

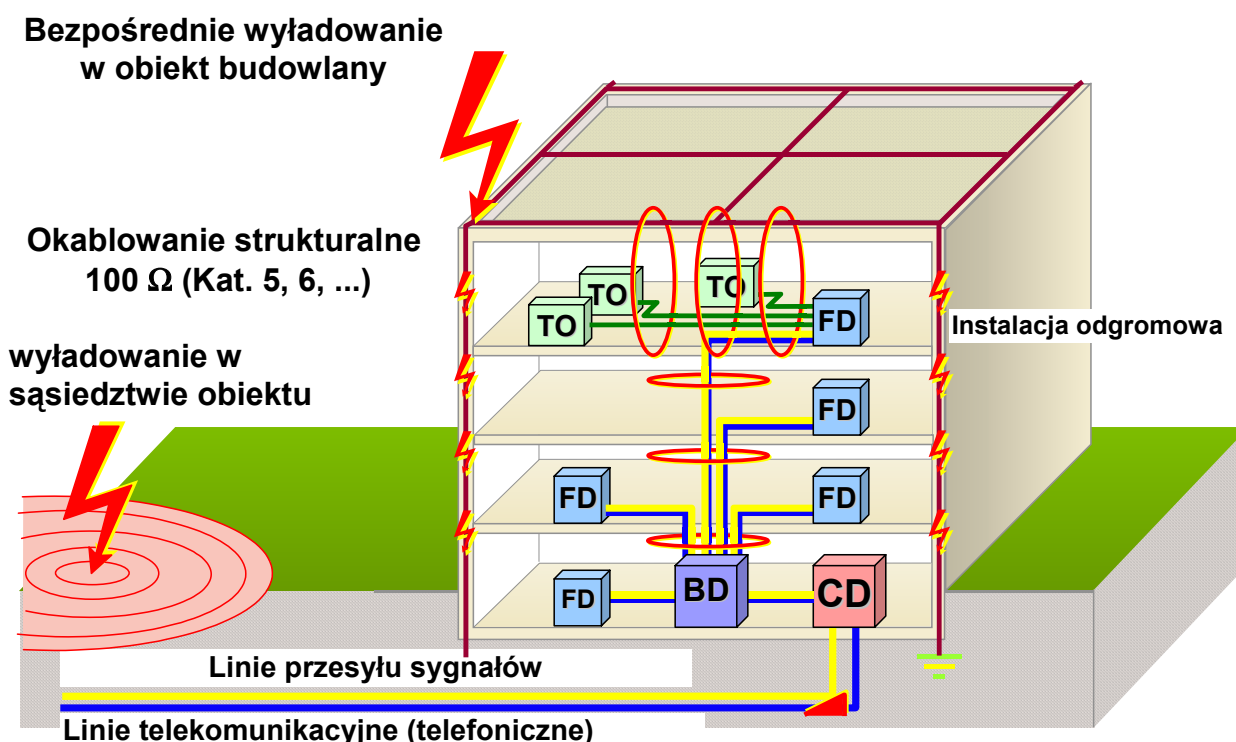
# OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ W SYSTEMACH PRZESYŁU SYGNAŁÓW



## Ograniczanie przepięć w systemach informatycznych i teleinformatycznych

Andrzej Sowa

Urządzenia pracujące w systemach informatycznych i teleinformatycznych narażone są na działanie napięć i prądów udarowych dochodzących z instalacji elektrycznej oraz z linii przesyłu sygnałów. Dodatkowe zagrożenie może stwarzać impulsowe pole elektromagnetyczne działające bezpośrednio na urządzenia i okablowanie systemu oraz różnice potencjałów występujące pomiędzy poszczególnymi urządzeniami systemu. Występujące udary mogą zakłócić pracę lub spowodować zniszczenie pojedynczych urządzeń i w konsekwencji przerwy w pracy systemów. Wśród szczególnie groźnych źródeł udarów należy wymienić doziemne wyładowania piorunowe w obiekcie budowlany, w którym opracują systemy lub w bliskim sąsiedztwie tego obiektu (rys.1.)



Oznaczenia elementów okablowania (zgodnie z PN-EN 50173)

CD – rozdzielnica kampusu,  
BD – rozdzielnica budynku,  
FD – rozdzielnica kondygnacyjna,  
TO – gniazdo telekomunikacyjne.

Rys.1. Zagrożenie piorunowe systemów informatycznych i teleinformatycznych

Kompleksowe rozwiązanie problemów ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej urządzeń pracujących w systemach informatycznych i teleinformatycznych wymaga:

- przeanalizowania istniejącego zagrożenia,
- posiadania informacji o odporności udarowej stosowanych urządzeń,
- zastosowania odpowiednio dobranych i rozmieszczonych ograniczników przepięć w instalacji elektrycznej w obiektach budowlanych oraz w okablowaniu strukturalnym.

Prawidłowo dobrane i rozmieszczone urządzenia ochrony przepięciowej powinny:

- ograniczać występujące przepięcia do poziomów leżących poniżej poziomów odporności udarowej chronionych urządzeń elektronicznych,
- nie wpływać na jakość pracy systemów.

