

Nietypowe urządzenia do ograniczania przepięć

Andrzej Sowa

Wstęp

Obecne normy ochrony odgromowej obiektów budowlanych [1,2,3] zalecają stosowanie strefowej koncepcji ochrony wewnątrz i na zewnątrz budynku.

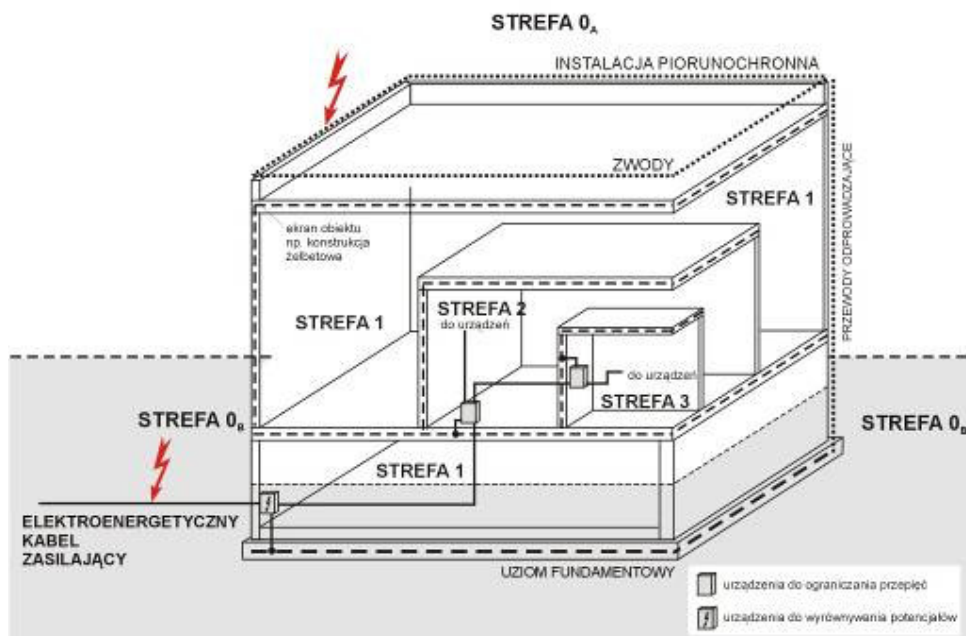
Ogólna zasada tej koncepcji polega na tworzeniu obszarów, w których występuje określony stopień narażenia instalacji i urządzeń na:

- działanie napięć/prądów uderowych występujących w sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia,
- działanie napięć/prądów uderowych występujących w systemach transmisji sygnałów,
- bezpośrednie oddziaływanie prądu piorunowego lub impulsowego pola elektromagnetycznego.

W obiekcie podzielonym na strefy, przy przejściu z jednej strefy do drugiej powinno nastąpić ograniczenie, do wartości dopuszczalnych w danym obszarze, napięć i prądów uderowych występujących w instalacjach niskonapięciowych oraz impulsów pola elektromagnetycznego.

Urządzenia techniczne przeznaczone do pracy w danej strefie należy dobierać w taki sposób, aby ich odporność uderowa była większa w porównaniu z wartościami szczytowymi sygnałów uderowych, jakie są w tej strefie dopuszczalne.

Ogólne zasady podziału obiektu na strefy zagrożenia przedstawiono na rys.1.



Rys. 1. Ogólny przykład podziału obiektu na strefy zagrożenia oraz rozmieszczenie urządzeń do ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej

Wydzielając w obiekcie budowlanym obszary o jednakowym zagrożeniu należy również uwzględnić dopuszczalne poziomy przepięć w instalacji elektrycznej. Przykładowe miejsca rozmieszczania w instalacji elektrycznej urządzeń do ograniczania oddziaływania prądu piorunowego oraz chroniących przed przepięciami przedstawiono również na rys.1.

