



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 2. Wybrane zagadnienia szczegółowe badań ochrony przed
porażeniem w liniach SN i nn oraz w stacjach SN/nn**

dr inż Miroslaw Kielboń

Program prezentacji/Agenda:

1. Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

- a) pomiary rezystancji uziemień metodami małąprądowymi, pomiary napięć dotykowych, pomiary rezystywności gruntu – przygotowanie, wykonanie, ocena wyników – podejście praktyczne
- b) omówienie pomiarów w przypadkach szczególnych (pomiary na obszarze ZIU, utrudnienia terenowe, reguła 62%)
- c) możliwe do popełnienia błędy interpretacyjne wyników pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach SN/nn
- d) wybrane zagadnienia przygotowania i protokołowania pomiarów

2. Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach liniowych nn

- a) metody pomiarowe zalecane i niezalecane do stosowania przy pomiarach skuteczności ochrony przed porażeniem w liniach nn
- b) przykłady realizacji układów pomiarowych przy sprawdzaniu skuteczności ochrony przed porażeniem w liniach nn (układy pomiarowe do sprawdzeń rezystancji uziemień przy słupach pojedynczych, wielokrotnych, wykorzystanie pomiarów do sprawdzenia wielkości szczególnych rezystancji uziemienia dotyczącej początku i końca linii nn)
- c) błędy interpretacyjne wyników pomiarów ze szczególnym uwzględnieniem doboru metody pomiarowej do konfiguracji uziomu (bednarki położone wzdłuż linii kablowej nn, uziomy słupów wielokrotnych a kontrola ciągłości przewodów uziemiających w stronę przewodu PEN itp.)
- d) protokołowanie pomiarów – zagadnienia wybrane

Program prezentacji/Agenda:

3. Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w liniach SN

- a) omówienie metod, które są przydatne w obiektach liniowych SN i eliminacja metod nieprzydatnych przy pomiarach w obiektach liniowych SN
- b) przykłady realizacji praktycznej wybranych układów pomiarowych przy słupach SN pojedynczych i wielokrotnych
- c) wybrane zagadnienia protokołowania pomiarów

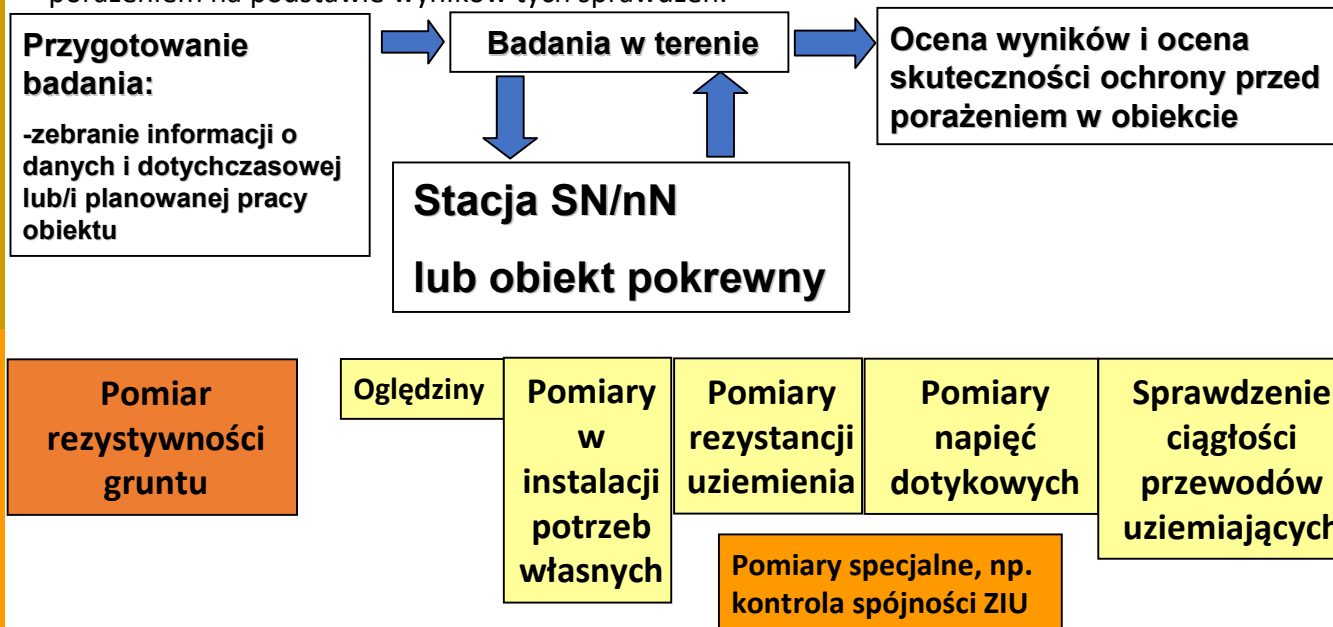
4. Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w liniach dwunapięciowych SN/nn

- a) charakterystyczne punkty linii SN/nn (dwunapięciowej), wymagające rozszerzenia zakresu pomiarów
- b) dodatkowe metody pomiarowe przy słupach linii dwunapięciowej o wspólnym uziemieniu części SN i nn
- c) wybrane zagadnienia protokołowania pomiarów

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Pomiary rezystancji uziemień metodami małoprądowymi, pomiary napięć dotykowych, pomiary rezystywności gruntu

Zgodnie z instrukcjami, każdorazowe badanie ochrony przed porażeniem w obiekcie, jest trzyczęściowe i składa się z przygotowania badania, sprawdzeń dokonywanych w terenie oraz oceny ochrony przed porażeniem na podstawie wyników tych sprawdzeń.



O tym które z pomiarów wykonać, decyduje sposób pracy sieci nn zasilanej ze stacji, rozdzielenie układów uziemiających SN i nn bądź jego brak, wyniki innych pomiarów, rodzaj badań i inne czynniki.

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Pomiary rezystancji uziemień metodami małoprądowymi w obiektach SN/nn

Jakie rodzaje rezystancji uziemienia można mierzyć w obiekcie stacyjnym SN/nn?

- RB** - wypadkowa rezystancję wielu instalacji uziemiających, połączonych ze sobą np. za pośrednictwem przewodu PEN linii nn;
- RE** - rezystancja konkretnej, wydzielonej instalacji uziemiającej (np. uziemienia części SN stacji o uziemieniach rozdzielonych, uziemienia słupa nn);
- Rs** - rezystancja uziemienia punktu neutralnego transformatora.

Nie wszystkie z tych rezystancji istnieją w każdym obiekcie SN/nn, nie wszystkie obowiązkowo trzeba mierzyć w każdym przypadku, dlatego konieczna jest klasyfikacja obiektów stacyjnych SN w zależności od:

- układu pracy sieci nn zasilanej z obiektu (TN, TT, brak sieci nn);
- położenia obiektu poza obszarem kwalifikowanym jako ZIU lub w takim obszarze.

Stąd w dokumencie opisującym zasady ochrony przed porażeniem umieszczono 4 różne instrukcje badań takich obiektów.

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Obiekt stacyjny SN/nn położony w obszarze nieobjętym ZIU, współpracujący z siecią nn w układzie TN

| Rodzaj sprawdzenia | Czy wykonać | Uwagi |
|---|----------------------------|---|
| Oględziny | TAK | |
| Pomiary w instalacji potrzeb własnych (Z_{pf} , R_{izol}) | TAK | |
| Pomiar R_B | TAK | |
| Pomiar R_E | Nie zawsze | W zależności od rodzaju badań (odbiorcze, eksploatacyjne) i sposobu połączenia układów uziemiających części SN i nn obiektu |
| Pomiar R_S | Nie zawsze | W zależności od rodzaju badań (odbiorcze, eksploatacyjne) i sposobu połączenia układów uziemiających części SN i nn obiektu |
| Pomiar napięć dotykowych | Nie zawsze | W zależności od sposobu połączenia układów uziemiających części SN i nn obiektu oraz od wyników pomiarów R_E |
| Ciągłość przewodów uziemiających | TAK | |
| Rezystywność gruntu | Może być zlecona dodatkowo | Wymagany osobny protokół |

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Obiekt stacyjny SN/nn położony w obszarze nieobjętym ZIU, współpracujący z siecią nn w układzie TT lub bez sieci nn

| Rodzaj sprawdzenia | Czy wykonać | Uwagi |
|---|----------------------------|---|
| Oględziny | TAK | |
| Pomiary w instalacji potrzeb własnych (Z_{pf} , R_{izol}) | TAK | |
| Pomiar R_B | NIE | R_B nie występuje w obiekcie |
| Pomiar R_E | TAK | |
| Pomiar R_s | Nie zawsze | R_s może nie występować w obiekcie (np. stacja SN/SN) |
| Pomiar napięć dotykowych | Nie zawsze | W zależności od wyników pomiarów R_E |
| Ciągłość przewodów uziemiających | TAK | |
| Rezystywność gruntu | Może być zlecona dodatkowo | Wymagany osobny protokół |

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Obiekt stacyjny SN/nn położony w obszarze objętym ZIU, współpracujący z siecią nn w układzie TN

| Rodzaj sprawdzenia | Czy wykonać | Uwagi |
|---|----------------------------|--|
| Oględziny | TAK | |
| Pomiary w instalacji potrzeb własnych (Z_{pf} , R_{izol}) | TAK | |
| Pomiar R_B | NIE | Wykonanie pomiaru nie jest możliwe |
| Pomiar R_E | NIE | Wykonanie pomiaru nie jest możliwe |
| Pomiar R_s | NIE | Wykonanie pomiaru nie jest możliwe |
| Pomiar napięć dotykowych | Nie zawsze | W zależności od zlecenia pomiaru spójności ZIU |
| Ciągłość przewodów uziemiających | TAK | |
| Spójność ZIU | Może być zlecona dodatkowo | |
| Rezystywność gruntu | NIE | |

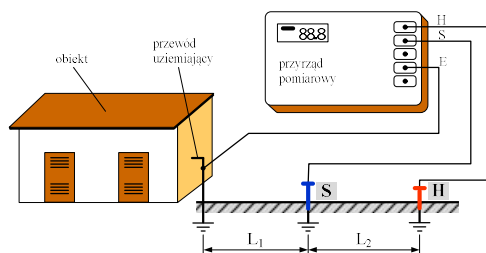
Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Obiekt stacyjny SN/nn położony w obszarze objętym ZIU, współpracujący z siecią nn w układzie TT lub bez sieci nn

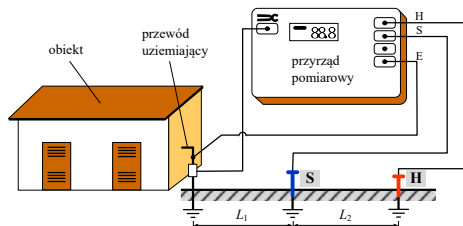
| Rodzaj sprawdzenia | Czy wykonać | Uwagi |
|---|----------------------------|--|
| Oględziny | TAK | |
| Pomiary w instalacji potrzeb własnych (Z_{pf} , R_{izol}) | TAK | |
| Pomiar R_B | NIE | R_B nie występuje |
| Pomiar R_E | NIE | Wykonanie pomiaru nie jest możliwe |
| Pomiar R_s | NIE | Wykonanie pomiaru nie jest możliwe |
| Pomiar napięć dotykowych | Nie zawsze | W zależności od zlecenia pomiaru spójności ZIU |
| Ciągłość przewodów uziemiających | TAK | |
| Spójność ZIU | Może być zlecona dodatkowo | |
| Rezystywność gruntu | NIE | |

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

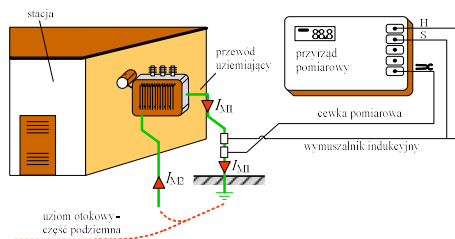
Dostępne metody małoprądowe pomiaru rezystancji uziemień w obiektach stacyjnych SN/nn i możliwe ograniczenia ich użycia



Metoda „3p” (lub „4p”). Cel: uzyskanie wartości R_B (lub innych wartości R , np. R_s przy rozpinaniu złącz kontrolnych uziemienia). Ograniczenia: może wystąpić brak możliwości wbicia sond pomiarowych, możliwe przekłamania, jeśli w ziemi istnieje bogata infrastruktura przewodząca.



