogiczne parametry w zakresie odporności udarowej jak RST Guard ($I_{\max} = 20$ kA 8/20 μ s, $I_{\text{imp}} = 3,5$ kA 10/350 μ s), jednak dzięki zastosowaniu wyższej jakości elementów, które są w stanie pochłonąć większą energię przepięć, stanowią serię produktów o najwyższej wytrzymałości. Dzięki dużym prądom roboczym, jakie wytrzymują SPD typu RST SAP, znajdują one również doskonałe zastosowanie do ochrony obwodów zasilania o napięciu do 48 V prądu stałego lub 24 V prądu przemiennego. Należy nadmienić, iż zgodnie z wymaganiami norm odgromowych serii PN-EN 62305 w analizie ryzyka zagrożenia piorunowego instalacja alarmowa ppoż. uznawana jest za skuteczny środek redukcji ryzyka pożaru jedynie, jeżeli jest skutecznie zabezpieczona przed przepięciami. W innym przypadku w chwili bezpośredniego uderzenia pioruna, które może wywołać pożar w obiekcie, piorunowy impuls elektromagnetyczny może doprowadzić do uszkodzenia systemu alarmowego przez co nie będzie w stanie ostrzec o zagrożeniu.



RST SAP 3A 24 V S



Schemat ogranicznika

Rys. 1. Ogranicznik przepięć RST SAP 3A 24 V S do ochrony pętli sygnalizacyjnych systemów alarmu pożaru

Parametry techniczne				RST SAP 3A 24V S
Kategoria testowania wg PN-EN 61643-21				D1/C1/C2
Napięcie znamionowe			U_n	24 V
Maksymalne napięcie trwałej pracy dc			U_c	31,5 V=
Maksymalne napięcie trwałej pracy ac			U_c	22 V~
Prąd znamionowy			I_N	3,0 A
C1: znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μs)/linia			I_n	0,5 kA
C2: znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μs)/linia			I_n	5 kA
Maksymalny prąd wyładowczy (8/20 μs)			I_{max}	20 kA
D1: maksymalny prąd piorunowy (10/350 μs)			I_{imp}	3,5 kA
Napięciowy poziom ochrony	linia – linia, linia – ekran	przy I_n C1	U_p	40 V
	linia – ziemia			650 V
	linia – linia, linia – ekran	przy I_n C2		40 V
	linia – ziemia			1100 V
Częstotliwość graniczna 3 dB			f_{3dB}	600 kHz
Rezystancja szeregową na linię			R_{DC}	0,07 Ω
Prąd upływu przy U_c			I_L	< 1 μA
Zakres temperatur pracy			T	-40... +80°C
Przekrój przewodów			s	0,2 ... 4 mm ²
Materiał obudowy/Klasa niepalności				ABS V0
Stopień ochrony			IP	IP 20
Montaż				szyna 35 mm
Numer katalogowy				207 024

Tab. 1. Parametry techniczne ogranicznika RST SAP 3A 24V S

Najnowszy produkt z tej rodziny – **RST SAP 3A 24V S (rys. 1., tab. 1.)** – został opracowany dla systemów ppoż., których producent zaleca uziemienie ekranu kabla pętli sygnalizacyjnej tylko w jednym miejscu przy centrali. Dzięki dodatkowemu zaciskowi do pośredniego uziemienia ekranu ogranicznik może być instalowany w dowolnym miejscu z zachowaniem wymagań producenta. W warunkach normalnej pracy zapewnia izolację ekranu od uziemienia poprzez odgromnik gazowy, natomiast w chwili wystąpienia przepięcia skutecznie wyrównuje potencjały.

ochrona systemów alarmowych – RST AL

Ze względu na dużą liczbę obwodów sygnalizacyjnych jakie często doprowadzane są do central alarmowych konieczne było wypracowanie kompromisu między wymiarami SPD, a odpornością udarową uwzględniając jednocześnie docelowy niewysoki koszt pojedynczego modułu. Optymalne rozwiązanie dla ochrony systemów, takich jak SSWiN czy KD osiągnięto poprzez serię miniaturowych ograniczników przepięć **RST AL (rys. 2.)**. Przy niewielkich rozmiarach pojedynczego modułu 10 × 65 mm uzyskano odporność udarową na poziomie $I_{max} = 10 \text{ kA } 8/20 \mu\text{s}$, $I_{imp} = 2,5 \text{ kA } 10/350 \mu\text{s}$. Zakres maksymalnych napięć trwałej pracy ograniczników pozwala na ich stosowanie w systemach dowolnych producentów. Z serii warto wyróżnić następujące grupy:

- **RST AL DC** – przeznaczone dla obwodów niskoprądowych;
- **RST AL HDC** – przeznaczone dla obwodów wysokoprądowych;
- **RST AL RS** – przeznaczone dla magistral transmisyjnych.

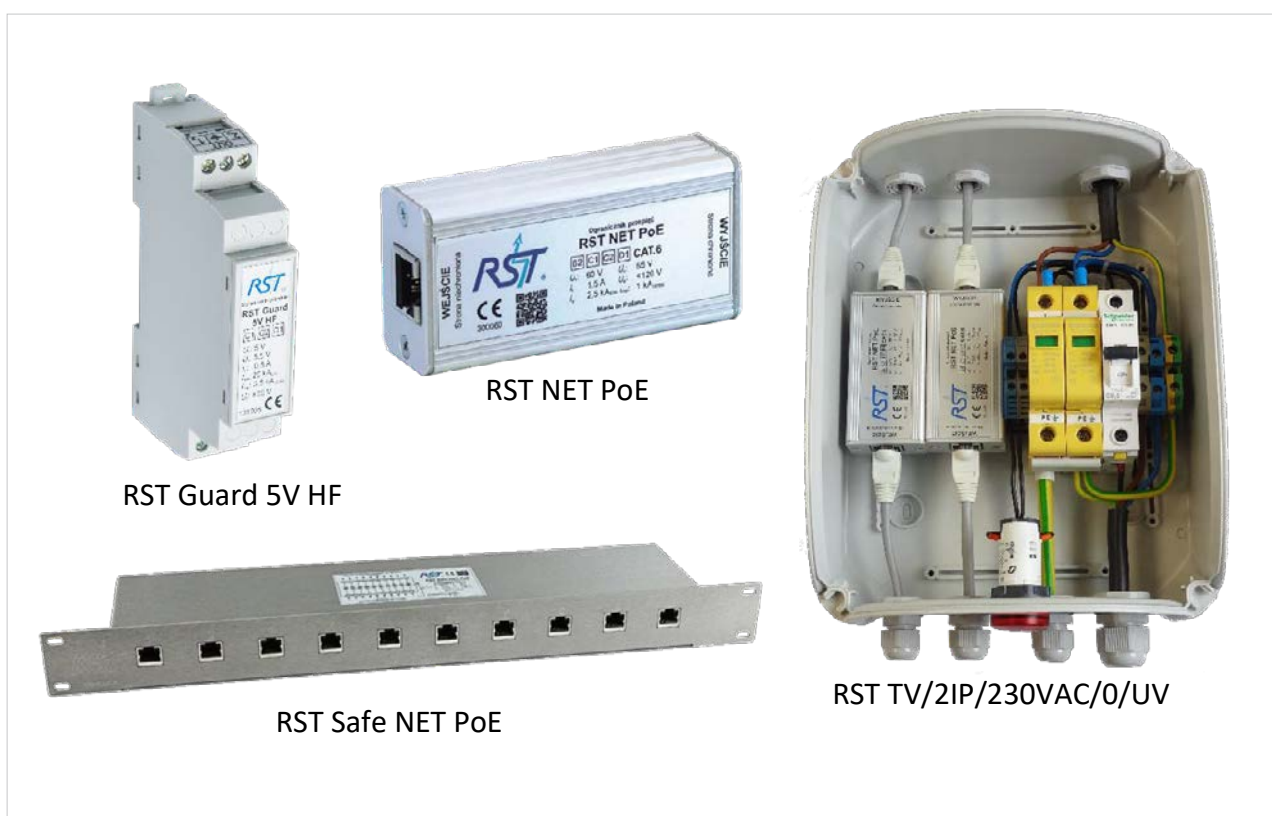
Kompleksowe zabezpieczenie central przy zastosowaniu ograniczników RST AL pozwala na istotną oszczędność wymaganej przestrzeni montażowej oraz znacznie niższe koszty w stosunku do adekwatnej ochrony przy użyciu tradycyjnych ograniczników instalowanych na szynie montażowej.



Rys. 2. Ograniczniki przepięć serii RST AL do ochrony systemów alarmowych

rozwiązania dla systemów CCTV

Specjalizacją firmy RST są zabezpieczenia systemów telewizji przemysłowej CCTV. W ofercie można znaleźć ograniczniki przepięć do ochrony sygnałów wizji, sterowania oraz zasilania kamer (**rys. 3.**). Poza ogranicznikami serii RST Guard, które mają zastosowanie do ochrony sygnałów transmisji wizji po parze (np. RST Guard 5V HF) lub sterowania kamer (np. RST Guard 12V HF) lub ogranicznikami RST SAP do ochrony zasilania 24 V, dostępne są również rozwiązania dedykowane do innych standardów. Ograniczniki RST CCTV BNC-I zapewniają skuteczną ochronę ($I_{\max} = 20 \text{ kA } 8/20 \mu\text{s}$, $I_{\text{imp}} = 2,5 \text{ kA } 10/350 \mu\text{s}$) analogowych sygnałów wizji przesyłanych kablem koncentrycznym. Pośrednie uziemienie ekranu kabla umożliwia stosowanie przy kamerach umieszczonych w terenie bez problemów z zakłóceniami. Z kolei RST NET PoE opracowany został z myślą o ochronie kamer IP z zasilaniem w standardzie PoE. Ogranicznik ten charakteryzuje się maksymalną odpornością, jaką można uzyskać dla złącz typu RJ45 ($I_{\max} = 2,5 \text{ kA } 8/20 \mu\text{s}$), a dzięki znakomitym charakterystykom transmisyjnym skutecznie może być stosowany także do ochrony sieci Ethernet CAT6. Oba typy ograniczników wykonane są w obudowach aluminiowych instalowanych i jednocześnie uziemianych poprzez zatrzask na szynę 35 mm. Dodatkowo oba ograniczniki występują również w wersjach 19" (1U) pozwalających na jednoczesne zabezpieczenie do 10 torów i ochronę serwerów, rejestratorów lub switchy.



Rys. 3. Rozwiązania dla ochrony przed przepięciami systemów CCTV

gotowe układy RST TV (CCTV)

Poza ogranicznikami dla indywidualnego zabezpieczenia poszczególnych sygnałów, RST oferuje ponadto gotowe układy ochrony przed przepięciami RST TV (**rys. 3.**). Klient w takim rozwiązaniu otrzymuje gotowy do podłączenia układ do ochrony wszelkich obwodów zasilających i sygnałowych w konfiguracji zależnej od typu instalacji CCTV. Do ochrony obwodów wizji i sterowania stosowane są ograniczniki produkcji RST. W przypadku zasilania 230 V w układach stosowane są wysokiej jakości ograniczniki przepięć produkcji niemieckiej firmy LEUTRON. Wersje z zasilaniem 230 V są wyposażone w zewnętrzną optyczną sygnalizację uszkodzenia ogranicznika przepięć w torze zasilania, która pozwala na szybkie zdiagnozowanie ewentualnego uszkodzenia bez konieczności otwierania układu – co jest bardzo pomocne w przypadku kamer umieszczanych na wysokich słupach lub elewacji budynków.

podsumowanie

Stosowanie rozwiązań, ochrony przed przepięciami, oferowanych przez RST zapewnia wysoką niezawodność zabezpieczanych systemów co gwarantuje wysoką jakość produktów o potwierdzonych deklarowanych parametrach technicznych. Szeroki zakres oferty pozwala na dobranie zabezpieczeń do wszelkiego rodzaju instalacji. Do dyspozycji klientów zawsze dostępna jest wyspecjalizowana kadra, która pomoże w doborze optymalnych rozwiązań dla ochrony przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych.

reklama

RST

Dystrybutor:
RST Sp. z o.o.
ul. Elewatorska 17/1, 15-620 Białystok
tel. 792 350 100
rst@rst.bialystok.pl
www.rst.bialystok.pl

prawidłowy dobór i koordynacja energetyczna ograniczników przepięć

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka

Stworzenie warunków zapewniających pewne i niezawodne działanie systemu elektroenergetycznego oraz pracujących w nich nowoczesnych elektronicznych systemów pomiarowych wymaga posiadania podstawowych informacji o:

- charakterze narażeń udarowych występujących w systemie elektroenergetycznym,
- poziomach odporności udarowej stosowanych urządzeń elektronicznych,
- właściwościach i zasadach doboru odpowiednich rozwiązań wykorzystywanych do ochrony przed narażeniami udarowymi,
- urządzeniach oraz systemach, z którymi one współpracują.

Urządzenia elektryczne i elektroniczne narażone są na działanie przepięć pojawiających się w sposób losowy w wybranych częściach rozbudowanego systemu przesyłu i rozdziału energii. Zaburzenia mogą wystąpić zarówno w liniach napowietrznych, jak i kablowych. Źródłem zaburzeń może być lokalny wzrost potencjałów i występujące różnice potencjałów wywołane przez napięcia i prądy udarowe powstające podczas:

- operacji łączeniowych wykonywanych w obwodach WN/SN w normalnym i awaryjnym stanie pracy stacji,
- bezpośrednich wyładowań piorunowych na terenie stacji lub w bliskim ich sąsiedztwie,
- wyładowań piorunowych w napowietrzne linie przesyłowe WN/SN, SN/nn,
- działania ograniczników przepięć w obwodach WN, SN i nn.

Napięcia i prądy udarowe mogą być również źródłem impulsowego pola elektromagnetycznego oddziałującego bezpośrednio na urządzenia. Zaburzenia impulsowe pola elektromagnetycznego mogą być promieniowane przez urządzenia elektroenergetyczne i linie wysokich napięć podczas stanów nieustalonych w systemie.

streszczenie

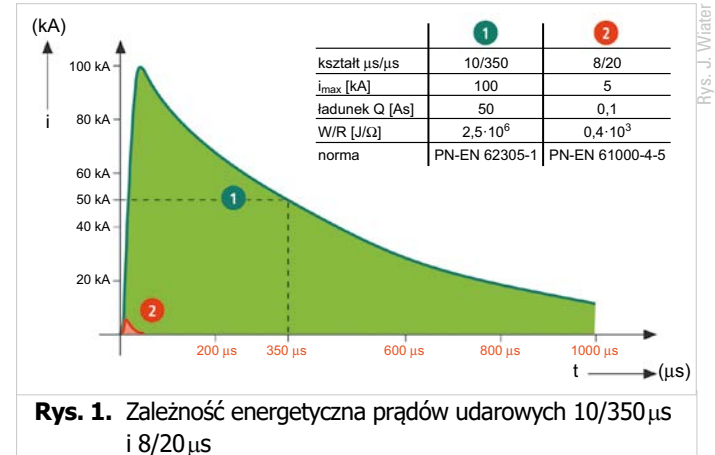
W artykule szczegółowo opisano zagadnienie doboru i właściwej koordynacji energetycznej ograniczników przepięć. Rozważania teoretyczne uzupełniono wynikami pomiarów wybranych układów do ograniczania przepięć składających się z iskiernika, kombinowanego ogranicznika przepięć składającego się z iskiernika i warystora, różnego typu warystorów, układu z elementem odprężającym.

dobór i koordynacja energetyczna ograniczników przepięć

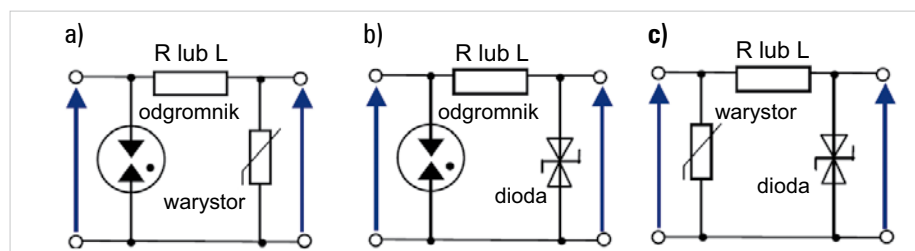
Chcąc skutecznie ochronić urządzenia przed skutkami przepięć należy przede wszystkim posiadać informację o wartościach znamionowych napięć udarowych wytrzymywanych przez te urządzenia. Dodatkowo należy mieć

wiedzę na temat instalacji elektrycznej, do której urządzenie ma być podłączone. Te dwie informacje pozwalają wybrać właściwy ogranicznik przepięć, tak aby napięcie na wejściu chronionego urządzenia nie przekraczało jego wytrzymałości udarowej. Ze względu na rozbudowaną instalację elektryczną nie da się pominąć podczas doboru ogranicznika przepięć konieczności właściwego skoordynowania podziału energii udarów pomiędzy innymi elementami ograniczającymi przepięcia zainstalowanymi już w instalacji elektrycznej.

Każdy ogranicznik przepięć ma pewną określoną zdolność do przenoszenia przez siebie pewnej energii udaru. Jeśli po zadziałaniu ogranicznika przepięć energia przez niego przeniesiona przekroczy dopuszczalną wartość, wówczas może dojść do uszkodzenia ogranicznika przepięć, a nawet do jego eksplozji. Ilość energii, którą może przez siebie przenieść ogranicznik przepięć, jest ściśle powiązana z zastosowaną do jego budowy technologią. Największą energię mogą wytrzymać ograniczniki przepięć zbudowane na bazie iskierników. W dalszej kolejności są układy kombinowane składające się z iskiernika i warystora. Dalej znajdziemy warystory, a na samym końcu znajdują się diody zabezpieczające (tzw. TRANSILE). Na podstawie informacji zamieszczonych na ograniczniku przepięć możemy szacunkowo określić jego zdolność do przenoszenia energii udaru. W przypadku ograniczników T1 (patrz norma PN-EN 61643-11:2013 [1]) najważniejszym parametrem jest jego wytrzymałość na udarowy prąd impulsowy (I_{imp} lub $I_{10/350}$). Dla ograniczników T2 (patrz norma PN-EN 61643-11:2013 [1]) jest to znamionowy prąd wyładowczy (I_n). Bardzo często popełnianym błędem jest mylenie wyżej wymienionych parametrów, co może skutkować niewłaściwym doбором. Prąd impulsowy określa zdolność ogranicznika do odprowadzania prądu odpowiadającego energią bezpośredniemu doziemnemu wyładowaniu piorunowemu (10/350 μ s), zaś znamionowy prąd wyładowczy określa zdolność ogranicznika do odprowadzania prądu odpowiadającego prądowi indukowanemu podczas wyładowania piorunowego (8/20 μ s). Na rysunku 1. zamieszczono przebieg pokazujący różnicę w energiach przenoszonych przez prąd 10/350 μ s i 8/20 μ s.



