



Ochrona odgromowa obiektów energetycznych

Jarosław Wiater
Laboratorium Techniki Wysokich Napięć
Politechnika Białostocka
Polski Komitet Ochrony Odgromowej

[< Powrót](#)

Dyrektywa CER – dyrektywa o odporności podmiotów krytycznych

08.12.2022

Zakończyły się prace legislacyjne nad dyrektywą o odporności podmiotów krytycznych (Dyrektywa CER). Nowa dyrektywa jest skorelowana ze zmienianą dyrektywą w sprawie środków na rzecz wysokiego, wspólnego poziomu cyberbezpieczeństwa na terytorium Unii (Dyrektywa NIS2). Celem Komisji Europejskiej przy opracowaniu regulacji prawnych było zachowanie spójnego podejścia między Dyrektywą o odporności a Dyrektywą NIS2. Zakłada się, że oba dokumenty zostaną skierowane do publikacji w połowie grudnia 2022 roku i wejdą w życie w połowie stycznia 2023 roku.

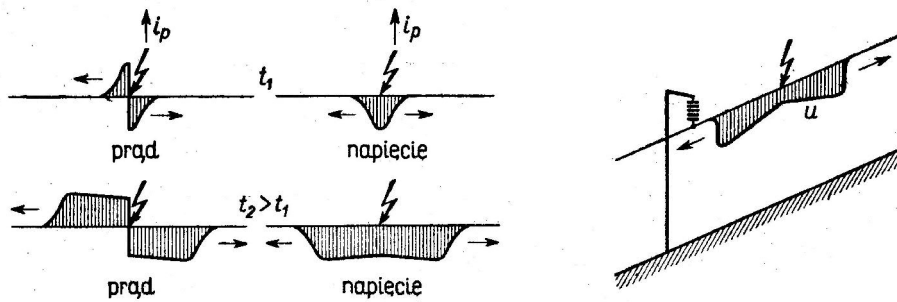




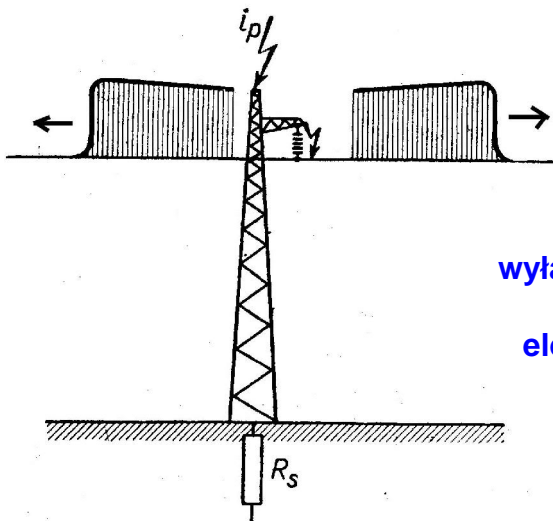
Wyładowanie piorunowe



Bezpośrednie wyładowanie piorunowe w przewody linii



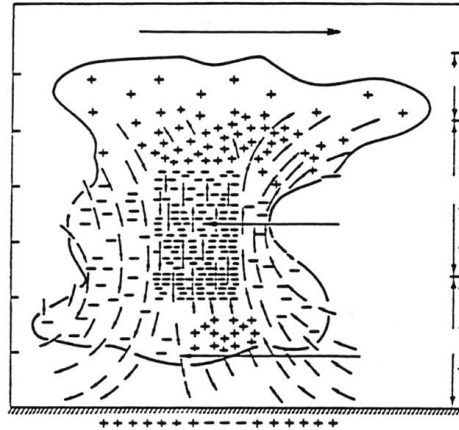
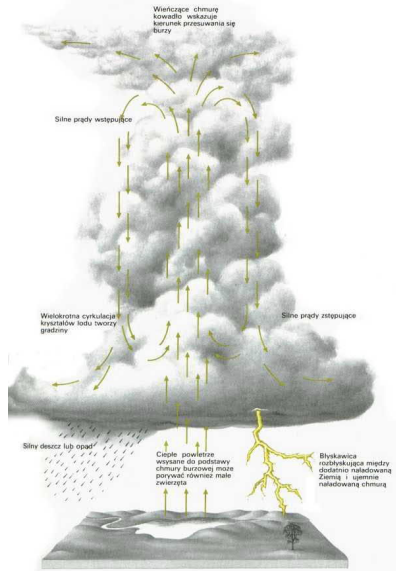
Bezpośrednie wyładowanie piorunowe w słup linii elektroenergetycznej



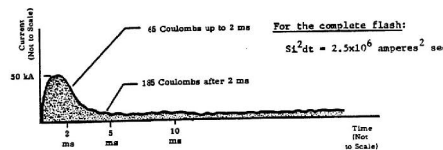
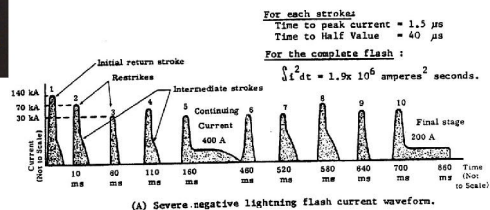
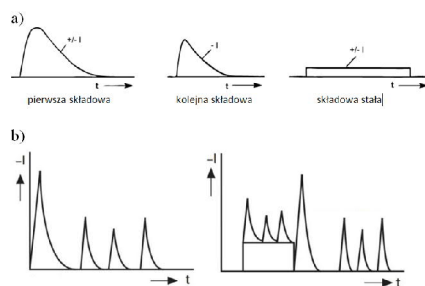


JAKUB
FORMELA

**BURZA NAD
MOŁO W
ORŁOWIE**



Wyładowanie piorunowe



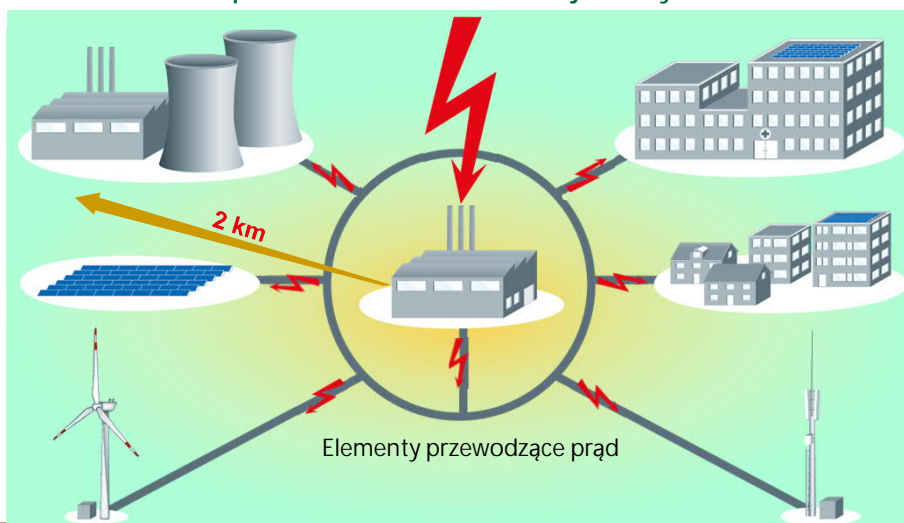
Rys.2. Normatywne (a) [2,3] i możliwe do wystąpienia (b) kształt i sekwencja występowania składowych prądów doziemnego wyładowania piorunowego [2,3,4]

Figure 2-2 Lightning flash current waveforms.

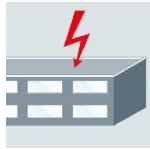
„ ... piorun nie znika ... ”



Ryzyko uszkodzeń w promieniu 2 km od miejsca wyładowania

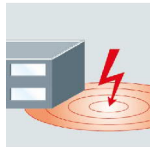
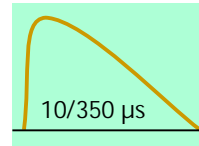


Przebiecia



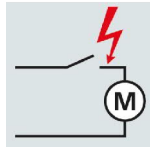
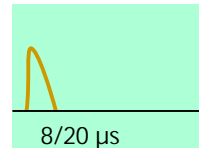
Bezpośrednie wyładowanie piorunowe (LEMP)

- Sprężenie galwaniczne
- Sprężenie indukcyjne i pojemnościowe



Pobliskie wyładowanie piorunowe

- Sprężenie galwaniczne przewodzące część prądu wyładowania
- Sprężenie indukcyjne i pojemnościowe



Przebiecia wewnętrzne (SEMP)

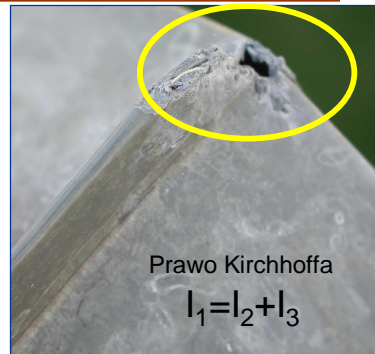
- Operacje łączeniowe
- Zwarcia
- Działanie zabezpieczeń nadmiarowo-prądowych
- Równoległe układanie kabli energetycznych i sygnałowych



Warszawa: Piorun STRZELIŁ i zatrzymał metro!

Komunikacyjny chaos i tłumy pasażerów na peronach - to efekt kolejnej awarii w stołecznym metrze. Podczas wczorajszej burzy w stację na Kabatach uderzył piorun. Pociągi z Bielan dojeżdżały tylko do Imielina. Mieszkańcy Ursynowa musieli tłoczyć się w wagonach, które na Kabaty kursowały wahadłowo.





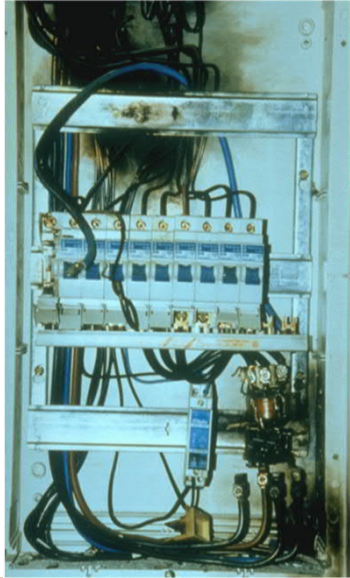
Membranowe pokrycie dachowe

Galerie i centra handlowe, obiekty przemysłowe, rozległe powierzchnie dachowe (blacha trapezowa, membrana paroprzepuszczalna, wełna mineralna, dwie warstwy membrany dachowej - podkładowa i nawierzchniowa)



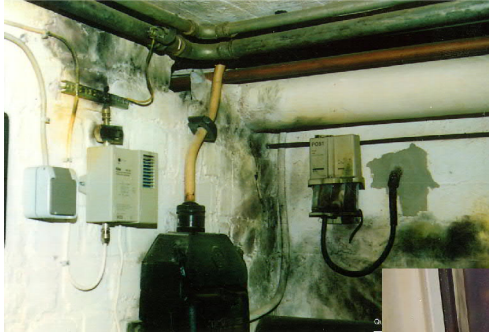


Uszkodzenia
wywołane
przez prąd
piorunowy

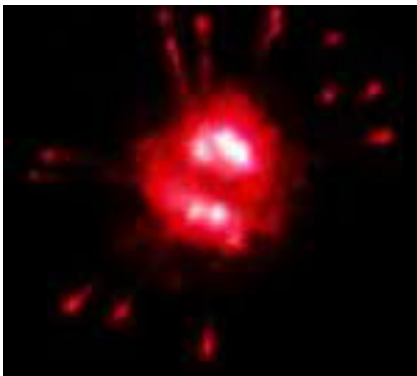
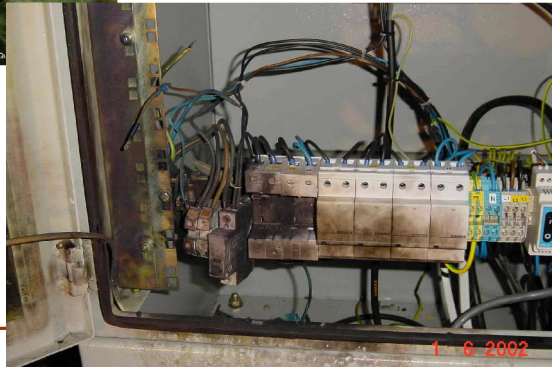


Zniszczenia w
instalacji
elektrycznej
wywołane przez
przepięcia
atmosferyczne





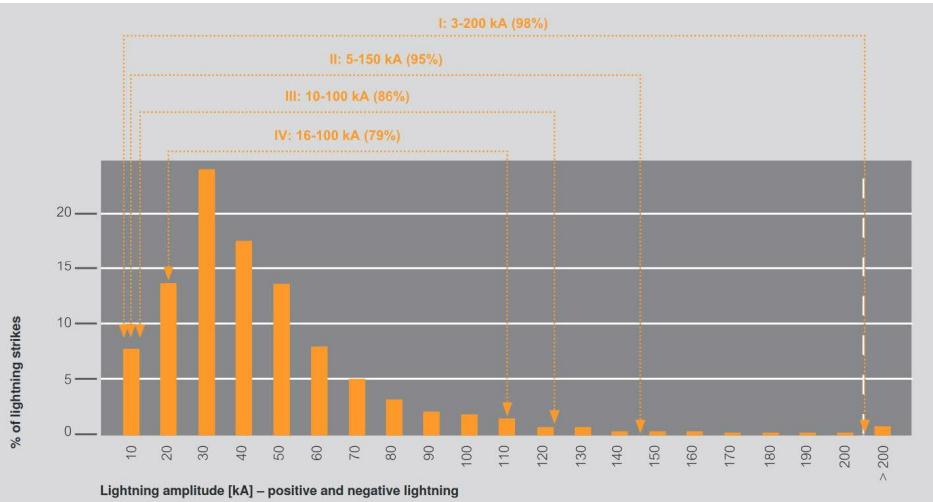
Uszkodzenia wywołane przez prąd piorunowy



Pioruny kuliste



Poziom ochrony – spodziewany prąd



Źródło: OBO

Uszkodzenia piorunowe turbin EW c.d.



Dlaczego więcej strat ?