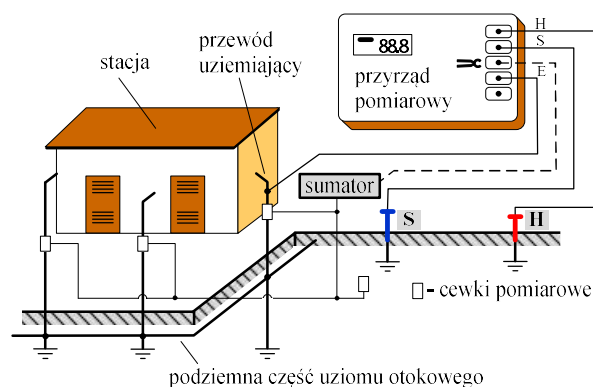
Metoda „jednocęgowa”. Cel: sprawdzenie ciągłości przewodu uziemiającego). Ograniczenia: mała przydatność do pomiaru rezystancji uziemienia, a jeśli taki pomiar jest możliwy do wykonania (np. przy użyciu „miękkich cęgów” przy stacji słupowej), to ograniczenia są jak dla metody „3p”.



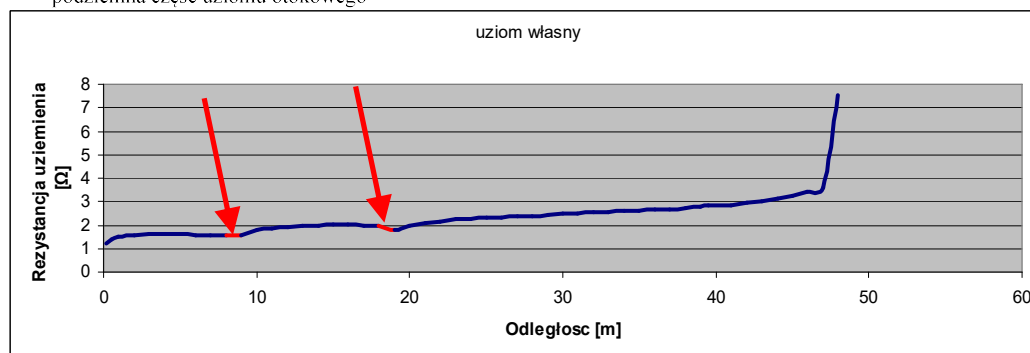
Metoda „dwucęgowa”. Cel: sprawdzenie ciągłości przewodu uziemiającego). Ograniczenia: w stacjach nie nadaje się do pomiaru rezystancji uziemienia. Przy braku metalicznych pętli, których częściami są przewody uziemiające, metoda wykazuje fałszywą nieciągłość przewodu uziemiającego.

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Dostępne metody małoprądowe pomiaru rezystancji uziemień w obiektach stacyjnych SN/nn i możliwe ograniczenia ich użycia



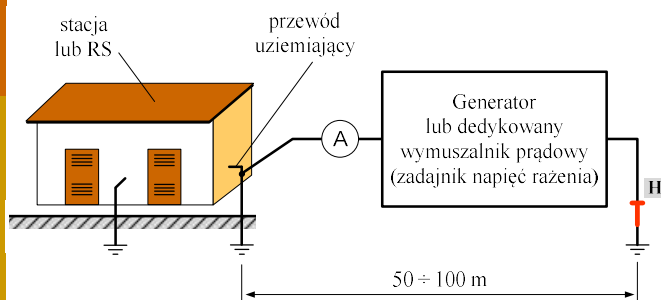
Metoda „wielocęgowa”. Cel: pomiar wartości R_E lub R_s bez konieczności rozłączania złącz kontrolnych uziemienia. Ograniczenia: duży błąd pomiarowy, liczba obsługiwanych przewodów uziemiających jest ograniczona. Konieczność ścisłej kontroli sposobu zakładania cęgów (kierunek przepływu prądu przez cewkę). Mogą wystąpić trudności z odpowiednim rozmieszczeniem elektrod pomiarowych.



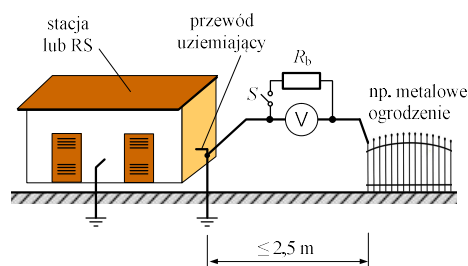
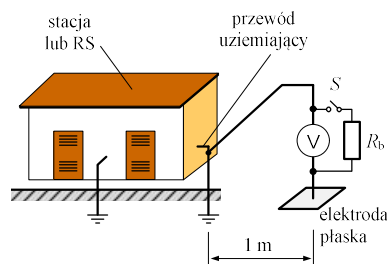
Przykład przekłamań pomiarów R przy występowaniu bogatej infrastruktury przewodzącej pod ziemią

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Pomiary napięć dotykowych spodziewanych i rażeniowych – zalecane konfiguracje obwodów pomiarowych, ograniczenia stosowania metody



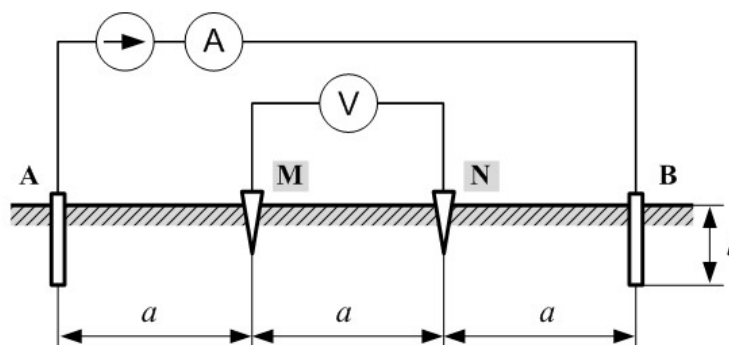
Obwód wymuszenia. Przy obiektach SN najczęściej korzysta się z metody, która nie wykorzystuje linii SN ani nn, lecz osobny przewód prądowy rozwijany ze szpuli, zakończony elektrodą prądową przeznaczoną do wbicia w grunt. To skutkuje ograniczeniem wielkości prądu pomiarowego mimo użycia źródła znacznej mocy. Problem częściowo rozwiązuje użycie dedykowanych mierników do pomiarów napięć dotykowych. W obiektach stacyjnych współpracujących z siecią nn w układzie TN i przy wspólnym uziemieniu SN i nn pomiar nie ma sensu.



Obwody pomiarowe. Trudności sprawia brak fabrycznych elektrod pomiarowych, spełniających założenia elastyczności. W wielu wypadkach można posłużyć się elektrodami uproszczonymi. Woltomierz powinien być bardzo czuły – często napięcia otrzymywane przy przepływie prądu pomiarowego nie przekraczają 100mV. Niektóre układy wymagają specjalnych zabiegów celem wyeliminowania wpływu prądów zakłócających na wynik pomiaru.

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn i pokrewnych

Pomiary rezystywności gruntu – spodziewane trudności

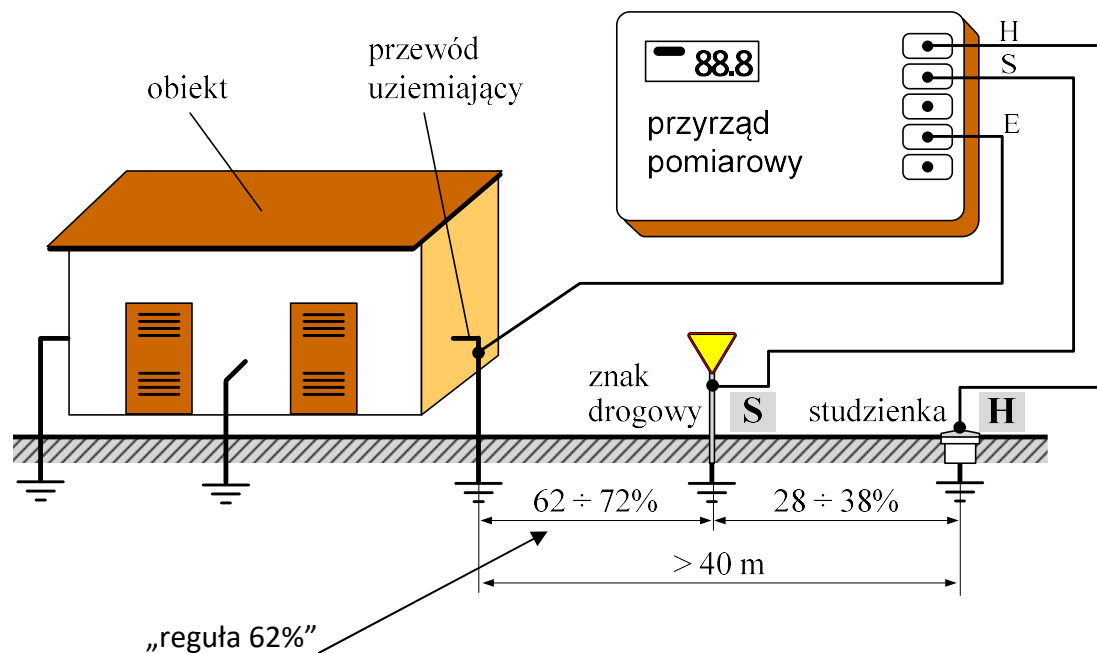


Spodziewane trudności: grunt niejednorodny, problemy z wbijaniem elektrod pomiarowych, zbyt mały odcinek do uzyskania prawidłowych odległości pomiędzy sondami pomiarowymi, zamiana (pomyłka) miejscami którejs z sond prądowych z sonda napięciową, obecność infrastruktury przewodzącej w ziemi

Omówienie pomiarów w przypadkach szczególnych

Przypadek 1. Brak możliwości wyznaczenia strefy zerowego potencjału (brak możliwości wbicia elektrod w grunt, przeszkody terenowe na ew. trasie linii pomiarowej, zabudowa itp.)

Rozwiązanie 1. Wykorzystanie uziomów naturalnych w charakterze elektrod z zachowaniem tzw. „reguły 62%”



Omówienie pomiarów w przypadkach szczególnych

Skąd się wzięła „reguła 62%”?

Wynika ona z przyjętych założeń, że: a) podczas pomiaru rezystancji uziemienia metodą spadku potencjału elektrodę prądową udaje się umieścić w takiej odległości od badanego uziomu, że strefa potencjału zerowego przyjmuje postać charakterystycznego „wypłaszczenia” na krzywej potencjału oraz b) badane uziemienie jest pojedyncze (pręt, płyta, rura –na podst.. danych Chauvin Arnoux).

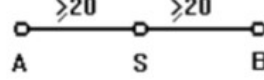
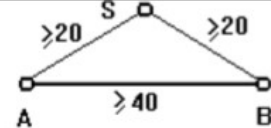
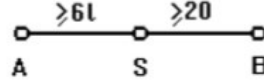
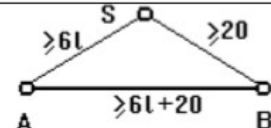
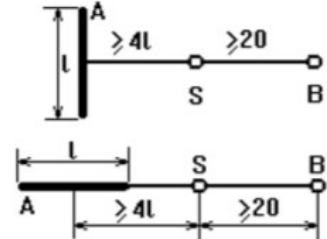
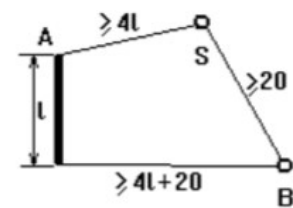
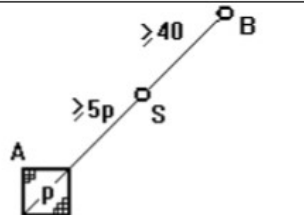
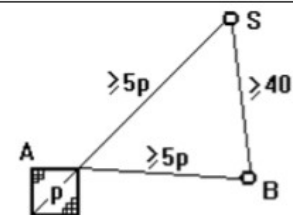
Ze statystyk posiadanych przez producentów mierników wynika, że najczęściej punkt potencjału zerowego znajduje się w odległości ok. 62% całkowitego dystansu między elektrodą prądową a badanym uziomem. Na te statystyki i doświadczenia pomiarowe powołują się m. in. SONEI, Chauvin Arnoux, Megger, posługując się przy tym odwołaniem do opracowania IEEE 81-1962 – „IEEE Recommended Guide for Measuring Ground Resistance and Potential Gradients in the Earth”.

Te same źródła wskazują na trzy sposoby użycia „Metody spadku potencjału”, tj.