Urządzenia do ograniczania przepięć w instalacji elektrycznej

Podstawowe informacje dotyczące dopuszczalnych poziomów przepięć w instalacji elektrycznej zawiera norma PN-IEC 60364-4-443 [4]. Zalecenia zawarte w tej normie dotyczą ochrony instalacji elektrycznej przed przepięciami atmosferycznymi przenoszonymi przez rozdzielczą sieć zasilającą oraz ochrony przed przepięciami łączeniowymi, powstającymi w urządzeniach przyłączonych do instalacji.

W normie nie są rozpatrywane przypadki bezpośredniego wyładowania piorunowego w linii niskiego napięcia sieci zasilającej lub instalacje elektryczne budynków.

Postępując zgodnie z zaleceniami zawartymi w normie PN-IEC 60364-4-443 należy tak dobrać urządzenia pracujące w obiekcie budowlanym, aby „ich znamionowe napięcie udarowe wytrzymywane nie było mniejsze niż wymagane napięcie udarowe wytrzymywane, podane w tablicy 1”.

Tablica 1. Wymagane znamionowe napięcia udarowe wytrzymywane urządzeń [4]

Znamionowe napięcie instalacji V		Wymagane napięcie udarowe wytrzymywane dla kV			
Sieć trójfazowa	Sieć jednofazowa z punktem środkowym	Urządzeń w/przy złączu instalacji (wytrzymałość udarowa kategorii IV)	Urządzeń rozdzielczych i obwodów odbiorczych (wytrzymałość udarowa kategorii III)	Odbiorników (wytrzymałość udarowa kategorii II)	Urządzeń specjalnie chronionych (wytrzymałość udarowa kategorii I)
-	120-240	4	2,5	1,5	0,8
230/400	-	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5
1 000	-	Wartości uzależnione od konstrukcji sieci			
<p>Kategoria I - adresowana do konstruktorów urządzeń. Kategoria II - adresowana do komitetów opracowujących normy dla urządzeń dołączanych do sieci do sieci zasilającej. Kategoria III - adresowana do komitetów opracowujących normy wyrobów w odniesieniu do materiałów instalacyjnych oraz dla wyrobów specjalnych. Kategoria IV - adresowana do zakładów energetycznych i inżynierów nadzorujących sieci.</p>					

Odpowiedni dobór urządzeń do ograniczania przepięć (w dalszej części zwanych ogranicznikami przepięć), ich właściwy montaż i rozmieszczenie powinno zostać skoordynowane z wymaganymi poziomami znamionowych napięć wytrzymywanych urządzeń.

Właściwości ochronne ograniczników przeznaczonych do montażu w sieciach rozdzielnych niskiego napięcia (do 1000 V) określają wyniki prób, jakim są one poddawane [5].

W tablicy 2 przedstawiono podstawowe informacje o różnych typach ograniczników przepięć oraz ich przeznaczeniu w zależności od klasy próby.

Tworząc w instalacji elektrycznej wielostopniowy system ochrony przed przepięciami należy zapewnić wzajemną koordynację energetyczną pomiędzy:

- układami ograniczników przepięć różnych klas,
- układami ograniczników a chronionymi urządzeniami.

Dodatkowo należy uwzględnić wymagania wynikające z zasad strefowej koncepcji ochrony odgromowej obiektów budowlanych.

Tablica 2. Podstawowe informacje dotyczące ograniczników przepięć różnych klas.

