

Seminarium online

**Zasady ochrony przed porażeniem i przed
przebieciami w sieciach nN, SN, WN i NN
w zakresie projektowania, budowy i
eksploatacji**

1-2, 8-9, 14 czerwca 2021 r.

Blok 3. Ochrona przed przebieciami w sieciach NN, WN, SN i nn

dr inż. Dominik Duda



Koordynacja izolacji

- Znormalizowane poziomy izolacji
- Klasyfikacja i dobór ograniczników przepięć
- Lokalizacja ograniczników przepięć względem chronionych obiektów

Uziemienia urządzeń ochrony od przepięć

- Lokalizacja i wymagania rezystancji uziemienia
- Właściwości uziemień w warunkach odprowadzania prądów udarowych
- Efektywna długość uziomu (w warunkach przepięć udarowych)

Zjawiska przepięciowe w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

- Zagrożenie przepięciowe
- Środki ochrony przed przepięciami w liniach z przewodami w osłonie
- Wytyczne ochrony przed przepięciami w liniach z przewodami w osłonie

Charakterystyka opracowanych wytycznych

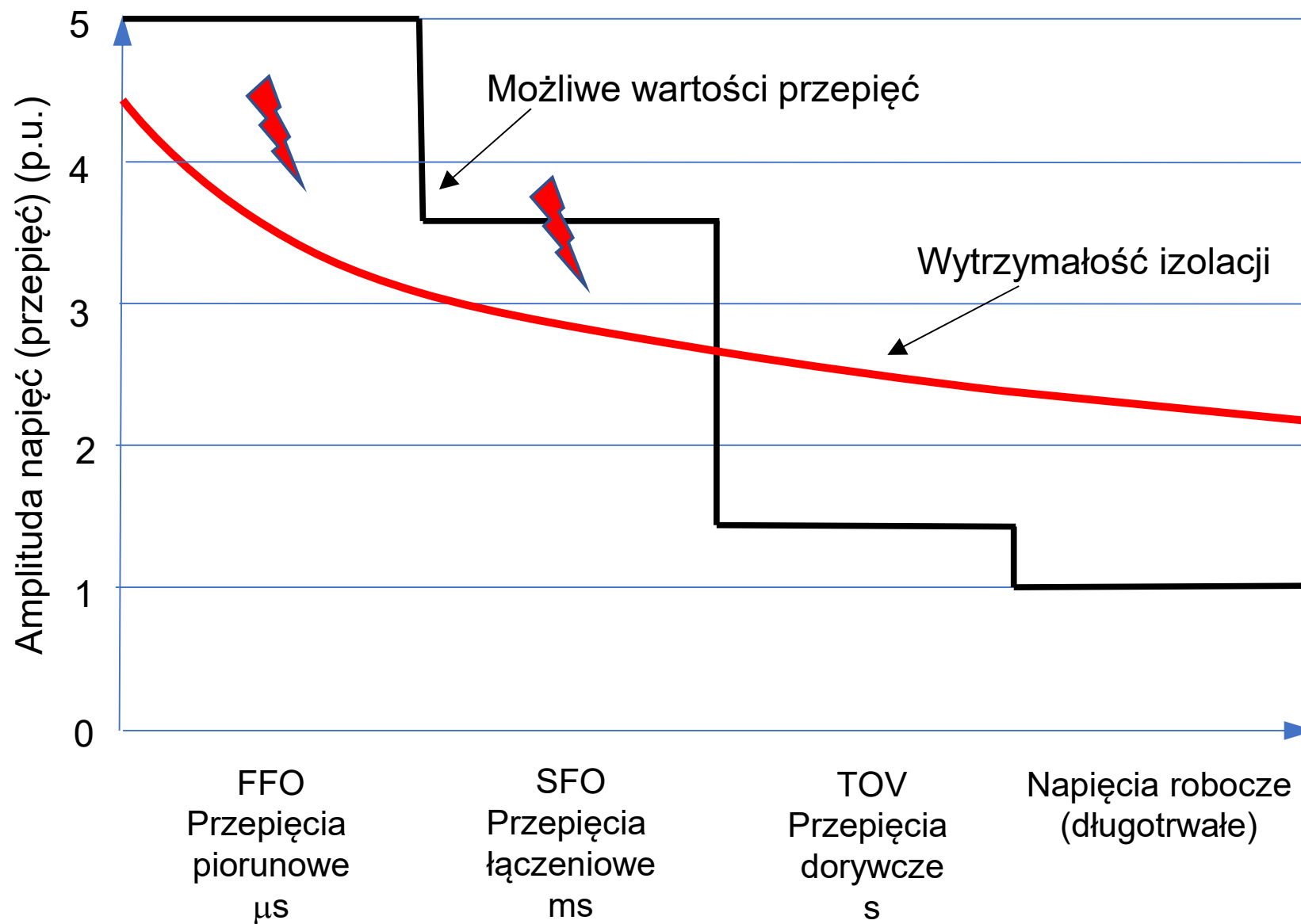
Koordynacja izolacji

Wybór wytrzymałości elektrycznej urządzeń w zależności od napięć roboczych i przepięć, jakie mogą pojawić się w sieci, do której urządzenia te są przeznaczone, z uwzględnieniem warunków środowiskowych w eksploatacji i charakterystyk zastosowanych urządzeń ochronnych

Normy

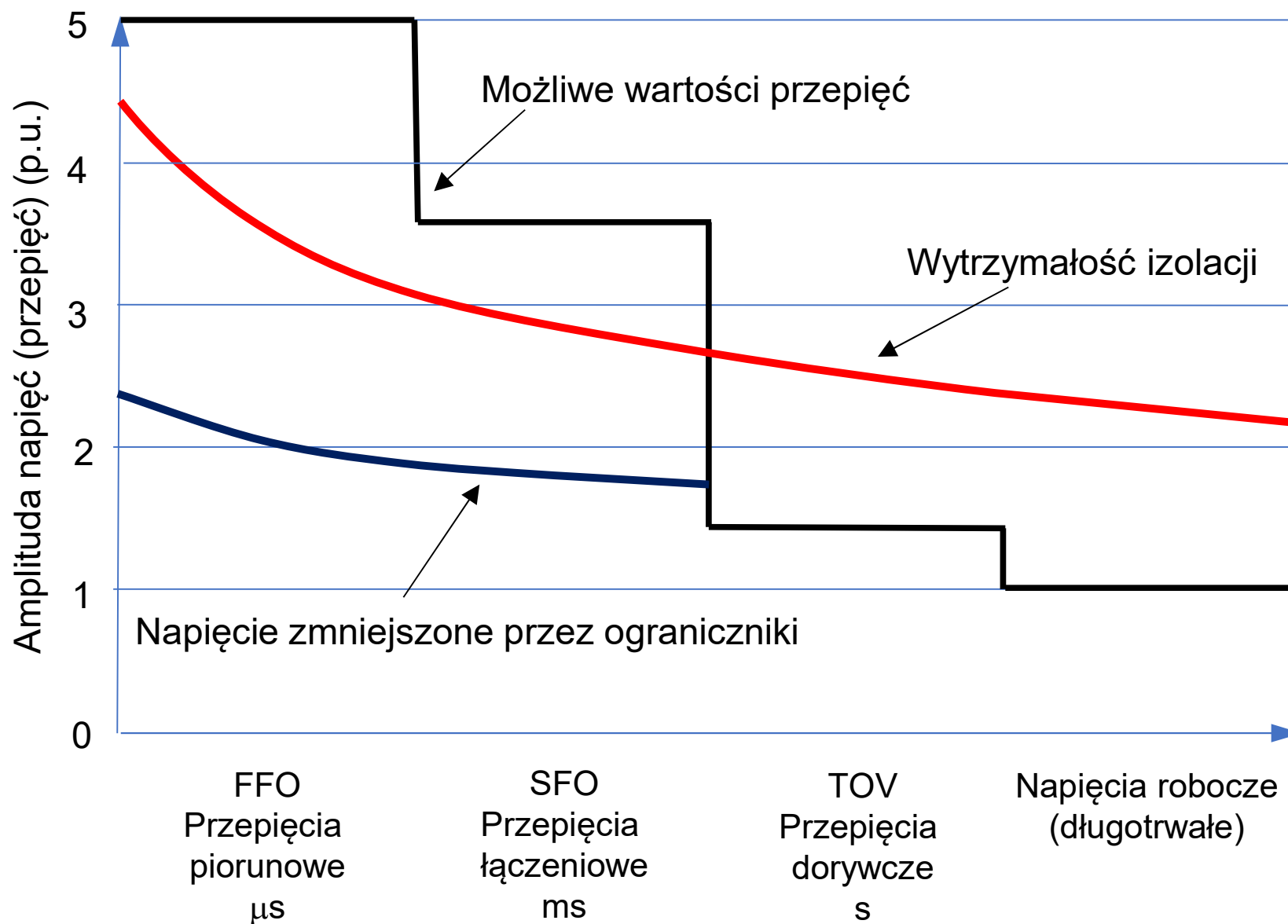
- PN-EN 60071-1 Koordynacja izolacji - Część 1: Definicje zasady i reguły
- PN-EN IEC 60071-2 Koordynacja izolacji - Część 2: Wytyczne stosowania
- PN-EN IEC 60099-5 Ograniczniki przepięć - Część 5: Zalecenia wyboru i stosowania