Instalacje w dawnym budynku



dawniej

- Mały udział elektroniki
- Proste oprzewodowanie
- Wysoka odporność udarowa
- Brak odnawialnych źródeł

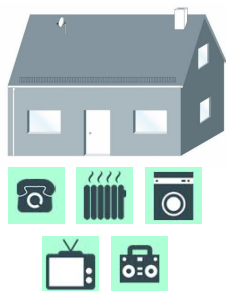
Instalacje obecnie



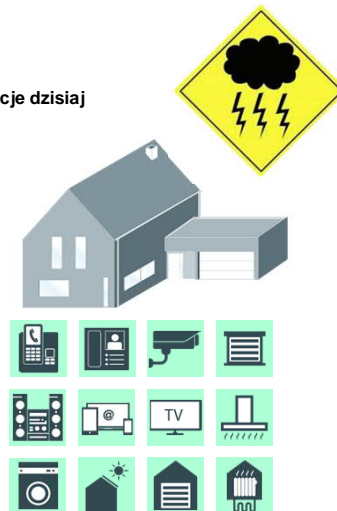
dzisiaj

- Znaczny udział wrażliwej elektroniki
- Rozległe okablowanie
- Niższa odporność udarowa
- Odnawialne źródła energii
- Samowystarczalność

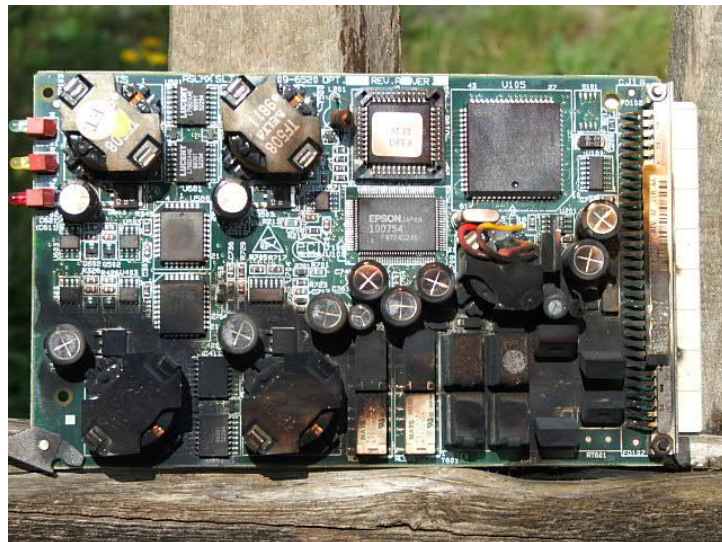
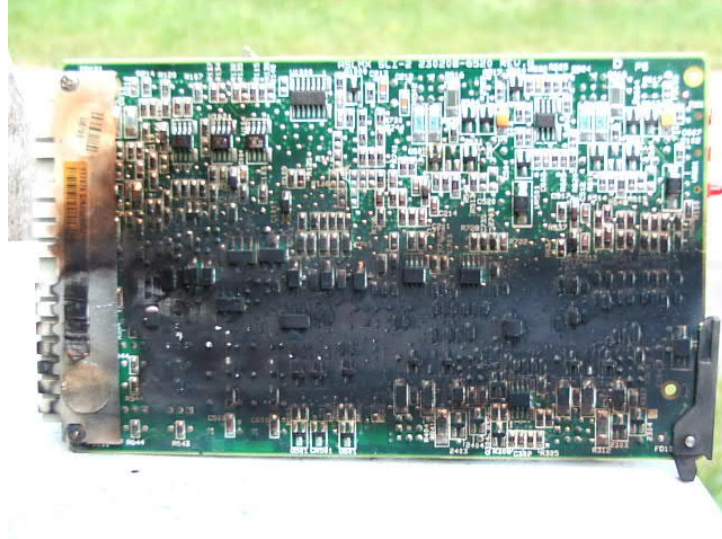
Instalacje kiedyś

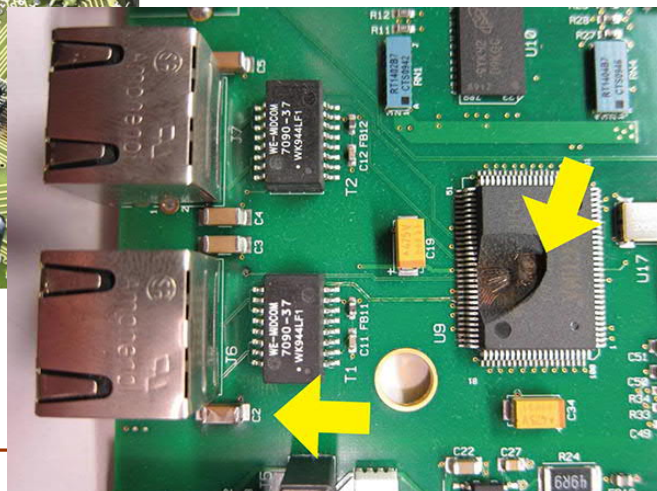
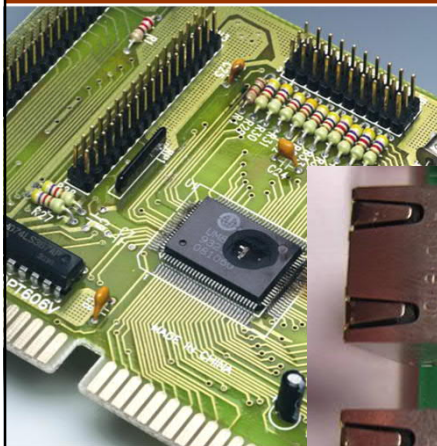
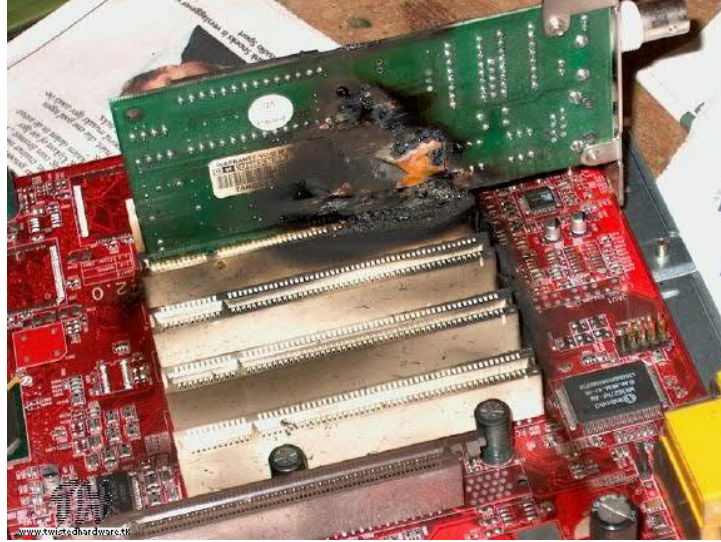


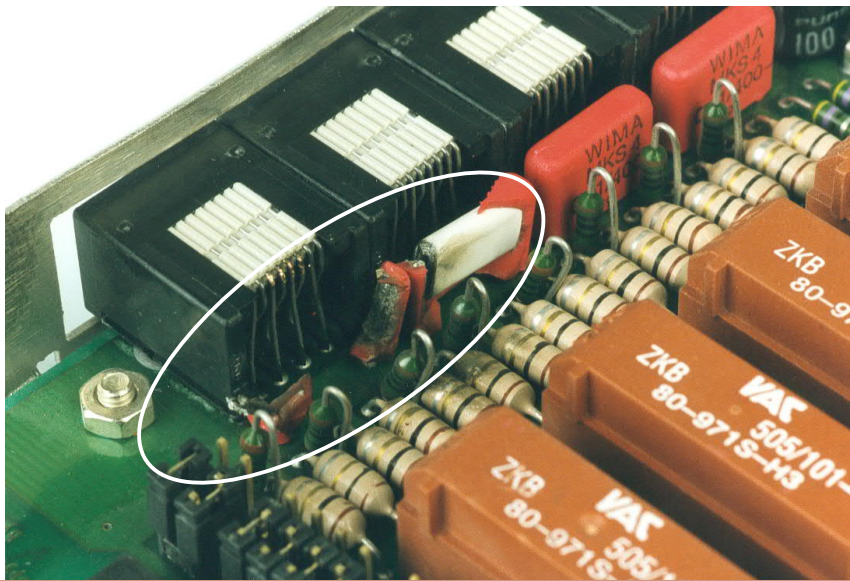
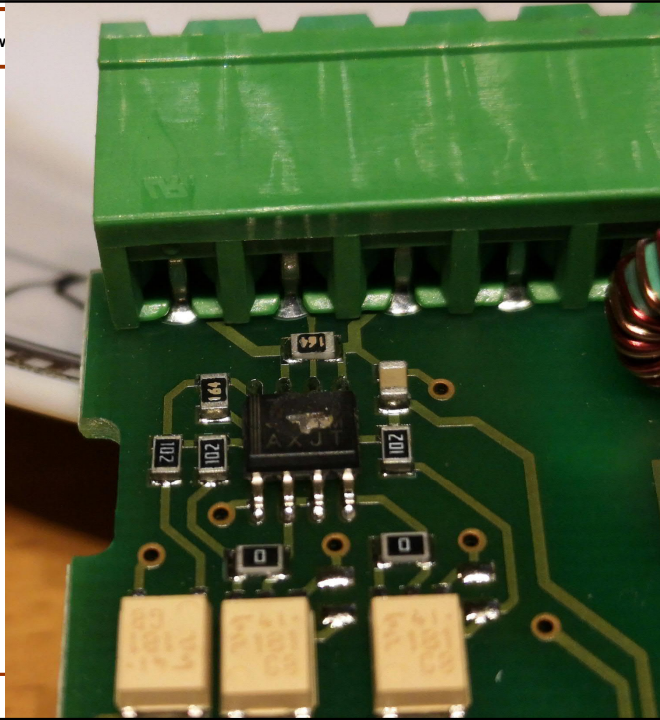
Instalacje dzisiaj

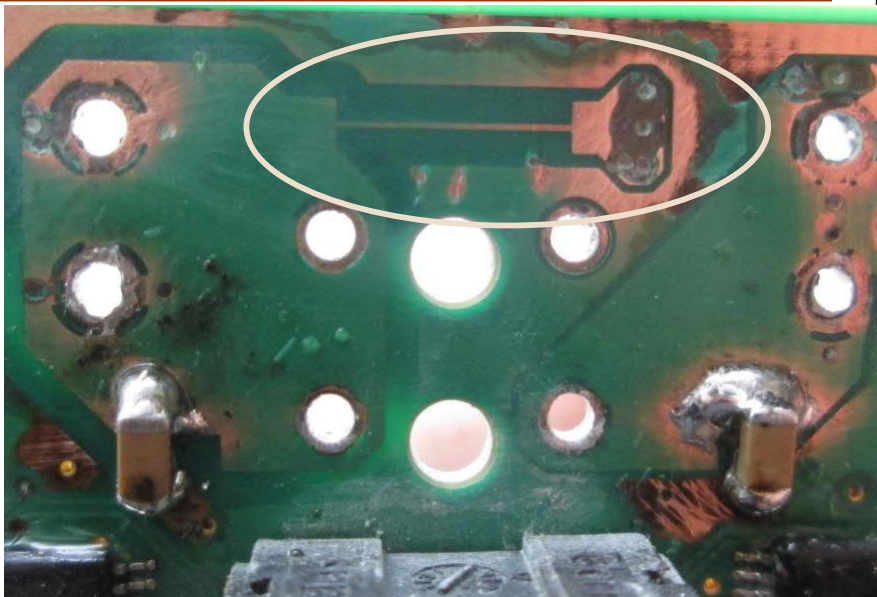
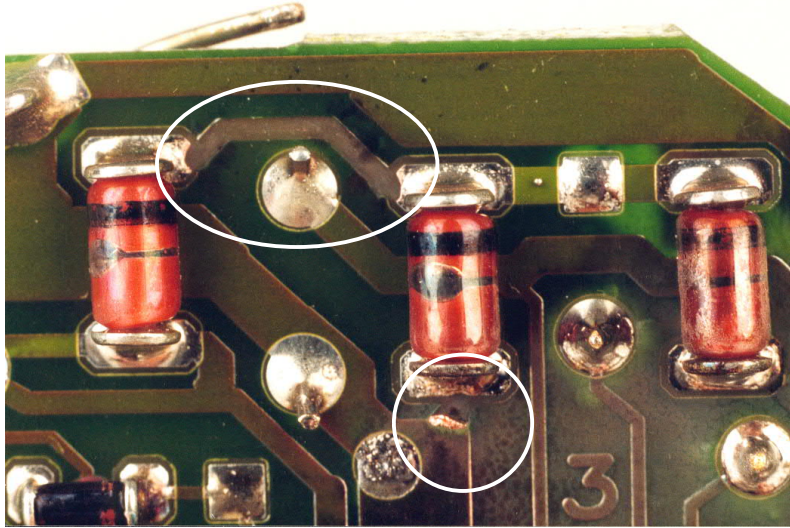


08.09.16 [20160908] / 10418_D_2









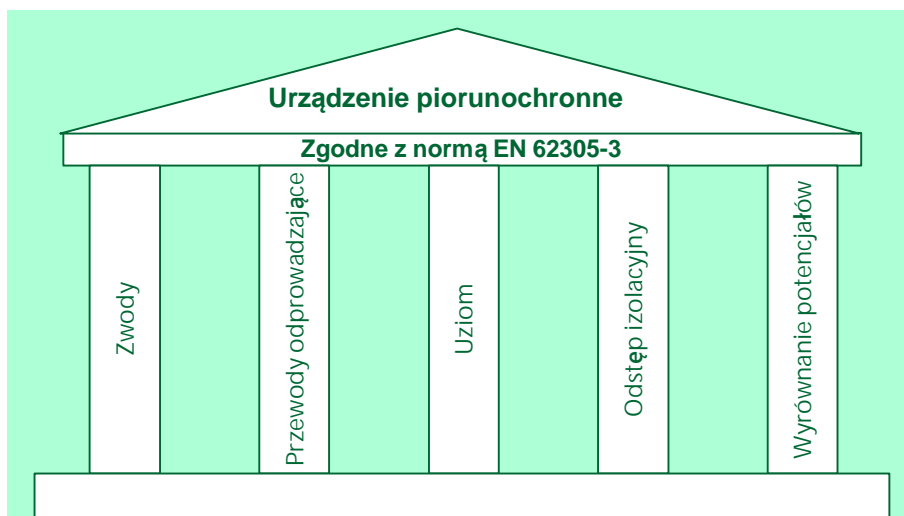
OCHRONA ODGROMOWA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

w tym

ENERGETYCZNYCH

Normy i zalecenia

Elementy składowe systemu ochrony odgromowej
(LPS – Lightning Protection System)





Art. 3. Ilekroć w ustawie jest mowa o:

1) obiekcie budowlanym - należy przez to rozumieć:

- a) budynek wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi,
- b) budowlę stanowiącą całość techniczno-użytkową wraz z instalacjami i urządzeniami,
- c) obiekt małej architektury;

2) budynku - należy przez to rozumieć taki obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiada fundamenty i dach;

.....

3) budowli - należy przez to rozumieć każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury, jak: lotniska, drogi, linie kolejowe, mosty, wiadukty, estakady, tunele, przepusty, sieci techniczne, wolno stojące maszty antenowe, wolno stojące trwale związane z gruntem urządzenia reklamowe, budowle ziemne, obronne (fortyfikacje), ochronne, hydrotechniczne, zbiorniki, wolno stojące instalacje przemysłowe lub urządzenia techniczne, oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, stacje uzdatniania wody, konstrukcje oporowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, sieci uzbrojenia terenu, budowle sportowe, cmentarze, pomniki, a także części budowlane urządzeń technicznych (kotłów, pieców przemysłowych, elektrowni wiatrowych i innych urządzeń) oraz fundamenty pod maszyny i urządzenia, jako odrębne pod względem technicznym części przedmiotów składających się na całość użytkową;

.....

Art. 5. 1. Obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając:

1) spełnienie wymagań podstawowych dotyczących:

- a) bezpieczeństwa konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) bezpieczeństwa użytkowania,

d) odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska,

e) ochrony przed hałasem i drganiem,

Stacja WN/SN/nn wraz z instalacją odgromową jest obiektem budowlanym.

Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

99



Ochrona stacji przed bezpośrednim uderzeniem pioruna

Ochrona odgromowa typowych obiektów budowlanych znajdujących się na terenie stacji powinna być wykonana zgodnie z wymaganiami norm ochrony odgromowej obiektów budowlanych.

W zakres tych norm nie wchodzi systemy przesyłu, rozdziału i wytwarzania energii elektrycznej znajdujące się poza obiektami budowlanymi.

W stacjach elektroenergetycznych, do ochrony przed bezpośrednim działaniem prądu piorunowego chronią zwody i przewody odgromowe (układy zwodów i przewodów odgromowych).

**STANDARDOWA SPECYFIKACJA
TECHNICZNA**

Numer kodowy

**PSE-ST.Ochrona od przepięć
i koordynacja izolacji / 2020**

TYTUŁ:

Zasady ochrony od przepięć i koordynacja izolacji linii i stacji elektroenergetycznych PSE S.A.

Dr inż. Jarosław Wiater

TYTUŁ:

Zasady ochrony od przepięć i koordynacja izolacji linii i stacji elektroenergetycznych PSE S.A.