Klasa prób ogranicznika	Parametr	Charakterystyka
Klasa I (B)	Zadanie	Niedopuszczanie do wnikania prądu piorunowego i wszelkiego rodzaju przepięć do instalacji elektrycznej wewnątrz obiektu budowlanego.
	Podstawowa procedura probiercza	Podstawowe wymagania elektryczne obejmują próby: <ul style="list-style-type: none"> • znamionowym napięciem udarowym 1,2/50, • prądem udarowy impulsowym I_{max}, (symulujący prąd piorunowy), • znamionowym prądem wyładowczym 8/20.
	Podstawowe dane ogranicznika	<ul style="list-style-type: none"> ✓ rodzaj i poziom napięcia znamionowego (napięcie przemienne, stałe lub obydwa napięcia), ✓ największe trwałe napięcie pracy oraz znamionową częstotliwość, ✓ napięciowy poziom ochrony, ✓ największą zalecaną wartość dodatkowego zabezpieczenia nadprądowego (jeśli jest wymagane), ✓ wytrzymałość zwarciovą, ✓ sposób montażu (identyfikacja zacisków, określenie pozycji normalnej).
Klasa II (C)	Zadanie	Ograniczanie przepięć pomiędzy: <ul style="list-style-type: none"> • przewodami falowymi L1,L2,L3 i przewodem ochronnym PE, • przewodami neutralnym N i ochronnym PE.
	Podstawowa procedura probiercza	Podstawowe badania: <ul style="list-style-type: none"> • znamionowym prądem wyładowczym i_n, • największym prądem wyładowczym i_{max}, • napięciem udarowym 1,2/50.
	Podstawowe dane ogranicznika	<ul style="list-style-type: none"> ✓ rodzaj i poziom napięcia znamionowego (napięcie przemienne, stałe lub obydwa napięcia), ✓ największe trwałe napięcie pracy oraz znamionową częstotliwość, ✓ napięciowy poziom ochrony, ✓ największą zalecaną wartość dodatkowego zabezpieczenia nadprądowego (jeśli jest wymagane), ✓ wytrzymałość zwarciovą, ✓ sposób montażu (identyfikacja zacisków, określenie pozycji normalnej).
Klasa III (D)	Zadanie	Ograniczanie przepięć pomiędzy: <ul style="list-style-type: none"> • przewodem fazowym L a neutralnym N, • przewodami neutralnym N i ochronnym PE.
	Podstawowa procedura probiercza	Badania znamionowym udarem napięciowo-prądowym 1,2/50-8/20.
	Podstawowe dane ogranicznika	<ul style="list-style-type: none"> ✓ rodzaj i poziom napięcia znamionowego (napięcie przemienne, stałe lub obydwa napięcia), ✓ największe trwałe napięcie pracy oraz znamionową częstotliwość, ✓ napięciowy poziom ochrony, ✓ największą zalecaną wartość dodatkowego zabezpieczenia nadprądowego (jeśli jest wymagane), ✓ wytrzymałość zwarciovą, ✓ sposób montażu (identyfikacja zacisków, określenie pozycji normalnej).
oznaczenia: klasy I, II i III zgodnie z IEC 61643-1 z 1998.02, klasy B, C i D zgodnie DIN VDE 0675 Teil 6		

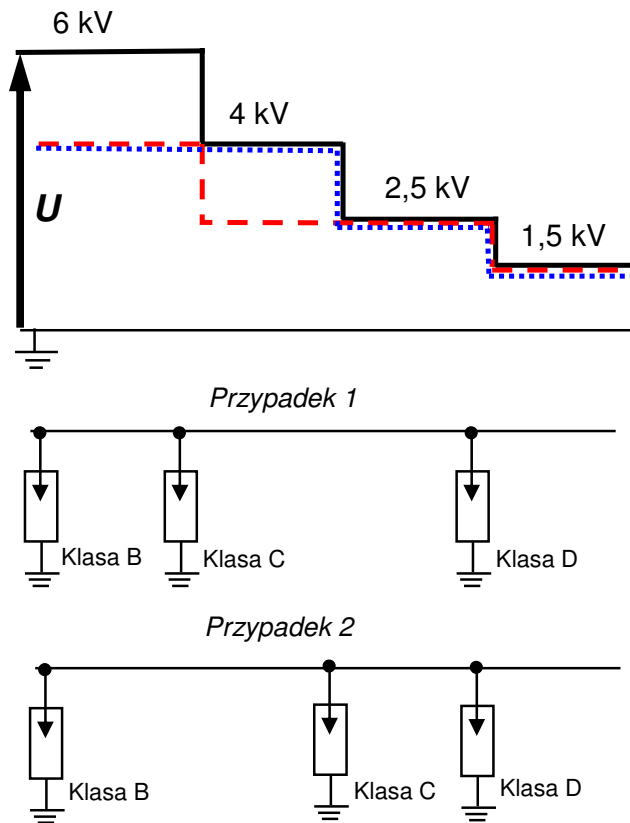
Norma PN-IEC 61643-1 [5], zawierająca wymagania techniczne i metody badań ograniczników przepięć, nie określa dokładnie wymaganych napięciowych poziomów ochrony dla ograniczników danej klasy. Przedstawione są jedynie wartości zalecane, które w przypadku instalacji elektrycznej o napięciu 230/40 V można wybrać z następującego ciągu wartości: 600 V, 700 V, 800 V, 900 V, 1000 V, 1200 V, 1500 V, 1800 V, 2000 V, 2500 V, 3000 V, 4000 V, 5000 V i 6000 V.

