



Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA w Warszawie

Oddział w Sanoku

INSTRUKCJA

ORGANIZACJI I WYKONYWANIA OKRESOWYCH PRAC
KONTROLNO_POMIAROWYCH SIECI< INSTALACJI I URZĄDZEŃ
ELEKTROENERGETYCZNYCH

Opracował:

Ireneusz Matusz

Sprawdził:

Waldemar Jurczak

OPINIOWAŁ:

INSPEKTOR
BHP I OCHRONY P.POŻ.

inż. Jacek Pełczar

ZATWIERDZIŁ:

p.o. DYREKTORA ODDZIAŁU

Mieczysław Jakiel

Sanok, lipiec 2014 r.

SPIS TREŚCI:

ROZDZIAŁ I Informacje ogólne

1. Wstęp.
- 1.1. Przedmiot, zakres i przeznaczenie instrukcji.
- 1.2. Dokumenty związane.
2. Rodzaje badań technicznych.
3. Kwalifikacje osób i ogólne wymogi bezpieczeństwa.
4. Ogólne zasady wykonywania pomiarów.
5. Dokładność wykonania pomiarów.
- 5.1. Analogowe przyrządy pomiarowe.
- 5.2. Cyfrowe przyrządy pomiarowe.
6. Narzędzia i sprzęt do wykonywania prac pomiarowych.
7. Bezpieczeństwo osób i urządzeń w czasie pomiarów.
8. Etapy prac pomiarowych.
- 8.1. Prace przygotowawcze.
- 8.2. Przebieg pracy.
- 8.3. Zakończenie pracy.
9. Czasookresy badań urządzeń i instalacji elektrycznych.

ROZDZIAŁ II Pomiary

1. Ciągłość elektryczna przewodów.
2. Pomiary rezystancji izolacji lub wyznaczenie prądu upływowego.
- 2.1. Pomiar rezystancji izolacji obwodów rozdzielczych.
- 2.2. Pomiary rezystancji izolacji przewodów instalacji elektrycznej w obwodach trójfazowych siłowych).
- 2.3. Pomiary rezystancji izolacji obwodów oświetleniowych.
- 2.4. Pomiary rezystancji izolacji silników indukcyjnych o napięciu do 1 kV.
- 2.5. Pomiary rezystancji izolacji silników synchronicznych o napięciu powyżej 1 kV.
- 2.6. Wyznaczanie prądu upływu.
3. Pomiary rezystancji uziomów.
4. Ochrona przeciwporażeniowa za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania.
- 4.1. Układy sieci TN.
- 4.2. Układ sieci TT.
- 4.3. Pomiary pętli zwarcia obwodów zabezpieczonych wyłącznikiem RCD.
- 4.4. pomiary ochrony przeciwporażeniowej w obwodach z urządzeniami energoelektronicznymi (falownik, UPS, sofstart).
- 4.5. Badanie wyłącznika RCD.
5. Pomiary napięć dotykowych i uziomowych .
6. Pomiary ochrony katodowej.
7. Pomiary obwodów taśm grzewczych.
8. Sprawdzenie elektronarzędzi, spawarek i zgrzewarek.
9. Sprawdzanie zespołów prądotwórczych oraz badanie ochrony przeciwporażeniowej przy zasilaniu z agregatu prądotwórczego.
10. pomiary rezystancji izolacji uzwojeń transformatorów.
11. Protokoły z pomiarów.

ROZDZIAŁ I

Informacje ogólne

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot, zakres i przeznaczenie instrukcji.

Przedmiotem instrukcji są zasady organizacji i wykonywania prac kontrolno-pomiarowych sieci, instalacji i urządzeń elektroenergetycznych w Polskim Górnictwie Naftowym i Gazownictwie SA w Warszawie Oddział w Sanoku. Postanowienia instrukcji mają zastosowanie przy eksploatacji, budowie, remontach, przebudowie, rozbudowie i modernizacji sieci, instalacji i urządzeń elektroenergetycznych o częstotliwości 50 Hz i napięciu do 1 kV i powyżej 1 kV.

Instrukcja uwzględnia sprawy związane:

- z organizacją bezpiecznej pracy przy wykonywaniu pomiarów sprawdzających sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
- z terminami przeprowadzania badań i pomiarów.

W celu ujednolicenia procedur eksploatacyjnych (pomiarowych) urządzeń i instalacji elektroenergetycznych opracowano tę instrukcję, która jest zgodna w zakresie norm zarządzania jakością. Instrukcja przeznaczona jest przede wszystkim dla zakładowych służb elektrycznych oraz dla osób wykonujących usługi dla PGNiG SA w Warszawie Oddział w Sanoku w zakresie ochrony przeciwporażeniowej, ochrony odgromowej, ochrony katodowej, a także przy badaniu elektronarzędzi, przedłużaczy, zespołów prądotwórczych, transformatorów itp.

Każdy pomiarowiec używający mierników bezpieczeństwa sprawdzających jakość sieci, instalacji oraz urządzeń elektrycznych podejmuje decyzję o dopuszczeniu lub nie dopuszczeniu do użytku badanych urządzeń lub obiektów, równocześnie bierze na siebie dużą odpowiedzialność zarówno za zdrowie i życie użytkowników, jak i za ich mienie.

1.2. Dokumenty związane.

Najważniejsze dokumenty związane z tą **Instrukcją**:

- [1.1]. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 z późniejszymi zmianami).
- [1.2]. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2011 r. Nr 163 poz. 981).
- [1.3]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (jednolity tekst Dz.U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami).
- [1.4]. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 Nr 75, poz. 690; oraz zmiany Dz. U. z 2003 Nr 33, poz. 270; Dz.U. z 2004 Nr 109, poz. 1156; Dz.U. z 2008 Nr 201, poz.1238; Dz.U. z 2008 Nr 228, poz. 1514; Dz.U. z 2009 Nr 56, poz. 461 (12 marca 2009 r.); Dz.U. z 2010 Nr 239, poz.1597 (obowiązuje od 21 marca 2011 r.); DzU z 2012 r. Nr 0, poz. 1289; DzU z 2013 r. Nr 0, poz. 926).
- [1.5]. Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 31 grudnia 1968 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV (Dz. Bud. z 1969 r. nr 4, poz. 13, nr 6, poz.22, z 1971 r. nr 4, poz.14, nr 7,poz.28, nr 10, poz. 35, z 1974 r. nr 3, poz. 6, Dz.U. z 1976 r. nr 6, poz. 31);
- [1.6]. Zarządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 5 października 1966 r. w sprawie warunków technicznych,

jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu wyższym niż 1 kV (Dz.Bud. z 1966 r. nr 17, poz. 70);

- [1.7]. Rozporządzenie Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 30 stycznia 1976 r. w sprawie niektórych warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV (Dz.U. z 1976 r. nr 6, poz. 31);
- [1.8]. Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej (Dz.U. nr 81 poz.473);
- [1.9]. Zarządzenie nr 16 Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 26 sierpnia 1972 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona obiektów | budowlanych od wyładowań (Dz.Bud. z 1972 r. nr 8, poz.24);
- [1.10]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. Nr 138 poz. 931czyli tzw. dyrektywa ATEX users);
- [1.11]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. z 2013 r. nr 0, poz. 492);
- [1.12]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz.U. z 2014 r. nr 0, poz. 812);
- [1.13]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu energetycznego (Dz.U. nr 93 poz.623, zm. Dz.U. z 2008 r. nr 30, poz.178; zm. Dz.U. z 2008 r. nr 162,poz.1005);
- [1.14]. Wykaz prac wykonywanych w warunkach szczególnego zagrożenia w PGNiG SA – Oddział w Sanoku;
- [1.15]. Instrukcja BHP wykonywania prac przy instalacjach i urządzeniach elektroenergetycznych PGNiG SA - Oddział w Sanoku, Sanok, lipiec 2014 r.;
- [2.1]. PN-EN 50110-1 Eksploatacja urządzeń elektrycznych;
- [2.2]. PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41:Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
- [2.3]. PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5 –54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych;
- [2.4]. PN-HD 60364-6: 2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6 – Sprawdzanie;
- [2.5]. PN-E-05115:2002 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV;
- [2.6]. PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa – Zasady ogólne;
- [2.7]. PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa – Zarządzanie ryzykiem;
- [2.8]. PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa – Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
- [2.9]. PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa – Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach;
- [2.10]. PN-IEC 61024-1 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych- Zasady ogólne;
- [2.11]. PN-IEC 61024-1-1 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych- Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych;
- [2.12]. PN-86/E-05003/01 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych- Wymagania ogólne;
- [2.13]. PN-86/E-05003/02 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych- Ochrona podstawowa;
- [2.14]. PN-89/E-05003/03 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych- Ochrona obostrzona;
- [2.15]. PN-92/E-05003/04 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych- Ochrona specjalna;
- [2.16]. PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa- Ochrona przed przepięciami-Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi;
- [2.17]. PN-88/E-08400 Narzędzia ręczne o napędzie elektrycznym – Badania kontrolne w czasie eksploatacji;

- [2.18]. PN-EN 61557- Bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciu przemiennym do 1 kV i stałym do 1,5 kV. Urządzenia przeznaczone do sprawdzania , pomiarów lub monitorowania środków ochronnych;
- [2.19]. N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa. COSiW SEP. Warszawa 2003;
- [2.20]. N SEP-E-003 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Linie prądu przemiennego z przewodami pełnoizolowanymi oraz niepełnoizolowanymi. COSiW SEP. Warszawa 2006;
- [2.21]. N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa. COSiW SEP. Warszawa 2004;
- [2.22]. N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa. COSiW SEP. Warszawa 2003;
- [2.23]. PN-EN 60990:2002 Metody pomiaru prądu dotykowego i prądu w przewodzie ochronnym;
- [3.1]. Instalacje elektryczne i teletechniczne. Praca zbiorowa pod przewodnictwem dr. inż. Jana Strzałki, Verlag Dashöfer b.r.;
- [3.2]. Instalacje elektryczne w praktyce. Praca zbiorowa . Wiedza i praktyka b.r.;
- [3.3]. Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji elektrycznych w praktyce pod redakcją Radosława Lenartowicza. Verlag Dashöfer b.r.;
- [3.4]. Sieci, instalacje i urządzenia elektroenergetyczne o napięciu powyżej 1 kV. Zespół autorów pod redakcją dr. inż. Witolda Jabłońskiego i dr. inż. Adama Rynkowskiego, Verlag Dashöfer b.r.;
- [3.5]. Poradnik Inżyniera Elektryka tom 1, 2, 3 Praca Zbiorowa. Wydawnictwo Naukowo techniczne. Warszawa 1996;
- [3.6]. Żakowski K., Darowicki K. Ochrona katodowa konstrukcji metalowych podziemnych i zanurzonych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2011;
- [3.7]. Konopacki Z., Gryżewski Z. Prace pomiarowo – kontrolne przy urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV. COSiW SEP Warszawa b.r.;
- [4.1]. Instrukcja obsługi. Miernik parametrów instalacji MPI-525 SONEL;
- [4.2]. Instrukcja obsługi. Miernik instalacji elektrycznych MIE-500 SONEL;
- [4.3]. Instrukcja obsługi. Miernik rezystancji uziemień MRU-100 SONEL,
- [4.4]. Instrukcja obsługi. Miernik rezystancji uziemień MRU-200 SONEL,
- [4.5]. Instrukcja obsługi. Miernik impedancji pętli zwarcia MZC-310S SONEL,
- [4.6]. Instrukcja obsługi. Miernik cęgowy upływu CMP-200 SONEL,
- [4.7]. Instrukcja obsługi. Miernik izolacji MIC-2500 SONEL,
- [4.8]. Instrukcja eksploatacji mostka Thomsona TMT-2 Warszawa 1970;
- [4.9]. Miernik napięć rażenia typ MNR-1. Opis techniczny i instrukcja obsługi. Elektropomiar Elektryka – Gliwice 2006;
- [4.10]. Zadajnik napięć rażenia typ ZNR – 2. Opis techniczny i instrukcja obsługi. Elektropomiar Elektryka – Gliwice 2006;
- [4.11]. Ślirz W., Dąbrowski G., Jasiński G., Baran Ł. Badania bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych. Sonel SA. Świdnica 2011.

2. Rodzaje badań technicznych.

Badania techniczne (w tym pomiary) dzielimy na trzy grupy:

- 2.1. Badania (w tym pomiary) odbiorcze danego urządzenia u wytwórcy, dla sprawdzenia, że wykonane urządzenie jest w pełni sprawne i spełnia wymagania określonych norm lub aprobat technicznych.
- 2.2. Badania odbiorcze (w tym pomiary) po montażu sieci instalacji i urządzeń elektrycznych na miejscu przeznaczenia, ale przed przekazaniem do eksploatacji. Te badania mają na celu sprawdzenie: zgodności wykonania z projektem, doboru właściwych urządzeń, poprawności nastaw i doboru zabezpieczeń i prawidłowego działania, bezpieczeństwa ludzi i urządzeń. Przy wykonywaniu badań odbiorczych należy wykonać wszystkie czynności sprawdzające jak przy badaniu okresowym oraz kilka dodatkowych badań, które na ogół przy badaniach okresowych nie są wykonywane.

2.3. Badania okresowe (w tym pomiary) podczas eksploatacji sieci, instalacji urządzeń mają na celu kontrolę stanu technicznego urządzeń pod względem niezawodności i bezpieczeństwa pracy, czy nie uległ on pogorszeniu w ostatnim okresie. Wyniki tych badań w tym pomiarów mają być podstawą do podjęcia decyzji o dalszej eksploatacji lub dokonaniu odpowiednich napraw, czy remontu.

2.4. Badania po naprawie.

3. Kwalifikacje osób i ogólne wymogi bezpieczeństwa.

Badania techniczne w tym pomiary elektryczne należy wykonywać przez dwie osoby, z których jedna posiada ważne uprawnienie kwalifikacyjne D, a druga E do wykonywania prac kontrolno-pomiarowych w zakresie eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych.

Bezpośrednie pomiary wykonuje osoba posiadająca zaświadczenie kwalifikacyjne E, a osoba posiadająca zaświadczenie D wykonuje czynności asekuracyjne i sporządza protokół sprawdzenia okresowego.

Prace pomiarowe należy wykonać zgodnie z Instrukcją bezpiecznego wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych obowiązującą w PGNiG SA w Warszawie Oddział w Sanoku, Instrukcją organizacji i wykonywania okresowych prac kontrolno-pomiarowych linii, instalacji i urządzeń elektroenergetycznych w PGNiG SA Oddział w Sanoku oraz instrukcjami fabrycznymi zastosowanych przyrządów pomiarowych.

Jeżeli pomiary wykonywane są w strefie zagrożenia wybuchowego, to należy przed i w trakcie pomiarów sprawdzać brak niebezpiecznego stężenia mieszaniny wybuchowej (do 20% DWG i do 10% DWG gdy będą rozłączane lub zwierane przewody w tym również ochronne).

W przypadku stwierdzenia, że stężenie osiągnęło odpowiednio 20% DWG lub 10 % DWG (dolnej granicy wybuchowości) prace pomiarowe należy natychmiast przerwać lub nie należy ich rozpoczynać.

Wielkości stężeń należy odnotowywać w książce kontroli stężeń gazów wybuchowych i toksycznych.

UWAGA:

Przed użyciem przyrządu eksplozymetrycznego należy wykonać jego kontrolę poprzez oględziny oraz sprawdzić:

- stan naładowania akumulatorów,
- ważność terminu kalibracji.

W przypadku stwierdzenia uszkodzenia przyrządu eksplozymetrycznego, rozładowania akumulatorów lub upłynięcia terminu kalibracji zabrania się używania tego przyrządu.