OPRACOWANO:

DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH

**ZATWIERDZONO
DO STOSOWANIA**

**Stanisław
Pokora**
Elektronicznie podpisany
przez Stanisław Pokora
Data: 2021.02.12 12:00:59
+01'00'
Data i podpis

https://www.pse.pl/documents/20182/22490707/Zasady_ochrony_od_przepiec_i_koordynacja_izolacji_linii_i_stacji_elektroenergetycznych_PSE.pdf



ZASADY OCHRONY PRZED PRZEPIĘCIAMI
LINII I STACJI ELEKTROENERGETYCZNYCH WN, SN
ORAZ nn W SPÓŁKACH OSD

Etap 6

Zlecająca: PPIREE Poznań, ul. Wołyńska 22
(um. nr 31/2015 z dn. 01.10.2015 r.)

Zespół autorski:
dr inż. Marek Szadkowski
dr inż. Dominik Duda
dr inż. Mirosław Kielboń – opracowanie załączników Z1 i Z2
dr inż. Krzysztof Maźniewski – nadzór redakcyjny

V-ce Prezes Zarządu:
dr inż. Grzegorz Paszek

PPBU „TRANZEX” Sp. z o.o.
V-ce Prezes Zarządu
dr inż. Grzegorz Paszek

Współpraca i konsultacje naukowe:
prof. dr hab. inż. Zbigniew Gacek

Gliwice, 2020 r.

PPBU „TRANZEX” Sp. z o.o.
54-100 GLIWICE, ul. Daszyńskiego 56/1
tel. 80 231 26 11, fax 80 231 96 08
www.transex.pl

ZASADY OCHRONY PRZED PRZEPIĘCIAMI
LINII I STACJI ELEKTROENERGETYCZNYCH WN, SN
ORAZ nn W SPÓŁKACH OSD

Etap 6

Zlecająca: PPIREE Poznań, ul. Wołyńska 22
(um. nr 31/2015 z dn. 01.10.2015 r.)

Zespół autorski:
dr inż. Marek Szadkowski
dr inż. Dominik Duda
dr inż. Mirosław Kielboń – opracowanie załączników Z1 i Z2
dr inż. Krzysztof Maźniewski – nadzór redakcyjny

V-ce Prezes Zarządu:
dr inż. Grzegorz Paszek

PPBU „TRANZEX” Sp. z o.o.
V-ce Prezes Zarządu
dr inż. Grzegorz Paszek

http://w.ptpiree.pl/documents/opracowania/p-porazeniowka/etap_vi.pdf

**DZIENNIK USTAW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**

Warszawa, dnia 8 marca 2016 r.

Poz. 290

OBWIESZCZENIE

MARSZAŁKA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

z dnia 9 lutego 2016 r.

w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo budowlane

Art. 5. 1. Obiekt budowlany jako całość oraz jego poszczególne części, wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, **projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych**, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając: 7)

1) 8) spełnienie podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych określonych w załączniku I do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011, str. 5, z późn. zm.), dotyczących:

- a) nośności i stateczności konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) higieny, zdrowia i środowiska,
- d) bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektów,
- e) ochrony przed hałasem,
- f) oszczędności energii i izolacyjności cieplnej,
- g) zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych;

**DZIENNIK USTAW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**

Warszawa, dnia 07 czerwca 2019

Poz. 1065

OBWIESZCZENIE

MINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU¹⁾

z dnia 08 kwietnia 2019r.

w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

DZIAŁ I

Przepisy ogólne

§ 9.5 - Wykaz Polskich Norm powołanych w rozporządzeniu określa załącznik nr 1 do rozporządzenia.

DZIAŁ III

Budynki i pomieszczenia

Rozdział 1

Wymagania ogólne

§ 53. 1. Budynek, odpowiednio do potrzeb wynikających z jego przeznaczenia, powinien być wyposażony w wewnętrzną instalację elektryczną.

2. Budynek należy wyposażyć w instalację chroniącą od wyładowań atmosferycznych. Obowiązek ten odnosi się do budynków wyszczególnionych w Polskiej Normie dotyczącej ochrony odgromowej obiektów budowlanych.

Normy dotyczące ochrony odgromowej obiektów budowlanych

DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 8 grudnia 2017 r.

Poz. 2285

ROZPORZĄDZENIE

MINISTRA INFRASTRUKTURY I BUDOWNICTWA¹⁾

z dnia 14 listopada 2017 r.

zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie^{2) 3)}

Załączniki do rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. (poz. 2285)

Lp.	Miejsce powołania normy	Numer normy**)	Tytuł normy (zakres powołania)
1	2	3	4
1	§ 53 ust. 2	PN-EN 62305-1:2011	Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne
		PN-EN 62305-2:2008	Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem
44	§ 184 ust. 3	PN-EN 62305-1:2011	Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne
		PN-EN 62305-2:2008	Ochrona odgromowa – Część 2: Zarządzanie ryzykiem
		PN-EN 62305-3:2011	Ochrona odgromowa – Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
		PN-EN 62305-4:2011	Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
		PN-IEC 60364-4-443:1999	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed przepięciami – Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi

PN-EN 62305-1:2011, *Ochrona odgromowa - Część 1: Wymagania ogólne.*

PN-EN 62305-2:2012, *Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem.*

PN-EN 62305-3:2011, *Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.*

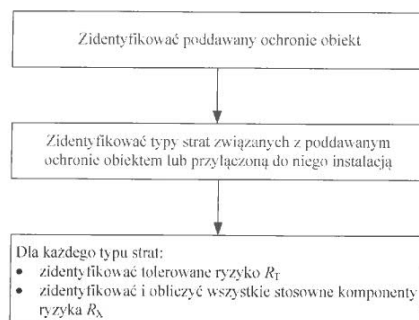
PN-EN 62305-4:2011, *Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.*

5. OCHRONA ODGROMOWA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH OSD

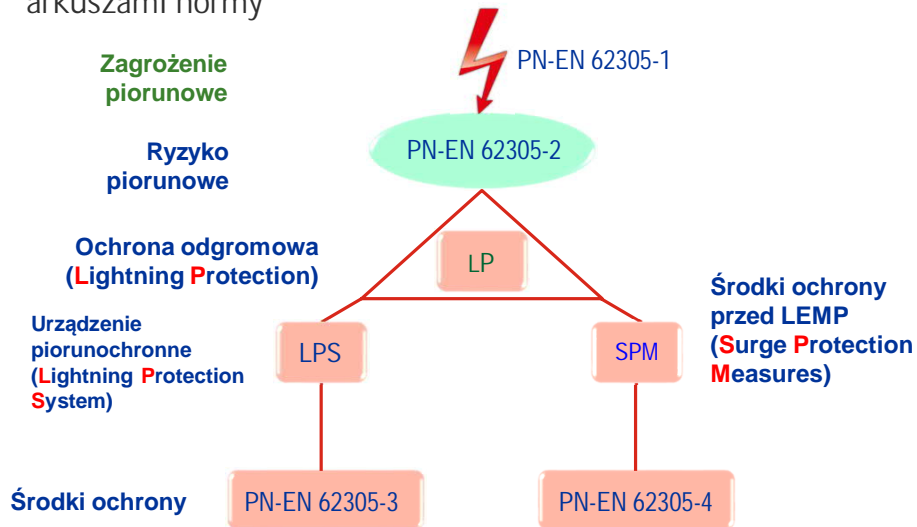
5.1. Ocena ryzyka

W5.1. Wszelkie decyzje dotyczące ochrony odgromowej obiektu budowlanego należy podejmować powołując się na zapisy zawarte w wieloczęściowej normie [N12], [N13], [N14].

W5.2. Decyzję o stosowaniu lub nie ochrony odgromowej obiektów budowlanych należy odejmować zgodnie z procedurą pokazaną na rys. 23.



Połączenie pomiędzy poszczególnymi arkuszami normy



PN EN 62305-2

Każdy typ uszkodzenia, sam lub w kombinacji z innymi, może wytwarzać różne straty pośrednie w poddawanym ochronie obiekcie. Typ straty, jaka może wystąpić, zależy od właściwości samego obiektu i jego zawartości.

Należy wziąć pod uwagę następujące typy strat :



L1: utrata życia ludzkiego;



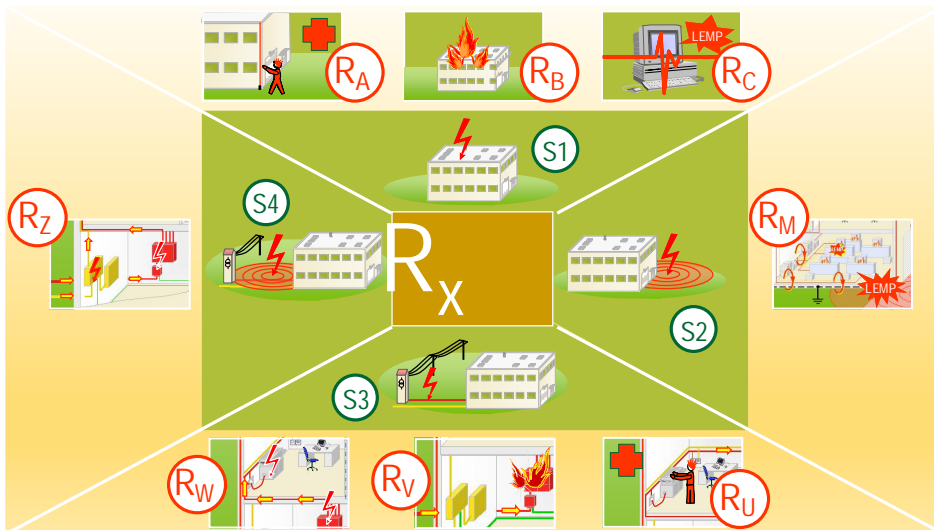
L2: utrata usługi publicznej;



L3: utrata dziedzictwa kulturowego;



L4: utrata wartości ekonomicznej (obiekту i jego zawartości, urządzenia usługowego i jego aktywności).



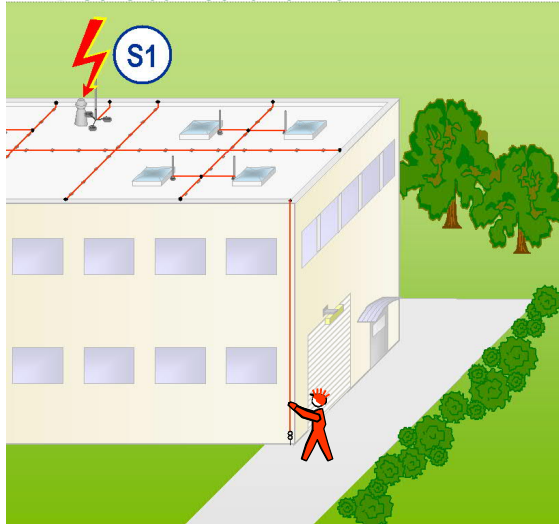
PN EN 62305-2 :2008-11

Reprezentatywne wartości tolerowanego ryzyka R , gdzie wyładowania piorunowe powodują utratę życia ludzkiego lub utratę dóbr socjalnych lub kulturowych



		R_T (1/rok)
R_1 :	Ryzyko utraty życia ludzkiego lub trwałego porażenia	10^{-5}
R_2 :	Ryzyko utraty usług publicznych	10^{-3}
R_3 :	Ryzyko utraty dziedzictwa kulturowego	10^{-3}
R_4 :	Ryzyko utraty wartości ekonomicznej	----

Komponent R_A – związany z porażeniem istot żywych
Źródło uszkodzenia - S1



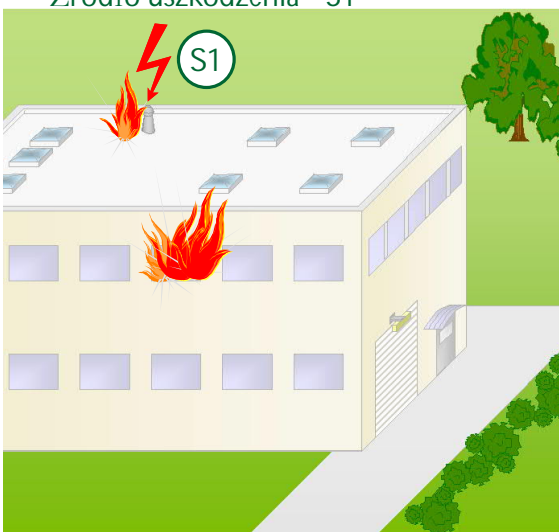
R_A = utrata życia

Porażenie istot żywych wskutek napięć krokowych lub dotykowych na zewnątrz obiektu budowlanego

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego
- L4: strata materialna (inventarz żywy)

Komponent R_B – związany z iskrzeniem lub pożarem
Źródło uszkodzenia - S1



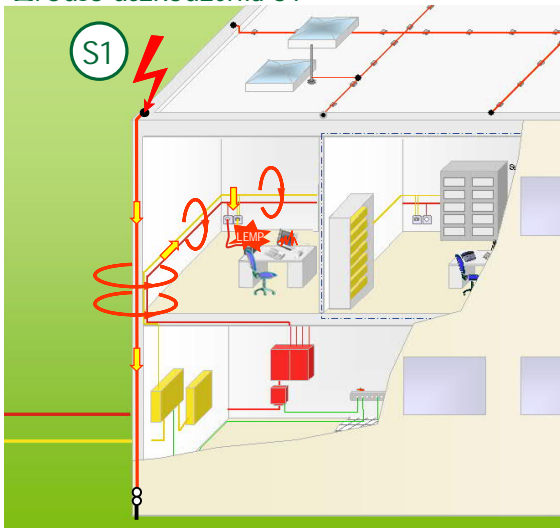
R_B = Pożar

Fizyczne uszkodzenia wskutek groźnego iskrzenia i zainicjowania pożaru lub wybuchu, mogącemu również zagrażać środowisku.

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego
- L2: utrata usługi publ.
- L3: utrata dziedzictwa
- L4: strata materialna

Komponent R_C – związany z awarią układu wewnątrz (LEMP) Źródło uszkodzenia S1



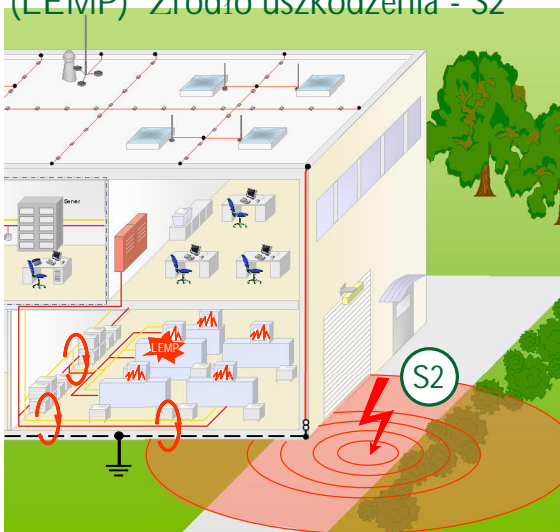
R_C = przepięcia
(LEMP)

Uszkodzenie urządzeń wewnątrz obiektu wskutek działania LEMP. Elektromagnetyczne oddziaływania prądu pioruna.

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego (obiekty ze strefami Ex-, szpitale)
- L2: utrata usługi publ.
- L4: strata materialna

Komponent R_M – związany z awarią układu wewnątrz (LEMP) Źródło uszkodzenia - S2



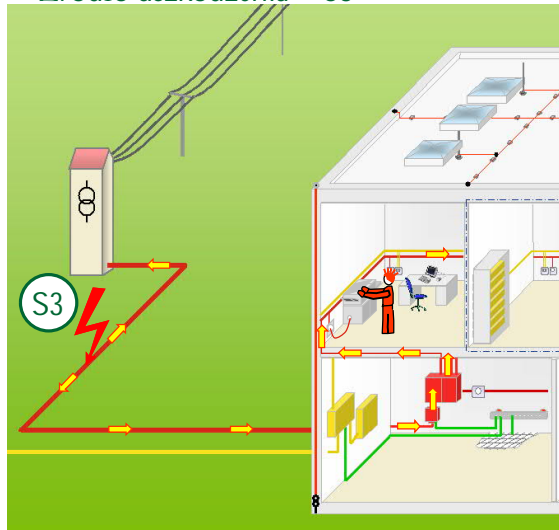
R_M = przepięcia
(LEMP)

Uszkodzenie urządzeń wewnątrz obiektu wskutek działania LEMP. Elektromagnetyczne oddziaływania prądu pioruna.