Bardziej szczegółowo wartości napięciowych poziomów ochrony ograniczników różnych klas określają normy niemieckie (tablica 3 [6,7]).

Tablica 3. Maksymalne wartości napięciowych poziomów ochrony ograniczników przepięć [6,7]

Znamionowe napięcie pracy	Ograniczniki klasy I (B)	Ograniczniki klasy II (C)	Ograniczniki klasy III (D)
150 V do 300 V	4 kV	2,5 kV	1,5 kV
300 V do 600 V	6 kV	4 kV	2,5 kV
600 V do 1200 V	8 kV	6 kV	4 kV

Uwzględniając przedstawione wartości napięciowych poziomów ochrony oraz wymaganych napięć udarowych wytrzymywanych można planować rozmieszczenie ograniczników przepięć (rys. 2).



Rys. 2. Rozkład znamionowych napięć udarowych wytrzymywanych i napięciowych poziomów ochrony układów ograniczników przepięć

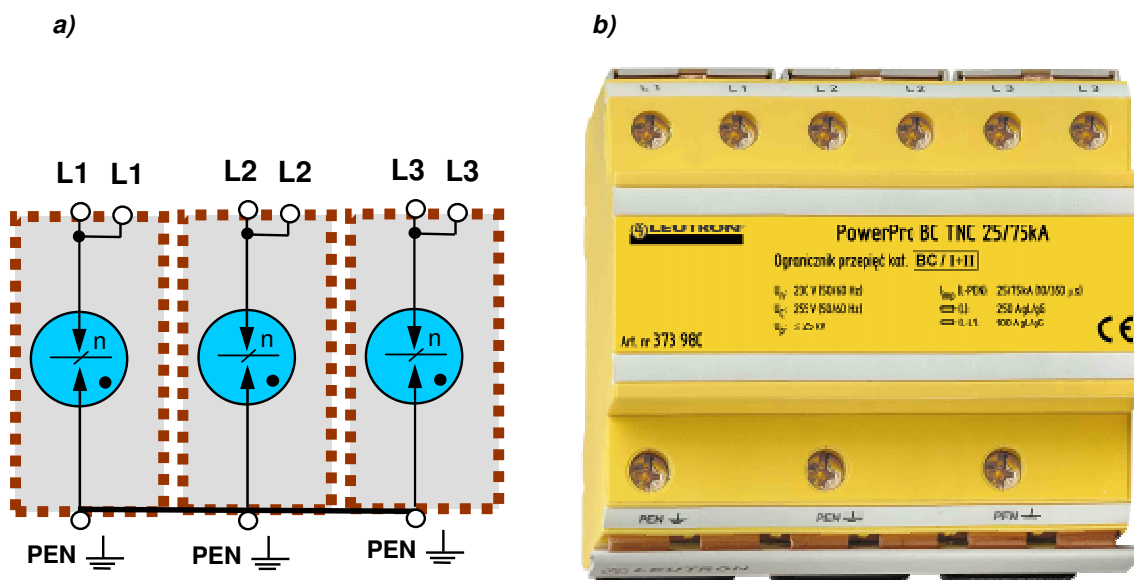
- Znamionowe napięcie udarowe wytrzymywane [4]
- - - Napięciowe poziomy ochrony ograniczników (przypadek 1)
- Napięciowe poziomy ochrony ograniczników (przypadek 2)

Nowe typy ograniczników klasy I bez kłopotów spełniają również wymagania wynikające z zakresu badań ograniczników klasy II. Dzięki temu układy tych ograniczników mogą zastąpić dotychczas stosowane rozwiązania składające się z ograniczników klasy I – elementów odsprężających – ograniczników klasy II.

