



Seminarium online

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

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

Blok 1. Ochrona przed porażeniem – zagadnienia szczegółowe (c.d.)

dr hab. inż. Kurt Żmuda, prof. Politechniki Śląskiej,
dr inż. Edward Siwy, dr inż. Mirosław Kielboń

Program prezentacji/Agenda:

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN

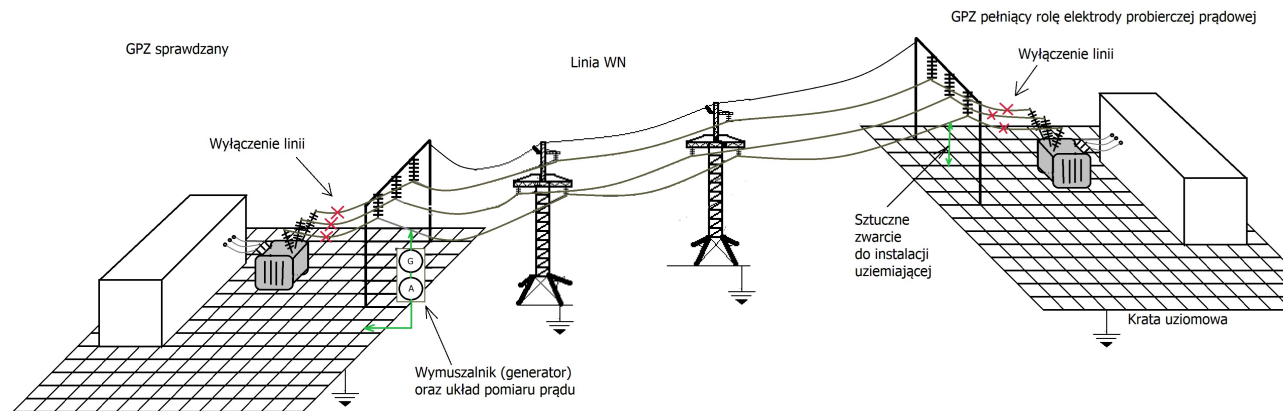
- a) przydatność metod małąprądowych przy pomiarach w obiektach stacyjnych WN i NN
- b) przykłady realizacji pomiarów w obiektach stacyjnych WN i NN oraz możliwości popełniania błędów organizacyjnych przy takich pomiarach
- c) protokołowanie pomiarów sprawdzających skuteczność ochrony przed porażeniem w obiektach WN i NN

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN

Przydatność metod wielko- i małoprądowych pomiarów rezystancji przy pomiarach w obiektach stacyjnych WN i NN - przypomnienie

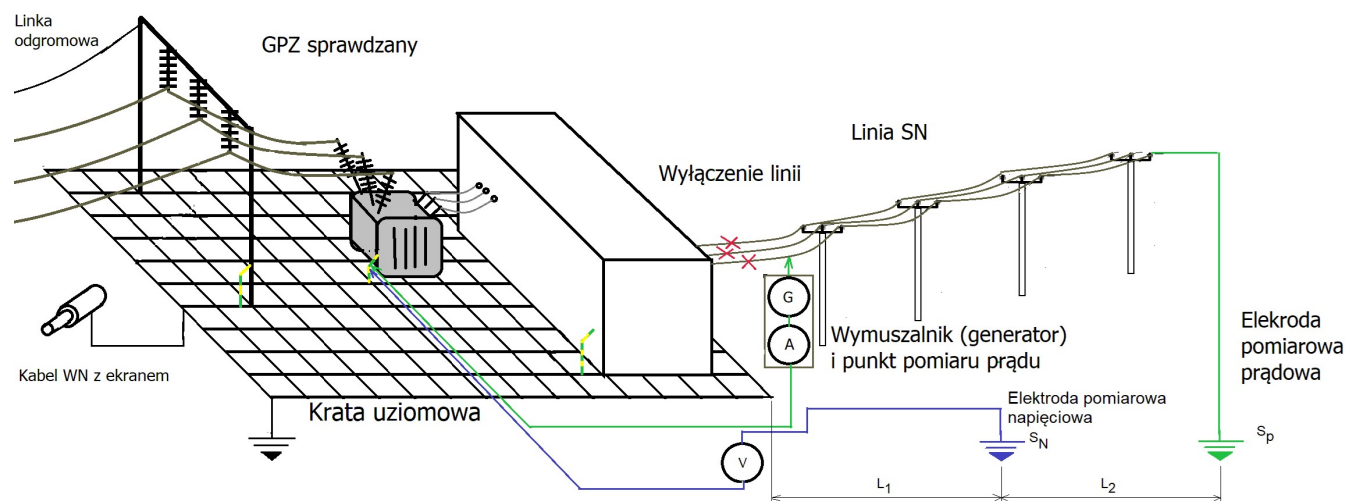
Podstawową metodą pomiarową używaną w obiektach WN i NN jest pomiar napięć dotykowych przy wielkoprądowym wymuszeniu prądu pomiarowego. Wymuszenie to może być zasilane z agregatu prądotwórczego odpowiedniej mocy, transformatora potrzeb własnych stacji WN/SN lub dedykowanego przyrządu wymuszającego.