Rys. 1. Zależność energetyczna prądów udarowych 10/350 μ s i 8/20 μ s



Rys. 2. Przykłady rozwiązań układów ochrony przepięciowej [4]

dopuszczalne wartości napięć. Mając na uwadze strefową koncepcję ochrony odgromowej, jak również rozległość chronionej instalacji elektrycznej, konieczne jest stosowanie kilkustopniowego układu do ograniczania przepięć. W podzielonym na strefy obiekcie, przy przejściu z jednej strefy do drugiej konieczne jest ograniczanie wartości szczytowych przepięć występujących w instalacjach niskonapięciowych oraz impulsów pola elektromagnetycznego do poziomów dopuszczalnych w danej strefie [2, 3]. Poszczególne ograniczniki przepięć powinny odprowadzać (np. do przewodu ochronnego PE dla sieci TN-S, PEN dla sieci TN-C itp.) część prądu udarowego. O właściwym doborze ograniczników przepięć decyduje w głównej mierze:

- charakter narażeń udarowych,
- rodzaj chronionego układu,
- sposób budowy ogranicznika (iskiernik/warystor/układ kombinowany) – zdolność do odprowadzania udarów prądowych,
- napięciowy poziom ochrony (U_p) ogranicznika przepięć.

Kilkustopniowe układy zabezpieczające umożliwiają zsumowanie ich ochronnych zalet i wyeliminowanie niepożądanych efektów związanych z ich oddzielnym zastosowaniem. Bezsporną zaletą ogranicznika iskiernikowego jest zdolność do przewodzenia prądów udarowych o bardzo dużych energiach. Wadą jest ich dość długi czas, jaki potrzebują, aby zadziałać. Zaletą ograniczników warystorowych jest szybkość działania, wadą zaś mała wytrzymałość na prądy udarowe.

Typowy wielostopniowy układ składa się z dwóch elementów ograniczających napięcia i elementu wzdłużnego. W przypadku układu składającego się z dwóch elementów ochronnych element wzdłużny koordynuje ich wzajemne działanie oraz ogranicza wartość prądu, który może popłynąć przez drugi z elementów ochronnych. Przykładowe rozwiązania typowych układów zabezpieczających przedstawia rysunek 2.

Zasada działania dwustopniowego układu zaprezentowanego na rysunku 2a jest następująca. W momencie, gdy na wejście układu przyjdzie udar napięciowy i napięcie na warystorze przekroczy napięcie przebicia lawinowego, zaczyna on przewodzić. Płynący przez warystor prąd powoduje wzrost spadku napięcia na rezystorze pomiędzy warystorem

Ograniczniki przepięć należy umieszczać tak, aby w poszczególnych punktach zabezpieczanej instalacji elektrycznej nie zostały przekroczone



KOMPLEKSOWA GAMA ROZWIĄZAŃ OCHRONY PRZECIWPRIEBIOWEJ



SURGE-TRAP®

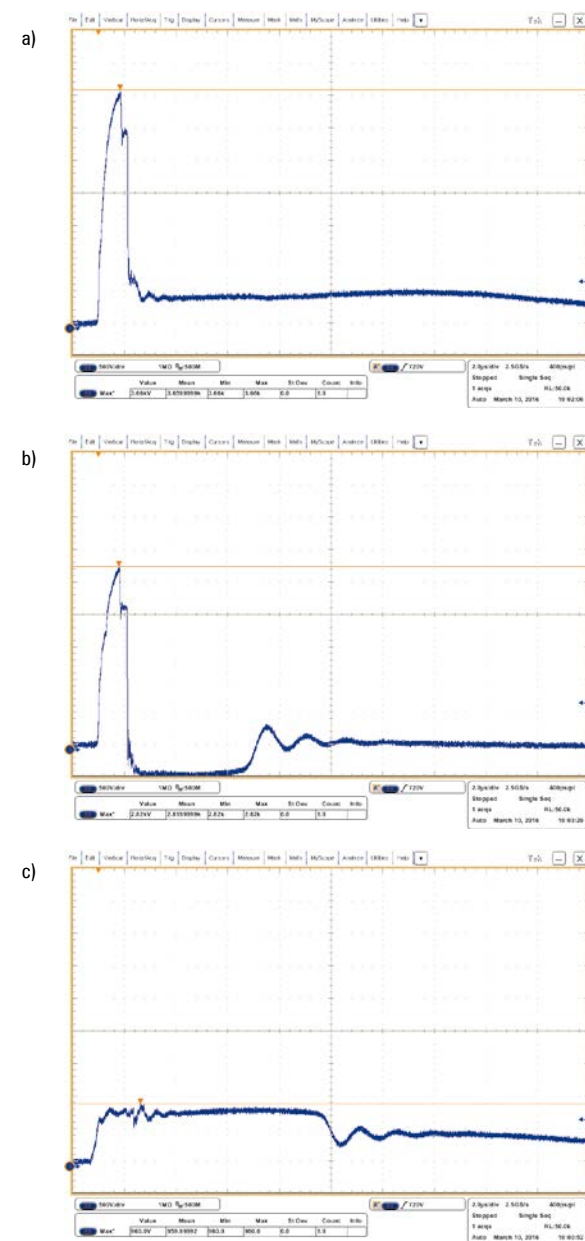
Urządzenia ochrony przeciwprzebieciowej
Ograniczniki Typu 1, Typu 1+2, Typu 2
oraz Typu 2+3 wg EN/IEC 61643

adncom.fr - 9859 - Mersen property

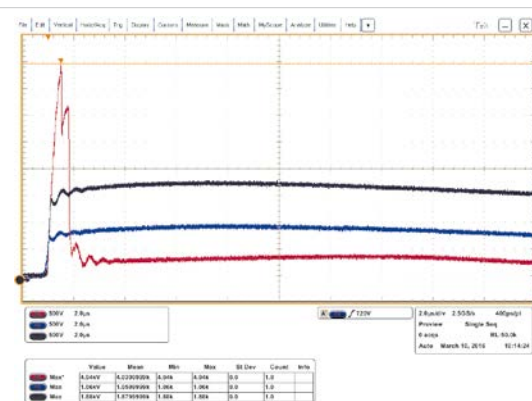
a odgromnikiem. Suma spadków napięć na rezystorze i diodzie odkłada się na odgromniku i gdy przekroczy wartość dynamicznego napięcia zapłonu, wówczas nastąpi jego zadziałanie przez co zostanie ograniczony prąd płynący przez warystor [4]. W rzeczywistej instalacji elektrycznej element wzdłużny reprezentowany jest przez odcinek przewodu o minimalnej długości niezbędnej do właściwego skoordynowania pracy poszczególnych elementów. Na **rysunku 3.** zaprezentowano rzeczywiste przebiegi napięć panujące na poszczególnych elementach prawidłowo działającego dwustopniowego układu ograniczającego przepięcia.

Jeśli w danej instalacji elektrycznej nie będzie zachowana właściwa koordynacja pracy ograniczników, może dojść do sytuacji, w której pierwszy działający element ograniczający przepięcie tak mocno je zredukuje, że wcześniejszy nie będzie mógł zadziałać, gdyż nie zostanie przekroczone napięcie, przy którym on zaczyna przewodzić prąd. Prowadzi to bezpośrednio do przekroczenia dopuszczalnej energii udaru przenoszanej przez ogranicznik przepięć, który zadziałał jako pierwszy. Bardzo często kończy się to jego uszkodzeniem lub eksplozją.

Aby bardziej przybliżyć zasadę koordynacji pracy i koordynacji energetycznej ograniczników przepięć poniżej na **rysunku 4.** pokazano rzeczywiste przebiegi napięć panujących na ogranicznikach przepięć podczas ich pracy. Ich wzajemna



Rys. 3. Rzeczywiste przebiegi napięć na odgromniku (a), elemencie wzdłużnym (b), warystorze (c) – 500V/div, 2µs/div



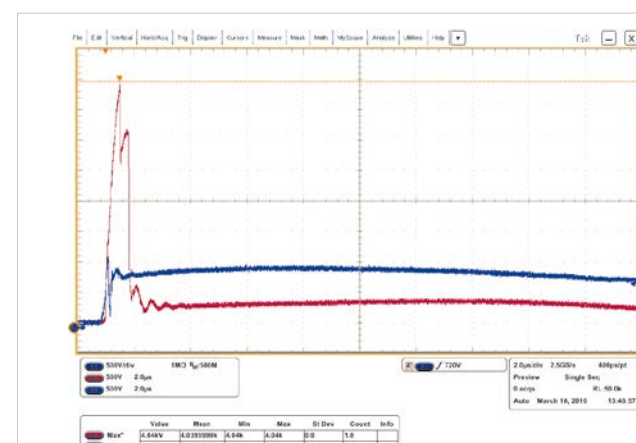
Rys. 4. Napięcie panujące na iskierniku (CH1 – krzywa koloru czerwonego), warystorze nr 1 (CH2 – krzywa koloru niebieskiego), warystorze nr 2 (CH3 – krzywa koloru czarnego) – CH1/CH2/CH3 500V/div, 2µs/div

Rys. J. Wiater

Rys. J. Wiater



Rys. 5. Napięcie panujące na warystorze nr 1 (CH1 – krzywa koloru czerwonego), warystorze nr 2 (CH2 – krzywa koloru niebieskiego), warystorze nr 3 (CH3 – krzywa koloru czarnego) – CH1/CH2/CH3 500V/div, 2µs/div



Rys. 6. Napięcie panujące na ograniczniku iskiernikowym (CH1 – krzywa koloru czerwonego) i na ograniczniku kombinowanym składającym się z iskiernika i warystora (CH2 – krzywa koloru niebieskiego) – CH1/CH2/CH3 500V/div, 2µs/div

około 1 µs, aby zaczął działać. Dodatkowo wymusza to konieczność stosowania właściwej koordynacji pracy i koordynacji energetycznej ograniczników przepięć.

Na **rysunku 5.** zamieszczono przebiegi napięć panujących na różnych ogranicznikach warystorowych. Krzywa napięcia panującego na ograniczniku warystorowym nr 1 i nr 2 jest bardzo do siebie zbliżona. Różnica w napięciu niezbędnym do zadziałania ogranicznika przepięć wynosi około 85 V. Warystory nr 1 i nr 2 pochodzą od tego samego producenta, z różnych serii produkcyjnych. W przypadku równoległego połączenia warystor nr 2 zadziała szybciej, niż warystor nr 1. Wniosek z powyższego jest następujący, iż bezpośrednie połączenie równoległe ograniczników warystorowych nie powoduje wzajemnego zwiększenia ich wytrzymałości udarowej, jak i całej chronionej instalacji.

relacja bezpośrednio przekłada się na kolejność działania, a co za tym idzie na skuteczność ochrony przepięciowej lub w ekstremalnym przypadku na jej brak.

Z powyższego przebiegu wynika, że napięcie niezbędne do zadziałania ogranicznika iskiernikowego wynosi 4,06 kV. Do zadziałania warystora nr 1 niezbędne jest napięcie o wartości 1,06 kV, zaś dla warystora nr 2 niezbędne jest napięcie 1,88 kV. Jeśli w instalacji elektrycznej najpierw zastosujemy element o niższym napięciu zadziałania lub nie zapewnimy wzajemnej koordynacji, może dojść do uszkodzenia przy pierwszym przepięciu o energii przekraczającej wytrzymałość ogranicznika o najmniejszym napięciu zadziałania. Pierwszy ogranicznik, który zadziała, obniży tak napięcie w instalacji, że napięcie na drugim ograniczniku nie przekroczy progu jego zadziałania.

Sprawę dodatkowo komplikuje fakt, iż ogranicznik iskiernikowy potrzebuje

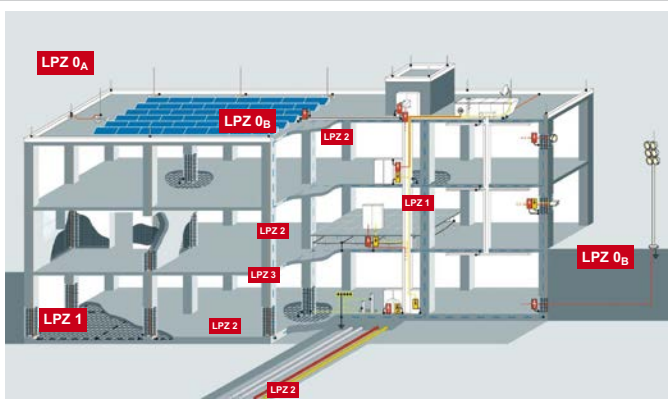
W układach do ograniczania przepięć zwiększenie wytrzymałości udarowej możliwe jest tylko poprzez zastosowanie kilku elementów ograniczających przepięcia właściwie między sobą skoordynowanych. Przedstawione subtelne różnice w rzeczywistości mogą się przełożyć na niewłaściwe działanie układu ograniczającego przepięcie, a nawet mogą prowadzić do jego uszkodzenia.

Na **rysunku 6.** przedstawiono przebieg napięcia panującego podczas pracy iskiernikowego ogranicznika przepięć i kombinowanego ogranicznika przepięć składającego się z iskiernika i warystora prawidłowo wzajemnie z sobą skoordynowanych. Wyraźnie widać różnice w poziomie napięcia i szybkości działania układu. Wytrzymałość udarowa nowoczesnych układów kombinowanych jest taka sama jak dla ograniczników iskiernikowych przy jednoczesnym obniżeniu napięciowego poziomu ochrony.

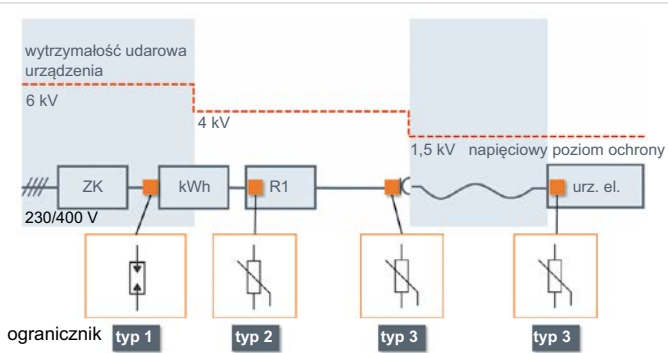
zalecenia w zakresie doboru ograniczników przepięć

Dobierając ogranicznik należy w pierwszej kolejności określić, czy w ogóle jest on potrzebny. Oceny tej dokonujemy poprzez analizę ryzyka zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 62305-2 [6] lub analizując szczegółowe przepisy narzucone na mocy ustaw lub rozporządzeń. W przypadku między innymi budynków, stacji paliw płynnych bez względu na wynik analizy ryzyka konieczne jest stosowanie urządzeń piorunochronnych oraz przeciwprzepięciowych.

Cały czas należy mieć również na uwadze fakt, iż nowoczesne rozwiązania techniczne bazują w większości przypadków na układach sterowanych przez komputery. Napięcia znamionowe pracy systemów komputerowych są z roku na rok coraz bardziej obniżane ze względu na straty energii. W chwili obecnej są to napięcia rzędu kilku woltów. Należy zauważyć, że postęp technologiczny zmniejsza odporność urządzeń na przepięcia, a ich uszkodzenia niosą ze sobą bardzo duże straty finansowe. Wymusza to bardziej skuteczną



Rys. 7. Podział obiektu na strefy LPZ [8]



Rys. 8. Układ czterech ograniczników przepięć chroniących instalację elektryczną, gdzie: **ZK** – złącze kablowe, **kWh** – licznik energii elektrycznej, **R1** – rozdzielnica, np. piętrowa, **Urz. El** – końcowe urządzenie elektryczne

Miejsce stosowania	Wymagana odporność ogranicznika przepięć na przepięcia dorywcze Czas trwania przepięcia (t_f)		
Typ sieci	Uszkodzenia w instalacji elektrycznej docelowego odbiorcy energii elektrycznej $t_f = 5$ sekund	Uszkodzenia w systemie elektroenergetycznym oraz urwanie przewodu neutralnego (N) $t_f = 120$ minut	Uszkodzenia w sieci wysokiego napięcia $t_f = 200$ milisekund
	Wymagana jest pełna odporność ogranicznika przepięć	Wymagana jest pełna odporność ogranicznika przepięć lub jego bezpieczne uszkodzenie	Wymagana jest pełna odporność ogranicznika przepięć lub jego bezpieczne uszkodzenie
Ogranicznik przepięć podłączony pomiędzy	Wymagana wytrzymałość na przepięcia dorywcze (U_p) ogranicznika przepięć, w [V]		
TN			
L-PE(N) lub L-N	$1,32 \times U_{LN}$	$\sqrt{3} \times U_{LN}$	–
N-PE	–	–	–
L-L	–	–	–
TT			
L-PE	$\sqrt{3} \times U_{LN}$	$1,32 \times U_{LN}$	$1200 + U_{LN}$
L-N	$1,32 \times U_{LN}$	$\sqrt{3} \times U_{LN}$	–
N-PE	–	–	1200
L-L	–	–	–
IT			
L-PE	–	–	$1200 + U_{LN}$
L-N	$1,32 \times U_{LN}$	$\sqrt{3} \times U_{LN}$	–
N-PE	–	–	$1200 + U_{LN}$
L-L	–	–	–

Objaśnienia: U_{LN} – maksymalne dopuszczalne napięcie znamionowe panujące w sieci elektroenergetycznej (np. $U_{LN} = 230V + 10\%$ wg PN-EN 60038:2012 [9])

Tab. 1. Wymagana wytrzymałość ograniczników na przepięcia dorywcze (TOV) dla układów sieci TN, TT, IT – na podstawie normy PN-EN 61643-11:2013 [10]

ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych od przepięć poprzez między innymi stosowanie wielostopniowych układów je ograniczających. Mając powyższe na uwadze zaleca się stosowanie układów i urządzeń ograniczających przepięcia.

W momencie gdy zdecydujemy się na wyposażenie instalacji elektrycznej w ograniczniki przepięć, należy zgodnie z zaleceniami norm ochrony odgromowej z serii PN-EN 62305 podzielić analizowany obiekt na strefy LPZ (zgodnie ze strefową koncepcją ochrony odgromowej), w których występuje określony stopień narażenia urządzeń na działanie udarów napięciowych i prądowych [7] (z ang. LPZ – Lightning Protection Zone). Urządzenia pracujące w strefie LPZ0A są narażone na bezpośrednie oddziaływanie impulsowego pola elektrycznego i magnetycznego oraz prądu piorunowego o nieograniczonej wartości. Urządzenia pracujące w strefie LPZ0B narażone są na bezpośrednie oddziaływanie impulsowego pola elektromagnetycznego wywołanego przez prądy piorunowe, analogicznie jak w strefie LPZ0A, oraz napięć i prądów udarowych indukowanych przez prądy piorunowe. W strefie LPZ1 urządzenia są już chronione przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego przy jednoczesnym ograniczeniu na granicy strefy poziomu narażenia za pomocą ogranicznika przepięć. W kolejnych strefach poziomy napięcie powinny być stopniowo obniżane za pomocą odpowiednio dobranych ograniczników przepięć tak, aby wytrzymałość udarowa urządzeń w nich instalowanych była wyższa

od maksymalnego spodziewanego napięcia panującego w tej strefie. Przykład podziału obiektu na strefy LPZ zamieszczono na **rysunku 7**.