Koordinacja izolacji



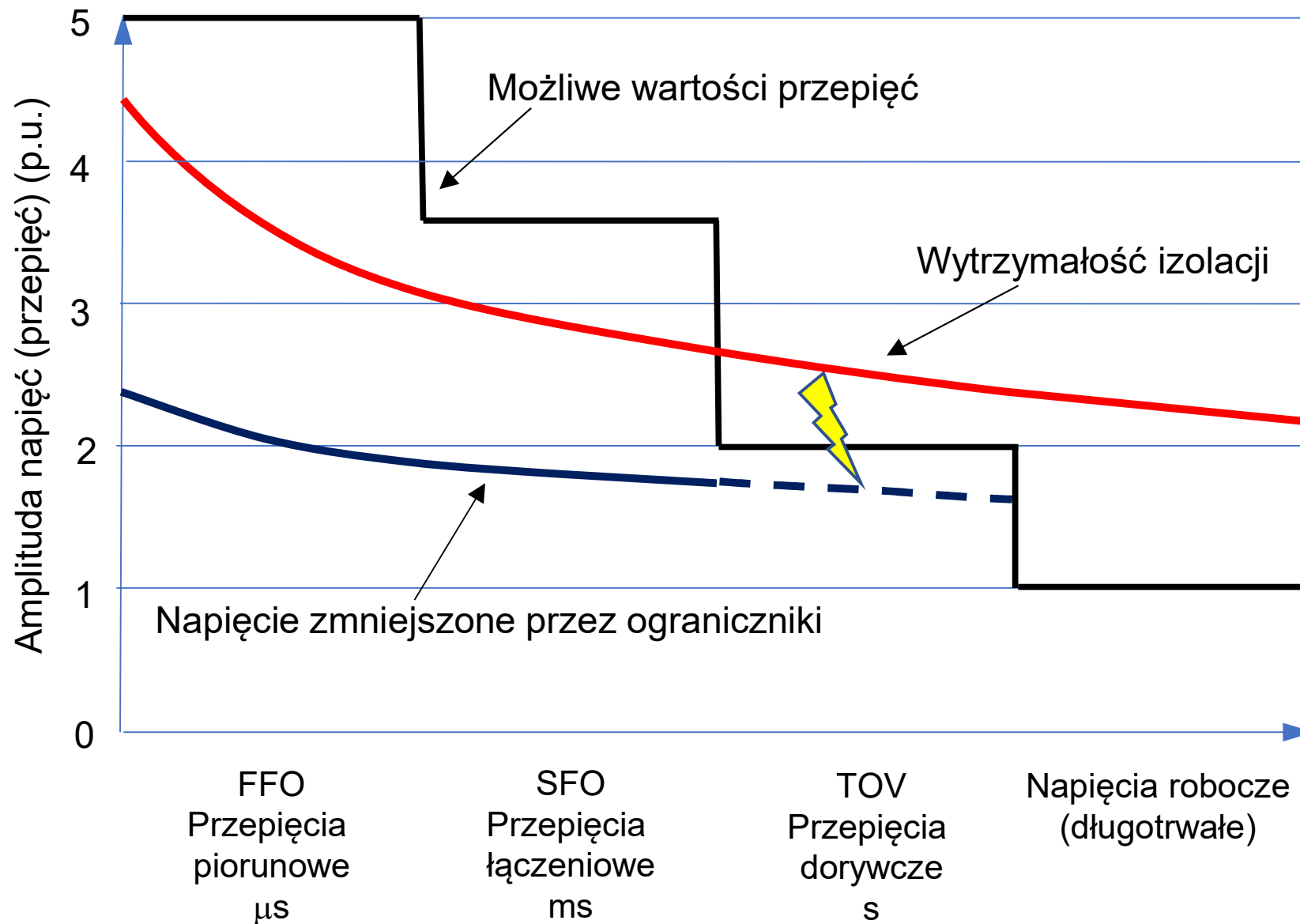
Nieprawidłowa koordynacja izolacji (brak koordynacji – brak ograniczników przebiec)

Koordynacja izolacji



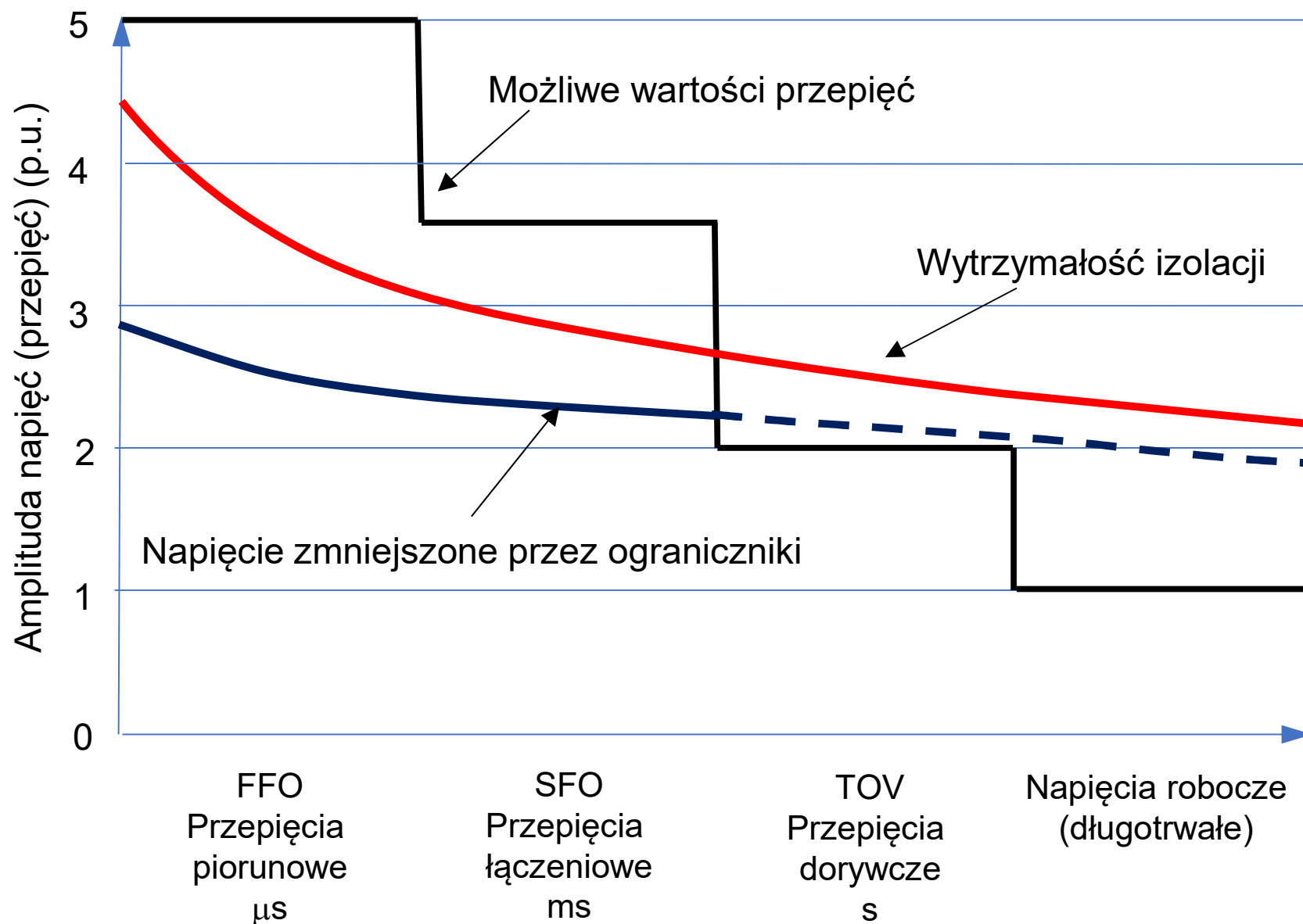
Prawidłowa koordynacja izolacji w sieci ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym

Koordynacja izolacji



Nieprawidłowa koordynacja izolacji w sieci z izolowanym punktem neutralnym

Koordinacja izolacji



Prawidłowa koordynacja izolacji w sieci z izolowanym punktem neutralnym

Metoda deterministyczna

Krok 1 - określenie napięć i przepięć reprezentatywnych U_{rp} (ocena zagrożenia)

- Rodzaje i poziomy spodziewanych przepięć
- Charakterystyki i możliwości urządzeń do ograniczania przepięć
- **Uwaga:** ogranicznik przepięć nie jest „panaceum” na każdy rodzaj przepięć

Krok 2 - określenie koordynacyjnych napięć wytrzymywanych (wybór minimalnej wytrzymałości izolacji)

- Izolacja powinna wytrzymywać większe wartości napięć niż wynika to z przepięć reprezentatywnych
- Izolacja podlega procesom starzeniowym, a odpowiedni poziom wytrzymałości powinna zachować w całym okresie eksploatacji i to w warunkach eksploatacyjnych
- Współczynnik koordynacyjny $K_c = 1,15 \div 1,3$
- Koordynacyjne napięcie wytrzymywane $U_{cw} = K_c \cdot U_{rp}$

Metoda deterministyczna

Krok 3 - określenie wymaganych napięć wytrzymywanych U_{rw} (w warunkach próby napięciowej)

- Współczynnik bezpieczeństwa $K_s = 1,05 \div 1,15$ (odpowiednio dla izolacji powietrznej i bezpowietrznej)
- Współczynnik poprawkowy na warunki otoczenia K_a
- Współczynnik uwzględniający nietypowe warunki próby K_t
- Wymagane napięcie wytrzymywane $U_{rw} = K_s \cdot K_a \cdot K_t \cdot U_{rp}$

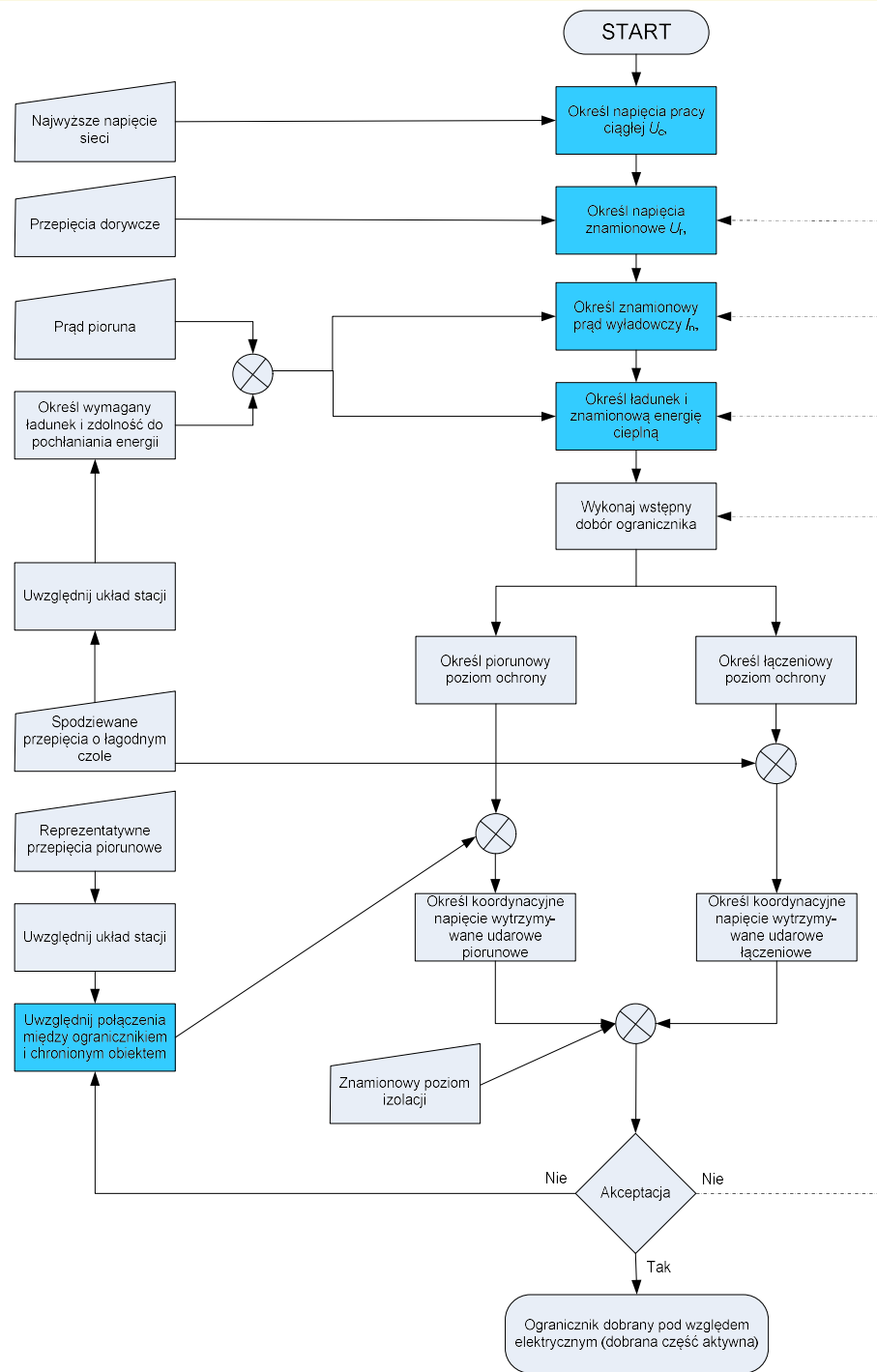
Krok 2 - wybór znormalizowanego napięcia wytrzymywanego U_w (typowa wartość w normy PN-EN 60071-1 Koordynacja izolacji - Część 1: Definicje zasady i reguły)