4. Ogólne zasady wykonywania pomiarów.

Podczas wykonywania prac pomiarowych przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych należy przestrzegać następujących zasad:

1. pomiary powinny być wykonywane w warunkach identycznych lub zbliżonych do warunków normalnej pracy podczas eksploatacji tych urządzeń czy instalacji,
2. przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić prawidłowość funkcjonowania przyrządów pomiarowych,
3. przed rozpoczęciem pomiarów należy dokonać oględzin badanego urządzenia, instalacji i linii dla stwierdzenia ich kompletności, braku usterek oraz prawidłowości wykonania i oznakowania,

sprawdzenia stanu technicznego urządzeń, izolatorów, stanu urządzeń ochronnych oraz prawidłowości połączeń.

Obecnie poprzez oględziny rozumie się kontrolę wykonaną wszystkimi zmysłami (kontrola organoleptyczna). Oględziny są to czynności kontrolne pozwalające na wykrycie, bez użycia narzędzi i demontażu urządzeń, defektów widocznych „gołym okiem” lub za pomocą przyrządów optycznych, np. lornetki przy oględzinach linii napowietrznych, szynoprzewodów, ale też czasami lupy o niewielkim powiększeniu.

Oględziny urządzeń, instalacji i linii przeprowadza się w celu oszacowania stanu technicznego oraz oceny możliwości uruchomienia lub kontynuowania ich dalszej pracy.

Do oględzin zalicza się również przyciśnięcie przycisku TEST w wyłączniku różnicowoprądowym. **Wyniki oględzin zapisać w protokole z badania.**

4. przed przystąpieniem do pomiarów należy zapoznać się z dokumentacją techniczną, w tym przede wszystkim z poprzednimi pomiarami.
5. nie należy bez potrzeby dotykać bezpośrednio części czynnych i części przewodzących oraz części obcych, pamiętając że ochrona przeciwporażeniowa może być niesprawna,
6. należy pamiętać, że urządzenia charakteryzujące się dużą pojemnością, jak kable i kondensatory po wyłączeniu napięcia zagrażają jeszcze porażeniem.

5. Dokładność wykonania pomiarów.

Dokładność wykonywania pomiarów zależy od klasy dokładności użytych przyrządów, doboru właściwej metody wykonywania pomiarów i uwzględnienia uwarunkowań wynikających ze specyfiki badanego obiektu i jego parametrów. W praktyce stosowane są przyrządy analogowe oraz obecnie najczęściej cyfrowe. Dokładność przyrządu analogowego określa klasa dokładności, a cyfrowego błąd podstawowy.

Tabela 1

Graniczne błędy pomiarów przy badaniach instalacji elektrycznych wg PN-EN 61557

Rodzaj pomiaru	Błąd graniczny
Pomiar rezystancji izolacji	$\pm 30\%$
Pomiar impedancji pętli zwarciowej	$\pm 30\%$
Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych	$\pm 30\%$
Pomiar rezystancji uziemiania	$\pm 30\%$
Pomiar napięcia dotykowego	$\pm 20\%$
Badanie ochrony z wyłącznikami różnicowoprądowymi:	
- pomiar czasu zadziałania wyłącznika RCD	$\pm 10\%$
- pomiar prądu zadziałania wyłącznika	$\pm 10\%$

Obecnie producenci przyrządów pomiarowych mają obowiązek umieszczania na miernikach zakresów pomiarowych, przy uwzględnieniu dopuszczalnych błędów podanych w powyższej tabeli.

5.1. Analogowe przyrządy pomiarowe.

Przyrząd analogowy powinien mieć określoną klasę dokładności, np. 2,5

Należy dobrać przyrząd o właściwej klasie dokładności i zakresie pomiarowym.

Najmniejszy błąd pomiaru wystąpi wtedy, jeżeli wskazówka przyrządu wychyliła się co najmniej na $\frac{3}{4}$ zakresu pomiarowego, wtedy błąd pomiaru nie przekracza tego deklarowanego klasą.

Przykład:

Należy dokonać pomiaru napięcia 10V.

Zastosowano przyrząd, który ma dwa zakresy pomiarowe:

- zakres (0 – 100)V, klasa 2,5 - błąd pomiaru $\pm 2,5V$, co daje wynik pomiaru z dokładnością 10V $\pm 2,5V$, czyli błąd wynosi $\pm 25\%$
- zakres (0 – 10)V, klasa 2,5 - błąd pomiaru $\pm 0,25V$, co daje wynik pomiaru z dokładnością 10V $\pm 0,25V$, czyli błąd wynosi $\pm 2,5\%$

5.2. Cyfrowe przyrządy pomiarowe.

W cyfrowych miernikach powinien być określony błąd podstawowy.

Na błąd podstawowy przyrządu cyfrowego na danym zakresie składa się suma:

- błędu części analogowej, jako procent wartości wyświetlanej (w.w.) np. $\pm 5\%$, błąd ten dominuje w górnej części zakresu pomiarowego,
- błędu części cyfrowej jako ilość jednostek o najmniejszej wartości wyświetlanej na danym zakresie np. ± 4 cyfry (wynikającej z rozdzielczości np. 0,1V), błąd ten dominuje w dolnej części danego zakresu pomiarowego.

Przykład z instrukcji przyrządu cyfrowego:

zakres pomiaru	rozdzielczość	dokładność
0...100V	0,1V	$\pm 5\%$ w.w. ± 4 cyfry

w.w. – wartość wyświetlana przez przyrząd.

Analiza błędu pomiaru wykonanego przyrządem cyfrowym na zakresie (0...100V):

Wartość wyświetlana	Błąd „ $\pm 5\%$ w.w.”	Błąd „ ± 4 cyfry”	Łączny błąd	Łączny błąd jako % wartości zmierzonej
V	V	V	V	%
100,00	5,00	0,4	5,40	5,4
10,00	0,50	0,4	0,9	9,0
1,00	0,025	0,4	0,425	42,5

W przypadku przyrządów cyfrowych również należy zadbać o właściwy zakres pomiarowy przyrządu, co ilustruje powyższy przykład.

Uwaga:

Należy odróżnić zakres wskazań przyrządu np. (0...1000) Ω od zakresu pomiarów np. (10...100) Ω . Co oznacza, że przyrząd pokaże wartości od (0...1000) Ω , ale właściwe pomiary o wymaganej dokładności można uzyskać jedynie w przedziale (10...100) Ω .

6. Narzędzia i sprzęt do wykonywania prac pomiarowych.

Wymagania ogólne:

- przyrządy pomiarowe powinny posiadać Deklaracje zgodności producenta danego przyrządu, że wykonał je zgodnie z obowiązującymi normami oraz znak CE,
- narzędzia, sprzęt należy wycofać z użytkowania jeżeli nie przeszły one badań okresowych lub gdy w czasie użytkowania zauważono uszkodzenia izolacji lub posiadają uszkodzenia mechaniczne,
- przydatność do pracy przyrządów pomiarowych musi być sprawdzona przez oględziny każdorazowo przed ich użyciem oraz przynajmniej jeden raz w roku przez osoby doзору odpowiedzialne za organizację prac,

- d) przyrządy pomiarowe okresowo należy poddawać wzorcowaniu w terminach określonych przez producenta. Zgodnie z normą PN-ISO 10012-1 „Wymagania dotyczące zapewnienia jakości wyposażenia pomiarowego. System potwierdzania metrologicznego wyposażenia pomiarowego”- firma Sonel SA zaleca dla produkowanych przez siebie przyrządów stosowanie okresowej kontroli metrologicznej, z terminem co 13 miesięcy.

UWAGA:

W przypadku przyrządów wykorzystywanych do badań związanych z ochroną przeciwporażeniową, osoba wykonująca pomiary powinna posiadać całkowitą pewność, co do sprawności używanego przyrządu. Pomiary wykonywane niesprawnym miernikiem mogą przyczynić się do błędnej oceny skuteczności ochrony zdrowia, a nawet życia ludzkiego.

7. Bezpieczeństwo osób i urządzeń w czasie pomiarów.

Podczas wykonywania prac kontrolno-pomiarowych, zwłaszcza przeprowadzanych przy urządzeniach pod napięciem występuje szczególnie duże zagrożenie związane z możliwością porażenia prądem elektrycznym zarówno osób wykonujących badania, jak i osób postronnych. Z tego względu przy pracach kontrolno-pomiarowych należy stosować szczególne zasady organizacji pracy i dodatkowe zabezpieczenia techniczne. Wykonujący pomiary ponosi pełną odpowiedzialność za poprawność przygotowania i prowadzenia badań oraz ocenę wyników pomiarów, lecz także jest odpowiedzialny za zapewnienie bezpieczeństwa innych osób i urządzeń w czasie pomiarów.

W związku z powyższym:

- I. Pomiary sprawdzające sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych na napięcie do 1 kV należy wykonywać na podstawie niniejszej instrukcji.**
- II. Pomiary sprawdzające sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych na napięcie wyższe od 1 kV wykonywać na podstawie polecenia pisemnego.**
- III. Pracownicy nie będący pracownikami PGNiG Oddział w Sanoku prace pomiarowe na urządzeniach i instalacjach niezależnie od wysokości napięcia mogą wykonywać wyłącznie na podstawie polecenia pisemnego.**
- IV. Ochronę przeciwporażeniową dla stosowania urządzeń i instalacji elektrycznych określa kierownik ruchu zakładu górniczego otworowego na podstawie dokumentacji technicznej producenta tych urządzeń i instalacji.**

PRZYGOTOWANIE MIEJSCA PRACY

Środki i warunki bezpiecznego wykonywania pomiarów.

1. Powiadomić kierownictwo jednostki organizacyjnej o rozpoczęciu prac pomiarowych.
2. Podczas wykonywania pomiarów należy używać odpowiednich i bezpiecznych przyrządów pomiarowych. Sprawdzić stan przyrządów pomiarowych i przewodów doprowadzających napięcie do przyrządu podczas wykonywania pomiarów.
3. Przed wykonaniem pomiarów elektroenergetycznych należy dokonać dokładnych oględzin urządzeń i instalacji będących przedmiotem pomiarów, wykluczyć możliwość pojawienia się napięcia zwrotnego z UPS, a następnie przystąpić do pracy przestrzegając ściśle przepisów ochrony przeciwporażeniowej.
4. Nie należy bez istotnej potrzeby dotykać części czynnych i dostępnych części przewodzących urządzeń elektrycznych oraz obcych części metalowych, które mogą znaleźć się pod napięciem.
5. Jeżeli istnieje ryzyko dotknięcia nieosłoniętych części pod napięciem, personel wykonujący pomiary powinien stosować osobisty sprzęt ochronny, podjąć środki ostrożności zapobiegające porażeniu prądem elektrycznym, zwarciu oraz skutkom wyładowań łukowych.

6. Zwrócić uwagę na urządzenia o dużej pojemności, takie jak kondensatory i kable, które mogą stanowić zagrożenie nawet po wyłączeniu napięcia.
7. W strefach zagrożonych wybuchem przed i w trakcie wykonywania badań sprawdzać stężenie mieszaniny wybuchowej.
8. Powiadomić osoby postronne wykonujące inne prace związane z Ruchem Zakładu Górniczego, dla których prace pomiarowe mogą stanowić zagrożenie o wykonywaniu pomiarów i zastosować odpowiednie środki zapobiegające tym zagrożeniom (wygrodzenie miejsca pracy, wywieszenie tablic ostrzegawczych).
9. Prace pomiarowe wykonywać z zachowaniem szczególnej ostrożności przestrzegając przepisów BHP.
10. Wszelkie czynności mające wpływ na ruch Zakładu Górniczego uzgodnić z Koordynatorem Ruchu Zakładu Górniczego – Kierownik Kopalni.

Dodatkowe środki i warunki bezpiecznego wykonywania pomiarów rezystancji izolacji:

1. Zapoznać się z instrukcją obsługi danego przyrządu pomiarowego, szczególnie z wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa i danymi technicznymi.
2. Przed przystąpieniem do pomiarów sprawdzić czy przyrząd pomiarowy jest sprawny technicznie, stan przewodów pomiarowych, stan naładowania akumulatora.
3. Wybrać właściwe kryteria: napięcie pomiarowe, czas pomiaru.
4. Wyłączyć zasilanie i sprawdzić brak napięcia na badanym obiekcie.
5. Zabezpieczyć mierzony obiekt przed możliwością przypadkowego załączenia napięcia zasilającego (wyjęcie wkładek topikowych bezpieczników wraz z główkami, zamknięcie rozdzielnic na klucz, wywieszenie tablic ostrzegawczych o zakazie włączania napięcia).
6. Właściwie przygotować miejsce pracy z uwzględnieniem urządzeń znajdujących się w pobliżu stanowiska pomiarów, które pozostają pod napięciem – zachować właściwe odległości.
7. Rozładować pojemność badanego obiektu – szczególnie kabli.
8. Zmontować układ pomiarowy i dokonać pomiarów.
9. Po zakończeniu pomiarów rozładować pojemność obiektu.
10. Zachować ostrożność w przypadku demontażu połączeń przewodu PEN, PE czy uziemień.
11. W czasie pomiarów nie rozłączać przewodów układu pomiarowego.

Dodatkowe środki i warunki bezpiecznego wykonania pomiaru impedancji pętli zwarcia:

1. Zapoznać się z instrukcją obsługi danego przyrządu pomiarowego, szczególnie z wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa, danymi technicznymi.
2. Przed przystąpieniem do pomiarów sprawdzić czy przyrząd pomiarowy jest sprawny technicznie i stan naładowania akumulatora.
3. Sprawdzić stan przewodów pomiarowych, należy stosować właściwe przewody zalecane przez producenta, gdyż ich rezystancja wpływa na wynik pomiaru.
4. Rozeznać miejsce pomiarów szczególnie należy zwrócić uwagę czy nie ma zagrożeń np. uszkodzona izolacja, nieprawidłowe połączenia, czy pozostawione przewody, narzędzia, brak osłon itp.
5. W czasie pomiarów zachować szczególną ostrożność, gdyż w przypadku nieskutecznej ochrony niebezpieczne napięcie pomiarowe (dotykowe) może pojawić się na obudowie badanego urządzenia.
Uprzedzić osoby postronne i na czas pomiaru odsunąć je na bezpieczną odległość.
6. Zmontować układ pomiarowy i dokonać pomiarów.

UWAGA: Należy zachować szczególną ostrożność gdyż pomiary impedancji pętli zwarcia wykonuje się na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych.

8. Etapy prac pomiarowych.

8.1. Prace przygotowawcze.

Prace przygotowawcze prowadzone są pod nadzorem kierującego zespołem. Przebiegają one w następującej kolejności:

a) rozeznanie i sprawdzenie miejsca pracy:

- identyfikacja urządzenia, instalacji, obwodu; zlokalizowanie miejsca pracy określonego w poleceniu pisemnym lub wynikającego z harmonogramu pomiarów linii, instalacji i urządzeń na napięcie do 1 kV (adres, stacja, obwód, urządzenie, tablice ostrzegawcze),
- wizualna ocena stanu technicznego: urządzenia, obudowy, konstrukcje wsporcze, stan połączeń uziemiających, stan izolacji przewodów i kabli, ułożenie żył i przewodów, stan styków, stan rozdzielnic i osprzętu,
- identyfikacja zagrożeń elektrycznych: ryzyko zwarcia, odległości między częściami urządzenia o różnych potencjałach,

b) omówienie sposobu wykonania pracy:

- rozdzielenie zadań przez kierującego zespołem,
- omówienie ich realizacji,

c) wyjęcie, sprawdzenie i przygotowanie przyrządów pomiarowych i narzędzi, sprzętu i wyposażenia osobistego niezbędnego do wykonania pracy,

d) dopuszczenie do pracy, które ma następujący przebieg:

- wskazanie członkom zespołu miejsca pracy,
- pouczenie członków zespołu o warunkach pracy oraz wskazanie zagrożeń mogących wystąpić w sąsiedztwie miejsca pracy, nie tylko od urządzeń elektroenergetycznych,
- potwierdzenie faktu dopuszczenia do pracy przez kierującego zespołem podpisem na poleceniu pisemnym, a w przypadku pomiarów linii, instalacji i urządzeń na napięcie do 1 kV podpisem w dzienniku operacyjnym prowadzonym przez dopuszczającego.

