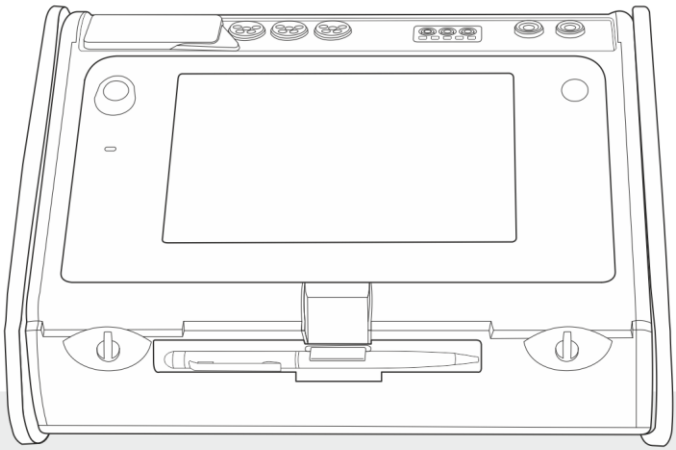
Sonel®

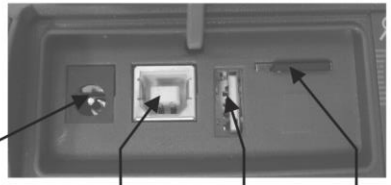


INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK PARAMETRÓW INSTALACJI

MPI-540 • MPI-540-PV

MPI-540 • MPI-540-PV



Gniazda cęgów
I1, I2, I3 - rejestrator
R_E - pomiar uziemień

Gniazda pomiarowe

Gniazdo **N** rejestratora

Gniazdo **ES** do pomiaru rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu

Uruchamianie procedury pomiarowej

Elektroda dotykowa

Ekran dotykowy

Włączanie i wyłączanie miernika



Ucha do zapięcia szelek

- Wstecz
- Zapisz
- Pokaż ostatni pomiar
- Do menu głównego
- Wybierz pozycję
- Pokaż dodatkowe ikony
- Dodaj pozycję
- Edytuj pozycję
- Wyszukaj
- Usuń pozycję
- Zamknij menu

INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK PARAMETRÓW INSTALACJI
MPI-540 ● MPI-540-PV

SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Wersja 2.08 10.10.2022

Miernik MPI-540 / 540-PV jest nowoczesnym, wysokiej jakości przyrządem pomiarowym, łatwym i bezpiecznym w obsłudze. Jednak przeczytanie niniejszej instrukcji pozwoli uniknąć błędów przy pomiarach i zapobiegnie ewentualnym problemom przy obsłudze miernika.

SPIS TREŚCI

1 Bezpieczeństwo 7

2 Menu główne 8

2.1 Ustawienia miernika 9
2.1.1 Ustawienie daty i czasu 10
2.1.2 Automatyczne wyłączanie 11
2.1.3 Parametry wyświetlacza 12
2.2 Ustawienia pomiarów 13
2.2.1 Podmenu Pomiary 13
2.2.2 Podmenu Zabezpieczenia 14
a. Dodawanie charakterystyki zabezpieczeń 14
b. Dodawanie zabezpieczeń 19
2.2.3 MPI-540-PV Podmenu Moduły PV 21
2.3 Komunikacja 22
2.3.1 Komunikacja przez USB 22
2.3.2 Połączenie z siecią Wi-Fi 22
2.3.3 MPI-540-PV Połączenie z miernikiem irradiancji 22
2.3.4 Ustawienia e-mail 23
2.4 Aktualizacja oprogramowania 23
2.4.1 Aktualizacja przez USB 23
2.4.2 Aktualizacja przez Wi-Fi 24
2.5 Ustawienia regionalne 24
2.6 Informacje o mierniku 25

3 Pomiary 26

3.1 Diagnostyka przeprowadzana przez miernik – limity 27
3.2 Pomiar napięcia przemiennego i częstotliwości 27
3.3 Sprawdzenie poprawności wykonania połączeń przewodu ochronnego 28
3.4 Parametry pętli zwarcia 29
3.4.1 Ustawienia pomiarów 29
3.4.2 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L 31
3.4.3 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-PE 34
3.4.4 Impedancja pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD 37
3.4.5 Spodziewany prąd zwarciowy 40
3.4.6 Impedancja pętli zwarcia w sieciach IT 41
3.5 Spadek napięcia 42
3.6 Rezystancja uziemienia 44
3.6.1 Ustawienia pomiarów 44
3.6.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_E3P) 46
3.6.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową (R_E4P) 50
3.6.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_E3P+C) 54
3.6.5 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C) 58
3.7 Rezystywność gruntu 61
3.7.1 Ustawienia pomiarów 61
3.7.2 Główne elementy ekranu 62
3.7.3 Pomiary rezystywności gruntu (ρ) 63
3.8 Parametry wyłączników różnicowoprądowych RCD 67
3.8.1 Ustawienia pomiarów 67
3.8.2 Prąd zadziałania RCD 70
3.8.3 Czas zadziałania RCD 73