- Znormalizowane poziomy izolacji

Koordynacja izolacji

U_n/U_m	Znormalizowane napięcie wytrzymywane krótkotrwale U_w	
	przemienne o częstotliwości sieciowej	udarowe piorunowe
	wartości skuteczne, w kV	wartości szczytowe, w kV
3/3,6	10	20; 40
6/7,2	20	40; 60
10/12	28	60; 75; 95
15/17,5	38	75; 95
20/24	50	95; 125; 145
30/36	70	145; 170
110/123	185; 230	450; 550

Dobór ograniczników przepięć



Algorytm doboru ograniczników przebieg wg PN-EN IEC 60099-5 Ograniczniki przebieg - Część 5: Zalecenia wyboru i stosowania

Klasyfikacja ograniczników przepięć

Klasyfikacja ograniczników

Klasa ogranicznika	Stacyjne			Dystrybucyjne		
Oznaczenie	SH	SM	SL	DH	DM	DL
I_n (kA)	20	10	10	10	5	2,5
I_{SW} (kA)	2	1	0,5	—	—	—
Q_{rs} (C)	$\geq 2,4$	$\geq 1,6$	$\geq 1,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,2$	$\geq 0,1$
W_{th} (kJ/kV)	≥ 10	≥ 7	≥ 4	—	—	—
Q_{th} (C)	—	—	—	$\geq 1,1$	$\geq 0,7$	$\geq 0,45$
Litery „H”, „M” i „L” w oznaczają typ „high”, „medium” oraz „low”						

Klasyfikacja ograniczników przepięć

Obecna i poprzednia klasyfikacja ograniczników

Klasa ogranicznika	Stacyjne			Dystrybucyjne		
Oznaczenie	SH	SM	SL	DH	DM	DL
I_n (kA)	20	10	10	10	5	2,5
I_{sw} (kA)	2	1	0,5	—	—	—
Klasa rozładowania	4 i 5	3	2	1	—	—
I_n (kA)	20	10	10	10	5	—
I_{sw} (kA)	0,5 i 2	0,25 i 1	0,125 i 0,5	0,125 i 0,5	—	—
Uwaga: Literami „H”, „M”, „L” oznaczono typ ograniczników: „high”, „medium” i „low”						

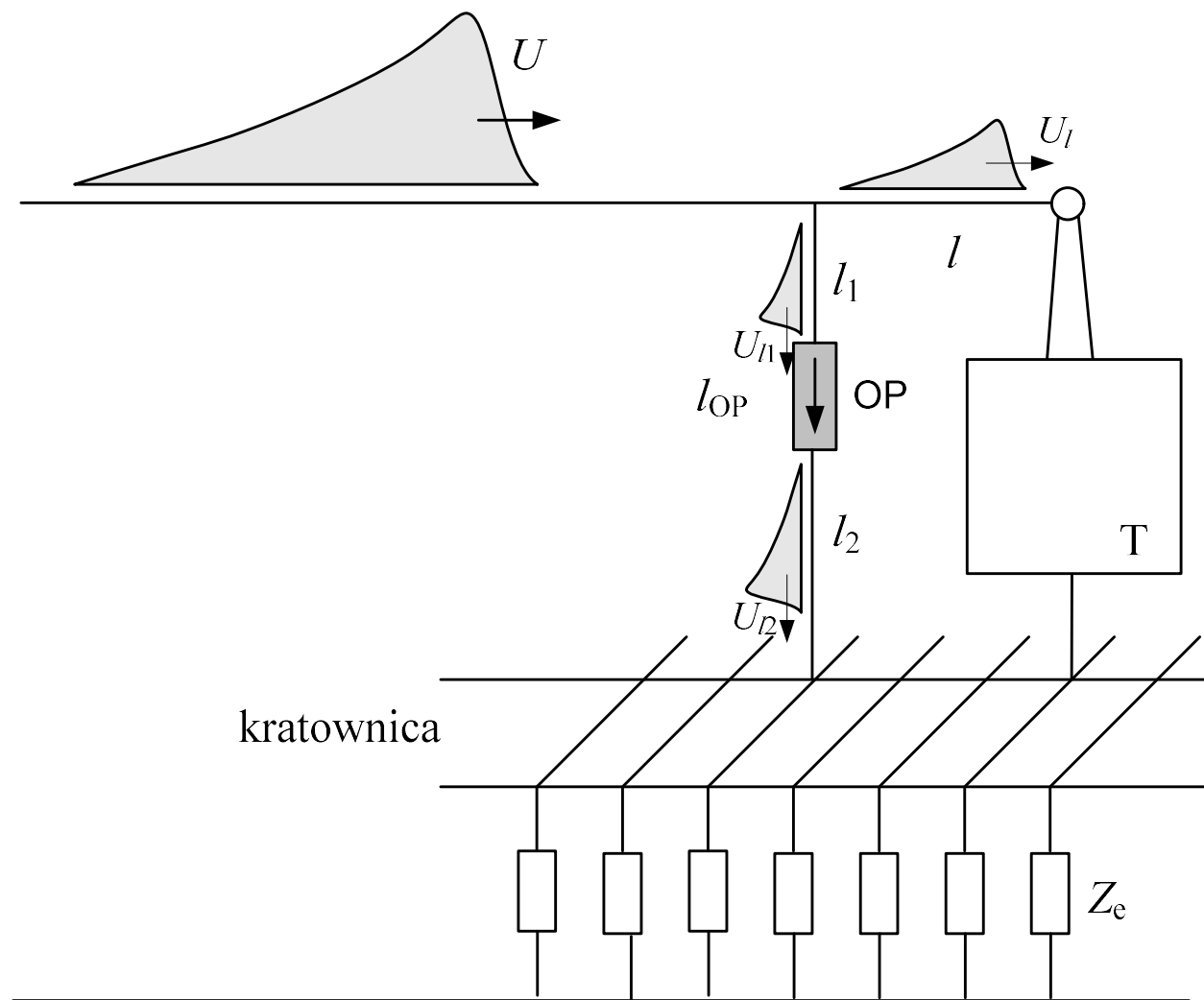
Strefy ochronne ograniczników przepięć

$$L_p = \frac{n}{(A \cdot f_s)} \left[\left(\frac{U_{rw}}{1,15} \right) - U_{pl} \right] \cdot (L_{sp} + L_f),$$

gdzie:

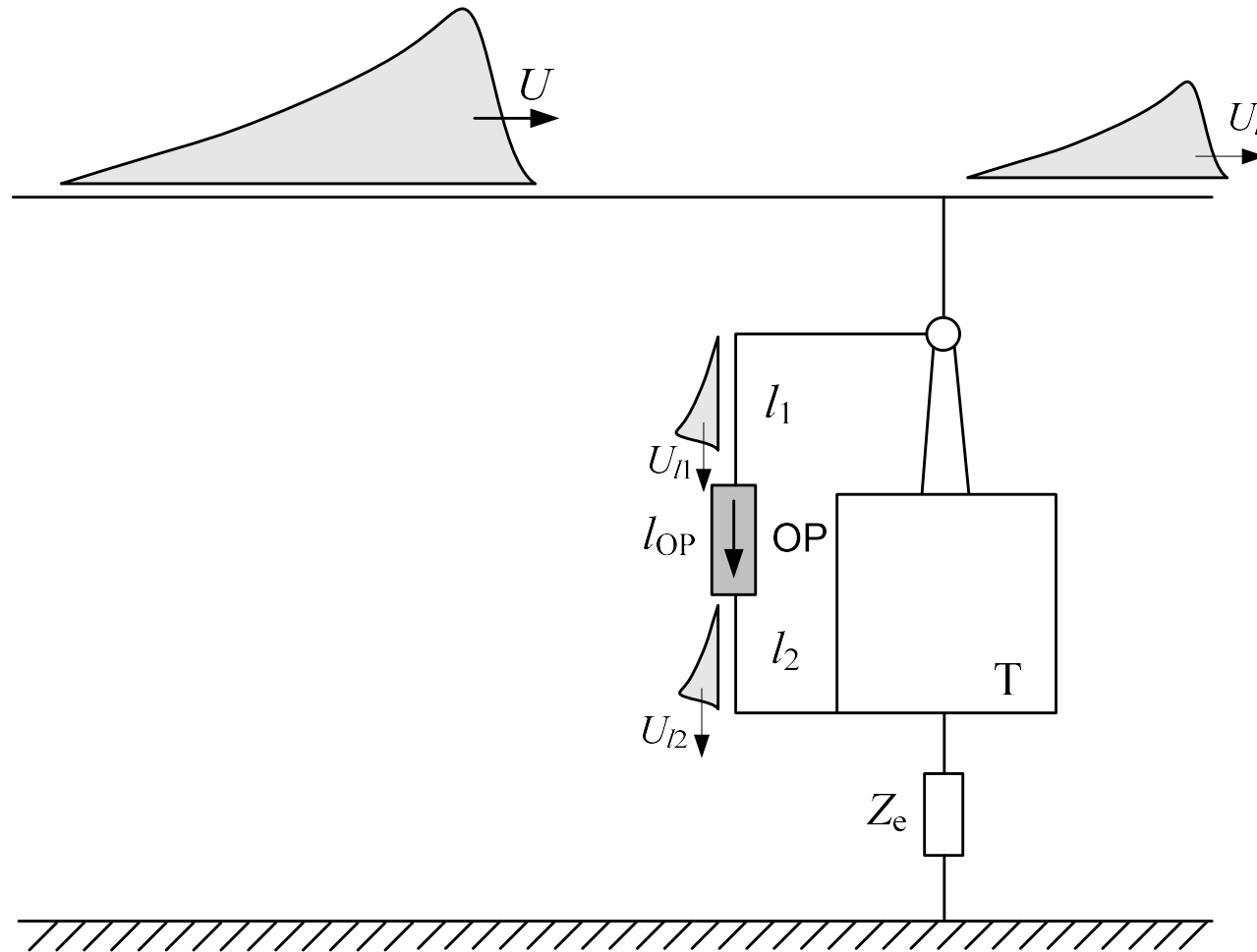
- L_p – strefa ochronna;
- U_{rw} – wymagane napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe;
- U_{pl} – piorunowy poziom ochrony;
- A – współczynnik z tabeli 7 wyrażony w kV;
- f_s – współczynnik redukcji stromości przepięcia (w wyniku tłumienia ulotowego);
- n – jest liczbą linii podłączonych do stacji ($n = 1$ lub $n = 2$);
- L_{sp} – jest długością przęsła;
- $L_f = R_a / r$;
- R_a – dopuszczalny wskaźnik uszkodzeń (liczba awarii na jednostkę czasu) chronionego sprzętu;
- r – wskaźnik piorunowych wyłączeń linii napowietrznej (liczba wyłączeń na jednostkę czasu i długość jednostkową) rocznie, dla konstrukcji linii na pierwszym kilometrze przed stacją. Jeśli $n = 2$, współczynniki należy dodać.

