

Wzorcowanie przyrządów do pomiaru parametrów instalacji elektrycznych

Calibration of the instruments for measuring electrical installation parameters

Piotr Kwiatkowski, Renata Płackiewicz (Okręgowy Urząd Miar w Bydgoszczy)

W artykule przedstawiono ogólne informacje na temat wzorcowanych w Laboratorium Elektryczności Okręgowego Urzędu Miar w Bydgoszczy rodzajów przyrządów pomiarowych stosowanych do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych, zapewniających bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych. Opisano stosowane do wzorcowania tych przyrządów pomiarowych metody wzorcowania oraz wyposażenie pomiarowe. Przedstawiono również, zgodnie z aktualnym zakresem akredytacji, możliwości pomiarowe laboratorium w tym obszarze.

The article describes general information regarding types of measuring instruments, being calibrated in the Electricity Laboratory of the Regional Office of Measures in Bydgoszcz, used for verification, measuring or monitoring protective measures electrical safety in low voltage power grids. The article presents the calibration methods and measurement equipment used for calibration of these protective measures. Laboratory measuring capabilities, consistent with current scope of accreditation, are also presented.

Słowa kluczowe: przyrządy pomiarowe, wzorcowanie.

Keywords: measuring instruments, calibration.

Wstęp

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane [1] instalacje elektryczne i piorunochronne powinny być w czasie ich użytkowania poddawane badaniom sprawdzającym. Art. 62 p. 1. tej ustawy stanowi, że obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli okresowej co najmniej raz na 5 lat. Kontrola taka polega między innymi na wykonaniu badania instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów.

Wymagania dotyczące wykonywania sprawdzania odbiorczego i sprawdzania okresowego instalacji elektrycznych określa norma PN-HD 60364-6:2016-07 Instalacje elektryczne niskiego napięcia Część 6: Sprawdzanie (Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification).

Oferta rynkowa przyrządów pomiarowych, służących do wykonywania tych obowiązkowych sprawdzeń, jest dość obszerna i obejmuje mierniki dedykowane do pomiaru pojedynczych wielkości elektrycznych, jak i przyrządy wielofunkcyjne.

Ogólne wymagania dotyczące urządzeń pomiarowych i monitorujących, przeznaczonych do sprawdzania

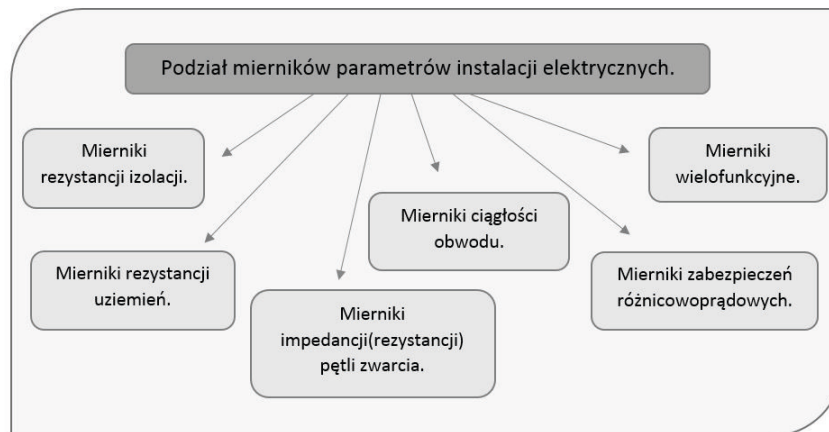
bezpieczeństwa elektrycznego w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciach nominalnych przemiennych do 1000 V i stałych do 1500 V przedstawione są w normie PN-EN 61557-1:2009.

Ogólny podział stosowanych do tych pomiarów mierników, pod względem rodzajów mierzonych parametrów instalacji elektrycznych, przedstawiono na rys. 1.