W skrócie – na granicy poszczególnych stref LPZ należy stosować odpowiednie ograniczniki obniżające maksymalne spodziewane wartości szczytowe napięć do ustalonego poziomu – stosownie do przyjętych kategorii wytrzymałości udarowej wg normy PN-HD 60364-4-443 [11]. Koncepcję wielostopniowego układu ograniczającego przepięcia przedstawiono na **rysunku 8**.

Dobierając ogranicznik przepięć należy uwzględnić: miejsce jego instalacji, napięcie ciągłej pracy U_c , napięciowy poziom ochrony U_p .

Na podstawie informacji dotyczącej miejsca jego instalacji można wybrać technologię, w której powinien być wykonany ogranicznik przepięć.

Argumenty przytaczane przez przeciwników tych zaleceń są sprzeczne ze stanowiskiem przyjętym przez energetykę między innymi niemiecką, hiszpańską, słowacką itp. W tych krajach takie kryteria są obligatoryjne. Jeśli zestawia się całościową wartość ponoszonej inwestycji z kosztem jednego właściwie skonstruowanego ogranicznika na wejściu, to argumenty o „drogiej” technologii wydają się zupełnie nietrafione. Kolejny argument podnoszony przez przeciwników odnosi się do średniej statystycznej wartości szczytowej prądu doziemnego wyładowania piorunowego. Stwierdzenie, że w 95% przypadków prąd wyładowania jest mniejszy niż 25 kA, stawia pod znakiem zapytania sens stosowania układów ograniczających przepięcia. Zjawisko doziemnego wyładowania piorunowego ma charakter losowy. Podobnie rozumując układ ograniczający przepięcia oparty na technologii warystorowej zadziała losowo, raz prąd ograniczy, raz nie wytrzyma. Należy sobie zadać pytanie: to po co go stosować? A co z prądem kolejnego doziemnego wyładowania, które następuje w kilkadziesiąt milisekund po wyładowaniu głównym? Ochrona zdaniem autora ma być zawsze skuteczna, stąd też wysokie wymagania dla jednego ogranicznika w obiekcie nie są niczym wygórowanym. Należy też zauważyć, iż w przypadku stosowania technologii warystorowej wbrew powyższym zaleceniom narażamy się na brak koordynacji energetycznej ograniczników przepięć ze względu między innymi na rozrzut technologiczny napięcia zadziałania ograniczników warystorowych opisany wcześniej, niemożliwy do określenia w warunkach panujących na budowie lub hali montażowej.

uwaga

Na granicy stref LPZ0 i LPZ1 zaleca się stosowanie ogranicznika typu ucinającego napięcie lub kombinowanego, w którym wykorzystano technologię iskiernikową. Zdaniem autora stosowanie technologii warystorowej powinno być w tym miejscu zabronione. Zalecana wartość prądu impulsowego 10/350 μ s – 25 kA/pole.

Dobierając ogranicznik przepięć nie można zapomnieć o parametrze określającym maksymalne napięcie ciągłej pracy (U_c), musi ono być większe od maksymalnego napięcia fazowego danej sieci. Biorąc pod uwagę wytyczne normy PN-EN 60038:2012 [9] napięcie ciągłej pracy powinno być co najmniej o 10% większe od napięcia znamionowego sieci.

Dobierając ograniczniki należy pamiętać o przepięciach dorywczych pojawiających się w sieciach. W **tabeli 1** przytoczono normatywne wymagania w tym zakresie opisane szczegółowo w normie PN-EN 61643-11:2013 [10].

Napięciowy poziom ochrony U_p powinien być mniejszy niż deklarowana przez producenta najmniejsza wytrzymałość udarowa urządzenia zainstalowanego w danej sieci i w danym fizycznym miejscu jego użytkowania.

podsumowanie

Stosowanie coraz doskonalszych urządzeń elektronicznych w urządzeniach elektrycznych i elektronicznych stwarza konieczność przeanalizowania ich zagrożeń udarowych oraz podjęcia odpowiednich środków ochrony. Tylko prawidłowa wzajemna koordynacja energetyczna zapewni skuteczną ochronę przed przepięciami, na które urządzenia są coraz bardziej czułe. Prawidłowe rozwiązania są bardzo dobrze znane, lecz ze względów czysto ekonomicznych odstępuje się od ich fizycznej realizacji podczas budowy nowych obiektów. Dlatego warto się zastanowić, czy oszczędność rzędu tysiąca złotych plus VAT na tle wartości inwestycji nierzadko szacowanej na kilka, kilkanaście milionów złotych, ma sens.

zabezpieczanie latarni z oświetleniem LED przed przepięciami

źródła przepięć niebezpiecznych dla oświetlenia LED

JEAN MUELLER

Przepięcia pojawiające się w sieci zasilającej latarnie uliczne mogą zarówno trwale uszkodzić zasilacz, sterownik elektroniczny np. DALI lub też same diody LED. Mogą również przyczynić się do przedwczesnego starzenia się diod LED i przez to wielokrotnie skracać ich teoretyczną żywotność.

Rozróżniamy 3 źródła powstawania przepięć, które mogą mieć wpływ na zasilacze i diody LED w latarniach ulicznych:

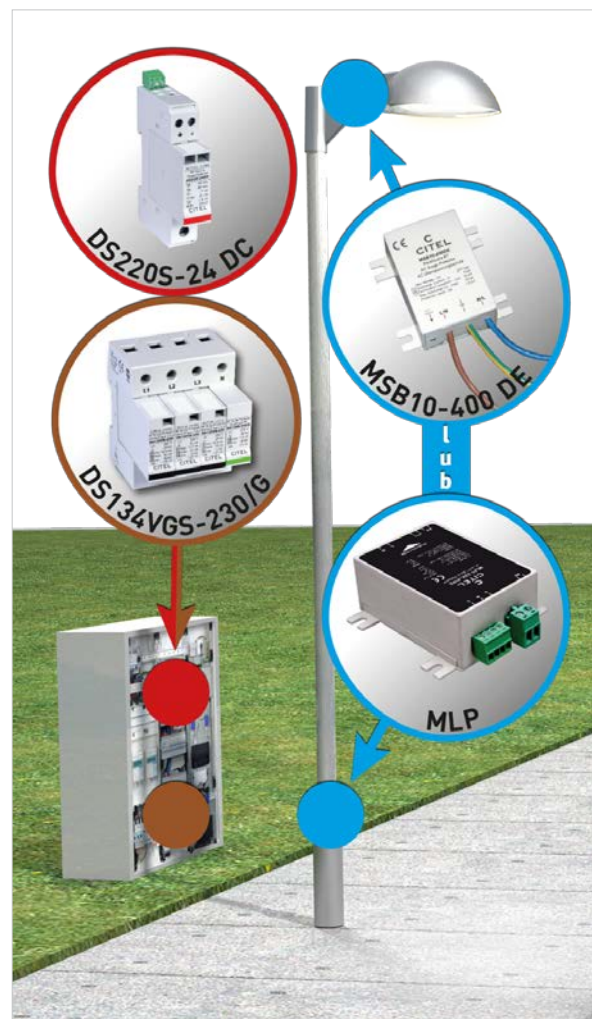
- Bezpośrednie uderzenie pioruna w latarnię lub w napowietrzne przewody zasilające – jest to zjawisko stosunkowo rzadkie, ale jednocześnie najgroźniejsze w skutkach dla instalacji elektrycznej i oświetlenia LED. W tym przypadku dzięki zastosowaniu ograniczników przepięć możemy chronić tylko sąsiednie latarnie.
- Uderzenie pioruna powoduje w wyniku indukcji elektromagnetycznej powstanie w promieniu kilkuset metrów groźnych przepięć w przewodach elektrycznych. Wg badań w odległości 300 m od miejsca uderzenia pioruna notuje się często różnicę potencjałów 5 kV. Ponieważ średnio w Polsce w roku przypada prawie 2,5 uderzenia pioruna na 1 km², dlatego niebezpieczeństwo pojawienia się przepięć w sieciach zasilających latarnie z lampami LED jest stosunkowo duże. Przykładowo jedna burza w 2014 roku w duńskim mieście Esbjerg uszkodziła ponad 400 latarni z oświetleniem LED, które nie były zabezpieczone przed przepięciami.
- Najczęściej w sieciach elektrycznych pojawiają się tzw. przepięcia łączeniowe. Jest wiele źródeł tych przepięć, np. przepalenie się wkładki topikowej, załączenie transformatora, wyłączenia silników, przekaźników czy rozładowanie kondensatorów. Przepięcia te są stosunkowo niewielkie w porównaniu ze skutkami uderzenia pioruna, zwykle jest to maksymalnie do 6 kV i kilku kiloamperów, natomiast mogą trwać dużo dłużej niż przepięcia wywołane przez wyładowanie piorunowe.

Innowacyjne ograniczniki przepięć firmy CITELE do zabezpieczania LED

W Europie nie ma specjalnej normy poświęconej zabezpieczeniu oświetlenia LED przed przepięciami, zastosowanie mają ogólne normy odnośnie oświetlenia i ograniczników przepięć takie jak IEC EN 60598, 61547, 61000 i 61643. Jeden z największych producentów ograniczników i iskierników gazowych na świecie, francuska firma CITELE, która produkuje ograniczniki przepięć od ponad 70 lat, jako pierwsza na świecie opracowała kompleksowy program ograniczników przepięć do zabezpieczania oświetlenia LED. Wliczając wykonania na rynek amerykański jest to ponad 100 typów, które mogą zaspokoić różne potrzeby w tym zakresie. Ze względu na wartość możliwych przepięć prawie wszystkie te ograniczniki są typu 2+3 (dawne oznaczenie C+D) i dostosowane do nominalnego prądu wyładowczego 8/20 μ s o wartości 5kA i maksymalnego 10 kA. Ograniczniki te wytrzymują też tzw. udar kombinowany 10 kV/5 kA, a niektóre nawet 10 kV/10 kA, zapewniając poziom ochrony Up poniżej 1,5 kV dla napięcia roboczego 230 V AC.

Dobierając odpowiedni ogranicznik do konkretnego projektu trzeba określić kilka jego istotnych cech. Po pierwsze należy określić, jakie ma być napięcie zasilania – najczęściej 230V AC lub 24V DC. Po drugie, czy interesują nas ograniczniki do lamp LED ze sterowaniem natężeniem oświetlenia, czy bez takiego sterowania. Najprostsze ograniczniki do zabezpieczania tylko zasilania zewnętrznych lamp LED należą do typoszeregu MLPX1, MLPC1 lub MSB10-400. Natomiast niektóre ograniczniki z typoszeregu MLP pozwalają zabezpieczyć jednocześnie zasilanie i sterowanie natężeniem oświetlenia LED typu DALI czy RS485. Jest to możliwe, gdyż w jednej obudowie znajdują się 2 ograniczniki przepięć – jeden do zabezpieczenia zasilania np. 230V AC, a drugi do za-



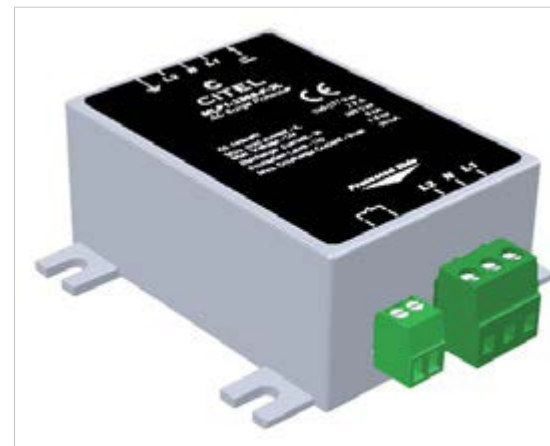


bezpieczenia toru sterowniczego. W przypadku systemu sterowania DALI jest to dla napięcia maksymalnego 28V DC, a dla RS485 to 7V DC i prądu 300mA. Po trzecie w zależności od klasy ochronności oprawy mamy ograniczniki MLP1 dla klasy ochrony I i MLP2 dla klasy II (ochrona tylko L/N).

Kolejnym zagadnieniem jest określenie niezbędnego stopnia ochrony - ograniczniki MLP występują w wykonaniu z zamontowanymi na stałe przewodami w obudowach ze stopniem ochrony IP65 oraz z zaciskami do podłączania kabli w obudowach z IP20 (wtedy należy je zainstalować w szczelnych oprawach LED lub skrzynkach z IP65, aby je chronić przed wilgocią). Typoszeręg MLP umożliwia także wybór wykonania ze zdalną sygnalizacją uszkodzenia (miejscowa sygnalizacja w formie zielonej diody LED jest w standardzie, bo wymagają tego normy), jak też określenie stanu funkcjonowania chronionej instalacji w przypadku uszkodzenia ogranicznika. W ofercie istnieją też wykonania ograniczników MLP...2L na 2 fazy L1 i L2, co pozwala albo zabezpieczać 1 ogranicznikiem jednocześnie 2 lampy z diodami LED o niezależnym zasilaniu, albo chronić 2 tryby pracy jednej lampy tzn. gdy prąd płynie w L1 to lampa świeci na 100%, a gdy włączamy zasilanie przewodem L2, to lampa w środku nocy może pracować na np. 50% swojej mocy.

Ogranicznik przepięć instaluje się zwykle w oprawie lampy blisko źródeł LED tuż przed zasilaczem.

Drugim rozwiązaniem może być zainstalowanie w złączu we wnęce na dole słupa latarni. Preferowane jest to pierwsze rozwiązanie, gdyż w ten sposób najlepiej chroni się zasilacz i diody LED. Wadą tego rozwiązania jest, że w przypadku ograniczników bez zdalnej sygnalizacji uszkodzenia, a jedynie z sygnalizacją w formie zielonej diody LED wmontowanej w obudowę aparatu, nie ma możliwości ła-



twego sprawdzenia ewentualnego uszkodzenia ogranicznika, chyba że jest to wykonanie przerywające obwód zasilania w przypadku awarii.



Umieszczenie ogranicznika w złączu we wnęce słupa ma dwie zalety – można go zainstalować w istniejących już lampach z oświetleniem LED oraz bez kłopotu sprawdzić stan ogranicznika dzięki dostępnej zielonej diodzie LED. Tu jednak pewną wadą jest odległość od chronionego zasilacza i samych diod LED – ogranicznik umieszczony u podstawy słupa latarni właściwie chroni przed pojawiającymi się przepięciami w przewodach zasilających i sterowniczych, natomiast w przypadku uderzenia pioruna w pobliżu latarni może się zaindukować niebezpieczne przepięcie w przewodach między podstawą latarni a oprawą z diodami LED.

Koszt opisanych powyżej ograniczników przepięć firmy CITEC wynosi zaledwie kilka procent wartości opraw, a znacznie przedłuża ich żywotność i pozwala w dłuższym okresie na poważne oszczędności. Nowością jest wprowadzony do sprzedaży w 2017 roku specjalny ogranicznik przepięć do ochrony elektrostatycznej opraw latarni z oświetleniem LED, co rozwiązuje

problemy z przepięciami elektrostatycznymi w niektórych specyficznych miejscach np. obok przewodów tramwajowych czy kolejowych.

Oczywiście niezależnie od ochrony każdej latarni z oświetleniem LED należy też pamiętać o ochronie zwykłymi ogranicznikami przepięć kosztownych urządzeń sterujących zainstalowanych w szafkach oświetleniowych. Szczególnie polecamy tu wykonania typu 1 kombinowanego (tzw. Typ 1+2+3) w technologii VG zawierające połączone szeregowo iskiernik gazowy i warystor jak np. DS254VG lub DS134VG.

reklama
JEAN MÜLLER
THE NAME FOR SAFETY

JEAN MUELLER POLSKA Sp. z o.o.
02-293 Warszawa
ul. Krótka 4
tel. 22 751 79 01, 22 751 79 02
faks 22 751 79 03
info@jeanmueller.pl
www.jeanmueller.pl

podstawowe zasady ochrony odgromowej i przepięciowej w instalacjach fotowoltaicznych

mgr inż. Julian Wiatr

Ochrona odgromowa systemów PV służy do ochrony przed bezpośrednim oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych. Ochronę tę realizuje się za pomocą układów zwodów tworzących strefę ochronną, tak by w wyznaczonej przez nie bryle geometrycznej znalazło się chronione urządzenie.

Określenie wielkości oraz kształtu strefy ochronnej zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 62305-3:2009 *Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia*, należy wykonywać metodą: toczącej się kuli lub kąta ochronnego. Na **rysunku 1.** przedstawiona została zasada wyznaczania strefy ochronnej metodą toczącej się kuli, przy której elementy niedotykane przez toczącą się kulę o promieniu R nie są narażone na bezpośrednie uderzenie pioruna. Promień kuli dobiera się w zależności od klasy LPS zgodnie z **tabelą 1.**

Projektowane zwody odgromowe należy tak dobrać, aby ich liczba i wysokość oraz rozmieszczenie tworzyły bryłę geometryczną, wewnątrz której znajdują się wszystkie elementy PV.

Głębokość „ p ” wnikania kuli należy wyznaczyć z poniższego wzoru:

$$p = R - \sqrt{R^2 - (l_z / 2)^2}$$

gdzie:

l_z – odległość pomiędzy zwodami pionowymi,

R – promień toczącej się kuli.

Wysokość zwodów oraz odległość l_z zwodów pionowych należy dobrać tak, by spełniony był następujący warunek:

$$p < h_z - h_{pv}$$

Na **rysunku 2.** została przedstawiona metoda wyznaczania stref ochronnych metodą toczącej się kuli w przypadku instalowania generatorów PV na dachach płaskich.

W przypadku wyznaczania strefy ochronnej metodą kąta ochronnego, wartość kąta ochronnego należy przyjąć w zależności od wysokości zwodu oraz klasy LPS, zgodnie z **rysunkiem 3.**



Energia pod kontrolą



ETISURGE

Ograniczniki przepięć SN serii INZP...

Zakres napięć od 4kV do 42kV
Osłona silikonowa w technologii HTV
Technologia warystorowa



ETITEC

Ograniczniki przepięć nn serii ETITEC A...