Spełnienie powyższych warunków wymaga posiadania podstawowych informacji o analizowanym systemie oraz poziomach odporności poszczególnych urządzeń wchodzących w jego skład.

## Odporność udarowa urządzeń

Podstawowe zasady badań odporności na działanie:

- **jednokierunkowych (jednobiegunowych) udarów** powodowanych przez przepięcia łączeniowe i piorunowe o mikrosekundowym charakterze zmian,
- **powtarzalnych szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych** o nanosekundowym charakterze zmian (EFT/B – ang. Electrical Fast Transient – Burst),

Podstawowe informacje o poziomach udarów probierczych stosowanych do badań odporności udarowej urządzeń przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Oznaczenia norm zawierających zakresy badań odporności udarowej urządzeń

| Zakres badań                                                | Norma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Powtarzalne szybkie elektryczne zakłócenia impulsowe</b> | <p><b>PN-EN 61000-4-4:1998</b>, <i>Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badania odporności na serie szybkich zakłóceń impulsowych.</i></p> <p><b>PN-EN 61000-4-4:1999/A1: 2002(U)</b> <i>Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Metody badań i pomiarów - Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych-Podstawowa publikacja EMC (Zmiana A1)</i></p> <p><b>PN-EN 61000-4-4:1999/A2: 2002(U)</b> <i>Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Metody badań i pomiarów - Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych-Podstawowa publikacja EMC (Zmiana A2)</i></p> |
| <b>Napięcia i prądy udarowe</b>                             | <p><b>PN-EN 61000-4-5:1998</b>, <i>Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badania odporności na udary.</i></p> <p><b>PN-EN 61000-4-5:1998/A1: 2002(U)</b> <i>Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Metody badań i pomiarów - Badanie odporności na udary (Zmiana A1).</i></p> <p><b>PN-EN 61000-4-12:1999</b>, <i>Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Metody badań i pomiarów. Badania odporności na przebiegi oscylacyjne. Podstawowa publikacja EMC</i></p>                                                                                                                                                       |

W normie omawiających wymagania stawiane systemom okablowania strukturalnego stwierdzono, że przy ich projektowaniu powinny być zachowana zgodność elektromagnetyczna w zakresie emisji i odporności elektromagnetycznej.

Do oceny poziomów odporności udarowej zalecono uwzględnić wymagania norm EN 50081-1 i EN 55024. Obecnie w kraju powyższe normy zostały przetłumaczone i wprowadzone do stosowania [7,8]. Poziomy odporności udarowej jakie są zalecane przez te normy zestawiono a tablicach 2 i 3.

**Tablica 2. Poziomy odporności na zaburzenia urządzeń elektrycznych i elektronicznych przeznaczonych do użytkowania w środowisku mieszkalnym i lekko przemysłowym i przemysłowym**

| Zjawiska środowiskowe<br>rodzaj zakłócenia                                                                                           | <b>PN-EN<br/>50081-1</b>            | <b>PN-EN<br/>50082-2</b>          | Jednostki                                                                    | Norma podstawowa |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Przylączy linii sygnałowych i magistrali danych niezwiązanych z regulacją procesu</b>                                             |                                     |                                   |                                                                              |                  |
| Serie szybkich elektrycznych zakłóceń                                                                                                | 0,5 *<br>5/50<br>5                  | 1<br>5/50<br>5                    | kV (wartość szczytowa) **<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania) | EN 61004-4       |
| <b>Przylączy linii kontroli procesu, linii pomiarowych, linii regulacyjnych oraz długich magistrali danych i linii regulacyjnych</b> |                                     |                                   |                                                                              |                  |
| Serie szybkich elektrycznych zakłóceń                                                                                                | -----                               | 2<br>5/50<br>5                    | kV (wartość szczytowa)<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania)    | EN 61004-4       |
| <b>Udary</b><br>Przewód - ziemia<br>Przewód - przewód                                                                                | -----                               | 1,2/50 (8/20)<br>2 ***<br>1 ***   | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV (wartość szczytowa)<br>kV (wartość szczytowa)        | EN 61004-5       |
| <b>Wejściowe i wyjściowe przylączy zasilania prądem stałym</b>                                                                       |                                     |                                   |                                                                              |                  |
| Serie szybkich elektrycznych zakłóceń                                                                                                | 0,5<br>5/50<br>5                    | 2<br>5/50<br>5                    | kV (wartość szczytowa)<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania)    | EN 61004-4       |
| <b>Udary</b><br>Przewód - ziemia<br>Przewód - przewód                                                                                | 1,2/50 (8/20)<br>0,5 ***<br>0,5 *** | 1,2/50 (8/20)<br>0,5***<br>0,5*** | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV (wartość szczytowa)<br>kV (wartość szczytowa)        | EN 61004-5       |
| <b>Wejściowe i wyjściowe przylączy zasilanie prądem zmiennym</b>                                                                     |                                     |                                   |                                                                              |                  |
| Serie szybkich elektrycznych zakłóceń                                                                                                | 0,5<br>5/50<br>5                    | 2<br>5/50<br>5                    | kV (wartość szczytowa)<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania)    | EN 61004-4       |
| <b>Udary</b><br>Przewód - ziemia<br>Przewód - przewód                                                                                | 1,2/50 (8/20)<br>2***<br>1***       | 1,2/50 (8/20)<br>4***<br>4***     | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV (wartość szczytowa)<br>kV (wartość szczytowa)        | EN 61004-5       |