Strefy ochronne ograniczników przepięć



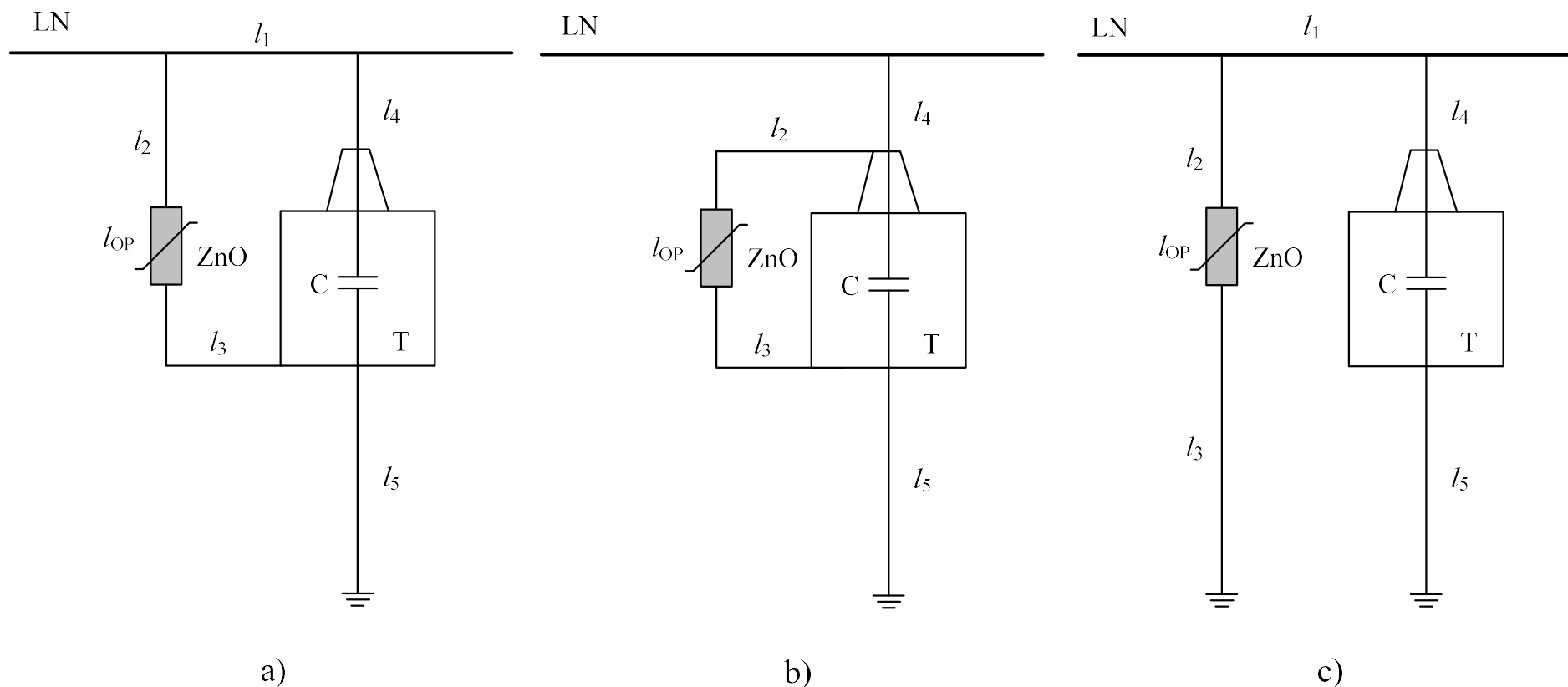
Strefa ochronna ogranicznika w stacji WN/SN
 L_p jest sumą długości $l + l_1 + l_2 + l_{OP}$

Strefy ochronne ograniczników przepięć



Strefa ochronna ogranicznika w stacji SN/nn

Lokalizacja ograniczników przepięć



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

Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

Linie 110 kV

Rezystancja uziemienia każdego ze słupów linii z przewodami odgromowymi z wyjątkiem podejść do stacji, przęseł specjalnych i słupów, na których umieszczono ograniczniki przepięć, nie powinna przekraczać wartości podanych w tabeli

Napięcie znamionowe sieci U_n	Rezystancja uziemienia słupów przy rezystywności gruntu	
	$\rho < 1000 \Omega \cdot m$	$\rho \geq 1000 \Omega \cdot m$
110 kV	10 Ω	15 $\Omega^{*)}$
*) Niezależnie od rezystywności gruntu, zarówno na podejściach do stacji lub kabla na długości nie mniejszej niż 500 m jak i na słupach ograniczających przęsła specjalne rezystancja uziemienia nie powinna przekraczać 10 Ω .		

Jeżeli w przypadku rezystywności gruntu o wartości powyżej 1000 $\Omega \cdot m$, uzyskanie wymaganej rezystancji uziemienia słupów na podejściach do stacji i w przęsłach specjalnych pociąga za sobą wysokie koszty, wówczas – w wyżej wymienionych miejscach – dopuszcza się większe wartości rezystancji uziemienia niż 10 Ω jednak nie większej niż 15 Ω , pod warunkiem zastosowania rozwiązań zapewniających nie mniejszą skuteczność ochrony od przepięć niż skuteczność uzyskiwana przy rezystancji uziemienia równej 10 Ω . Na przykład zastosowanie w linii izolacji o zwiększonym znormalizowanym wytrzymywanym napięciu udarowym piorunowym lub zainstalowanie liniowych ograniczników przepięć na wybranych słupach linii.

Sieci SN

Rezystancja uziemienia w miejscu instalacji ograniczników przepięć, gdzie rezystywność gruntu nie przekracza $1000 \Omega \cdot m$, nie powinna być większa niż 10Ω ,

W przypadku rezystywności gruntu o wartości $1000 \Omega \cdot m$ lub większej, rezystancja uziemienia w miejscu instalacji ograniczników przepięć nie powinna być większa niż 15Ω .

Sieci nn

Rezystancja uziemienia ograniczników przepięć w miejscach gdzie rezystywność gruntu nie przekracza $1000 \Omega \cdot m$ nie powinna być większa niż 10Ω . Jedynie w przypadku rezystywności gruntu o wartości $1000 \Omega \cdot m$ lub większej, rezystancja uziemienia w miejscu instalacji ograniczników przepięć może być większa, nie powinna być jednak większa niż 15Ω .

W miejscach zbieżnej lokalizacji ograniczników przepięć z miejscem uziemienia przewodu ochronno-neutralnego uziemienie to powinno być wykonane jako wspólne z uziemieniem przewodu ochronno-neutralnego, spełniając jednocześnie wytyczne ochrony przed porażeniem.

W stacjach SN/nn, należy łączyć uziemienia ochronne i funkcjonalne we wszystkich przypadkach, w których jest to dopuszczalne.

Lokalizacja uziemień

Jako uziomy należy wykorzystywać przede wszystkim fundamenty słupów i konstrukcji stalowych oraz zakopane części słupów i konstrukcji żelbetowych umieszczone w odległości do 50 m od zacisku uziemiającego uziemianego urządzenia.

Dodatkowe uziomy sztuczne należy wykonywać tylko w takich przypadkach, gdy uziomy naturalne nie spełniają wymagań dotyczących rezystancji uziemienia. Uziomy sztuczne zaleca się umieszczać w odległości do 35 m od zacisku uziemiającego uziemianego urządzenia.