Wielkoprądowe wymuszenie umożliwia pomiar, oprócz wartości napięć dotykowych, także napięcia uziomowego, jest to jednak bardzo kłopotliwe.



Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN

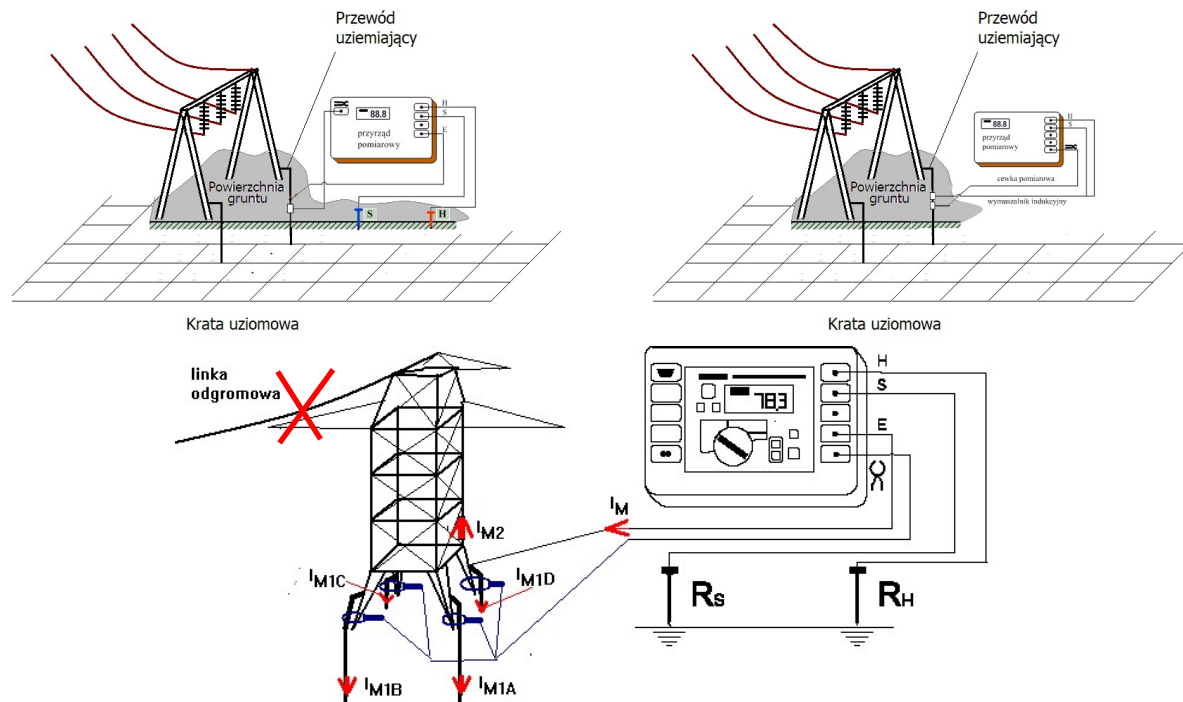
Pomiar napięcia uziomowego w stacji WN/NN



Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN

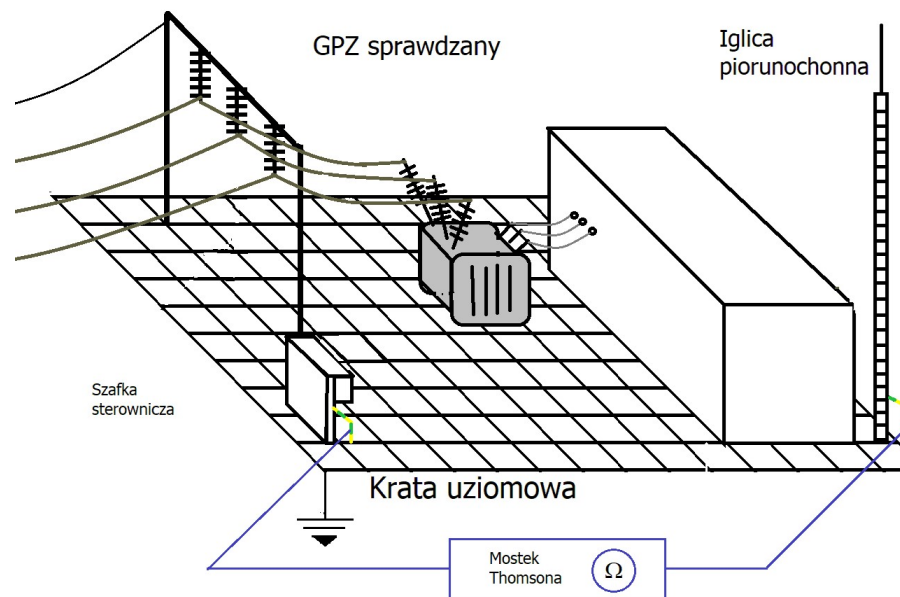
Metody małoprądowe mają znaczenie pomocnicze do:

- sprawdzania ciągłości przewodów uziemiających
- sprawdzania spójności kraty uziomowej
- niektórych sprawdzeń odbiorczych przy słupach WN



Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN

Metody małoprądowe są wrażliwe na zakłócenia elektromagnetyczne i mogą powodować zniekształcenie wyniku pomiaru na terenie stacji WN. Dlatego zaleca się używanie w takich przypadkach dedykowanych mierników, odpornych na zakłócenia. Przykładem jest mostek Thompsona do pomiaru małych rezystancji, odporny na zakłócenia elektromagnetyczne.



Pomiar spójności kraty uziomowej

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN

Błędy możliwe do popełnienia przy pomiarach sprawdzających skuteczność ochrony przed porażeniem w obiektach WN:

1. Wymuszenie zbyt małego prądu pomiarowego. Ze względu na duży efekt redukcyjny w przypadku użycia jako sondy prądowej uziemienia sąsiedniej stacji WN/SN, a jako linii probierczej – linii WN łączącej te stacje, prąd przepływający do ziemi w stosunku do całkowitego wymuszonego przez agregat prądu jest mały. Skutkiem tego są wartości mierzonych napięć dotykowych na poziomie miliwoltów (czasem pojedynczych woltów), co z kolei wpływa na błąd pomiaru tych napięć. To z kolei pociąga za sobą duży błąd przy przeliczeniach wartości napięć dotykowych na wielkości przy rzeczywistych zwarciach na terenie stacji i możliwość błędnej oceny ochrony przed porażeniem na danym stanowisku.
Wg normy prąd pomiarowy powinien wynosić $>50A$. Rzadko daje się osiągnąć taką wartość. Jednak producenci zestawów do pomiarów napięć dotykowych w obiektach WN deklarują mały błąd pomiarowy takiego zestawu nawet przy b. małej wartości wymuszonego prądu.
2. Użycie niewłaściwych współczynników redukcyjnych linii zasilającej sztuczne zwarcie.
3. Pomiary napięć dotykowych na wszystkich stanowiskach bez przemieszczania punktu wymuszenia – ze względu na niejednorodny rozptył prądu z kraty uziomowej do ziemi. Powoduje to zaniżenie niektórych wyników.
4. Niewłaściwe ulokowanie sondy napięciowej przy próbie pomiaru napięcia uziomowego. Wynik może być zafałszowany ze względu na rozkład potencjału poza kratą uziomową.
5. Zastosowanie niewłaściwej metody do sprawdzania ciągłości niektórych przewodów uziemających (np. próba pomiaru ciągłości w stronę urządzenia przewodu uziemającego zakończonego ślepo, z wykorzystaniem miernika MRU i cęgów pomiarowych)