\* - dotyczy przylączy dowolnych linii sygnałowych i sterowania

\*\* - w przypadku normy PN-EN 50082-1 jest to napięcie ładowania

\*\*\* - wartości wstępnie proponowane, które będą weryfikowane

Z przedstawionego zestawienia wynika, że projektując systemy ograniczania przepięć należy uwzględnić następujące poziomy odporności udarowej urządzeń informatycznych :

- **500 –100V** w przypadku przylączy sygnałowych i teletransmisyjnych,
- **Przylączy wejściowe zasilania prądem zmiennym**
  - **2000 V** pomiędzy przewodami fazowymi ( i neutralnym w systemie TN-S) a przewodem PE,
  - **1000 V** pomiędzy przewodami fazowymi.

Podobne wartości odporności udarowej zalecane są dla urządzeń telekomunikacyjnych pracujących zarówno w ośrodkach telekomunikacyjnych jak i ośrodkach innych niż telekomunikacyjne (tablica 4.).

**Tablica 3.** Odporność udarowa urządzeń informatycznych (zgodne z **PN-EN 55024**) oraz informatycznych i telekomunikacyjnych (zgodnie z **prEN 55105/106** ).

| <b>Przylączya sygnałowe i przylączya teletransmisyjne</b>                                                                                  |                                |                                           |                                                                            |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Zjawiska środowiskowe<br>rodzaj zakłócenia                                                                                                 | <b>zgodne</b><br>z PN-EN 55024 | <b>zgodnie z</b><br><b>prEN 55105/106</b> | Jednostki                                                                  | Norma podstawowa |
| Szybkie stany przejściowe                                                                                                                  | $\pm 0,5$<br>5/50<br>5         | $\pm 0,5$<br>5/50<br>5                    | kV (wartość szczytowa )<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania) | EN 61004-4       |
| Udary<br>Linia względem ziemi                                                                                                              | 1,2/50 (8/20)<br>1             | 1,2/50 (8/20)<br>1                        | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV (wartość szczytowa)                                | EN 61004-5       |
| <b>Przylączya wejściowe zasilania prądem stałym</b><br>(z wyłączeniem urządzeń zawierających przetwornice prądu zmiennego na stały)        |                                |                                           |                                                                            |                  |
| Szybkie stany przejściowe                                                                                                                  | $\pm 0,5$<br>5/50<br>5         | $\pm 0,5$<br>5/50<br>5                    | kV (wartość szczytowa )<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania) | EN 61004-4       |
| Udary<br>Linia-linia<br>Linia względem ziemi                                                                                               | 1,2/50 (8/20)<br>0,5           | 1,2/50 (8/20)<br>$\pm 0,5$<br>$\pm 0,5$   | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV (wartość szczytowa)                                | EN 61004-5       |
| <b>Przylączya wejściowe zasilania prądem zmiennym</b><br>(włączając urządzenia wyposażone w odrębną przetwornicę prądu zmiennego na stały) |                                |                                           |                                                                            |                  |
| Szybkie stany przejściowe                                                                                                                  | $\pm 1$<br>5/50<br>5           | $\pm 1$<br>5/50<br>5                      | kV (wartość szczytowa)<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania)  | EN 61004-4       |
| Udary<br>Linia - linia<br>Linia do ziemi<br>(uziemienia)                                                                                   | 1,2/50 (8/20)<br>1<br>2        | 1,2/50 (8/20)<br>1                        | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV (wartość szczytowa)<br>kV (wartość szczytowa)      | EN 61004-5       |

## Ograniczanie przepięć w instalacji elektrycznej

System ochrony przepięciowej w instalacji w obiekcie budowlanym posiadającym urządzenie piorunochronne powinien mieć strukturę kilkustopniową zawierać odpowiednio połączone układy ograniczników przepięć klasy I i II oraz, jeśli zachodzi taka potrzeba, klasy III.

Typowy trójstopniowy system ograniczania przepięć w najczęściej wstępującym systemie sieci TN-C-S przedstawiono na rys.2.

W zależności od faktu, czy projektujemy system w nowo budowanym obiekcie, czy też adaptujemy istniejącą instalację należy uwzględnić zalecenia zestawione w tablicy 5.

Zapewnienie bezawaryjnego działania wymaga ograniczenia przepięć poniżej przedstawionych poziomów.

