

Seminarium online



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

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

Dzień 3 - Blok 1

**Zagadnienia szczegółowe dotyczące ochrony
w sieciach SN i nn**

dr inż. Edward SIWY

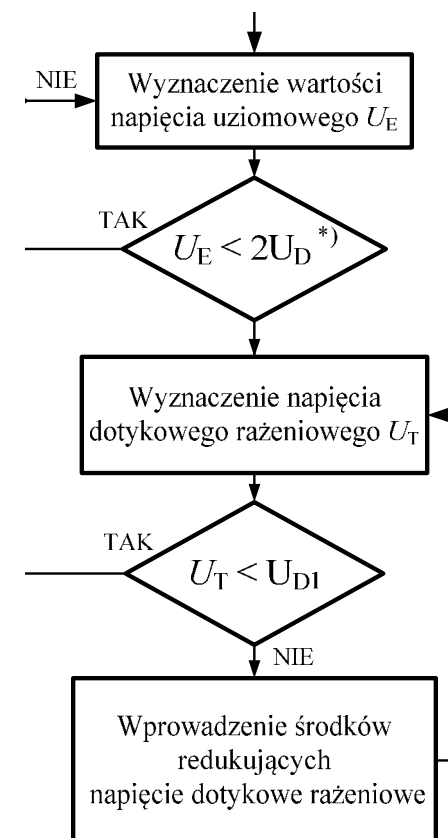
Lokalizacja i funkcja ochronna uziemień w liniach napowietrznych SN

Wymagana jest ochrona dodatkowa konstrukcji wsporczych linii napowietrznych SN wykonanych z materiału przewodzącego zlokalizowanych na obszarze częstego przebywania ludzi.

Jako obszar częstego przebywania ludzi przyjmuje się podwórza, stadiony i boiska sportowe, kąpieliska, plaże, kempingi i inne tereny rekreacyjne, biwaki, zakłady przemysłowe, place miejskie, ogródki działkowe i parki, parkingi, tereny przeznaczone do ruchu pieszego lub znajdujące się w pobliżu budynków, dróg publicznych i ulic, tj. tereny, na których występuje duże prawdopodobieństwo częstego przebywania ludzi.

Jako obszary gdzie spodziewana jest obecność ludzi bez obuwia należy przyjąć podwórza, stadiony i boiska sportowe, kąpieliska, plaże, kempingi i inne tereny rekreacyjne.

Pozostałe konstrukcje wsporcze linii SN nie wymagają dodatkowej ochrony, a ewentualne istniejące instalacje uziemiające tych konstrukcji należy traktować jako nadmiarowe, nie wymagające badań eksploatacyjnych i nie wymagające demontażu.



Typowe przypadki – obniżenie napięcia uziomowego do wartości dopuszczalnych – wymagana odpowiednio niska rezystancja uziemienia

Lokalizacja i funkcja ochronna uziemień w liniach napowietrznych SN

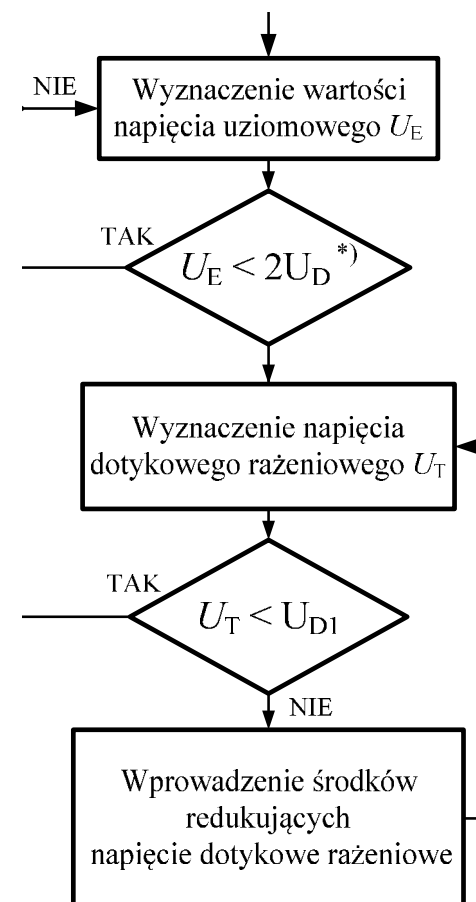
$I_{k1} = I_E$ w A	T_k w s	$R_E(D1)$ w Ω	$R_E(D2)$ w Ω	$R_E(D3)$ w Ω	$R_E(D4)$ w Ω
30	5	5,73	11,67	19,33	29,53
200	1	1,17	2,57	4,37	6,77

Wymagana rezystancja uziemienia konstrukcji wsporczych dla przykładowych warunków zwarciovych w sieci SN.