8.2. Przebieg pracy.

Przebieg pracy powinien obejmować:

- montaż układu pomiarowego,
- wykonanie planowanych prac zgodnie z wymogami niniejszej Instrukcji.

8.3. Zakończenie pracy.

Zakończenie prac pomiarowych określonych w poleceniu pisemnym lub wykonywanych bez polecenia zgodnie z Instrukcją, może nastąpić, jeżeli cały zakres prac został wykonany.

Zakończenie pracy obejmuje:

- a) sprawdzenie prawidłowości wykonania pracy,
- b) przywróceniu pierwotnych połączeń instalacji lub urządzenia,
- c) powiadomienie poleceniodawcy i kierownictwa kopalni o zakończeniu pracy
- d) likwidacja miejsca pracy.

9. Czasookresy badań urządzeń i instalacji elektrycznych.

Ustalając częstość wykonywania pomiarów elektrycznych eksploatowanych w Oddziale Sanok I sieci, instalacji i urządzeń wzięto pod uwagę wytyczne zawarte w dokumentacjach

eksploatacyjnych urządzeń, normach oraz szeroko pojętą wiedzę techniczną i dobrą praktykę inżynierską.

Tabela 2

Lp.	Nazwa pomieszczenia lub obiektu	Warunki środowiskowe	Okres czasu pomiędzy sprawdzaniami instalacji	
			Upływności prądu/ rezystancji izolacji	skuteczności ochrony przeciwporażeniowej
1.	Odsiarczalnie	wyziewy żrące	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
2.	Tłocznie ropy, gazu i metanolu, magazyny metanolu, gazoliniarnie, pomiarownie gazu, stacje redukcyjne, odsiarczalnie	zagrożenie wybuchem	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
3.	Rozdzielnie nn, urządzenia napędowe, sterownicze, osprzęt instalacyjny	otwarta przestrzeń	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 1 rok
4.	Urządzenia napędowe, sterownicze, osprzęt instalacyjny	zagrożenie wybuchem	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
5.	Budynek tłoczni płynu złożowego	zagrożenie pożarem	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
6.	Budynki administracyjno-socjalne (ośrodki kopalń, kancelarie), hotele, dyżurki pracownicze	stwarzające zagrożenie dla ludzi (ZL III)	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat
7.	Kotłownie technologiczne, tłocznie TEG-u, pomieszczenia warsztatowe, garażowe, magazyny podręczne, usługowo-techniczne	Warunki normalne	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat

Tabela 3

Lp.	Obiekt lub urządzenie	Zakres sprawdzania	częstość	Uwagi
1.	Linie elektroenergetyczne napowietrzne do 1kV	skuteczności ochrony przeciwporażeniowej	do 5 lat	
2.	Linie elektroenergetyczne napowietrzne powyżej 1 kV	skuteczności ochrony przeciwporażeniowej	do 5 lat	
3.	Linie kablowe do 1 kV	rezystancji izolacji	-	po odbiorze i naprawie
4.	Linie kablowe powyżej 1 kV	rezystancji izolacji	-	po odbiorze i naprawie

5.	Stacje transformatorowe	skuteczności ochrony przeciwporażeniowej rezystancji uziemienia	do 5 lat do 5 lat	
6.	Rozdzielnie napowietrzne SN	skuteczności ochrony przeciwporażeniowej rezystancji uziemienia	do 5 lat do 5 lat	
7.	Oświetlenie zewnętrzne	skuteczności ochrony przeciwporażeniowej rezystancji uziemienia	do 5 lat do 5 lat	
8.	Transformatory mocy	Zgodnie z zapisami w DTR urządzenia. W przypadku braku : Pomiary rezystancji izolacji, badanie oleju: zwykle/suche/ kompozytowe hermetyzowane	do 5 lat do 10 lat	
9.	Elektronarzędzia	Upływności prądu/rezystancji izolacji	do 1 roku	
10.	Zespoły prądotwórcze	Zgodnie z zapisami w DTR urządzenia. W przypadku braku: uziemienie ochronne	do 5 lat	
11.	Spawarki, silniki, prostowniki	Zgodnie z zapisami w DTR urządzenia. W przypadku braku: rezystancji izolacji	do 5 lat	Silniki zainstalowane w strefie zagrożenia wybuchem: do 1 roku
12.	Ochrona katodowa	skuteczności ochrony przeciw-porażeniowej potencjału konstrukcji chronionej	do 5 lat do 2 lat	
13.	Obwody taśm grzewczych	rezystancja izolacji	do 5 lat	

Tabela 4

Lp.	Nazwa pomieszczenia lub obiektu	Poziom ochrony odgromowej	Okres czasu pomiędzy sprawdzaniami LPS
1.	Odsiarczalnie	I	nie rzadziej niż co rok

2.	Tłocznie ropy, gazu i metanolu, magazyny metanolu, gazoliniarnie, pomiarownie gazu, stacje redukcyjne, odsiarczalnie	II	nie rzadziej niż co 2 lata
3.	Odwierty eksploatacyjne z ekshalacjami	I	nie rzadziej niż co rok
4.	Odwierty eksploatacyjne, zbiorniki magazynowe i robocze metanolu, płynu złożowego, gazoliny, urządzenia technologiczne służące do eksploatacji gazu ziemnego np. węzły redukcyjno-pomiarowe, oddzielacze, wymienniki, instalacje osuszania gazu z wyłączeniem części regeneracyjno-tłoczącej glikolu	II	nie rzadziej niż co 2 lata
5.	Budynek tłoczni płynu złożowego	II	nie rzadziej niż co 2 lata
6.	Budynki administracyjno-socjalne (ośrodki kopalń, kancelarie), hotele, dyżurki pracownicze	III i IV	nie rzadziej niż co 4 lata
7.	Kotłownie technologiczne, pomieszczenia, nastawnia, warsztatowe, garażowe, magazyny podręczne, usług-techn	III i IV	nie rzadziej niż co 4 lata

Przewiduje się także wdrożenie sprawdzania termowizyjnego stacji transformatorowych, rozdzielni napowietrznych SN i innych urządzeń elektroenergetycznych.

ROZDZIAŁ II

Pomiary

UWAGA:

Przed użyciem każdego przyrządu pomiarowego należy dokładnie zapoznać się z jego INSTRUKCJĄ OBSŁUGI i zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.

UWAGA:

W czasie trwania pomiaru nie wolno przełączać przełącznika zakresów, gdyż może to spowodować uszkodzenie miernika i zagrożenie dla użytkownika.

1. Ciągłość elektryczna przewodów.

Kontrolę ciągłości przewodów możemy wykonać następującymi miernikami:

- miernikiem parametrów instalacji MPI-525,
- miernikiem instalacji elektrycznych MIE-500
- miernikiem rezystancji uziemień MRU-200, MRU-100
- cęgowym miernikiem prądu CMP-600.

Próbę ciągłości elektrycznej przewodów i połączeń galwanicznych wykonuje się napięciem od 4 V do 24 V i prądzie nie mniejszym niż 200 mA (przemiennym lub stałym) zawsze po odłączeniu napięcia zasilającego.

UWAGA: przewód ma dobry kontakt (styk), jeżeli wartość rezystancji 1 m przyłączonego przewodu jest mniejsza od jego połączenia.

2. Pomiar rezystancji izolacji lub wyznaczanie prądu upływowego.

Pomiary rezystancji izolacji wykonywane są w instalacji odłączonej od zasilania i odłączonych odbiornikach, przyrządem pomiarowym na prąd stały (eliminowanie wpływu pojemności na wynik pomiaru) o napięciu podanym w tabeli 5 przy obciążeniu prądem 1 mA. Pomiar rezystancji izolacji możemy wykonać następującymi miernikami :

- miernikiem parametrów instalacji MPI-525,
- miernikiem izolacji MIC-2500.

Tabela 5

Aktualnie wymagane wartości napięć probierczych i minimalnych wartości rezystancji izolacji obwodów instalacji elektrycznych wg PN-HD 60364-6: grudzień 2008

Napięcie robocze instalacji	Napięcie pomiarowe	Wymagana rezystancja izolacji
do 50 V napięcia przemiennego lub do 120 V napięcia stałego	250 V	0,5 MΩ ¹⁾
powyżej U _L do 500 V, w tym FELF	500 V	1,0 MΩ ²⁾
powyżej 500V do 1000 V	1000 V	1,00 MΩ
powyżej 1000 V	2500 V	zgodnie z wymaganiami wytwórcy

Jeżeli istnieje prawdopodobieństwo, że ograniczniki przepięć lub inne urządzenia mogą mieć wpływ na próbę sprawdzającą lub mogą się uszkodzić, takie urządzenia należy odłączyć przed wykonaniem pomiaru rezystancji izolacji. Jeśli odłączenie takich urządzeń jest niemożliwe (np. ograniczników przepięć wbudowanych w stałe gniazda wtyczkowe), wówczas dla tego obwodu należy obniżyć napięcie probiercze do 250V DC, ale rezystancja izolacji powinna mieć wartość co najmniej 1 MΩ.

Do celów pomiarowych przewód neutralny odłącza się od przewodu ochronnego.

UWAGA:

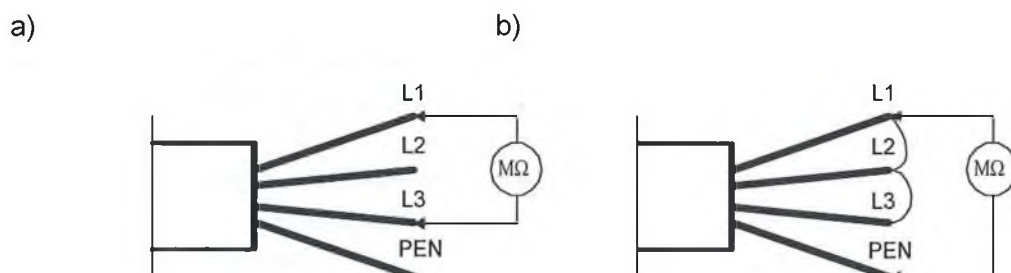
Ze względów technologicznych odstępuje się od pomiarów rezystancji izolacji instalacji sygnałowych i sterowniczych kotłów, regeneratorów glikolu i innych po uzgodnieniu z Koordynatorem Ruchu Zakładu Górniczego.

2.1. Pomiary rezystancji izolacji obwodów rozdzielczych.

Pomiary rezystancji izolacji w obwodach rozdzielczych powinny być wykonywane dla określonego odcinka obwodu, między kolejnymi zabezpieczeniami nadprądowymi stosowanymi w obwodach.

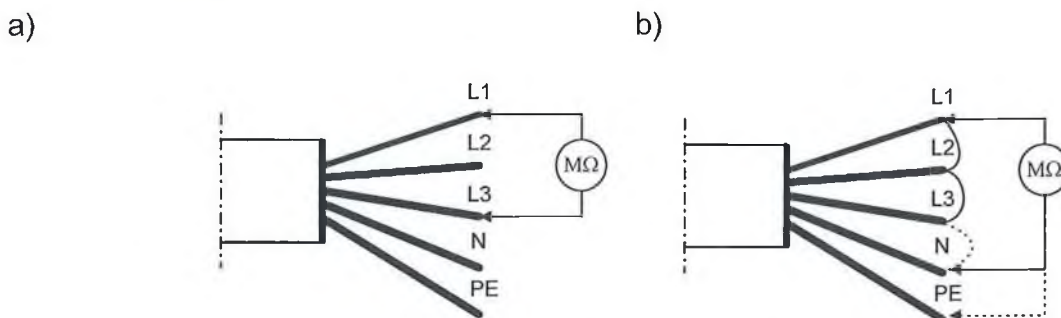
Napięcie pomiarowe stałe należy przykładać: pomiędzy żyły fazowe (parami) badanego obwodu, oraz pomiędzy każdą z żył fazowych a żyłą ochronno-neutralną (w sieci TN-C), lub pomiędzy każdą z żył fazowych a żyłą neutralną i ochronną oraz między żyłą neutralną i żyłą ochronną (w sieci TN-S). W obwodzie trójfazowym, w sieci TN-C wykonuje się więc 6 pomiarów, a w sieci TN-S – 10 pomiarów. Taki sposób wykonania pomiaru pokazano na rysunku 2.1.1 i 2.1.2.

Dopuszcza się wykonywanie pomiarów w sposób skrócony. Po uprzednim wykonaniu pomiaru rezystancji izolacji pomiędzy żyłami fazowymi (rys.2.1.1a) można zewrzeć je ze sobą i wykonać pomiar rezystancji izolacji względem żyły ochronno-neutralnej PEN (rys. 2.1.1b). W sieci o układzie TN-S należy, po pomiarze rezystancji izolacji żył fazowych względem siebie i żyły neutralnej, zewrzeć ze zwartymi żyłami fazowymi również żyłę neutralną i zmierzyć rezystancję zwartych żył względem żyły ochronnej PE (rys.2.1.2b). Zmierzone wartości rezystancji, stosownie do napięcia pomiarowego, powinny odpowiadać wartościom rezystancji wymaganych przez normę [2.4] i podanym w tabeli 5.



Rys. 2.1.1. Zasada pomiaru rezystancji izolacji przewodów instalacji typu TN-C:

- a) pomiar rezystancji izolacji międzyfazowej,
b) pomiar rezystancji izolacji zwartych ze sobą żył fazowych względem przewodu ochronno-neutralnego (ziemi)



Rys. 2.1.2. Zasada pomiaru rezystancji izolacji przewodów instalacji typu TN-S:

- b) pomiar rezystancji izolacji zwartych ze sobą żył fazowych i żyły neutralnej

względem przewodu ochronnego (ziemi)

2.2. Pomiary rezystancji izolacji przewodów instalacji elektrycznej w obwodach trójfazowych (siłowych).

W obwodach instalacji trójfazowej o układzie TN-S, jeżeli w obwód włączone są na stałe, w sposób utrudniający ich usunięcie, urządzenia elektroniczne, można wykonać jedynie pomiar rezystancji izolacji między połączonymi razem ze sobą przewodami fazowymi i przewodem neutralnym a ziemią (przewodem ochronnym). Zasadę wykonania takiego pomiaru pokazano na rysunku 2.1.2.b). Pomiar taki wymagany jest wówczas, gdy wykonanie go w zwykły sposób mogłoby doprowadzić do zniszczenia urządzeń elektronicznych. Taki sposób pomiaru zalecany np. przy zasilaniu obwodów przez elektroniczne wyłączniki różnicowoprądowe np. typu P120, P121, P190, P191. W wyłącznikach tych, do zacisków wyjściowych przyłączony jest układ elektroniczny wyłącznika. Podanie napięcia pomiarowego na obwód za wyłącznikiem, bez odłączenia przewodów obwodu od zacisków wyłącznika może doprowadzić do jego zniszczenia lub uniemożliwi wykonanie pomiarów. Przyrząd do pomiaru rezystancji izolacji wykaże zwarcie między przewodem fazowym i przewodem neutralnym.