W celu wyróżnienia nowej generacji ograniczników oraz ułatwienia projektowania i montażu wprowadzono pojęcie ograniczników klasy I + II (klasy B + C).

Przykładami takich rozwiązań są ograniczniki typu **PowerPro BC 25kA (FM)** oraz **IsoPro BC 60kA (FM)** produkowane przez firmę LEUTRON.

Przykład układu ograniczników **PowerPro BC TNC 25/75kA**, przeznaczony do sieci systemu TN-C, przedstawiono na rys.3.



Rys. 3. Ograniczanie przepięć do poziomu poniżej 2 500V

a) schemat

b) widok ogólny układu składającego się z trzech ograniczników typu PowerPro BC TNC 25/75kA

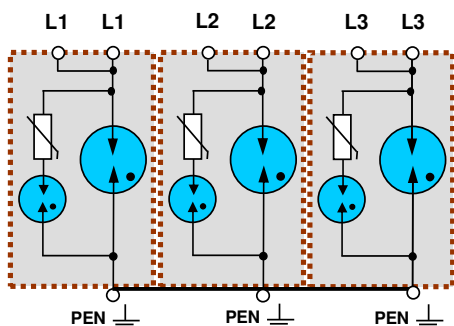
W ogranicznikach przedstawionych na rys.3. zastosowano wieloprzerwowy iskiernik umieszczony w ceramicznej obudowie, który zapewnia:

- szybsze zadziałanie ogranicznika w porównaniu z ogranicznikami zawierającymi klasyczne iskierniki,
- napięciowy poziom ochrony poniżej 2500V,
- możliwość ochrony przed prądami udarowymi 10/350 o wartościach szczytowych do 25 kA,
- nieznaczne zniekształcenie napięcia w instalacji elektrycznej, jakie występują po zadziałaniu ogranicznika.

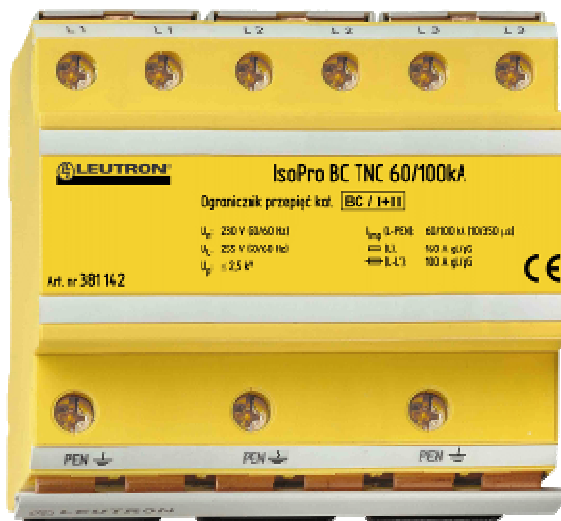
Dodatkowo należy zauważyć, że po zadziałaniu wieloprzerwowego iskiernika w około 70% przypadków nie następuje przepływ prądu następczego w instalacji elektrycznej, a w pozostałych przypadkach występują prądy następcze o stosunkowo niewielkich wartościach szczytowych (kilkaset A),

Ciekawe rozwiązanie zastosowano również w ograniczniku **IsoPro BC TNC 60/100kA (FM)**. W obudowie o szerokości dwu typowych modułów umieszczono układ równoległe połączonych iskierników z dodatkowym warystorem włączonym szeregowo z iskiernikiem w jednej z gałęzi ogranicznika (rys.4.).

a)



b)



Rys. 4. Ograniczanie przepięć do poziomu poniżej 2 500V

a) schemat

b) widok ogólny układu składającego się z trzech ograniczników typu IsoPro BC TNC 60/100kA

W przedstawionym układzie połączeń, jeśli prądy udarowe nie przekraczają 4 kA (najczęstszy przypadek udarów w instalacji elektrycznej), działa tylko szeregowo połączony iskiernik z warystorem i prądy następcze nie występują.