3.8.4 Pomiary w sieciach IT ... 76
3.9 Pomiary automatyczne wyłączników różnicowoprądowych RCD ... 77
3.9.1 Ustawienia pomiarów automatycznych RCD ... 77
3.9.2 Automatyczny pomiar RCD ... 78
3.10 Rezystancja izolacji ... 82
3.10.1 Ustawienia pomiarów ... 82
3.10.2 Pomiary z użyciem sond ... 86
3.10.3 Pomiary z użyciem adaptera UNI-Schuko (WS-03 i WS-04) ... 88
3.10.4 Pomiary z użyciem AutoISO-1000c ... 91
3.11 Niskonapięciowy pomiar rezystancji ... 95
3.11.1 Pomiar rezystancji ... 95
3.11.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrówn. prądem ±200 mA ... 98
3.12 Kolejność faz ... 102
3.13 Kierunek wirowania silnika ... 103
3.14 Natężenie oświetlenia ... 105
3.15 MPI-540-PV Rezystancja uziemienia (PV) ... 106
3.16 MPI-540-PV Rezystancja izolacji (PV) ... 107
3.17 MPI-540-PV Ciągłość połączeń (PV) ... 107
3.18 MPI-540-PV Napięcie DC otwartego obwodu U_{OC} ... 108
3.19 MPI-540-PV Prąd DC zwarcia I_{SC} ... 109
3.20 MPI-540-PV Test panelu inwertera η, P, I ... 110
3.20.1 Konfiguracja pomiaru ... 111
3.20.2 Odczyty bieżące ... 114
3.21 MPI-540-PV Zerowanie cęgów C-PV ... 115
3.22 MPI-540-PV Irradiancja i temperatura ... 115
4 Pomiary automatyczne ... 116
4.1 Wykonywanie pomiarów automatycznych ... 116
4.2 Tworzenie procedur pomiarowych ... 118
5 Rejestrator ... 120
5.1 Opis funkcjonalny ... 120
5.2 Główne elementy ekranu ... 122
5.2.1 Pasek górny ... 123
5.2.2 Pasek tytułowy ... 123
5.2.3 Okno główne ... 124
5.2.4 Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci ... 124
5.2.5 Pomoc ... 124
5.3 Podłączenie układu pomiarowego ... 125
5.3.1 Układy pomiarowe ... 125
5.3.2 Kontrola poprawności podłączenia ... 128
5.4 Konfiguracja rejestracji ... 129
5.4.1 Konfiguracja za pomocą miernika ... 129
5.4.2 Konfiguracja rejestracji ... 130
5.5 Ustawienia analizatora ... 132
5.5.1 Ustawienia sprzętowe – cęgi (sposób podłączenia) ... 132
5.5.2 Ustawienia – Ust. regionalne ... 133
5.5.3 Menedżery – menedżer plików ... 135
a. Przeglądanie danych ... 135
b. Podgląd danych ... 136
5.6 Podgląd bieżący sieci (tryb LIVE) ... 137
5.6.1 Przebiegi chwilowe napięć i prądów (oscylogramy) ... 137
5.6.2 Wykres czasowy wartości skutecznych ... 139

5.6.3 Odczyty bieżące – widok tabelaryczny ... 140
5.6.4 Wykres wektorowy składowych podstawowych (wskazowy) ... 142
5.6.5 Wykres/tabela harmonicznych ... 143
5.7 Włączanie i wyłączanie rejestracji ... 145
5.7.1 Przybliżone czasy rejestracji ... 145
5.7.2 Wskazówki dotyczące rejestracji ... 146
5.8 Analiza rejestracji ... 146
5.8.1 Wykres czasowy rejestracji ... 149
a. Opis funkcjonalny ... 149
b. Wybór parametrów do wykresu czasowego ... 151
c. Tworzenie i zarządzanie wykresem czasowym ... 152
5.8.2 Wykres harmonicznych przebiegu ... 154
5.8.3 Kalkulator kosztów energii ... 156
a. Opis funkcjonalny ... 156
b. Konfiguracja taryfikatora energii ... 157
5.9 Kalkulator strat energii ... 159
5.9.1 Opis funkcjonalny ... 159
5.9.2 Konfiguracja kalkulatora strat ... 160
5.10 Sprawność inwertera ... 161
6 Pamięć miernika ... 162
6.1 Pamięć pomiarów ... 162
6.1.1 Ustawienia pamięci ... 162
6.1.2 Organizacja pamięci ... 163
a. Podstawy poruszania się po menu Pamięć ... 164
b. Dodawanie nowego drzewa pomiarów ... 166
6.1.3 Zapis wyniku pomiaru ... 171
6.1.4 Przeglądanie zapisanych pomiarów ... 172
6.1.5 Udostępnianie zapisanych pomiarów ... 174
6.1.6 Przeszukiwanie pamięci miernika ... 175
6.2 Pamięć rejestratora ... 176
6.2.1 Karta pamięci microSD ... 176
6.2.2 Pamięć zewnętrzna USB (pendrive) ... 176
6.2.3 Współpraca z programem Sonel Analiza ... 176
6.2.4 Połączenie z PC i transmisja danych ... 177
7 Zasilanie miernika ... 178
7.1 Monitorowanie rozładowania akumulatorów ... 178
7.2 Wymiana akumulatorów ... 178
7.3 Ładowanie akumulatorów ... 179
7.4 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion) ... 180
8 Czyszczenie i konserwacja ... 181
9 Magazynowanie ... 181
10 Rozbiórka i utylizacja ... 181
11 Dane techniczne ... 182
11.1 Dane podstawowe ... 182
11.1.1 Pomiar napięć przemiennych (True RMS) ... 182
11.1.2 Pomiar częstotliwości ... 182
11.1.3 Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_{L-PE}, Z_{L-N}, Z_{L-L} ... 182
11.1.4 Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_{L-PE[RCD]}$ (bez wyzwalania wyłącznika RCD) ... 183
11.1.5 Pomiar parametrów wyłączników RCD ... 184

11.1.6 Pomiar rezystancji uziemienia R_E 187
11.1.7 Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji 188
11.1.8 Pomiar rezystancji izolacji 189
11.1.9 Pomiar oświetlenia 190
11.1.10 Kolejność faz 191
11.1.11 Wirowanie silnika 191
11.1.12 MPI-540-PV Pomiar napięcia DC obwodu otwartego U_{OC} 191
11.1.13 MPI-540-PV Pomiar prądu DC zwarcia I_{SC} 191
11.2 Dane rejestratora 191
11.2.1 Wejścia 191
11.2.2 Próbkowanie i zegar RTC 192
11.2.3 Pomiar napięcia 192
11.2.4 Pomiar prądu (True RMS) 193
11.2.5 Pomiar częstotliwości 193
11.2.6 Pomiar harmonicznych 194
11.2.7 Asymetria 194
11.2.8 Pomiar mocy i energii 194
11.2.9 Szacowanie niepewności pomiaru mocy i energii 195
11.3 Pozostałe dane techniczne 196
11.4 Dane dodatkowe 197
11.4.1 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-2 (R_{ISO}) 197
11.4.2 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-3 (Z) 197
11.4.3 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 (R ±200 mA) 197
11.4.4 Niepewności dodatkowe pomiaru rezystancji uziemienia (R_E) 197
11.4.5 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-6 (RCD) 198
11.5 Wykaz spełnianych norm 198
12 Akcesoria 199
12.1 Akcesoria standardowe 199
12.2 Akcesoria opcjonalne 200
12.2.1 MPI-540-PV Cęgi C-PV 206
13 Położenia pokrywy miernika 207
14 Producent 207
15 Usługi laboratoryjne 208