- 1. Pełna metoda spadku potencjału**
- 2. Uproszczona metoda spadku potencjału (tylko trzy pomiary w odległościach 50%, 60% i 70% dystansu między badanym uziomem a elektrodą prądową)**
- 3. Tylko jeden pomiar – metoda (reguła) 62%**

Omówienie pomiarów w przypadkach szczególnych

Przypadek 1. Brak możliwości wyznaczenia strefy zerowego potencjału (brak możliwości wbicia elektrod w grunt, przeszkody terenowe na ew. trasie linii pomiarowej, zabudowa itp.)

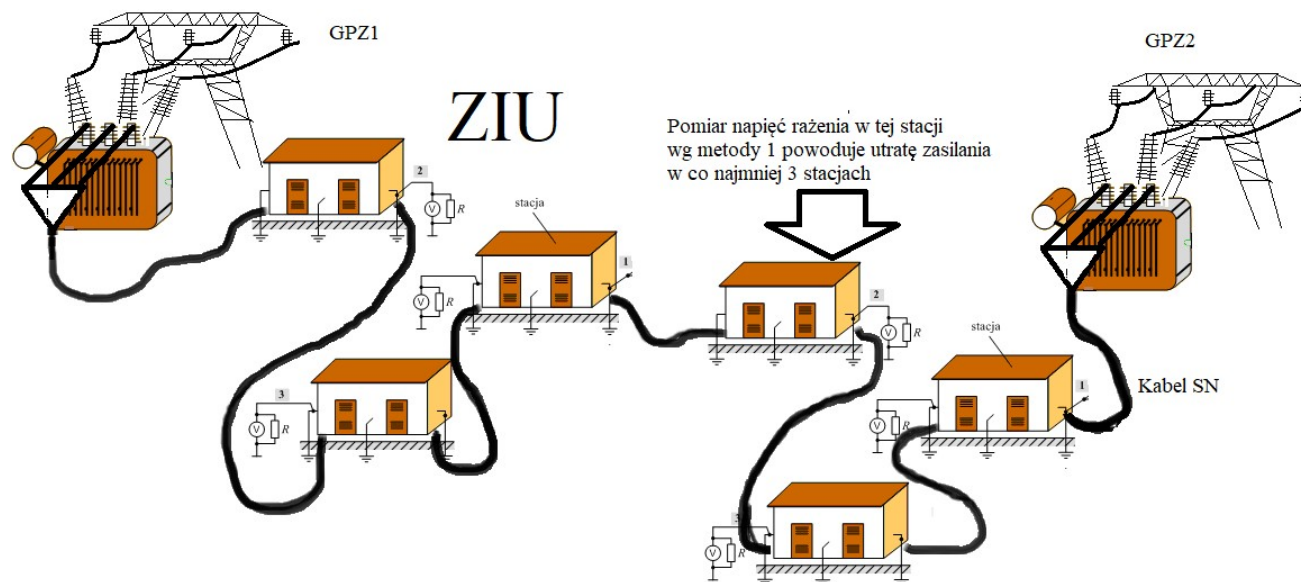
| Budowa uziomu badanego i pomocniczego | Najmniejsze odległości w m lub odległości względne | |
|--|--|---|
| | przy położeniu sondy S w jednej linii z uziomem badanym A i pomocniczym B | przy położeniu sondy S poza linią łączącą uziom badany A i pomocniczy B |
| Uziom badany A i pomocniczy B pojedyncze pionowe o długości $l \leq 3\text{m}$ |  |  |
| Uziom badany A pionowy o długości $l \geq 3\text{m}$, uziom pomocniczy B pionowy o długości $l \leq 3\text{m}$ |  |  |
| Uziom badany A poziomy o długości $l \geq 10\text{m}$, uziom pomocniczy B pionowy o długości $l \leq 3\text{m}$ |  |  |
| Uziom badany A wielokrotny pionowy, w kształcie kwadratu i przekątnej p, uziom pomocniczy B pojedynczy pionowy o długości $l \leq 3\text{m}$ lub złożony z kilku uziomów pionowych |  |  |

Rozwiązanie 2.

Odejście od prostoliniowego rozmieszczenia elektrod i skorzystanie z normy PN-T 45000-3:1998 „Uziemienia i wyrównywanie potencjałów w obiektach telekomunikacji, radiofonii i telewizji -- Wymagania i badania - Systemy uziemiające w obiektach radiofonii i telewizji” jako źródła sprawdzonej wiedzy technicznej

Omówienie pomiarów w przypadkach szczególnych

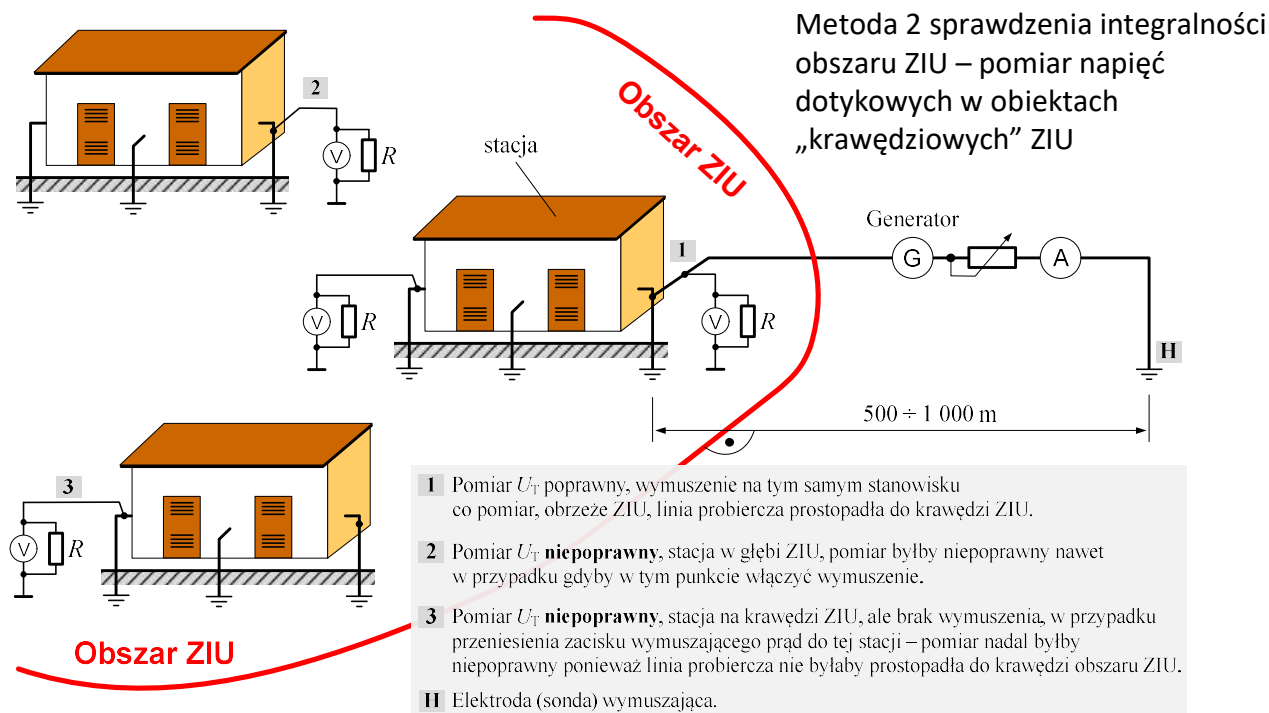
Przypadek 2cd. Konieczność sprawdzenia spójności (integralności) ZIU



Wykorzystanie metody 1, zwłaszcza w głębi obszaru ZIU, wymusza wyłączenie bardzo dużej ilości odbiorców.

Omówienie pomiarów w przypadkach szczególnych

Przypadek 2cd. Konieczność sprawdzenia spójności (integralności) ZIU

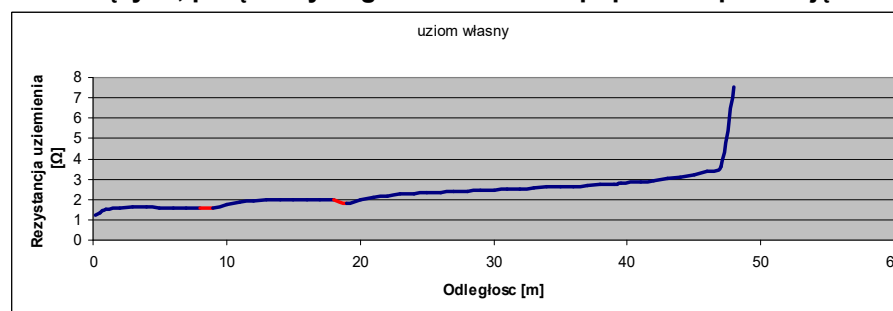


Wykorzystanie metody 2, jest możliwe tylko dla „skrajnych” stacji na obszarze ZIU

Możliwe do popełnienia błędy interpretacyjne wyników pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach stacyjnych SN/nn

1. Błędy popełniane przy pomiarach rezystancji uziemień:

- a) niewłaściwe określenie strefy zerowego potencjału;
- b) poszukiwanie strefy zerowego potencjału bezpośrednio nad umieszczonymi w gruncie częściami przewodzącymi, połączonymi galwanicznie lub poprzez impedancję z badanym uziemieniem;



- c) użycie metody „jednocęgowej” do pomiaru rezystancji uziemienia o kilku przewodach uziemiających;
- d) fałszywy odczyt nieciągłości przewodu uziemiającego jako skutek braku upewnienia się, czy dany przewód uziemiający jest częścią przewodzącej pętli;
- e) użycie niewłaściwych współczynników przeliczeniowych ze względu na brak znajomości konfiguracji uziomu
- f) pomyłki przy montażu cęgów pomiarowych – niewłaściwy kierunek przepływu prądu przez cewkę

2. Błędy przy pomiarach napięć dotykowych:

- a) użycie niewłaściwej elektrody pomiarowej (szczególnie użycie elektrody szpilkowej zamiast płaskiej)
- b) niewłaściwa lokalizacja stanowisk pomiarowych

Wybrane zagadnienia protokołowania pomiarów – obiekty stacyjne SN/nn

CZĘŚĆ PIERWSZA: SPRAWDZENIE DOKUMENTACJI

DANE IDENTYFIKACYJNE OBIEKTU (Komentarz 1)

Numer stacji

Nazwa

Typ stacji: wewnątrzowa / słupowa/inna (wpisać, jaka.....)*

Stacja zasilana z GPZ, pole nr

Uziemienie części SN i nn wykonano jako: **WSPÓLNE / ROZDZIELONE***

Rodzaj zleconych badań: **ODBIORCZE / EKSPLOATACYJNE***

Dane dotyczące zwarciovego prądu doziemnego

i czasu jego przepływu przy zwarcu po stronie SN

Stan pracy: **normalny / rezerwow***

a) prąd zwarcia doziemnego $I_F = \dots\dots\dots$ A (Komentarz 2)

b) współczynnik redukcyjny linii zasilającej SN $r' = \dots\dots\dots$ (Komentarz 3)

c) prąd uziomowy $I_E = \dots\dots\dots$ A (Komentarz 4)

d) czas wyłączenia zwarcia doziemnego $t_F = \dots\dots\dots$ s (Komentarz 5)

e) największe dopuszczalne napięcie dotykowe $U_{Tp} = \dots\dots\dots$ V (Komentarz 6)

f) największe dopuszczalne napięcie zakłócenkowe $U_F = \dots\dots\dots$ V (Komentarz 7)

Informacja o zastosowanych środkach dodatkowych M do ochrony przed porażeniem

Zastosowane środki M: **nie ma / są środki:** M, M, M*) (Komentarz 8)

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

Instalacja potrzeb własnych w stacji: **typowa / nietypowa** (Komentarz 9)

(jeśli nietypowa, podać jaka, np. ochrona przed porażeniem poprzez separację)

Co powinien

zawierać protokół?

a) Część 1. Informacje o dokumentacji technicznej badanego obiektu

Wybrane zagadnienia protokołowania pomiarów – obiekty stacyjne SN/nn

CZĘŚĆ DRUGA: BADANIA W TERENIE

Szkic stacji z rozmieszczeniem przewodów uziemiających i miejsc pomiaru impedancji pętli zwarcia potrzeb własnych: *wykonać odpowiedni rysunek, zaznaczyć przewody uziemiające i miejsca pomiaru impedancji pętli zwarcia* (Komentarz 10)

a) Pomiar impedancji pętli zwarcia w instalacji potrzeb własnych obiekcie

Przyrząd pomiarowy: typ, nr

| Rodzaj punktu pomiarowego i nr na szkicu | Lokalizacja punktu pomiarowego | Typ zabezpieczeń badanego obwodu i charakterystyka prądowo-czasowa | Prąd znamionowy zabezpiecz. | Prąd dostatecznie szybkiego wyłączenia zabezpiecz.* ¹ | Dopuszczalna impedancja pętli zwarcia* ¹ $Z_{p\dot{d}op} = U_0/I_n$ | Zmierzona impedancja pętli zwarcia | Czy ochrona przed porażeniem w obwodzie jest skuteczna* ¹ |
|--|--------------------------------|--|-----------------------------|--|---|------------------------------------|--|
| (komentarz 11) | | (komentarz 12) | | (komentarz 13) | | | |
| - | - | - | I_n (A) | I_n (A) | $Z_{p\dot{d}op}$ (Ω) | $Z_{p\dot{f}M}$ (Ω) | TAK / NIE |
| | | | | | | | |

*¹ dopuszcza się wypełnienie rubryki przez pracownika dozoru dokonującego oceny ochrony przed porażeniem w stacji

Uwagi do pomiaru impedancji pętli zwarcia:

b) Pomiar rezystancji izolacji w instalacji potrzeb własnych obiekcie

Przyrząd pomiarowy: typ, nr

Wartość rezystancji izolacji (jeżeli dokonano kilku pomiarów, wpisać wartość najniższą)

$R_{izol} = \dots \Omega$

Izolacja instalacji potrzeb własnych sprawna/niesprawna*)

*¹ niepotrzebne skreślić.