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN - protokołowanie

Nazwa firmy wykonującej pomiary	PROTOKÓŁ badania nr	str. 1/ ...
	Badanie i ocena skuteczności ochrony przed porażeniem w obiekcie	Data pomiaru
TYP OBIEKTU: STACJA TRANSFORMATOROWA WN/SN		
CZĘŚĆ PIERWSZA: SPRAWDZENIE DOKUMENTACJI		
DANE IDENTYFIKACYJNE OBIEKTU		
Numer stacji		
Nazwa		
Adres		
Typ stacji: wewnątrzowa / słupowa/inna*)		
Rodzaj zleconych badań: ODBIORCZE / EKSPLOATACYJNE*)		
Dane dotyczące zwarciowego prądu doziemnego i czasu jego przepływu przy zwarciu po stronie SN		
Stan pracy: normalny / rezerwowy*)		
a) prąd zwarcia doziemnego	I_{k1} A
b) prąd uziomowy	I_E A
c) czas wyłączenia zwarcia doziemnego	t_F s
d) największe dopuszczalne napięcie dotykowe	U_{Tp} V
e) największe dopuszczalne napięcie dotykowe poza GPZ	U_{accept} V (Komentarz 1)
Informacja o zastosowanych środkach dodatkowych M do ochrony przed porażeniem		
Zastosowane środki M: nie ma / są środki : M, M, M *) (Komentarz 2)		
Zmiana parametrów sieci od ostatniego badania: TAK / NIE *)		
Informacja o dokumentacji technicznej		
a) dane dokumentu zawierającego projekt uziemienia stacji		
b) ostatnie badanie ochrony p-porażeniowej potwierdza protokół nr z dnia		
c) zalecone prace wykonano/nie wykonano*). Protokół wykonania nr z dnia		
d) szkic stacji z zaznaczonymi przewodami uziemiającymi zawiera załącznik nr		

*) niepotrzebne skreślić.

Obiekt stacyjny WN –
moduł protokołu
pomiarowego do
wprowadzenia danych
ruchowych stacji
WN/SN

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacynowych i liniowych WN i NN - protokołowanie