Technologia warystorowa, boczny zacisk PE
Wyposażone w widoczny odłącznik oraz różne zaciski kablowe
 $U_c = 280V, 440V, 500V, 660V$

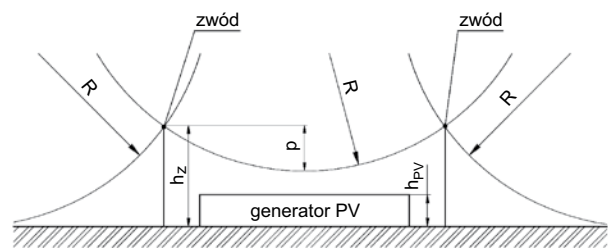


ETITEC

Ograniczniki przepięć niskiego napięcia

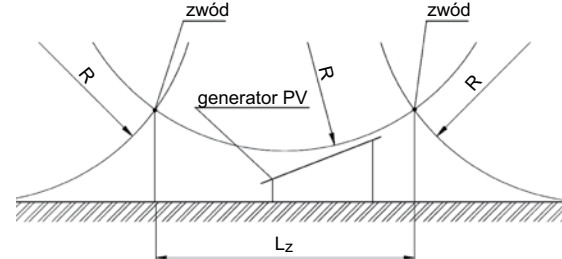
Zabezpieczają przed skutkami przepięć pochodzących od wyładowań atmosferycznych i przepięć łączeniowych
Dostępne wszystkie stopnie ochrony T1, T2, T3 (wg PN-IEC61643-11)
Wykonanie warystorowe oraz warystorowo - iskiernikowe

Rys. J. Wiatr



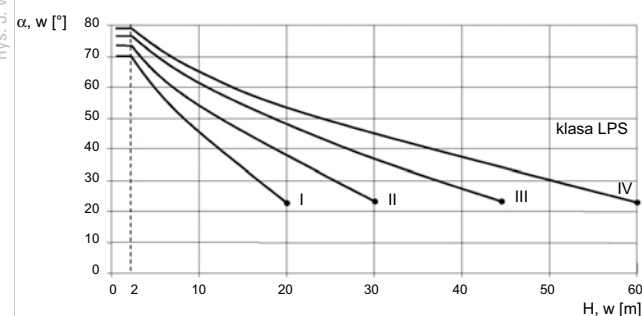
Rys. 1. Zasada tworzenia strefy ochronnej z wykorzystaniem metody toczącej się kuli

Rys. J. Wiatr



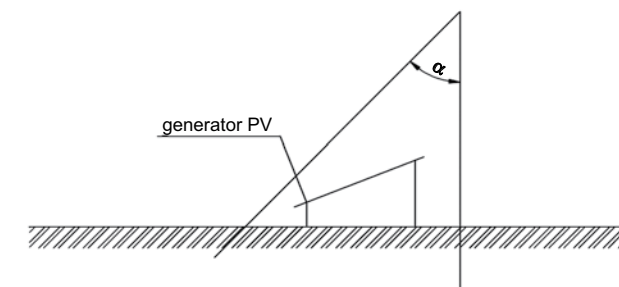
Rys. 2. Zasada wyznaczania stref ochronnych metodą toczącej się kuli na dachach płaskich

Rys. J. Wiatr



Rys. 3. Wartości kąta ochronnego funkcji wysokości w zależności od klasy LPS, gdzie: **H** – wysokość zwodu od płaszczyzny odniesienia przestrzeni poddawanej ochronie

Rys. J. Wiatr



Rys. 4. Zasady wyznaczania strefy ochronnej metodą kąta ochronnego

Natomiast sposób wyznaczenia strefy ochronnej przy stosowaniu metody kąta ochronnego przedstawia **rysunek 4**.

Przy projektowaniu zwodów ochrony odgromowej systemu PV należy zadbać o ich rozmieszczenie w taki sposób, by nie powodowały one zacinienia chronionych paneli PV.

Zwody te należy instalować w odległości gwarantującej niemożliwość przeskoku iskry podczas wyładowania bezpośredniego. Odległości te nazywane są odstępami izolacyjnymi, które w przypadku prostych konstrukcji należy wyznaczyć z poniższego wzoru:

$$s \geq k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

gdzie:

k_i – współczynnik zależy od przyjętej klasy LPS,

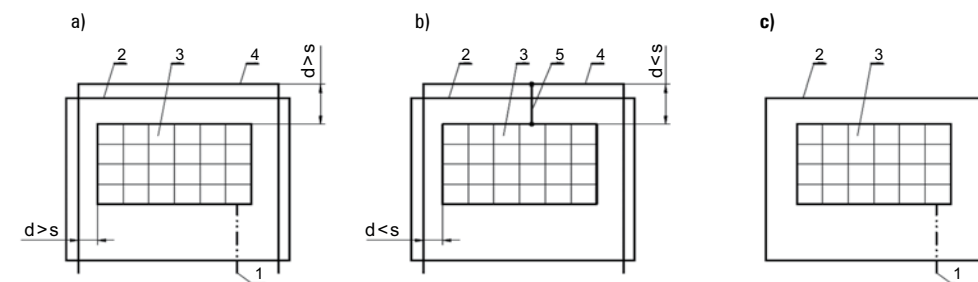
k_c – współczynnik uzależniony od wartości prądu płynącego w elementach LPS,

k_m – współczynnik zależny od rodzaju materiału izolacyjnego,

l – odległość mierzona wzdłuż zwodu lub przewodu odprowadzającego do punktu, w którym jest rozpatrywany odstęp izolacyjny „s”, do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego.

Orientacyjne wartości poszczególnych współczynników przedstawiają **tabele 2–4**. Poprawne wyznaczenie współczynnika k_c wymaga posługiwania się normą [15].

Rys. J. Wiatr



Rys. 5. Ochrona paneli PV zainstalowanych na pochylonym dachu przed bezpośrednim uderzeniem pioruna: **a)** budynek posiada LPS i zachowane są odstępy izolacyjne, **b)** budynek posiada LPS, ale niezachowane są odstępy izolacyjne, **c)** budynek nie posiada LPS. **Oznaczenia:** 1 – przewód wyrównawczy do GSU; 2 – krawędź dachu, 3 – generator PV, 4 – zwody poziome, 5 – połączenie konstrukcji wsporczej PV z LPS

W praktyce mogą wystąpić trzy przypadki:

budynek jest wyposażony w LPS, a odległość elementów PV spełnia warunek $d > s$; w takim przypadku konstrukcję wsporczą elementów PV należy objąć połączeniami wyrównawczymi (**rys. 5a**),

budynek jest wyposażony w LPS, a odległość elementów PV nie spełnia warunku $d > s$; w takim przypadku konstrukcję wsporczą elementów PV należy połączyć z systemem zwodów odgromowych (**rys. 5b**),

budynek nie posiada LPS; w takim przypadku konstrukcję wsporczą elementów PV należy objąć połączeniami wyrównawczymi (**rys. 5c**).

Klasa LPS	Promień toczącej się kuli, w [m]
I	20
II	30
III	45
IV	60

Tab. 1. Wartości promienia toczącej się kuli w zależności od klasy LPS

Klasa LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III lub IV	0,04

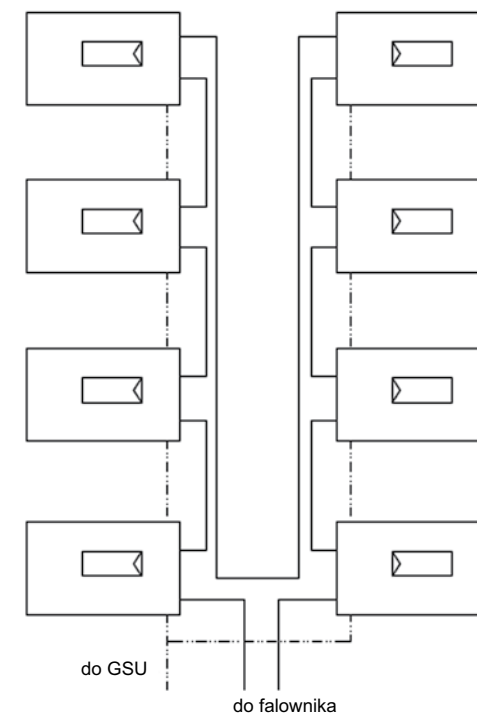
Tab. 2. Wartości współczynnika k_i

Liczba przewodów odprowadzających	k_c
1	1
2	1...0,5
4 i więcej	1...1/n

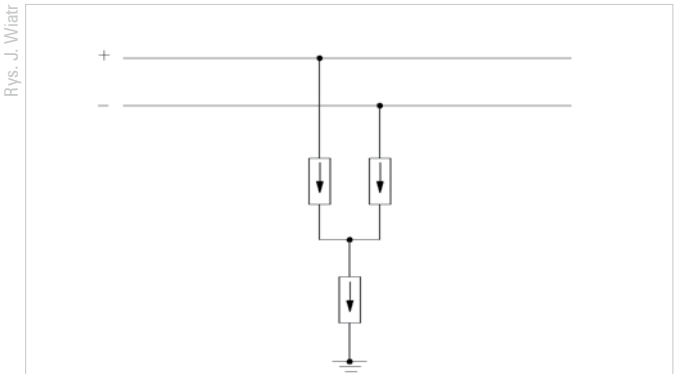
Tab. 3. Wartości współczynnika k_c

Materiał izolacyjny	k_m
Powietrze	1
Beton, cegły	0,5

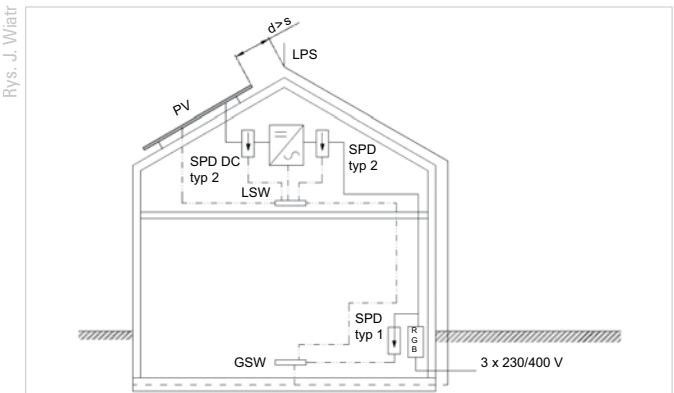
Tab. 4. Wartości współczynnika k_m



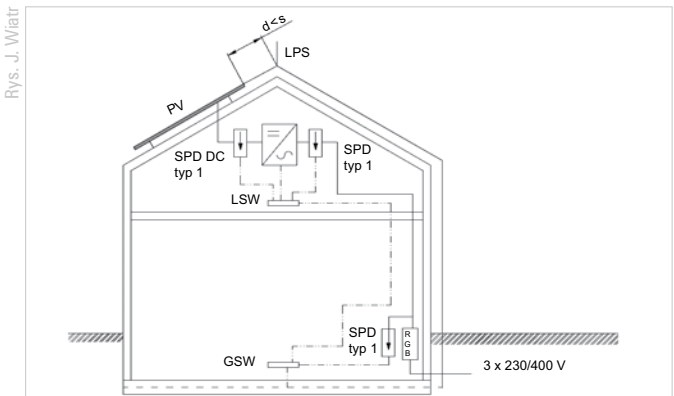
Rys. 6. Zasada poprawnego oprzewodowania paneli generatora PV



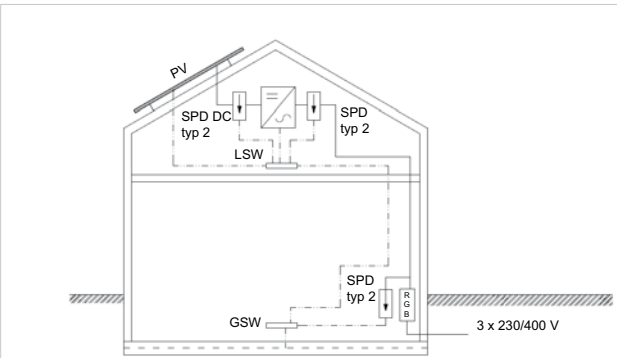
Rys. 7. Układ połączeń „V” ogranicznika przepięć DC



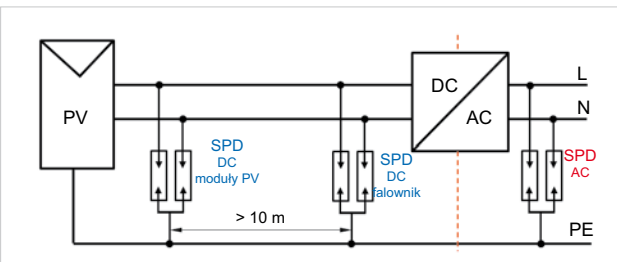
Rys. 8. Ochrona przepięciowa systemu PV w budynku z LPS, gdzie $d > s$



Rys. 9. Ochrona przepięciowa systemu PV w budynku z LPS, gdzie $d < s^*$



Rys. 10. Ochrona przepięciowa systemu PV w budynku nieposiadającym LPS



Rys. 11. Wymagania instalacyjne przy odległości generatora PV od falownika większej od 10m [1]

Na **rysunku 6.** została przedstawiona zasada poprawnego oprzewodowania poszczególnych elementów generatora PV umożliwiającą uniknięcie tworzenia się pętli.

ochrona przepięciowa

Ograniczniki przepięć w instalacjach PV należy tak dobierać, aby zapewniony poziom ochrony był wyższy niż maksymalne napięcie wytrzymywane przez falowniki i moduły PV. Ograniczniki przepięć chronią instalację PV przed przepięciami łączeniowymi lub pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich.

Do ochrony instalacji PV po stronie DC należy stosować ograniczniki przepięć DC w układzie „V”, których układ połączeń przedstawia **rysunek 7.**

W instalacjach fotowoltaicznych przy projektowaniu ochrony przepięciowej mogą wystąpić trzy przypadki, podobnie jak przy projektowaniu ochrony odgromowej:

- budynek jest wyposażony w LPS, a odległość elementów PV spełnia warunek $d > s$,

*) Wskutek połączenia zwodów z konstrukcją nośną PV należy przyjąć, że część prądu piorunowego wpłynie do budynku. W celu uzyskania odpowiedniej ochrony wszystkie instalowane ochronniki muszą być typu 1.

Czy jest LPS?	Czy zachowano odstępy izolacyjne „s” od LPS?	Odległość pomiędzy modułami PV i falownikiem	SPD DC moduły PV	SPD DC falownik	SPD AC
Tak	Tak	$< 10\text{ m}$	–	Typu 2	Typu 1
		$> 10\text{ m}$	Typu 2	Typu 2	
	Nie	$< 10\text{ m}$	–	Typu 1	
		$> 10\text{ m}$	Typu 1	Typu 1	
Nie	–	$< 10\text{ m}$	–	Typu 2	Typu 2
		$> 10\text{ m}$	Typu 2	Typu 2	

Tab. 5. Ogólne wytyczne doboru typów zabezpieczeń SPD w systemie PV

- budynek jest wyposażony w LPS, a odległość elementów PV nie spełnia warunku $d > s$,
- budynek nie posiada LPS.

Na **rysunkach 8–10** przedstawiono zasady projektowania dwustopniowej ochrony przepięciowej systemów PV.

Należy pamiętać, że w przypadku odległości generatora PV od falownika, liczonej wzdłuż przewodu, większej od 10m, należy ograniczniki przepięć DC instalować przy generatorze PV oraz przy zaciskach falownika. Wymagania te przedstawia **rysunek 11.**

Wymagania dotyczące instalowania ograniczników przepięć w systemach PV zostały przedstawione w **tabeli 5.**

Finder – nowe ograniczniki przepięć typu 3 i linii sygnałowych

Stanisław Rak – Finder Polska Sp. z o.o.

W ofercie firmy Finder od wielu lat występują ograniczniki przepięć (SPD). Oferta skupiała się głównie na ogranicznikach typu 1 i 2, ale sukcesywnie rozwijaliśmy rozwiązania typu 3 oraz rozwiązania do zabezpieczenia sygnałów oraz magistrali danych.

Ograniczenie przepięć jest jedną z najważniejszych czynności, jaką możemy wykonać, aby zabezpieczyć odbiorniki przyłączone do rozdzielnic rozdziału energii lub odpowiedzialne komponenty w układach sterowania automatyki.

Często skupiamy się na zamontowaniu w rozdzielnic głównej ogranicznika typu 2, jest to popularna forma zabezpieczenia, jednak musimy mieć świadomość, że wrażliwe odbiorniki lub takie z dużą ilością elektroniki mogą potrzebować jeszcze dodatkowej formy ochrony. Z myślą o takich potrzebach stworzyliśmy serię 7P.37 do montażu w rozdzielnic i 7P.36 z możliwością instalacji w puszkach elektroinstalacyjnych.

7P.37.8.275.1003

- Konfiguracja „1+1”: warystor + iskiernik z bardzo niskim Up.
- Możliwość połączenia szeregowego dla lepszej ochrony obwodu wyjściowego 16 A.
- Wbudowany zestyk obwodu sygnalizacji zdalnej stanu warystora.
- Przekaznik z połączonym zestykiem przełącznym zapewniającym niezawodne przełączanie.
- 17,5 mm ochrona L-N/N-PE.
- Do montażu na szynę DIN 35 mm (EN 60715).



7P.36.8.275.2003

- Zapewnia dodatkową ochronę przepięciową dla gniazd 230 V.
- Konfiguracja „1+1”: warystor + iskiernik z bardzo niskim Up.
- Sygnalizacja akustyczna konieczności wymiany warystora i test mostków dla sprawdzenia stanu SPD.
- 3 przewody długości 150 mm, dla połączenia z zaciskami gniazd.



Rozwiązania typu 3 dają możliwość ochrony wrażliwych odbiorów, takich jak oświetlenie LED, sterowniki czy elementy automatyki budynkowej. Są niezastąpionym elementem każdego odpowiedzialnego systemu.

Linie sygnałowe to kolejny ważny punkt, który powinien podlegać ochronie. Praktycznie każdy sygnał, wychodzący z lub wchodzący do rozdzielnic teletechniki lub automatyki, powinien podlegać ochronie. Idealnym przykładem mogą być kamery IP na elewacji budynku, które są szczególnie narażone na wyładowania atmosferyczne, a często wprowadzamy je bezpośrednio na routery lub urządzenia zbierające dane. Przepięcie w takim układzie może uszkodzić kosztowny system.

7P.68.9.060.0600

- Odpowiedni do sieci Ethernet, POE (Power over Ethernet) i systemów transmisji danych do 250 MHz.
- Ochrona wszystkich par żył z minimalnym tłumieniem.
- Aluminiowa obudowa i RJ-45 z metalowymi ekranami.
- W zestawie akcesoria do łatwego montażu w pobliżu urządzeń, które mają być zabezpieczone, granica LPZ 2-3 (typ 3).
- Zgodność z EN 61643-21.
- Do montażu na szynę DIN 35 mm.



7P.62.9.009.0485 – ochrona danych w RS-485 i 7P.62.9.036.0005 – ochrona linii sygnałowych

- Mogą ochraniać 2-przewodowe linie danych i interfejsu telekomunikacyjnego, przy zachowaniu ciągłości ekranu.
- Umożliwiają połączenie szeregowe optymalizujące ochronę przed przepięciami podłużnymi (rdzeń-PG) i przepięciem bocznym (rdzeń-rdzeń).
- Zgodność z EN 61643-21+A1, A2:2013, EN IEC 61643-21+A1, A2:2012 C2, C3.
- Do montażu na szynę DIN.



Nowe rozwiązania firmy Finder zapewniają idealną ochronę w tych miejscach, które są kluczowym elementem systemów. Zapraszamy do konsultacji i rozmów w celu dobrania możliwie jak najlepszego rozwiązania do Państwa aplikacji.