Dopuszcza się wypełnienie rubryki przez pracownika dozoru dokonującego oceny ochrony przed porażeniem w stacji

Co powinien zawierać protokół?

b) Część 2. Informacje o oględzinach i wynikach pomiarów w obiekcie

Wybrane zagadnienia protokołowania pomiarów – obiekty stacyjne SN/nn

c) Badanie instalacji uziemiającej obiektu

Oględziny widocznych części instalacji uziemiającej
(oraz ew. zalecenia na podstawie oględzin): (komentarz 14)

Pomiary rezystancji uziemienia

Przyrządy pomiarowe:

rodzaj, typ, nr

Rozmieszczenie sond pomiarowych:

- ustalona odległość sondy prądowej
od badanej instalacji uziemiającej m
- ustalona odległość sondy napięciowej
od badanej instalacji uziemiającej m
- uwagi do wyznaczania strefy potencjału zerowego (komentarz 15)

Metoda pomiaru rezystancji uziemienia obiektu

trójelektrodowa/ wielocęgowa^{*)} (komentarz 16)

Zaciski kontrolne uziemienia w czasie pomiaru **rozpięte / połączone^{*)}**

Wyniki pomiarowe i współczynniki korekcyjne dla pomiaru rezystancji uziemienia: (komentarz 17)

Wypełnić, jeśli pomiar wykonano przy połączonych zaciskach kontrolnych instalacji uziemiającej w stacji o wspólnych uziemieniach SN i nn lub w miejscu uziemienia transformatora stacji o uziemieniach rozdzielonych; Pomiar jest obowiązkowy.

$$R_{BM} = \dots \Omega,$$

$$k_R = \dots,$$

$$R_B = k_R R_{BM} = \dots \Omega$$

Wypełnić, jeśli pomiar wykonano przy połączonych zaciskach kontrolnych instalacji uziemiającej w stacji, w której uziemienia części SN i nn są rozdzielone; Pomiar jest obowiązkowy.

$$R_{EM} = \dots \Omega,$$

$$k_R = \dots,$$

$$R_E = k_R R_{EM} = \dots \Omega$$

Wypełnić, jeśli pomiar wykonano przy rozpiętych zaciskach kontrolnych instalacji uziemiającej lub metodą wielocęgową; Pomiar uzupełniający

$$R_{SM} = \dots \Omega,$$

$$k_R = \dots,$$

$$R_S = k_R R_{SM} = \dots \Omega$$

**Co powinien
zawierać protokół?**

**b) Część 2 . Informacje
o oględzinach i
wynikach pomiarów w
obiekcie**

Wybrane zagadnienia protokołowania pomiarów – obiekty stacyjne SN/nn

Sprawdzenie ciągłości poszczególnych przewodów uziemiających – metoda pomiarowa^{*)} (komentarz 18)

1. Rozkręcenie zacisków kontrolnych i metoda „3p” (techniczna) pomiaru rezystancji
2. Metoda jednocęgowa („3p+cęg”) pomiaru rezystancji
3. Metoda dwucęgowa pomiaru rezystancji
4. Odkopanie przewodu uziemiającego i oględziny
5. Inna metoda sprawdzenia (wpisać, jaka)

| Lp. | Rodzaj przewodu uziem.: robocze / ochronny stacji ^{*)} nr na szkicu | Ocena ciągłości przewodu uziemiającego w DOL - wpisać metodę, wartość z pomiaru i stwierdzić ciągłość: JEST / BRAK (komentarz 19) | | | Ocena ciągłości przewodu uziemiającego w GORE - wpisać metodę, wartość z pomiaru i stwierdzić ciągłość: JEST / BRAK (komentarz 19) | | | Uwagi |
|-----|---|--|-----------|-------|---|-----------|-------|-------|
| | | metoda ^{*)} | wskazanie | ocena | metoda ^{*)} | wskazanie | ocena | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |

^{*)} wpisać nr metody; w przypadku oględzin nie wpisywać wskazania

Pomiary przeprowadził:

Imię nazwisko

Nr i rodzaj świadectwa kwalifikacyjnego

Data

Podpis

**Co powinien
zawierać protokół?**

**b) Część 2 . Informacje
o oględzinach i
wynikach pomiarów w
obiekcie**

Wybrane zagadnienia protokołowania pomiarów – obiekty stacyjne SN/nn

CZĘŚĆ TRZECIA: OCENA WYNIKÓW POMIARÓW I OSTATECZNA OCENA OCHRONY PRZED PORAZENIEM

Obliczenie napięcia uziomowego U_E :

- obliczyć $U_E = I_E \cdot R_{Eg}$ (w stacjach o rozdzielonych uziemieniach części SN i nn, stacjach SN (rozdzielniach sieciowych) i stacjach SN/NN obliczyć $U_E = I_E \cdot R_{Eg}$)

$$U_E = \dots\dots\dots \text{ V}$$

Czas trwania zwarcia:

$$t_F = \dots\dots\dots \text{ s}$$

Największe dopuszczalne napięcie

$$U_{Tp} = \dots\dots\dots \text{ V}$$

Warunek $U_E \leq 2 \cdot U_{Tp}$:

spełniony / niespełniony*)

Wypełnić, jeśli w stacji są zastosowane środki M

Warunek $U_E \leq 4 \cdot U_{Tp}$:

spełniony / niespełniony (komentarz 20)

Dodatkowe pomiary U_T :

wykonać / nie wykonać*) (komentarz 21)

W przypadku wykonywania pomiarów U_T , wyniki zawiera Załącznik nr

SPRAWDZENIE WARUNKÓW ODDZIAŁYWANIA NA SIEĆ nn

(pola szare wypełniać tylko, jeśli uziemienie części SN i nn wykonano jako wspólne)

Warunek $U_E \leq U_F$

spełniony / niespełniony*)

Warunek $R_B \leq R_E - 50 / (U_0 - 50)$ przy $R_E = 10 \Omega$:

spełniony / niespełniony (oznacza to $R_B \leq 2,78 \Omega$)

Ocena ochrony:

OCHRONA PRZED PORAZENIEM W OBIEKCIE:

SKUTECZNA / NIESKUTECZNA*)

Uwagi pokontrolne, prace wymagane do wykonania:

Ocenę sporządził

.....
Imię i nazwisko

.....
Nr i rodzaj świadectwa kwalifikacyjnego

.....
Data

.....
Podpis

*) niepotrzebne skreślić

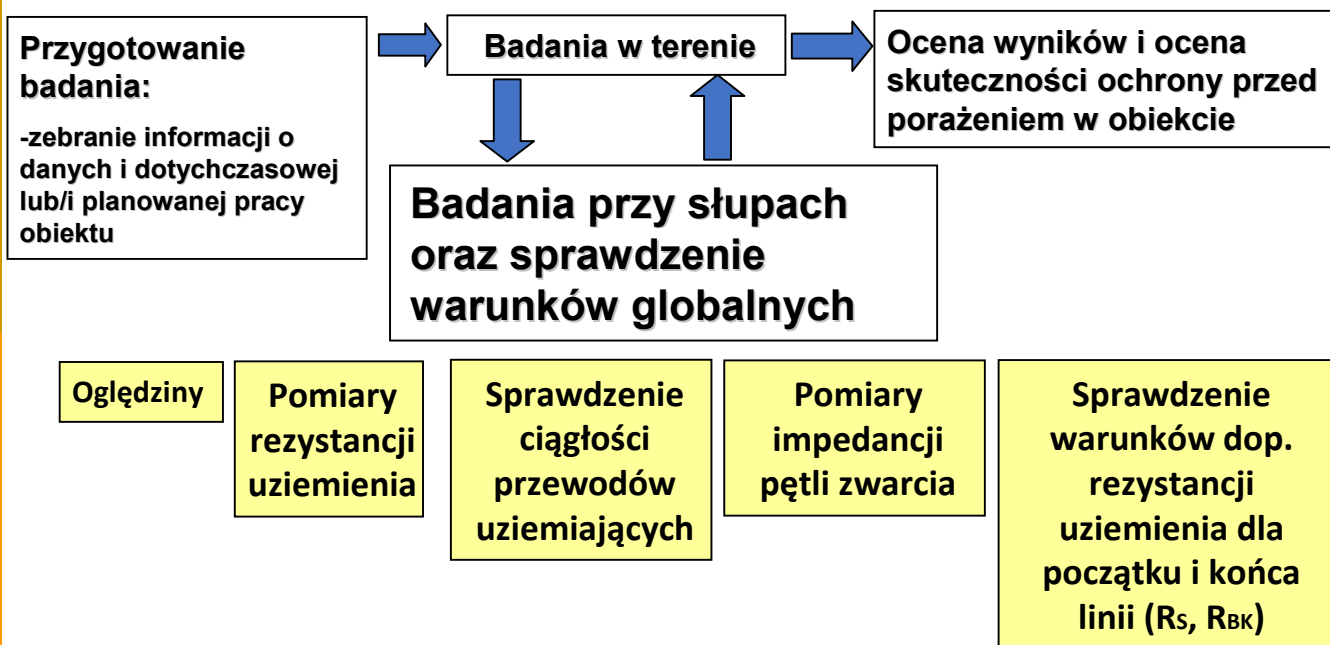
Co powinien

zawierać protokół?

c) Część 3 .
Przeliczenia i ocenę
ochrony

Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach liniowych nn

Trzyczęściowa struktura badań, podobnie jak w przypadku obiektów stacyjnych.
Badania w terenie dotyczą każdego zakwalifikowanego do badań słupa linii.



Wybrane zagadnienia szczegółowe dotyczące pomiarów skuteczności ochrony przed porażeniem w obiektach liniowych nn

Obiekt liniowy nn położony w obszarze nieobjętym ZIU, pracujący w układzie TN

| Rodzaj sprawdzenia | Czy wykonać | Uwagi |
|----------------------------------|-------------|---|
| Oględziny | TAK | Przy każdym słupie |
| Pomiary impedancji pętli zwarcia | TAK | Na końcu każdego obwodu, na końcu każdego odgałęzienia i w miejscu zainstalowania każdego zab. wzdłużnego |
| Pomiar R_b | Nie zawsze | Wartość jest wymagana, ale może zostać odczytana z protokołu badań stacji zasilającej. Jeśli protokołu brak – pomiar przeprowadzić w stacji zasilającej |
| Pomiar R_E | TAK | Przy każdym słupie podlegającym sprawdzeniu (nie przy „uziemieniu nadmiarowym”) |
| Pomiar R_s | Nie zawsze | Wartość odczytać z protokołu stacyjnego, jeżeli brak protokołu – zmierzyć w stacji zasil. |
| Ciągłość przewodów uziemiających | TAK | |

W obiektach liniowych nn, pracujących w układzie TT wykonuje się tylko pomiary rezystancji uziemień R_E , pomiary impedancji pętli zwarcia oraz sprawdzenie ciągłości przewodów uziemiających.

Obiekty liniowe nn – metody pomiarowe zalecane i niezalecane do stosowania przy pomiarach skuteczności ochrony przed porażeniem w liniach nn

1. Pomiary rezystancji uziemień przy słupach – metody zalecane: małoprądowy pomiar rezystancji uziemienia metoda dwucęgową, przy instalacjach uziemiających o wielu przewodach uziemiających – pomiar metoda wielocęgową lub cewką Rogowskiego.