2.3. Pomiary rezystancji izolacji obwodów oświetleniowych.

Pomiary rezystancji izolacji w obwodach oświetleniowych powinny być wykonywane przy przestrzeganiu zasady, że pomiarem musi być objęty cały obwód oświetleniowy przy włączonym wyłączniku oświetlenia. Ponieważ w instalacjach oświetleniowych bardzo często stosowane są wyłączniki jednobiegunowe o trudnej do ustalenia pozycji załączenia lub wyłączenia, tok postępowania przy wykonywaniu pomiarów powinien być następujący:

- przy załączonych zabezpieczeniach (pod napięciem) włącza się wyłączniki badanego obwodu oświetleniowego i sprawdza, czy wszystkie obwody oświetleniowe są włączone (świecenie źródeł światła).
- następnie, nie zmieniając położenia wyłączników obwodów, wyłącza się zabezpieczenia (usuwa się bezpieczniki lub wyłącza wyłączniki nadprądowe).
- po wyłączeniu napięcia przystępuje się do przygotowania obwodu oświetleniowego do pomiaru, usuwając z opraw oświetleniowych źródła światła lub odłączając oprawy od zacisków świecznikowych.

Dopiero tak przygotowany obwód oświetleniowy może być przedmiotem pomiarów. Pomiary w obwodach oświetleniowych trójfazowych wykonuje się podobnie jak w obwodach siłowych.

W obwodach jednofazowych należy przykładać napięcie pomiarowe pomiędzy: przewody L - PEN - w układzie TN-C albo kolejno pomiędzy przewody L - N, L - PE oraz N - PE w układzie TN-S.

2.4. Pomiary rezystancji izolacji silników indukcyjnych o napięciu do 1 kV

Dla silników indukcyjnych o napięciu do 1 kV zainstalowanych w strefie zagrożenia wybuchem pomiar rezystancji izolacji wykonuje się po rozłączeniu poszczególnych uzwojeń fazowych stojana silnika. Pomiary rezystancji izolacji wykonuje się tak samo, jak dla przewodów instalacyjnych. Dla silników, których punkt gwiazdowy uzwojenia stojana jest połączony na stałe (są wyprowadzone tylko zaciski początkowe uzwojeń) wykonuje się wyłącznie jeden pomiar rezystancji izolacji uzwojeń względem części przewodzącej dostępnej (obudowy silnika). Natomiast dla silników indukcyjnych zainstalowanych poza strefą zagrożenia wybuchem wykonuje się tylko jeden pomiar rezystancji izolacji uzwojeń

silnika względem obudowy silnika. Zmierzone rezystancje izolacji powinny wynosić co najmniej 5 M Ω dla silnika nowego lub po remoncie oraz 1000 Ω /V napięcia znamionowego (fazowego lub międzyfazowego) – dla silnika w eksploatacji.

2.5. Pomiary rezystancji izolacji silników synchronicznych o napięciu powyżej 1 kV.

Pomiar rezystancji izolacji powyższych silników należy wykonać na podstawie polecenia pisemnego w oparciu o dokumentację techniczno-ruchową urządzenia.

Uwaga 1:

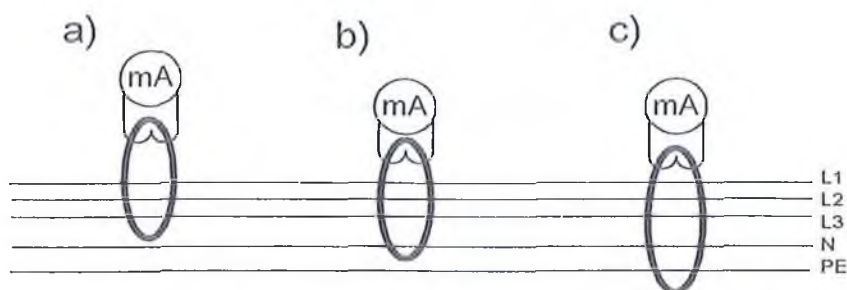
Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika MPI-525, MIC-2500 występuje niebezpieczne napięcie do 2,5 kV.

Uwaga 2:

Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych oraz zmiana położenia przełącznika funkcji przed zakończeniem pomiarów. Grozi to porażeniem wysokim napięciem i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.

2.6. Wyznaczanie prądu upływu.

W uzasadnionych przypadkach, gdy urządzeń nie można wyłączać spod napięcia na czas pomiarów lub wymaga to rozłączenia wielu połączeń, a także zwierania niektórych łączników co może prowadzić do wielu zagrożeń dla obsługi i urządzeń (np. rozległe instalacje oświetlenia wnętrz), bądź z innych powodów zamiast pomiaru rezystancji izolacji **można wykonać pomiar prądu upływu miernikiem cęgowym CMP-200.**



Rys. 2.6.1. a) pomiar prądu asymetrii obciążenia (prąd w przewodzie neutralnym);
b) pomiar prądu różnicowego (sumaryczny prąd upływowy płynący przewodem PE oraz przypadkowymi połączeniami obwodu z ziemią);
c) pomiar składowej prądu różnicowego wpływającej do ziemi z pominięciem przewodu ochronnego (prąd błądzący).

Zgodnie z INSTRUKCJĄ:

1. Prąd upływowy pochodzący od poszczególnego urządzenia nie powinien być większy niż 3,5 mA dla urządzeń posiadających I klasę izolacji. Jeżeli pracuje urządzenie, które posiada większy prąd upływu niż 3,5 mA, to po sprawdzeniu z dokumentacją fabryczną badamy jego prąd upływowy oraz porównujemy go z wartością dopuszczalną dla tego urządzenia.

2. Jeżeli prąd upływowy pochodzący od danego urządzenia jest większy od 3,5 mA, ale zgodny z dokumentacją fabryczną, to należy wywiesić napis ostrzegawczy: DUŻY PRĄD UPŁYWOWY - Konieczne uziemienie przed przyłączeniem do sieci.
3. Jeżeli sprawdzany będzie obwód oświetleniowy zawierający wiele opraw (znaczące prądy upływu przez kondensatory, które są w oprawach oświetleniowych) metodą pomiaru prądu upływowego, to należy przyjąć maksymalnie 3,5 mA na każdą oprawę, ale nie więcej niż 30 mA dla 10-ciu opraw oświetleniowych.
4. Prąd upływu częściowej instalacji odbiorczej przy napięciu nominalnym do 400 V nie powinien przekraczać 1 mA.

3. Pomiary rezystancji uziomów.

1. Pomiary rezystancji uziemienia uziomu wykonujemy przy użyciu mierników typu MRU-100, MRU-200, których zasada działania oparta jest na metodzie technicznej.

Rezystancję uziemień mierzy się prądem przemiennym. Nie można wykonywać pomiarów rezystancji uziemień prądem stałym, gdyż siły elektromotoryczne powstające na stykach metal-elektrolit powodują błędy pomiarów oraz ze względu na elektrolityczny charakter przewodności gruntu.

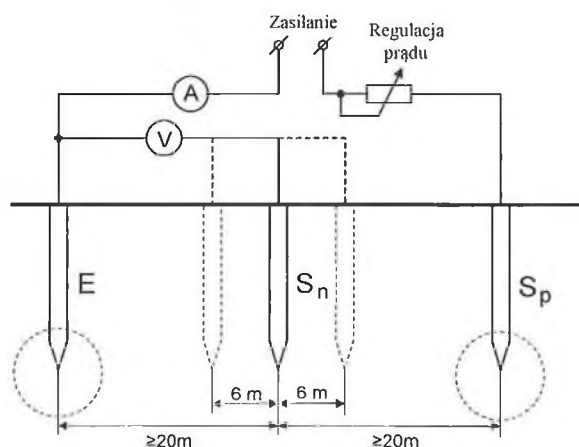
Każdy przyrząd pomiarowy ma swoją specyfikę techniczną i dlatego przed przystąpieniem do pomiarów należy obowiązkowo zapoznać się z jego instrukcją obsługi.

Mierzona jest rezystancja uziemienia R_E .

Aby dokonać pomiaru należy umieścić dwie dodatkowe elektrody pomocnicze.

Elektrody umieszcza się w jednej linii. Elektrode napięciową umieszcza się w połowie odległości między elektrodami. W tej metodzie ważnym jest rozmieszczenie elektrod pomocniczych tak, by występowało miejsce potencjału zerowego – wówczas będzie poprawnie mierzony spadek napięcia na uziemieniu. Im większy rozstaw między mierzonym uziemieniem a elektrodą prądową, tym szerszy jest obszar występowania potencjału zerowego.

Aby sprawdzić, że rezystancja uziomu jest wartością prawidłową, należy wykonać dwa dodatkowe pomiary zgodnie z Rys.3.1.



Obszary pomiaru rezystancji
(nieoddziaływujące na siebie)

Rys. 3.1. Pomiar rezystancji uziomu wg arkusza 6 normy PN HD 60364 [2.4]

Jeżeli po przestawieniu elektrody napięciowej w kierunku mierzonego uziemienia i w kierunku elektrody prądowej o 6 m różnica między wynikami będzie nieznaczna, należy uznać, że

właściwie wybrano miejsca rozstawienia elektrod. Średnia arytmetyczna trzech wyników jest zmierzoną wartością rezystancji uziemienia.

Minimalne wartości rezystancji uziemienia odgromowego (piorunochronnego) całkowitego w strefie zagrożenia wybuchowego i poza strefą zagrożenia wybuchowego przedstawione są w tabeli 5.

Tabela 5.

Minimalne dopuszczalne wartości rezystancji uziemienia odgromowego

Lp.	Akt prawny lub normatywny	Całkowita wartość rezystancji	
		poza strefą wybuchową	w strefie zagrożonej wybuchem
1	Zarządzenie*	10 Ω	5 Ω
2	PN-86/E-05003/ 02 PN-92/E-05003/ 04	10 Ω	-
3	PN-89/E-05003/ 03	-	7 Ω
4	PN-IEC 61024-1-1:2001	10 Ω	-
5	PN-EN 62305 -3	10 Ω	10 Ω

* - Zarządzenie nr 16 Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 26 sierpnia 1972 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona obiektów budowlanych od wyładowań (Dz. Bud. z 1972 r. nr 8, poz.24);

2. Praktycznie w technice ochrony przeciwporażeniowej wykonuje się pomiary rezystancji uziemień, a nie impedancji. Wpływ reaktancji na zmianę wielkości uziemienia jest znikomy i dlatego mówimy o rezystancji uziemienia.
3. Wśród uziemień wyróżniamy: ochronne (R_A), ochrono-robocze (R_B) zwane ochronnymi R_B (dawniej nazywane roboczymi), uziemienia odgromowe i pomocnicze.
4. Wszystkie uziemienia składają się z części nadziemnej i podziemnej. Część nadziemną do zacisku kontrolnego nazywa się przewodem odprowadzającym, a część podziemna uziomem. Wśród uziemień wyróżniamy uziemienia sztuczne i naturalne.
5. Rury okładzinowe otworów wiertniczych wykorzystuje się jako uziomy naturalne urządzeń elektroenergetycznych i instalacji odgromowych.

Główna część uziemienia jest zakopana w ziemi (tzw. uziom) i ta część uziemienia podlega okresowym zmianom.

W tabeli 6 podane są współczynniki poprawkowe k_R przez które należy pomnożyć wynik z pomiaru uziemienia. Nie uwzględnienie tego współczynnika spowoduje, że na ogół będzie to niewłaściwy wynik. Dwukrotna zmiana wilgotności gruntu powoduje zmniejszenie jego rezystywności od 2 do 8 razy.

Tabela 6.

Wartości współczynnika k_R

Rodzaj uziomu	Rozmiar uziomu	Zmierzona rezystywność gruntu, Ωm	Wartość k_R		
			grunt w czasie pomiarów:		
			suchy ¹⁾	wilgotny ²⁾	mokry ³⁾
Pojedynczy uziom poziomy ⁴⁾	L<30 m.	dowolna	1,4	2,2	3,0

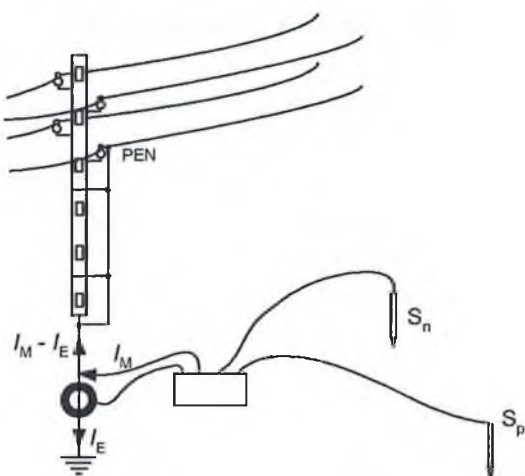
Uziom kratowy ⁴⁾	$S_E < 900 \text{ m}^2$	$\rho \leq 200$	1,3	1,8	2,4
		$\rho > 200$	1,4	2,2	3,0
	$S_E \geq 900 \text{ m}^2$	$\rho \leq 200$	1,1	1,1	1,4
		$\rho > 200$	1,2	1,6	2,0
Uziom pionowy	$L = 2,5 + 5 \text{ m}$	dowolna	1,2	1,6	2,0
	$L > 5 \text{ m}$	dowolna	1,1	1,2	1,3

1) W okresie od czerwca do września (włącznie) z wyjątkiem trzydniowych okresów po długotrwałych opadach.
2) Poza okresem zaliczanym do 1) z wyjątkiem trzydniowych okresów po długotrwałych opadach lub stopieniu się śniegu.
3) W okresie trzech dni po długotrwałych opadach lub stopieniu się śniegu.
4) Głębokość ułożenia uziomu od 0,6 do 1m.

Zgodnie z INSTRUKCJĄ:

- Pomiar rezystancji uziemień odwiertów i urządzeń technologicznych wykonać metodą 3P bez wykorzystania cęgów (jeżeli wielkości pomiarowe są zbliżone, to nie ma konieczności rozłączania złącz kontrolnych). W ten sposób mierzymy rezystancję wypadkową całego układu oraz ciągłość niektórych połączeń.
- Pomiar rezystancji uziemień budynków wykonać metodą 3P z wykorzystaniem cęgów.
- Pomiar rezystancji uziemień w terenach zurbanizowanych możemy wykonać metodą dwucęgową.
- Pomiar rezystancji uziemień ochronno-roboczych R_B , ochronnych R_A oraz odgromowych wykonujemy metodą 3P z wykorzystaniem cęgów jak na rys.3.2.
- We wszystkich protokołach z pomiarów instalacji odgromowych zapisujemy:

Ciągłość galwaniczna połączeń wyrównawczych i uziemiających jest zachowana.



Rys.3.2. Pomiar rezystancji uziemienia metodą trzelektrodową z dodatkowym przetwornikiem cęgowym; I_M – prąd wymuszany przez miernik; I_E – prąd płynący przez badane uziemienie.

Uwaga: w pomiarze tym istotne jest miejsce przyłożenia zacisków cęgowych oraz końcówki przewodu podłączonego do zacisku E. Jeżeli chcemy pomierzyć rezystancję uziemienia, to zaciski cęgowe muszą być podłączone niżej niż przewód podłączony do zacisku E.

UWAGA: Pomiar rezystancji uziemienia może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100V, ale powyżej 40V sygnalizowane jest jako niebezpieczne. Nie wolno dołączać miernika do napięć wyższych niż 100V.

4. Ochrona przeciwporażeniowa za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania.

UWAGA: W czasie pomiarów (pętla zwarcia, RCD) nie wolno dotykać części uziemionych i dostępnych w badanej instalacji.