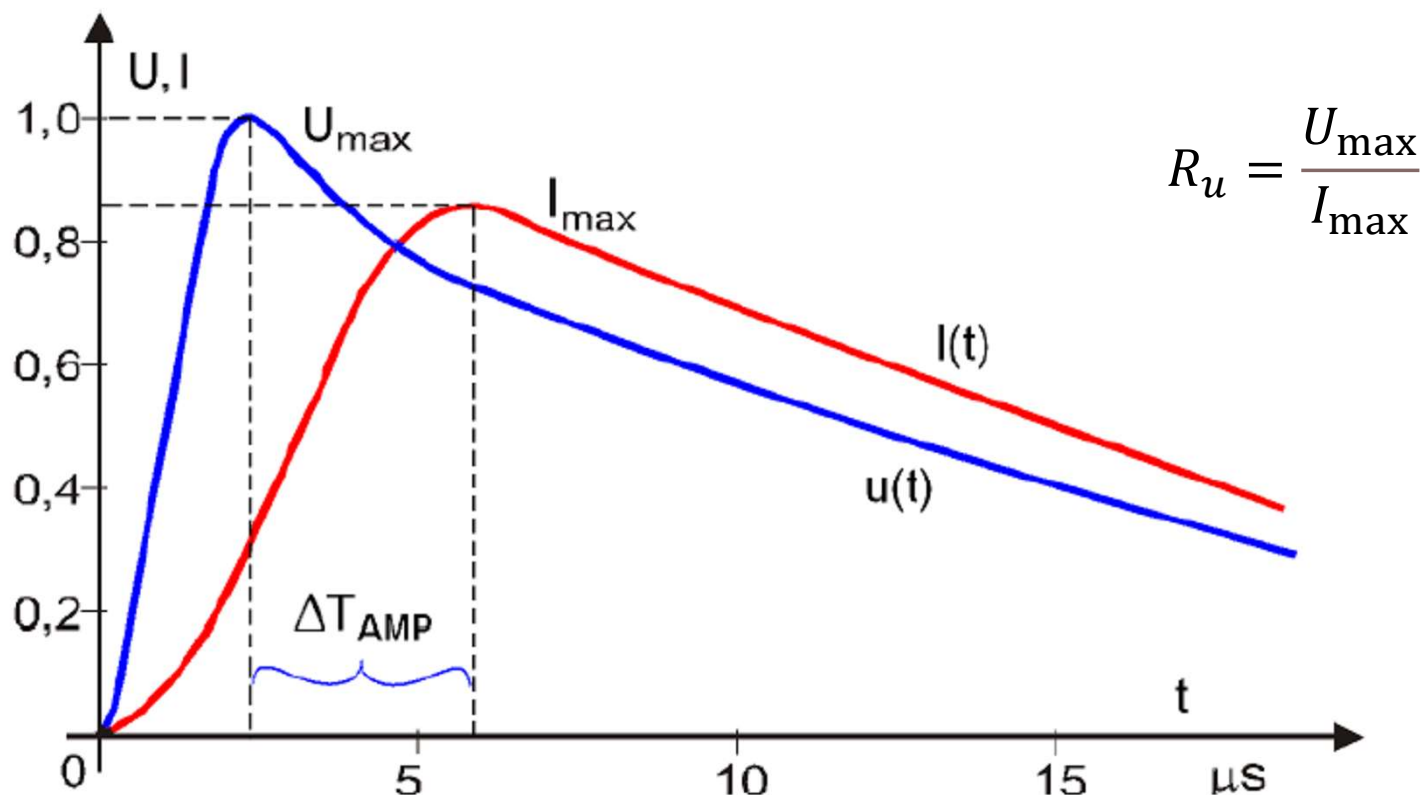
Wymagane wartości rezystancji uziemienia powinny być zapewnione przy prądzie przemiennym o częstotliwości 50 Hz.

Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami odprowadzają do ziemi prądy udarowe. Procesy przepływu prądów udarowych są zazwyczaj inne niż prądów stacjonarnych – stąd wprowadza się również pojęcie rezystancji udarowej.

Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

Rezystancja uderowa uziemień

Stosunek wartości szczytowych napięcia do prądu uziemienia, które na ogół nie występują jednocześnie



Udar prądowy piorunowy oraz wywołany nim spadek napięcia na impedancji uziemienia odgromowego

U_{max} – amplituda udaru napięciowego, I_{max} – amplituda udaru prądowego,
 ΔT_{AMP} – przesunięcie czasowe wartości szczytowych prądu i napięcia

Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

Rezystancja udarowa uziemień

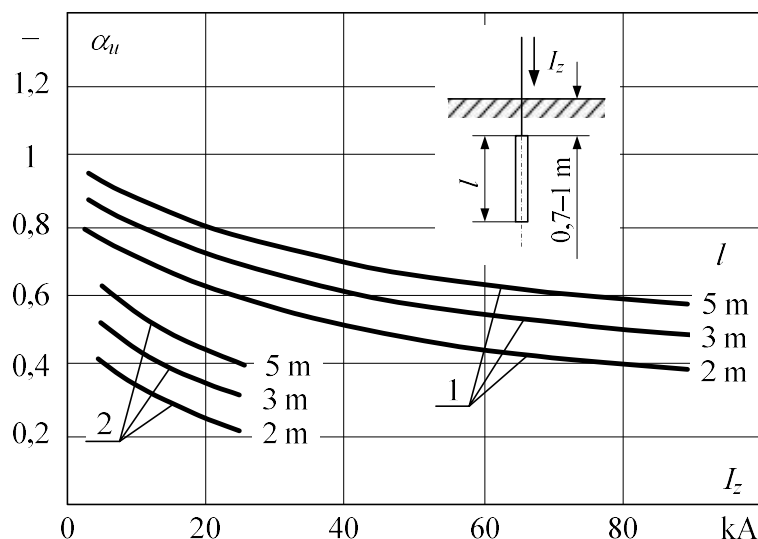
Rezystancję udarową uziemienia można powiązać z rezystancją statyczną:

$$R_u = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = \alpha_u \cdot R_s$$

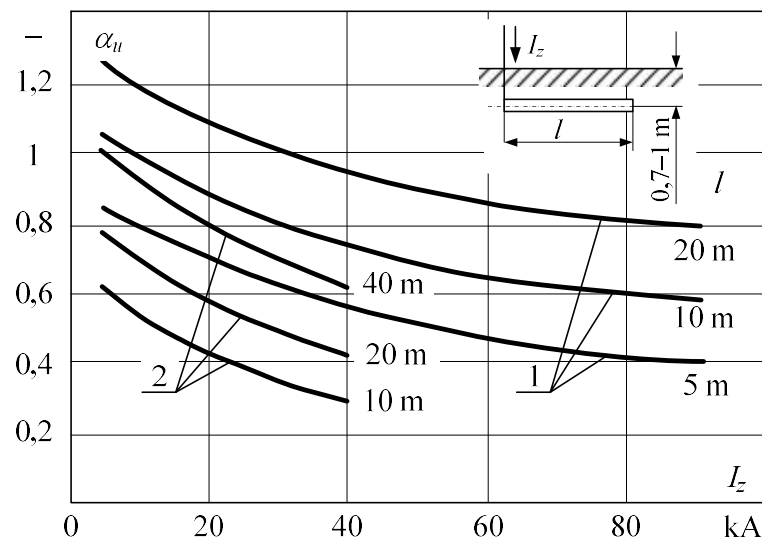
gdzie:

α_u - współczynnik udarowy uziomu zależy od rezystywności gruntu, rodzaju, liczby i wymiarów uziomu oraz maksymalnej wartości prądu

$\alpha_u = 0,25 \div 1,2$, (w niekorzystnym układzie $\alpha_u > 1,2$)



a)



b)

Współczynniki udarowe dla uziomów pojedynczych pionowych a) i poziomych b)

1- dane dla rezystywności gruntu $100\ \Omega\cdot\text{m}$;

2 – dane dla rezystywności gruntu $1000\ \Omega\cdot\text{m}$

Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

Rezystancja udarowa uziemień

Współczynniki udarowe dla różnych uziemień i różnych oporności właściwych gruntu

ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	100	300	500	1000	100	300	500	1000
i_{max}	< 5 kA				> 5 kA			
Rodzaj uziomu	α_u							
Pionowy o długości 2 ÷ 3 m	0,8	0,6	0,4	0,4	0,7	0,5	0,4	0,4
Poziomy prosty o długości 20 m	1,2	0,9	0,6	0,6	1,1	0,8	0,5	0,5
Poziomy prosty o długości 40 m	1,8	1,4	1	1	1,7	1,3	0,8	0,8
Poziomy prosty o długości 80 m	2,6	2,3	2	2	2,2	2	1,6	1,6

Zjawiska falowe w uziemieniach odgromowych

Czynniki warunkujące R_u (α_u):

- rezystywność gruntu
- liczba, wymiary, układ geometryczny uziomów
- $i_u(t)$ i $J_u(t)$ w warstwie gruntu
- indukcyjne spadki napięcia (dotyczy długich uziomów)
- wyładowania iskrowe

Zmniejszanie impedancji uziomów

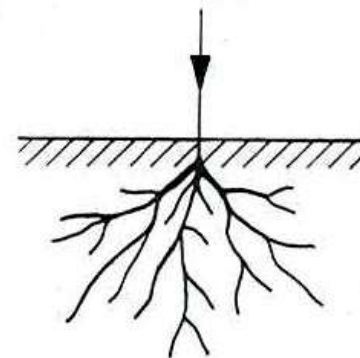
- skutek przepływu prądów o dużej gęstości J oraz dużych wartości natężenia pola elektrycznego wokół uziomu
- $E \uparrow \Rightarrow$ rezystywność gruntu maleje – zależnie od rodzaju gruntu – ok. 10 ÷ 60% w porównaniu do wartości zmierzonych przy napięciu przemiennym \Rightarrow wynika to z półprzewodzących właściwościami gruntu i nieliniowości jego rezystywności

Zjawiska falowe w uziemieniach odgromowych

Zmniejszanie impedancji uziomów

- Przy wzroście natężenia pola elektrycznego do wartości rzędu $0,5...1 \text{ kV/mm}$ wokół uziomu powstają wyładowania iskrowe, spowodowane intensywną jonizacją wewnątrz szczelin gazowych w gruncie. Prowadzi to do przebicia cząstek gruntu o większych rezystywnościach i zmniejszenia napięcia wokół uziomu.

Przy jeszcze większym natężeniu pola elektrycznego wyładowania iskrowe mogą zamienić się w łuk elektryczny. Niewielki spadek napięcia w strefie takiego wyładowania powoduje dalsze zmniejszenie wartości impedancji udarowej uziomu.