Konstrukcje wsporcze na ZIU - $R_E \leq 10 \Omega$

W przypadkach nietypowych – trudności z uzyskaniem wymaganej rezystancji uziemienia – rozwiązaniem jest wysterowanie potencjału wokół słupa – pojedynczy uziom otokowy

W przypadku linii dwunapięciowej, gdy realizowana jest wspólna instalacja uziemiająca (dla ochrony konstrukcji wsporczej oraz dla celów uziemienia przewodu PEN) **konieczne jest sprawdzenie wymagań związanych z napięciami wynoszonymi** do sieci nn – praktycznie jak dla stacji SN/nn



Lokalizacja i funkcja ochronna uziemień w liniach napowietrznych SN

- 1: U_{D1} : $R_a = 0 \Omega$,
- 2: U_{D2} : $R_a = 1\,750 \Omega$, ($R_{a1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 500 \Omega \cdot m$),
- 3: U_{D3} : $R_a = 4\,000 \Omega$, ($R_{a1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 2\,000 \Omega \cdot m$),
- 4: U_{D4} : $R_a = 7\,000 \Omega$, ($R_{a1} = 1\,000 \Omega$, $\rho_E = 4\,000 \Omega \cdot m$), $R_{a2} = 1,5\rho_E$

Przy wyborze charakterystycznego przypadku, bez wykonywania pomiarów rezystywności warstwy powierzchniowej gruntu można przyjąć, że:

U_{D1} - wszędzie tam, gdzie spodziewana jest obecność ludzi bez obuwia,

U_{D2} - wszędzie tam, gdzie występuje naturalna warstwa powierzchniowa gruntu,

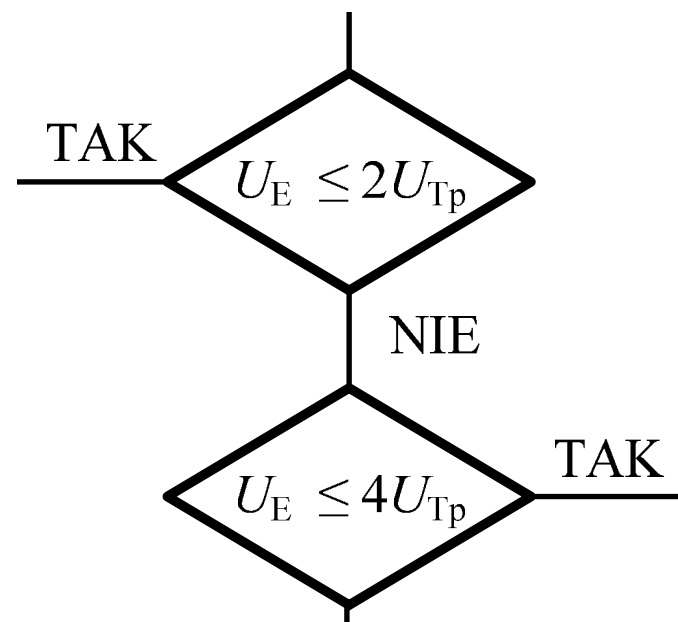
U_{D3} - wszędzie tam, gdzie na powierzchni gruntu ułożona jest warstwa z betonu, kamienia, żwiru itp.
(np. kostka brukowa, płyty chodnikowe),

U_{D4} - wszędzie tam, gdzie powierzchnia jest asfaltowana.