4.1. Układy sieci TN

Dla układu TN zgodnie z wymogiem normy PN-HD 60364-4-41 [2.2] powinien być spełniony warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_o, \text{ gdzie:}$$

Z_s - impedancja pętli zwarcia, w $[\Omega]$,

I_a - prąd zapewniający samoczynne wyłączenie zasilania w czasie podanym w tabeli 7, w $[A]$,

U_o - napięcie znamionowe a.c. lub d.c. przewodu liniowego względem ziemi, w $[V]$.

Tabela 7. Maksymalne czasy wyłączenia.

Układ sieci	50V<U _o ≤120V		120V<U _o ≤230 V		230V<U _o ≤400V		U _o >400V	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8 s	Wyłączenie może być wymagane z innych przyczyn niż ochrona przeciwporażeniowa	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT	0,3 s		0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

UWAGA! 1. Jeżeli w układzie TT wyłączenie jest uzyskiwane dzięki zabezpieczeniu nadprądowemu, a ochronne połączenie wyrównawcze jest przyłączone do części przewodzących obcych znajdujących się w instalacji, to mogą być stosowane maksymalne czasy wyłączenia przewidywane dla układu TN.

2. W układach TN czas wyłączenia nie dłuższy niż 5 s jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i w obwodach odbiorczych o prądzie znamionowym przekraczającym 32 A.

3. W układach TT czas wyłączenia nieprzekraczający 1 s jest dopuszczony w obwodach rozdzielczych i obwodach odbiorczych z zabezpieczeniami ponad 32 A.

U_o jest nominalnym napięciem a.c. lub d.c. przewodu liniowego względem ziemi.

Zgodnie z normą sprawdzenia dokonuje się poprzez:

- pomiar impedancji pętli zwarcia,
- sprawdzenie charakterystyk skuteczności współdziałającego urządzenia ochronnego.

Pomiary impedancji pętli zwarcia można wykonać miernikiem MPI-525, MIE-500, MZC-310S. Pomiary wykonuje się przy załączonym napięciu tzw. metodą sztucznego zwarcia.

Wyświetlana jest zarówno zmierzona impedancja pętli zwarcia oraz spodziewany prąd zwarcia. Korzystając z charakterystyk czasowo-prądowych mierzonych zabezpieczeń oraz otrzymanego spodziewanego prądu zwarcia można odczytać czas zadziałania z charakterystyki pasmowej zabezpieczenia. Dokonując porównania otrzymanego czasu zadziałania z charakterystyki pasmowej zabezpieczenia z maksymalnym czasem podanym w tabeli 7 ocenia się spełnienie wymogu normy.

4.2. Układ sieci TT

Dla układu TT gdzie ochrona jest realizowana przy wykorzystaniu wyłączników RCD zgodnie z wymogiem normy PN-HD 60364-4-41 [2.2] powinny być spełnione następujące warunki:

- czasu wyłączenia, jaki jest podany w tabeli 7, oraz

- $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$ gdzie

R_A jest sumą rezystancji uziemienia i przewodu ochronnego do części przewodzących dostępnych, w $[\Omega]$,

$I_{\Delta n}$ jest znamionowym prądem różnicowym RCD w $[A]$.

Jeżeli R_A nie jest znane, to może być zastąpione przez Z_s .

Rezystancja uziemienia R_A może zostać zmierzona wykorzystując miernik MPI-525, MIE-500, MZC-310S, MRU-100, MRU-200.

Dla układu TT, gdzie ochrona zapewniona jest przez zastosowanie zabezpieczeń nadprądowych zgodnie z wymogiem normy PN-HD 60364-4-41 [2.2] powinien być spełniony następujący warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_o, \text{ gdzie:}$$

Z_s - impedancja pętli zwarcia, w $[\Omega]$,

I_a - prąd zapewniający samoczynne wyłączenie zasilania w czasie podanym w tabeli 7, w $[A]$,

U_o - napięcie znamionowe a.c. lub d.c. w $[V]$, przewodu liniowego względem ziemi.

Do pomiaru impedancji pętli zwarcia w układzie TT można wykorzystać miernik MPI-525, MIE-500, MZC-310S.

Wyświetlana jest zarówno zmierzona impedancja pętli zwarcia oraz spodziewany prąd zwarcia. Na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych zabezpieczeń nadprądowych można odczytać dla spodziewanego prądu zwarcia czas zadziałania zabezpieczenia nadprądowego i porównać go z czasem wymaganym.

4.3. Pomiary pętli zwarcia obwodów zabezpieczonych wyłącznikami RCD.

Pomiary impedancji pętli zwarcia wykonujemy miernikiem MPI-525 (zgodnie z jego instrukcją obsługi), który został wyposażony w dodatkową funkcję „RCD” umożliwiającą pomiary pętli zwarcia bez zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego.

Gdy wartość impedancji pętli zwarcia zmierzona małym prądem spełnia warunek samoczynnego wyłączenia zasilania, to ją przyjmujemy jako wynik pomiaru impedancji pętli zwarcia. Wielkość zmierzona jest praktycznie zawsze mniejsza od impedancji dopuszczalnej, która wynosi

$$Z_s \leq U_o / (5 \times I_{\Delta n}).$$

4.4. Pomiary ochrony przeciwporażeniowej w obwodach z urządzeniami energoelektronicznymi (falownik, UPS lub sofstart).

Sposób sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach z elementami energoelektronicznymi (np. falownik, UPS, sofstart) zależy od zastosowanego środka ochronnego:

a) ocenę ochrony przy uszkodzeniu, przy zasilaniu urządzeń przez UPS, falownik czy sofstart można wykonać poprzez sprawdzenie wyłączników różnicowoprądowych typu B wykorzystując miernik MPI-525.

b) zalecanym sposobem skuteczności połączeń wyrównawczych po ich zainstalowaniu powinien być pomiar napięć dotykowych, który wykonujemy miernikiem MZC-310S zgodnie z punktem 6 Instrukcji.

Wynik pomiaru porównujemy z wartością napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych.

c) ocena skuteczności ochrony przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania na podstawie porównania wartości prądu wyłączającego I_a oraz prądu zwarcia doziemnego I''_{k1} sprowadzająca się do sprawdzenia spełnienia nierówności: $I_a \times Z_s \leq U_0$, jest praktycznie niemożliwa.

Ocenę ochrony przy uszkodzeniu, przy zasilaniu urządzeń przez UPS, falownik czy softstart można również wykonać w sposób zaproponowany przez dra inż. Lecha Danielskiego.

Proponuje on ocenę skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu (przed dotykiem pośrednim) poprzez sprawdzenie, czy w czasie zwarcia doziemnego nastąpi obniżenie napięcia dotykowego występującego na części przewodzącej dostępnej do wartości nie przekraczającej napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych (U_L).

Sprawdzenie to wykonuje się przez obliczenie wartości napięć dotykowych spodziewanych U_{ST} , jakie wystąpią na objętych ochroną częściach przewodzących dostępnych podczas galwanicznego zwarcia doziemnego.

Dla dokonania obliczeń należy wykonać:

- pomiar impedancji pętli zwarcia przy zwarcu na zaciskach wejściowych urządzenia energoelektronicznego zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 4.4.1. lub 4.4.3

Wynikiem pomiaru jest impedancja pętli zwarcia przewodu fazowego i przewodu ochronnego badanego obwodu (odłączony przewód neutralny, a w przypadku obwodu trójfazowego odłączone dwie pozostałe fazy).

- pomiar impedancji pętli zwarcia przy zwarcu na zaciskach wejściowych odbiornika zasilanego np. z przemiennika częstotliwości zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 4.4.2. lub 4.4.4.

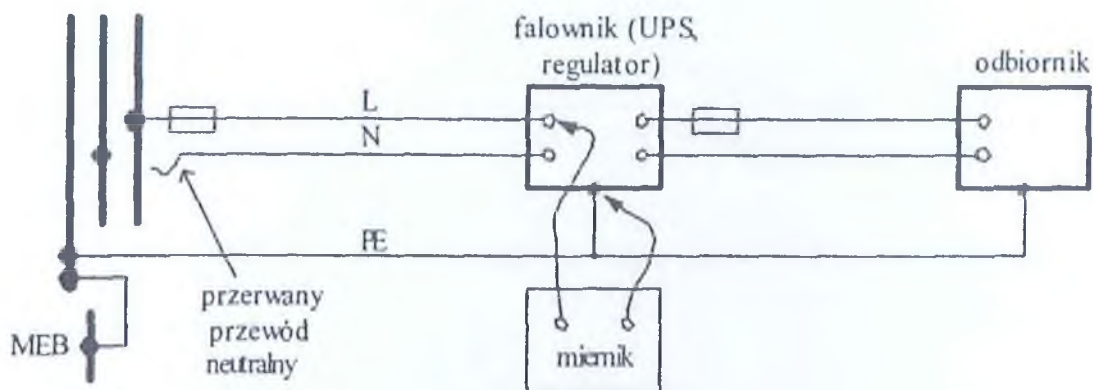
Pomiar przy zwarcu na zaciskach wejściowych odbiornika zasilanego przez urządzenie energoelektroniczne wykonujemy przy zwarcu wejścia i wyjścia jednej z faz np. falownika i przy przerwanym obwodzie faz pozostałych.

Wynikiem pomiaru jest zatem impedancja pętli zwarcia uwzględniająca jedynie impedancję przewodu fazowego i przewodu ochronnego badanego obwodu.

Pomiary impedancji pętli zwarcia wykonujemy miernikami MPI-525, MZC-310S, MIE-500.

Jeżeli nie znamy impedancji przewodu ochronnego Z_{PE} to można ją określić, że jest to połowa całkowitej impedancji pętli zwarcia ($Z_{PE} < 0,5 Z_M$). Zmierzona lub obliczona w ten sposób impedancja przewodu ochronnego Z_{PE} została przyjęta z dużym nadmiarem. Największa wartość napięcia dotykowego spodziewanego U_{ST} będzie równa:

$$U_{ST} = I_a \cdot 0,5 \cdot Z_s.$$



Rys. 4.4.1. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim przeniennika jednofazowego

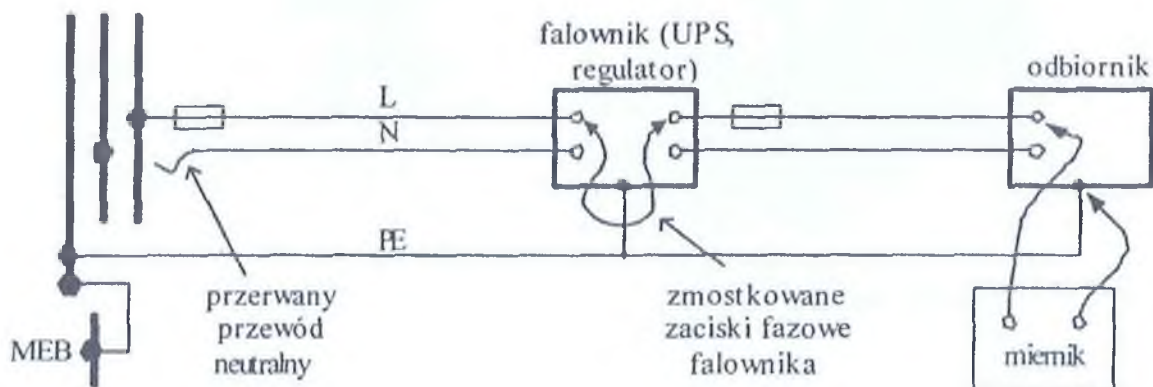
Zgodnie z normą [2.2] uważa się, że ochrona jest skuteczna, jeżeli napięcie dotykowe spodziewane U_{ST} nie przekroczy dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych wartości napięcia dotykowego,

$$U_{ST} = I_a \cdot Z_{PE} \leq U_L, \text{ gdzie:}$$

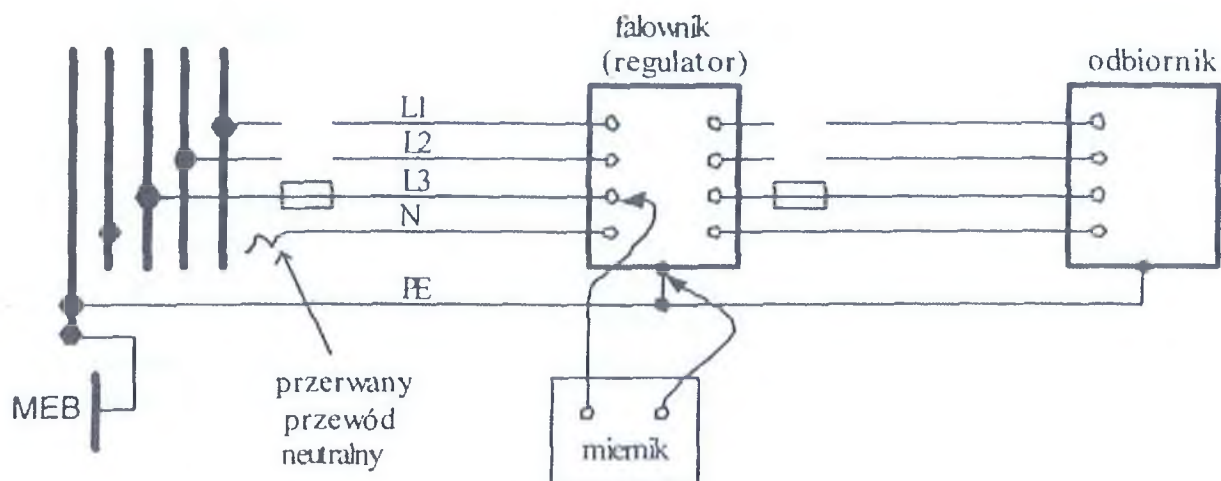
I_a - prąd wyłączający urządzenia zabezpieczającego (w obwodzie zasilania przeniennika lub urządzenia odbiorczego);

Z_{PE} - wartość impedancji (rezystancji) przewodu ochronnego PE między rozpatrywaną częścią przewodzącą dostępną a głównym połączeniem wyrównawczym (MEB);

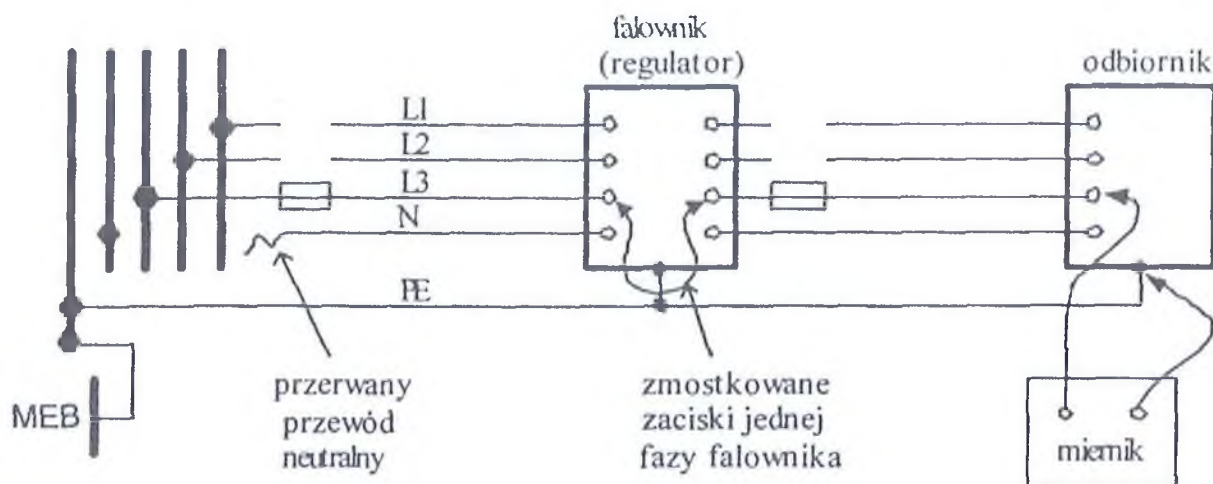
U_L - dopuszczalna długotrwale w danych warunkach środowiskowych wartość napięcia dotykowego.