Wielofunkcyjne mierniki instalacji elektrycznych umożliwiają wykonywanie pomiarów większej ilości różnych parametrów instalacji elektrycznych. Mierniki wielofunkcyjne mogą także posiadać funkcje pomiarowe i sprawdzające, jak np. funkcję sprawdzenia „prawidłowego wirowania faz”, pozwalającą na weryfikację właściwego podłączenia przewodów fazowych w instalacjach trójfazowych. Mierniki wielofunkcyjne, jak i mierniki dedykowane do pomiarów określonego parametru instalacji elektrycznej, często posiadają także funkcje pomiaru napięć i prądów, a także niskonapięciowego pomiaru rezystancji.

W opracowaniu nie odniesiono się do pokrewnych miernikom parametrów instalacji elektrycznych grup mierników, takich jak:

- mierniki bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego (urządzeń elektrycznych),
- mierniki jakości zasilania.



Rys. 1. Podział mierników parametrów instalacji elektrycznych

Okręgowy Urząd Miar w Bydgoszczy specjalizuje się we wzorcowaniach różnego rodzaju mierników parametrów instalacji elektrycznych, takich jak:

- mierniki rezystancji izolacji,
- mierniki rezystancji pętli zwarcia,
- mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych,
- mierniki rezystancji uziemień i rezystywności gruntu,
- mierniki ciągłości obwodu,
- mierniki wielofunkcyjne.

Mierniki rezystancji izolacji

Wymagania dotyczące mierników do pomiaru rezystancji izolacji urządzeń i instalacji w stanie beznapięciowym określone zostały w normie PN-EN 61557-2:2007.

Izolacja jest jednym z najczęściej stosowanych elementów ochrony podstawowej (ochrony przed dotykiem bezpośrednim) i zapobiega przepływowi prądu rażącego w warunkach normalnej pracy instalacji elektrycznej przez uniemożliwienie dotknięcia części czynnych urządzeń elektrycznych, których napięcie robocze mogłoby wywołać zagrożenie porażeniowe.

Mierniki rezystancji izolacji możemy podzielić na dwie grupy:

- indukcyjne,
- elektroniczne.

Mierniki indukcyjne działają na zasadzie omiara szeregowego z magnetoelektrycznym urządzeniem pomiarowym. Zasilanie prądem stałym układu pomiarowego odbywa się za pomocą wbudowanej prądnicy, która napędzana jest ręcznie, dzięki czemu miernik nie wymaga zasilania zewnętrznego.

Mierniki elektroniczne cechują się szerokim zakresem pomiaru rezystancji izolacji, osiągającym nawet 10 TΩ. Ważną cechą mierników nowej generacji jest

automatyczne rozładowanie sprawdzanych obiektów po zakończonym pomiarze.

Mierniki rezystancji pętli zwarcia

Wymagania, dotyczące mierników do pomiaru pętli zwarcia, określone zostały w normie PN-EN 61557-3:2007.

Skuteczną i najczęściej stosowaną metodą ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu (ochrony przy dotyku pośrednim) jest stosowanie zabezpieczeń nadmiarowoprądowych. Głównym celem stosowania ochrony przy uszkodzeniu jest niedopuszczenie do porażenia prądem elektrycznym w przypadku uszkodzenia izolacji lub jej zniszczenia. Metoda ta polega na samoczynnym wyłączeniu zasilania w przypadku pojawienia się niebezpiecznego napięcia dotykowego na dostępnych elementach przewodzących urządzeń elektrycznych, połączonych z przewodem ochronnym sieci. W momencie pojawienia się na nich niebezpiecznego napięcia dotykowego, nastąpi przepływ prądu w obwodzie faza (L) – przewód ochronny (PE), zwanego prądem zwarciovym. Przepływ tego prądu o odpowiednio dużej wartości spowoduje zadziałanie wyłącznika nadmiarowoprądowego i wyłączenie zasilania. Warunkiem koniecznym zadziałania tego wyłącznika jest odpowiednio niska wartość impedancji (rezystancji) w obwodzie faza – przewód ochronny.