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego (obiekty ze strefami Ex-, szpitale)
- L2: utrata usługi publ.
- L4: strata materialna

Komponent R_U – związany z porażeniem istot żywych
Źródło uszkodzenia - S3



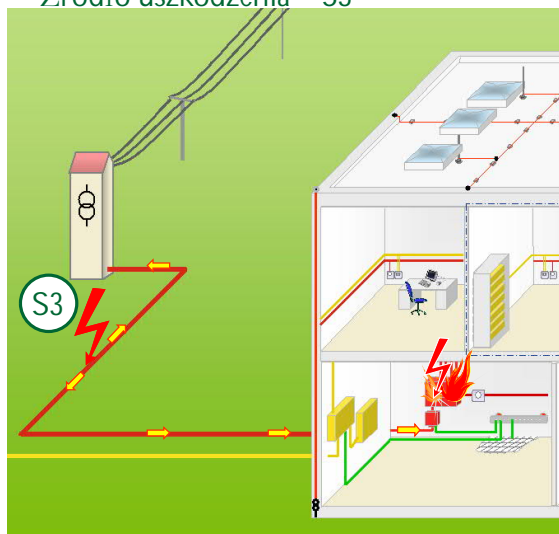
R_U = utrata życia

Porażenie istot żywych napięciami dotykowymi wewnątrz obiektu wskutek prądu pioruna wpływającego do linii wchodzącej do obiektu

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego
- L4: strata materialna (inventarz żywy)

Komponent R_V – związany z iskrzeniem lub pożarem
Źródło uszkodzenia – S3



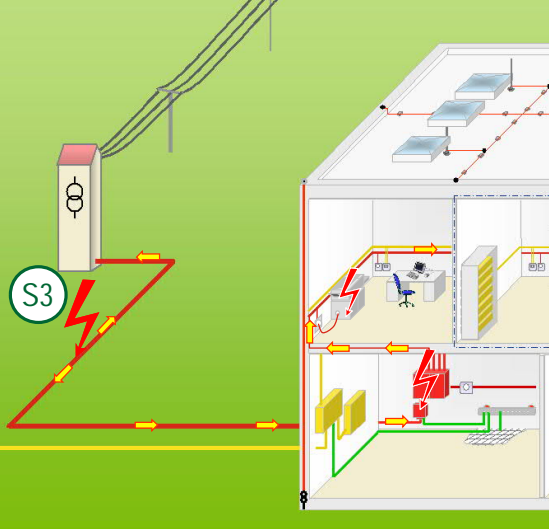
R_V = Pożar

Fizyczne uszkodzenie -pożar lub wybuch zainicjowany przez groźne iskrzenie pomiędzy wewnętrzną instalacją a częściami metalowymi - powodowane przez prąd pioruna przenoszony poprzez lub wzdłuż wchodzących urządzeń usługowych

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego
- L2: utrata usługi publ.
- L3: utrata dziedzictwa
- L4: strata materialna

Komponent R_W – związany z awarią układów wewnętrznych Źródło uszkodzenia S3



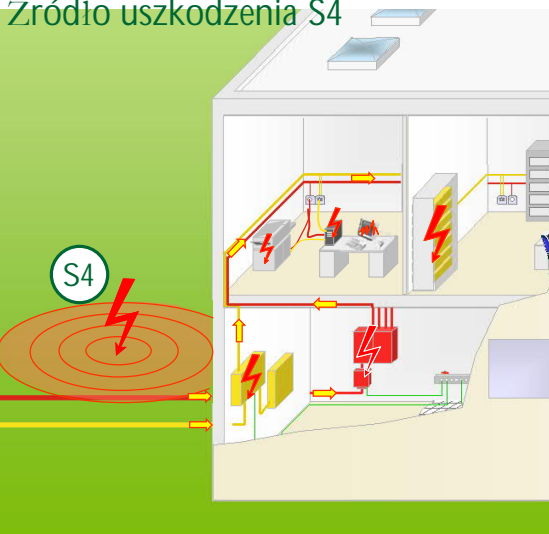
$R_W =$ przepięcia

Awaria wewnętrznych układów, wywołana przez przepięcia indukowane we wchodzących liniach i przenoszonych do obiektu.

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego (obiekty ze strefami Ex-, szpitale)
- L2: utrata usługi publ.
- L4: strata materialna

Komponent R_Z – związany z awarią układów wewnętrznych Źródło uszkodzenia S4



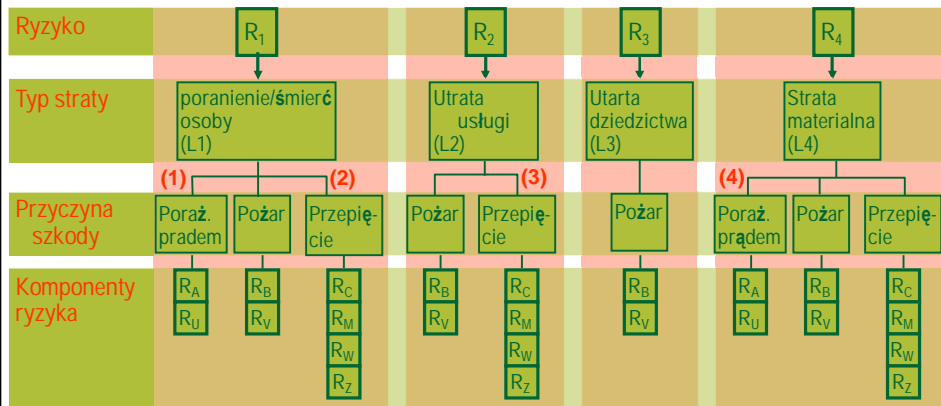
$R_Z =$ przepięcia

Awaria wewnętrznych układów, wywołana przez przepięcia indukowane we wchodzących liniach i przenoszonych do obiektu.

Możliwe typy strat:

- L1: utrata życia ludzkiego (obiekty ze strefami Ex-, szpitale)
- L2: utrata usługi publ.
- L4: strata materialna

Typy strat i komponenty ryzyka



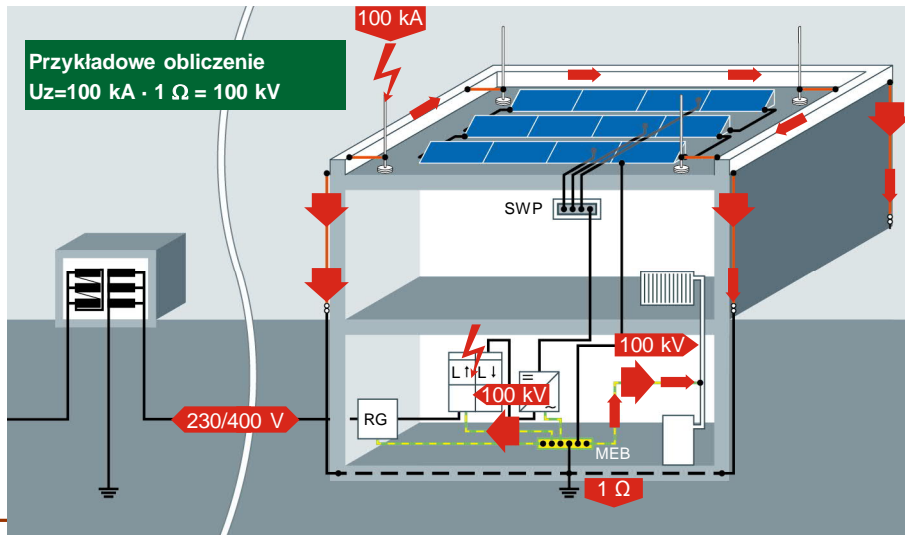
- (1) gdy napięcia dotykowe i krokowe mogą stanowić zagrożenie życia ludzkiego (np. na stadionie),
 (2) gdy przepięcia stanowią bezpośrednie zagrożenia dla życia ludzkiego (np. w szpitalu),
 (3) gdy przepięcia narażają bezpośrednio na utratę usługi (np. dla urządzeń z wrażliwymi elem. elektron.),
 (4) gdy napięcia dotykowe i krokowe mogą stanowić zagrożenie dla zwierząt (np. gospodarstwo rolne).

Lit.: PN EN 62305-2: 2008-11

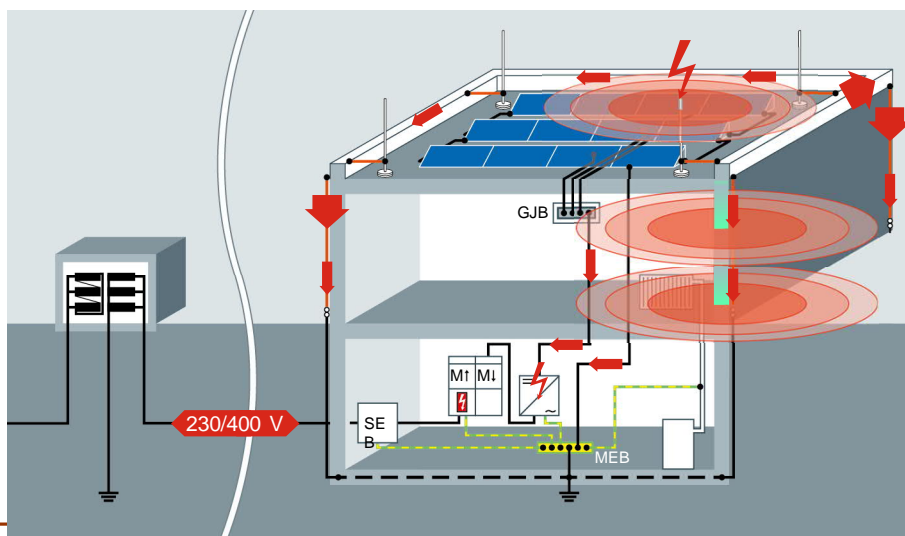
Strefowa koncepcja ochrony odgromowej

Sprężenie galwaniczne

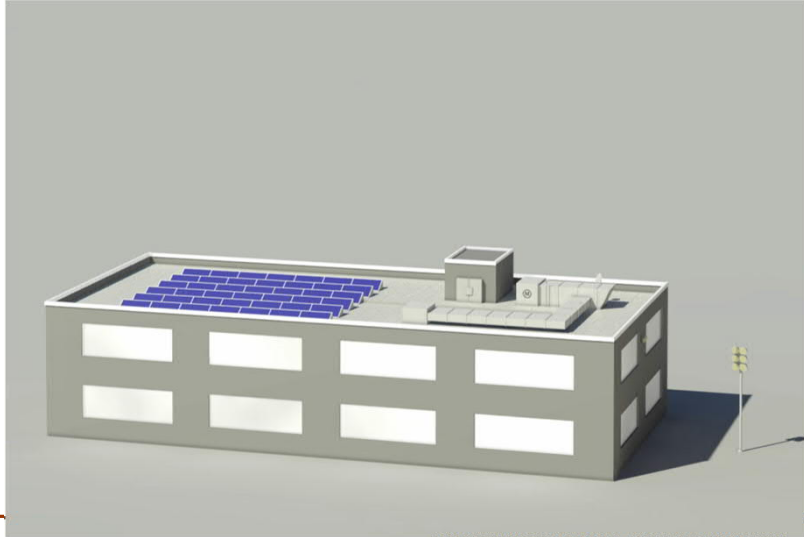
Przykładowe obliczenie
 $U_z = 100 \text{ kA} \cdot 1 \Omega = 100 \text{ kV}$



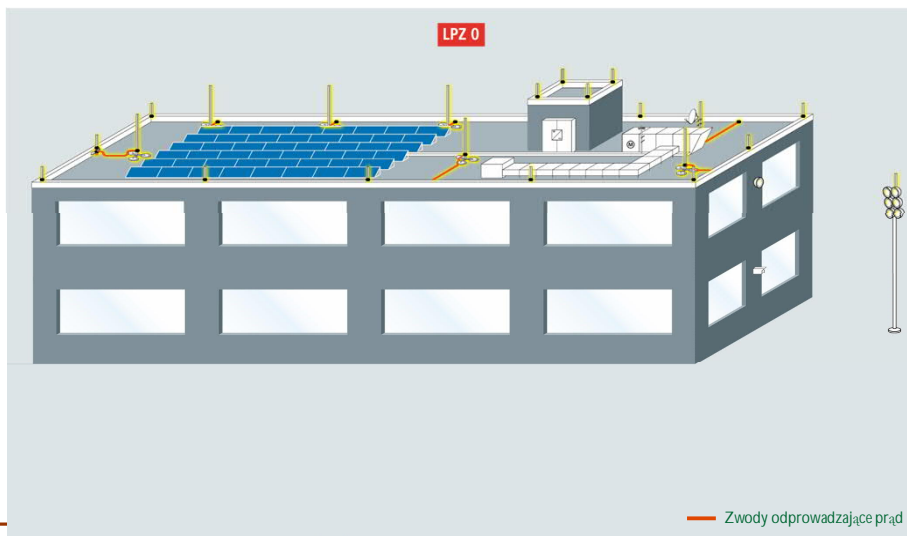
Sprężenie indukcyjne



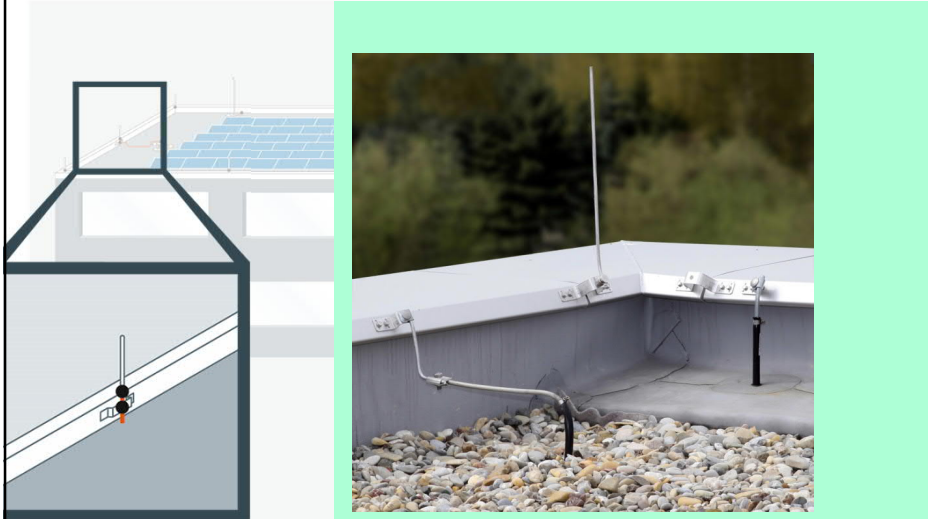
Film Strefowa koncepcja ochrony
Metoda toczącej się kuli