Rys. 4.4.2. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim odbiornika zasilanego z przeniennika jednofazowego



Rys. 4.4.3. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim odbiornika zasilanego z przemiennika jednofazowego



Rys. 4.4.4. Zasada pomiaru impedancji pętli zwarcia dla oceny skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim przemiennika trójfazowego

4.5. Badanie wyłącznika różnicowoprądowego RCD.

W instalacjach elektrycznych z wyłącznikami różnicowoprądowymi skuteczność funkcjonowania systemu ochrony zależy przede wszystkim od poprawności działania wyłącznika, którą sprawdza się zawsze tak samo, niezależnie od rodzaju układu sieci (TN-S, TT, IT), gdzie on jest zainstalowany.

W czasie badań okresowych należy dokonać pomiaru jego prądu zadziałania przy użyciu miernika MIE-500 lub MPI-525.

Prąd zadziałania mierzony jest przy wymuszeniu w badanym obwodzie prądu różnicowego narastającego liniowo od wartości 30 do 100% $I_{\Delta n}$ dla wyłączników AC, dla wyłączników A: 35 do 145% $I_{\Delta n}$, dla B: 50 do 200% $I_{\Delta n}$.

Różnicowy prąd zadziałania $I_{\Delta w}$ powinien być większy niż 0,5 $I_{\Delta n}$, jednak nie może przekroczyć $I_{\Delta n}$.

Przy okresowych badaniach kontrolnych nie jest wymagany pomiar czasu wyłączenia, który ma być mniejszy od 300 ms, a dla wyłączników selektywnych 500 ms.

5. Pomiary napięć dotykowych i uziomowych.

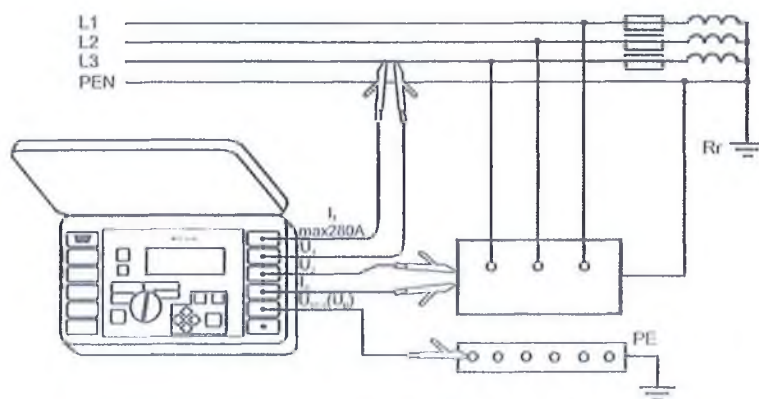
Podstawowym pomiarem ochrony przeciwporażeniowej jest pomiar impedancji pętli zwarciowej. W przypadku braku możliwości wykonania takiego pomiaru lub gdy impedancja jest za duża należy wykonać pomiary napięć dotykowych, krokowych oraz uziomowych (np. metalowa rozdzielnica transformatorowa, obudowa zespołu prądotwórczego).

Zgodnie z normą [2.2] uważa się, że ochrona jest skuteczna, jeżeli napięcie dotykowe nie przekroczy dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych wartości napięcia dotykowego.

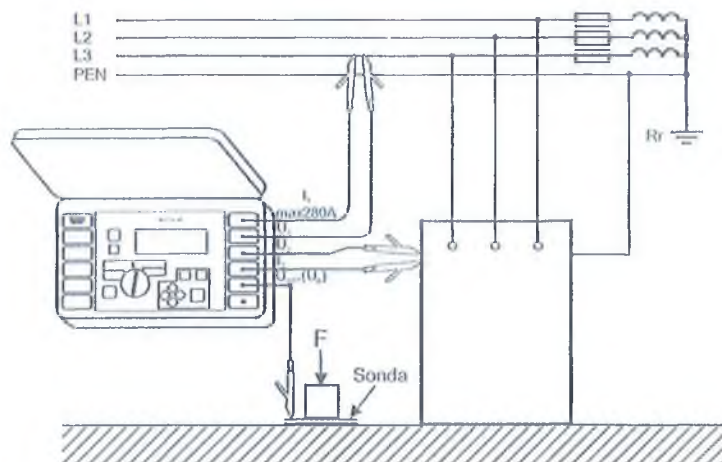
W Zakładzie pomiary takie można wykonać:

- miernikiem impedancji pętli zwarcia MZC-310S lub zestawem przyrządów z Energopomiaru Elektryka Gliwice (miernik napięć rażenia typ MNR-1 oraz zadajnik napięć rażenia typ ZNR).

Miernikiem MZC-310S pomiary napięcia dotykowego spodziewanego U_{ST} oraz napięcia dotykowego rażeniowego U_T dotyczą napięcia nominalnego sieci z której są wykonywane pomiary. Dla innych napięć nominalnych należy dokonać przeliczenia wyświetlonego wyniku (np., wykonujemy pomiar napięcia dotykowego (U_T lub U_{ST}) na uziemieniu słupa 15 kV przy zasilaniu z sieci nominalnej 230V.



Rys. 5.1. Pomiar napięcia dotykowego spodziewanego U_{ST} w miejscu, gdzie jest główna szyna wyrównawcza (MEB).



Rys. 5.2. Pomiar napięcia dotykowego rażeniowego U_T .

UWAGA:

Pomiar napięć dotykowych spodziewanych U_{ST} jest analogiczny do pomiaru napięć rażeniowych dotykowych U_T , a jedynie w trakcie pomiaru należy wyłączyć rezystor R_B odwzorowujący opór ciała człowieka.

Pomiary napięć dotykowych (rażeniowych, spodziewanych), uziomowych i krokowych można również wykonać z zewnętrznego źródła zasilającego (np. z przewoźnego zespołu prądotwórczego). Wtedy należy koniecznie wykonać dwa dodatkowe obwody.

I. Obwód wymuszenia prądu pomiarowego I_M . Prąd ten jest częścią lub całością prądu uziomowego pomiarowego I_{EM} . **Rys. 5.3.**

W skład obwodu wymuszenia prądowego wchodzi: badany uziom R_E , przewody łączące, wyłącznik S , źródło prądu G , rezystor ograniczający R , amperomierz A , elektroda prądowa S_P i zamyka się do ziemi E - rys. 5.3.

E – uziom

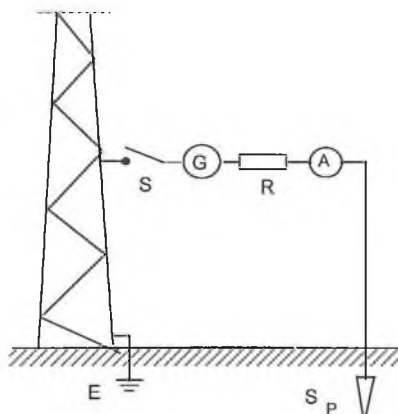
S – wyłącznik

G – agregat prądotwórczy

A – amperomierz

S_P – sonda (elektroda) prądowa

R – rezystor ograniczający prąd pomiarowy i w konsekwencji napięcie pomiarowe



Rys. 5.3. Obwód wymuszenia prądu do pomiaru napięć uziomowych, dotykowych, krokowych (metoda techniczna).

Obwód pomiaru napięcia uziomowego U_{EM} składa się z: badanego uziomu R_E , przewodów łączących, woltomierza V , elektrody napięciowej S_n . Obwód zamyka się poprzez ziemię E . Jest to techniczna metoda pomiaru napięcia uziomowego. W podobny sposób zestawia się obwody do pomiarów napięć dotykowych rażeniowych i napięć dotykowych spodziewanych.

II. Obwód do pomiaru napięcia uziomowego (U_E) lub napięcia dotykowego rażeniowego (U_T), napięcia dotykowego spodziewanego (U_{ST}) - rys.5.4.

V – woltomierz

E – elektroda odwzorowująca styczność stóp ludzkich ze stanowiskiem

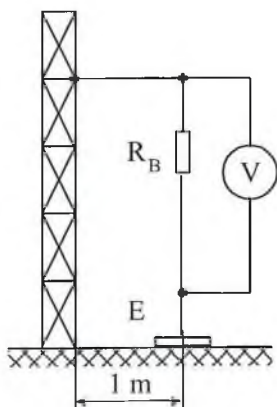
R_B – rezystor modelujący rezystancję ciała człowieka w przypadku pomiarów rażeniowych

Produkowany przez ZPBE „ENERGOPOMIAR ELEKTRYKA” Gliwice zestaw urządzeń:

- zadajnik napięć rażenia ZNR-2 [4.10],

- miernik napięć rażenia MNR-1 [4.9]

przeznaczony jest do pomiarów napięć dotykowych i krokowych spodziewanych lub rażeniowych oraz do pomiarów rezystancji badanego układu uziomowego metodą techniczną.



Rys.5.4. Obwód pomiaru napięć dotykowych rażeniowych, uziomowych, krokowych (metoda techniczna).

Przy pomiarze napięcia uziomowego elektroda napięciowa usytuowana w obszarze ziemi odniesienia i służy do wyznaczenia napięcia uziomowego lub potencjału ziemi. Taki zestaw posiada PGNiG Oddział w Sanoku. Zadajnik ZNR-2 posiada odizolowane od siebie uzwojenia strony pierwotnej od wtórnej transformatora. Powoduje to odseparowaniu prądu pomiarowego od sieci elektrycznej. Dzięki temu wykonywanie pomiarów napięć dotykowych lub uziomowych za pomocą zadajnika ZNR-2 jest bezpieczne dla osób wykonywających pomiary, jak i dla osób postronnych pod warunkiem zachowania ogólnych zasad bezpieczeństwa.

W celu uzyskania prawidłowych wartości napięć uziomowych, dotykowych, krokowych rażeniowych lub spodziewanych należy otrzymane wartości pomnożyć przez iloraz największego prądu uziomowego I_E i pomiarowego prądu uziomowego I_{EM} .

$$U_T = U_{TM} \frac{I_E}{I_{EM}}$$

Wyznaczanie prądów uziomowych na wysokim napięciu może być trudne. Jednak rozptyw prądu pomiarowego I_M jest taki sam, jak największego spodziewanego prądu zwarcia doziemnego. Wówczas należy skorzystać z zależności:

$$U_T = U_{TM} \frac{I_{k(1)}''}{I_M}$$

$I_{k(1)}''$ - największy spodziewany jednofazowy prąd zwarcia doziemnego.

Wszystkie wielkości oznaczone literą M w indeksie dolnym informują nas, że jest to wartość pomiarowa otrzymana z bezpośrednich pomiarów; przykładowo U_{TM} - pomiarowa wartość napięcia dotykowego rażeniowego.

6. Pomiary ochrony katodowej.

6.1. W ramach eksploatacji systemu ochrony katodowej rurociągu przeprowadza się okresowo następujące prace pomiarowe:

- pomiar napięcia wyjściowego i natężenia prądu,
- pomiar potencjału załączeniowego i wyłączeniowego rurociągu w punkcie drenażu,
- sprawdzenie poprawności pracy automatycznego układu sterowania (ocena reakcji układu automatyki na zmiany obciążenia układu wyjściowego SOK),

- ocena pracy w trybie potencjostatu (utrzymanie zadanej wartości potencjału konstrukcji) i w trybie galwanostatu (stałe natężenie prądu wyjściowego),
- sprawdzenie (pomiar) potencjału stałej elektrody odniesienia: różnica potencjałów zmierzona pomiędzy elektrodą badaną i wzorcową ustawioną na powierzchni ziemi przy wyłączonej SOK nie powinna być większa niż 20 mV w odniesieniu do wartości zmierzonej bezpośrednio po zamontowaniu elektrody stałej,

6.2. Przegląd układów anod polaryzacyjnych:

- pomiar rezystancji przejścia uziomu anodowego (przy użyciu miernika rezystancji uziemień), w zależności od potrzeb mierzy się rezystancję całego uziomu, poszczególnych gałęzi, poszczególnych anod,
- pomiar prądu obciążenia anod (poszczególnych anod oraz całego uziomu anodowego),
- pomiar napięcia krokowego w obszarze uziomu anodowego,
- przegląd układów anod galwanicznych:
- pomiary natężeń prądów poszczególnych anod i grupy anod,
- pomiar rezystancji przejścia poszczególnych anod i grup anod,
- sprawdzenie potencjału stałej elektrody odniesienia,
- pomiar potencjału załączeniowego rurociągu i potencjału po odłączeniu anod w punkcie drenażu,

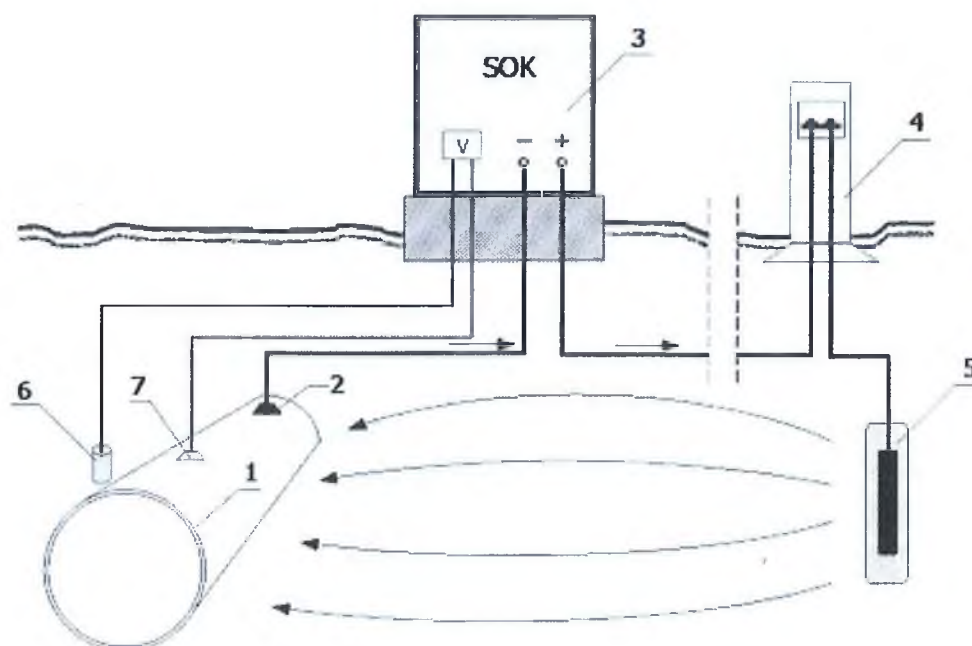
6.3. Przegląd stacji elektrycznego drenażu polaryzowanego:

- pomiar natężenia prądu płynącego pomiędzy rurociągiem i szyną tramwajową (kolejową): prąd powinien być drenowany w okresach dodatniego napięcia rurociąg-szyny, powyżej napięcia progowego diody. W okresach napięcia ujemnego przepływ prądu nie powinien występować dwukierunkowy przepływ prądu świadczy o awarii drenażu.
- sprawdzenie potencjału stałej elektrody odniesienia,
- pomiar napięcia pomiędzy rurociągiem i szynami (pomiar ten może być rejestrowany),
- pomiar potencjału gazociągu (rejestracja),
- pomiar rezystancji rezystorów regulacyjnych (sprawdzenie czy rezystor nie uległ uszkodzeniu i jego rezystancja znamionowa jest równa rezystancji zmierzonej),
- pomiar rezystancji przejścia połączenia szyna-kabel drenażowy (powinna być mniejsza niż 0,01 Ω),

6.4. Przegląd urządzeń zabezpieczających przed oddziaływaniem prądu przemiennego:

- pomiar natężenia prądu przemiennego i prądu stałego płynącego w obwodzie urządzenie-rurociąg przy włączonym urządzeniu i podczas jego odłączenia od rurociągu,
- pomiar natężenia prądu przemiennego i stałego w obwodzie elektrody symulującej, przy włączonym urządzeniu i podczas jego odłączenia od rurociągu,
- pomiar napięcia przemiennego pomiędzy gazociągiem i ziemią odniesienia (daleką) przy załączonym i wyłączonym urządzeniu,
- pomiar potencjału załączeniowego rurociągu przy włączonym urządzeniu i podczas jego odłączania od rurociągu,
- pomiar rezystancji uziomów,
- sprawdzenie potencjału stałej elektrody odniesienia,
- sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej wszystkich urządzeń wchodzących w skład ochrony przeciwkorozyjnej,
- sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych, oraz pomiar rezystancji uziemień.