MPI-540-PV *Ikoną z nazwą miernika zaznaczono fragmenty tekstu dotyczące specyficznych cech danego urządzenia. Wszelkie inne fragmenty tekstu dotyczą wszystkich typów przyrządu.*

1 Bezpieczeństwo

Przyrząd MPI-540 jest przeznaczony do badań kontrolnych ochrony przeciwporażeniowej w sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego oraz rejestracji parametrów sieci elektroenergetycznych. Służy do wykonywania pomiarów, których wyniki określają stan bezpieczeństwa instalacji. W związku z tym, aby zapewnić odpowiednią obsługę i poprawność uzyskiwanych wyników, należy przestrzegać następujących zaleceń:

- Przed rozpoczęciem eksploatacji miernika należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją oraz zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.
- Zastosowanie miernika inne niż podane w niniejszej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Mierniki MPI-540 mogą być używane jedynie przez wykwalifikowane osoby posiadające wymagane uprawnienia do prac przy instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się miernikiem przez osoby nieuprawnione może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Stosowanie niniejszej instrukcji nie wyłącza konieczności przestrzegania przepisów BHP i innych właściwych przepisów przeciwpożarowych, wymaganych przy wykonywaniu prac danego rodzaju. Przed przystąpieniem do pracy przy stosowaniu urządzenia w warunkach specjalnych – np. o atmosferze niebezpiecznej pod względem wybuchowym i pożarowym – niezbędne jest przeprowadzenie konsultacji z osobą odpowiedzialną za bezpieczeństwo i higienę pracy.
- Niedopuszczalne jest używanie:
  - ⇒ miernika, który uległ uszkodzeniu i jest całkowicie lub częściowo niesprawny,
  - ⇒ przewodów z uszkodzoną izolacją,
  - ⇒ miernika przechowywanego zbyt długo w złych warunkach (np. zawilgoconego). Po przeniesieniu miernika z otoczenia zimnego do ciepłego o dużej wilgotności nie wykonywać pomiarów do czasu ogrzania miernika do temperatury otoczenia (ok. 30 minut).
- W przypadku rozładowania akumulatora do poziomu uniemożliwiającego dalsze pomiary miernik wyświetla stosowny komunikat, a następnie się wyłącza.
- Pozostawienie wyładowanych baterii w mierniku grozi ich wylaniem i uszkodzeniem miernika.
- Przed rozpoczęciem pomiaru należy sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych.
- Nie wolno używać miernika z niedomkniętą lub otwartą pokrywą baterii (akumulatorów) ani zasilać go ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Wejścia R_{ISO} miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem (np. na skutek przyłączenia do obwodu będącego pod napięciem) do 463 V RMS przez 60 sekund.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.



UWAGA!

Należy używać wyłącznie akcesoriów przeznaczonych dla danego przyrządu, wymienionych w **rozdz. 12**. Stosowanie innych akcesoriów może spowodować zagrożenie dla użytkownika, uszkodzenie gniazda pomiarowego oraz wprowadzać dodatkowe błędy pomiarowe.

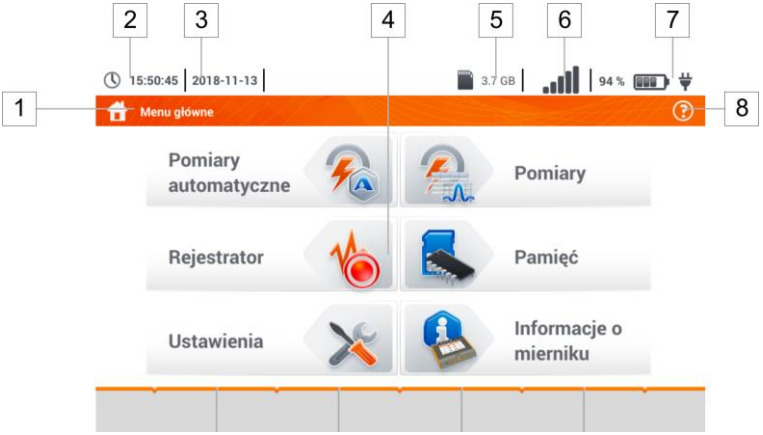


W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu, wygląd wyświetlacza dla niektórych funkcji może różnić się od tego przedstawionego w niniejszej instrukcji.

2 Menu główne

Ekran główny jest dostępny:

- po włączeniu miernika,
- w dowolnym momencie po wybraniu ikony na wyświetlaczu (nie dotyczy rejestratora).



Rys. 2.1 Główne elementy ekranu

1 **Nazwa aktywnego menu**
Fakt wprowadzenia zmiany, która jeszcze nie została zapisana, jest sygnalizowany symbolem * w nagłówku ekranu.



2 **Godzina**

3 **Data**

4 **Ekran główny**

5 **Wolne miejsce na karcie pamięci**
Jeśli karty nie ma w gnieździe, ikona jest przekreślona.