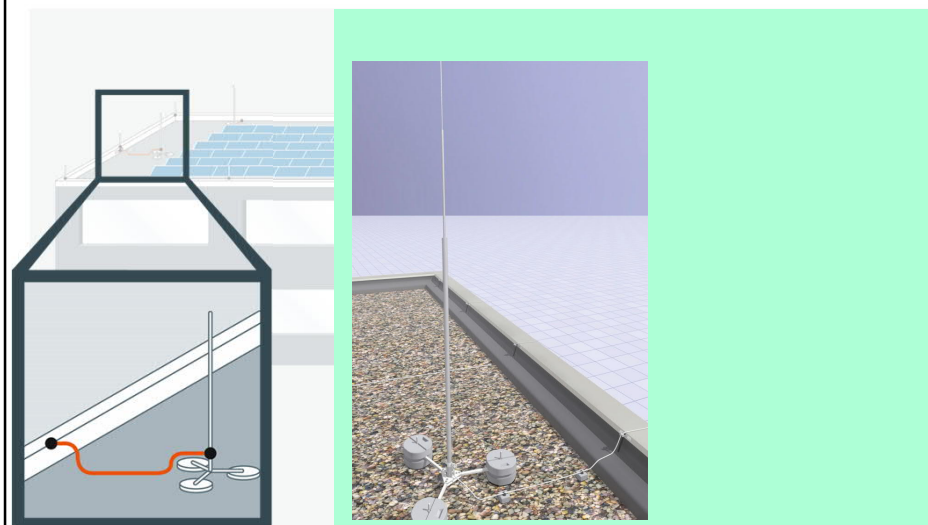
Film System ochrony odgromowej



Film **Zwody odprowadzające**



Film **Zwody odprowadzające**



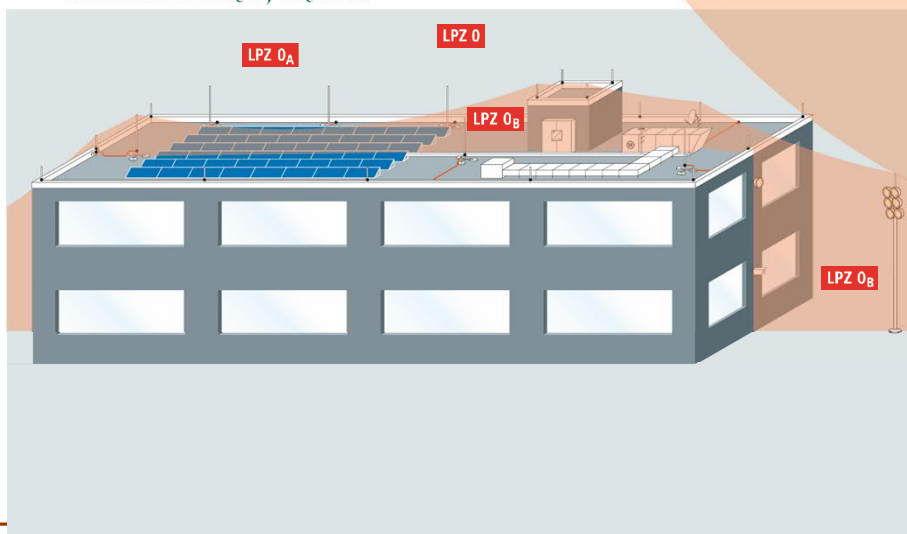
Film

Zwody odprowadzające

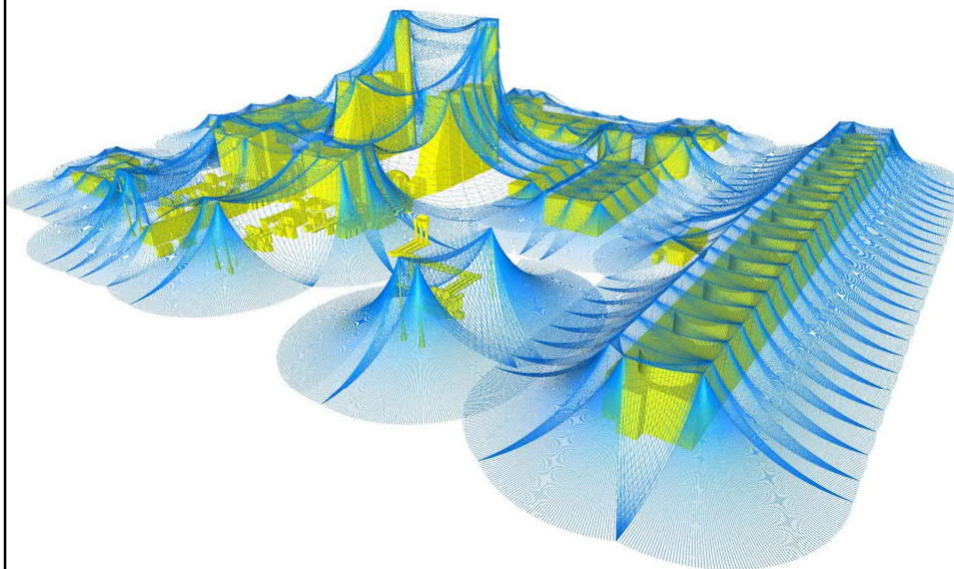


Film

Strefy ochrony odgromowej Metoda toczącej się kuli

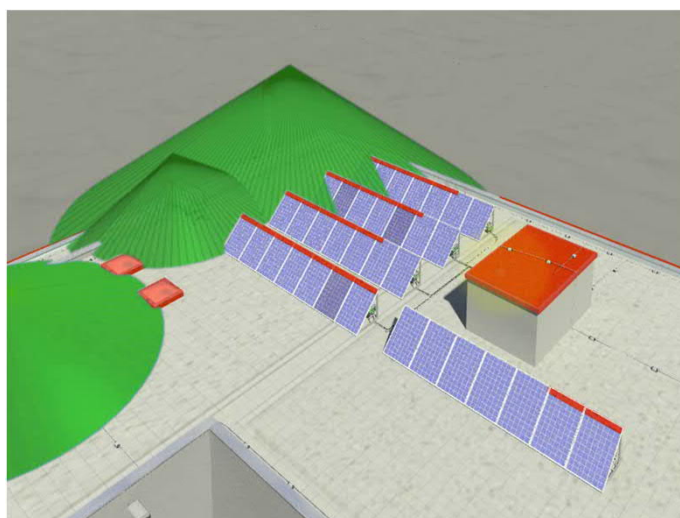


Szczegół projektowania LPS klasy II przy wykorzystaniu metody toczącej się kuli ($r = 30\text{ m}$)



Dr inż. Jarosław Wiater

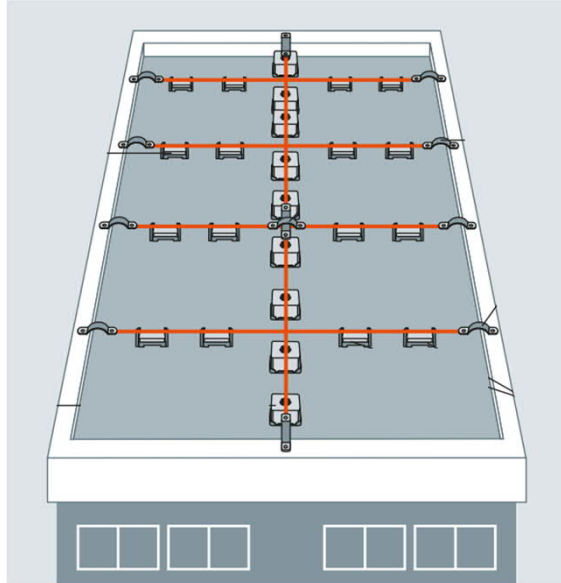
Film **Metoda kątów osłonowych**



Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

135

Metoda oczkowa



3. SIECI ELEKTROENERGETYCZNE ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

3.1. Znormalizowane poziomy izolacji i minimalne odstępów powietrzne

3.1.1. Linie z przewodami nieizolowanymi

W3.1. Linie elektroenergetyczne powinny być zaprojektowane zgodnie z normami [N1] i [N2].

Normy [N1] i [N2] dotyczą również linii napowietrznych z przewodami w osłonie oraz zespołów napowietrznych przewodów izolowanych w sieciach prądu przemiennego i napięciu znamionowym powyżej 1 kV (aż do 45 kV włącznie).

[N1] PN-EN 50341-1: 2013-03. Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV - Część 1: Wymagania ogólne - Specyfikacje wspólne

Norma w rozdziale „Układy uziemiające” odnosi się do środków ochrony przed przepięciami piorunowymi w zakresie zapobiegania przeskokom odwrotnym. Wymienia się w niej parametry od których zależy zagrożenie przepięciowe linii napowietrznych.

[N2] PN-EN 50341-2-22: 2016-04. Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV – Część 2-22: Krajowe Warunki Normatywne (NNA) dla Polski (oparte na EN 50341-1: 2012)

W normie tej, w rozdziale koordynacja izolacji sprecyzowano wartości izolacyjnych odstępów powietrznych. W normie nakazuje się konieczność stosowania przewodów odgromowych w liniach o napięciu znamionowym od 110 kV wzwyż. Dodatkowo w normie zawarto wymagane maksymalne wartości rezystancji uziemień słupów linii napowietrznych oraz wartości zewnętrznych i wewnętrznych kątów ochrony odgromowej w przypadku stosowania metody kąta ochronnego do wyznaczania stref ochronnych.

3.3. Ograniczniki przepięć

Ważną rolę w ochronie sieci średnich napięć odgrywają ograniczniki przepięć. Służą one przede wszystkim do ochrony transformatorów zasilających sieci niskiego napięcia, linii napowietrznych na wejściu do stacji, połączeń linii na słupach przewodzących z liniami na słupach nieprzewodzących oraz linii napowietrznych z liniami kablowymi oraz przęseł specjalnych. Ograniczniki przepięć stosowane są także do ochrony transformatorów zasilających sieć średniego napięcia, rozdzielni SN w stacjach transformatorowych o górnym napięciu $U_n \geq 110$ kV, nieziemionych skutecznie punktów neutralnych transformatorów (wyprowadzonych na zewnątrz kadzi).

W3.18. Nowo instalowane ograniczniki przepięć w sieciach średnich napięć powinny być wyłącznie ogranicznikami beziskiernikowymi, spełniającymi wymagania normy [N10] i dobranymi zgodnie z wymogami [N11].

W3.19. Ograniczniki przepięć powinny posiadać certyfikat zgodności z normą [N10].

[N10] PN-EN 60099-4: 2015. Ograniczniki przepięć – Część 4:

Beziskiernikowe ograniczniki przepięć z tlenków metali do sieci prądu przemiennego

Norma dotyczy beziskiernikowych ograniczników przepięć budowanych na bazie nieliniowych rezystorów z tlenków metali, przeznaczonych do ograniczania przepięć w sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego zasilanych napięciem powyżej 1 kV.

φ

12

W normie tej podano kryteria dotyczące wymagań oraz metod badań warystorów z tlenków metali. Opisano sposób identyfikacji ogranicznika, znormalizowane parametry znamionowe, ogólną procedurę badań oraz badania typu i wyrobu ograniczników.

[N11] PN-EN IEC 60099-5: 2018. Ograniczniki przepięć – Część 5:

Zalecenia wyboru i stosowania

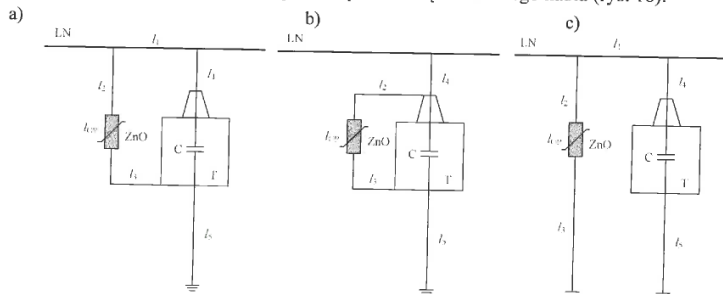
Norma zawiera informacje, wskazówki i zalecenia dotyczące zasad doboru i stosowania ograniczników przepięć, które będą eksploatowane w systemach trójfazowych z nominalnym napięciem powyżej 1 kV. Norma ma zastosowanie do beziskiernikowych ograniczników przepięć z warystorami z tlenków metali.

tryczny 154

W3.26. Połączenie ograniczników z przewodami roboczymi sieci i z zaciskami transformatorów należy wykonać przewodami o przekroju nie mniejszym niż 16 mm² (miedź), 35 mm² (aluminium) i 50 mm² (stal). Połączenia te powinny być wykonane jak najkrótszą drogą (patrz W3.24).

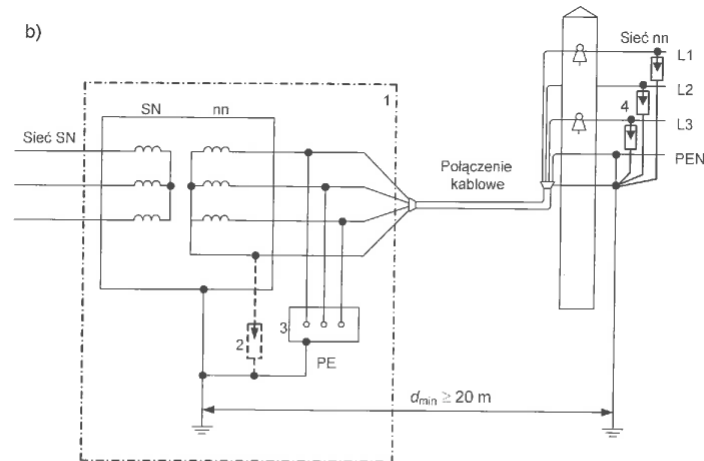
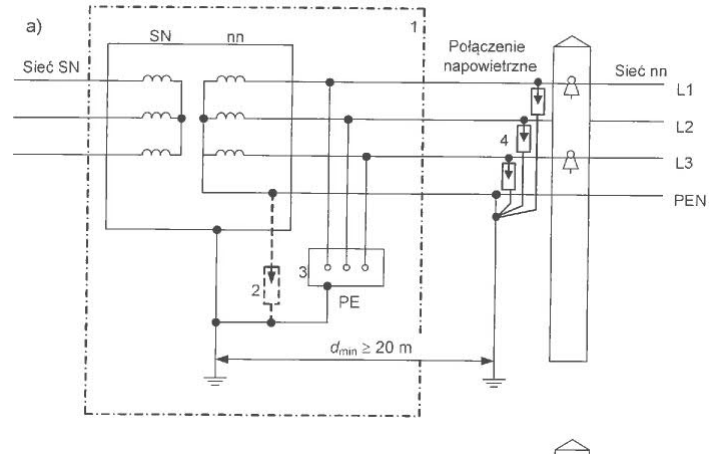
φ

W3.27. Zaciski uziomowe ograniczników przepięć powinny być połączone z uziemem jak najkrótszą drogą. Niezależnie od połączenia z uziemem zaleca się wykonać także jak najkrótszą drogą dodatkowe połączenie zacisków uziomowych ograniczników przepięć z kadzią chronionego transformatora lub z powłoką metalową chronionego kabla (rys. 18).

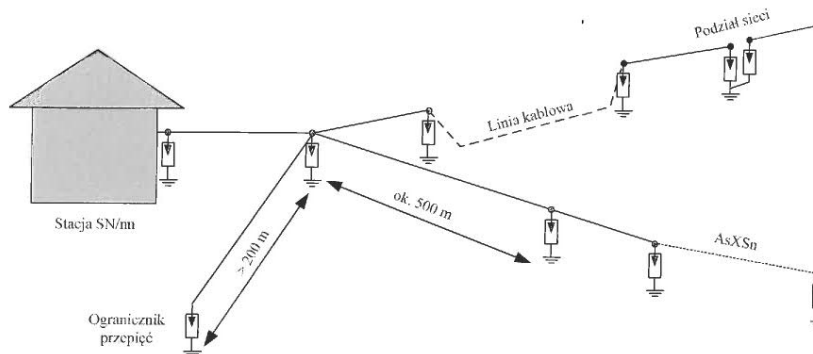


Rys. 18. Zalecany a) i b) oraz niezalecany c) sposób montażu ograniczników przepięć SN chroniących stronę SN transformatorów; $l_1 \neq l_5$ – długości przewodów łączących, l_{OP} – wysokość ogranicznika, LN – linia napowietrzna, C – wewnętrzna pojemność transformatora, T – transformator

155



Rys. 21. Wykonanie uziemienia punktu neutralnego sieci niskiego napięcia typu TN oddzielnego od uziomu stacji [18]: a) przy napowietrznym zasilaniu sieci niskiego napięcia, b) przy kablowym zasilaniu sieci niskiego napięcia:
 1 – stacja SN/nn, 2 – ogranicznik przepięć, 3 – urządzenie stacyjne nn, 4 – liniowe ograniczniki przepięć, d_{\min} – najmniejsza dopuszczalna odległość uziomu punktu neutralnego sieci nn od uziomu stacji (20 m)



Rys. 22. Zalecane rozmieszczenie ograniczników przepięć w linii elektroenergetycznej nn

W4.17. W sieciach niskiego napięcia o układzie TN-C należy instalować SPD na każdym przewodzie fazowym, i łączyć go z płaskownikiem uziemiającym (połączonym z przewodem PEN), osobnym i elastycznym przewodem uziomowym – spełniającym wymagania wytycznych W4.23. ÷ W4.27.