Finder Polska Sp. z o.o.
60-175 Poznań
ul. Malwowa 126
tel. 61 865 94 07, faks 61 865 84 26
finder.pl@findernet.com
www.findernet.com

reklama

elektro
info
POLECA



Julian Wiatr,
Mirosław Miegoń

**Zasilanie budynków
użyteczności publicznej
oraz budynków
mieszkalnych
w energię elektryczną**

Niezbędnik
elektryka 4/2017

Cena: 29 zł

Cena dla prenumeratorów
„elektro.info”:

TERAZ TYLKO
24 zł

ZAMÓW!

kzareba@medium.media.pl



Julian Wiatr,
Marcin Orzechowski

**Dobór przewodów
i kabli elektrycznych
niskiego napięcia.
Wybrane zagadnienia**

Niezbędnik
elektryka 1/2017

Cena: 29 zł

Cena dla prenumeratorów
„elektro.info”:

TERAZ TYLKO
24 zł

niebezpieczeństwo pożarowe powodowane niestosowaniem instalacji odgromowej

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka

Na poziom bezpieczeństwa obiektów budowlanych mają bezpośredni wpływ występujące w naturze burze, ich pioruny i powodowane przez nie przepięcia. Istotne zagrożenia stanowi prąd doziemnego wyładowania piorunowego.

Przepływowi prądu piorunowego przez urządzenie piorunochronne, elementy konstrukcyjne obiektu lub inne instalacje przewodzące mogą towarzyszyć następujące zjawiska (**rys. 1.**):

- erozja termiczna metalu w miejscu kontaktu z kanałem piorunowym,
- rozżarzenie elementów metalowych wzdłuż drogi przepływu prądu,
- elektrodynamiczna deformacja torów prądowych,
- uszkodzenia mechaniczne spowodowane wstrząsową falą akustyczną,
- iskrzenie na stykach elementów przewodzących.

W zależności od charakteru obiektu i zastosowanego urządzenia piorunochronnego dominujące są zwykle tylko niektóre z wymienionych powyżej zjawisk. Najgorszy scenariusz występuje przy braku urządzenia piorunochronnego.

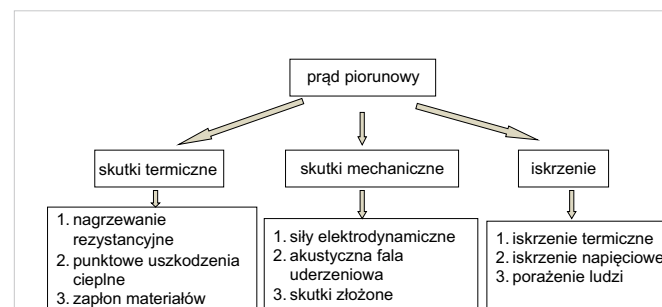
Przy współpracy z firmą projektową i wykonawcą przeprowadzono badania skutków przepływu prądu piorunowego przez różnego rodzaju poszycia dachowe. Poniższe badania odzwierciedlają sytuację, w której dochodzi do bezpośredniego wyładowania piorunowego w poszycie dachowe niechronione lub chronione w sposób niewłaściwy od wyładowań piorunowych. Materiał powstał ku przestrodze – dla osób chcących „oszczędzić” podczas budowy nowego obiektu.

Badania laboratoryjne przeprowadzono prądem udarowym o wartości szczytowej 100 kA i kształcie 10/350 μ s odzwierciedlającym prąd rzeczywistego doziemnego wyładowania piorunowego. Poddano nim następujące rodzaje pokryć dachowych:

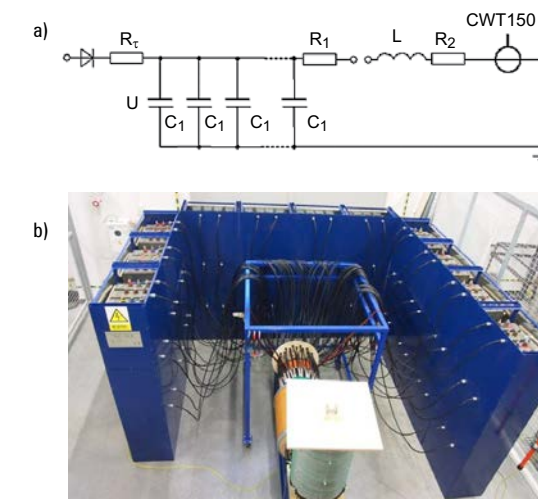
streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań skutków przepływu prądu piorunowego przez różnego rodzaju poszycia dachowe. Badania przeprowadzono ku przestrodze dla osób chcących „oszczędzić” podczas budowy nowego obiektu unikając wyposażenia go w stosownie dobrane urządzenia piorunochronne.

- membranowe pokrycie dachowe składające się z blachy trapezowej, membrany paroprzepuszczalnej, wełny mineralnej, dwóch warstw membrany dachowej podkładowej i nawierzchniowej,
- strzechę trzcinową o grubości 40 cm,
- papowe pokrycie dachowe składające się z papy nawierzchniowej, styropapy, membrany paroprzepuszczalnej, płyty OSB,
- blaszane pokrycie dachowe wykonane z płyty warstwowej (tzw. płyta obornicka), składające się z blachy trapezowej, pianki poliuretanowej, blachy trapezowej,
- blachodachówkę,
- dachówkę betonową,
- dachówkę ceramiczną.



Rys. 1. Skutki wywołane przez prąd piorunowy [1]



Rys. 2. Generator udarów prądowych: **a)** schemat układu pomiarowego, **b)** widok generatora

stanowisko badawcze

Podczas badań zachowania się różnych poszyc dachowych wykorzystano wysokonapięciowy generator prądowy, który wytwarza udary o wartości szczytowej do 300 kA i różnych kształtach. Zmiana parametrów generowanych udarów dokonywana jest poprzez wymianę elementu rezystancyjno-indukcyjnego. Uproszczony schemat generatora wykorzystywanego do badań przedstawia **rysunek 2.**

Do pomiaru prądu na wyjściu generatora wykorzystano cewkę Rogowskiego firmy PEM typu CWT150 $I_n = 300$ kA, o płaskiej charakterystyce przenoszenia w zakresie od 0,2 Hz do 16 MHz (pasma 3 dB). Do rejestracji przebiegów prądu – oscyloskop cyfrowy Tektronix DPO 7254.

W trakcie badań udar prądowy doprowadzono z wyjścia generatora do górnej części poszycia dachowego, dolną część poszycia uziemiono. Fizycznie zaciski wyjściowe generatora podłączono do wsporników spinających poszczególne warstwy poszycia.

wyniki prób laboratoryjnych

Podczas badań obserwowano zachowanie się różnych pokryć dachowych poddanych narażeniu w postaci udaru prądowego o wartości szczytowej 100 kA. Ze względu na jed-



Fot. 1. Membranowe pokrycie dachowe podczas testów prądem piorunowym



Fot. 2. Membranowe pokrycie dachowe po zakończeniu testów prądem piorunowym



Fot. 3. Strzecha trzcinowa o grubości 40 cm podczas testów prądem piorunowym



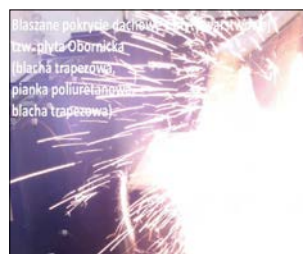
Fot. 4. Strzecha trzcinowa o grubości 40 cm po zakończeniu testów prądem piorunowym



Fot. 5. Papowe pokrycie dachowe podczas testów prądem piorunowym



Fot. 6. Papowe pokrycie dachowe po zakończeniu testów prądem piorunowym



Fot. 7. Blaszane pokrycie dachowe (tzw. płyta obornicka) podczas testów prądem piorunowym



Fot. 8. Blaszane pokrycie dachowe (tzw. płyta Obornicka) po zakończeniu testów prądem piorunowym



Fot. 9. Blachodachówka podczas testów prądem piorunowym



Fot. 10. Blachodachówka po zakończeniu testów prądem piorunowym



Fot. 11. Dachówka betonowa podczas testów prądem piorunowym



Fot. 12. Dachówka betonowa po zakończeniu testów prądem piorunowym

norazowy charakter badań rejestrowano zachowanie się próbek za pomocą kilku równolegle pracujących kamer wideo. Poniżej na **fotografiach 1–14** zamieszczono stopklatki z filmu, który powstał w trakcie przeprowadzania badań.

W trakcie badań trzy rodzaje pokryć dachowych uległy zapłonowi w wyniku przyłożenia prądu udarowego – tj. membranowe pokrycie dachowe, strzecha trzcinowa, blaszane pokrycie dachowe wykonane z płyty warstwowej (tzw. płyta obornicka). Płyta obornicka spowodowała dodatkowo bardzo duże zadymienie w laboratorium, które uniemożliwiło kontynuowanie badań do czasu pełnego przewietrzenia pomieszczenia. Trzy badane rodzaje poszyc dachowych uległy znacznemu uszkodzeniu, tj. papowe



Fot. 13. Dachówka ceramiczna podczas testów prądem piorunowym



Fot. 14. Dachówka ceramiczna po zakończeniu testów prądem piorunowym

pokrycie dachowe, dachówka betonowa, dachówka ceramiczna. Elementy składowe, które oderwały się od poszycia wyładowały w odległości do 10 metrów od stanowiska badawczego.

Spośród wszystkich przebadanych rodzajów poszyc dachowych, tylko blachodachówka nie uległa fizycznemu uszkodzeniu.

wnioski

Podczas wszystkich prób prądem udarowym 100 kA obserwowano iskrzenie termiczne, nagrzewanie rezystancyjne, znaczące siły elektrodynamiczne rozrywające badane poszycia, punktowe uszkodzenia cieplne, jak i zapłon badanych materiałów. Przeprowadzone badania laboratoryjne pozwoliły stwierdzić, iż większość dostępnych i stosowanych na rynku poszyc dachowych nie jest odporna na bezpośrednie wyładowanie piorunowe, zaś niektóre rozwiązania stwarzają znaczne zagrożenie pożarowe.

Podczas doziemnego wyładowania piorunowego pojawia się w naszych warunkach geograficznych od kilku do kilkunastu udarów prądowych [1, 2, 3]. Trudno jest przewidywać rzeczywistą liczbę kolejnych składowych wyładowania piorunowego, ale jeśli podczas badań laboratoryjnych stwierdzono eksplozję poszycia dachowego przy pierwszym udarze prądowym to warunkach rzeczywistych każdy kolejny prąd doziemnego wyładowania piorunowego będzie niszczył w jeszcze większym stopniu poszycia wraz obiektami nimi pokrytymi.

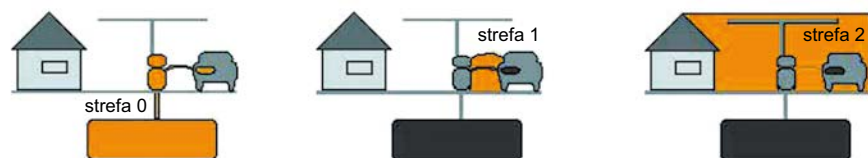
literatura

1. A. W. Sowa, Ochrona urządzeń oraz systemów elektronicznych przed narażeniami piorunowymi. Rozprawy Naukowe Nr 219. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2011.
2. PN-IEC 61312-1:2001 Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.
3. PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne.

ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa stacji paliw

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka

Na poziom bezpieczeństwa obiektów budowlanych mają bezpośredni wpływ występujące w naturze burze, ich pioruny i powodowane przez nie przebiegi. Istotne zagrożenia stanowi prąd doziemnego wyładowania piorunowego.



Rys. 1. Określenie stref 0, 1 i 2 na przykładzie stacji paliw płynnych [1]

Ze względu na swoją wielkość i lokalizację na otwartych terenach, stacje paliw narażone są na niebezpieczeństwo związane z wyładowaniem piorunowym. Wszystkie urządzenia elektroniczne, w które stacja jest wyposażona, są bardzo czułe na przebiegi związane z wyładowaniami. Dotyczy to przede wszystkim systemu dystrybucji paliw oraz naliczania opłat. Należy również zauważyć, iż na terenie stacji są wydzielone strefy zagrożone wybuchem Ex (strefy 0, 1 i 2). Stacje pracują bez przerwy, a każda awaria może mieć poważne skutki, z katastrofalnymi włącznie.

W Polsce stacje paliw płynnych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 21 listopada 2005 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, zalicza się do obiektów budowlanych [2]. W ich skład wchodzi:

- budynki znajdujące się na jej terenie,
- odmierzacze paliw płynnych i gazu płynnego,

streszczenie

Stacje paliw płynnych są szczególnie narażone na negatywne skutki oddziaływania rozpryskających się prądów doziemnych wyładowań piorunowych. W artykule zestawiono podstawowe wytyczne dotyczące ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej stacji paliw płynnych na podstawie przepisów polskiego prawa i zaleceń przywołanych norm technicznych.

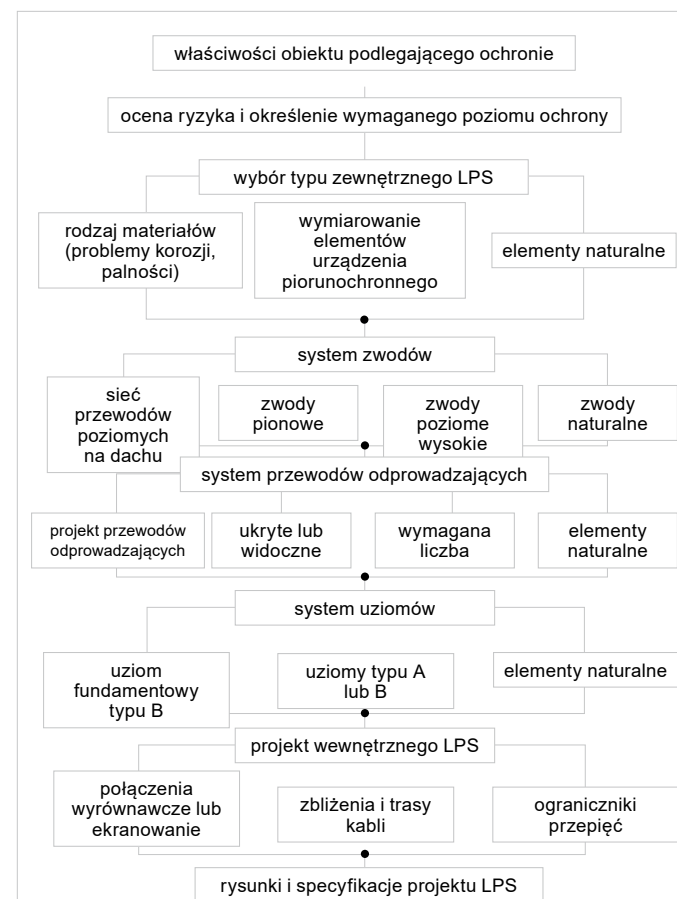
- instalacje technologiczne, w tym urządzenia do magazynowania i załadunku paliw płynnych oraz gazu płynnego,
- instalacje wodnokanalizacyjne i energetyczne,
- pojazdy i zadaszenia,
- inne urządzenia usługowe i pomieszczenia pomocnicze.

W przypadku stacji paliw płynnych największym zagrożeniem jest pożar lub wybuch. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku (z późniejszymi zmianami) o ochronie przeciwpożarowej [3] nakłada na właściciela obowiązek m.in. przestrzegania wymagań techniczno-budowlanych, instalacyjnych i technologicznych w zakresie niezbędnym do zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego budynku, obiektu budowlanego lub terenu. Ustawodawca w art. 4 ust. 1 pkt 7 nałożył na właściciela obowiązek przeciwdziałania klęsce żywiołowej lub innemu miejscowemu zagrożeniu. Najważniejsze stwierdzenie zawarł jednak w § 41 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki [2]: „Zbiorniki, a także obiekty technologiczne i budynki, powinny być chronione przed wyładowaniami atmosferycznymi, elektrycznością statyczną oraz przepięciami, zgodnie z wymaganiami określonymi w Polskich Normach”. W tym samym rozporządzeniu §107 stwierdza [2], że zadaszenia powinny być wyposażone w instalację odgromową wykonaną zgodnie z wymaganiami Polskich Norm.

podstawowe wytyczne

Powyższe uregulowania prawne w sposób jednoznaczny nakładają obowiązek wyposażenia stacji paliw płynnych w system ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej, zgodnie z obowiązującymi normami. Stosowanie instalacji odgromowej ma na celu:

- odsunięcie kanału wyładowania piorunowego z dala od substancji łatwopalnych przechowywanych na terenie stacji,
- uniemożliwienie pojawienia się przeskoków iskrowych związanych z kanałem wyładowania piorunowego w obszarze zagrożonym wybuchem i w jego najbliższym sąsiedztwie,
- niedopuszczenie do nagrzewania się elementów instalacji odgromowej,



Rys. 2. Uproszczony algorytm projektowania LPS [6]

Przekrój, w [mm²]	Aluminium			Stal miękka			Miedź			Stal nierdzewna		
	Przyjęty poziom ochrony											
	III+IV	II	I	III+IV	II	I	III+IV	II	I	III+IV	II	I
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	564	*	*	*	*	*	169	542	*	*	*	*
16	146	454	*	1120	*	*	56	143	309	*	*	*
25	52	132	283	211	913	*	22	51	98	940	*	*
50	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940
100	3	7	12	9	20	37	1	3	5	45	100	190

Objaśnienia: * – wzrost temperatury powoduje eksplozję lub stopienie przewodu.

Tab. 2. Przyrost temperatury przewodów przy przepływie prądu piorunowego w zależności od średnicy materiału, z którego są wykonane, oraz przyjętego poziomu ochrony

Strefy 2 i 22	Strefy 1 i 21	Strefy 0 i 20
Obiekty zawierające strefy 2 i 22 nie wymagają dodatkowej ochrony (uzupełnienia ochrony). W przypadku metalowych urządzeń, obiektów technologicznych poza budynkami, np. reaktory, zbiorniki, które posiadają ścianki wykonane z materiałów grubości zgodnej z danymi z tabeli 6.6 normy, stosujemy następujące zalecenia: - nie są wymagane zwody, - obiekty powinny być uziemione zgodnie z wymogami norm Wolno stojące obiekty technologiczne zawierające strefy 0 i 20 należy chronić podobnie jak w przypadku stref 1 i 2 oraz 21 i 22 z następującymi uzupełnieniami: - urządzenia elektryczne lub elektroniczne wewnątrz zbiorników zawierających płyny łatwopalne powinny być odpowiednio do takich zastosowań, - zamknięte zbiorniki (pojemniki) stalowe zawierające strefy 0 i 20 powinny mieć ścianki o grubości co najmniej 5 mm w miejscach prawdopodobnego uderzenia pioruna. W przypadku ścianek cieńszych należy stosować zwody do ochrony przed bezpośrednim wyładowaniem	Ochrona powinna być wykonana podobnie jak w przypadku stref 2 i 22 z następującymi uzupełnieniami: - odstępy izolujące (bezpieczne) lub inne części izolujące powinny być poza strefą, - wstawki izolacyjne, np. w rurociągach, powinny być odpowiednio chronione – można zastosować dodatkowe iskierniki równoległe do wstawek	Podobnie jak w strefach 1 i 21 należy zastosować dodatkowe uzupełnienia: - połączenia wyrównawcze wykorzystywane do celów ochrony odgromowej pomiędzy elementami instalacji piorunochronnej a innymi instalacjami należy wykonać w porozumieniu z operatorami tych instalacji, - połączenia wyrównawcze wykorzystujące iskierniki należy również wykonać w porozumieniu z operatorami systemów

Objaśnienia: strefy 0, 1, 2 – dotyczą atmosfery gazowej, strefy 20, 21, 22 – dotyczą atmosfery pyłowej, która nie występuje na stacjach paliw i podano je ze względów formalnych.