**Tablica 4.** Odporność uderowa urządzeń w ośrodkach telekomunikacyjnych oraz innych niż telekomunikacyjne

| Przylączy dla linii sygnałowych prowadzonych na zewnątrz budynku |                                    |                           |                                                       |                  |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| Zjawiska środowiskowe<br>rodzaj zakłócenia                       | Ośrodki inne niż telekomunikacyjne | Ośrodki telekomunikacyjne | Jednostki                                             | Norma podstawowa |
| Szybkie stany przejściowe                                        | $\pm 0,5$<br>5/50<br>5             | $\pm 0,5$<br>5/50<br>5    | kV<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania) | EN<br>61000-4-4  |
| Udary                                                            | 10/700<br>1                        | 10/700<br>1               | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV                               | EN<br>61000-4-5  |
| Przylączy dla linii sygnałowych instalowanych w budynku          |                                    |                           |                                                       |                  |
| Szybkie stany przejściowe                                        | 0,5<br>5/50<br>5                   | 0,5<br>5/50<br>5          | kV<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania) | EN<br>61000-4-4  |
| Udary<br>Linia względem ziemi                                    | 1,2/50 (8/20)<br>0,5               | 1,2/50 (8/20)<br>0,5      | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV                               | EN<br>61000-4-5  |
| Przylączy zasilane prądem stałym                                 |                                    |                           |                                                       |                  |
| Szybkie stany przejściowe                                        | 1<br>5/50<br>5                     | 0,5<br>5/50<br>5          | kV<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania) | EN 61004-4       |
| Przylączy zasilane prądem przemiennym                            |                                    |                           |                                                       |                  |
| Szybkie stany przejściowe                                        | 0,5<br>5/50<br>5                   | 0,5<br>5/50<br>5          | kV<br>$T_r/T_h$ ns<br>kHz (częstotliwość powtarzania) | EN 61004-4       |
| Udary Pomiędzy:<br>przewodami linii<br>przewodem a ziemią        | 1,2/50 (8/20)<br>1<br>2            | 1,2/50 (8/20)<br>1<br>2   | $T_r/T_h$ $\mu$ s<br>kV<br>kV                         | EN 61004-5       |

### Ograniczanie przepięć w okablowaniu strukturalnym

W przypadku okablowania strukturalnego norma PN-EN 50173 wspomina o możliwości stosowania zabezpieczeń przepięciowych, jeśli jest to pożądane.

Do ochrony przed przepięciami występującymi w liniach telekomunikacyjnych lub w okablowaniu strukturalnym najczęściej stosowane są ograniczniki zawierające odpowiednio połączone układy diod ochronnych oraz odgromników gazowanych.

Rozmieszczając ograniczniki przepięć w systemie okablowania sieli lokalnych należy określić:

- rodzaj okablowania.
- występujące zagrożenie i wymagany poziom ograniczania przepięć.

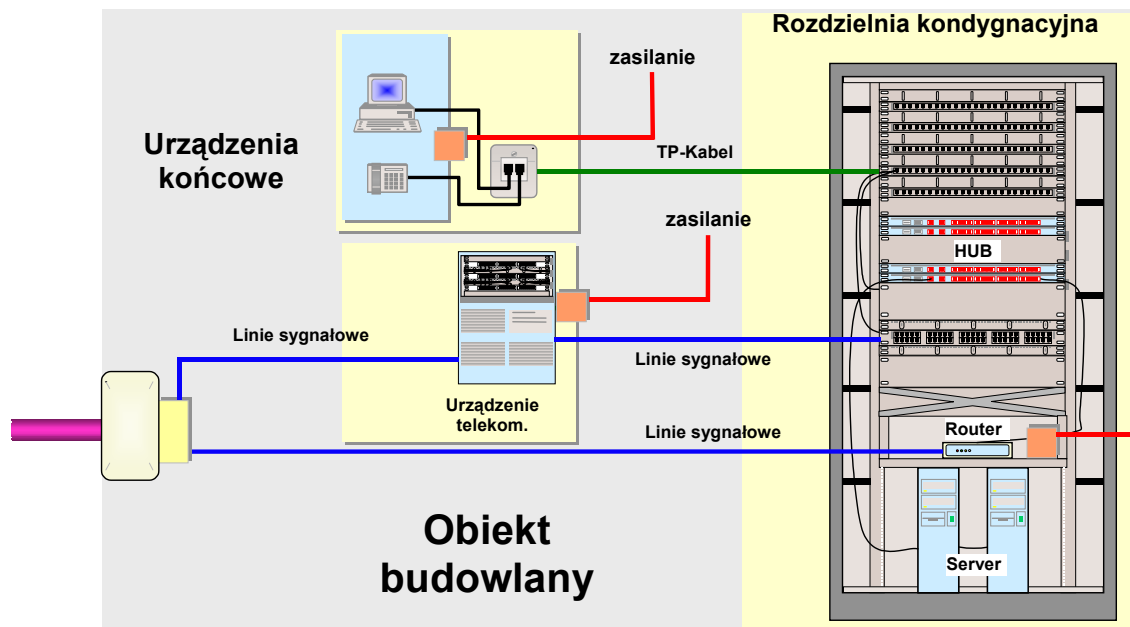
Poniżej przedstawiony zostanie na przykładzie prostego systemu teleinformatycznego (rys.3.) typowy tok postępowania przy doborze urządzeń ograniczających przepięcia w liniach przesyłu sygnałów.