Metody niezalecane: metoda „3p” (konieczne rozłączanie złącz kontrolnych) i metoda jednocęgowa (pomimo teoretycznej możliwości uzyskania poprawnego wyniku – ograniczenie używania wyniku wyłącznie z praktyki)

2. Pomiar RB – jeśli konieczny – metoda zalecana: „3p” w stacji zasilającej

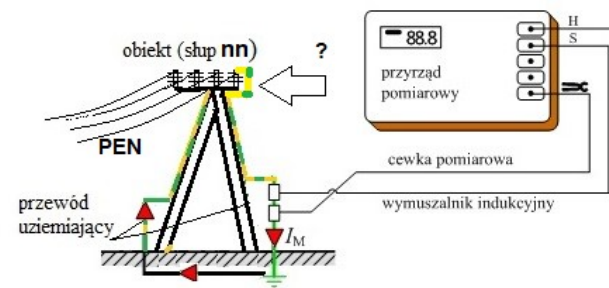
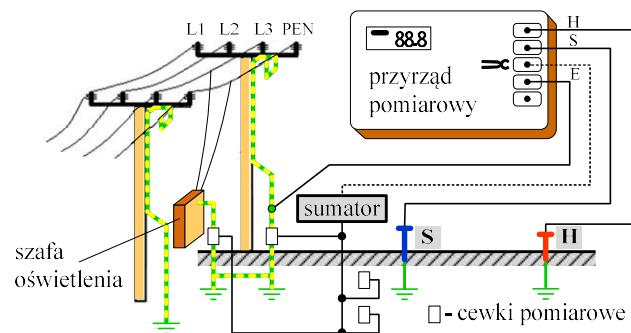
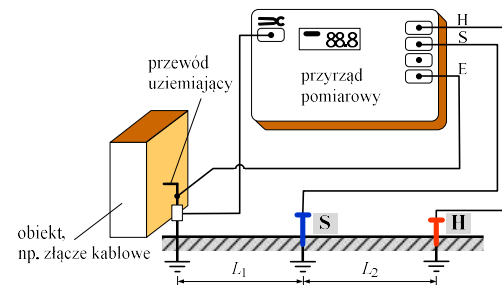
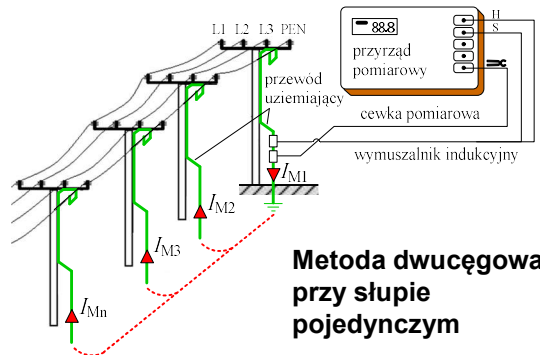
3. Pomiar Rs – jeśli konieczny – metoda zalecana: „wielocęgowa” w stacji zasilającej

4. Sprawdzanie ciągłości przewodów uziemiających – metody zalecane: metoda dwucęgowa pomiaru rezystancji uziemienia, metoda jednocegowa, oględziny

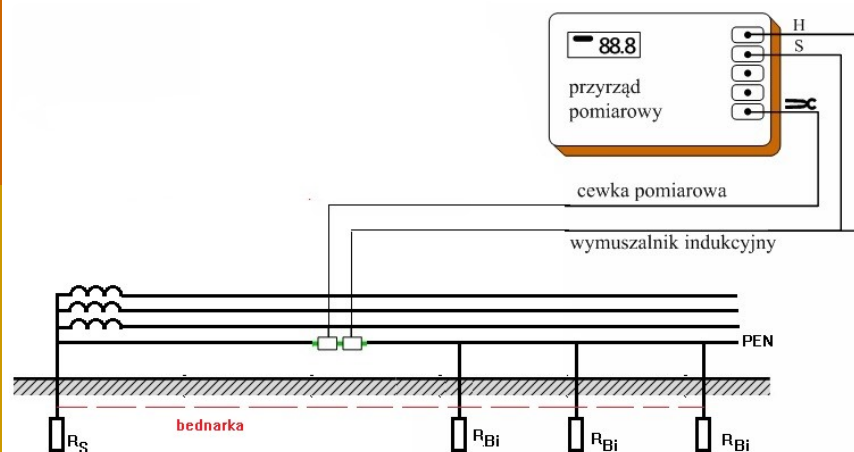
5. Pomiar impedancji pętli zwarcia: metoda zalecana: miernik dedykowany z możliwością pomiaru za pomocą impulsu wieloprądowego

Metody niezalecane: mierniki uniwersalne bez możliwości pomiaru impulsem wieloprądowym, met. techniczna (kłopotliwa w realizacji)

Obiekty liniowe nn – przykłady realizacji wybranych układów pomiarowych przy słupach pojedynczych i wielokrotnych

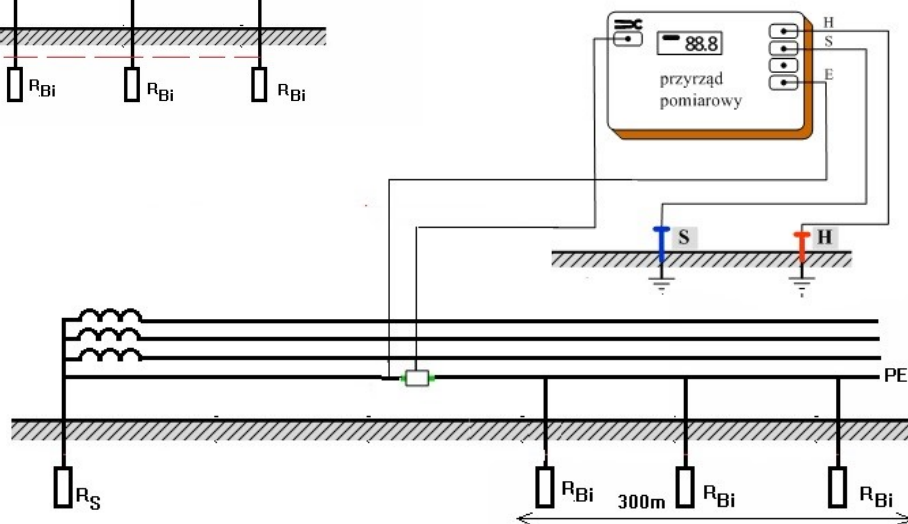


Obiekty liniowe nn – przykłady realizacji wybranych układów pomiarowych przy słupach pojedynczych i wielokrotnych



a) sprawdzenie braku metalicznej pętli

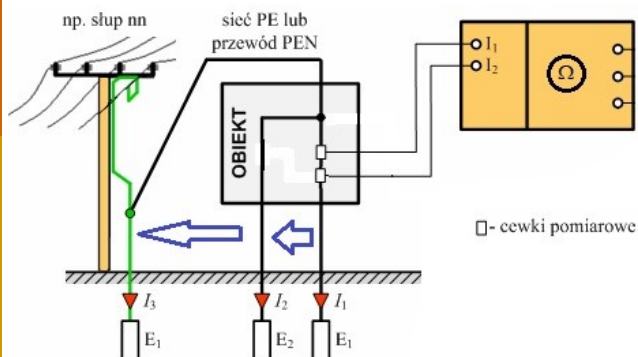
b) pomiar metodą jednocęgową po PEN



„Trik” – pomiar R_{BK} , jeśli nie ma pewności, że uziomy w obszarze koła o średnicy 300m są niezależne. Triku nie da się zastosować na początku linii

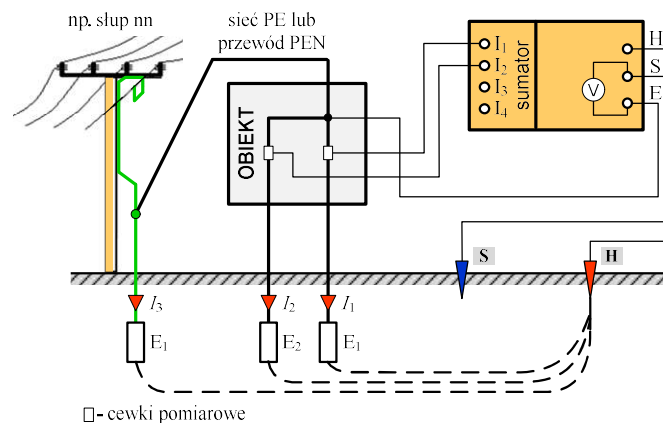
Obiekty liniowe nn – błędy interpretacyjne wyników pomiarów rezystancji uziemienia i ciągłości przewodów uziemiających

Instalacja uziemiająca z wieloma przewodami uziemiającymi, brak pewności czy uziom jest wspólny



b) użycie metody wielocęgowej do pomiaru rezystancji uziemienia. Jeśli metoda ta nie jest dostępna (brak miernika) – pomiar z rozpinaniem złącz kontrolnych uziemienia

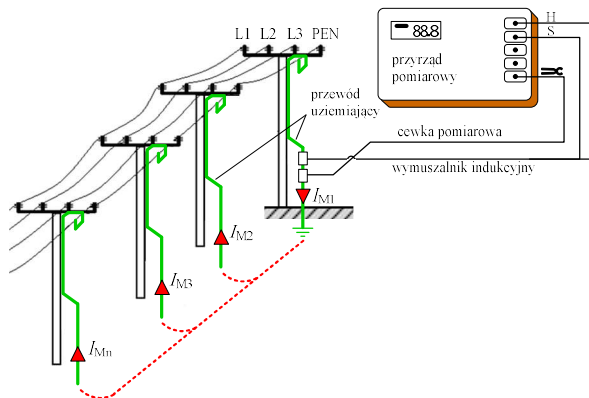
a) sprawdzenie metodą dwucegową czy istnieje metaliczna pętla pomiędzy poszczególnymi przewodami uziemiającymi – wynik pomiaru rzędu dziesiątych części oma potwierdza istnienie pętli



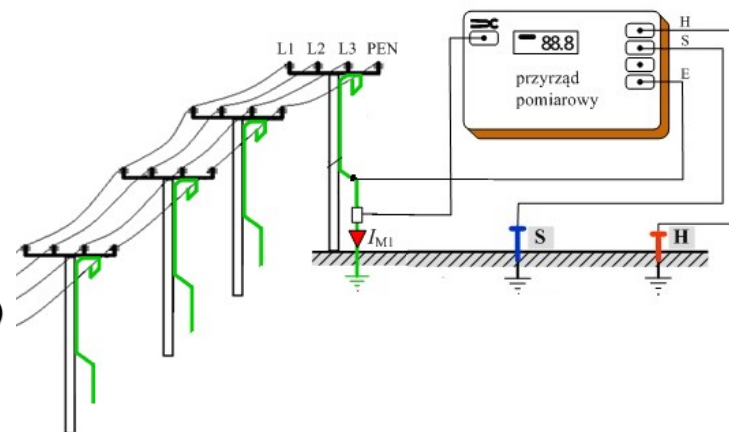
Obiekty liniowe nn – błędy interpretacyjne wyników pomiarów rezystancji uziemienia i ciągłości przewodów uziemiających

Trudności w wyznaczaniu rezystancji R_{Bi} w linii nN

– różne wyniki dla różnych metod (w tym przy badaniu ciągłości przewodów uziemiających)



a) pomiar metodą dwucęgową, wynik np. 5Ω



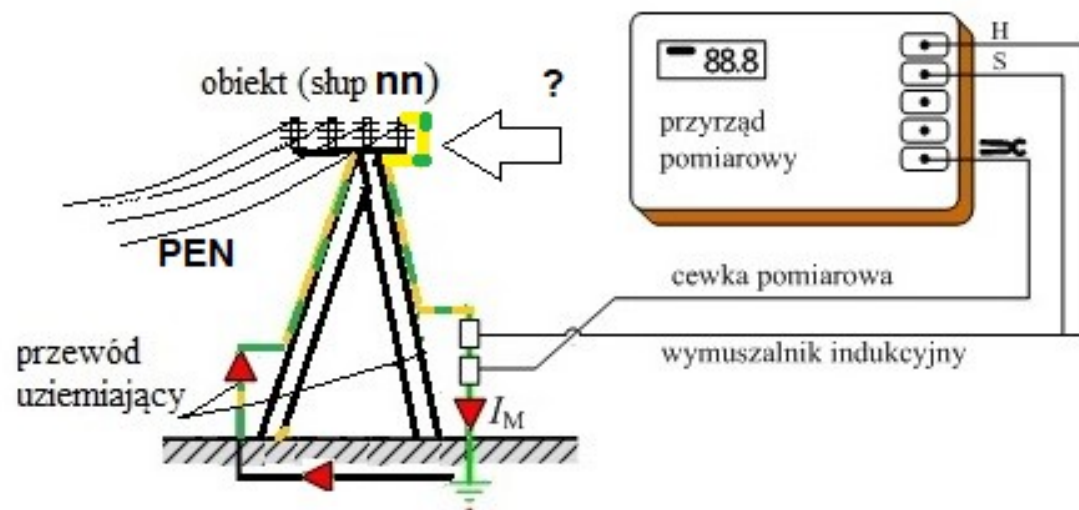
b) pomiar metodą jednocęgową, wynik np. 15Ω (!)