Podczas pomiaru pętli zwarcia metodą techniczną przyrząd pomiarowy robi „sztuczne zwarcie”, dokonując jednocześnie pomiaru napięcia bez obciążenia oraz podczas krótkotrwałego obciążenia rezystorem zwarciovym. Impedancja (rezystancja) pętli zwarcia jest wyliczona na podstawie różnicy zmierzonych napięć.

Niektóre modele mierników pozwalają również na precyzyjny pomiar impedancji (rezystancji) pętli zwarcia obwodów L-PE w sieciach zabezpieczonych dodatkowo wyłącznikami różnicowoprądowymi (RCD), nie

powodując zadziałania tych wyłączników dzięki odpowiednio niskiej wartości prądu zwarciovęgo.

Mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych

Wymagania dotyczące mierników stosowanych do sprawdzania skuteczności działania środków ochronnych, w postaci urządzeń zabezpieczenia różnicowo-prądowego (RCD), przez prawidłowe wyłączanie obwodów w sieciach TT, TN i IT, określone zostały w normie PN-EN 61557-6:2008.

Wyłączniki różnicowoprądowe stosowane są w instalacjach elektrycznych jako środek ochrony dodatkowej. Wyłącznik różnicowoprądowy zainstalowany jest w ten sposób, że przechodzą przez niego przewody fazowe (jeden w sieci jednofazowej, trzy w sieci trójfazowej) oraz przewód neutralny. Ponadto chroniony nim obwód odbiorczy ma wydzielony przewód ochronny PE. Gdy w zabezpieczanym obwodzie nie ma zakłóceń, to prąd w przewodzie fazowym jest równy prądowi w przewodzie neutralnym. W momencie wystąpienia różnicy tych prądów, co ma miejsce w przypadku np. przebicia izolacji przewodu fazowego do obudowy urządzenia, część prądu wpływa do przewodu ochronnego PE. W tym przypadku wystąpi różnica wartości między prądem płynącym w przewodzie fazowym a prądem płynącym w przewodzie neutralnym. Jeżeli różnica tych prądów osiągnie wartość progową, zależną od znamionowego prądu różnicowego $I_{\Delta n}$ wyłącznika, wówczas nastąpi zadziałanie wyłącznika i odłączenie zasilania od chronionego wyłącznikiem obwodu. Podstawowymi wielkościami mierzonymi przez mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych są czas oraz prąd zadziałania wyłącznika RCD.

Mierniki rezystancji uziemień

Wymagania, dotyczące mierników do pomiaru rezystancji uziemień prądem przemiennym, określone zostały w normie PN-EN 61557-5:2007.

Uziemienie jest jedną z podstawowych metod zabezpieczenia człowieka przed porażeniem elektrycznym. Wyróżnia się kilka rodzajów uziemień: uziemienia ochronne, robocze oraz odgromowe. Uziom to metalowa elektroda, którą umieszcza się w wilgotnej warstwie gruntu o możliwie małej rezystancji.

Przede wszystkim należy podkreślić znaczenie uziemienia ochronnego, zapewniającego galwaniczne połączenie dostępnych elementów przewodzących urządzeń elektrycznych z ziemią. W celu zapewnienia skutecznej ochrony przed porażeniem wartość rezystancji tego uziemienia powinna być skoordynowana z charakterystyką zabezpieczenia nadmiarowoprądowego obwodu zasilającego uziemione urządzenia.

Uziemienia robocze stosowane są dla zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń elektrycznych, zarówno w warunkach zwykłych, jak i zakłóceńowych.

Osobną grupą uziemień są uziemienia odgromowe, służące do odprowadzenia do ziemi udarowych prądów wyładowań atmosferycznych. Do właściwego wykonywania pomiarów rezystancji uziemienia ochrony odgromowej konieczna jest znajomość zagadnień i wymagań przedstawionych w normach z serii PN-EN 62305, dotyczących ochrony odgromowej.