PROTOKÓŁ badania nr	ciąg dalszy	str. 2/ ...
CZĘŚĆ DRUGA: BADANIA W TERENIE		
Grunt w czasie pomiarów: mokry/wilgotny/suchy*)		
Warunki pomiaru:		
Pogoda w dniu pomiaru:		
Pogoda w trzech dniach poprzedzających pomiar: (rodzaj pogody: słonecznie, pochmurno, deszczowo)		
Szkic stacji z rozmieszczeniem stanowisk pomiaru napięć dotykowych i przewodów uziemiających zawiera załącznik nr		
Ogłędziny widocznych części układu uziemiającego - spostrzeżenia: (Komentarz 3)		
Ocena ogłędzin i uwagi:		
Prace zalecane do wykonania na podstawie ogłędzin:		
POMIARY NAPIĘĆ DOTYKOWYCH RAŻENIOWYCH, NAPIĘĆ UZIOMOWYCH ORAZ PRĄDU PROBIERCZEGO:		
Przyrządy pomiarowe: rodzaj, typ, numer:		
Opis układu pomiarowego i zastosowana metoda pomiarowa:		
Jako sondę pomiarową wykorzystano linię o długości łączącą		
Współczynnik redukcyjny linii pomiarowej $k_R = \dots\dots\dots$	Współczynnik $k_R = \dots\dots\dots$ (wpisać tylko jeśli wykonywano pomiar odbiorczy przy uziemiu kratowym odłączonym od innych układów uziemiających)	
Wynik pomiaru napięcia uziomowego U_{EM} dla całej stacji (wykonywany tylko w przypadku zagrożenia wynoszenia się potencjału poza obszar stacji lub pomiarów odbiorczych): $U_{EM} = \dots\dots\dots V, \quad k_R = \dots\dots\dots, \quad U_{EMR} = k_R \cdot U_{EM} = \dots\dots\dots V, \quad I_M = \dots\dots\dots A, \quad U_E = U_{EM}(l_E/l_M U_{EM}) = \dots\dots\dots V$		
Dla pomiarów odbiorczych przy uziemiu kratowym odłączonym od innych układów uziemiających (komentarz 4) $U_E = k_R U_{EM}(l_E/l_M U_{EM}) = \dots\dots\dots V$		

Obiekt stacyjny WN –
moduł protokołu
pomiarowego do
wprowadzenia danych
pomiarowych stacji
WN/SN- napięcia
dotykowe

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych W/N i NN - protokołowanie

[illegible]

Obiekt stacyjny WN –
moduł protokołu
pomiarowego do
wprowadzenia danych
pomiarowych stacji
WN/SN- napięcia
dotykowe i ciągłość
przewodów
uziemiających

PROTOKÓŁ badania nr ciąg dalszy				str. 5/ ...
Sprawdzenie spójności kraty uziomowej:				
Lp.	Opis stanowiska pom. i nr na szkiecie	Wynik pomiaru rezystancji mostkiem Thomsona pomiędzy punktami:	Maksymalna wartość rezystancji pomiędzy parą punktów kontrolnych: (komentarz 7)	Krata spójna / zdeintegrowana
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
Pomiary przeprowadził:				
Imię nazwisko nr i rodzaj świadectwa kwalifikacyjnego Podpis				
CZĘŚĆ TRZECIA: OCENA WYNIKÓW POMIARÓW I OSTATECZNA OCENA OCHRONY PRZED PORAZENIEM				
Obliczenie impedancji uziomu Z_E (wypełnić tylko w przypadku badań odbiorczych): $Z_E = U_E / I_E$ $Z_E = \dots\dots\dots \Omega$				
Założenia projektu SPEŁNIONE / NIESPEŁNIONE / NIE DOTYCZY*				
Napięcie dotykowe spodziewane przy doziemieniu (jeśli było mierzone- wpisać maks. wartość z tabeli) $U_{ST} = U_{STM} \cdot I_E / I_M = \dots\dots\dots V$				
Napięcie dotykowe rażeniowe przy doziemieniu: (jeśli było mierzone- wpisać maks. wartość z tabeli) $U_T = U_{TM} \cdot I_E / I_M = \dots\dots\dots V$				
Warunek $U_T \leq U_{Tp}$: spełniony / niespełniony*)				
Ocena ochrony:				
OCHRONA PRZED PORAZENIEM W OBIEKCIE: SKUTECZNA / NIESKUTECZNA*)				
Uwagi pokontrolne, prace wymagane do wykonania wraz z terminem ich zakończenia:				
Ocenę sporządził: Imię nazwisko Nr i rodzaj świadectwa kwalifikacyjnego Data Podpis				

Pomiarów skuteczności ochrony przed WN i NN - protokołowanie

Obiekt stacyjny WN –
moduł protokołu
pomiarowego do
wprowadzenia danych
pomiarowych stacji
WN/SN- spójność
kraty uziomowej i
ocena pomiarów