6 **Siła sygnału sieci bezprzewodowej**

7 **Kontrolka rozładowania baterii**

8 **Pomoc dla aktywnego menu**

- Wizualizacja układów połączeń
- Objaśnienia funkcji ikon

Dotknięcie wybranej pozycji w menu głównym przekierowuje do menu niższego poziomu. Dostępne opcje:

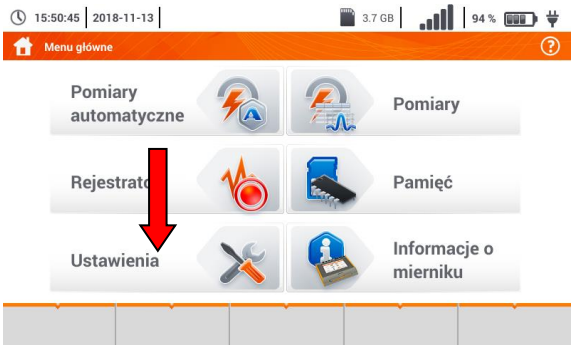
- **Rejestrator** – pomiar parametrów elektrycznych badanej sieci. Opis trybu rejestracji omówiono w **rozdz. 5,**
- **Ustawienia** – przejście do ustawień głównych funkcji miernika oraz jego parametrów,
- **Pomiary** – wybór funkcji pomiarowej. Opis poszczególnych funkcji zawarto w **rozdz. 3,**

- **Pamięć** – przeglądanie i zarządzanie zapisanymi wynikami pomiarów. Szczegółowy opis funkcji zawarto w **rozdz. 6.1,**
- Informacje o mierniku.

2.1 Ustawienia miernika

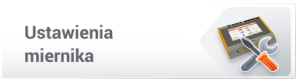
Z poziomu ekranu **Ustawienia miernika** można ustawić **datę**, **czas** i **jasność** wyświetlacza.

1



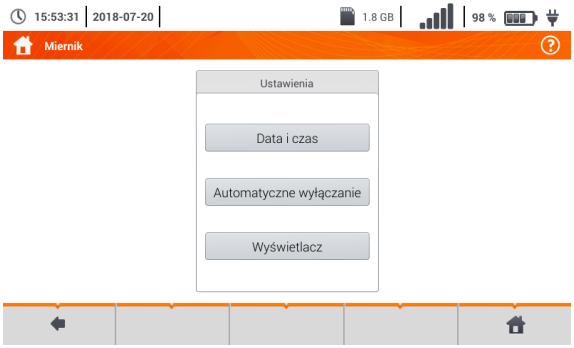
W menu głównym wybrać **Ustawienia**.

2



Wybrać **Ustawienia miernika**.

3

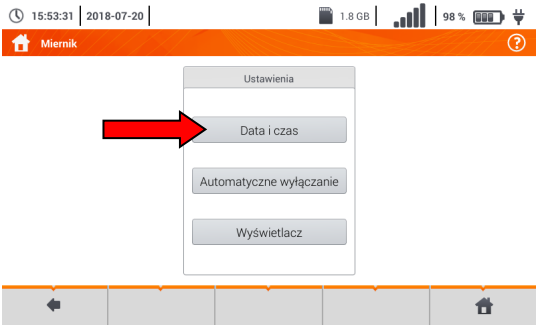


Parametry do zmiany

- Data i czas (**rozdz. 2.1.1**)
- Automatyczne wyłączanie (**rozdz. 2.1.2**)
- Wyświetlacz (**rozdz. 2.1.3**)

2.1.1 Ustawienie daty i czasu

(1)



Wybrać pozycję **Data i czas**.

(2)



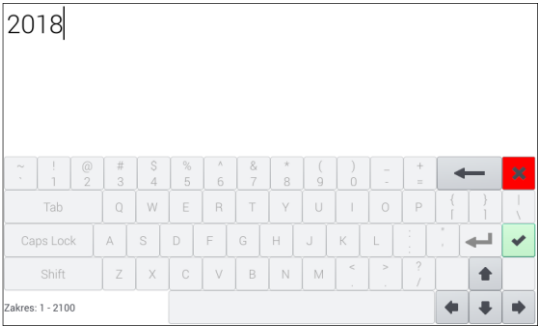
Dotknąć odpowiedniej ikony celem modyfikacji wybranego parametru:

zwiększenie wartości o 1,

zmniejszenie wartości o 1,

2018 dotknięcie wywołuje pole do ręcznego wprowadzenia wartości (krok (3)).

(3)

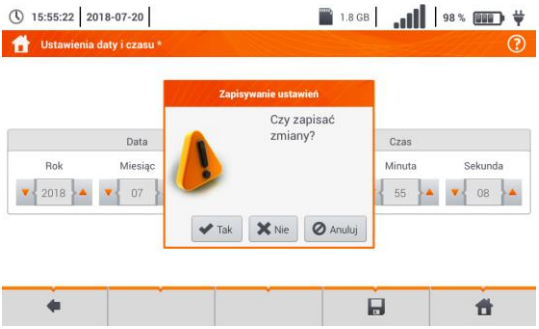


Skasować istniejący wpis i ręcznie wprowadzić żądaną wartość.

Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i powrót do kroku (2)
- akceptacja zmian i przejście do kroku (4)

④



Opis ikon funkcyjnych

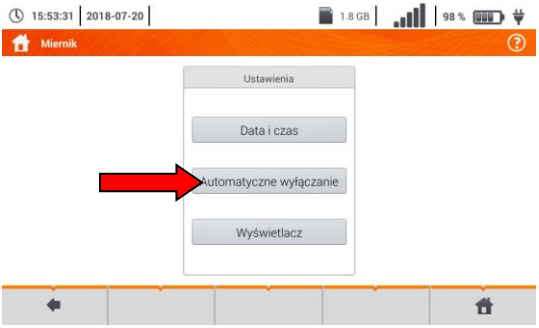
powrót do poprzedniego ekranu. Pod dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany (rysunek):
Tak – akceptacja wyboru,
Nie – odrzucenie zmian,
Anuluj – anulowanie akcji

zapisanie zmian

powrót do menu głównego

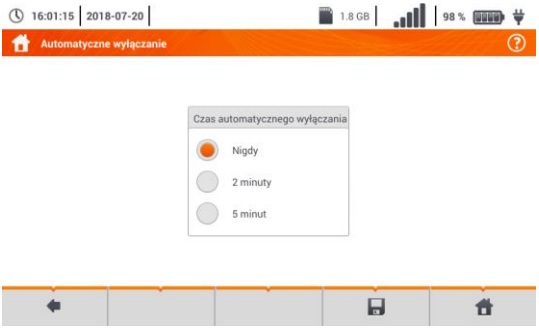
2.1.2 Automatyczne wyłączanie

①



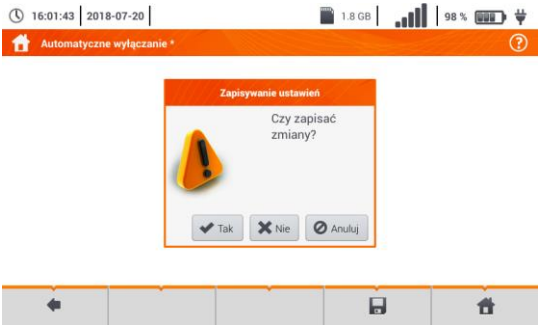
Wybrać pozycję **Automatyczne wyłączanie**.