Pomiary rezystancji uziemienia dokonywane są prądem pomiarowym o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości sieciowej. Pomiar rezystancji uziemień najczęściej jest przeprowadzany metodą techniczną 3-przewodową (3p) z wykorzystaniem elektrod: prądowej (H), napięciowej (S) i dodatkowo elektrody podłączanej pomiędzy badanym uziomem a zaciskiem (E) miernika. W celu wyeliminowania wpływu na wynik pomiaru rezystancji przewodu pomiarowego, łączącego miernik z uziemieniem, stosowana jest metoda 4-przewodowa (4p), zapewniająca wysoką dokładność pomiaru. Dodatkowy czwarty przewód łączy wówczas badany uziom z zaciskiem (ES) miernika. Przy pomocy sond pomocniczych pomiar można przeprowadzić do maksymalnie 50 k Ω .

Inną metodą pomiarową, umożliwiającą dokonanie pomiaru rezystancji uziemienia bez rozłączania złącza kontrolnego badanego uziomu, jest metoda 3-przewodowa z wykorzystaniem cęgów pomiarowych.

W przypadku gdy nie ma możliwości wbijania sond pomocniczych (np. w terenie mocno zurbanizowanym w centrum miasta) stosowana jest metoda dwucegowa. Niektóre modele mierników rezystancji uziemienia posiadają dodatkowo także funkcję pomiaru rezystywności gruntu. Wzorcowania dla tej funkcji pomiarowej w OUM w Bydgoszczy wykonywane są poza zakresem akredytacji PCA.

Mierniki ciągłości obwodu

Wymagania, dotyczące mierników rezystancji przewodów uziemiających i przewodów wyrównawczych (ciągłości obwodu), określone zostały w normie PN-EN 61557-4:2007.

Pomiar ciągłości elektrycznej dla przewodów ochronnych (uziemiających) i przewodów wyrównawczych powinien być wykonany prądem większym lub równym 200 mA. Dodatkowo, przy rozwartych zaciskach miernika, napięcie pomiarowe ma zawierać się w przedziale $(4 \div 24)$ V. Zakres pomiarowy mierników wynosi najczęściej od 0,12 Ω do 400 Ω . Ze względu na konieczność częstego stosowania przewodów pomiarowych o różnych długościach, niektóre modele mierników posiadają



funkcję AUTOZERO, pozwalającą na kalibrację przewodów pomiarowych.

Mierniki wielofunkcyjne

Wymagania, dotyczące mierników wielofunkcyjnych, określone zostały w normie PN-EN 61557-10:2013-11.

Wielofunkcyjne mierniki instalacji elektrycznych cieszą się wśród elektryków dużą popularnością, z uwagi na możliwość wykonywania jednym miernikiem, o niewielkich rozmiarach, pomiarów wielu podstawowych parametrów instalacji elektrycznych, takich jak: rezystancja izolacji, impedancja (rezystancja) pętli zwarcia, rezystancja uziemienia, rezystancja połączeń ochronnych i wyrównawczych, a także parametrów zabezpieczeń różnicowoprądowych (wyłączników RCD). Niektóre modele mierników wielofunkcyjnych posiadają także funkcje rejestrowania napięć przemiennych, pomiaru mocy, dokonania sprawdzenia właściwej kolejności faz itp.

Metody pomiarowe oraz wzorce odniesienia, stosowane w OUM w Bydgoszczy, do wzorcowania mierników parametrów instalacji elektrycznych

Ogólny widok stanowiska pomiarowego do wzorcowania mierników parametrów instalacji elektrycznych został przedstawiony na rys. 2.

Najważniejsze wzorce odniesienia, stosowane do wzorcowań poszczególnych rodzajów mierników instalacji elektrycznych, przedstawia rys. 3.