Schemat instalacji ochrony katodowej ze stacją SOK przedstawia rys. 6.1.1.



Rys.6.1.1. Schemat instalacji ochrony katodowej z zewnętrznym źródłem prądu:
 1-chroniona konstrukcja metalowa, 2-podłączenie katodowe (punkt дренажу),
 3-źródło prądu stałego (stacja ochrony katodowej SOK), 4-słupek anodowy,
 5-układ anodowy, 6-elektroda odniesienia, 7-podłączenie potencjałowe.

7. Sprawdzanie obwodów taśm grzewczych

Przy wykonywaniu kontroli taśm grzewczych firmy Raychem Corporation należy sprawdzić:

- czy do wykonania instalacji grzewczej użyto tylko oryginalnych elementów wymienionych w instrukcji producenta(np. termostat)
- czy taśmy grzewcze zabezpieczone są wyłącznikami różnicowoprądowymi o prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA oraz zabezpieczeniem przeciwzwarciovym. Dalsze badanie przeprowadzać jak dla obwodów zabezpieczonych wyłącznikami różnicowoprądowymi,
- pomiar rezystancji izolacji przewodu zasilającego i przewodu grzewczego,
- zwrócić uwagę, czy temperatury procesowe nie przekraczają temperatury określonej przez producenta,
- czy są oznaczenia ostrzegawcze i informujące o przeciwwybuchowości,
- w miarę możliwości sprawdzić czy element grzewczy przylega ściśle do powierzchni (może być ułożony wzdłużnie lub spiralnie).

Taśmy grzewcze firmy Raychem Corporation nie mogą być stosowane w strefie 0 zagrożenia wybuchowego.

8. Sprawdzanie elektronarzędzi, spawarek, zgrzewarek.

8.1. Zakres prób bieżących to oględziny zewnętrzne i próba ruchu. W zakres prób okresowych wchodzi:

- Oględziny zewnętrzne oraz oględziny wewnętrzne,
- Pomiar rezystancji izolacji wykonywany przez 1 minutę induktorem 500V.

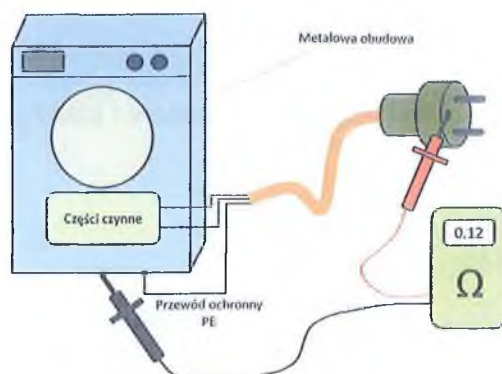
Rezystancja izolacji mierzona miernikiem o napięciu 500V nie może być mniejsza niż podana w [2.17] dla urządzeń posiadających II klasę izolacji:

- 2 MΩ dla izolacji roboczej,

- 5 M Ω dla izolacji dodatkowej,
- 7 M Ω dla izolacji wzmocnionej,
- 7 M Ω dla izolacji roboczej i dodatkowej.

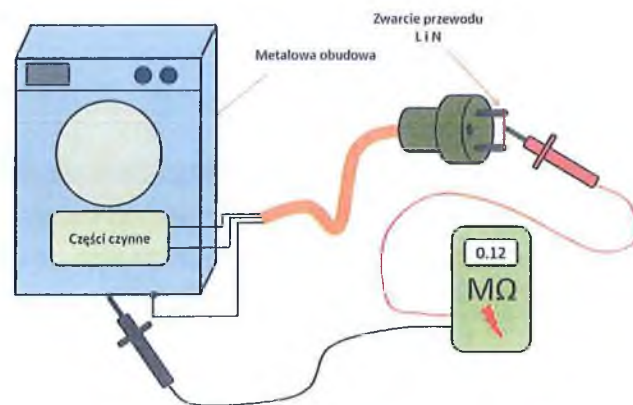
8.1.1. Zakres oględzin zewnętrznych:

- Sprawdzenie tabliczki znamionowej urządzenia (jeżeli tabliczki nie ma, należy trwale opisać urządzenie przynajmniej identyfikując je niepowtarzalnym numerem. Brak możliwości zidentyfikowania urządzenia jest powodem do niedopuszczenia go do użytkowania).
- Sprawdzenie stanu przewodu zasilającego i wtyczki.

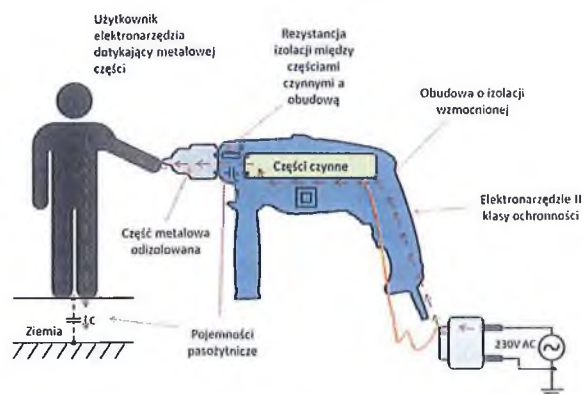


Rys. 8.1. badanie ciągłości przewodu PE- schemat ideowy układu pomiarowego

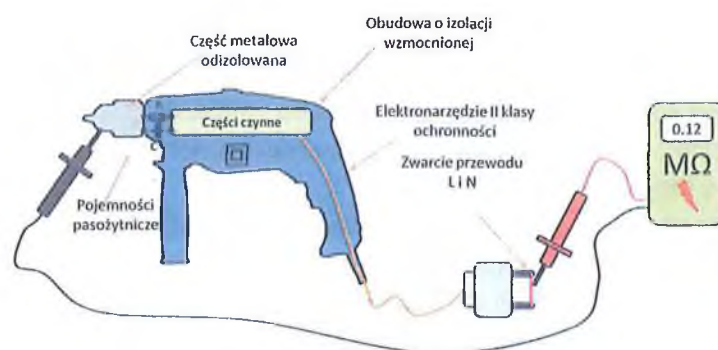
- Sprawdzenie stanu obudowy oraz śrub obudowy.
 - Sprawdzenie osłon i uszczelnień.
 - Kontrola działania elementów mechanicznych, wyłączników, regulatorów i blokad.
 - Sprawdzenie otworów wentylacyjnych.
- #### 8.1.2. Oględziny wewnętrzne (wymagane jest częściowe rozebranie urządzenia):
- Sprawdzenie zamocowania przewodu zasilającego, trwałości kontaktów (styków) łączeniowych wewnątrz urządzenia i wtyczki.
 - Sprawdzenie stanu przewodu ochronnego PE oraz jego połączeń i zacisków ochronnych.
 - Sprawdzenie zamocowań i kontaktów (styków) wszystkich elementów wchodzących w skład obwodu elektrycznego urządzenia (wyłączniki, regulatory, kondensatory).
 - Wizualne sprawdzenie komutatora i szczotek.
 - Organoleptycznie sprawdzenie uzwojenia wirnika i stojana.
 - Sprawdzenie łożysk, układów mechanicznych oraz elementów wentylacyjnych.
- #### 8.1.3. Sprawdzenie biegu jałowego.
- #### 8.1.4. Badanie przewodu PE zgodnie z rysunkiem 8.1. [4.14]
- #### 8.1.5. Badanie rezystancji izolacji lub badanie prądu upływu.(rys. od 8.2 do 8.8)
- ##### 8.1.5.a) Badanie rezystancji izolacji elektronarzędzi.



Rys. 8.2. Przykład badania stanu izolacji w urządzeni I klasy ochronności. [4.14]

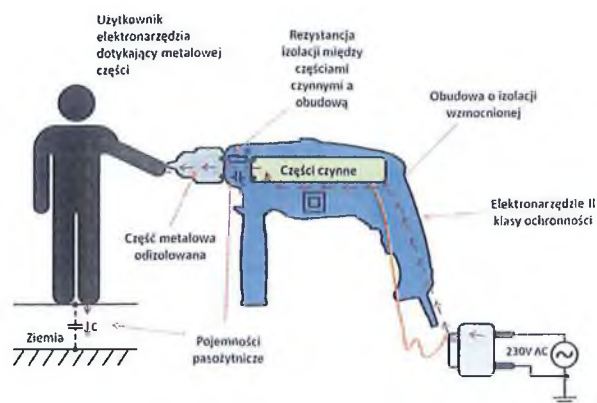


Rys. 8.3. Przykład uszkodzenia izolacji w urządzeniu II klasy ochrony. [4.11]

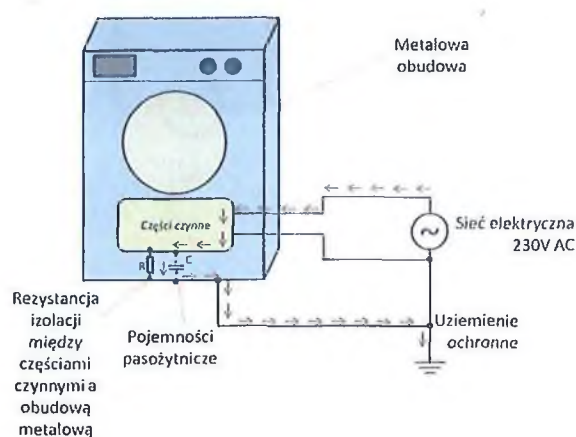


Rys. 8.4. Przykład badania rezystancji izolacji w urządzeniu II klasy ochrony.[4.11]

8.1.5.b) Badanie prądu uływu



Rys. 8.5. Przykład dotykowego prądu upływu w urządzeniu II klasy [4.11]



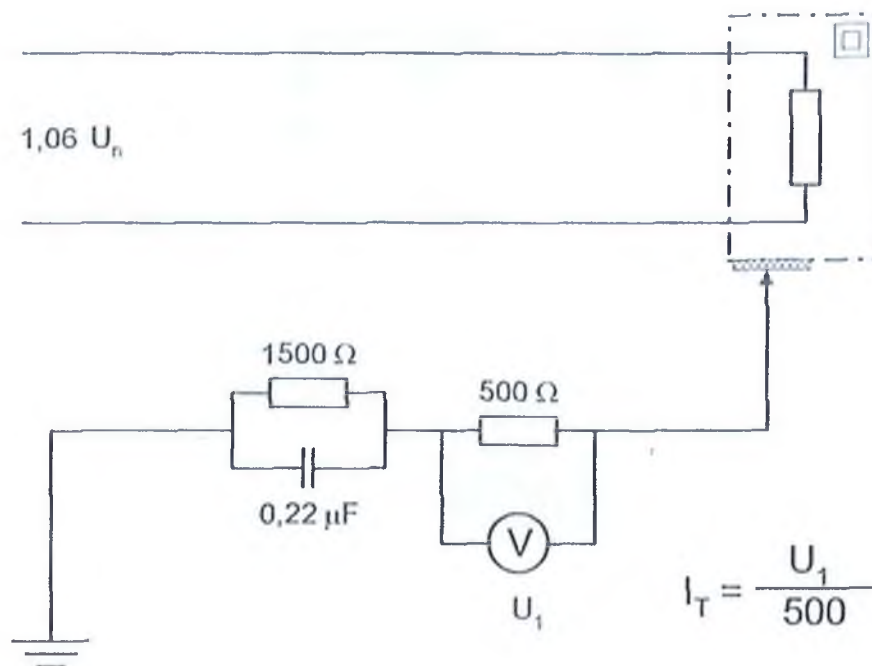
Rys. 8.6. Przykład dotykowego prądu upływu w urządzeniu I klasy ochronności [4.11]

Tabela 8 [4.5] Graniczne dopuszczalne wartości parametrów urządzeń przy badaniach okresowych wg DIN VDE 0702:1995-11

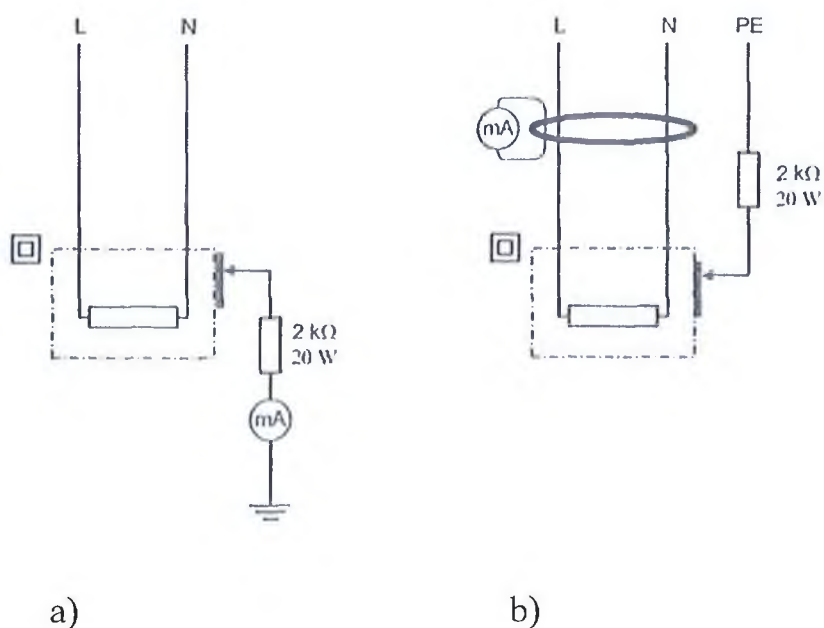
Klasa ochronności urządzenia		I	II	III
Impedancja przewodu ochronnego	Ω	0,3 ¹⁾	-	-
Rezystancja izolacji	M Ω	0,5 ²⁾	2,0	0,25
Prąd w przewodzie ochronnym	mA	3,5 ³⁾	-	-
Prąd dotykowy	mA	2÷3,5 ⁴⁾	0,5	-

Uwaga: urządzenia klasy ochronności I i II o napięciu znamionowym 230V.

- 1) $\leq 0,3\Omega$ przy długości do 5 m + 0,1 Ω na każde 7,5 m, ale w sumie nie więcej niż 1 Ω .
- 2) Nie dotyczy urządzeń grzejnych.
- 3) Nie dotyczy urządzeń grzejnych rezystancyjnych o mocy większej niż 3,5 kW.
- 4) Pomiar prądu dotykowego należy wykonać również w przypadku urządzeń I klasy ochronności o wyjątkowej konstrukcji, które mają części dostępne przewodzące nie połączone z przewodem ochronnym.