②



Ustawić żądaną opcję.

③



Opis ikon funkcyjnych

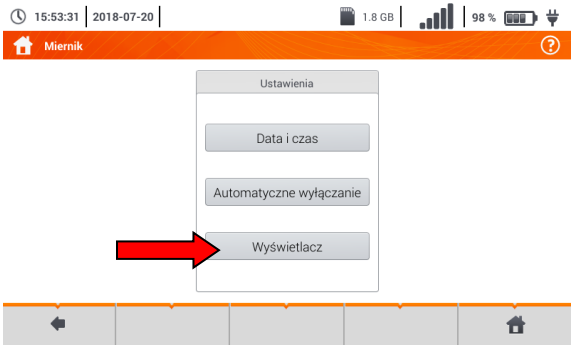
powrót do poprzedniego ekranu. Pod dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany:
Tak – akceptacja wyboru,
Nie – odrzucenie zmian,
Anuluj – anulowanie akcji

zapisanie zmian

powrót do menu głównego

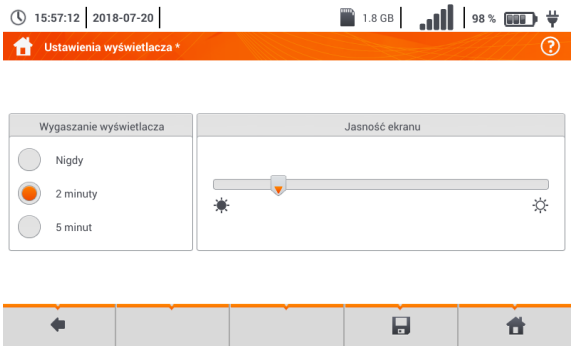
2.1.3 Parametry wyświetlacza

1



Wybrać pozycję **Wyświetlacz**.

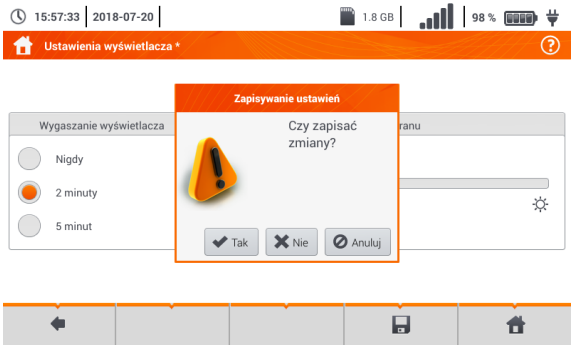
2



Parametry podlegające zmianie

- **czas**, po którym następuje wygaszenie wyświetlacza – wybrać żądaną opcję
- **jasność** wyświetlacza – przesunąć wskaźnik suwaka

3



Opis ikon funkcyjnych

- powrót do poprzedniego ekranu. Pod dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany:
  Tak – akceptacja wyboru,
  Nie – odrzucenie zmian,
  Anuluj – anulowanie akcji
- zapisanie zmian
- powrót do menu głównego

2.2 *Ustawienia pomiarów*

Z menu **Ustawienia pomiarów** możliwa jest edycja:

- parametrów sieci,
- bazy zabezpieczeń
- MPI-540-PV parametrów instalacji fotowoltaicznej,
- MPI-540-PV bazy modułów fotowoltaicznych.

2.2.1 Podmenu Pomiary

Opcja **Pomiary** zawiera następujące pozycje:

- napięcie znamionowe sieci,
- częstotliwość sieci,
- sposób prezentacji wyniku pętli zwarcia,
- typ sieci zasilającej badany obiekt,
- układ jednostek,
- ustawienia pamięci (autoinkrementacja komórek pamięci),
- licznik czasu w pomiarach automatycznych,
- MPI-540-PV minimalna wartość irradiancji do przeliczeń do warunków STC,
- MPI-540-PV źródło pomiaru temperatury,
- MPI-540-PV liczba modułów fotowoltaicznych w szeregu,
- MPI-540-PV liczba modułów fotowoltaicznych równolegle,
- norma pomiaru RCD EV.

Przed pomiarami należy wybrać **typ sieci**, z jakiej zasilany jest badany obiekt. Następnie należy wybrać **napięcie znamionowe sieci U_n** (110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V lub 240/415 V). Napięcie to jest wykorzystywane do wyliczenia wartości spodziewanego prądu zwarciowego.

Określenie **częstotliwości sieci**, będącej źródłem potencjalnych zakłóceń, jest niezbędne dla dobrania odpowiedniej częstotliwości sygnału pomiarowego w pomiarach rezystancji uziemienia. Dobór ten zapewnia optymalną filtrację zakłóceń. Miernik przystosowany jest do filtracji zakłóceń pochodzących z sieci 50 Hz i 60 Hz.

Norma pomiaru RCD EV określa parametry pomiaru zabezpieczeń RCD dedykowanych do obszaru elektromobilności i fotowoltaiki.

Ustawienie **Autoinkrementacji** jako aktywnej (→) sprawia, że każdy zapisany pomiar (**rozdz. 6.1.3**) umieszczany jest w automatycznie tworzonym, nowym punkcie pomiarowym (**rozdz. b** krok (14)).

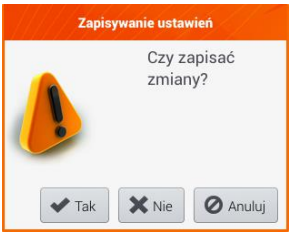
Licznik czasu w pomiarach automatycznych określa odstęp czasowy, w jakim startują kolejne kroki procedury pomiarowej.