Wyznaczania błędów pomiaru wzorcowanych mierników parametrów instalacji elektrycznych dokonuje się przez bezpośrednie porównanie wskazań wzorcowanego miernika ze wskazaniami przyrządu pomiarowego, stosowanego do wzorcowania. Wielofunkcyjnymi



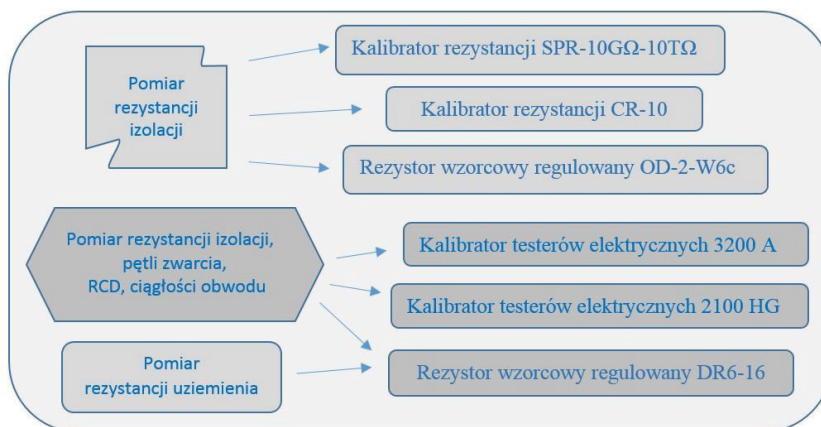
Rys. 2. Stanowisko do wzorcowania mierników parametrów instalacji elektrycznych

przyrządami pomiarowymi stosowanymi, jako wzorce do wzorcowania mierników instalacji elektrycznych, są dwa kalibratory testerów elektrycznych:

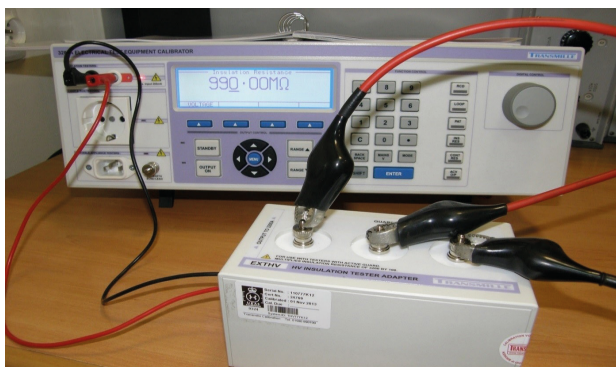
- kalibrator typ: 2100HG,
- kalibrator typ: 3200A.

Obydwa kalibratory są przyrządami wielofunkcyjnymi, dedykowanymi do wzorcowania mierników parametrów instalacji elektrycznych i umożliwiają dokonywanie wzorcowań: mierników zabezpieczeń różnicowoprądowych (RCD) (residual current devices), mierników rezystancji izolacji, mierników pętli zwarcia oraz mierników ciągłości obwodu, a także mierników bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego (PAT) (portable appliance testers).

Stosowane kalibratory umożliwiają np. dokonywanie wzorcowań mierników zabezpieczeń różnicowoprądowych (RCD) zarówno dla pomiaru czasu, jak i prądu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego przy różnych wartościach znamionowego prądu różnicowego wyłącznika RCD. Kalibrator typ 3200A z przystawką EXTHV, rozszerzającą zakres dopuszczalnych napięć pomiarowych dla wzorcowania mierników rezystancji izolacji,



Rys. 3. Wzorce odniesienia OUM w Bydgoszczy stosowane do wzorcowania mierników instalacji elektrycznych



Rys. 4. Kalibrator 3200A wraz z przystawką EXTHV

przedstawiono na rys. 4. W celu umożliwienia automatyzacji wzorcowań kalibrator 3200A może współpracować z dedykowanym systemem kalibracji ProCal.

Do wzorcowania mierników rezystancji izolacji o zakresie pomiarowym do 10 TΩ, pracujących z dużymi napięciami pomiarowymi do 10 kV, stosowany jest kalibrator wysokich rezystancji typ SRP-10G0-10T0 (rys. 5).