**Rys.2.** Typowy układ połączeń ograniczników przepięć w systemie sieci TN-C-S zasilającej urządzenia informatyczne i teleinformatyczne

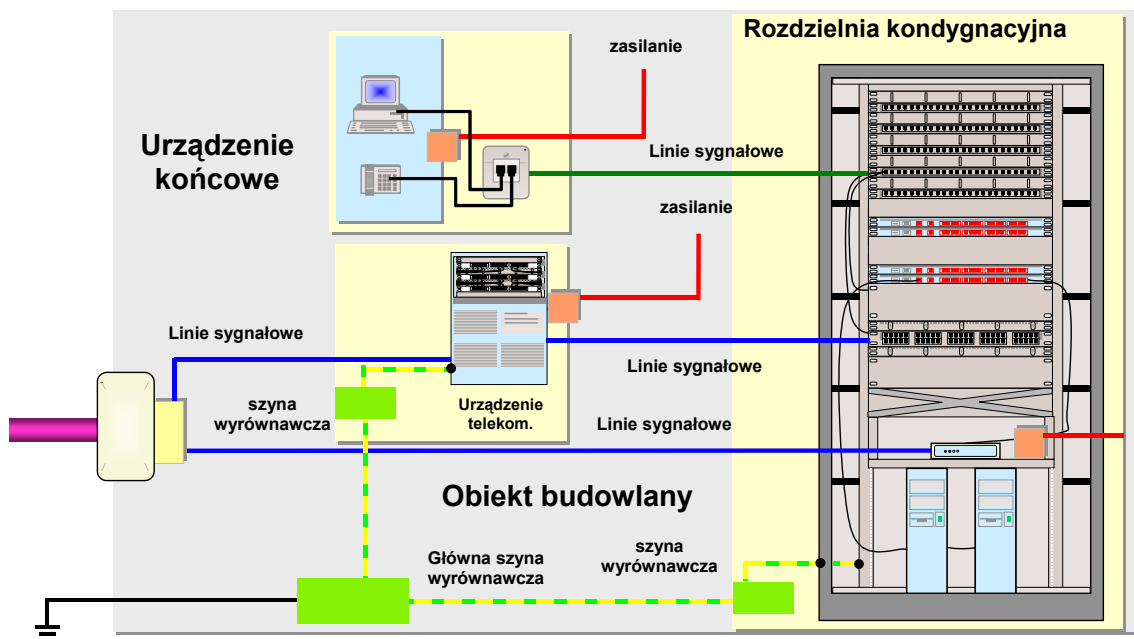
**Tablica 5. Zbiór wymagań, które należy uwzględnić tworząc system ochrony przepięciowej w instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym**

| Projektowanie i montaż systemu ochrony przepięciowej w istniejących instalacjach                                                                                                                     | Projektowanie i montaż systemu ochrony przepięciowej w nowych obiektach                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sprawdzić jakie środki ochrony odgromowej zastosowano w obiekcie (zewnętrzna i wewnętrzna ochrona odgromowa).                                                                                        | Projektowanie systemu ochrony przepięciowej powinno być skorelowane z kompleksowym projektowaniem urządzenia piorunochronnego                                                  |
| Dokonać oględzin stanu aktualnego instalacji piorunochronnej i systemu wyrównywania potencjałów instalacji na wejściu do obiektu.                                                                    | Projektując system ochrony przepięciowej należy współpracować z instalatorami systemu informatycznego i teleinformatycznego.                                                   |
| Określić wartości podstawowych parametrów charakteryzujących prąd piorunowy, które będą uwzględniane przy doborze ograniczników klasy I.                                                             | Uwzględniając wybrany poziom ochrony urządzenia piorunochronnego określany parametry charakteryzujące prąd udarowy wykorzystywany przy doborze ograniczników przepięć klasy I. |
| Określić wymagane klasy środowisk dla urządzeń oraz kategorie przepięciowe dla instalacji elektrycznej, które będą tworzone wewnątrz obiektu.                                                        | Współpracując z instalatorami systemów elektronicznych i elektrycznych określamy wymagane poziomy ograniczenia przepięć wewnątrz instalacji.                                   |
| Liczbę ograniczników przepięć i sposób ich montażu dostosować do systemu sieci oraz wymaganego poziomu odporności udarowej urządzeń                                                                  |                                                                                                                                                                                |
| Ograniczniki należy rozmieścić w taki sposób, aby zapewniały ograniczenie przepięć do wymaganych wartości                                                                                            |                                                                                                                                                                                |
| Zachować, zgodnie z zaleceniami producenta, dopuszczalne odległości pomiędzy układami ograniczników przepięć różnych klas                                                                            |                                                                                                                                                                                |
| Stosować możliwie najkrótsze przewody do przyłączania ograniczników (dotyczy to szczególnie układów połączeń ograniczników klasy I).                                                                 |                                                                                                                                                                                |
| Układając przewody łączące ograniczniki uwzględnić możliwości oddziaływania na nie sił dynamicznych wywoływanych przez płynący prąd piorunowy (dotyczy to szczególnie układu ograniczników klasy I). |                                                                                                                                                                                |
| Opracować wytyczne dotyczące zasad okresowych przeglądów układów ochrony przepięciowej                                                                                                               |                                                                                                                                                                                |