(1)



- Ikoną rozwinąć listę wyboru.
- Wybrać żądaną wartość parametru.

②



Opis ikon funkcyjnych

powrót do poprzedniego ekranu. Po dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany:
Tak – akceptacja wyboru,
Nie – odrzucenie zmian,
Anuluj – anulowanie akcji

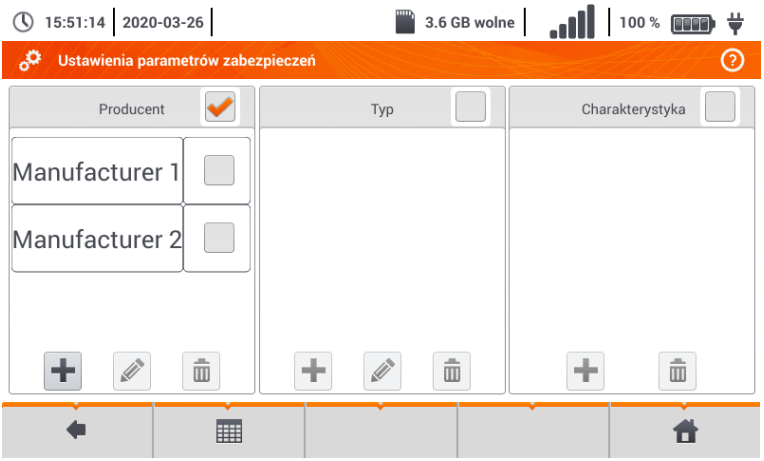
zapisanie zmian

powrót do menu głównego

2.2.2 Podmenu Zabezpieczenia

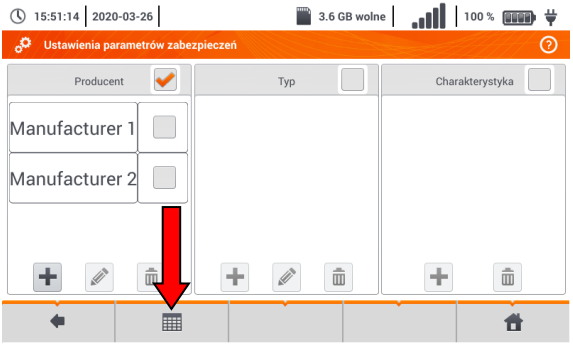
Na ekranie **Zabezpieczenia** można zdefiniować i edytować parametry wyłączników nadprądowych, to jest:

- producenta,
- model (typ) zabezpieczenia,
- charakterystykę zabezpieczenia.

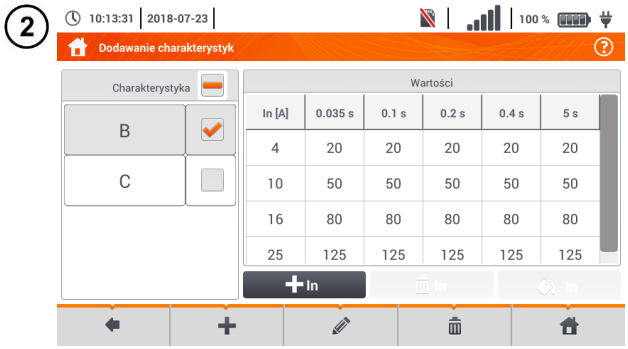


a. Dodawanie charakterystyki zabezpieczeń

①



- Wybrać ikonę .
- Pojawi się menu dodawania charakterystyk czasowo-prądowych zabezpieczeń.

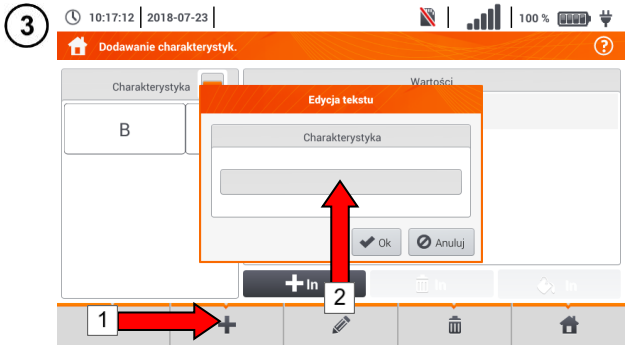


Dostępne opcje

- In dodanie charakterystyki dla wybranego prądu znamionowego zabezpieczenia.
- In usunięcie charakterystyki dla wybranego prądu znamionowego zabezpieczenia.
- In wklejenie ustawionej wartości dla rekordów w całym wierszu lub tabeli.

Opis ikon funkcyjnych

- charakterystyka nieaktywna
- charakterystyka aktywna
- dodanie nowej charakterystyki
- edycja nazwy aktywnej charakterystyki
- usunięcie aktywnej charakterystyki
- powrót do poprzedniego ekranu
- przejście do menu głównego



Aby utworzyć nową charakterystykę:

- wybrać ikonę ➕,
- dotknąć pole wyboru nazwy.

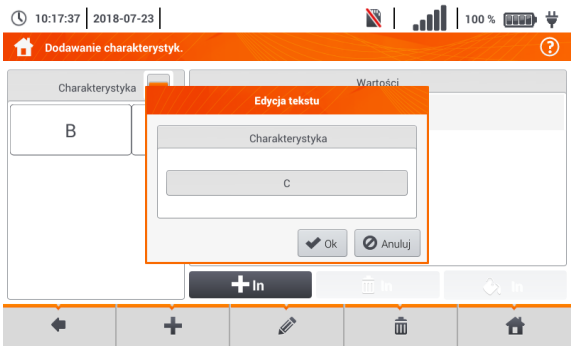


Wprowadzić nazwę z klawiatury dotykowej (dłuższe przytrzymanie niektórych przycisków wywołuje polskie znaki).