c) pomiar metodą 3p z rozpinaniem złącz kontrolnych, wynik np. 4Ω

Przyczyna: dodatkowa rezystancja w metodzie dwucęgowej oraz znaczny upływ prądu w metodzie jednocęgowej powodujący powiększanie się błędu pomiarowego

Obiekty liniowe nn – błędy interpretacyjne wyników pomiarów rezystancji uziemienia i ciągłości przewodów uziemiających

Trudności z rozpoznaniem ciągłości przewodu uziemiającego oraz pomiarem R_E na słupie wielokrotnym przy wykorzystaniu metody dwucęgowej pomiaru rezystancji uziemienia



Obiekty liniowe nn – protokołowanie wyników pomiarów

| CZĘŚĆ PIERWSZA: SPRAWDZENIE DOKUMENTACJI | |
|--|---|
| DANE IDENTYFIKACYJNE OBIEKTU | |
| Numer stacji. zasilającej linię , obw. nr..... (Komentarz 1) | |
| Nazwa | |
| Uziemienie części SN i nn w stacji zasilającej: WSPÓLNE / ROZDZIELONE* | |
| Pole szare wypełniać tylko w przypadku gdy uziemienia części SN i nn w stacji zasilającej są wspólne | |
| Dane dotyczące prądu doziemnego (zwarcie po stronie SN) w stacji SN/nn zasilającej linię: (Komentarz 2) | |
| a) prąd zwarcia doziemnego | $I_F = \dots\dots\dots A$ |
| b) współczynnik redukcji linii SN | $r = \dots\dots\dots$ |
| c) prąd uziomowy | $I_E = \dots\dots\dots A$ |
| d) czas wyłączenia zwarcia doziemnego po str. SN | $t_F = \dots\dots\dots s$ |
| e) największe dopuszczalne napięcie zakłócenkowe | $U_F = \dots\dots\dots V$ |
| Rezystancja uziemienia na początku linii R_B , i uziemienia stacyjnego R_S uzyskane na podstawie: pomiarów bieżących / wyników pomiarów zawartych w protokole nr | |
| w stacji lub w miejscu uziemienia punktu N transformatora | w stacji lub w miejscu uziemienia punktu N transformatora |
| $R_B = \dots\dots\dots \Omega$ | $R_S = \dots\dots\dots \Omega^{**})$ |

Protokół
sprawdzenia
ochrony przed
porażeniem w linii
nn (układ TN).

Uwagę należy
zwrócić na wpis R_B
i R_S jako danych
uzyskanych z
dokumentacji

WYNIKI SPRAWDZENIA OBWODU nr (Komentarz 3)
(liczba wszystkich badanych obwodów wychodzących ze stacji)

CZĘŚĆ DRUGA: POMIARY I OCENA OCHRONY dla obwodu nr

a) Impedancja pętli zwarcia –

Ochrona przez samoczynne wyłączenie zasilania

Zabezpieczenia wzdłużne zainstalowano w miejscach (Komentarz 4)

Przyrządy pomiarowe: typ, nr

| Lp. | Miejsce pomiaru (koniec obwodu / koniec odgałęzienia / miejsce instalacji zab. wzdłużnego) / punkt rozłączenia sieci - wpisać właściwie | Z_{SM} - wartość zmierzona | Napięcie fazowe U_0 | Prąd zwarcia L-PEN $I_{pf} = U_0 / Z_{SM}$ | Typ zabezpieczeń obwodu | Prąd znamionowy zabezpieczenia (wkładki) I_{bN} | Warunek $I_{pf} \geq 2I_{bN}$ spełniony/ niespełniony | Ocena skuteczności: |
|-----|---|--|---------------------------------|--|-------------------------|--|--|---------------------|
| | | Ω | V | A | | A | | TAK/NIE |
| 1 | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |

Ocena ochrony obiektów w sieci rozdzielczej podlegających ochronie przez samoczynne wyłączenie zasilania

| Lp. | Nazwa badanego obiektu | Metoda sprawdzenia połączenia obiektu z PEN | Wynik ogłędzin | Wypełniać tylko, jeśli do sprawdzenia ciągłości przewodu ochronnego wykorzystano pomiar | | Ocena skuteczności: |
|-----|---------------------------|---|--------------------------|--|-------------------------------|---------------------|
| | | ogłędziny / pomiar | pozytywny / negatywny | Metoda pomiarowa (Komentarz 5) | Wynik pomiaru Ω | |
| 1 | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

**Protokół
sprawdzenia
ochrony przed
porażeniem w linii
nn (układ TN).**

**„Moduł”
sprawdzania
impedancji pętli
zwarcia**

Obiekty liniowe nn – protokołowanie wyników pomiarów

| CZEŚĆ DRUGA: POMIARY REZYSTANCJI UZIEMIEN W TERENIE I OCENA WYNIKÓW dla obwodu nr | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------|------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|---------------|---|---|---|--|--|---|
| b) Pomiary rezystancji uziemień w terenie | | | | | | | | | | | | | | Data: | | |
| Oględziny widocznych elementów ochrony przed porażeniem i ich ocena (włącznie z pracami koniecznymi do przeprowadzenia – wynikłymi z oględzin): (Komentarz 6) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Przyrządy pomiarowe do kontroli rezystancji uziemień: typ, nr | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pomiary rezystancji uziemień i ocena działania instalacji uziemiającej: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lp. | Lokalizacja miejsca wykonania uziemienia (nr słupa, nr złącza, identyfikacja przewodu uziemiającego) | Wilgotność gruntu | | Współczynnik k_c (Komentarz 7) | Pomiar rezystancji uziemienia $R_{Hi} (\Omega)^{(*)}$ wybór metod i wskazanie miernika (Komentarz 8) | | | | | | Ciągłość przewodu uziemiającego w stronę ziemi stwierdzono na podstawie (Komentarz 9) | Ocena ciągłości układu połączeń przewodów uziemiających w stronę ziemi ciągłość JEST / BRAK | Ciągłość przewodu uziemiającego w stronę linii stwierdzono na podstawie | Ocena ciągłości układu połączeń przewodów uziemiających ciągłość JEST / BRAK | Rezystancja $R_{BK}^{(***)}$ (Komentarz 10) | Instalacja uziemiająca słupa/złącza działa prawidłowo / nieprawidłowo (Komentarz 11) |
| | | suchy | wilgotny / mokry | | Metoda „3p+ne” (obowiązkowa) | Metoda „3p+cegi” w str. ziemi | Metoda „3p+cegi” w str. linii | Metoda dwucęgową | Metoda wielocęgową | Wynik pomiaru | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Protokół sprawdzenia ochrony przed porażeniem w linii nn (układ TN).

„Moduł” sprawdzania rezystancji uziemień przy słupach/złączach

Obiekty liniowe nn – protokołowanie wyników pomiarów

| | | | |
|--|---|--|---|
| Wartość z pomiarów $k_R \cdot R_{BM} (\Omega)$ w miejscu uziemienia punktu N transformatora (Komentarz 12) Ω | Napięcie $U_F (V)^{***}$ | R_B dopuszczalne z warunku $R_B \leq U_F / I_E (\Omega)^{***}$ | Instalacja uziemiająca linii: SPEŁNIA WYMAGANIA / NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ |
| Warunek $R_B \leq R_E \cdot 50 / (U_0 - 50)$ przy $R_E = 10 \Omega$ wg protokołu pomiarów w stacji SN/nn: $R_B < 2,78 \Omega$ SPEŁNIONY / NIESPEŁNIONY | $U_F = \dots\dots V$ | $U_F / I_E = \dots\dots \Omega$ $R_B \leq U_F / I_E$ SPEŁNIONY / NIESPEŁNIONY | skutecznej ochrony przed porażeniem |
| Uwagi pokontrolne: | | | |
| Pomiary przeprowadził: | | | |
| Imię nazwisko | Nr i rodzaj świadectwa kwalifikacyjnego | Data | Podpis |
| Wynik ocenił: | | | |
| Imię nazwisko | Nr i rodzaj świadectwa kwalifikacyjnego | Data | Podpis |

*1) niepotrzebne skreślić

**1) Pomiar rezystancji wypadkowej wszystkich uziomów w danej linii jest pomiarem referencyjnym (ale obowiązkowym), mającym na celu stwierdzenie, czy zachowana jest ciągłość instalacji uziemiającej na drodze przewód uziemiający — przewód PEN linii oraz samego przewodu PEN.

***1) Pola szare wypełnić, jeśli w stacji zasilającej SN/ nn instalacja uziemiająca części SN i nn jest wspólna..

UWAGA: Instalacja uziemiająca słupa/złącza uznaje się za działający prawidłowo, jeżeli przewody uziemiające są ciągłe oraz $R_{H1} \leq 30 \Omega$. Natomiast układ uziemiający linii uznaje się za prawidłowo działający, jeżeli układy uziomowe wszystkich słupów działają prawidłowo i dodatkowo spełnione są wszystkie warunki dotyczące rezystancji R_H i R_{HK} ($R_{HK} \leq 5 \Omega$).

****1) Wartość wpisuje się dla słupów/ złączy końcowych linii elektroenergetycznej oraz odgałęzień dłuższych niż 200 m.

Protokół sprawdzenia ochrony przed porażeniem w linii nn (układ TN).

„Moduł” oceny skuteczności ochrony przed porażeniem w linii



Obiekty liniowe SN

Rodzaje sprawdzeń dla jednonapięciowego obiektu liniowego SN

| Rodzaj sprawdzenia | Czy wykonać | Uwagi |
|----------------------------------|-------------|--|
| Oględziny | TAK | Przy każdym słupie |
| Pomiar R_E | TAK | |
| Pomiar napięć dotykowych | Nie zawsze | W zależności od wyników pomiarów R_E |
| Ciągłość przewodów uziemiających | TAK | |

Obiekty liniowe SN

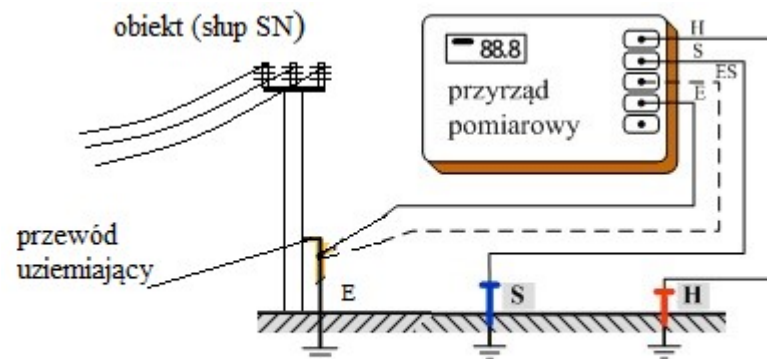
Rodzaje sprawdzeń dla dwunapięciowego obiektu liniowego SN/nn

| Rodzaj sprawdzenia | Czy wykonać | Uwagi |
|----------------------------------|-------------|--|
| Oględziny | TAK | |
| Pomiar R_b | TAK | dla słupów o wspólnym uziemieniu SN i nn |
| Pomiar R_E | TAK | |
| Pomiar napięć dotykowych | Nie zawsze | W zależności od sposobu połączenia układów uziemiających części SN i nn obiektu oraz od wyników pomiarów R_E |
| Ciągłość przewodów uziemiających | TAK | |