Rys.8.7. Pomiar nieskorygowanego prądu dotykowego urządzenia klasy ochronności II (układ pomiarowy włączony między ziemię a część przewodzącą dostępną urządzenia lub folię przewodzącą 10x20 cm przyłożoną do jego obudowy izolacyjnej)



Rys.8.8. Proste sposoby pomiaru prądu dotykowego a) pomiar bezpośredni;

b) pomiar pośredni

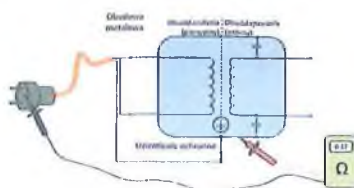
8.2. Pomiary spawarek i zgrzewarek

8.2.1. Procedura badania spawarek i zgrzewarek

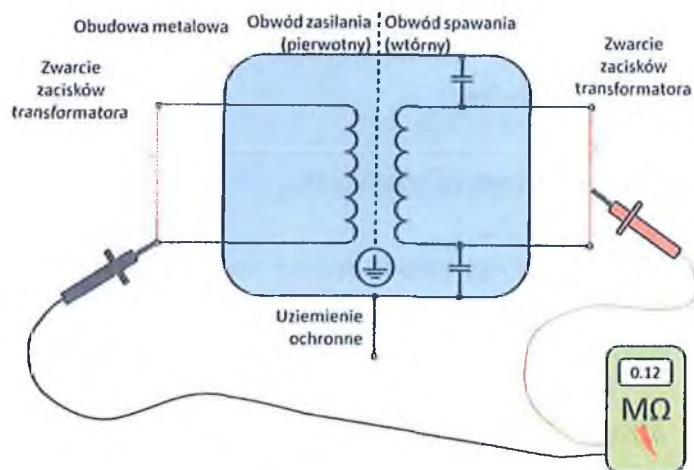
Tabela 9. Zakres badań technicznych dla urządzeń spawalniczych

Lp	Zakres badań	Wymagania techniczne			
		spawarki wirujące	Spawarki transformatorowe	Spawarki prostownikowe	zgrzewarki

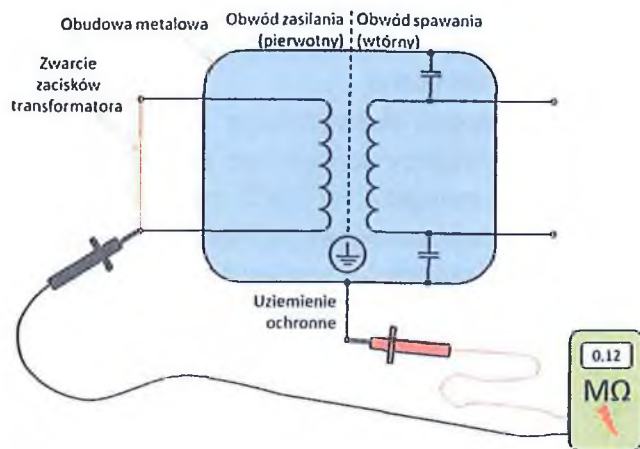
- 1) sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej – ochrona przeciwporażeniowa powinna odpowiadać wymaganiom ustalonym w przepisach w sprawie ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach elektroenergetycznych oraz wymaganiom dodatkowym wynikającym z dokumentacji fabrycznej i lokalnych warunków pracy urządzenia;
- 2) pomiar napięcia biegu jałowego po stronie wtórnej – wielkość napięcia powinna być zgodna z normami lub dokumentacją fabryczną;
- 3) pomiar rezystancji izolacji napędu elektrycznego – badanie jak dla napędów;
- 4) pomiar rezystancji izolacji pomiędzy uzwojeniem pierwotnym a wtórnym i obudową – rezystancja nie powinna być mniejsza niż $2\text{ M}\Omega$ mierzona megaomierzem o napięciu 1000V ;
- 5) pomiar rezystancji izolacji urządzeń pomocniczych należy wykonać megaomierzem o napięciu 500V – wartość rezystancji nie powinna być mniejsza niż $0,5\text{ M}\Omega$.



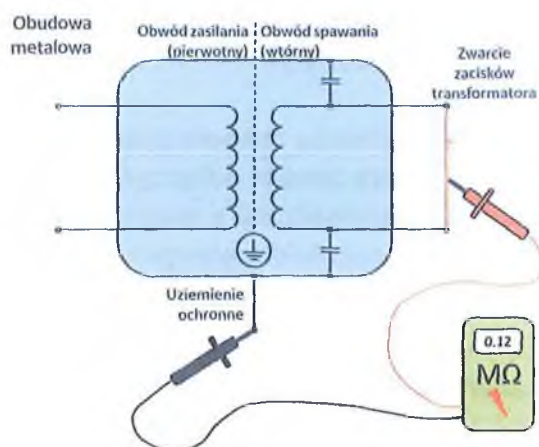
Rys.8.9. Badanie rezystancji przewodu PE spawarki.[4.11]



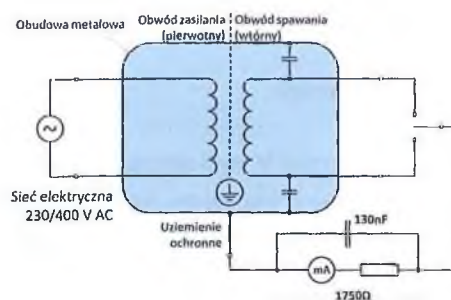
Rys.8.10. Badanie rezystancji izolacji pomiędzy obwodem zasilania a obwodem spawiania przy zwartych zaciskach transformatora. [4.11]



Rys.8.11. Badanie rezystancji izolacji między obwodem zasilania a zaciskiem ochronnym. [4.11]



Rys.8.12. Badanie rezystancji izolacji między obwodem spawania zaciskiem ochronnym [4.11]



Rys.8.13. Badanie prądu upływu

- Prąd upływu obwodu pierwotnego nie powinien być większy niż 10 mA,
- Prąd upływu między uchwytami do spawania i przłączem przewodu ochronnego nie powinien być większy niż 10 mA.

8.2.2. Pomiar napięcia w stanie jałowym.

Napięcie w stanie jałowym jest mierzone między spawalniczymi zaciskami wyjściowymi. Jeżeli to nie jest możliwe, z powodu bezpieczeństwa lub sterowania (np. Przy spawalniczych źródłach energii do cęcia plazmowego) napięcie bez obciążenia mierzone jest między uchwytami i przyłączem spawalniczego przewodu powrotnego

8.3 Badanie przedłużaczy i przewodów IEC

8.3.1. Odłączane przewody zasilające powinny być sprawdzane jak przedłużacze.

8.3.2. Istotnym elementem sprawdzenia są oględziny, podobnie jak przy badaniu elektro-narzędzi.

8.3.3. Maksymalna wartość rezystancji przewodu PE powinna wynosić 0,3 Ω dla przedłużaczy o długości do 5m oraz 0,1 Ω na każde 7,5 m powyżej 5 m. Całkowita rezystancja przewodu PE każdego przedłużacza nie powinna przekraczać 1 Ω .

8.3.4. Jeżeli przedłużacz posiada wyłącznik RCD lub układy filtrujące, to należy sprawdzić ich parametry.

9. Sprawdzanie zespołów prądotwórczych oraz badanie ochrony przeciwporażeniowej przy zasilaniu z agregatów prądotwórczych.

Podczas okresowych pomiarów kontrolnych należy :

- zmierzyć wartości rezystancji izolacji uzwojeń prądnicy,

- sprawdzić ochronę przeciwporażeniową pomiar rezystancji uziemienia ochronnego, ochronno-roboczego i napięć dotykowych

UWAGA:

Przed przystąpieniem do sprawdzenia zespołu prądotwórczego pracującego w systemie automatycznego rozruchu, należy zespół odłączyć lub przełączyć na ręczny rozruch. W zespołach, które pracują w synchronizacji z siecią elektroenergetyczną należy upewnić się, czy nie ma zagrożenia od sieci elektroenergetycznej lub tego czy innego zespołu

UWAGA:

Przy wykonywaniu badań ochrony przeciwporażeniowej należy wykonać częściowe pomiary przy zasilaniu z zespołu prądotwórczego.

10. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatorów.

10.1. Zakres pomiarowy przyrządów.

Rezystancje izolacji uzwojeń transformatorów należy badać miernikiem o napięciu pomiarowym 2,5 kV.

10.2. Wymagania dotyczące pomiarów.

- a) przed przystąpieniem do pomiarów transformator należy wyłączyć spod napięcia i odłączyć wszystkie zaciski uzwojeń od sieci. Na czas pomiaru każdą uziemić.
- b) zmierzyć temperaturę uzwojeń przez pomiary temperatury oleju,
- c) oczyścić izolatory z brudu i wysuszyć,
- d) zmontować układ pomiarowy i dokonać właściwych pomiarów. Przewody pomiarowe nie powinny dotykać się między sobą,
- e) przed odłączeniem przewodów miernika od zacisków transformatora, należy rozładować pojemność układu, przy czym czas rozładowania powinien być taki sam jak i pomiaru (mierniki jak MIC-2500, MPI-525 robią to automatycznie po zakończeniu pomiaru),
- f) wskazanie miernika rezystancji izolacji należy odczytać po 15s i 60s od chwili rozpoczęcia pomiaru.

10.3. Zakres pomiarów i warunki ich wykonania.

Pomiary rezystancji izolacji uzwojeń transformatora należy wykonać dla następującej kombinacji połączeń:

- GN – DZ (uzwojenie GN – uziemiona każda połączona z uzwojeniem DN)
- DN – GZ (uzwojenie DN – uziemiona każda połączona z uzwojeniem GN),

Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatora należy wykonać miernikiem izolacji o napięciu, co najmniej 2,5 kV, przy czystych i suchych izolatorach w temperaturze powietrza od 5 do 35 °C. Uzyskane wyniki należy przeliczyć do temperatury w jakiej wykonano pomiar u wytwórcy według zasady: obniżenie temperatury o 15 °C powoduje dwukrotny wzrost rezystancji i przeciwnie podwyższenie temperatury o 15 °C powoduje dwukrotne zmniejszenie rezystancji izolacji.

10.4. Ocena wyników pomiarów.

Wyniki pomiarów należy porównać do granicznych dopuszczalnych wartości wskaźników absorpcji izolacji, w zależności od mocy i napięć znamionowych transformatorów. Wartość rezystancji izolacji uzwojeń należy odczytać po 15s – R_{15} i po 60s – R_{60} .

10.5. Współczynnik absorpcji k_A .

$$k_A = R_{60} / R_{15}$$

- a) dla transformatorów nowych:
olejowych oraz żywicznych wprowadzanych do eksploatacji nie jest wymagane określanie współczynnika absorpcji k_A ,
- b) dla transformatorów istniejących w eksploatacji;
- wartość k_A nie wyznacza się dla jednostek żywicznych,
 - wartość k_A dla olejowych nie powinna być mniejsza niż: 1,15 dla transformatorów III grupy, o mocy 1,6 MVA i mniejszej.

10.6. Wymagane wartości rezystancji izolacji.

Transformatory istniejące w eksploatacji:

- transformator olejowy grupa III – rezystancja izolacji uzwojeń transformatora olejowego o mocy mniejszej niż 1,6 MVA zmierzona po 60s od chwili przyłożenia napięcia nie powinna być mniejsza niż 35 MΩ, zmierzonej przy temperaturze oleju 30 °C,
- transformator żywiczny rezystancja izolacji uzwojeń transformatora suchego (bez względu na moc) zmierzona po 60s od chwili przyłożenia napięcia nie powinna być mniejsza niż 35 MΩ, zmierzonej w temperaturze 30 °C,
- transformatory suche, kompozytowe grupa IV – rezystancja izolacji uzwojeń transformatora zmierzona po 60s od chwili przyłożenia napięcia nie powinna być mniejsza niż 20 MΩ dla napięć znamionowych powyżej 10 kV i 15 MΩ dla pozostałych, zmierzonej w temperaturze 30 °C,

10.7. Wpływ temperatury na wynik pomiaru.

Rezystancje izolacji zmierzone w innych temperaturach niż u wytwórcy, ale zawartych w przedziale od 5 do 35 °C, należy przeliczyć według zasady: obniżenie temperatury o 15 °C spowoduje dwukrotny wzrost rezystancji, a podwyższenie temperatury o 15 °C spowoduje dwukrotne zmniejszenie rezystancji izolacji.

Tabel nr 10. Współczynnik korekcji k_{30}

Nazwa urządzenia	Temperatura °C									
	15	18	21	24	27	30	33	36	42	45
	Współczynnik k_{30}									
Transformator	0,50	0,57	0,66	0,76	0,87	1	1,14	1,32	1,74	2

UWAGA:

Dla transformatorów grupy III o mocy do 1,6 MVA pomiary rezystancji izolacji można wykonać w zakresie temperatur (0-45) °C bez konieczności przeliczania na umowną temperaturę 30 °C, jeżeli zmierzone wartości rezystancji wynoszą minimum 100 MΩ.

Jako temperaturę izolacji przyjmuje się temperaturę powierzchni kadzi na 2/3 jej wysokości zmierzona termometrem przez dotyk.

W przypadku pomiarów w temperaturach poza zakresem (0-45) °C można orientacyjnie interpolować wyniki pomiarów kierując się zasadą, że wzrost temperatury o 15 °C powoduje dwukrotne obniżenie rezystancji i odwrotnie.

Jeżeli w fabrycznej instrukcji eksploatacji transformatora hermetycznego (DTR) podano informację o niewykonywaniu badań kontrolnych, to należy przeprowadzać tylko oględziny tego transformatora.

Terminy pomiarów ulegają skróceniu przy zmianie miejsca eksploatacji transformatora. Wtedy takie badania należy wykonać przed ponownym dopuszczeniem do eksploatacji. Jeżeli przerwa w pracy transformatora nie była dłuższa niż 6 tygodni i podczas przerwy nie wykonywano żadnych prac mogących mieć wpływ na pogorszenie się lub zmianę stanu technicznego transformatora, wówczas można go włączyć bez wykonywania badań kontrolnych.

11. Protokołowanie badań instalacji i urządzeń przy badaniach okresowych

Każda praca kontrolno-pomiarowa powinna być zakończona wystawieniem protokołu z przeprowadzonych badań.

Protokół z badań powinien zawierać:

- rodzaj i zakres badań;
- lokalizacja obiektu, w którym przeprowadzono badanie (nazwa i adres);
- oznaczenie instalacji lub jej części (urządzenia), którą badano;
- zakres wykonywanych oględzin;
- zastosowanie metod i przyrządów pomiarowych;
- zastosowanie kryteriów oceny wyników pomiarów;
- sposobu wykonywania obliczeń niezbędnych dla otrzymywania wyników pomiarów wartości końcowych służących do porównania z wartościami dopuszczalnymi;
- datę i warunki wykonywania pomiarów;
- wyniki pomiarów (najczęściej zestawionych w tabelkę);
- oceny wyników oględzin;
- oceny wyników pomiarów;
- wniosków wypływających z oceny wyników oględzin, pomiarów i prób;
- dane osobowe i dane identyfikacyjne uprawnień osób wykonywających pomiary, oględziny;
- ocena całościowa i wnioski oraz podpisy;
- datę lub termin następnych badań okresowych.

W celu oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej obiektów elektroenergetycznych SN (przykład stacja transformatorowa) należy aktualizować w odpowiednich Zakładach energetycznych wartości prądów ziemnozwarciowych i czasy rażenia.

Wyniki przeprowadzonych pomiarów należy zamieścić w odpowiednich protokołach pomiarowych, wykorzystując oprogramowanie SONEL PE5 i załączone wzory protokołów, których nie uwzględnia program.

Protokoły z badań odbiorczych i kontrolnych podlegają akceptacji przez Dział Elektryczny i Automatyki lub specjalistę elektryka z właściwego ośrodka kopalni.