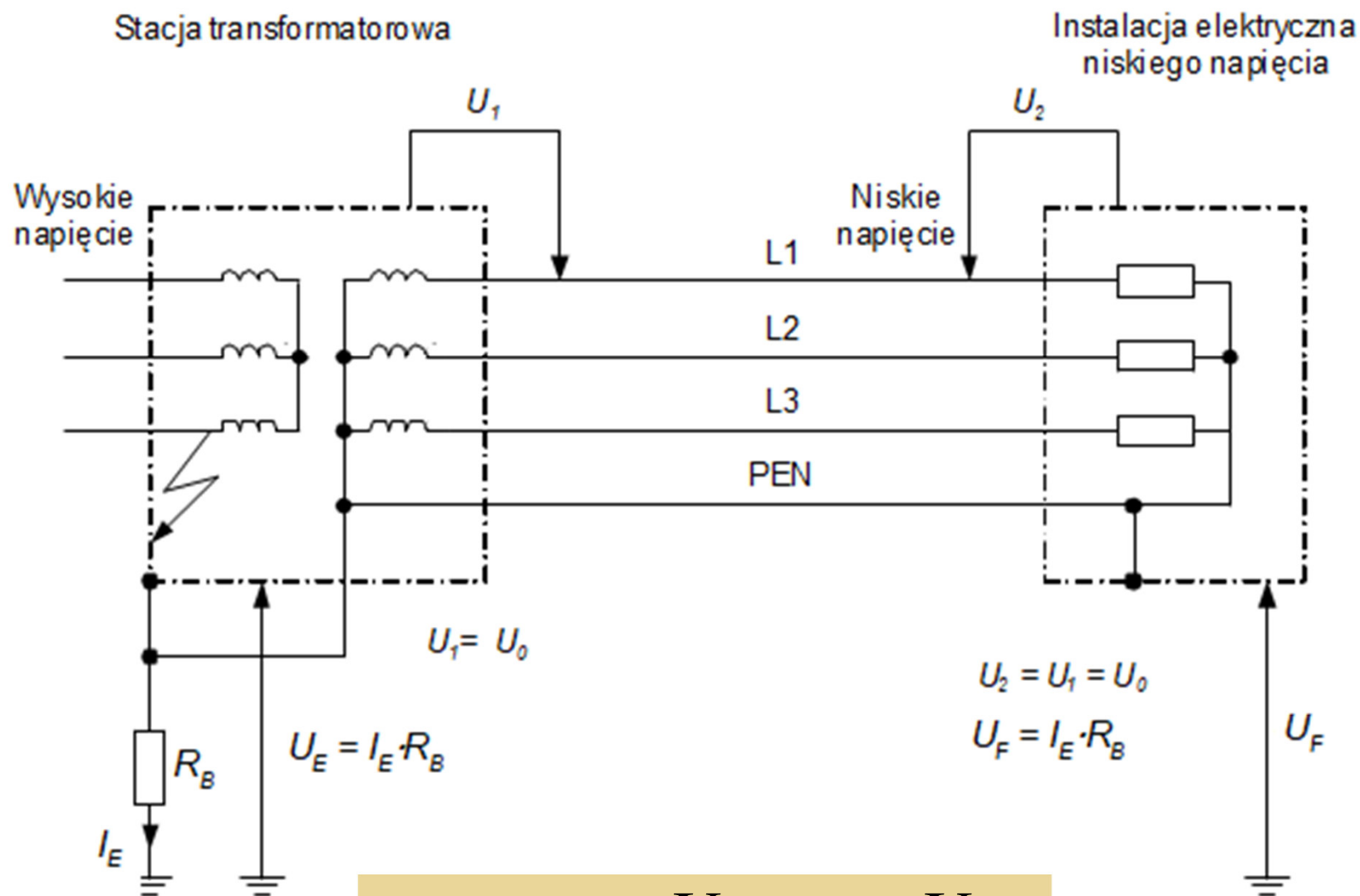
Funkcje ochronne uziemień w stacjach SN/nn

Jeżeli w stacji jest zrealizowane wspólne uziemienie ochronno-funkcjonalne, ze względu na zagrożenie porażeniowe związane z napięciami wynoszonymi do sieci nn w układzie TN, wypadkowa rezystancja R_B wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) linii napowietrznych i innych linii tworzących sieć elektroenergetyczną nn, musi spełniać warunek:

$$R_B \leq \frac{U_F}{r \cdot I_F} = \frac{U_F}{I_E}$$

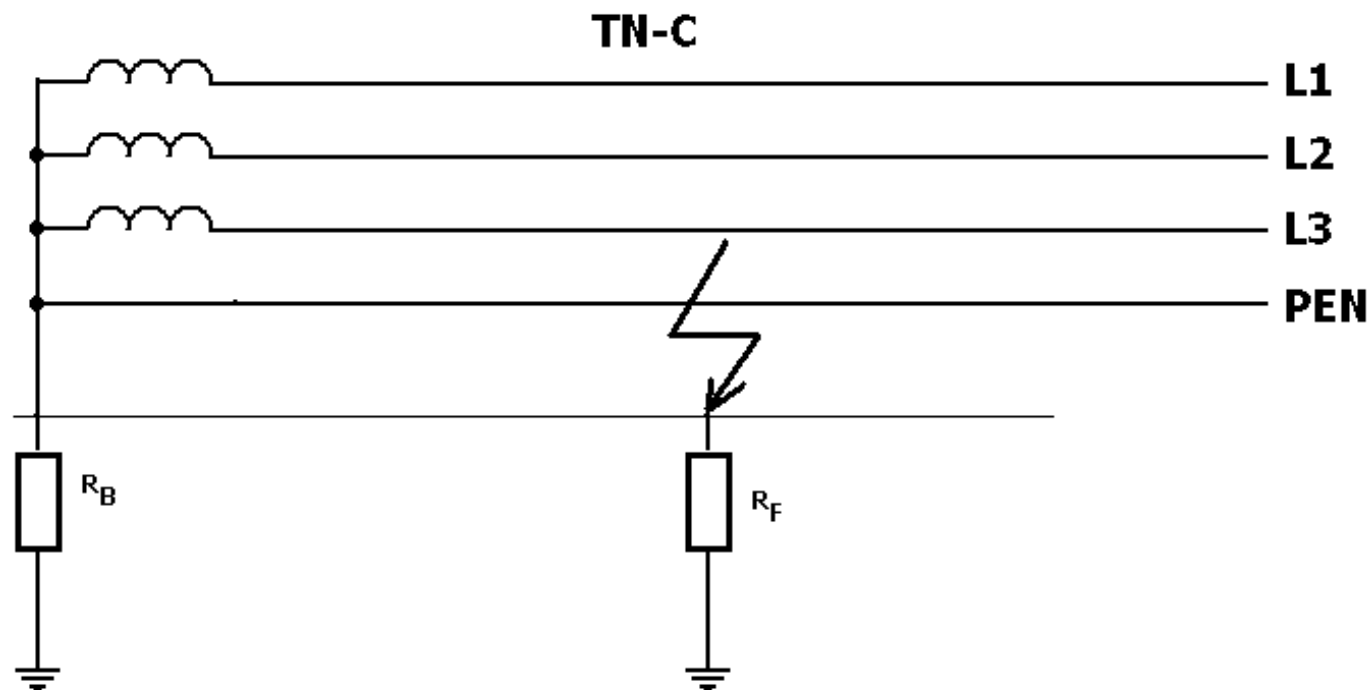


Funkcje ochronne uziemień w stacjach SN/nn – ochrona ze względu na napięcia wynoszone do sieci nn



$$R_B \leq \frac{U_F}{r \cdot I_F} = \frac{U_F}{I_E}$$

Funkcje ochronne uziemień w stacjach SN/nn



$$\frac{R_B}{R_F} \leq \frac{U_L}{U_0 - U_L}$$

Ograniczenie napięcia dotykowego na częściach przewodzących dostępnych w przypadku zwarcia z pominięciem przewodu PEN

