



Politechnika
Śląska

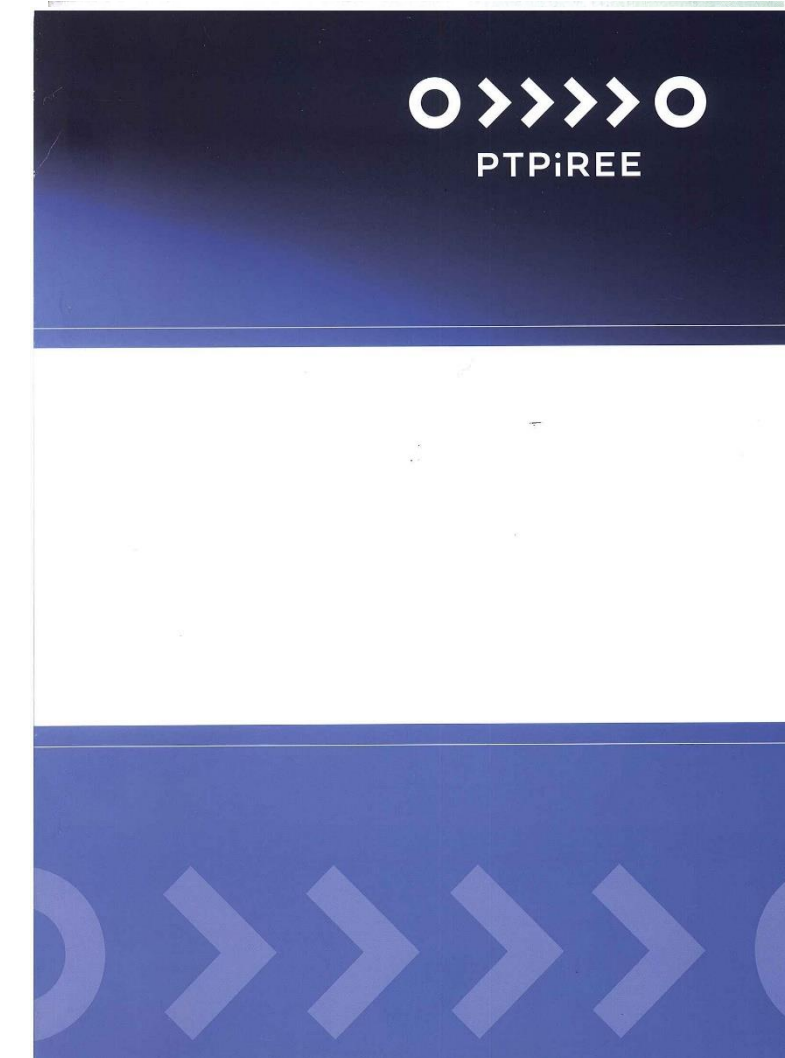
Wybrane zagadnienia z zasad ochrony przed przepięciami