**Rys.3.** Analizowany system teleinformatyczne

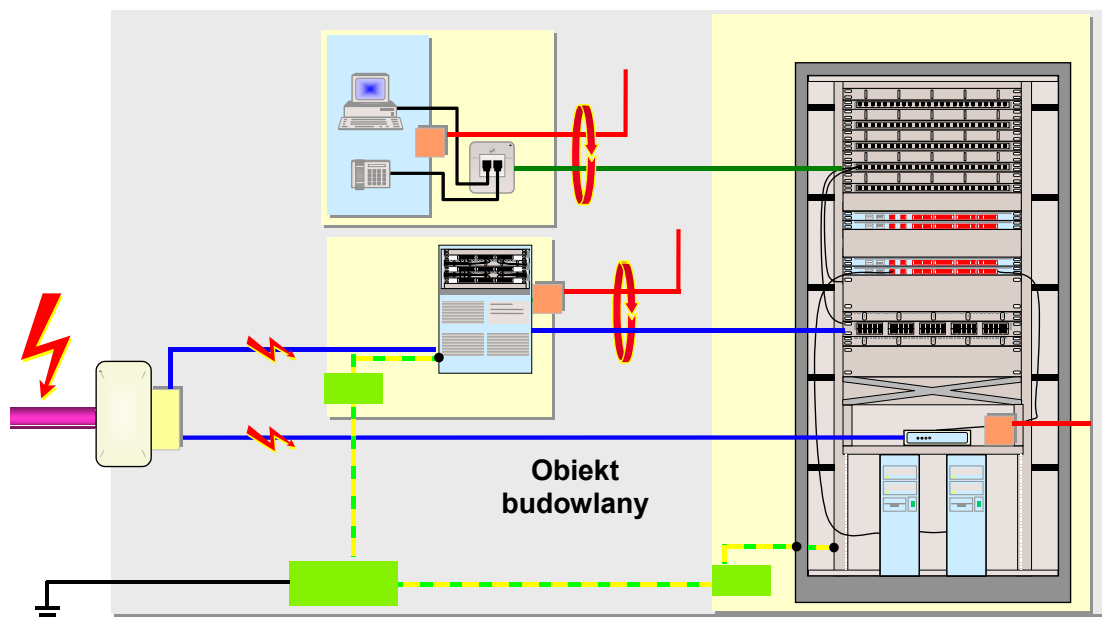
Przed przystąpieniem do oceny zagrożenia bardzo ważną sprawą jest rozwiązanie systemy wyrównywania potencjałów w obiekcie. Norma dotycząca okablowania strukturalnego zaleca połączenie ze sobą wszystkich szyn wyrównawczych (nazywanych szynami uziemienia) różnych systemów w budynku (rys.4.).



**Rys.4.** Wyrównanie potencjałów w systemie

System wyrównywania potencjałów powinien ograniczać różnice potencjałów do wartości 1 V i zapewnić małą rezystancję między dowolnymi dwoma punktami.

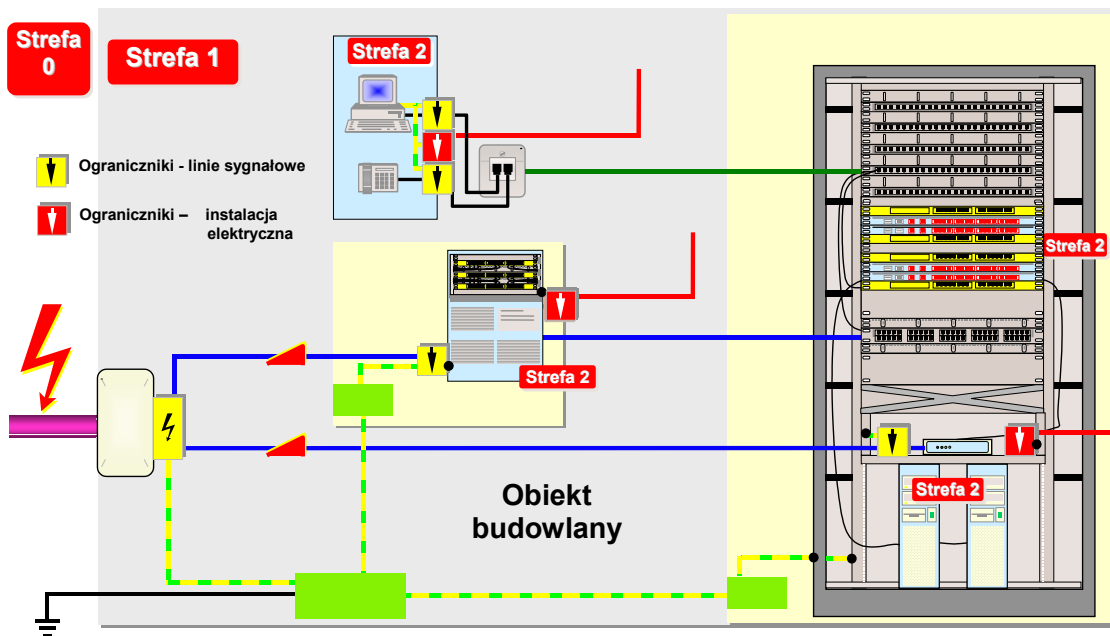
Oceniając występujące zagrożenie piorunowe rozpatrzony zostanie przypadek najbardziej niekorzystny – bezpośrednie wyładowanie w obiekt budowlany lub wyładowanie w jego bliskim sąsiedztwie. Rozpryskający się prąd piorunowy będzie źródłem przepięć w liniach dochodzących do obiektu oraz w okablowaniu ułożonym wewnątrz obiektu.