4.3. Urządzenia stacyjne niskiego napięcia

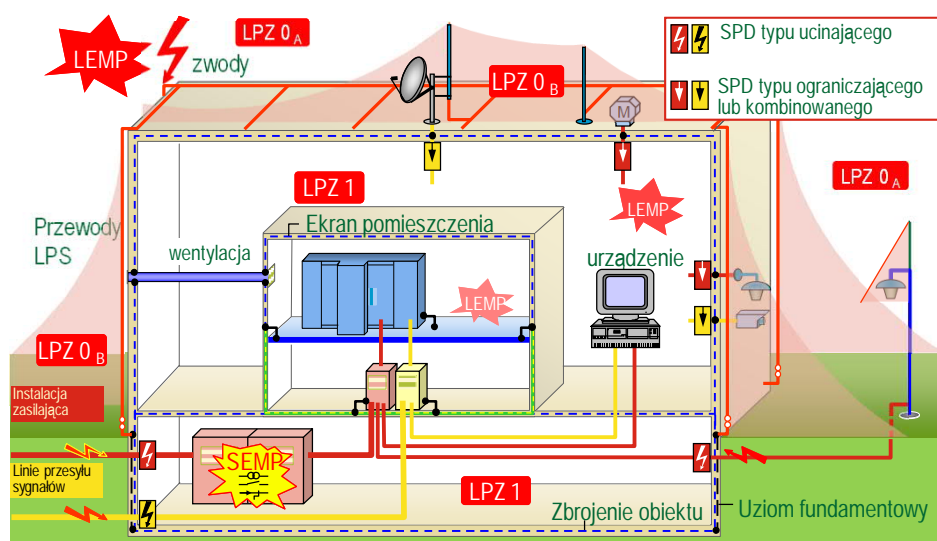
W4.11. Urządzenia stacyjne niskiego napięcia w stacjach SN/nn, połączone z liniami napowietrznymi nn bezpośrednio lub za pośrednictwem linii kablowych ułożonych w ziemi krótszych niż 150 m, należy chronić za pomocą ograniczników przepięć (SPD) [1].

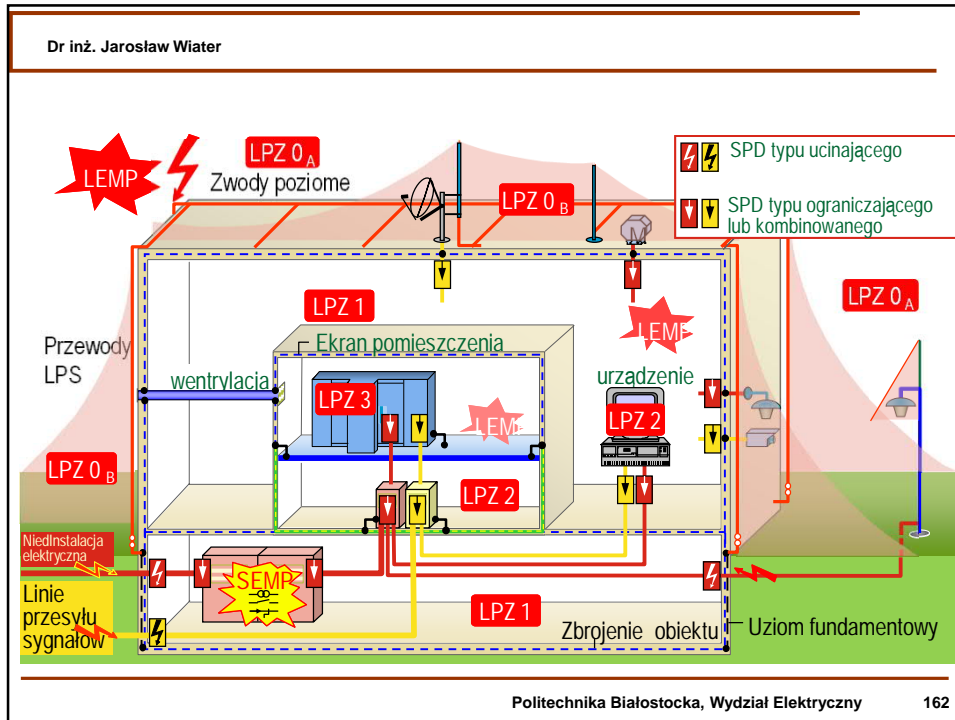
W4.12. SPD należy rozmieścić w taki sposób, aby przy uzwojeniu niskiego napięcia każdego transformatora SN/nn był zainstalowany komplet SPD. Układy izolacyjne urządzeń stacyjnych niskiego napięcia powinny być chronione we wszystkich układach ruchowych przez co najmniej jeden komplet SPD [1].

W4.13. SPD stosowane do ochrony uzwojeń niskiego napięcia transformatorów zaleca się instalować bezpośrednio przy transformatorach, pomiędzy zaciskami fazowymi uzwojeń niskiego napięcia a kadzią transformatora połączoną z uziemieniem ochronnym. Połączenia

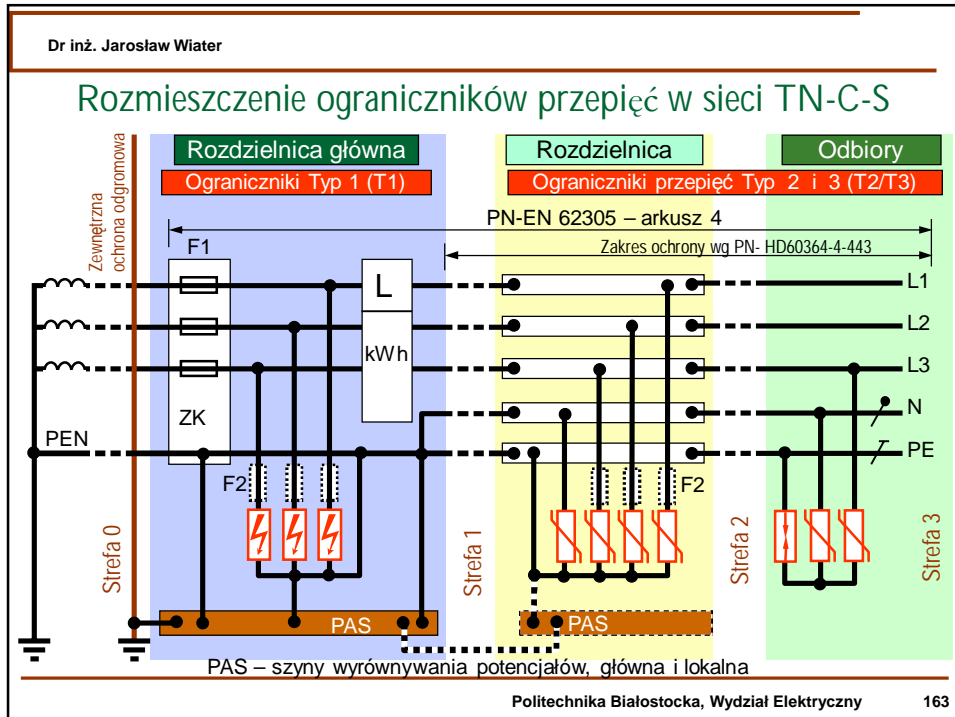
SPD z zaciskami fazowymi uzwojeń niskiego napięcia i kadzią transformatora powinny być jak najkrótsze.

W przypadku połączenia zacisków uziemiających ograniczników przepięć do płaskownika uziemiającego zacisku N transformatora (co przy wspólnych uziemieniach SN i nn jest dopuszczalne) zwiększa się długość przewodów uziemiających, przez co pogarsza się poziom ochrony przed przepięciami.

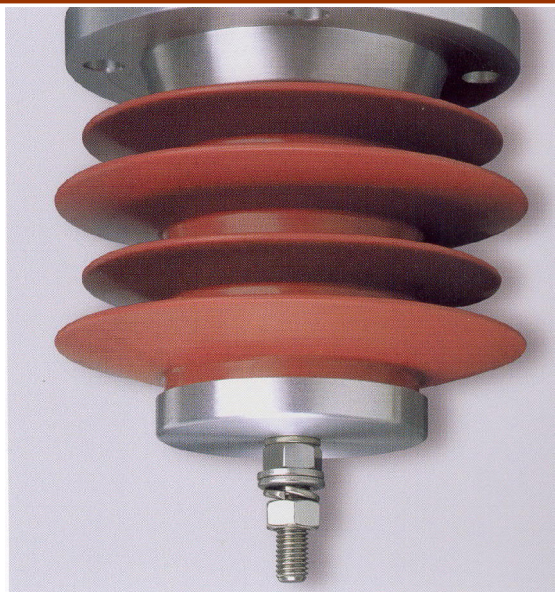
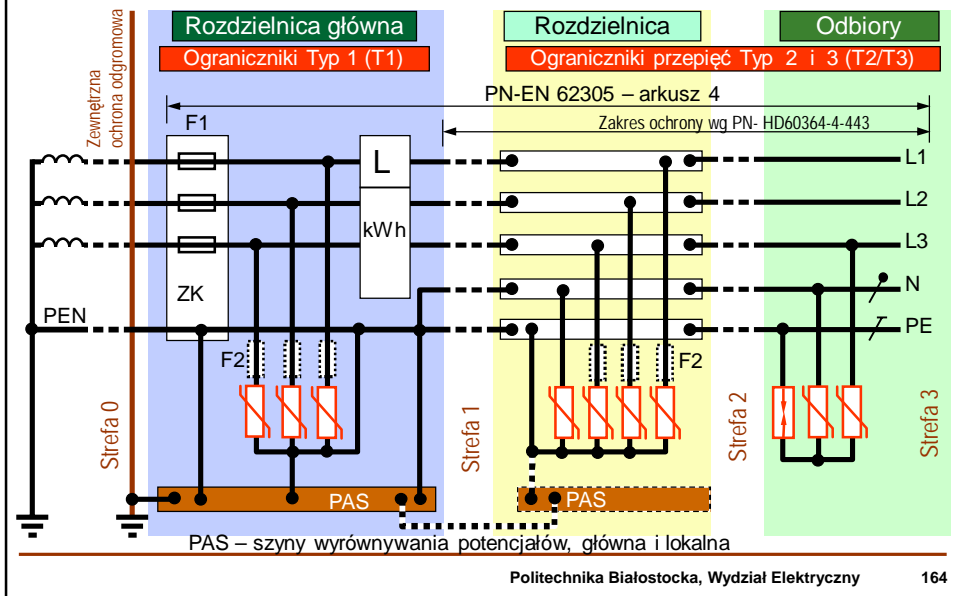


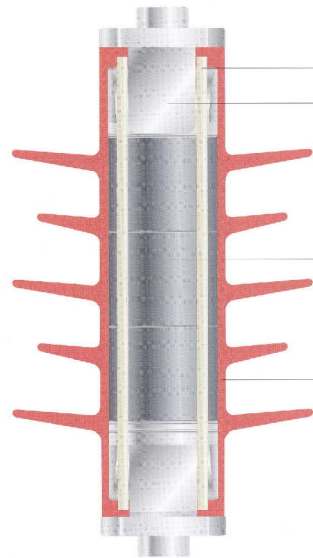
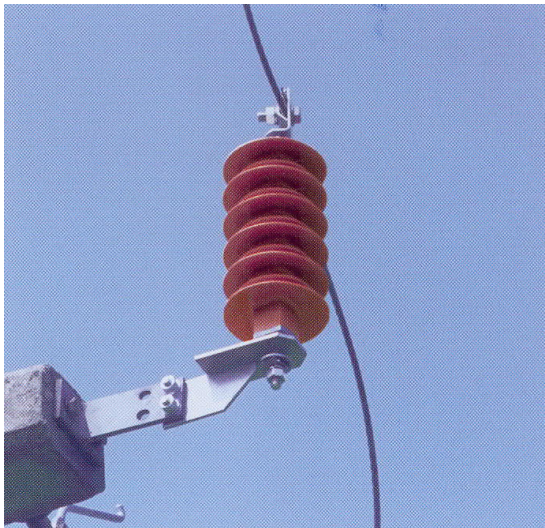
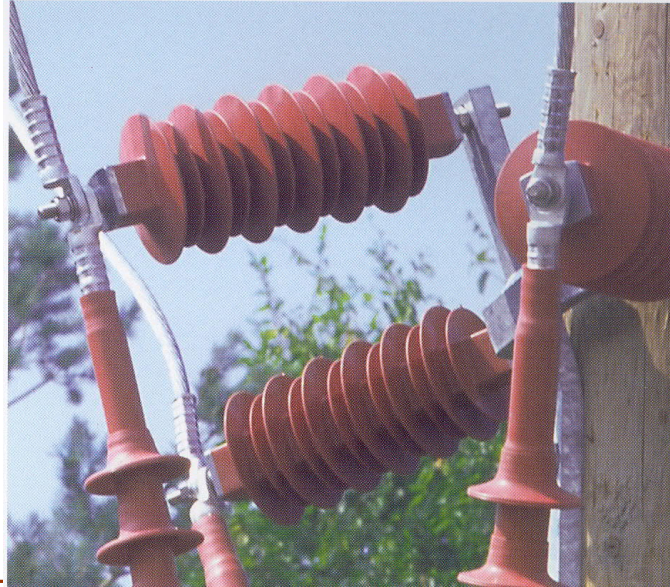


Rozmieszczenie ograniczników przepięć w sieci TN-C-S

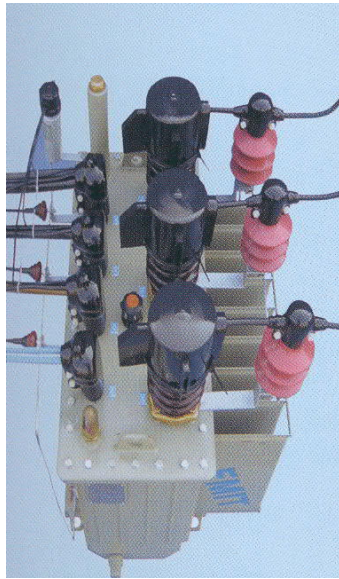
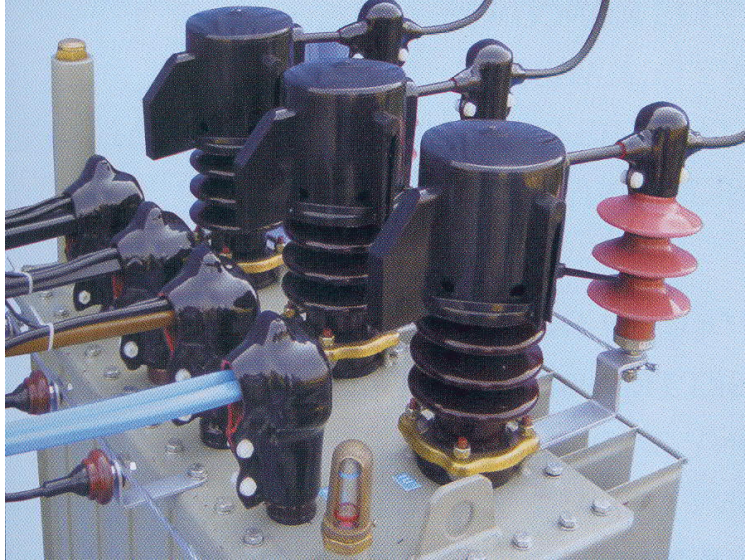