Nazwa firmy wykonującej pomiary	PROTOKÓŁ badania nr	str. 1/ ...
	Badanie i ocena skuteczności ochrony przed porażeniem w LINII WN	Data pomiaru
CZĘŚĆ PIERWSZA: SPRAWDZENIE DOKUMENTACJI		
DANE IDENTYFIKACYJNE OBIEKTU:		
Numer identyfikacyjny ciągu liniowego		
Nazwa		
Linia łącząca stację A: i stację B: <small>nazwa, oznaczenie identyfikacyjne nazwa, oznaczenie identyfikacyjne</small>		
Rodzaj zleconych badań: ODBIORCZE / EKSPLOATACYJNE*)		
Dane dotyczące prądów zwarcia w stacjach na obu końcach linii WN		
Stacja A:		
a) prąd zwarcia 1-fazowego	$I_{k1}'' =$	A
b) stosunek reaktancji zerowej do zgodnej	$X_0/X_1 =$	
c) czas wyłączenia zwarcia doziemnego	$t_F =$	s
Stacja B:		
a) prąd zwarcia 1-fazowego	$I_{k1}'' =$	A
b) stosunek reaktancji zerowej do zgodnej	$X_0/X_1 =$	
c) czas wyłączenia zwarcia doziemnego	$t_F =$	s
Podstawowe dane dotyczące linii: (Komentarz 1)		
a) długość linii	$l =$	km
b) reaktancja zgodna	$X_1 =$	Ω
c) reaktancja zerowa	$X_0 =$	Ω
d) współczynnik redukcyjny	$r =$	
Informacja o dokumentacji technicznej:		
a) dane dokumentu zawierającego projekt uziemienia słupów w linii		
b) ostatnie badanie ochrony p-porażeniowej potwierdza protokół nr z dnia		
c) zalecone prace wykonano/nie wykonano*) protokół wykonania nr z dnia		
Zmiana parametrów linii od czasu ostatniego badania (zmiany konfiguracji uziorów, modernizacje) TAK/NIE*)		
*) niepotrzebnie skreślić		

ów skuteczności ochrony przed NN - protokołowanie

Obiekt liniowy WN –
moduł protokołu
pomiarowego do
wprowadzenia danych
pomiarowych linii WN
– dane z dokumentacji

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN - protokołowanie

PROTOKÓŁ/ZAŁĄCZNIK nr ... do protokołu nr^(*) ciąg dalszy <small>(Komentarz 2)</small>					<small>str. 2/ ...</small>	
CZEŚĆ DRUGA: BADANIA W TERENIE						
Warunki pomiaru:						
Pogoda w dniu pomiaru:						
Pogoda w trzech dniach poprzedzających pomiar: (rodzaj pogody: słonecznie, pochmurno, deszczowo)						
OGLĘDZINY INSTALACJI UZIEMIAJĄCYCH I INNYCH ELEMENTÓW ZAPEWNIAJĄCYCH OCHRONĘ PRZED PORAZENIEM PRZY SŁUPACH						
Lp.	Nr słupa	Grunt wokół słupa	Oględziny - spos trzeżenia	Prace zalecane do wykonania na podstawie oględzin	Wstępna ocena oględzin	Uwagi
		Buchny/ Wilgotny/ Mokry				

*) niepotrzebne skreślić

W przypadku braku miejsca, tabelę kontynuować w załączniku (formularz identyczny z tą stroną protokołu)

Obiekt liniowy WN –
moduł protokołu
pomiarowego do
wprowadzenia danych
pomiarowych linii
WN-ogłędziny przy
stłupach