Dominik Duda

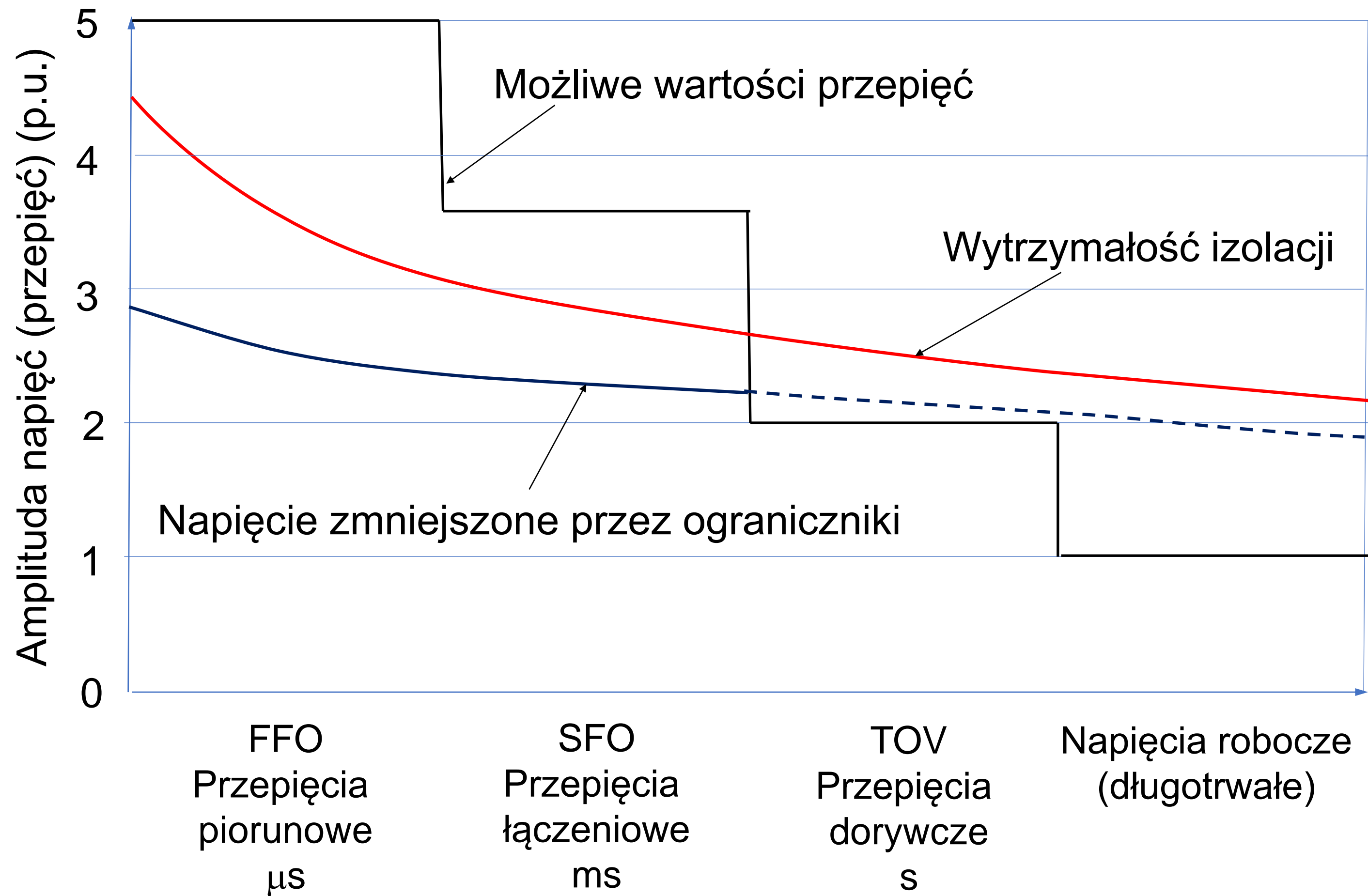
**Ochrona przed porażeniem i przed przepięciami
w sieciach elektroenergetycznych
29-30 listopada 2023 r.**

Charakterystyka opracowanych wytycznych

- Brak „rewolucji” w stosunku do wytycznych PTPIREE z 2005 r.
- Zgodność z aktualnymi normami i przepisami powiązаныmi
- Rozszerzenie zakresu wytycznych w stosunku do wydania z 2005 r. lub dodanie wytycznych wówczas nieuwzględnianych
- Komentarze do wybranych wytycznych
- Główne nowości:
 - Ochrona przed przepięciami osłon zewnętrznych kabli WN
 - Ochrona odgromowa obiektów budowlanych
 - Sprawdzanie kontrolne elementów i urządzeń ochrony przed przepięciami.
 - Wskaźniki diagnostyczne beziskiernikowych ograniczników przepięć
- 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
 - Wyraźniej sprecyzowane nieobejmowanie bezpośrednią ochroną przed przepięciami przyłączy nn



Koordinacja izolacji



Prawidłowa koordynacja izolacji



Beziskiernikowe ograniczniki przepięć

Obecna i poprzednia klasyfikacja beziskiernikowych ograniczników przepięć

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)	-	-	-	$\geq 1,1$	$\geq 0,7$	$\geq 0,45$
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”						



Beziskiernikowe ograniczniki przepięć

■ Nowe parametry beziskiernikowych ograniczników przepięć

- zdolność do powtarzalnego odprowadzania ładunku Q_{rs}



maksymalna wartość ładunku odprowadzanego przez ogranicznik w postaci pojedynczego udaru lub grupy udarów bez powodowania uszkodzenia mechanicznego lub niedopuszczalnej degradacji elektrycznej warystorów

- ładunek dopuszczalny termicznie Q_{th} i znamionowa energia cieplna W_{th}

DANE ELEKTRYCZNE

Klasyfikacja ogranicznika według PN-EN 60099-4:2015

Klasa rozładowania linii według PN-EN 60099-4:2009

Napięcie systemu (U_m)