Do wzorcowania silnoprądowych mierników rezystancji pętli zwarcia stosowany jest specjalistyczny, posiadający własny układ chłodzący, dekadowy regulowany rezystor wzorcowy typ OD-1 –E2. Przyrząd umożliwia wzorcowania mierników pętli zwarcia dokonujących,



Rys. 5. Kalibrator rezystancji SRP -10G0-10T0

w celu wykonania pomiaru, krótkiego impulsowego „sztucznego zwarcia” wewnętrznym rezystorem o wartości nie mniejszej niż 1,5 Ω (jak np. miernik typ MZC 310S). Do wykonania wzorcowań mierników rezystancji uziemienia stosowane są, zależnie od wzorcowanej funkcji pomiarowej, rezystancyjne układy pomiarowe, symulujące mierzoną rezystancję uziemienia oraz rezystancję elektrod pomocniczych.

Zakresy pomiarowe oraz zdolności pomiarowe CMC wzorcowań mierników instalacji elektrycznych w OUM w Bydgoszczy

W 2008 roku Okręgowy Urząd Miar w Bydgoszczy uzyskał akredytację PCA (Nr AP 088) na wzorcowania mierników parametrów instalacji elektrycznych. Wzorcowania poszczególnych rodzajów mierników wykonywane są w zakresach pomiarowych zgodnych z aktualizowanym na bieżąco zakresem akredytacji.

W tab. 1 przedstawiono aktualne zakresy pomiarowe poszczególnych wielkości mierzonych (wraz z wartościami CMC) dla akredytowanych wzorcowań funkcji pomiarowych charakterystycznych dla poszczególnych mierników. W tabeli nie ujęto zakresów wzorcowania funkcji pomiarowych typowych dla multimetrów cyfrowych, jak np. pomiar napięć AC/DC. Zdolność pomiarowa CMC to najmniejsza niepewność pomiaru, jaką laboratorium wzorcujące jest w stanie osiągnąć w trakcie rutynowo przeprowadzanego wzorcowania. Akredytowane laboratoria wzorcujące są zobligowane do szacowania niepewności pomiaru dla wszystkich wzorcowań i pomiarów objętych zakresem akredytacji. Podane w świadectwach wzorcowania wartości niepewności pomiaru nie mogą przekraczać ustalonych w zakresie akredytacji wartości CMC.

Tab. 1. Zakresy pomiarowe i wartości CMC wzorcowań mierników instalacji elektrycznych w akredytowanym laboratorium AP 088

Wielkości mierzone	Rodzaj obiektu wzorcowania	Zakres pomiarowy	CMC
Rezystancja DC	Mierniki parametrów instalacji elektrycznych:		
	mierniki rezystancji izolacji ¹⁾	10 kΩ ÷ 10 GΩ	0,13 %
Rezystancja AC	mierniki ciągłości obwodu	0,05 Ω ÷ 10 Ω 10 Ω ÷ 1 kΩ	0,09 % + 1 mΩ 0,09 % + 10 mΩ
	mierniki rezystancji pętli zwarcia	0,25 Ω ÷ 1000 Ω	0,58 % + 10 mΩ
Czas (przedział czasu)	mierniki rezystancji uziemienia	0,3 Ω ÷ 20 kΩ	0,1 % + 10 mΩ
	mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych	20 ms ÷ 200 ms 210 ms ÷ 400 ms 410 ms ÷ 1 s	1,1 ms 1,2 ms 8,2 ms
Prąd AC	mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych	50 Hz (10 ÷ 1000) mA	1,3 %

¹⁾ Wzorcowań mierników rezystancji izolacji dokonuje się dla napięć pomiarowych do 10 kV.

Świadectwo wzorcowania

Dokumentem potwierdzającym wykonanie wzorcowania jest świadectwo wzorcowania. Świadectwo wzorcowania, wydawane przez laboratorium akredytowane, jest dowodem zachowania spójności pomiarowej.

Wyposażenie pomiarowe, stosowane w OUM w Bydgoszczy do wzorcowania mierników parametrów instalacji elektrycznych, jest wzorcowane w Głównym Urzędzie Miar lub w innych laboratoriach akredytowanych, w tym w zagranicznym laboratorium producenta kalibratorów 2100HG i 3200A.