Tab. 3. Zestawienie podstawowych wymagań w przypadku stref zagrożonych wybuchem

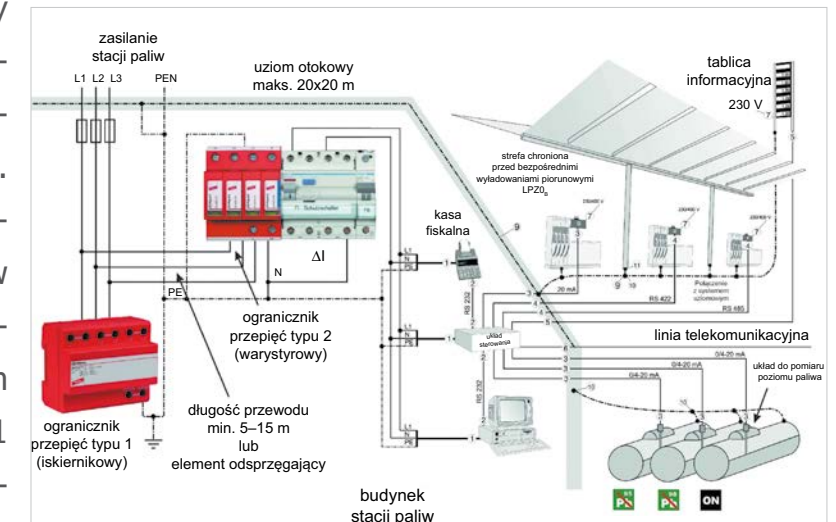
- likwidację przepięć indukowanych, które mogą stanowić źródło przeskoków iskrowych,
- zmniejszenie skoku potencjału systemu uziomowego stacji.
- system ochrony odgromowej

W obiektach zagrożonych wybuchem, jeśli przeprowadzona analiza ryzyka wykaże konieczność stosowania ochrony odgromowej lub ochrona odgromowa jest wymagana przez przepisy techniczno-prawne (co ma miejsce w przypadku stacji paliw płynnych), należy stosować urządzenie piorunochronne przynajmniej klasy II. Taki wymóg występuje w nowym wydaniu normy PN-EN 62305-2:2012 [4].

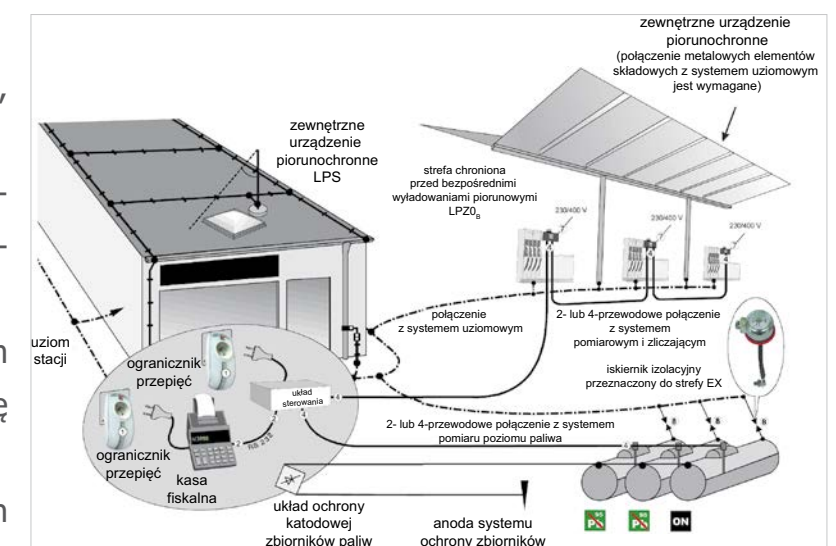
Jak już wspomniano, w Polsce wymagane jest wyposażenie stacji paliw płynnych w instalację odgromową. Szczegółowe wytyczne zawierają normy z serii PN-EN 62305. Należy zauważyć, iż rozporządzenie [2] wymusza stosowanie instalacji odgromowych bez względu na poziom ryzyka wynikający z obliczeń realizowanych zgodnie z wymaganiami norm serii PN-EN 62305. Na rysunku 2. przedstawiono uproszczony algorytm projektowania urządzenia piorunochronnego LPS (ang. Lightning Protection System) zgodnie z normą PN-EN 62305-1:2011 [5].

Stacje paliw, jako obiekty ze zdefiniowanymi strefami zagrożenia wybuchem, podlegają szczególnym obostrzeniom. Dodatkowe informacje dotyczące urządzeń dla obiektów zagrożonych wybuchem zawarto w załączniku D dołączonym do normy PN-EN 62305-3:2011 [7]. Poniżej zasygnalizowano podstawowe wymagania ochrony odgromowej w strefach zagrożonych wybuchem, jakie narzuca ww. norma [4, 5, 7, 8, 9]:

- należy stosować urządzenie piorunochronne przynajmniej klasy II,
- strefy zagrożone wybuchem nie mogą znajdować się w LPZ0A,
- we wszystkich urządzeniach LPS, przeznaczonych do ochrony obiektów zagrożonych wybuchem, preferowany jest dla uziomów układ typu B, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 62305-3 [7],
- rezystancja uziemienia w obiektach zawierających materiały i mieszaniny wybuchowe nie może być większa niż 10 W,
- poszczególne części zewnętrznego urządzenia piorunochronnego (zwody, przewody odprowadzające i uziemiające) powinny znajdować się w odległości co najmniej 1 m od strefy zagrożonej wybuchem,
- jeśli zachowanie odległości 1 m jest niemożliwe do wykonania, to można ją zmniejszyć do około 0,5 m, ale przewody powinny być ciągłe lub zastosowane połączenia spawane, zgrzewane lub wykonane za pomocą urządzeń dociskających,
- urządzenia do ograniczania przepięć SPD (ang. Surge Protection Device) powinny być umieszczane na zewnątrz zagrożonej strefy,



Rys. 3. Uproszczony projekt stacji paliw płynnych (część 1 – system odmiernia i sprzedaży) [10]



Rys. 4. Uproszczony projekt stacji paliw płynnych (część 2 – system dystrybucji paliw wraz z układem ochrony katodowej zbiorników) [10]



Fot. 1. Przykłady połączeń wyrównawczych w strefach zagrożonych wybuchem [10]

- SPD umieszczane wewnątrz zagrożonej strefy powinny być aprobowane do danej strefy, w której są instalowane,
- strefy zagrożone wybuchem nie powinny znajdować się bezpośrednio pod metalowym pokryciem dachu, jeśli możliwa jest jego perforacja lub mogą wystąpić przeskoky iskrowe pomiędzy poszczegól-

gólnymi arkuszami blachy,

- należy przestrzegać minimalnych grubości blach, które można wykorzystać do odprowadzania prądu piorunowego (tab. 1.),
- połączenia wyrównawcze pomiędzy elementami LPS a innymi przewodzącymi instalacjami, jak również pomiędzy elementami wszystkich przewodzących instalacji, powinny być zapewnione,
- połączenia wyrównawcze wykonane za pomocą zacisków są dopuszczalne tylko wtedy, jeśli nie będzie iskrzenia przy przepływie prądów piorunowych (tab. 2.),
- wykonując połączenia z rurociągami, należy stosować takie rozwiązania, które zapewnią brak iskrzenia przy przepływie prądów piorunowych (np. połączenia spawane). Połączenia zaciskowe są dopuszczalne, jeśli ochrona przed zapłonem została sprawdzona przez wykonanie prób,
- stacje paliw wyposażone w układy do ochrony katodowej zbiorników mogą być podłączone z uziomem tylko za pośrednictwem specjalnego iskiernikowego ogranicznika przepięć. Iskierniki izolacyjne, wykorzystywane do połączeń wyrównawczych instalacji, na których trwale nie występuje potencjał elektryczny, lub izolowanych od ziemi, powinny być poddane próbom na działanie prądów udarowych symulujących przepływ części rozpluwającego się prądu piorunowego,
- ogólne zasady ochrony w obiektach zawierających strefy 0, 1, 2 oraz 20, 21 i 22 zestawiono w tabeli 3.

prawidłowo chroniona stacja paliw

Obszar w bezpośredniej bliskości dystrybutorów paliwa zgodnie z wytycznymi norm powinien być w pełni chroniony przed skutkami bezpośrednich wyładowań piorunowych. Zgodnie ze strefową koncepcją ochrony odgromowej, na przejściu pomiędzy strefami (LPZ0, LPZ1, LPZ2 itd.) należy instalować ograniczniki przepięć. Na rysunkach 3. i 4. zamieszczono uproszczony projekt stacji paliw płynnych. Poszczególne elementy LPS zostały oznaczone numerami od 1 do 11, gdzie:

1 – ogranicznik przepięć do gniazd sieciowych,

- 2 – ogranicznik przepięć do złączy RS-232,
- 3 – ogranicznik przepięć do sond hydrostatycznych z komunikacją 4–20 mA (do pomiaru poziomu cieczy w zbiorniku),
- 4 – ogranicznik przepięć do złączy RS-422,
- 5 – ogranicznik przepięć do złączy RS-485,
- 6 – ogranicznik do łącza telekomunikacyjnego,
- 7 – ogranicznik warystorowy (typu 2),
- 8 – ogranicznik iskiernikowy przeznaczony do stref zagrożonych wybuchem (EX),
- 9 – uziom otokowy,
- 10, 11 – złącze krzyżowe wykonane za pomocą zacisków (dopuszczalne tylko wtedy, jeśli nie będzie iskrzenia przy przepływie prądów piorunowych) – przykład na fotografii 1.

Najczęściej popełniany błąd podczas projektowania stacji paliw (z punktu widzenia ochrony przeciwprzepięciowej) polega na stosowaniu ograniczników przepięć niespełniających wymagań normy PN-EN 61643-11 [11]. Problem dotyczy głównie ograniczników typu kombinowanego, które według danych katalogowych znamionowy prąd wyładowczy (10/350 ms) mają zadeklarowany taki jak dla ograniczników składających się z iskiernika i warystora, zaś zbudowane są tylko z warystorów.

podsumowanie

W dobie powszechnego stosowania nowoczesnych urządzeń elektronicznych dobry projekt jest kluczem do prawidłowego funkcjonowania całego obiektu. Bardzo często zdarza się, iż w prawidłowo zaprojektowanym i wybudowanym obiekcie po burzy stwierdza się uszkodzenia. Wiele osób zapomina o tym, że znamionowe napięcie pracy urządzeń jest stale obniżane, dlatego też jakość stosowanych rozwiązań przeciwprzepięciowych powinna być większa. W chwili obecnej odchodzi się od urządzeń sterowanych elektromechanicznie na rzecz wszechobecnej elektroniki.

Zapewnienie pewnej i skutecznej ochrony odgromowej stacji paliw wymaga podjęcia wieloetapowych działań realizowanych przez specjalistę z dziedziny ochrony odgromowej, posiadającego dodatkową pogłębioną wiedzę z dziedziny kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń, instalacji i systemów. Dobry projekt wymaga współpracy i koordynacji działań w zakresie wielu dziedzin wiedzy (technicznej i praktycznej). Uzgodnienia i konsultacje powinny być prowadzone z architektami, ze służbami pożarnictwa i bezpieczeństwa, instalatorami urządzeń elektrycznych oraz wykonawcami prac budowlanych.

odgrom

ODGROM OG3

nowy wspornik do mocowania przewodów ochrony odgromowej

nowość

Rodzina wsporników ODGROM powiększyła się o produkt specjalistyczny. Nowy wspornik OG3 został stworzony do stosowania na dachy wykonane z materiałów palnych i dachy uzbrojone w inne instalacje. Produkt składa się z wytrzymałej obudowy wykonanej z wysokogatunkowego tworzywa sztucznego wypełnionego betonowym rdzeniem. Dzięki swej wadze oraz szerokiemu kołnierzu, konstrukcja zapewnia dużą stabilność. Większa odległość przewodu od poszycia dachu zapewnia skuteczniejszą ochronę przed przepięciami w instalacjach elektrycznych oraz antenowych ułożonych na dachu. Wsporniki odgrom mogą być stosowane na wszystkich rodzajach pokryć dachowych, zapewniając najwyższą trwałość instalacji przy zachowaniu wysokiej estetyki.



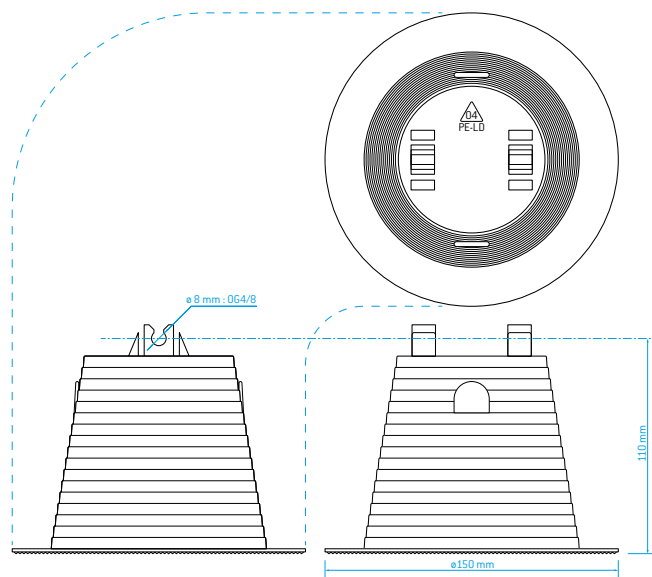
wsporniki ODGROM OG1-OG4

PODWYŻSZONA KONSTRUKCJA DO ZADAŃ SPECJALNYCH

Wspornik ODGROM OG3 jest odpowiedzią na zapotrzebowanie rynku na specjalistyczny produkt dedykowany dla dachów o podwyższonej palności. Jego koncepcja jest rozwinięciem produkowanego równolegle wspornika OG2.

BUDOWA

W obudowie wykonanej z wysokiej jakości polietylenu kryje się betonowy rdzeń. Szczelnie zamknięta konstrukcja chroni go przed niekorzystnym wpływem czynników pogodowych i erozji. Kształt obudowy został zaprojektowany z myślą o zapewnieniu odporności mechanicznej. Okrągły kołnierz zapewnia dużą powierzchnię przylegania do dachu i zwiększa stabilność. Strukturalna powierzchnia podstawy zwiększa powierzchnię przylegania kleju lub lepiku podczas montażu o około 30%. Skrzydełka na bokach obudowy ułatwiają instalatorom chwyt wspornika w rękawicach, a solidne, podwójne uchwyty samozaciskowe przeznaczone są do typowych średnic przewodów odgromowych: 8 i 10 mm.

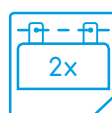


PARAMETRY TECHNICZNE

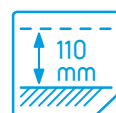
Wsporniki ODGROM OG3 produkowane są w dwóch wersjach przeznaczonych do instalacji przewodu o średnicy 8 i 10 mm. Powierzchnia przylegania do dachu wynosi 177 cm².



2 wersje do przewodów o średnicach 8-10 mm



podwójne uchwyty samozaciskowe



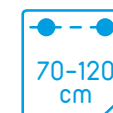
odległość przewodu odgromowego od powierzchni dachu 110 mm



zintegrowane obciążenie betonowe 1,4 kg

MONTAŻ

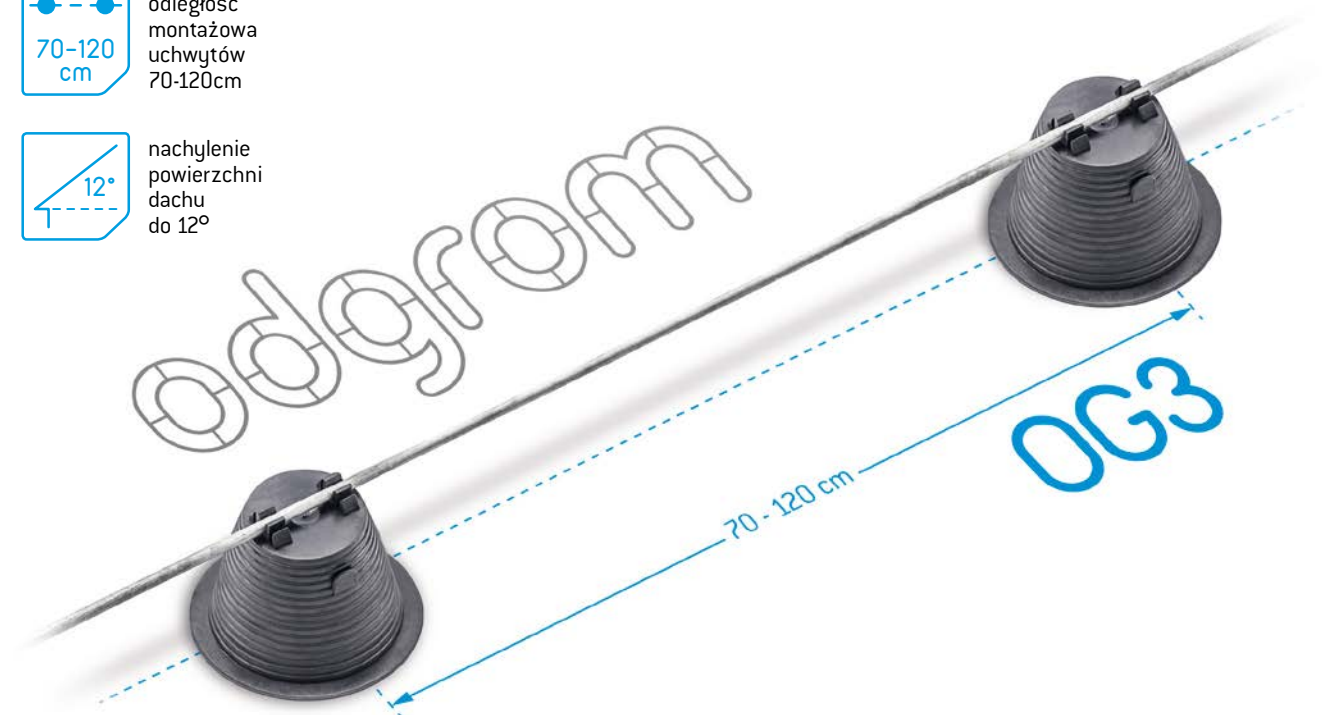
Wsporniki ODGROM OG3 mogą być montowane na wszystkich rodzajach pokryć dachowych, takich jak: blacha, blachodachówka, płaska dachówka ceramiczna i betonowa, papa czy gont bitumiczny. Odległość montażowa uchwytów, w zależności od projektu instalacji, waha się w granicach 70-120 cm. Na poziomych powierzchniach nie jest konieczne mocowanie wsporników do dachu. Na dachach o pochyłości do 12° stosuje się tradycyjne lepiki lub kleje.



odległość montażowa uchwytów 70-120 cm



nachylenie powierzchni dachu do 12°



JAKOŚĆ I TRWAŁOŚĆ NA PIERWSZYM MIEJSCU

Wsporniki kompozytowe ODGROM, jako jedyne w kraju przeszły badania wg normy PN-EN 62561-4:2011 w instytucie BBJ w Lublinie. Wymagające badania wsporników polegają na długotrwałym narażeniu ich na ekstremalne warunki, a następnie poddaniu rygorystycznym próbom wytrzymałościowym.