Po przekroczeniu przez prąd udarowy wartości 4 kA, co występuje jedynie w przypadku bezpośrednich wyładowań piorunowych w obiekt lub wyładowań w bardzo bliskim jego sąsiedztwie, następuje dodatkowo zadziałanie iskiernika głównego.

Iskiernik główny zastosowany w ograniczniku **IsoPro BC 60kA (FM)** zapewnia ochronę przed działaniem prądów udarowych o kształcie 10/350 oraz wartościach szczytowych dochodzących do 60 kA. Napięciowy poziom ochrony ograniczników nie przekracza wartości 2500V

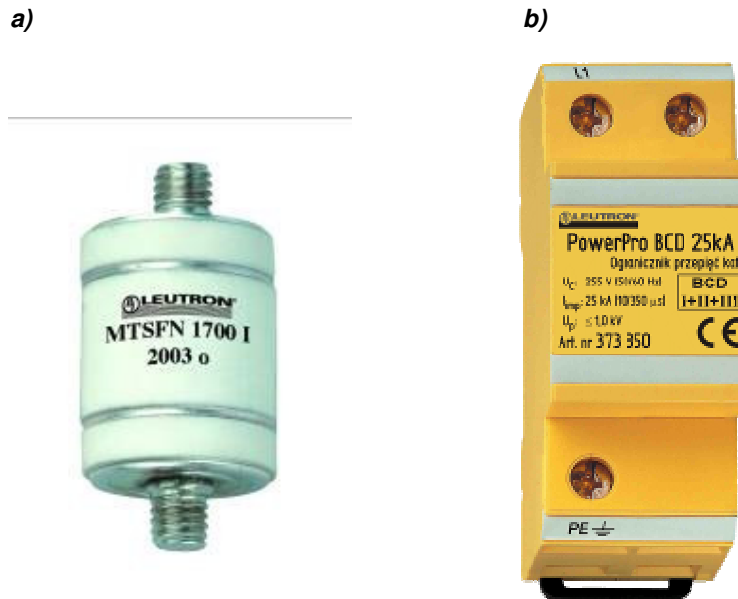
W obu przedstawionych typach ograniczników zastosowano układy kontrolujące pracę poszczególnych elementów ochronnych (iskierników i warystorów) i umożliwiające przekazywanie informacji o wzroście temperatury w ograniczniku ponad dopuszczalne wartości.

Układy ograniczników **PowerPro BC 25kA** i **IsoPro BC 60kA** zapewniają ochronę podstawową w instalacji elektrycznej w obiektach budowlanych posiadających instalacje piorunochronne.

Wybranie napięciowego poziomu ograniczania przepięć poniżej 2500V ma jeszcze jedną zaletę. Stosowania ograniczników o takich poziomach ochrony wymaga norma PN-IEC 60364-443 [4] w przypadku, gdy „instalacja jest zasilana napowietrzną linią niskiego napięcia lub z taką linią jest połączona” (punkt 443.3.2.).

Zalecenie to dotyczy ochrony przed przepięciami atmosferycznymi dochodzącymi z zewnątrz do instalacji elektrycznej w obiektach budowlanych bez instalacji piorunochronnej, jeśli znajdują się one w obszarach, w których występuje więcej niż 25 dni burzowych w roku.

Kolejnym etapem rozwoju ograniczników klasy I było zastosowanie iskierników zapewniających otrzymanie napięciowego poziomu ochrony poniżej 1000 V, tzw. ograniczniki przepięć klasy I+II+III (rys.5.)