Napięcie znamionowe (U_r)

Znamionowy prąd wyładowczy I_n 8/20 μs

Prąd graniczny I_{hc} 4/10 μs

Zdolność przepływu ładunku Q_{rs}

Znamionowy ładunek cieplny Q_{th}

Wytrzymałość na udary prądowe długotrwałe, 2000 μs

Wytrzymałość zwarciova

DH (Distribution High)

Klasa 1

3.6 – 36 kV

1.2 – 45 kV

10 kA

100 kA

0.4 C

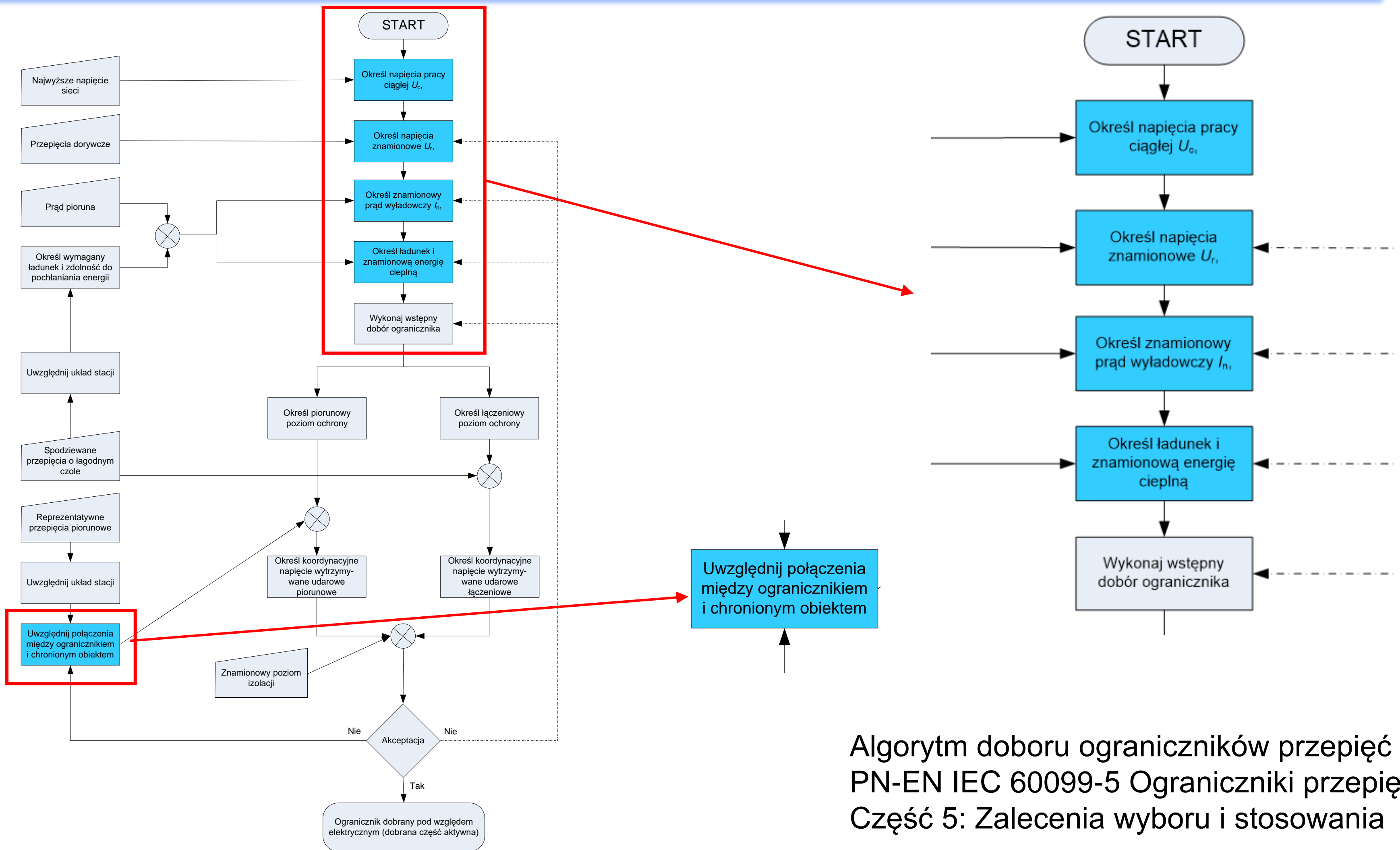
1.1 C

325 A

31.5 kA/0.2s



Beziskiernikowe ograniczniki przepięć

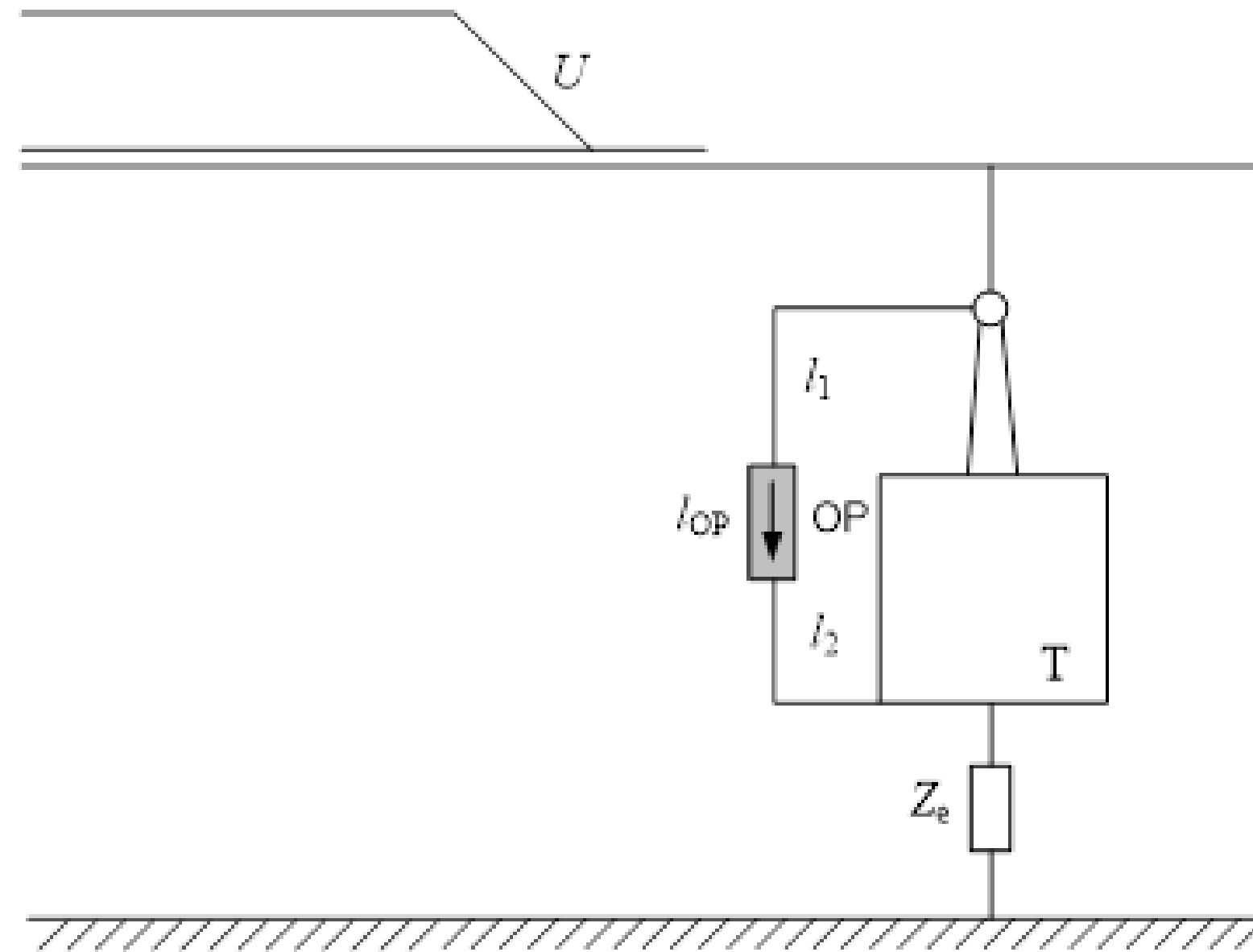


Algorytm doboru ograniczników przepięć wg PN-EN IEC 60099-5 Ograniczniki przepięć - Część 5: Zalecenia wyboru i stosowania

Beziskiernikowe ograniczniki przepięć

■ Strefy ochronne ograniczników przepięć

Uwzględnij połączenia między ogranicznikiem i chronionym obiektem



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



Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

Sieci 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 Ω *)

*) 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 .



Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

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 .



Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami

Rezystancja udarowa uziemień

Rezystancję udarową uziemienia można powiązać z rezystancją statyczną:

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

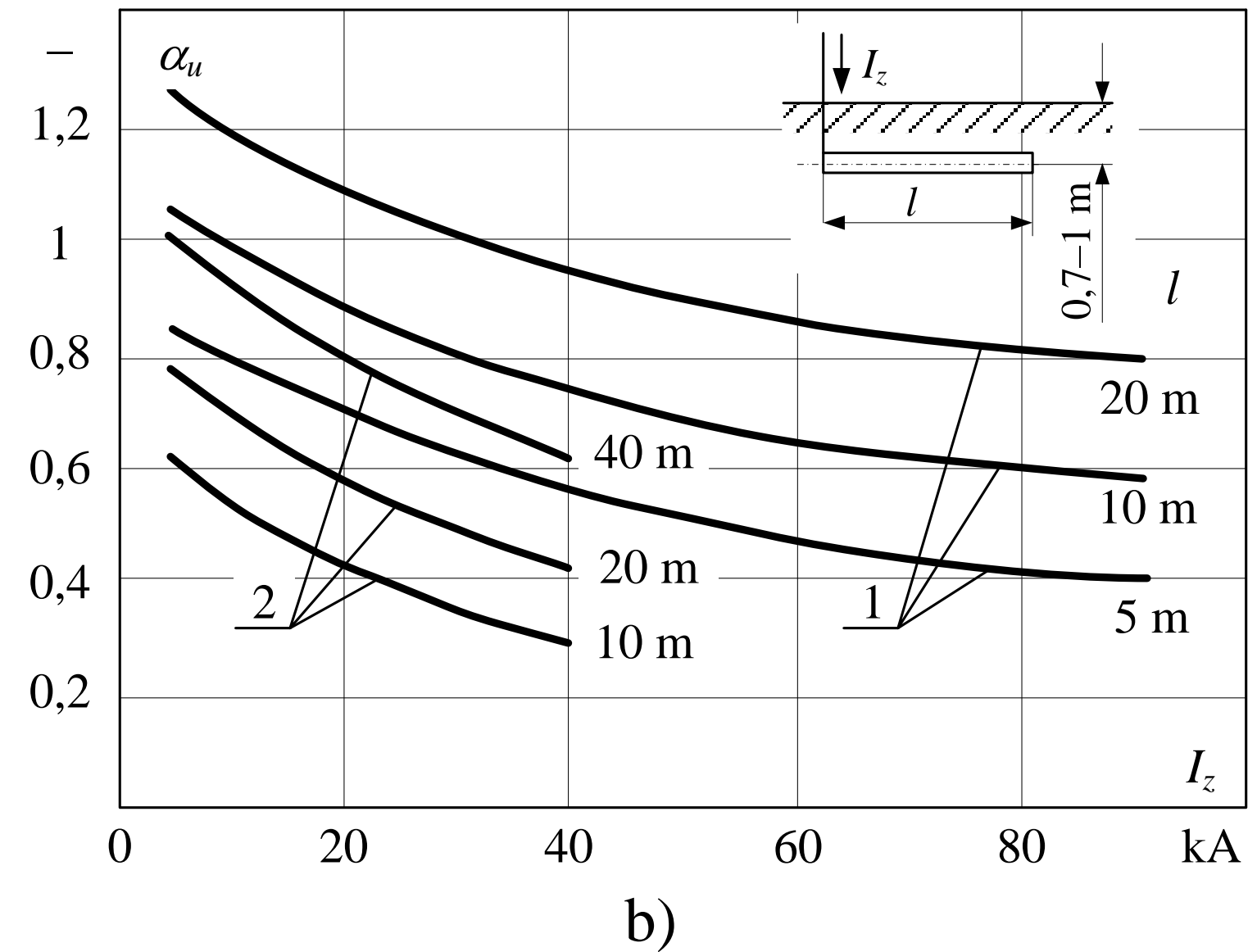
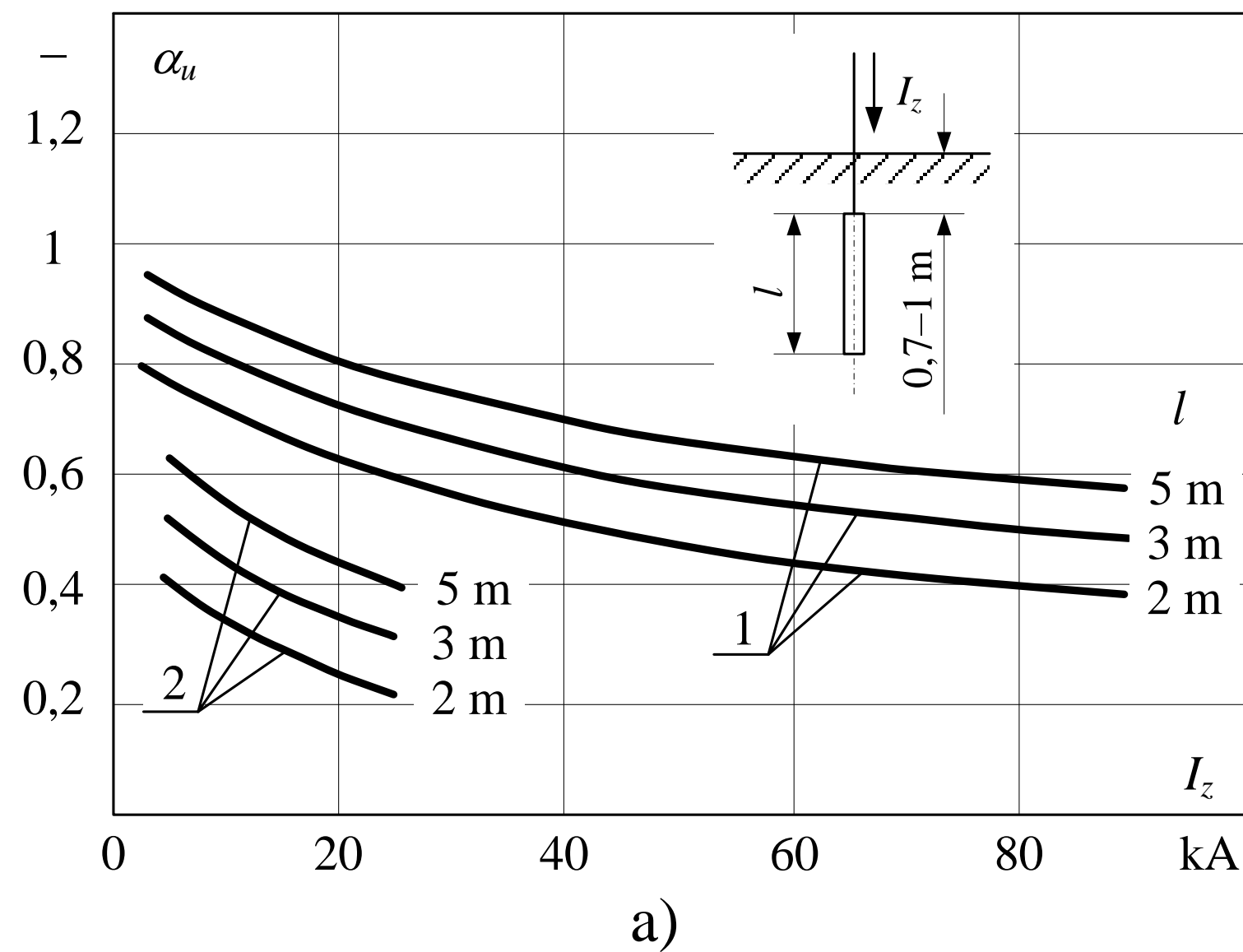
gdzie:

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 $\alpha_u > 1,2$)



Uziemienia urządzeń ochrony przed przepięciami



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 $1000 \Omega \cdot \text{m}$



Ochrona przed przepięciami w sieciach nn

Znormalizowane poziomy izolacji

- Urządzenia zasilane bezpośrednio z sieci nn podzielone są na kategorie przepięć (kategorie wytrzymałości udarowej)
- Wg PN-EN 60664-1: 2011. Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia – Część 1: Zasady, wymagania i badania, urządzenia stosowane w złączu instalacji – urządzenia IV kategorii przepięć. Przykłady urządzeń IV kategorii przepięć – liczniki energii elektrycznej i główne zabezpieczenia nadprądowe.
- Obowiązek producenta takich urządzeń – zapewnienie wytrzymałości elektrycznej udarowej niemniejszej niż podana w tabeli.

Nominalne napięcie układu zasilania	Napięcie fazowe określone na podst. nominalnych napięć włącznie do	Napięcie znamionowe udarowe urządzeń IV kategoria przepięć
	V	
230/400, 277/480	300	6000



Ochrona przed przepięciami w sieciach nn

Znormalizowane poziomy izolacji

- Zadanie OSD w zakresie ochrony przed przepięciami w sieciach nn – ograniczenie przepięć o charakterze udarowym do poziomu niższego od 6 000 V.
- Norma PN-EN 60664-1: 2011. Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia – Część 1: Zasady, wymagania i badania. definiuje również urządzenia niższych kategorii przepięć. Są to jednak urządzenia instalowane w głębi instalacji odbiorczych, zatem ochrona tych urządzeń od przepięć nie jest obowiązkiem OSD.



Ochrona przed przepięciami w sieciach nn

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225) (tekst jednolity z 09 czerwca 2022 r.).

Rozdział 8

Instalacja elektryczna

§ 180. Instalacja i urządzenia elektryczne, przy zachowaniu przepisów rozporządzenia, przepisów odrębnych dotyczących dostarczania energii, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy, a także wymagań Polskich Norm odnoszących się do tych instalacji i urządzeń, powinny zapewniać:

·
·

- 2) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami;



Ochrona przed przepięciami w sieciach nn

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225) (tekst jednolity z 09 czerwca 2022 r.).

Rozporządzenie to, odnośnie **§ 180**, powołuje się m.in. na wymagania normy PN-HD 60364-4-443:2016 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed przepięciami – Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi



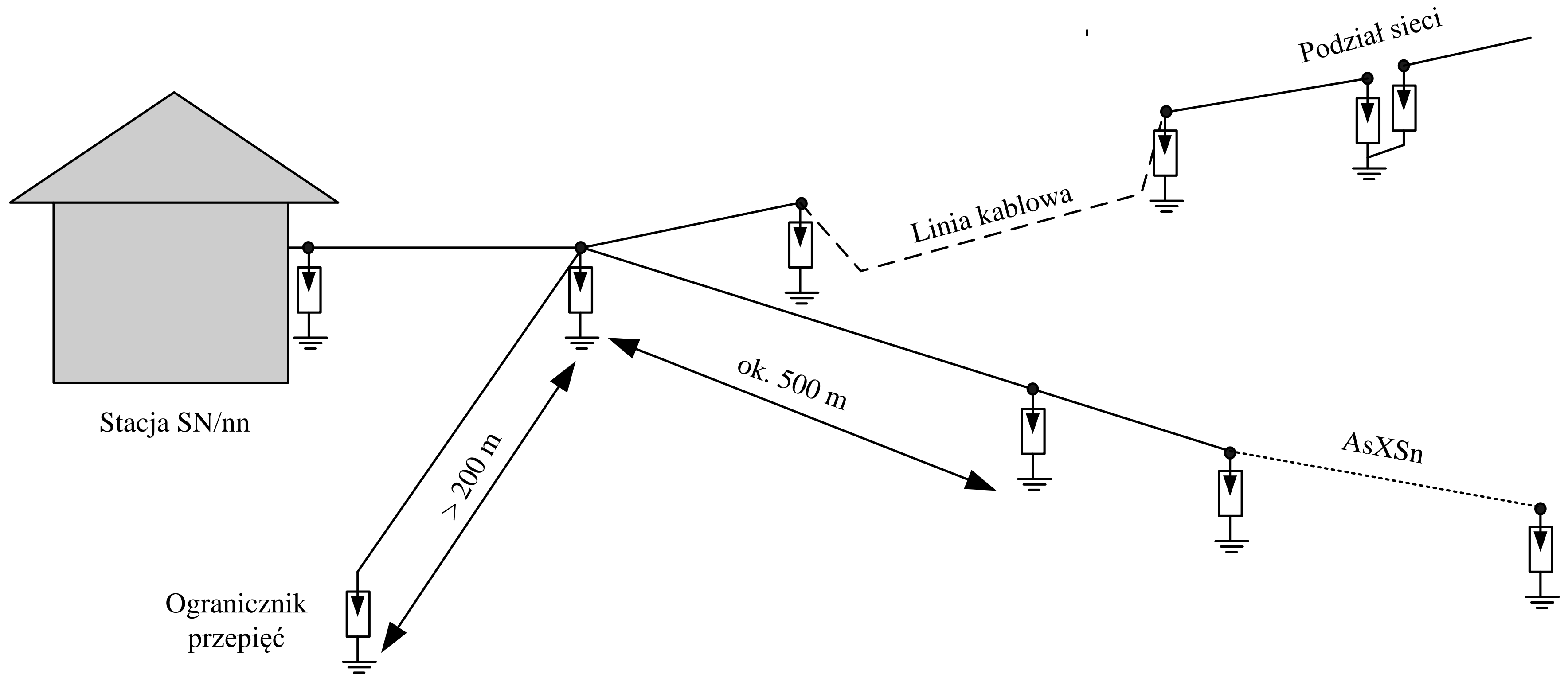
Ochrona przed przepięciami w sieciach nn