Wzrost impedancji uziemienia

- Tym większy, im rozleglejsze są jego wymiary oraz im większa jest stromość narastania i krótszy czas trwania udaru prądowego;
- Zwiększanie długości uziomu jest celowe jedynie do określonej wartości krytycznej (granicznej); stopień wykorzystania uziomu jest ograniczony (napięcie na oddalonych częściach uziomu jest początkowo niewielkie, a przepływ prądu do warstwy gruntu następuje głównie wokół doprowadzenia prądowego);

Graniczna długość uziomu

- Wydłużanie odcinka uziomu jest uzasadnione ekonomicznie tylko do pewnej długości. Jest to związane nie tylko z efektem wyładowań w gruncie – o czym wcześniej wspomniano.
- Najefektywniejsze odprowadzanie prądu pioruna zachodzi na stromym czole udaru. Wynika z tego, że długość uziomu nie powinna przekraczać długości czoła fali udarowej. Warunek ten można zapisać w postaci:

$$T_{uz} = T_1$$

gdzie:

T_1 - czas trwania czoła udaru napięciowego na uziemieniu (krótszy od czasu trwania udaru prądowego)

T_{uz} - stała czasowa odcinka uziomu o długości l :

$$T_{uz} = \frac{4}{\pi^2} GLl^2$$

G – upływność uziomu,

L – indukcyjność uziomu (można przyjąć $1 \mu\text{H/m}$),

stąd graniczna długość uziomu:

$$l_{max} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{T_1}{G \cdot L}}$$

Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

Graniczna długość uziomu

Zestawienie długości granicznych l_{\max} dla uziomów poziomych

ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	1	10	100	1000	10000
T_1 (μs)	l_{\max} (m)				
0,5	1,6	5	16	50	160
1	2,2	7	22	70	220
2	3,2	10	32	100	320
5	5	16	50	160	500

Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

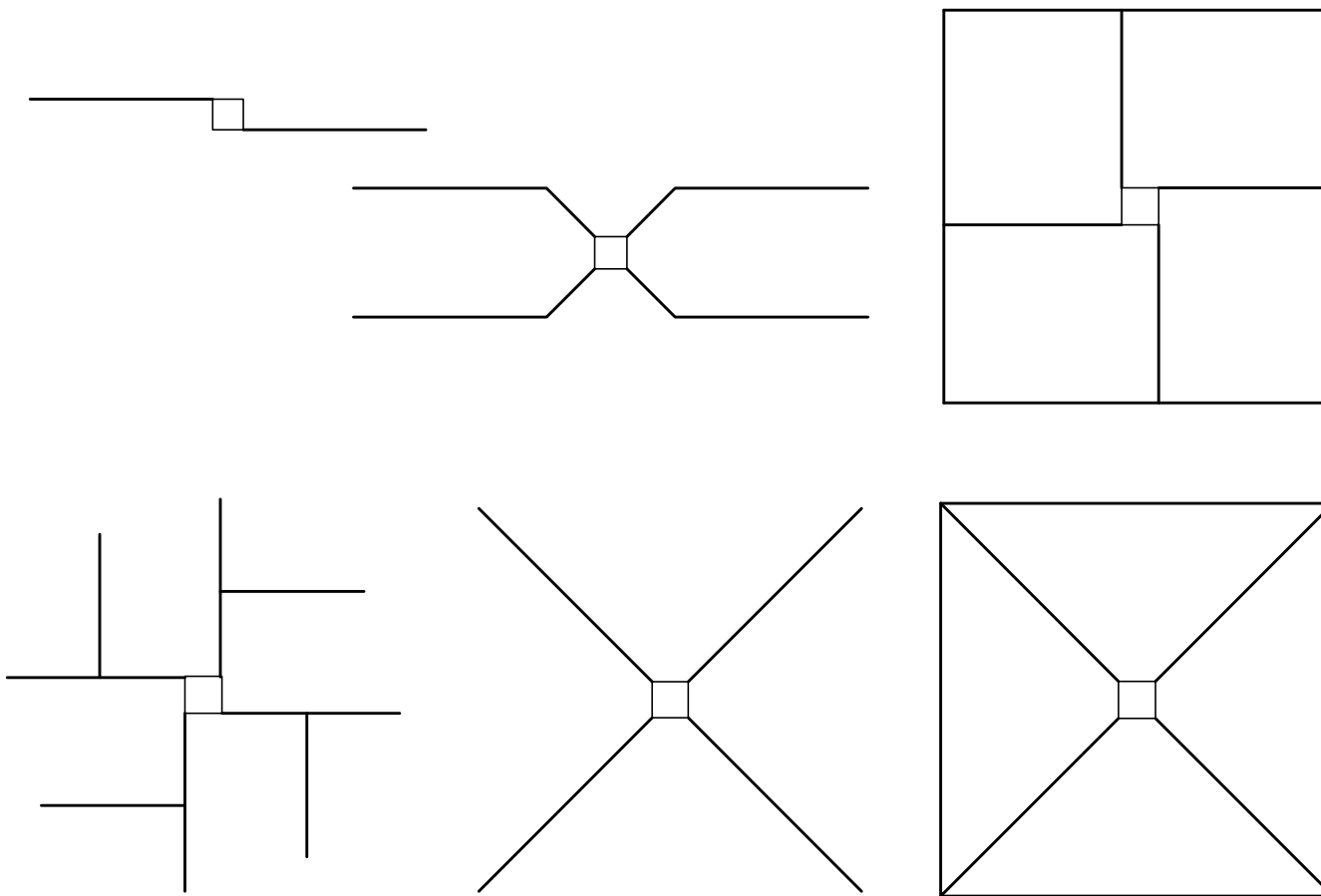
Graniczna długość uziomu

Zestawienie długości granicznych l_{\max} dla uziomów pionowych

ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	1	10	100	1000	10000
T_1 (μs)	l_{\max} (m)				
0,5	1,05	3,3	10,5	33	105
1	1,5	4,7	15	47	150
2	2,1	6,6	21	66	210
5	3,3	10,5	33	105	330

Graniczna długość uziomu

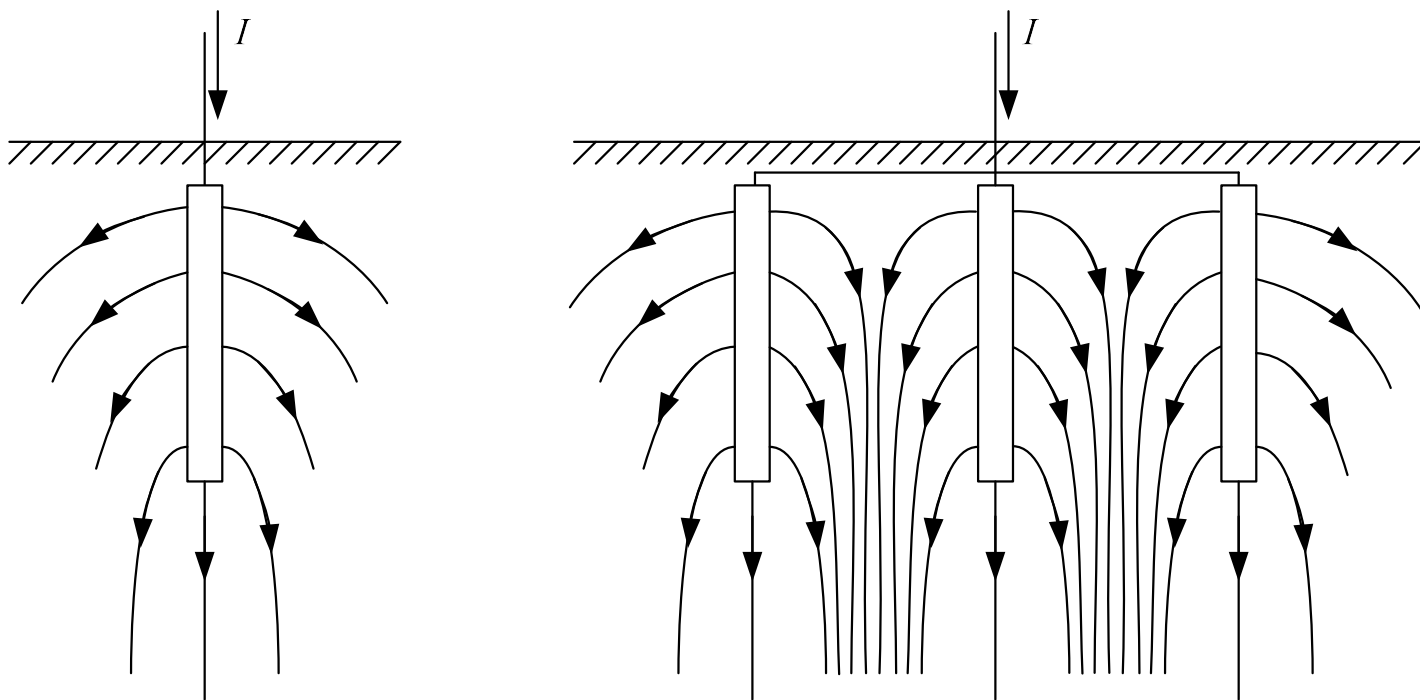
- Korzystne może okazać się zainstalowanie przewodu uziemiającego w środku uziomu i jego podział na kilka promieni



Proste układy uziomów poziomych przy słupach linii elektroenergetycznych

Zjawiska falowe w uziemieniach odgromowych

- Wskutek zjawisk wieloprądowych, powodujących pozorne zbliżenie sąsiadujących z sobą elementów uziomu wielokrotnego, współczynniki ich wykorzystania w warunkach udarowych są mniejsze o około 20% od wartości analogicznych współczynników wyznaczonych dla warunków statycznych.



Pole elektryczne w ziemi przy spływie prądu z uziomu pojedynczego i złożonego

Zagrożenie przebiegićwowe w liniach napowietrznych SN

- Powszechnie używany skrót PAS jest akronimem fińskiej nazwy tego systemu: Paalystetty Avojohto Suurjannitteelle, co oznacza dosłownie „napowietrzne wysokonapięciowe przewody pokrywane”
- W liniach z przewodami w osłonie dopuszcza się chwilowe, nietrwałe zetknięcia pomiędzy pojedynczymi przewodami poza punktami ich zamocowania oraz zetknięcia np. z gałęziami drzew. Zakłada się przy tym, że w warunkach zetknięcia się przewodów nie występują przebiegięcia, na które izolacja takich przewodów nie jest projektowana, co oznacza że stany takie są dopuszczalne długotrwale. Długotrwale stykanie się przewodów może prowadzić do przebicia warstwy izolacyjnej wskutek jej mechanicznego osłabienia (przetarcia) lub wystąpienia przebiegów, czego skutkiem są zwarcia łukowe powodujące ubytki materiału żył będące przyczyną zrywania tego typu przewodów.