W pierwszym etapie symulowane jest postarzenie produktu w niekorzystnych warunkach atmosferycznych:

- przez 1000h, czyli 41 dni, produkt poddany jest ciągłemu silnemu naświetlaniu światłem UV, co jest symulacją procesu starzenia;
- co 2h produkt zraszany jest wodą przez 18 minut, przy wilgotności w komorze wynoszącej 50%;
- stała temperatura w komorze UV wynosi 45°C, a temperatura produktu 65°C.

Po 6 tygodniach ciągłego naświetlania i zraszania produkty nie mogą nosić oznak rozpadu albo pęknięć.

Po pozytywnym przejściu testu rozpoczyna się ciąg badań mechanicznych.

Wsporniki muszą utrzymać przewód odgromowy, który wyrywany jest z siłą 200N, w skrajnych temperaturach –10 i +40°C.

Wsporniki przeszły ponadto testy na zniszczenie, polegające na umieszczeniu ich w komorze chłodniczej w temperaturze –5°C na 2h i następnie poddania próbom uderzeniowym w przyrządzie zgodnym z normą IEC 60068-2-75:1997.

Uderzenia młotem 0,5 kg w zaciski przewodów oraz korpus wspornika nie spowodowały jego uszkodzeń.

Wsporniki ODGROM przeszły pozytywnie wszystkie etapy badań, otrzymując europejski certyfikat zgodności z normą PN-EN 62561-4:2011.

odgrom

PODSTAWY
INSTALACJI
ODGROMOWYCH



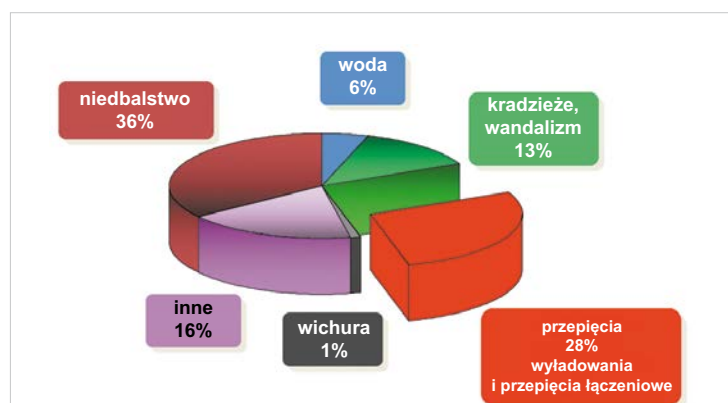
PRODUCENT: **ALBOR**
62-095 Murowana Goślina, ul. Polna 10
tel. + 48 61 811 88 25
tel. kom. +48 533 353 329
e-mail: biuro@odgrom.pl
www.odgrom.pl

jak prawidłowo dobrać ograniczniki przepięć?

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka

Postęp technologiczny oraz postępujące uzależnienie społeczeństwa, przemysłu od nowoczesnej technologii wymusza korzystanie z nowoczesnych systemów komputerowych. W chwili obecnej w każdym gospodarstwie domowym, małej firmie czy też dużym zakładzie przemysłowym powszechnie wykorzystuje się technikę mikroprocesorową. Znajdziemy ją w telewizorze, komputerze, zegarku, lodówce, dekodery telewizji cyfrowej, drukarce, maszynie produkcyjnej i w wielu innych miejscach.

Cechą wspólną obecnych rozwiązań technologicznych są układy cyfrowe zasilane z roku na rok coraz niższymi napięciami. Kilka lat temu sprzęt powszechnego użytku pracował przy poziomie napięć rzędu kilkunastu woltów. Dziś trudno jest znaleźć układ wykorzystujący procesory pracujące z napięciem powyżej 5V. Powszechne stają się napięcia rzędu 3,3V, a nawet i mniej. Poziom przepięć dochodzących do użytkowanych urządzeń jest na tym samym poziomie, lecz ich napięcia znamionowe już nie. Relatywnie rzecz ujmując poziom zagrożenia urządzeń elektrycznych i elektronicznych z roku na rok wzrasta. Wraz z tą tendencją powinna rosnąć wytrzymałość urządzeń na przepięcia. Tak niestety nie jest. Wielkie koncerny, jak i mniejsi producenci sprzętu powszechnie stosują „planowane postarzanie”. Producenci wolą, aby konsument kupował nowe produkty, a nie je naprawiał. Proceder planowanego zużycia sprzętu elektronicznego w głównej mierze opiera się na wykorzystaniu zdefiniowanej



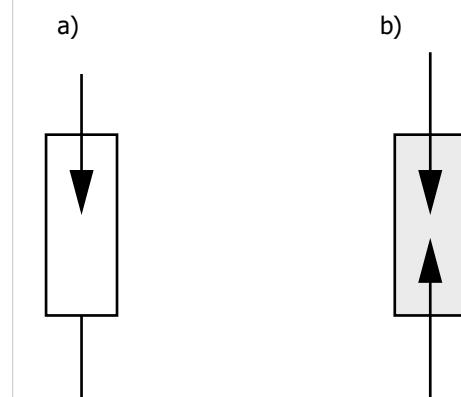
Rys. 1. Przyczyny strat w urządzeniach elektronicznych wymagających wypłaty odszkodowania [4]

streszczenie

Większość ograniczników przepięć sprzedawanych na terenie Polski jest niewłaściwie oznaczona. W artykule opisano właściwy sposób oznaczania ograniczników przepięć zgodnie z normą PN-EN 61643-11. Błędy w oznaczeniach powodują w wielu przypadkach nieporozumienia podczas doboru, co przekłada się na zwiększenie niebezpieczeństwa uszkodzeń chronionych urządzeń i instalacji.

obsz.	zasilanie podstawowe	ochronnik przepięciowy klasy B+C typu 2	sygnalizacja obecności napięcia	oświetlenie
moc [kW]	9,8			0,05
oznaczenie kabli	wg projektów sieci			N4
rodzaj kabli	YKY 4*16			YDYzo 3*1

Rys. 2. Błędne oznaczenie rodzaju ogranicznika przepięć



Rys. 3. Ogólny symbol graficzny ogranicznika przepięć (a) i ogranicznika przepięć typu ucinającego (iskiernikowego) (b)

i z góry określonej wytrzymałości udarowej urządzeń. Dany produkt jest w stanie wytrzymać „naście razy” udar napięciowy. Po przekroczeniu magicznej bariery dochodzi do nieodwracalnego zniszczenia elektroniki. Mając to na uwadze istnieje konieczność zapewnienia właściwej ochrony przepięciowej realizowanej między innymi poprzez właściwy dobór ograniczników przepięć, co ma kluczowe znaczenie dla czasu życia wielu urządzeń.

Urządzenia do ograniczania przepięć mają za zadanie zmniejszyć do bezpiecznych poziomów napięcia w instalacji elektrycznej oraz na wejściu zasilanych urządzeń:

- podczas operacji łączeniowych w normalnym i awaryjnym stanie pracy,
- podczas bezpośrednich wyladowań piorunowych w przewody sieci elektroenergetycznej, urządzenie piorunochronne,
- podczas wyladowań piorunowych w bliskim sąsiedztwie.

budowa ograniczników przepięć

Ograniczniki przepięć (SPD – ang. *surge protection device*) są elementami o nieliniowej charakterystyce rezystancji zależnej od napięcia. Generalnie rzecz ujmując dla małych napięć wykazują one bardzo dużą rezystancję. W momencie gdy napięcie przekroczy pewną wartość, jego rezystancja bardzo szybko maleje.

Norma PN-EN 61643-11:2006 i PN-EN 61643-11:2013 [1, 2], dotycząca niskonapięciowych urządzeń do ograniczania przepięć, wyróżnia trzy typy ograniczników przepięć:

- SPD typu ucinającego napięcie, np. iskierniki („charakteryzujące się dużą impedancją przy braku napięcia, która zmniejsza się gwałtownie w odpowiedzi na wystąpienie udaru napięciowego” [1]),
- SPD typu ograniczającego napięcie, np. warystory („charakteryzujące się dużą impedancją, przy braku napięcia, która zmniejsza się w sposób ciągły w miarę wzrostu napięcia i prądu udarowego” [1]),

- SPD typu kombinowanego, które powinny zawierać zarówno elementy ucinające napięcie, jak i elementy ograniczające napięcie – czyli np. iskiernik i warystor [1].

Oczywistą sprawą jest fakt, iż każdy z wymienionych powyżej typów ograniczników przepięć charakteryzuje się inną wytrzymałością impulsową, udarową, napięciowym poziomem ochrony. Największą wytrzymałość na prąd wyładowania piorunowego ma ogranicznik iskiernikowy. Ograniczniki warystorowe będące elementami półprzewodnikowymi mają tę wytrzymałość znacznie mniejszą od iskiernikowych. Ograniczniki warystorowe w stosunku do iskiernikowych charakteryzują się niższym napięciowym poziomem ochrony. Wzajemne ich zamienianie jest poważnym błędem z punktu widzenia koordynacji energetycznej, jak i wytrzymałości udarowej. Fizyczne umiejscowienie ogranicznika przepięć bezpośrednio wiąże się z koniecznością właściwego doboru napięciowego poziomu ochrony z uwzględnieniem wytrzymałości udarowej urządzeń chronionych i założonej kategorii przepięć stosownej do miejsca. Częściowym rozwiązaniem powyższych problemów jest zastosowanie ograniczników kombinowanych składających się z iskiernika i warystora. Niemniej jednak zawsze należy mieć na uwadze wytrzymałość udarową i napięciowy poziom ochrony ogranicznika.

prawidłowe oznaczenia ograniczników przepięć

W powszechnym użyciu w Polsce są następujące oznaczenia: ogranicznik typu T1, T1+T2, T3. Z punktu widzenia normy PN-EN 61643-11 [1,2] niedefiniowane są takie typy ograniczników. Wyraźnie czytamy w normie, iż wyróżnia się ograniczniki typu ucinającego napięcie, ograniczającego napięcie i kombinowane. Oznaczenia T1, T2, T3 odnoszą się do klasy probierczej – cytując z normy „5.3 Class I, II and III test” [1]. Podczas tej dyskusji należy odnotować, iż w polskim systemie prawnym najnowsza norma PN-EN 61643-11:2013 [2], która nie została przetłumaczona na język polski, nie może być przywołana w rozporządzeniu, jak i innym akcie prawnym. Z punktu widzenia oznaczeń i typów ograniczników przepięć stara norma PN-EN 61643-11:2006 [1], jak i nowa PN-EN 61643-11:2013 [2] w taki sam sposób określa omawiane wymagania.

Dyskusyjną sprawą jest też używanie oznaczeń T1+T2. W punkcie 6.1.1 (f) normy [1] i punkcie 7.1.1 (a4) normy [2] mowa jest o wymaganych oznaczeniach ograniczników. W obu normach do określenia rodzaju ogranicznika użyto liczby pojedynczej, stąd też należy wyciągnąć wniosek, iż dopuszcza się umieszczenie oznaczenia tylko jednego rodzaju klasy probierczej. Oczywiście w punkcie 7.1.1 (a8) normy czytamy [2], iż ogranicznik może być sklasyfikowany do więcej niż jednej klasy probierczej. W takim wypadku wymaga się prowadzenia badań dla dwóch deklarowanych klas i wówczas podaje się tylko jeden najwyższy deklarowany przez producenta poziom ochrony (wybrany z szere-



*J. Wiatr
A. Boczkowski
M. Orzechowski*

Ochrona przeciwporażeniowa oraz dobór przewodów i ich zabezpieczeń w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia



Księgarnia Techniczna



elektrotechnika
instalacje
budownictwo

Zamówienia:

eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl

NOWE WYDANIE!
**Uaktualnione
i poszerzone!**

gu opisanego w normie [1, 2]). Powyższe stwierdzenie z normy jest zgodne z logiką – jeśli ogranicznik przechodzi najbardziej wymagające badania zdefiniowane dla klasy T1, to umieszczanie informacji o badaniach mniej wymagających klasy T2 jest zbędne. Sama procedura badawcza dla ograniczników klasy T1 z automatu wymusza badania kondycjonujące tożsame z badaniami klasy T2 zarówno w wersji normy z 2006, jak i z 2013 roku. Powszechnie przyjętą praktyką jest podawanie na ograniczniku przepięć deklarowanej wytrzymałości udarowej ogranicznika dla wszystkich klas probierczych. Niemniej jednak taka praktyka nie ma odzwierciedlenia w normach [1, 2].

Zupełnym nieporozumieniem i jednocześnie błędem jest używanie ograniczników tzw. „B+C”. Zgodnie z normą PN-EN 61643-11 [1, 2] takie urządzenie zupełnie nie istnieje. Dobór takiego ogranicznika („B+C”) jest tożsamy z powołaniem się na normę niemiecką E DIN VDE 0675-6 [3] nieobowiązującą od 2004 roku. W kwestiach spornych, np. przed sądem, same oznaczenie dyskwalifikuje ogranicznik przepięć. Dyskutować można o tym, czy spełnia deklarowane parametry, czy nie. Niemniej jednak z punktu widzenia prawnika taki ogranicznik nie spełnia wymagań opisanych w punkcie 7.1.1 normy i dyskusji dalszej nie ma. Problemy z ogranicznikami nabierają coraz większego znaczenia w przypadku, kiedy ubezpieczyciel odmówi wypłaty odszkodowania. Każdy powód jest dobry, aby zwiększyć zysk, w szczególności kiedy 28% strat w urządzeniach elektronicznych powodowanych jest przez przepięcia (**rys. 1.**).

Stosując w projektach oznaczenia „B+C” narażamy się również na zarzut: „projekt został wykonany metodą kopiuj-wklej”. W Polskiej rzeczywistości nagminnie spotyka się tego rodzaju działania wynikające z braku dostatecznej wiedzy, braku wyobraźni, jak i zwykłego lenistwa. Oznaczenia klas ograniczników B, C, D zostały wycofane 1 października 2004 roku. Naganne ze strony dystrybutorów ograniczników przepięć jest oferowanie produktów błędnie oznaczonych, które kultywują błędne przekonanie, że wszystko jest dobrze. Wspiera się w ten sposób naganne postępowanie projektantów i wykonawców, którzy winni wykonywać swoją pracę zgodnie ze sztuką, a nie kopiować projekty bez zastanowienia, lekko je tylko modyfikując.

Należy również odnotować, iż producenci ograniczników typu „B+C”, T1+T2 tnąc koszty zamiast układów dwustopniowych stosują układ jednostopniowy, składający się tylko z elementu ograniczającego napięcie (warystora). Parametry zaś przez nich deklarowane odpowiadają układom kombinowanym, które powinny być zbudowane na podstawie iskiernika i warystora. Należy w tym momencie postawić pytanie: czy postęp technologiczny poszedł tak daleko, że układ dwustopniowy można zastąpić jednostopniowym? Nie. Więc dlaczego tak się robi? Odpowiedź jest prosta: zysk finansowy. Iskiernik jest drogi z punktu widzenia produkcji. Nie można go wykonać ze zwykłej stali. Naj-

częściej stosuje się do jego budowy stop wolframu z miedzią. Więc po co je stosować, jak i tak zwykły wykonawca nie potrafi ich od siebie odróżnić?

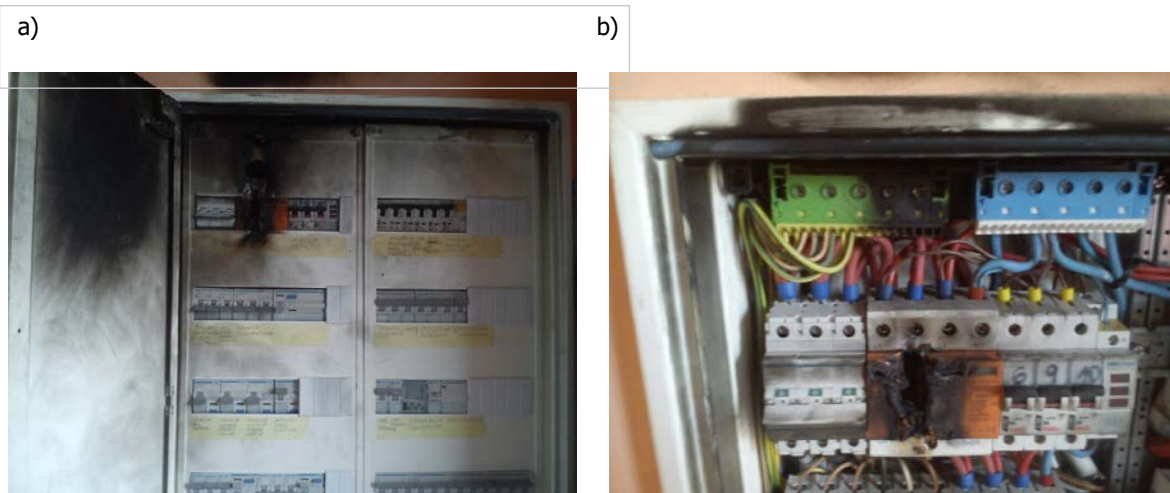
Prawidłowe oznaczenia powinny być następujące: ogranicznik przepięć klasy T1, T2 lub T3.

błędy projektowe

Podczas projektowania i wykonywania cały czas trzeba mieć na uwadze, że instalacja elektryczna powinna zapewniać bezproblemowe działanie urządzeń przez długi czas. Niestety tak nie jest z wielu przyczyn.

Największym problemem są poruszone wcześniej projekty wykonane metodą kopiuj-wklej. Na **rysunku 2.** przedstawiono zdjęcie pokazujące problem. Inwestycja, z której pochodzi zdjęcie, została zrealizowana niedawno i jest użytkowana. Sam zwrot „ochronnik przepięciowy” w świetle normy PN-EN 61643-11 nie istnieje. Klasa B+C również. Projektant słyszał, że coś się zmieniło, więc na wszelki wypadek dodał „typu 2”. Poniżej wpisał, tak aby nie było wątpliwości, konkretny typ. Zastanawiające jest, jak to się stało, że w całym procesie inwestycyjnym nikt nie zauważył tego błędu.