$$\frac{R_B}{R_F} \leq \frac{50}{230 - 50} = 0,278$$

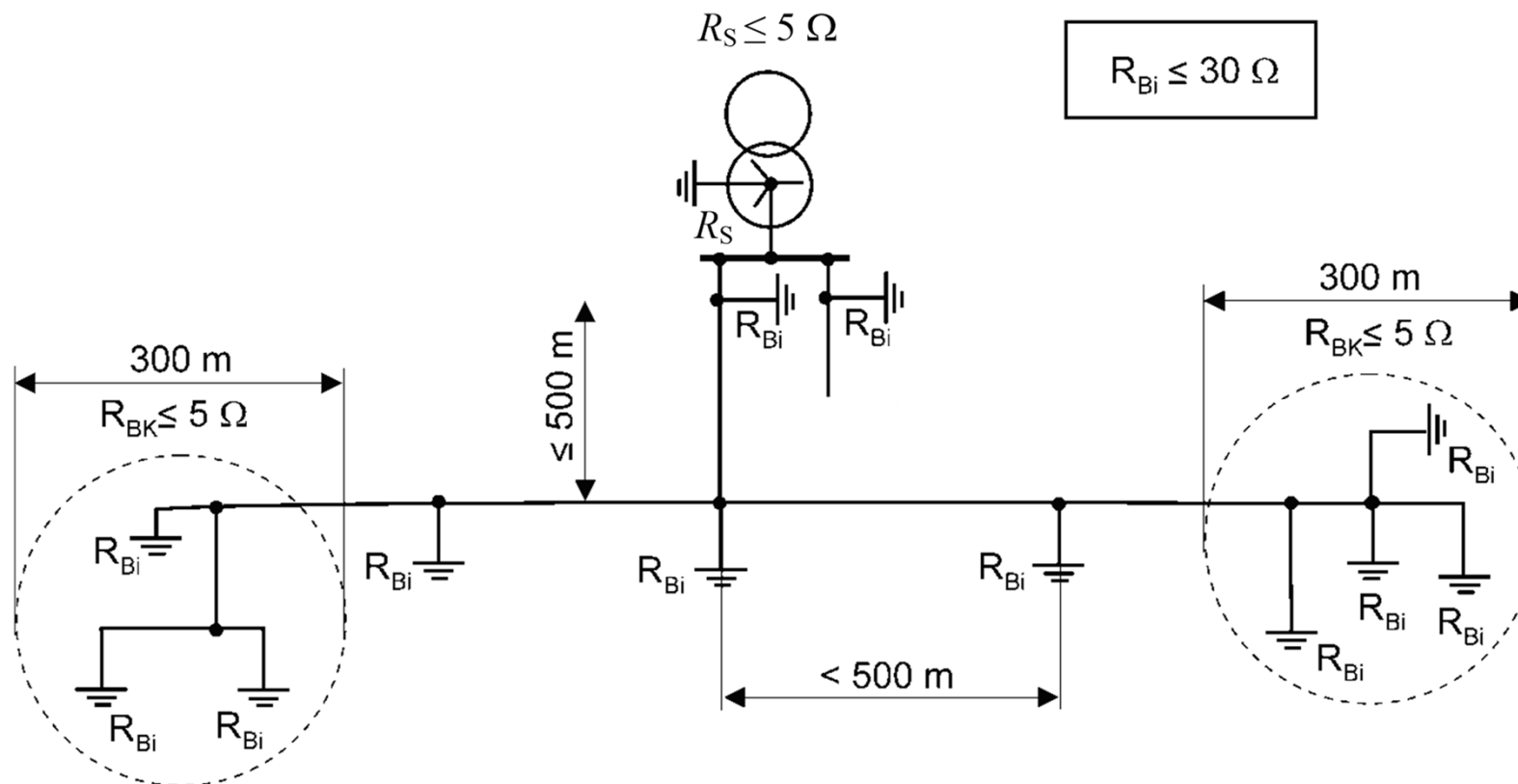
$$R_B \leq R_F \cdot 0,278 = 10 \cdot 0,278 = 2,78\Omega$$

Funkcje ochronne uziemień w liniach nn w układzie TN

W układzie TN uziemienie przewodu PEN wspomaga funkcje ochronne – spełnia pośrednią funkcję ochronną.