**Rys.5.** Narażenia udarowe występujące podczas wyładowania w budynek lub w sąsiedztwie budynku

W analizowanym przypadku, dobierając ograniczniki przepięć należy dodatkowo uwzględnić zalecenia wynikające z wymagań strefowej koncepcji ochrony odgromowej [ 3,4].

W pierwszej kolejności należy ograniczyć przepięcia dochodzące z zewnątrz do obiektu (przejście ze strefy 0 do strefy 1). Kolejnym etapem jest ograniczanie przepięć bezpośrednio przed urządzeniami (przejście ze strefy 1 do 2). Przykład kompleksowej ochrony przedstawiono na rys. 6.



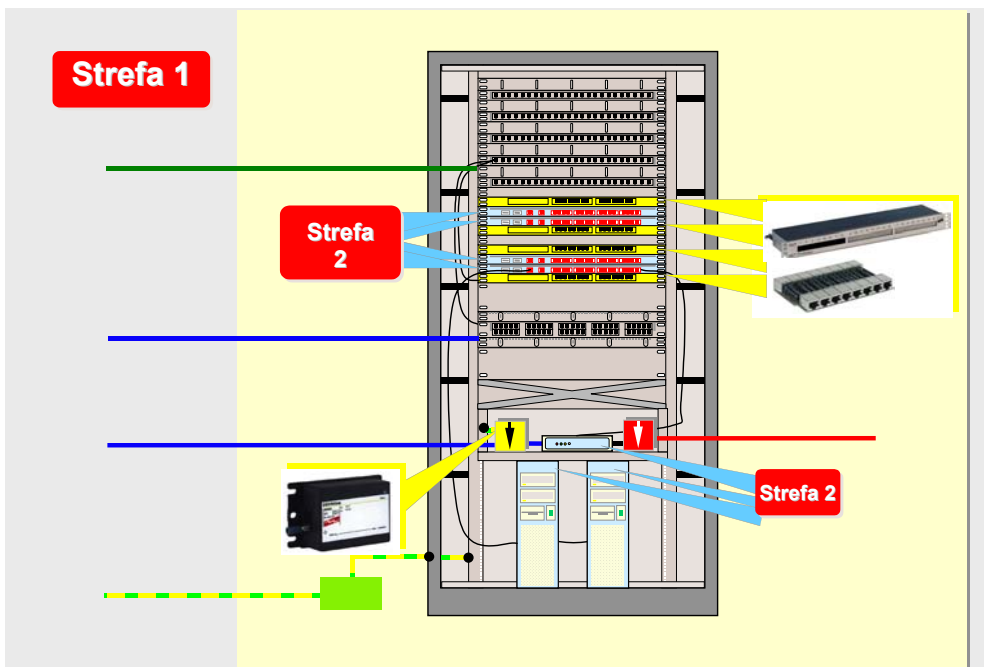
**Rys.6.** Rozmieszczenie ograniczników przepięć w analizowanym systemie

W przypadku instalacji elektrycznej na rys.6 przedstawiono tylko instalowane bezpośrednio przed urządzeniami ograniczniki klasy III. Ograniczniki te są końcowym elementem trójstopniowego systemu ograniczania przepięć.