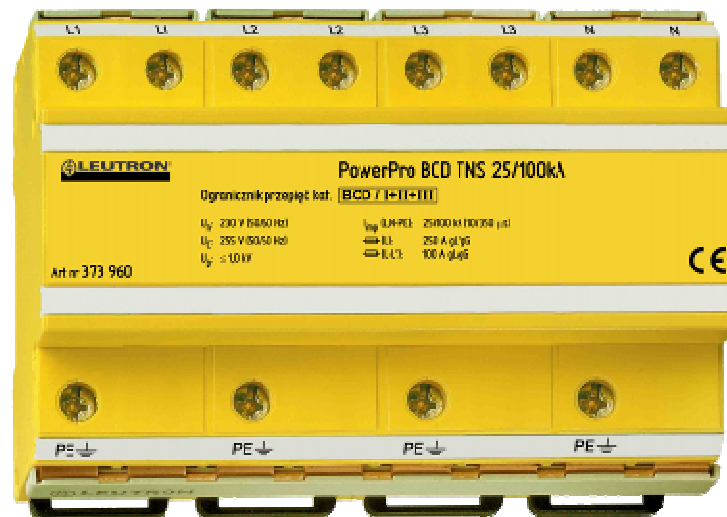
Rys. 5. Ogranicznik PowerPro BCD

a) widok ogólny iskiernika

b) ogranicznik z parą zacisków umożliwiającą połączenie równoległe bądź „szeregowe”

Istnieje również możliwość stosowania przygotowanych przez producenta gotowych zestawów z dodatkowymi maskownicami opisującymi parametry zestawu i mostkami.

Przykładowe rozwiązanie takiego zestawu dla systemu sieci TN-S i przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Widok ogólny układu ograniczników w systemie sieci TN-S

Ograniczniki klasy I+II+III znalazły szerokie zastosowanie w instalacjach elektrycznych stacji bazowych cyfrowego komórkowego systemu telekomunikacyjnego. Konieczność stosowania ograniczników o tak niskich napięciowych poziomach ochrony wyznaczył zakres badań odporności na napięcia udarowe urządzeń stacji. Zgodnie z wymaganiami normy PN-ETS 300 342-1 [8], poziom napięciowego udarów testujących urządzenia wynosi tylko 1000V i wszelkie przepięcia w instalacji elektrycznej powinny być ograniczone poniżej tego poziomu.

Podsumowanie

Na zakończenie należy zauważyć, że w większości obiektów budowlanych ochronę przed działaniem prądu piorunowego oraz wszelkiego rodzaju przepięciami zapewniają wielostopniowe systemy ograniczników przepięć.

Przedstawione nietypowe urządzenia do ograniczania przepięć mogą być częścią takich systemów. Jednak główny zakres ich zastosowań obejmuje przypadki, w których stosowanie klasycznych połączeń ograniczników różnych klas jest utrudnione lub niemożliwe.

LITERATURA

1. PN-IEC 61024-1. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. 2001
2. PN-IEC 61024-1-2. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.
3. PN-IEC 61312-1: 2001, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.
4. PN-IEC 60364-4-443:1999, Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przez przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.
5. PN-IEC 61643-1: 2001, Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach rozdzielczych niskiego napięcia. Część 1. Wymagania techniczne i metody badań.
6. VDE 0675 Teil 6 Überspannungsableiter zur Verwendung In Wechselstromnetzen mit Nennspannungen zwischen 100V und 1000V. November 1989.
7. VDE 0675 – 6/A1 Überspannungsableiter zur Verwendung In Wechselstromnetzen mit Nennspannungen zwischen 100V und 1000V. Änderung A1 zum Entwurf DIN VDE 0675-6 November 1989.
8. PN-ETS 300 342-1:1999, Urządzenia i systemy radiowe (RES). Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) europejskiego cyfrowego komórkowego systemu telekomunikacyjnego (GSM 900 MHz i DCS 1 800 MHz). Radiowa stacja bazowa i wyposażenie dodatkowe.