Funkcje ikon

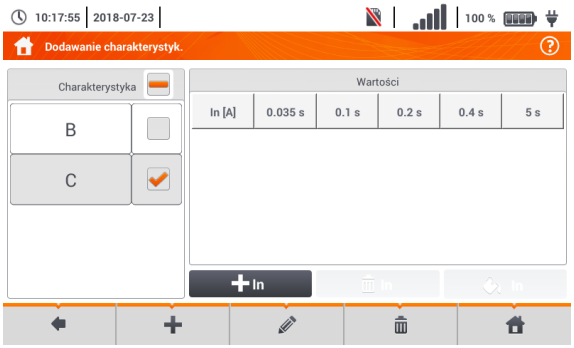
- odrzucenie zmian i powrót do kroku (3)
- akceptacja zmian i przejście do kroku (5)

5



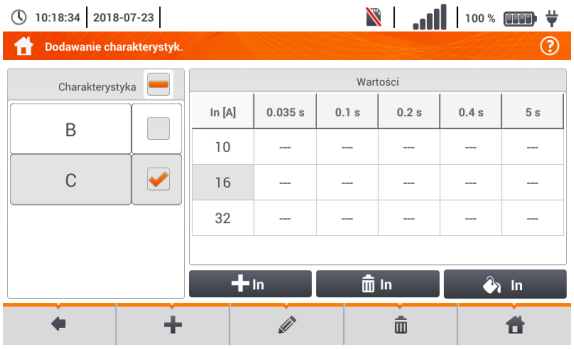
Opis ikon funkcyjnych
Ok – akceptacja nazwy
Anuluj – anulowanie akcji

6



- Uaktywnić utworzoną charakterystykę .
- Ikoną In dodać prąd znamionowy zabezpieczenia.
- Edytując dane zabezpieczeń, postępować analogicznie jak w krokach (3)(4)(5).

7



- Wybrać dowolną pozycję w wierszu, aby uaktywnić wiersz z danymi.
- Uaktywnią się ikony In In.

8



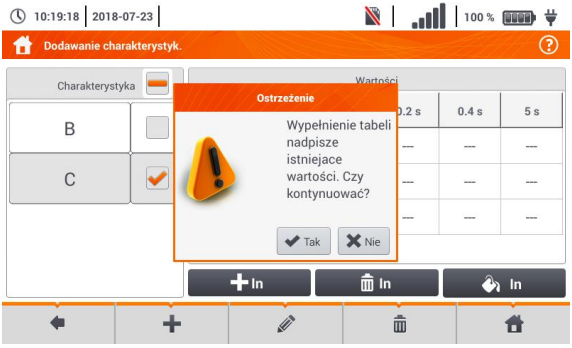
Po wybraniu In dostępne są opcje:

- **parametr K** – ustawienie krotności prądu znamionowego zabezpieczenia (parametr charakterystyki czasowo-prądowej),
- **wypełnij wiersz** – skopiowanie wartości K do wybranego wiersza,
- **wypełnij tabelę** – skopiowanie wartości K do wszystkich rekordów.

- Dotknąć pola edycji parametru K.
- Wprowadzić wartość parametru analogicznie jak w kroku (4).

Opis ikon funkcyjnych
Ok – akceptacja wyboru
Anuluj – anulowanie zmian

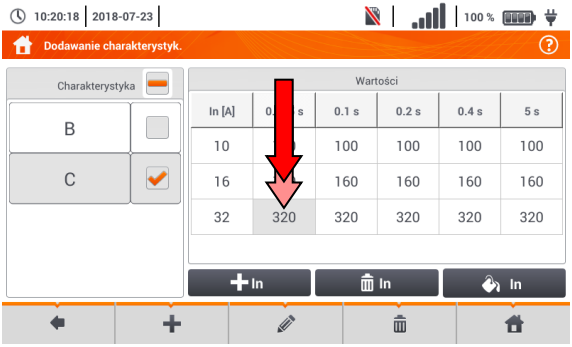
9



Pojawi się monit potwierdzenia wyboru.

Opis ikon funkcyjnych
Tak – akceptacja wyboru
Nie – odrzucenie zmian

10



Aby zmienić zawartość wybranej komórki, dotknąć ją **dwukrotnie**.

11

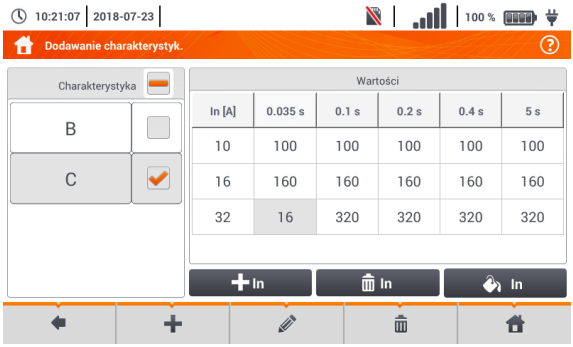


Pojawi się klawiatura ekranowa. Skasować dotychczasowy wpis i wprowadzić żądany.

Funkcje ikon

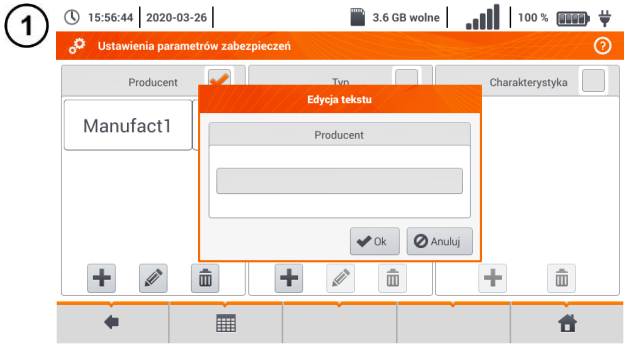
- odrzucenie zmian i powrót do menu dodawania charakterystyk
- akceptacja zmian i powrót do menu dodawania charakterystyk

12



Wybrać ikonę , aby wrócić do menu zabezpieczeń.