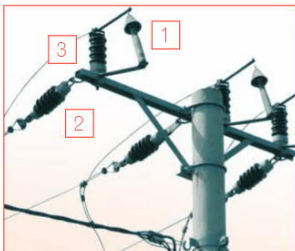
Rozmieszczenie ograniczników przepięć w sieci TN-C-S









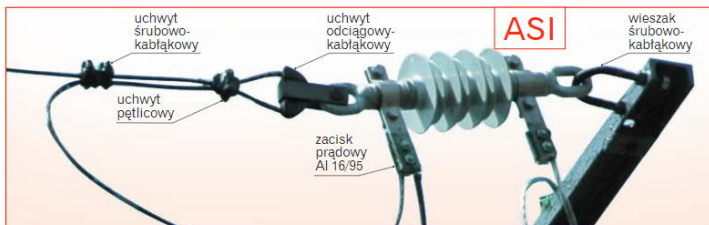


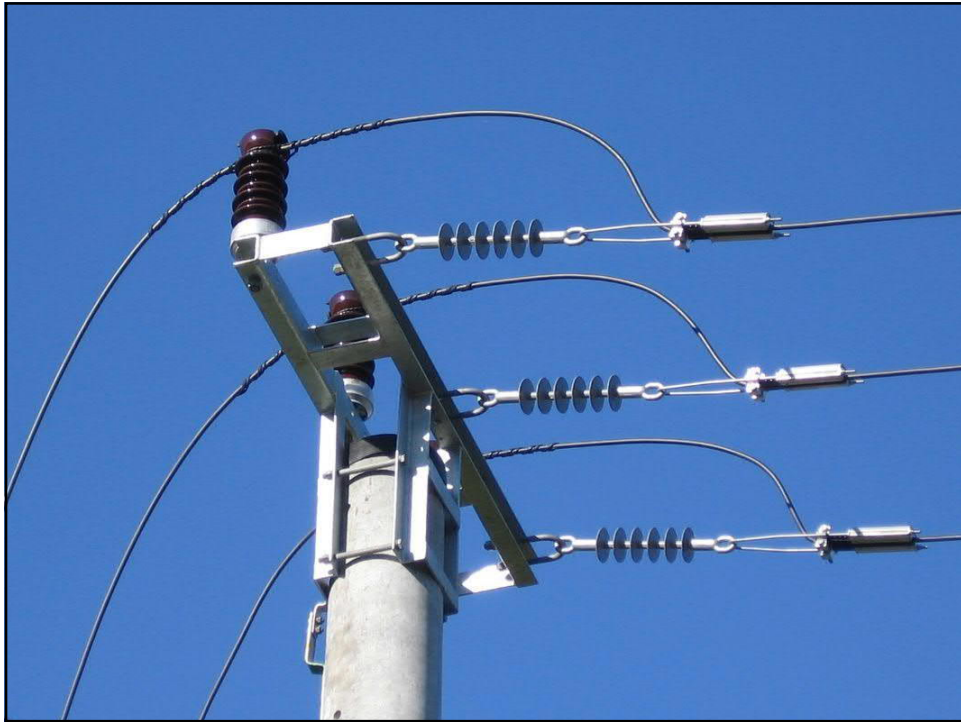
stacja transformatorowa 15/0,4 przed modernizacją



stacja transformatorowa 15/0,4 po modernizacji z zastosowaniem ograniczników ASI

PRZYKŁAD ZAMONTOWANIA



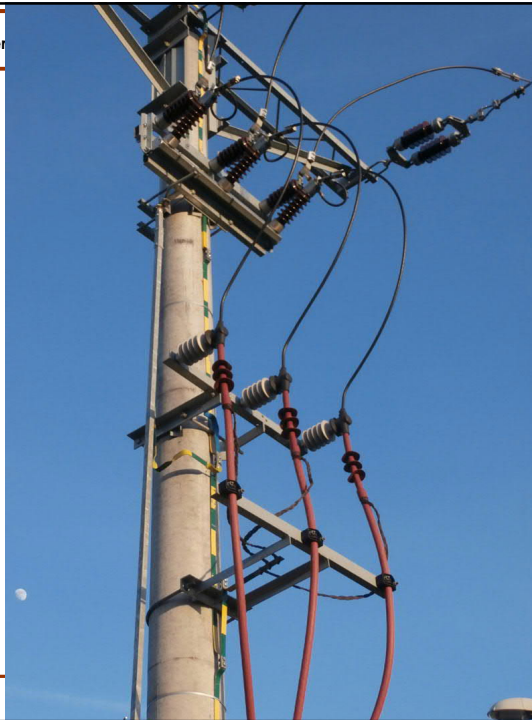


Dr inż. Jarosław Wiater



Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

175



Ograniczniki przepięć w sieciach elektroenergetycznych- montaż na słupie przy głowicach kablowych



Dr inż. J.



178

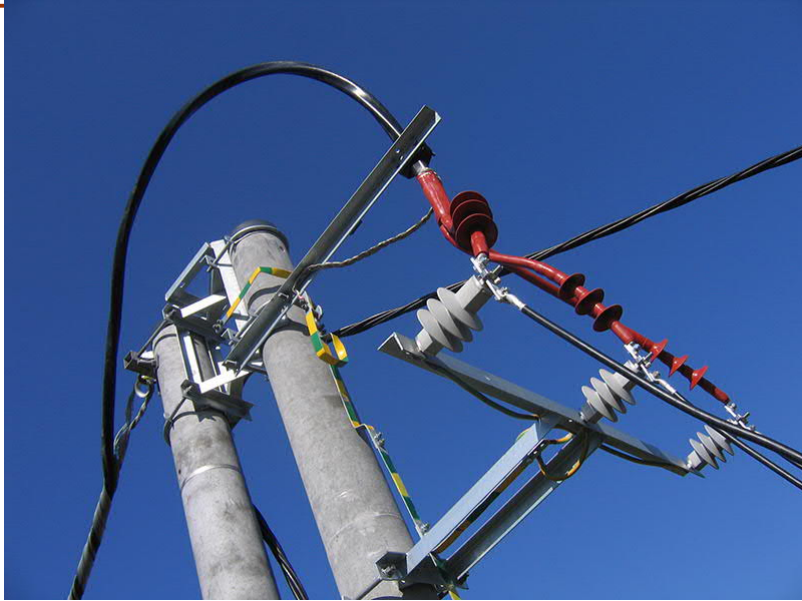
Dr inż. Jarosław Wiater



Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

179

Dr inż. Jarosław Wiater



Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny 180



Ograniczniki przepięć w sieciach elektroenergetycznych - montaż na transformatorze



182



183



Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia

Standard w sieci dystrybucyjnej
Enea Operator Sp. z o.o.



Orzeczeniem Rady Technicznej ENEA Operator
zatwierdzono do stosowania
z dniem1. CZE. 2016...

Rada Techniczna ENEA Operator Sp. z o.o.
Przewodniczący


Marek Szymankiewicz



Spis treści

1. WPROWADZENIE.....	3
2. ZAKRES OPRACOWANIA	3
3. PRZEPISY I NORMY	3
4. LINIE NAPOWIETRZNE SN.....	6
4.1. Wymagania ogólne	6
4.2. Przewody	7
4.3. Słupy	8
4.4. Fundamenty i posadowienie słupów	8
4.5. Izolacja	9
4.6. Uziemienia	10
4.7. Ochrona od przepięć, przeciwłukowa i przeciwdrganiowa	11
4.8. Osprzęt liniowy	12
4.9. Aparatura łączeniowa.....	12
4.10. Oznakowanie.....	12
5. GWARANCJE.....	13
6. DOKUMENTACJA LINII NAPOWIETRZNYCH SN	13
6.1. Dokumentacja projektowa linii napowietrznych SN	13
6.2. Dokumentacja powykonawcza linii napowietrznych SN	14
7. ZASTOSOWANIE INNYCH ROZWIĄZAŃ.....	15

4.7. Ochrona od przepięć, przeciwłukowa i przeciwdrganiowa

Ochrona linii SN od przepięć powinna spełniać wymagania stawiane [47].

Do ochrony od przepięć i przeciwłukowej należy stosować beziskiernikowe ograniczniki przepięć o znamionowym prądzie wyładowczym $8/20 \mu\text{s}$ min. 10 kA, dobrane odpowiednio do warunków elektrycznych panujących w poszczególnych typach sieci, jak i klimatycznych, ze wspornikiem oraz odłącznikiem. Ograniczniki przepięć należy mocować pod przewodami z zastosowaniem osłon na zaciskach. Do połączenia ogranicznika przepięć z przewodem PEN i uziemieniem słupa należy stosować przewód giętki miedziany o przekroju min. 25 mm^2 odrębnie dla każdego ogranicznika przepięć.

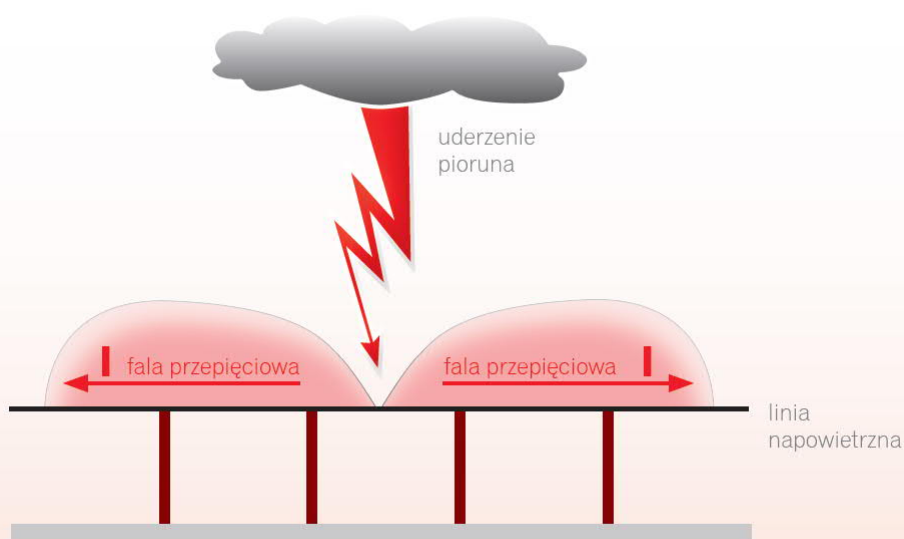
Ochronę od przepięć należy stosować:

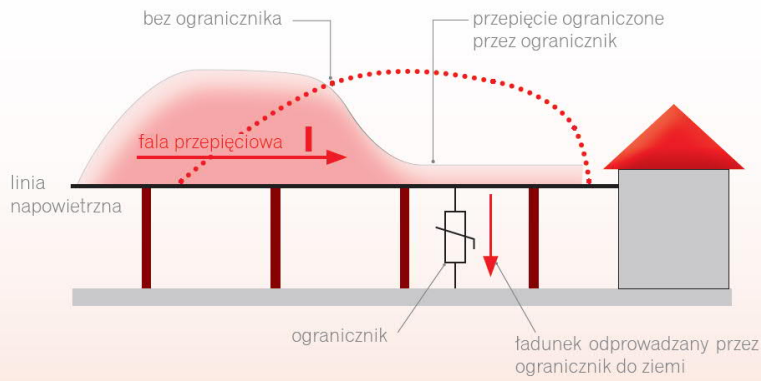
- w przypadku linii z przewodami w osłonie izolacyjnej:
 - w miejscach gdzie występuje zmiana impedancji falowej tj.: połączenie linii napowietrznej wykonanej przewodami gołymi lub pełnoizolowanymi z przewodami w osłonie izolacyjnej, na słupach z głowicami kablowymi,
 - na pierwszych słupach wykonanych z żerdzi przewodzących (stalowych lub żelbetonowych) w przypadku połączenia z linią, w której zastosowano poprzeczniki lub żerdzie nieprzewodzące,
- w przypadku linii z przewodami pełnoizolowanymi, w miejscach gdzie występuje zmiana impedancji falowej tj.: połączenie linii napowietrznej wykonanej przewodami gołymi lub w osłonie izolacyjnej z przewodami pełnoizolowanymi, przy stanowiskach z głowicami kablowymi oraz łącznikami,
- w przypadku linii dwutorowych SN stosować ochronę od przepięć dla poszczególnych torów na tym samym słupie,
- w przypadku linii dwunapięciowych stosując ochronę od przepięć na linii SN wykonać ochronę na linii nn na tym samym stanowisku słupowym.

16

Dr inż. Jarosław Wiater

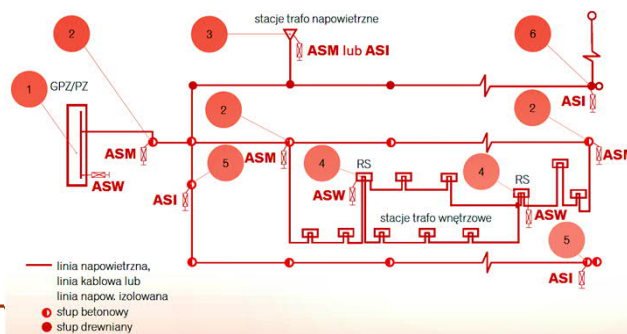
GRUPA
APATOR

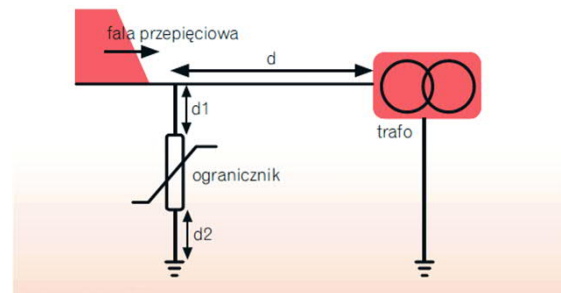




Ograniczniki w sieciach średnich napięć montuje się:

- w głównych punktach zasilania GPZ lub punktach zasilania PZ (1),
- na wszystkich zejściach kabli z linii napowietrznych (2),
- na stacjach napowietrznych SN/nn (3),
- w rozdzielniach stacyjnych i w rozbudowanych stacjach wewnętrznych (4),
- w miejscach łączenia linii gołej z izolowaną lub w niepełnej izolacji (5),
- w rozległych liniach gołych na słupach drewnianych (6),
- w miejscach pomiaru energii elektrycznej na słupach linii napowietrznej,
- w przęsłach specjalnych.





Odległość d ma wpływ na zwiększenie wartości przepięcia na transformatorze w stosunku do piorunowego poziomu ochrony ogranicznika U_0 na skutek przebiegów falowych na tym odcinku. Im większa stromość nadchodzącej z linii fali przepięciowej i dłuższy odcinek d tym wzrost napięcia większy.

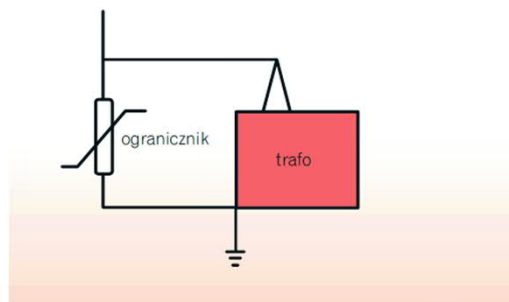
Na przewodach $d1$ i $d2$ powstają spadki napięcia wywołane przepływem prądu wyładowczego przez ogranicznik. Spadki te dodają się do poziomu ochrony U_0 ogranicznika co ma wpływ na zwiększenie wartości przepięcia na transformatorze. Istnieją różne metody obliczania dopuszczalnych odległości d zapewniających nieprzekroczenie wymaganego poziomu ochrony transformatora.

zaleca się więc aby dopuszczalna odległość między transformatorem a ogranicznikiem nie przekraczała następujących wartości:

- w przypadku słupa drewnianego z nie uziemioną poprzeczką $d \leq 2,0$ m
- w przypadku słupa drewnianego z uziemioną poprzeczką $d \leq 3,5$ m
- w przypadku słupa betonowego $d \leq 3,5$ m

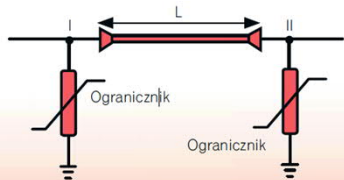
Odległości $d1$ i $d2$ powinny być w miarę technicznych możliwości jak najkrótsze.