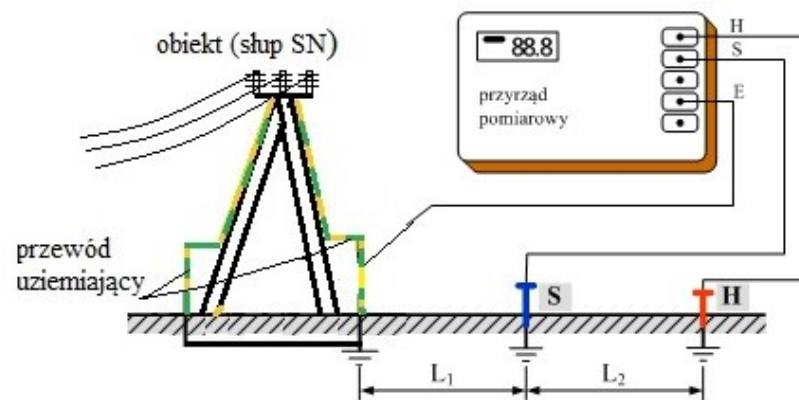
Obiekty liniowe SN – omówienie przydatnych metod pomiarowych

| | Linia SN jednonapięciowa | | Linia SN dwunapięciowa | |
|---------------------|--|---|---|--|
| Nazwa metody | Metoda przydatna | Metoda niezalecana | Metoda przydatna | Metoda niezalecana |
| „3p” lub „4p” | do pomiaru RE przy słupach, do pomiaru ciągłości przewodów uziemiających przy słupach pojedynczych | do pomiaru ciągłości przewodów uziemiających przy słupach wielokrotnych | do pomiaru RB | do pomiaru ciągłości przewodów uziemiających |
| „jednocęgowa” | do pomiaru ciągłości przewodów uziemiających | | do pomiaru RE przy słupach pojedynczych o wspólnym uziemieniu SN i nn, do pomiaru ciągłości przewodów uziemiających | |
| „dwucęgowa” | do pomiaru ciągłości przewodów uziemiających przy słupach wielokrotnych | | do pomiaru ciągłości przewodów uziemiających przy słupach wielokrotnych | |
| „wielocęgowa” | | | do pomiaru RE przy słupach wielokrotnych | |
| „cewka Rogowskiego” | | | do pomiaru RE przy słupach wielokrotnych | |

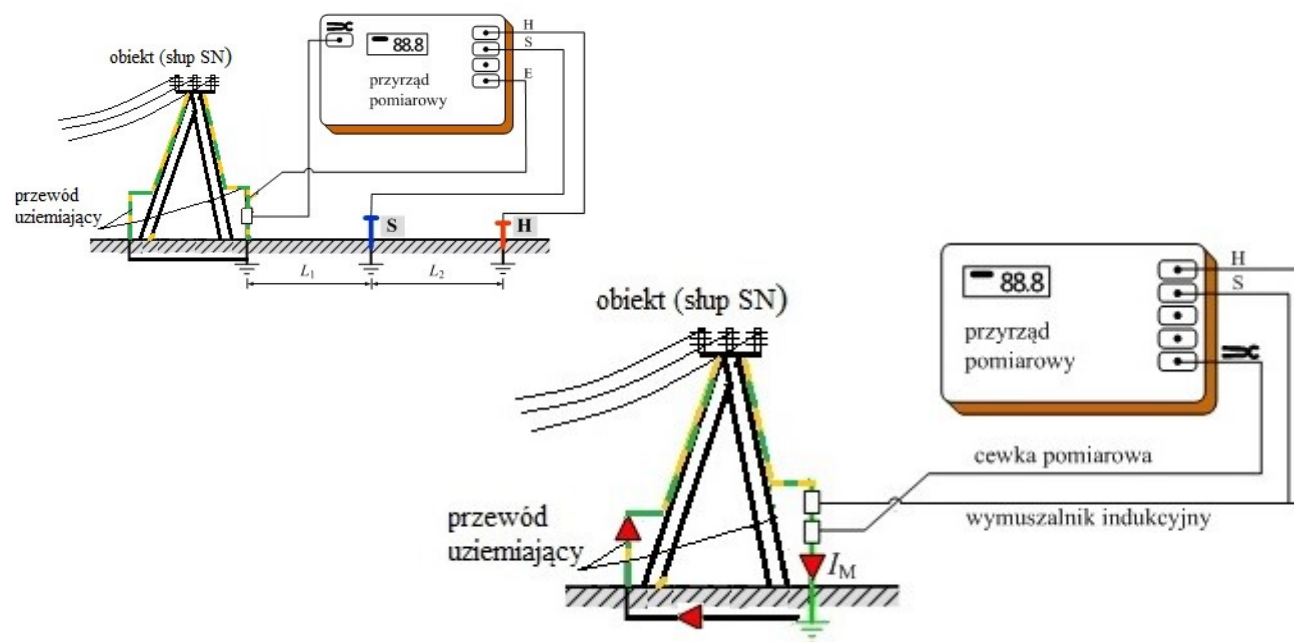
Obiekty liniowe SN – praktyczna realizacja wybranych metod pomiarowych



Pomiary R_E w
jednonapięciowych liniach SN



Obiekty liniowe SN – praktyczna realizacja wybranych metod pomiarowych



Sprawdzanie ciągłości przewodów uziemiających w jednonapięciowych liniach SN przy słupach wielokrotnych. Żadna z metod nie daje pewności połączenia przewodów uziemiających z poprzecznikiem słupa. Przy słupach pojedynczych pomiar rezystancji RE jednocześnie potwierdza ciągłość przewodu uziemiającego w stronę ziemi, w stronę poprzecznika słupa ciągłość można stwierdzić wyłącznie na podstawie oględzin.

Pomiar napięć dotykowych jest analogiczny jak w innych obiektach SN (SN/nn).

Obiekty liniowe SN – protokołowanie pomiarów

| | | |
|---|--|--|
| PROTOKOŁ badania nr | | str 1/2 |
| Nazwa firmy wykonującej pomiary | Badanie i ocena skuteczności ochrony przed porażeniem w obiekcie | |
| | | Data pomiaru |
| TYP OBIEKTU: NAPOWIETRZNA LINIA ELEKTROENERGETYCZNA ŚREDNIEGO NAPIĘCIA (SN) O JEDNYM POZIOMIE NAPIĘCIA | | |
| CZĘŚĆ PIERWSZA: SPRAWDZENIE DOKUMENTACJI | | |
| DANE IDENTYFIKACYJNE OBIEKTU (Komentarz 1) | | |
| Numer identyfikacyjny ciągu liniowego lub nazwa ciągu | | |
| Linia zasilana z GPZ , pole nr | | |
| Wyłączenie linii następuje samoczynnie po wystąpieniu doziemienia TAK/NIE ⁴¹ | | |
| Rodzaj zleconych badań: ODBIORCZE / EKSPLOATACYJNE ⁴¹ | | |
| Dane dotyczące zwarciowego prądu doziemnego i czasu jego przepływu przy zwarciu po stronie SN (w najbardziej niekorzystnych warunkach zasilania) | | |
| a) prąd zwarcia doziemnego | $I_f = I_k =$ A | (Komentarz 2) |
| b) czas wyłączenia zwarcia doziemnego | $t_f =$ s | (Komentarz 3) |
| c) obiekty liniowe przeznaczone do sprawdzenia: wg tabeli w części 2 ⁴¹ (Komentarz 4) | | |
| tabela obejmuje reprezentatywną próbkę ze wszystkich obiektów w ciągu liniowym SN/wszystkie obiekty liniowe SN wymagające ochrony przed porażeniem ⁴¹ | | |
| d) zmiana parametrów linii lub parametrów zasilania od czasu ostatniego badania TAK/NIE ⁴¹ (Komentarz 5) | | |
| Identyfikatory słupów i identyfikatory innych obiektów liniowych podlegających ochronie przed porażeniem (np. napędy łączników na słupach), położonych na obszarze zakwalifikowanym do ZIU | | |
| | | |
| Informacja o dokumentacji technicznej | | |
| Dane dokumentu/źródła informacji zawierającego projekt/dane instalacji uziemiających obiektów liniowych (słupów) (Komentarz 6) | | |
| Dane źródła informacji o obszarach ZIU zawierających sprawdzane słupy (jeśli takie obszary istnieją) | | |
| | | |
| Ostatnie badanie ochrony p-porażeniowej potwierdza protokół nr , z dnia | | |
| CZĘŚĆ DRUGA: BADANIA W TERENIE | | |
| a) oględziny widocznych części instalacji uziemiających (wpisać nr słupów przy których zauważono nieprawidłowości/usterki oraz podać krótki opis usterek) | | |
| Uwaga! Tabela zawierająca wyniki sprawdzenia układów uziemiających słupów zawiera rubrykę „wynik oględzin”, w której powinno się wpisać czy stan instalacji uziemiającej nie budzi zastrzeżeń jeśli chodzi o oględziny. W tym punkcie wpisuje się jedynie zastrzeżenia w przypadku, kiedy wynik oględzin wpisany w tabeli jest negatywny (Komentarz 6a) | | |
| | | |
| | | |
| b) Przyrządy użyte do pomiarów rezystancji uziemień: | | Przyrządy użyte do pomiarów napięć dotykowych (jeśli dokonuje się pomiarów): |
| rodzaj | | rodzaj |
| Typ nr | | typ nr |

Część I protokołu
sprawdzenia ochrony
przed porażeniem w
linii SN o jednym
poziomie napięcia

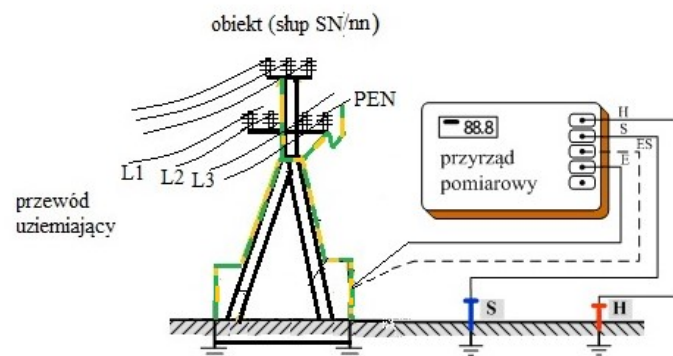
Obiekty liniowe SN – protokołowanie pomiarów

Część II protokołu sprawdzenia ochrony przed porażeniem w linii SN o jednym poziomie napięcia