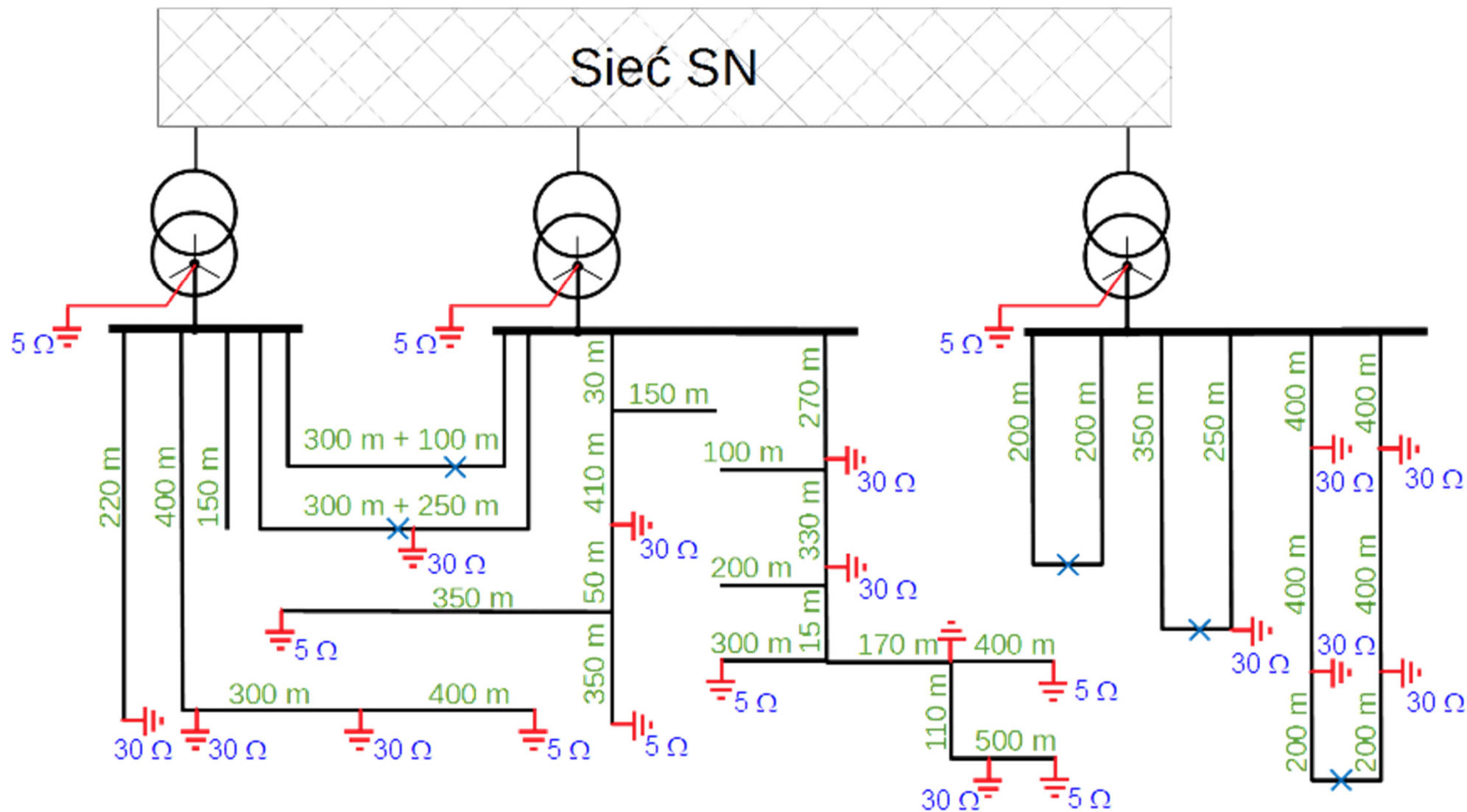
Bezpośrednią funkcję ochronną pełni system zerowania – połączenie części przewodzących dostępnych z przewodem ochronnym.

Największe niebezpieczeństwo dla działania systemu ochrony – przerwanie przewodu PEN – wymagane uziemienia na końcach obwodów