■ Wg normy PN-HD 60364-4-443:2016:

„poziom ochrony przepięć można kontrolować poprzez zainstalowanie urządzeń do ograniczania przepięć albo bezpośrednio w instalacji blisko jej złącza, albo – za zgodą operatora sieci – w linii napowietrznej zasilającej sieci rozdzielczej. Na przykład można zastosować następujące środki:

- a) w przypadku zasilania z napowietrznych sieci rozdzielczych, urządzenia do ograniczania przepięć można montować w punktach węzłowych sieci, a zwłaszcza przy końcu każdego przyłącza dłuższego niż 0,5 km. Zaleca się, aby urządzenia do ograniczania przepięć były montowane co 0,5 km wzdłuż zasilających linii rozdzielczych i aby jednak w żadnym przypadku odległość między urządzeniami do ograniczenia przepięć nie była większa niż 1 km;
- b) jeżeli zasilająca sieć rozdzielcza jest częściowo napowietrzna, a częściowo podziemna, zaleca się, aby ochrona przeciwprzepięciowa w liniach napowietrznych była stosowana zgodnie z a) w każdym punkcie przejścia z linii napowietrznej do kabla podziemnego”.

Ochrona przed przepięciami w sieciach nn



Ochrona przed przepięciami w sieciach nn

- Ograniczniki przepięć należy instalować:
 - w stacjach zasilających sieć nn, za zabezpieczeniami (łącznikami) linii, po jednym komplecie SPD na odejściu każdej linii lub na jej pierwszym słupie.
 - na końcu każdej linii napowietrznej i na końcu każdego odgałęzienia o długości większej niż 200 m,
 - wzdłuż linii, tak aby na każde 500 m długości linii przypadał co najmniej jeden komplet ograniczników przepięć instalowany w miejscach uziemienia przewodu ochronno – neutralnego (PEN),
 - na podziałach sieci (linii) z obu stron słupa,
 - w miejscu połączeń linii kablowej z linią napowietrzną wykonaną przewodami gołymi lub zespołami napowietrznych przewodów izolowanych oraz linii napowietrznej wykonanej zespołami napowietrznych przewodów izolowanych z linią napowietrzną wykonaną przewodami gołymi (wymienione tu przypadki nie dotyczą przyłączy).

Czy to jest nowość?



Ochrona przed przepięciami w sieciach nn

- Już w wytycznych z 2005 r. istniał zapis: „Linie napowietrzne z przewodami gołymi lub z przewodami pełnoizolowanymi, w tym przyłącza, należy chronić SPD, które powinny być zainstalowane na końcu każdej linii i na końcu każdego odgałęzienia o długości większej niż 200 m oraz w linii w odstępach nie większych niż 500 m. Zaleca się instalowanie SPD w miejscach uziemienia przewodu ochronno-neutralnego PEN”.
- Przyłącza były więc traktowane jako fragmenty linii z przewodami gołymi lub pełnoizolowanymi, którym należy zapewnić ochronę instalując ograniczniki przepięć w ww. miejscach. Nie wskazywano już, że ograniczniki mają być instalowane na każdym przyłączy.



Podsumowanie

- Pominięcie stosowania ograniczników na przyłączach, z punktu widzenia postanowień norm, jest dopuszczalne.
- Zwiększenie dopuszczalnej wartości rezystancji uziemień w sieciach nn, przy niekorzystnych warunkach gruntowych (dużej rezystywności gruntu) nie musi oznaczać pogorszenia się skuteczności ochrony przed przepięciami o charakterze udarowym.
- Założeniem zespołu autorskiego ww. zasad ochrony było formułowanie jednoznacznych wytycznych, bardzo często uzupełnianych komentarzami pozwalającymi na wyjaśnienie takiego a nie innego ich sformułowania.