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN - protokołowanie

PROTOKÓŁ/ZAŁĄCZNIK nr ... do protokołu nr*) ciąg dalszy												str. 3/ ...									
POMIARY NAPIĘĆ DOTYKOWYCH, SPRAWDZENIE CIĄGŁOŚCI PRZEWODÓW UZIEMIAJĄCYCH I POMIAR R_E lub U_E PRZY SŁUPACH WN																					
Przyrządy pomiarowe do pomiaru U_T : rodzaj, typ, numer																					
Przyrządy pomiarowe do pomiaru napięć uziomowych lub rezystancji uziemienia: typ, nr (Komentarz 3)																					
Opis układu pomiarowego i zastosowane metody pomiarowe																					
F_p	Nr słupa, identyfikacja elementu sprawdzanego	Ew. modyfikacje metody pomiaru	Wynik pomiaru U_{Tn} (U_{Tn0}), w V	Prąd pomiarowy I_{Tn} , w A	Prąd uziomowy rzeczywisty w sprawdzanym miejscu linii I_E , A	Rzeczywista napięcie dotykowe U_T (U_{Tn}) $U_T = U_{Tn} / I_{Tn}$, w V** <small>Komentarz 4</small>	Warunek $U_T \leq U_{Tn} \leq U_{Tn0}$ SPELNIONY / NIE SPELNIONY**	Sprawdzenie ciągłości przewodu uziemiającego w kierunku ziemi			Sprawdzenie ciągłości przewodu uziemiającego w kierunku konstrukcji wsporczej			Ocena stanu połączenia z linkami odgiętkami		Ocena przed porażeniem przy słupie SKUTECZNA / NIESKUTECZNA**	Pomiary odbiorcze przy napiętych zaciskach kontrolnych lub metodą czteroczęściową				
								Metoda	Wskazanie	Ocena ciągłości JEST / BRAK	Metoda	Wskazanie	Ocena ciągłości JEST / BRAK	Metoda oraz wskazanie	Połączenie JEST / BRAK		Zmierzone napięcie uziomowe U_{E0}	Zmierzona rezystancja uziemienia R_{E0}	Współczynnik K_E	Prąd pomiarowy I_{E0}	$R_E = K_E \cdot R_{E0}$ **
1.																					
2.																					
3.																					
4.																					
5.																					
Pomiary przeprowadził: Nr świadectwa kwalifikacyjnego: Data: Podpis:																					
Imię i nazwisko																					
<p>*) niepotrzebne skreślić</p> <p>**) dopuszcza się wypełnianie przez pracownika dozoru dokonującego oceny skuteczności ochrony</p> <p>W przypadku braku miejsca, tabelę kontynuować w załączniku (formularz identyczny z tą stroną protokołu)</p>																					

Obiekt liniowy WN – moduł protokołu pomiarowego do wprowadzenia danych pomiarowych linii WN-pomiary przy słupach

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych i liniowych WN i NN - protokołowanie

PROTOKÓŁ/ZALĄCZNIK nr ... do protokołu nr*) ciąg dalszy	str. 4/ ...
CZĘŚĆ TRZECIA: OSTATECZNA OCENA OCHRONY PRZED PORĄŻENIEM W LINII WN	
Nr słupów dopuszczonych do dalszej eksploatacji bez zastrzeżeń :	
.....	
Nr słupów dopuszczonych do dalszej eksploatacji warunkowo :	
.....	
Nr słupów nie dopuszczonych do dalszej eksploatacji:	
.....	
Ochrona przed porażeniem w linii WN:	SKUTECZNA / NIESKUTECZNA*)
Linia WN dopuszczona do dalszej eksploatacji:	BEZ ZASTRZEŻEŃ/WARUNKOWO/NIEDOPUSZCZONA*)
Uwagi pokontrolne, wymagane do wykonania prace wraz z terminem ich zakończenia:	
.....	
.....	
Ocenę sporządził:	
.....
Imię nazwisko	Nr i rodzaj świadectwa kwalifikacyjnego
.....
Data	Podpis
.....

Obiekt liniowy WN – moduł protokołu pomiarowego do wprowadzenia danych pomiarowych linii WN -ocena ochrony przed porażeniem

Wybrane zagadnienia dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach liniowych SN – ocena wyników pomiarów

Dziękuję za uwagę