Przebiegięcia w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

Zagrożenie przebiegićwowe w liniach napowietrznych SN

- Głównie zagrożenie stanowią przebiegięcia atmosferyczne (bezpośrednie i indukowane)

Wartości maksymalne napięć indukowanych w przewodach linii napowietrznych
dla $i_p = 30 \text{ kA}$

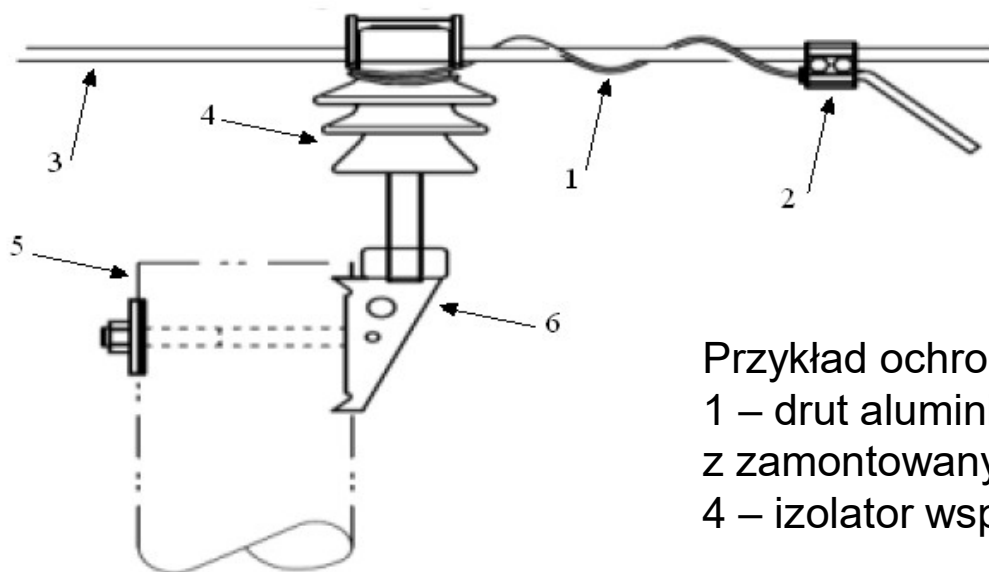
Odległość od kanału pioruna	20	37,5	50	58	100	250	500
wysokość zawieszenia, czas trwania czoła	$U_{\max} \text{ (kV)}$						
$h = 10 \text{ m}, T_1 = 0,5 \mu\text{s}$	231,1	131	100,4	87,8	53,3	23,2	8,6
$h = 10 \text{ m}, T_1 = 5 \mu\text{s}$	121,5	101,7	93,6	90	76,8	59,4	43,5
$h = 8 \text{ m}, T_1 = 0,5 \mu\text{s}$	184,6	104,6	86	70,1	42,5	18,6	6,8
$h = 8 \text{ m}, T_1 = 5 \mu\text{s}$	96,9	81	74,7	71,4	61,2	47,1	34,5

Zagrożenie przebiegięciowe w liniach napowietrznych SN

- Potencjalne konsekwencje przebiegów w liniach napowietrznych SN
 - W przypadku przebiegów bezpośrednich przeskoki między przewodami, przeskoki na izolatorach (zwarcia)
 - W przypadku przebiegów indukowanych – w zależności od poziomu napięcia: przeskoki na izolatorach (w przewodach podobna wartość wyindukowanego napięcia) lub propagacja fali przebiegięciowej wzdłuż przewodów linii
- Konsekwencje dodatkowe w liniach z przewodami w osłonie
 - Przebiecie osłon izolacyjnych
 - Brak możliwości przemieszczania się łuku wzdłuż przewodów (łuk zatrzymuje się w miejscu przebiecia osłony)
 - Ryzyko upalenia przewodu

Zagrożenie przebiegięcia w liniach napowietrznych SN

- Środki zaradcze (ochrona przeciwlukowa)
 - Wyprowadzić potencjał przewodu na zewnątrz osłony (zastosować zacisk przebijający z rożkiem)
 - Zrobić to w miejscu, w którym zetknięcie się przewodów z takimi rożkami jest mało prawdopodobne (w okolicy izolatorów)
 - Połączyć izolator z rożkiem drutem

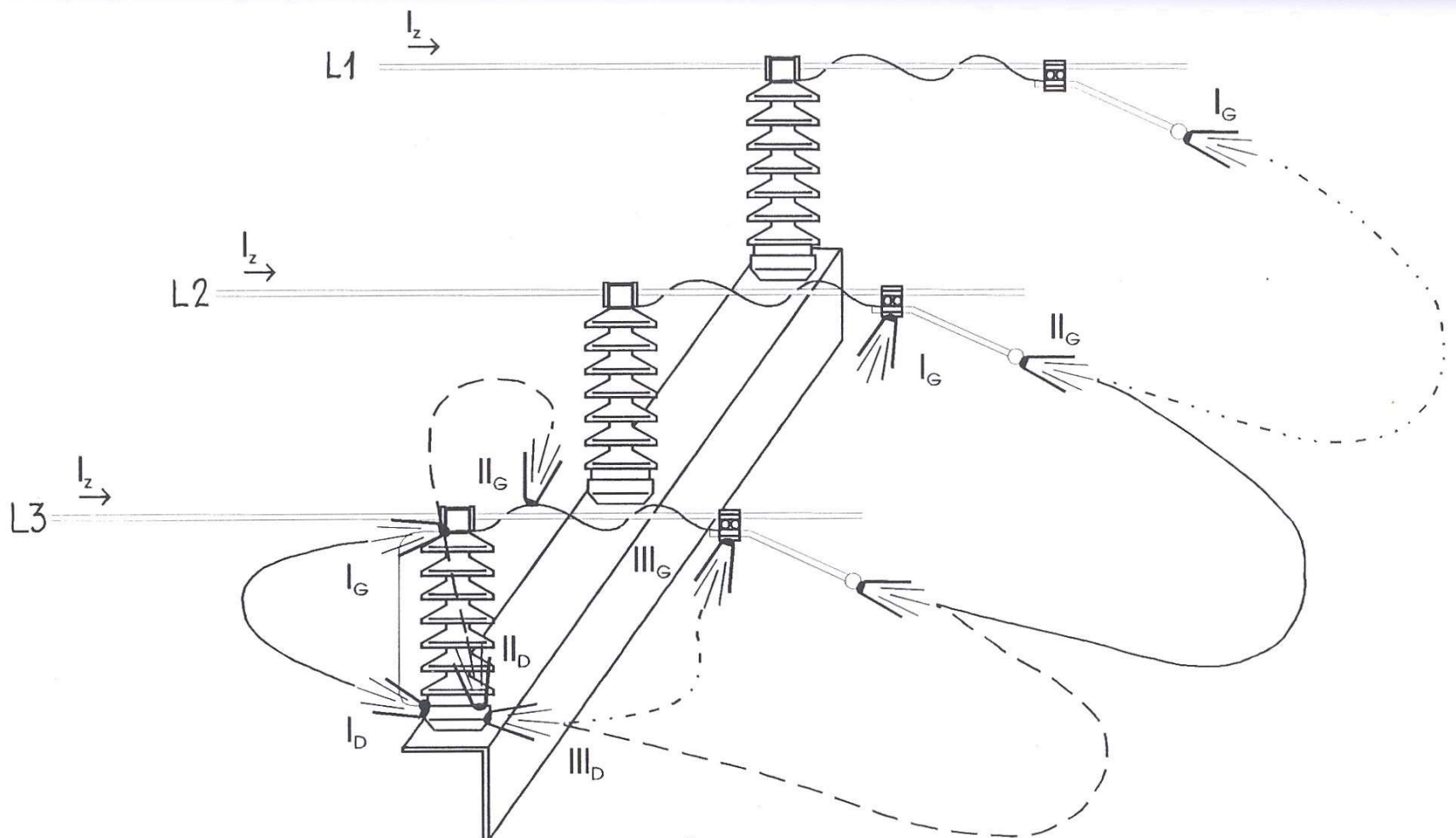


Przykład ochrony przeciwlukowej typu rożkowego;
1 – drut aluminiowy, 2 – zacisk przebijający izolację z zamontowanym rożkiem, 3 – przewód w osłonie, 4 – izolator wsporczy, 5 – słup, 6 – poprzecznik

Uwaga: w liniach dwustronnie zasilanych rożki z obu stron izolatorów

Przebiegi w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

Zagrożenie przebiegiem w liniach napowietrznych SN



Rozwój wyładowania łukowego w układzie jednostronnego zasilania

Zagrożenie przebiegięciowe w liniach napowietrznych SN

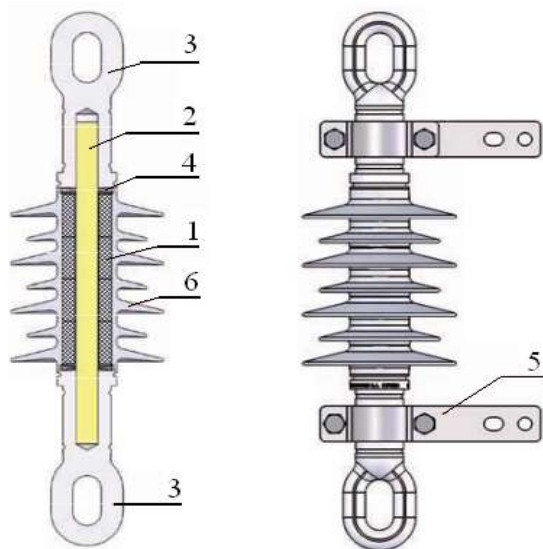
■ Środki zaradcze

- W przypadku słupa przewodzącego lub uziemionego poprzeczniaka zastosować elektrodę od strony uziemionej (odprowadzenie ładunku do ziemi, i obniżenie wartości szczytowej przebiegięcia - ochrona iskiernikowa)
- Dopuszcza się stosowanie ograniczników przebiegów (rozwiązanie bardzo dobre - wymaga jednak uziemień o odpowiedniej i kontrolowanej okresowo rezystancji)
- Jako liniowe ograniczniki przebiegów w sieciach SN mogą być stosowane tzw. odciągowe ograniczniki przebiegów (jednocześnie funkcja ograniczników przebiegów oraz napowietrznych izolatorów odciągowych).

Uproszczenie układu montażowego na konstrukcjach wsporczych i wyeliminowanie zbędnego osprzętu wykorzystywanego podczas budowy linii napowietrznych średniego napięcia wykonanymi przewodami gołymi jak i w osłonach izolacyjnych.