Kolejnym problemem, który bardzo często się spotyka w Polsce, jest zamienianie ograniczników przepięć przez wykonawców na tańsze odpowiedniki. Z punktu widzenia ochrony przepięciowej wymaga się, aby ogranicznik przepięć na wejściu do budynku (na granicy strefy LPZ0 i LPZ1) zdolny był do odprowadzenia prądu doziemnego wyładowania piorunowego. W tym celu powinny być stosowane ograniczniki przepięć typu iskiernikowego oznaczone klasą T1 i dobrane na prąd o kształcie 10/350 μs. Powszechnie zamiast nich stosuje się ograniczniki typu T1+T2 zbudowane w oparciu o warystor. Same oznaczenie T1+T2 sugeruje wykonawcy typ kombinowany (tj. ogranicznik składający się z iskiernika i warystora) – ale fizycznie go tam nie ma (wystarczy sprawdzić kartę katalogową). Problem wynika bezpośrednio z błędnego rozumienia zapisu typ i klasa ogranicznika. Niby wszystko jest dobrze bo przecież parametry znamionowe się zgadzają, ale tak nie jest. Wykonawca kupuje odpowiednik i jest zadowolony z oszczędności. Pojawia się kolejne „ale”. Warystor umieszczony w obudowie o szerokości jednego modułu nie jest w stanie odprowadzić takiego prądu piorunowego jak iskiernik o tej samej wielkości. Powyższy problem potęguje fakt, iż część ograniczników typu kombinowanego w Polsce nie spełnia deklarowanych przez producentów/dystrybutorów parametrów. Użytkownik końcowy jest w tym momencie bezbronny i narażony na dalekosiężne skutki, np. uszkodzenia coraz bardziej wrażliwego na przepięcia sprzętu elektronicznego, brak możliwości uzyskania odszkodowania od ubezpieczyciela itp. Bardzo często wykonawcy twierdzą, że taki „dobry” ogranicznik więcej



Rys. 4. Częściowo spalona rozdzielnica w wyniku błędnego doboru ogranicznika przepięć: **a)** widok całości, **b)** widok po zdjęciu pokrywy

kosztuje – ale nikt nie każe wszędzie w obiekcie ich instalować, co zresztą byłoby błędem. Inwestorzy w większości przypadków nie są informowani o fakcie zamiany lub stosowania najtańszych, niespełniających norm urządzeń do ograniczania przepięć. Pocieszające jest, iż Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów (UOKiK) w rejestrze produktów niebezpiecznych zaczął umieszczać wadliwe ograniczniki przepięć. Problem zamiany wynika również z podobieństwa graficznego symboli elektrycznych. Symbol ogranicznika przepięć i iskiernika są prawie identyczne (**rys. 3.**). Łatwo je pomylić i zamienić w szczególności, gdy w hurtowniach elektrycznych pracują osoby bez odpowiedniego wykształcenia.

straty powodowane błędnym doбором ograniczników przepięć

Błędny dobór ograniczników przepięć niejednokrotnie powoduje znaczne straty finansowe wynikające ze zniszczenia aparatury rozdzielczej, chronionych urządzeń, jak i kosztów przestojów. W niektórych przypadkach zwarcie następujące po uszkodzeniu ogranicznika powoduje pożar całej instalacji, a nawet budynku (**rys. 4. i 5.**).

podsumowanie

Statystycznie rzecz ujmując, straty powodowane przez przepięcia z roku na rok rosną. Związane jest to z obniżaniem napięć znamionowych urządzeń, powszechnym stosowaniem układów cyfrowych, jak i z coraz większą jednostkową wartością sprzętu. Bardzo często pojawiają się twierdzenia „jestem ubezpieczony” od ewentualnych strat powodowanych przez przepięcia. Należy pamiętać, że z punktu widzenia ubezpieczycieli każda wypłata odszkodowania to strata. Wydaje się tylko kwestią czasu, kiedy zaczną się pojawiać problemy w tym segmencie rynku ubezpieczeniowego. W przypadku ograniczników

przepięć należy tylko liczyć na to, iż ubezpieczyciel nie będzie „wnikał” i zapłaci za straty. W każdym innym przypadku błędne oznaczenie ogranicznika w świetle prawników jednoznacznie mówi – element niezgodny z normą. Warto się zastanowić nad tym problemem i zawczasu podjąć odpowiednie kroki.

literatura

1. PN-EN 61643-11:2006 *Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia. Wymagania i próby.*
2. PN-EN 61643-11:2013 *Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia. Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia. Wymagania i metody badań.*
3. E DIN VDE 0675-6 1989-11 *Überspannungsableiter zur Verwendung in Wechselstromnetzen mit Nennspannungen zwischen 100 V und 1.000 V.* Berlin, VDE Verlag GmbH
4. Dane pozyskane od firm ubezpieczeniowych – klauzula poufności.



Rys. 5. Częściowo spalony obiekt w wyniku błędnego doboru ogranicznika przepięć

urządzenia służące do ochrony sieci elektroenergetycznych SN przed przepięciami – wprowadzenie

mgr inż. Karol Kuczyński

Urządzenia służące do ochrony sieci elektroenergetycznych średniego i wysokiego napięcia przed przepięciami (głównie piorunowymi i łączeniowymi) są nazywane również ochronnikami przepięciowymi. Można je podzielić na dwie podstawowe grupy [1, 2]:

- ograniczniki przepięć, tj. środki służące do ochrony urządzeń przed przepięciami i prądami przenoszonymi przewodami sieci (iskierniki ochronne, odgromniki wydmuchowe i warystorowe, kondensatory, dławiki, rezystory, diody i elementy półprzewodnikowe);
- urządzenia osłonowe, tj. środki służące do zapobiegania bezpośrednim i elektromagnetycznym oddziaływaniom wyładowań atmosferycznych (urządzenia piorunochronne, ekrany elektromagnetyczne). Urządzenia osłonowe mają postać urządzeń piorunochronnych, złożonych z tzw. zwodów (części przeznaczonych do bezpośredniego przejmowania wyładowań piorunowych), przewodów odprowadzających i uziemień lub ekranów pomieszczeń, urządzeń i połączeń przewodowych.

Poprawnie działające ograniczniki przepięć, instalowane w różnych miejscach sieci, powinny [1, 3]:

- zmniejszyć wartość szczytową przepięcia do poziomu bezpiecznego dla układu izolacyjnego w chronionym elemencie sieci lub urządzeniu,
- jak najszybciej przerwać prąd doziemny przepływający przez urządzenie ochronne po jego zadziałaniu, czyli tzw. prąd następczy, płynący pod wpływem



Fot. 1. Przykład instalacji ograniczników przepięć na linii SN

streszczenie

Artykuł omawia wybrane zagadnienia ochrony odgromowej dotyczącej linii SN.

Twoje bezpieczeństwo bez ograniczeń



SERIA 7P - Moduły przeciwprzepięciowe (SPD)



Ograniczniki przepięć odpowiednie do zabezpieczenia sieci niskonapięciowej, w celu ochrony sprzętu przed bezpośrednim uderzeniem pioruna, przepięciami indukowanymi i przepięciami łączeniowymi.

napięcia roboczego sieci. Nie dotyczy to iskierników, które nie mogą samodzielnie zgasić łuku elektrycznego oraz ograniczników beziskiernikowych, w których prąd następczy jest pomijalnie mały.

klasyfikacja ograniczników SN

Iskierniki ochronne są najprostszymi, najtańszymi, ale jednocześnie najbardziej zawodnymi ochronnikami, o bardzo ograniczonych możliwościach działania. W uproszczeniu można powiedzieć, że iskiernik składa się z dwóch elektrod, zwykle izolowanych elektrycznie przez powietrze. Rzadziej stosuje się iskierniki o budowie zamkniętej, w których wykorzystuje się różne gazy szlachetne. Odstęp elektrod, czyli tzw. przerwę iskrową, ustala się w zależności od wymaganego poziomu ochrony przepięciowej. Działanie ochronne iskiernika rozpoczyna się od zapłonu iskry lub łuku elektrycznego między elektrodami iskiernika. Powoduje to zwarcie elektrod i ograniczenie przepięcia najpierw do wartości napięcia zapłonu, a następnie do tzw. napięcia obniżonego, wynikającego ze spadków napięć na przerwie iskrowej i impedancji łączącej iskiernik z ziemią. Należy podkreślić, że nie są one jednak w stanie zgasić łuku elektrycznego. Istnieją rozmaite rozwiązania konstrukcyjne iskierników, wynikające z ich przeznaczenia i wymaganych właściwości ochronnych. Najczęściej stosuje się je jako osprzęt łukochronny izolatorów liniowych (w postaci rożków i pierścieni ochronnych) lub jako iskierniki koordynacyjne, instalowane na izolatorach stacyjnych i aparaturowych.

Odgromniki wydmuchowe są rozbudowanymi iskiernikami ochronnymi na ogół typu sworzniowego, umieszczonymi w obudowie, w której znajduje się rura izolacyjna z materiału silnie gazującego pod wpływem łuku (fibra, ebonit, metapleks). Pełnią one dwie podstawowe funkcje ogranicznika: ograniczają wartości szczytowe przepięć (podobnie jak iskierniki ochronne) i przerywają samodzielnie prąd zwarcia (podobnie jak wyłącznik), gasząc łuk podtrzymywany przez prąd następczy po zaniku przepięcia. Nie należą do urządzeń rozwojowych ale są jeszcze dość rozpowszechnione w niektórych starszych sieciach dystrybucyjnych i trakcji.

Taki odgromnik ma odpowiednio wyprofilowane kanały wewnątrz rury gazującej oraz dwie przerwy iskrowe (zewnątrzną, odcinającą urządzenie od sieci przy napięciu roboczym oraz dolną (wewnętrzną) pełniącą funkcję komory gaszeniowej.

Warystorowe ograniczniki przepięć – zwane również niekiedy odgromnikami zaworowymi – są wyposażone w warystory, tzn. materiały półprzewodnikowe o silnie nieliniowej charakterystyce napięciowo-prądowej. Dzięki warystorom urządzenia te wykazują właściwość „zaworową”, bardzo pożądaną w technice ochrony przed przepięciami: gwałtownie zmniejszają swoją rezystancję przy przepływie dużego prądu udarowego („zawór” jest otwarty – przepuszcza ładunek elektryczny do ziemi), a po zaniku wyładowania przy przepływie prądu następczego odbudowują ją do wartości rzędu megaomów („zawór” jest zamknięty – płynie co najwyżej

niewielki prąd następczy). Obecnie wyraźnie wyróżnia się dwie kategorie warystorowych ograniczników przepięć [1]:

a) iskiernikowe, zwane tradycyjnie (i poprawnie) odgromnikami zaworowymi, wyposażone w warystory wykonane z węgla krzemu (SiC) oraz iskierniki wieloprzerwowe,

b) beziskiernikowe, wyposażone w warystory wykonane z tlenków metali (głównie ZnO).

Beziskiernikowe ograniczniki przepięć są ciągle udoskonalaną generacją ograniczników warystorowych zbudowanych z warystorów. Połączenie warystorów bezpośrednio z przewodem fazowym jest możliwe dzięki silnie nieliniowej charakterystyce napięciowo-prądowej. Wysokość kolumny warystorów zależy od napięcia pracy ciągłej ogranicznika, a jej średnica od znamionowego prądu wyładowczego. Obudowy ograniczników wykonuje się najczęściej z kompozytów w postaci rur z włókien szklanych przesasyconych żywicą epoksydową i elastomerów (kautczuków) silikonowych. Obudowy takie poza zaletami typowymi dla izolatorów kompozytowych, takimi jak: mniejsza masa, hydrofobowość czy odporność na uderzenia, są bardziej bezpieczne dla personelu i sąsiednich urządzeń. W wyniku nadmiernego wzrostu ciśnienia wewnątrz takiej obudowy (uszkodzenie warystorów lub zbyt duża energia wydzielona przy przepływie prądu wyładowczego) może wprawdzie dojść do jej uszkodzenia, ale uszkodzenie to nie ma charakteru eksplozji (jak w przypadku obudów porcelanowych) [1].

Beziskiernikowe ograniczniki przepięć są urządzeniami bardzo prostymi, niezawodnymi, o mniejszej masie i wymiarach w porównaniu z odgromnikami zaworowymi, a ponadto wykazują dobre lub bardzo dobre właściwości ochronne, ponieważ [1]:

- są zdolne do pochłaniania znacznych porcji energii, zapewniając jednoczesną ochronę układów izolacyjnych od większości rodzajów przepięć (piorunowych, łączeniowych, dorywczych krótkotrwałych),
- mają prawie idealne i ciągłe charakterystyki napięciowo-prądowe (ochronne) bez charakterystycznych dla odgromników zaworowych ząbków zapłonowych,
- nieustannie reagują na każdą zmianę napięcia na zaciskach urządzenia ochronnego,
- gwarantują płynne, chociaż gwałtowne przejście od małych do dużych,
- charakteryzują się większą powtarzalnością i krótszym czasem zadziałania (kilkadziesiąt ns) w porównaniu z warystorami karborundowymi,
- umożliwiają równoległe łączenie warystorów, co zwiększa ich obciążalność prądową,
- przy napięciu roboczym płyną w nich prądy rzędu zaledwie kilku miliamperów, które trudno traktować jako prądy następcze.

wymagania normalizacyjne

Nowa wersja normy PN-EN 60099-4:2015-01 *Ograniczniki przepięć. Część 4: Beziskiernikowe ograniczniki przepięć z tlenków metali do sieci prądu przemiennego* została wprowadzona przez Polski Komitet Normalizacyjny w końcu stycznia 2015 r. i zastąpiła PN-EN 60099-4:2009. Norma wniosła sporo nowych zapisów i ukierunkowała próby na ogranicznikach przepięć w stronę ich wytrzymałości energetycznej. Ze starej normy zostały usunięte pewne testy i zastąpione innymi.

Analizując normę, już na początku, znajduje się ważna informacja o innym niż dotychczasowy podziale ograniczników przepięć [2]. Otóż znikają klasy rozładowania linii, a w zamian za to norma wprowadziła podział na 6 rodzajów ograniczników, chociaż podział jest ukierunkowany na wytrzymałości energetyczne poszczególnych typów (**tab. 1.**). Norma wprowadza też nowe parametry. Są to [2]:

- Q_{rs} [C] – powtarzalność przepływu ładunku – maksymalna charakterystyczna zdolność przepływu ładunku w formie pojedynczego lub grupowego przepięcia, który przepływa przez ogranicznik bez uszkodzenia mechanicznego ani nieakceptowanej degradacji elektrycznej warystorów,
- W_{th} – znamionowa energia cieplna – maksymalna charakterystyczna energia [kJ/kV] U_r , która ma być pochłonięta przez ogranicznik lub sekcję ogranicznika w ciągu 3 min w trakcie próby regeneracji termicznej bez spowodowania rozbiegania termicznego,
- Q_{th} [C] – znamionowy ładunek cieplny – maksymalny właściwy ładunek, który ma być przeniesiony przez ogranicznik lub sekcję ogranicznika w ciągu 3 min w trakcie próby regeneracji termicznej bez spowodowania rozbiegania termicznego.

W zakresie prób typu, dwa testy zostały usunięte: próba wytrzymałości na uderzenie prostokątne oraz pomiar wyładowań niezupełnych (wykorzystuje się obecnie pomiar WNZ z prób wyrobu, które są przeprowadzane na każdym egzemplarzu ograniczników przepięć).

Główne różnice pomiędzy nową, a poprzednią wersją normy dotyczą prób typu, w których dokonały się znaczące zmiany. Są to [2]:

Klasa	Stacyjne			Dystrybucyjne		
Oznaczenie	SH	SM	SL	DH	DM	DL
Znamionowy prąd wyładowczy 8/20 μ s, w [kA]	20	10	10	10	5	2,5
Q_{rs} w [C]	$\geq 2,4$	$\geq 1,6$	$\geq 1,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,2$	$\geq 0,1$
W_{th} w [kJ/kV]	≥ 10	≥ 7	≥ 4	–	–	–
Q_{th} w [C]	–	–	–	$\geq 1,1$	$\geq 0,7$	$\geq 0,45$

SH – Station High (stacyjny – wysoki), SM – Station Medium (stacyjny – średni), SL – Station Low (stacyjny – niski)
DH – Distribution High (dystrybucyjny – wysoki), DM – Distribution Medium (dystrybucyjny – średni), DL – Distribution Low (dystrybucyjny – niski)

Tab. 1. Klasy beziskiernikowych ograniczników przepięć według PN-EN 60099-4:2015-01 [2]

- próba weryfikacji stabilności długotrwałej pod napięciem trwałej pracy, wcześniej wykonywana w ramach próby działania pod nazwą próby przyspieszonego starzenia jako procedura określenia podwyższonych napięć znamionowych i podwyższonych napięć trwałej pracy wymaganych do wykonania próby działania;
- powtarzalność przepływu ładunku Q_{rs} ;
- odprowadzanie ciepła przez badaną próbkę;
- próba działania;
- próba charakterystyk napięcia częstotliwości sieciowej ogranicznika w funkcji czasu, wcześniej znana jako procedura sprawdzana charakterystyki napięciowo-czasowej odporności ogranicznika na napięcie częstotliwości sieciowej;
- próba odłączników/wskaźników uszkodzenia ogranicznika.

Szczegółowe informacje dotyczące zmian można znaleźć w literaturze, w tym [2].

literatura

1. D. Duda, Z. Gacek, Przepięcia w sieciach elektroenergetycznych i ochrona przed przepięciami, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2015.
2. D. Stempiń, J. Bandel, Zmiany w normie dotyczącej beziskiernikowych ograniczników przepięć prądu przemiennego powyżej 1 kV, „Energetyka & Elektrotechnika” nr 4/2016.
3. P. Korycki, Zagrożenie pożarem i eksplozją beziskiernikowych ograniczników przepięć (część 2.), elektro.info 11/2008.

ETI Polam Sp. z o.o.

ul. Jana Pawła II 18, 06-100 Pułtusk
tel. +48 23 691 93 00, fax. +48 23 691 93 60
e-mail: etipolam@etipolam.com.pl, www.etipolam.com.pl



Finder Polska Sp. z o.o.

ul. Malwowa 126, 60-175 Poznań
tel. 61 865 94 07, faks 61 865 84 26
e-mail: finder.pl@findernet.com, www.findernet.com



JEAN MUELLER POLSKA Sp. z o.o .

ul. Krótka 4, 02-293 Warszawa
tel. +48 22 751 79 01/02, fax. + 48 22 751 79 03
e-mail: info@jeanmueller.pl, www.jeanmueller.pl



Mersen Polska Sp. z o.o.

ul. Walerego Sławka 3a, 30-633 Kraków,
tel. 12 646 97 22
www.mersen.com



Albor Sp. z o.o.

ul. Polna 10, 62-095 Murowana Goślina
tel. +48 61 811 88 25, tel. +48 533 353 329
e-mail: biuro@odgrom.pl, www.odgrom.pl



RST Sp. z o.o.

ul. Elewatorska 17/1, 15-620 Białystok
tel. 792 350 100
rst@rst.bialystok.pl, www.rst.bialystok.pl



Redakcja elektro.info

04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18
tel. 22 810 65 61, faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl, www.elektro.info.pl



Tu może znaleźć się Twój wpis w Katalogu firm

Tu może znaleźć się Twój wpis w Katalogu firm