Wymagane uziemienia w liniach nn w układzie TN

Wymagane uziemienia w liniach nn w układzie TN

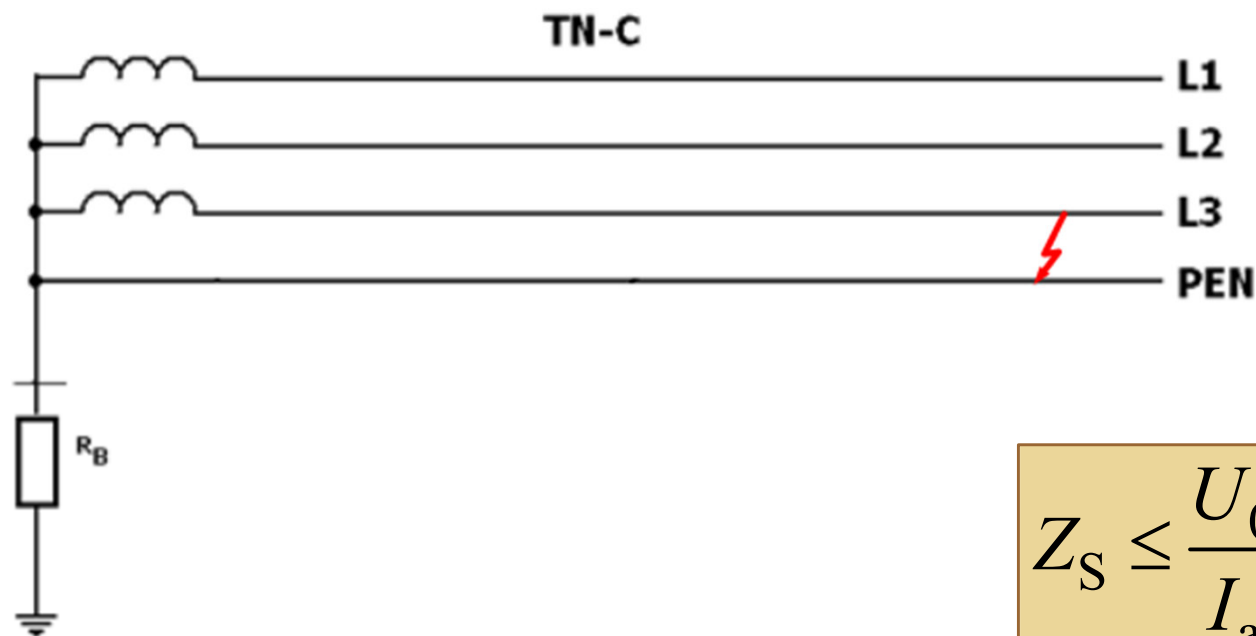


Wymagane wartości rezystancji uziemień ochronnych w sieciach TN

Lp.	Opis uziemienia	Rezystancja uziemień w Ω przy ρ_{\min}	
		$< 500 \Omega \cdot m$	$\geq 500 \Omega \cdot m$
1.	Rezystancja uziomu stacyjnego ^{*)}	$R_S \leq 5$	$R_S \leq \frac{\rho_{\min}}{100}$
2.	Wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) sieci, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE)	$R_B \leq R_E \frac{50}{U_0 - 50}$	
3.	Wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień połączonych z uziomem stacyjnych urządzeń wysokiego napięcia, uziemień punktu neutralnego każdej stacji i połączonych z nim uziemień przewodów PEN (PE) sieci	$R_B \leq \frac{U_F}{r I_{kl}} = \frac{U_F}{I_E}$	
4.	Wzdłuż trasy każdej linii napowietrznej w odległościach ≤ 500 m	$R_{Bi} \leq 30$	$R_{Bi} \leq \frac{\rho_{\min}}{16}$
5.	Wzdłuż trasy każdej linii napowietrznej poza uziemieniami wymienionymi w lp. 4	nie normuje się	
6.	Na końcu każdej linii napowietrznej i kablowej i na końcu każdego odgałęzienia o długości > 200 m	$R_{Bi} \leq 30$	$R_{Bi} \leq \frac{\rho_{\min}}{16}$
7.	Na obszarze koła o średnicy 300 m obejmującego końcowy odcinek każdej linii napowietrznej i kablowej oraz jej odgałęzienia	$R_{BK} \leq 5$	$R_{BK} \leq \frac{\rho_{\min}}{100}$
8.	Główny zacisk (szyna) uziemiający instalacji elektrycznej zasilanej z linii niskiego napięcia	$R_{MET} \leq 30$	

^{*)} Zmiana w stosunku do normy N SEP-E-001

Funkcje ochronne uziemień w liniach nn



$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Wymagany czas zadziałania zabezpieczeń dla linii nie powinien przekraczać 5 s. Jeżeli zabezpieczeniami linii są bezpieczniki topikowe czas ten może być dłuższy pod warunkiem, że prąd wyłączający I_a (prąd umowny zadziałania) będzie równy co najmniej dwukrotnej wartości prądu znamionowego wkładki bezpiecznikowej.

$$\text{Dla } T_F \geq 10 \text{ s} \quad U_F = 80 \text{ V.}$$

W przypadku stosowania w sieci nn wyłącznie urządzeń w II klasie ochronności wymagane jest jedynie badanie impedancji pętli zwarcia na końcu obwodu – sprawdzenie czy podwyższone napięcie na przewodzie PEN nie utrzymuje się zbyt długo.

Ochrona przez samoczynne wyłączenie – w sieci TT praktyczne dotrzymanie warunku skuteczności ochrony jest możliwe wyłącznie w przypadku metalicznego połączenia części przewodzących dostępnych (np. obudowy urządzenia) z punktem neutralnym sieci – „ukryte zerowanie”.

Występuje wtedy zagrożenie napięciami wynoszonymi – takie jak w układzie TN.

Zagrożenie utrzymującymi się długotrwale przepięciami (do wartości napięć międzyfazowych) w przypadku przerwania przewodu neutralnego.

Zagrożenie przepięciowe urządzeń w przypadku zwarć po stronie SN (oraz ewentualnie WN).

Dziękuję za uwagę!