Przykładowe świadectwo wzorcowania, wykonanego w OUM w Bydgoszczy w zakresie pomiaru czasu zadziałania i prądu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego, wzorcowania własnego miernika zabezpieczeń (wyłączników) różnicowoprądowych typ MRP 200, przedstawiono na rys. 6.

Podsumowanie

Zgodnie z wymaganiami Prawa budowlanego (Dz. U. z 2019 r. poz. 1186) instalacje elektryczne i piorunochronne powinny być poddawane badaniom sprawdzającym co najmniej raz na 5 lat.

Okręgowy Urząd Miar w Bydgoszczy dokonuje akredytowanych wzorcowań szerokiego spektrum mierników

parametrów instalacji elektrycznych, służących do tych wymaganych prawem badań sprawdzających, dla klientów z różnych rejonów Polski.

Wymienione wyżej badania sprawdzające są przeprowadzane w celu sprawdzania pomiarów lub monitorowania środków ochronnych, stosowanych w ochronie przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej.

Osobną sprawą jest występująca, zdaniem autorów niniejszego opracowania, potrzeba jednoznacznego ustalenia i upowszechnienia terminologii stosowanej dla tej grupy przyrządów. Obecnie dla tych samych przyrządów spotyka się różne określenia, takie jak: mierniki parametrów instalacji elektrycznych, mierniki parametrów sieci, mierniki parametrów sieci energetycznych. Taki sam problem dotyczy także mierników, służących do sprawdzania i pomiarów bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego.

Literatura

- [1] Prawo budowlane. Dz. U. z 2019 r. poz. 1186.
- [2] Skrzynecki E., Przewodnik po normach PN-EN 60364-6, PN-EN 62305, Sonel S.A. 2018.
- [3] Polskie Normy z serii PN-EN 61557.
- [4] Profesjonalne przyrządy pomiarowe, Sonel 2018.
- [5] Informacje ze strony internetowej: www.fachowelektryk.pl



ŚWIADCTWO WZORCOWANIA wydane przez: LABORATORIUM AKREDYTOWANE Nr AP 088

Data wydania: 30 lipca 2019 Nr świadectwa: WUM-U.1158.02.2019 Strona 2/2

WYNIKI WZORCOWANIA
Tabela 1. Pomiar czasu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego (dla prądu pomiarowego I = 1 x I_n).

Nominalny prąd różnicowy I _n	W _s	W _w	Błąd pomiaru	Niepewność pomiaru
10 mA	30	30	0,0	1,2
	100	100	0,0	1,2
30 mA	20	20	0,0	1,2
	30	30	0,0	1,2
100 mA	30	30	0,0	1,2
	100	100	0,0	1,2
300 mA	30	30	0,0	1,2
	100	100	0,0	1,2
500 mA	30	30	0,0	1,2
	100	100	0,0	1,2

Tabela 2. Pomiar prądu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego.

Zakres	W _s	W _w	Błąd pomiaru	Niepewność pomiaru	
10 mA	30 ms	6,63	6,0	-0,6	0,2
	100 ms	6,63	6,0	-0,6	0,2
30 mA	20 ms	19,81	18,1	-1,7	0,4
	30 ms	19,78	18,1	-1,7	0,4
100 mA	30 ms	19,92	18,1	-1,8	0,4
	100 ms	19,83	18,1	-1,7	0,4
300 mA	30 ms	65,86	60	-5,9	1,0
	100 ms	65,85	60	-5,8	1,0
500 mA	30 ms	198,0	181	-17	3
	100 ms	198,1	181	-17	3

Objaśnienia:
W_w - wartość wielkości mierzonej wskazana (zmierzona) przez przyrząd pomiarowy wzorcowany.
W_s - wartość odniesienia wielkości mierzonej określona na podstawie wskazań przyrządu pomiarowego stosowanego do wzorcowania.
f - czystość.

Pomiary wykonał: [Podpis]
Słuszny inspektor
Rozważa: [Podpis]

Autoryzował: [Podpis]
Kierownik Laboratorium
mgr inż. Piotr Kusztowski

Rys. 6. Świadectwo wzorcowania miernika wyłączników różnicowoprądowych