Najwłaściwszym sposobem ochrony transformatora jest zainstalowanie ograniczników bezpośrednio na transformatorze, tak jak pokazano na rys. 16.

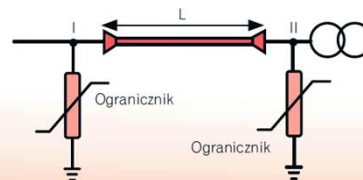


Rys. 16 Optymalna lokalizacja ogranicznika

OCHRONA ODCINKÓW KABLI POŁĄCZONYCH Z LINIĄ NAWIETRZNĄ



Rys. 17 Ochrona kabla włączonego w linię

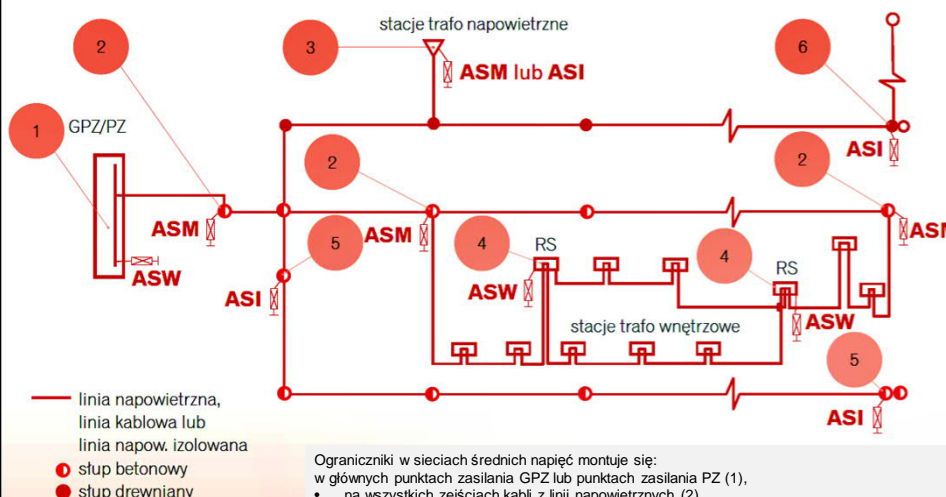


Rys. 18 Ochrona odcinka kabla stanowiącego napowietrzną podejście do transformatora

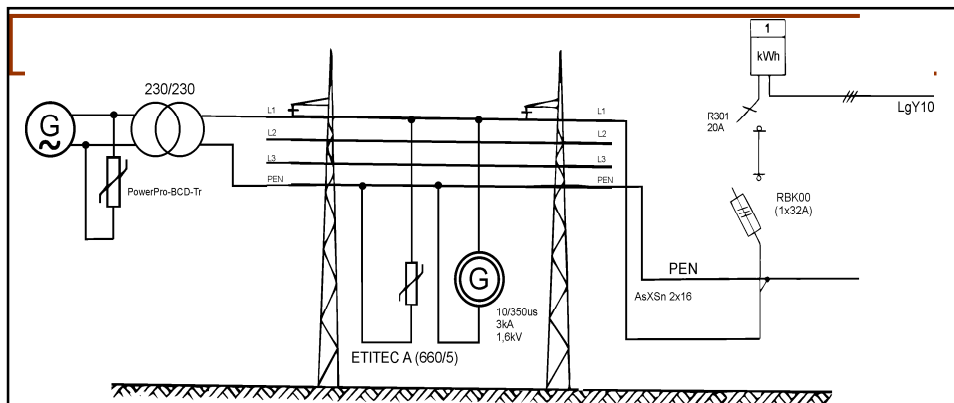
W przypadku gdy długość L odcinka kabla jest mniejsza niż 5 m wystarczy instalowanie ograniczników na jednym końcu kabla.

Gdy wstawka kablowa stanowi zakończenie linii np. dojsie do transformatora dla $L \geq 5$ m (rys. 18) ograniczniki należy instalować w punktach I i II, a dla krótkiego odcinka kabla ogranicznik w punkcie II stanowi wystarczającą ochronę zarówno dla transformatora jak i kabla.

MONTAŻ OGRANICZNIKÓW PRZEPIĘĆ W SIECIACH ŚREDNICH NAPIĘĆ



- Ograniczniki w sieciach średnich napięć montuje się:
- w głównych punktach zasilania GPZ lub punktach zasilania PZ (1),
 - na wszystkich zejściach kabli z linii napowietrznych (2),
 - na stacjach napowietrznych SN/nn (3),
 - w rozdzielniach stacyjnych i w rozbudowanych stacjach wewnętrznych (4),
 - w miejscach łączenia linii gołej z izolowaną lub w niepełnej izolacji (5),
 - w rozległych liniach gołych na słupach drewnianych (6),
 - w miejscach pomiaru energii elektrycznej na słupach linii napowietrznej,
 - w przęsłach specjalnych.



Rys. 1. Stanowisko pomiarowe do badania skutków przepływu prądu udarowego przez liniowej ograniczniki przepięć.

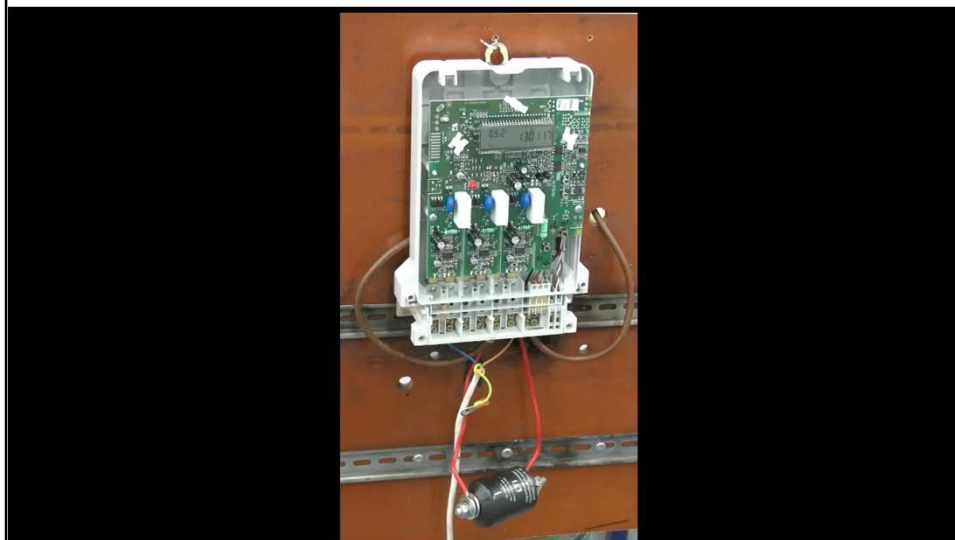
Zbudowano stanowisko pomiarowe składające się z:

- linii napowietrznej niskiego napięcia o długości 8 metrów (4xAL 50 mm²),
- izolowanego od ziemi źródła zasilania 1-f 230V podłączonego za pośrednictwem transformatora separującego do linii napowietrznej, zabezpieczonego od przepięć ogranicznikiem PowerPro-BCD-Tr,
- generatora prądów udarowych o kształcie 10/350 μ s
- przyłącza kablowego w obudowie OPS 26 + OPS 24,
- 1-fazowego elektronicznego licznika energii elektrycznej,
- liniowego ogranicznika przepięć ETITEC A (660/5).



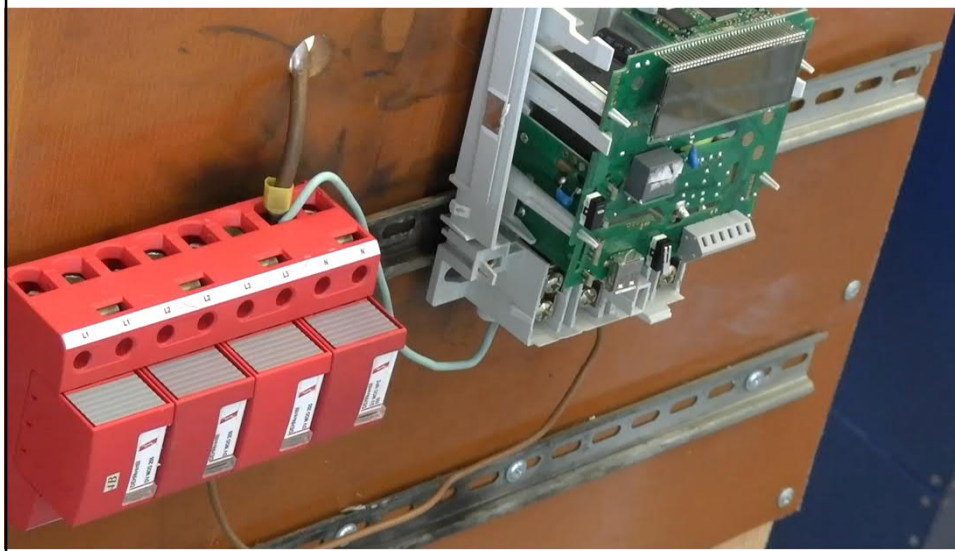
- spełniony jest jeden z trzech następujących warunków: PN-EN 62305-4:2012
- 1) $U_{P/F} \leq U_w$: gdy długość obwodu między SPD i urządzeniem jest pomijalna (typowy przypadek SPD zainstalowanego przy zaciskach urządzenia);

Dr inż. Jarosław Wiater

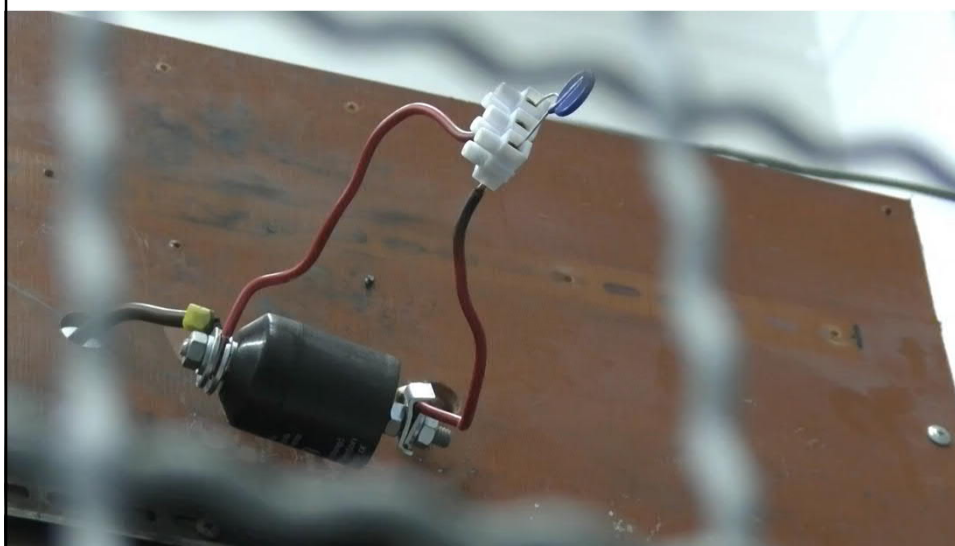


Różnica wynikająca z budowy SPD

skoordynowany energetycznie z urządzeniem końcowym



Dr inż. Jarosław Wiater



Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

199



POLSKI KOMITET OCHRONY ODGROMOWEJ



Dlaczego koniecznie trzeba chronić systemy fotowoltaiczne od przebieć

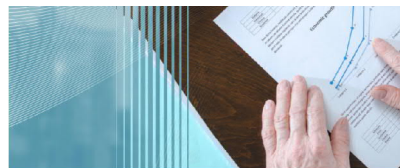
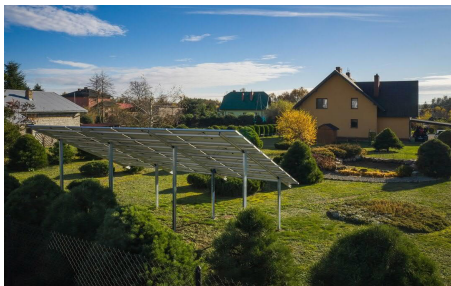
*Ochrona odgromowa i przepięciowa
systemów fotowoltaicznych*

Jarosław Wiater
Laboratorium Techniki Wysokich Napięć
Politechnika Białostocka
Polski Komitet Ochrony Odgromowej

Dr inż. Jarosław Wiater



Prąd za darmo – rozpocznij produkcję własnej energii



Kredyt na fotowoltaikę

Ceny i produkcja prądu w Polsce – jaki jest trend?

Polska energetyka jest oparta w ogromnej mierze na paliwach kopalnych (węgiel), a jedynie w niewielkim udziale na źródłach odnawialnych. Według dostępnych danych we wrześniu 2020 r. zaledwie 13% energii elektrycznej wytworzonej w naszym kraju pochodziło z zeroemisyjnych źródeł odnawialnych (fotowoltaika, elektrownie wiatrowe, geotermia, elektrownie wodne), natomiast cała reszta pochodzi ze spalania węgla. W efekcie takiego stanu rzeczy od kwietnia 2020 roku **ceny prądu w Polsce są najwyższe w całej Unii Europejskiej** i w najbliższym czasie ten trend nie ulegnie drastycznym zmianom.

ia, elektrownie wodne), natomiast
kcie takiego stanu rzeczy

od kwietnia 2020 roku **ceny prądu w Polsce są najwyższe w całej Unii**

Europejskiej i w najbliższym czasie ten trend nie ulegnie drastycznym zmianom.

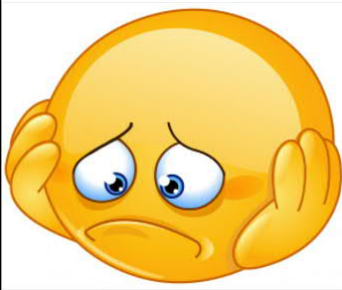








**Montaż paneli fotowoltaicznych,
dogodne terminy, niskie ceny**



Polak mądry po szkodzie ?



<https://pl.depositphotos.com/vector-images/worry-emoicon.html>



[Dla Ciebie](#) [Dla Firmy](#) [PPK](#) [Kariera](#) [Blog](#)

[Zgłoś zdarzenie](#) [Stwórz Klienta](#) [Wiadomości](#) [Zaloguj się](#)

[Blog](#) / [Jak ubezpieczyć instalację fotowoltaiczną?](#)



Ubezpieczenie fotowoltaiki stanowi jeden z elementów zwykłej polisy mieszkaniowej i nie wpływa na koszt jej zakupu. Ubezpieczyciele traktują instalację fotowoltaiczną podobnie jak inne instalacje w budynku.

Ogólne warunki ubezpieczenia



...prowadzenie chaosu, zastraszenie ludności lub dezorganizację życia publicznego przy użyciu przemocy bądź groźby użycia przemocy;

- 3) **elektrownia fotowoltaiczna** – zespół paneli fotowoltaicznych wraz z wyposażeniem oraz infrastrukturą niezbędną do wprowadzenia wyprodukowanej energii elektrycznej do sieci energetycznej (fundamenty, konstrukcje wsporcze, przetworniki prądu przemiennego, urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej i odgromowej, kompletne okablowanie wewnętrzne, elementy monitoringu i mierniki służące do pomiaru energii wytworzonej przez elektrownię fotowoltaiczną oraz energii dostarczanej i odbieranej

6

Umowa cywilno-prawna ≠ Polskie Normy

Dziękuję za uwagę