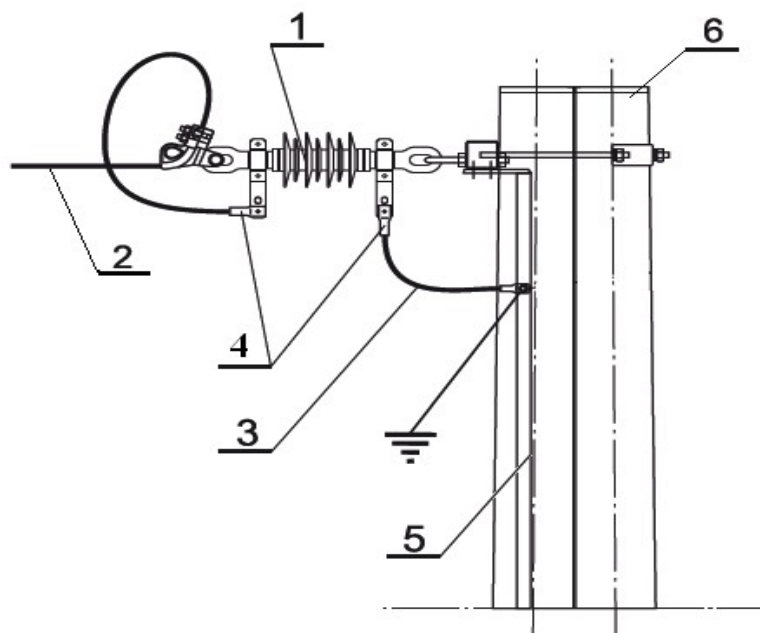
Przebiegięcia w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

Zagrożenie przebiegiowe w liniach napowietrznych SN



Odciągowy ogranicznik przepięć

- 1 – warystory,
- 2 – pręt szklano epoksydowy,
- 3 – złącza przyłączeniowe,
- 4 – sprężyny talerzowe,
- 5 – zaciski prądowe ogranicznika,
- 6 – osłona zewnętrzna ogranicznika



Sposób mocowania odciągowego ogranicznika przepięć;

- 1 – ogranicznik przepięć,
- 2 – przewód niepełnoizolowany,
- 3 – przewód do połączenia ogranicznika z uziemieniem,
- 4 – zaciski prądowe ogranicznika,
- 5 – bednarka ocynkowana,
- 6 – słup

Przebiegięcia w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

Wytyczne ochrony przed przebiegięciami w liniach z przewodami w osłonie

- Linie napowietrzną z zespołami napowietrznych przewodów izolowanych łączącą się z linią wykonaną przewodami gołymi lub przewodami w osłonie należy chronić ogranicznikami przebieg zainstalowanymi w miejscu połączenia obu linii.
- Linie napowietrzną z zespołami napowietrznych przewodów izolowanych należy chronić ogranicznikami przebieg zainstalowanymi w miejscu rozgałęzień tej linii.
- Linie napowietrzną wykonaną przewodami w osłonie łączącą się z linią wykonaną przewodami gołymi należy chronić ogranicznikami przebieg zainstalowanymi w miejscu połączenia obu linii.
- Linie napowietrzną wykonaną przewodami w osłonie należy chronić ogranicznikami przebieg zainstalowanymi przy skrzyżowaniach linii z rzekami lub innymi obiektami, gdy występują bardzo wysokie słupy o wysokości powyżej 20 m, w terenach górskich, odkrytych wzniesieniach itp.
- Miejsce połączenia linii mającej słupy lub poprzeczniki z materiałów nieprzewodzących z linią na słupach przewodzących (stalowych lub żelbetowych) zaleca się chronić ogranicznikami przebieg zainstalowanymi na pierwszym słupie przewodzącym.

Przebiegięcia w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

Wytyczne ochrony przed przebiegięciami w liniach z przewodami w osłonie

- Przewody w osłonie należy chronić przed skutkami łuku stosując układy ochrony przeciwłukowej w następujących miejscach:
 - na słupach skrzyżowaniowych, przy drogach i zabudowaniach,
 - na słupach na granicy terenów: niezabudowanego i leśnego,
 - na słupach zlokalizowanych na wzniesieniach terenu,
 - na słupach linii prowadzonej w terenie płaskim niezabudowanym nie rzadziej niż na co trzecim słupie, a w terenie leśnym nie rzadziej niż na co piątym słupie linii,
 - na słupach odporowych, odporowo-rozgałęźnych i rozgałęźnych linii.

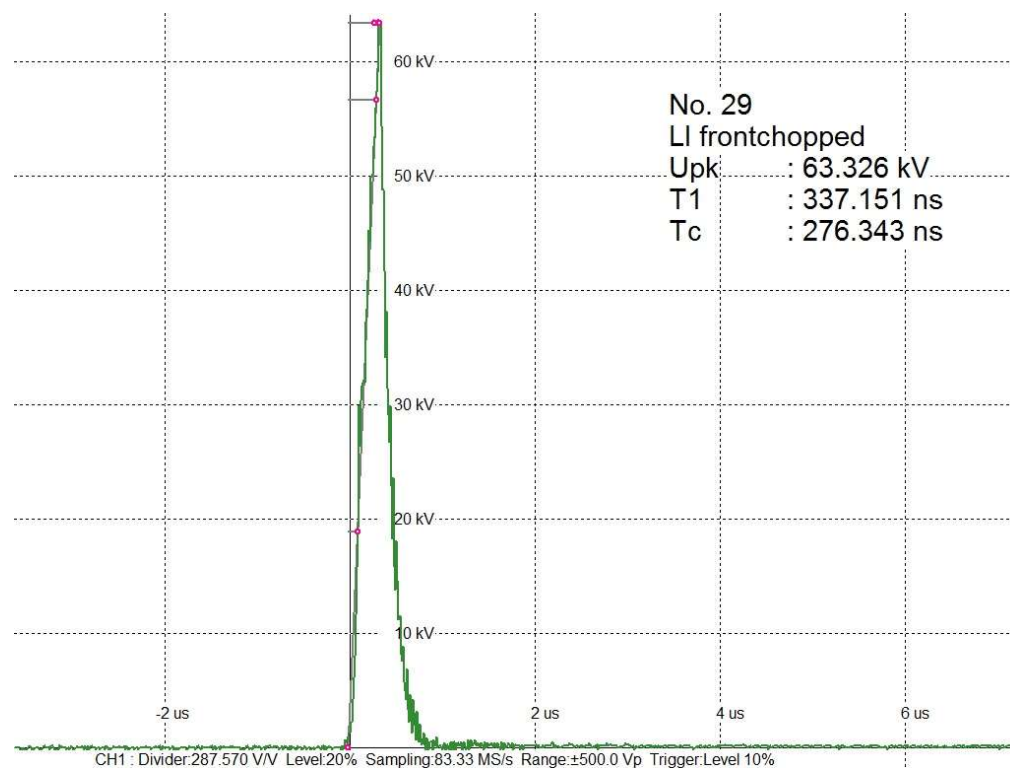
Jeżeli dotychczas stosowane, inne rozmieszczenie elementów ochrony przed skutkami łuku nie powoduje w sieci OSD negatywnych skutków związanych z przebiegięciami i możliwymi w ich następstwie zapłonami łuku elektrycznego, dopuszcza się utrzymanie dotychczas stosowanego rozmieszczenia elementów ochrony przed skutkami łuku dla nowych linii. Należy jednak pamiętać, że pozytywne doświadczenia eksploatacyjne mogą być związane z lokalnymi warunkami przebiegięciowymi (w szczególności piorunowymi).

Ostrożnie z przenoszeniem doświadczeń na nowe linie lub na obszary działalności innych OSD

Przebiegi w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

Wytyczne ochrony przed przebiegami w liniach z przewodami w osłonie

- Na słupach wyposażonych w łączniki należy stosować ograniczniki przebiegów po obu stronach łącznika. Dopuszcza się stosowanie po obu stronach łącznika iskierników (z jedną elektrodą uziemioną) instalowanych na izolatorach liniowych.



Przebiegi w liniach z przewodami w osłonie (PAS)

Wytyczne ochrony przed przebiegami w liniach z przewodami w osłonie

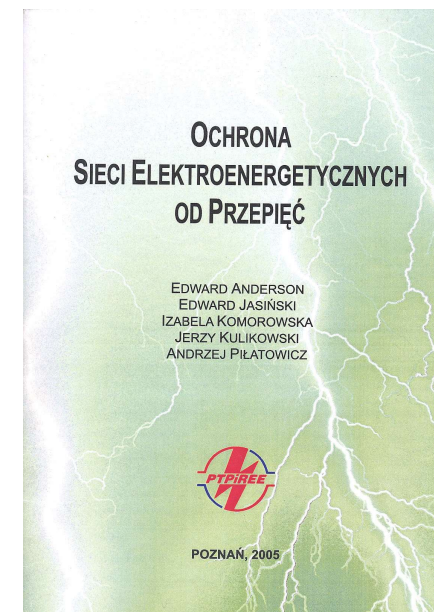
- Ochrona przeciwłukowa może być realizowana jako ochrona różkowa lub różkowa typu iskiernikowego
- Na słupach, na których zostały zainstalowane ograniczniki przebiegów nie jest wymagane stosowanie układów łukochronnych.
- W przypadku izolatorów odciągowych oraz w zawieszeniu odciągowo-narożnym należy stosować układy ochrony przeciwłukowej instalowane bezpośrednio do okuć izolatora odciągowego.

Elektrody układu ochrony przeciwłukowej nie powinny być montowane od spodu izolatora.

W przypadku zapalenia się łuku może to doprowadzić do zniszczenia izolatora. Jeżeli tak wykonana ochrona przed łukiem może prowadzić do zniszczenia izolatora wskutek zapalenia się łuku, to oznacza to, że nie spełnia swojego zadania.

Charakterystyka opracowanych wytycznych

- Brak „rewolucji” w stosunku do wytycznych PTPIREE z 2005 r.
- Zgodność z aktualnymi normami i przepisami powiązanymi
- Rozszerzenie zakresu wytycznych w stosunku do wydania z 2005 r. lub dodanie wytycznych wówczas nieuwzględnianych
- Komentarze do wybranych wytycznych (głównie wyjaśniające przyczyny ich stosowania lub doprecyzowujące ogólną wytyczną)
- Nowości:
 - Ochrona przed przepięciami osłon zewnętrznych kabli WN
 - Ochrona odgromowa obiektów budowlanych
 - Sprawdzanie kontrolne elementów i urządzeń ochrony przed przepięciami. Metody pomiarowe
 - Sprawdzenia systemu ochrony odgromowej LPS
 - Wskaźniki diagnostyczne beziskiernikowych ograniczników przepięć w eksploatacji



Charakterystyka opracowanych wytycznych

- Główne zmiany:
 - Jako nowe wyłącznie beziskiernikowe ograniczniki przepięć z nową klasyfikacją i kryteriami ich doboru
 - Doprecyzowanie zasad ochrony przed przepięciami w liniach z przewodami w osłonie
 - Rezygnacja z bezpośredniej ochrony przed przepięciami przyłączy nn