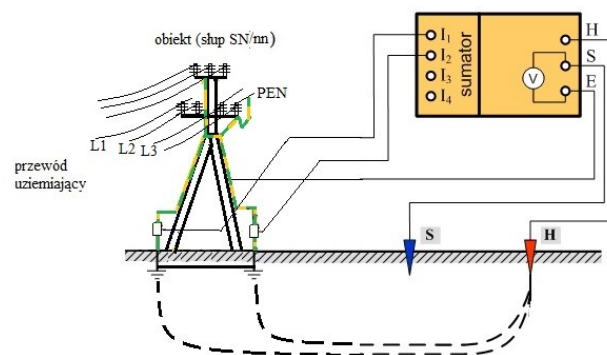
| c) Pomiary rezystancji uziemień słupów SN i ocena ciągłości przewodów uziemiających: | | | | | | | | | | | | | | | str. 2/2 | | | | |
|---|-------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|---|--|--|---|-----------------------------------|--|--|--|--|--------------|--|-----------|--------------|
| Lp. | Nr słupa, identyfikator | Obszar ZIU | Rodzaj uziomu (Komentarz 7) | Grunt: suchy/wilgotny/mokry | k_{cl} | Lokalizacja słupa (wpisać właściwą cyfrę) | Słup izolacyjny | Słup z napędem łącznika lub innymi częściami przewodz. | Zastosowane środki M (Komentarz 8) | Wynik oględzin ukt. uziemiającego | Rezystywność gruntu (Komentarz 9) | Rezystancja uziemienia | | Ocena ciągłości układu połączeń przewodów uziemiających w stronę ziemi | | | Ocena ciągłości układu połączeń przewodów uziemiających w stronę linii | | |
| | | | | | | | | | | | | Wynik pomiaru rezystancji metodą „3p” | $R_{cl} = k_{cl} R_{ucl}$ | Metoda wpisac P1-P6 (Komentarz 10) | Wskazanie | Ciągłość | Metoda wpisac P1-P6 (Komentarz 10) | Wskazanie | Ciągłość |
| | | TAK/NIE | | | | | TAK/NIE | TAK/NIE | | + / - | $\Omega \cdot m$ | $R_{ucl} (\Omega)$ | Ω | | | JEST/BRAK | | | JEST/BRAK |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Klasyfikacja lokalizacji słupów: 0. - słup w terenie nieuczęszczanym 1. UD1 - słup w terenie, na którym mogą się znajdować ludzie mający gołe stopy, np.: place zabaw, baseny, place kempingowe, tereny rekreacyjne itp. 2. UD2 - słup w terenie, w którym zakłada się, że ludzie mają na stopach buty, np.: chodniki, drogi publiczne, place parkingowe itp. 3. UD3 - słup w terenie, w którym zakłada się, że ludzie mają na stopach buty oraz rezystywność gleby jest wysoka (przekracza 2 000 $\Omega \cdot m$) 4. UD4 - słup w terenie, w którym zakłada się, że ludzie mają na stopach buty oraz rezystywność gleby jest bardzo wysoka (przekracza 4 000 $\Omega \cdot m$) 5. - słup na terenie ZIU | | | | | | | | | | Klasyfikacja metod oceny ciągłości przewodów uziemiających: P1 - metoda „3p” (techniczna) pomiaru rezystancji bez rozkręcania zacisków kontrolnych P2 - metoda „3p” z rozkręcaniem zacisków kontrolnych uziemienia P3 - metoda jednoczłownikowa (3p+ogł) pomiaru rezystancji P4 - metoda dwuczłownikowa pomiaru rezystancji P5 - ogłędziny (w uzasadnionych przypadkach odkopanie przewodu uziemiającego i ogłędziny, w takim przypadku wpisać P5K) P6 - inna metoda sprawdzenia (wpisać, jaka) | | | | | | | | | |
| d) Wstępna ocena ochrony przed porażeniem przy słupach | | | | | | | | | | Numery słupów, dla których należy wyznaczyć napięcia dotykowe rażeniowe U_T | | | | | | | | | |
| e) Pomiar napięć dotykowych i finalna ocena ochrony przed porażeniem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lp. | Nr słupa, identyfikator | Rodzaj napięcia U_o (od U_o do U_{o1}) (Komentarz 11) | Wartość napięcia (Komentarz 12) | Prąd uzimowy I_{cl} | Rezystancja $R_{ucl} = 2U_o/I_{cl}$ | Rezystancja $R_{ucl} = 2U_o/I_{cl}$ (Komentarz 13) | Wzrost $R_{ucl} = R_{ucl}$ spełniony/niespełniony | Ochrona skuteczna/nieskuteczna | Napięcie dotykowe rażeniowe zmierzone (Komentarz 14) | Próbniczy prąd uzimowy (Komentarz 14) | k_R | Napięcie dotykowe rażeniowe (Komentarz 15) | Dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe | Wzrost $U_T \leq U_{o1}$ spełniony/niespełniony | Ochrona przed porażeniem skuteczna/nieskuteczna (Komentarz 15) | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | $U_{o1} (V)$ | $I_{cl} (A)$ | $U_T (V)$ | $U_{o1} (V)$ |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uwagi pokontrolne: | | | | | | | | | | Pomiary przeprowadził: | | | | | | | | | |
| DOPUSZCZENIE LINII DO DALSZEJ EKSPLOATACJI: | | | | | | | | | | imię, nazwisko nr świadectwa kwalifikacyjnego podpis data | | | | | | | | | |
| BEZ ZASTRZEŻEŃ / WARUNKOWE / NIE DOPUSZCZA SIĘ ^{a)} | | | | | | | | | | Oceny skuteczności ochrony dokonał: | | | | | | | | | |
| Uwagi | | | | | | | | | | imię, nazwisko nr świadectwa kwalifikacyjnego podpis data | | | | | | | | | |

a) nie dotyczy słupów

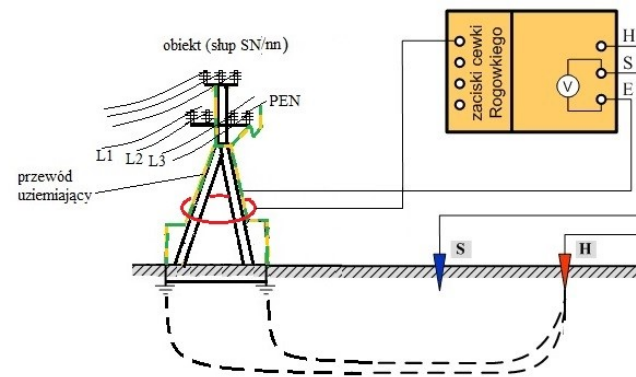
Obiekty liniowe SN – charakterystyczne punkty linii dwunapięciowych i metody pomiarowe



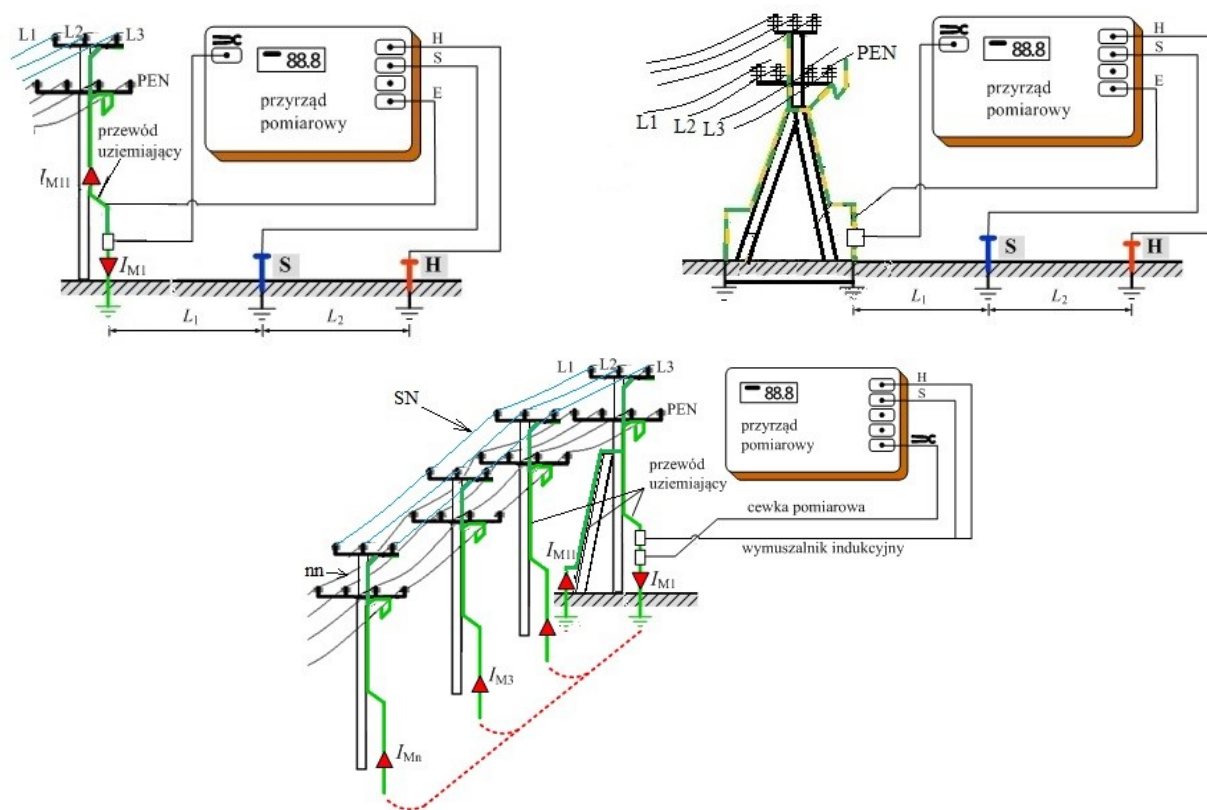
Pomiar R_b na słupie
o wspólnym uziemieniu SN i nn



Pomiar R_e na słupie o wspólnym uziemieniu SN i nn



Obiekty liniowe SN – charakterystyczne punkty linii dwunapięciowych i metody pomiarowe



Pomiary ciągłości przewodów uziemiających na słupach SN/nn o wspólnym uziemieniu

Dwunapięciowe obiekty liniowe SN/nn – fragment protokołu pomiarowego

| c) Pomiary rezystancji uziemień słupów SN (pola szare wypełniać tylko dla słupów o wspólnym uziemieniu SN i nn): | | | | | | | | | | | | | | str 2/2 | | | |
|--|-------------------------|---|-------------------------|--|-----------------|---|---|---|--|--|---|--|---|--|---------------------------|--|-------|
| Lp. | Nr słupa, identyfikator | Obszar ZIU | Rodzaj uziemiu (kom. 7) | Grunt: suchy/wilgotny/mokry | K _{gr} | Lokalizacja słupa (wpisać właściwą cyfrę) | Słup izolacyjny | Słup z napędem łącznika lub innymi częściami przewod. | Zastosowane środki M (kom. 8) | Rezystywność gruntu (kom. 9) | Uziemienie słupa: tylko SN / wspólne | Wypadkowa rezystancja uziemienia | | Rezystancja uziemienia R _z obiektu liniowego | | | Uwagi |
| | | | | | | | | | | | | Wynik pomiaru rezystancji metodą „3p” | R _z =K _{gr} ·R _{gr} | Metoda pomiaru (wpisać P1, P2, P3, P3R, P4 lub P6) | Wynik pomiaru rezystancji | R _z =K _{gr} ·R _{gr} | |
| | | TAK/NIE | | | | | TAK/NIE | TAK/NIE | | Ω·m | | R _z (Ω) | Ω | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Klasyfikacja lokalizacji słupów: 0. -słup w terenie nieuczęszczanym 1. UD1: -słup w terenie, na którym mogą się znajdować ludzie mający gołe stopy, np.: place zabaw, baseny, place kempingowe, tereny rekreacyjne itp. 2. UD2: -słup w terenie, w którym zakłada się, że ludzie mają na stopach buty, np.: chodniki, drogi publiczne, place parkingowe itp. 3. UD3: -słup w terenie, w którym zakłada się, że ludzie mają na stopach buty oraz rezystywność gleby jest wysoka (przekracza 2000 Ω·m) 4. UD4: -słup w terenie, w którym zakłada się, że ludzie mają na stopach buty oraz rezystywność gleby jest bardzo wysoka (przekracza 4000 Ω·m). 5. -słup w obszarze ZIU | | | | | | | | | | | | | | Klasyfikacja metod pomiaru R _z i oceny ciągłości przewodów uziemających: P1 - metoda „3p” (techniczna) pomiaru rezystancji bez rozkręcania zacisków kontrolnych P2 - metoda „3p” z rozkręcaniem zacisków kontrolnych uziemienia lub wielocęgową P3 - metoda jednocęgową (3p+cegi) pomiaru rezystancji, jeżeli użyto cewki Rogowskiego wpisać P3R P4 - metoda dwucęgową pomiaru rezystancji P5 - oględziny (w uzasadnionych przypadkach odkopanie przewodu uziemającego i oględziny, w takim przypadku wpisać P5K) P6 - inna metoda sprawdzenia (wpisać, jaka) | | | |
| d) Ocena ciągłości przewodów uziemających | | | | | | | | | | | | | | e) Wstępna ocena ochrony przed porażeniem | | | |
| Lp. | Nr słupa, identyfikator | Sprawdzenie ciągłości w stronę ziemi | | Sprawdzenie ciągłości w stronę linii | | Numery słupów, dla których należy wyznaczyć napięcia dotykowe rażeniowe U _T (Tabela pomiarów w załączniku 1) | | | | | | | | | | | |
| | | Metoda Wpisać: P1, P2, P3, P4, P5K, P6 (kom. 10) | Wskazanie | Metoda Wpisać: P1, P2, P3, P4, P5, P6 (kom. 10) | Wskazanie | Rodzaj napięcia U ₀ (od U ₀ do U ₀) (kom. 11) | Wartość napięcia U ₀ (V) (kom. 12) | Prąd uziomowy I _z (A) (kom. 13) | Rezystancja R _z (Ω) (kom. 14) | Rezystancja R _z (Ω) (kom. 15) | Wskazanie R _z ≤ R _{z, max} spełniony/niespełniony (kom. 16) | Wskazanie R _z ≤ 2,78Ω _z spełniony/niespełniony (kom. 17) | Wskazanie U _T ≤ U _{T, max} spełniony/niespełniony (kom. 18) | Ochrona przed porażeniem skuteczna/nieskuteczna (kom. 19) | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uwagi pokontrolne: | | | | | | | | | | | | | | Pomiary przeprowadził: | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | imię, nazwisko nr świadectwa kwalifikacyjnego podpis data | | | |
| Protokół zawiera załączniki TAK/NIE | | | | | | | | | | | | | | Oceny skuteczności ochrony dokonał: | | | |
| DOPUSZCZENIE LINII DO DALSZEJ EKSPLOATACJI: BEZ ZASTRZEŻEŃ / WARUNKOWE / NIE DOPUSZCZA SIĘ ^{a)} Uwagi: | | | | | | | | | | | | | | imię, nazwisko nr świadectwa kwalifikacyjnego podpis data | | | |

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

Dziękuję za uwagę