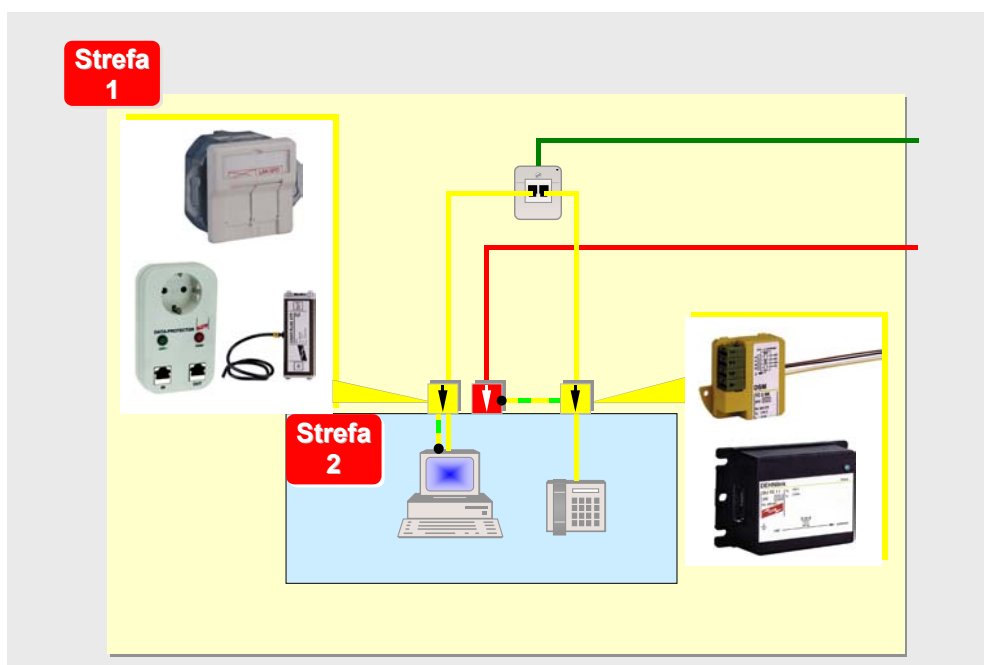


W okablowaniu strukturalnym można zastosować ograniczniki chroniące przed przepięciami w pojedynczych liniach lub w układy modułowe zapewniające ograniczanie przepięć w kilku lub kilkudziesięciu liniach.

Przykładowe rozwiązania ochrony rozdzielni kondygnacyjnej oraz urządzeń końcowych przy pomocy ograniczników firmy DEHN przedstawiono na rys. 7 i 8.



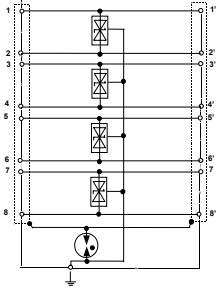
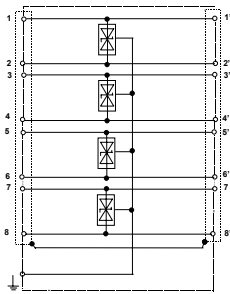
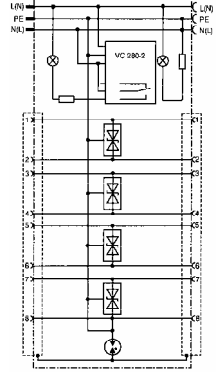
**Rys.7.** Kompleksowa ochrona przed przepięciami rozdzielni kondygnacyjnej



**Rys.8.** Ochrona urządzeń końcowych systemu teleinformatycznego

Schematy typowych ograniczników stosowanych do okablowania strukturalnego kategorii 5 i 6 zestawiono w tablicy 6 oraz na rys.9.

**Tablica 6.** Przykłady ograniczników produkcji firmy DEHN przeznaczonych do ochrony przed przepięciami występującymi w okablowaniu strukturalnym klasy 5 (do 155 Mbit/s)

| Okablowanie                                                                 | Widok ogólny i typ ogranicznika                                                                                             | Schemat ogranicznika                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Uniwersalne okablowanie strukturalne                                        | <br><b>UGKF/RJ45 4TP      DSM-RJ45-4PT</b> |   |
| Uniwersalne okablowanie strukturalne                                        | <br><b>NET- Protector 4TP</b>              |   |
| Uniwersalne okablowanie strukturalne oraz ochrona w instalacji elektrycznej | <br><b>DATA – Protector 4TP</b>           |  |



**Rys. 9.** Ograniczniki przepięć przeznaczone do okablowania strukturalnego klasy 6.

## Podsumowanie

Dobierając ograniczniki przepięć w instalacji elektrycznej zasilającej systemy informatyczne i teleinformatyczne należy, postępując zgodnie z obecnie obowiązującymi normami i zaleceniami, zastosować wielostopniowych układów ograniczników przepięć.

W przypadku ochrony przed przepięciami występującymi w okablowaniu strukturalnym problem jest bardziej skomplikowany, gdyż brak jednoznacznych wymagań określających zasady ochrony przed przepięciami.

Pomimo tego faktu zaproponowano rozwiązania ochrony przeciwprzepięciowej, które powinny zapewnić bezawaryjne działanie systemu informatycznego, który po wprowadzeniu drobnych zmian może być wykorzystany w dowolnym innym systemie informatycznym i teleinformatycznym

## Literatura

1. Lutz M. Nedtwing J.: Certyfikat CE w zakresie Kompatybilności Elektromagnetycznej: praktyczny poradnik, Warszawa, ALFE-WEKA 1997.
2. **PN-86/E-05003/01**: *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.*
3. **PN-IEC 61312-1:2001**, *Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym Część 1. Zasady ogólne.*
4. **PN-IEC 61024-1-2**. *Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.*
5. **PN-IEC 60364-4-443**. *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przez przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.*
6. **PN-EN 50173:1999**, *Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego.*
7. **PN-EN 50082-1:1996**, *Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania ogólne dotyczące odporności na zakłócenia. Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko przemysłowe.*
8. **PN-EN 55024:2000**, *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Urządzenia informatyczne. Charakterystyka odporności. Metodyka pomiaru i dopuszczalne poziomy.*
9. **PN-EN 300.382-2: 2000**, *Kompatybilność Elektromagnetyczna i Zagadnienia Widma Radiowego (ERM); Urządzenie sieci telekomunikacyjnej. Wymagania Kompatybilności Elektromagnetycznej (EMC).*