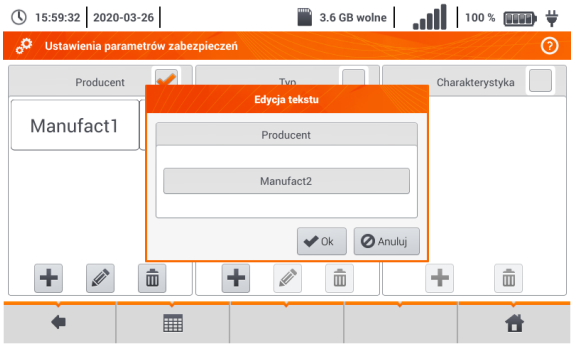
b. Dodawanie zabezpieczeń



▼



▼

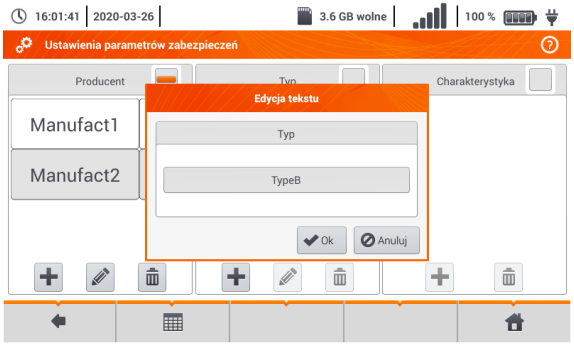


Dodać producenta

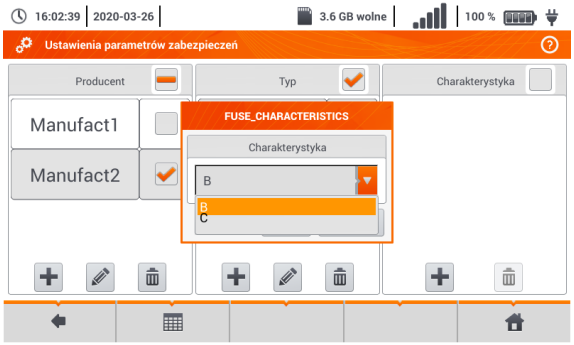
- W kolumnie **Producent** wybrać ikonę ➕.
- Dotknąć pola wprowadzania nazwy.
- Wprowadzić nazwę z klawiatury dotykowej (dłuższe przytrzymanie niektórych przycisków wywołuje polskie znaki).

Funkcje ikon

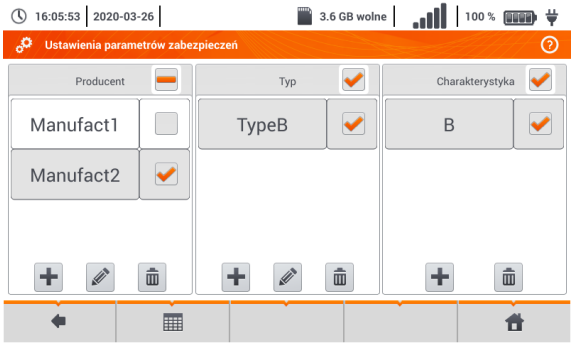
- odrzucenie zmian
- akceptacja zmian i przejście do kroku (2)



- Zaznaczyć producenta.
- W kolumnie **Typ** wybrać ➕.
- Wprowadzić typ zabezpieczenia analogicznie jak w kroku (1).



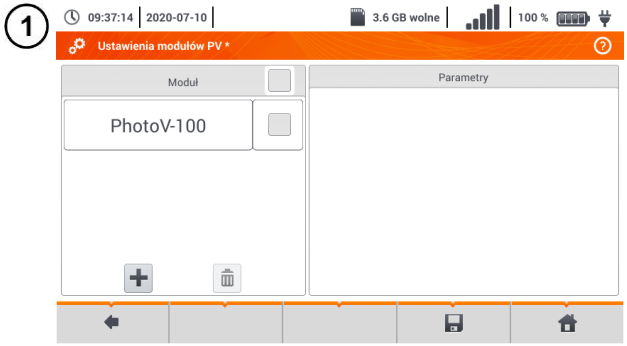
- Zaznaczyć typ zabezpieczenia, do którego wprowadzana będzie charakterystyka.
- W kolumnie **Charakterystyka** wybrać ➕.
- Wybrać z listy żądaną charakterystykę.



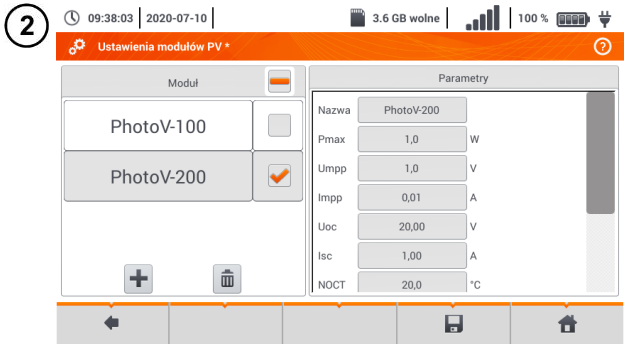
Opis ikon funkcyjnych

- rekord nieaktywny
- rekord aktywny
- ➕ dodanie nowego rekordu
- edycja nazwy aktywnego rekordu
- usunięcie aktywnego rekordu
- powrót do poprzedniego ekranu
- powrót do menu głównego

2.2.3 MPI-540-PV Podmenu Moduły PV



- W kolumnie **Moduł** ikoną ➕ dodać moduł PV.
- W kolumnie **Parametry** uzupełnić parametry modułu.



Opis ikon funkcyjnych

- rekord nieaktywny
- rekord aktywny
- dodanie nowego rekordu
- usunięcie aktywnego rekordu
- powrót do poprzedniego ekranu
- powrót do menu głównego

Lista parametrów

Nazwa – nazwa modułu
Pmax – moc w punkcie MPP*
Umpp – napięcie w punkcie MPP*
Impp – prąd w punkcie MPP*
Uoc – napięcie jałowe
Isc – prąd zwarcia
NOCT – temperatura ogniw przy pracy znamionowej
alpha – temperaturowy współczynnik prądu Isc
beta – temperaturowy współczynnik napięcia Uoc
gamma – temperaturowy współczynnik mocy Pmax
R_S - szeregowa rezystancja modułu PV

* MPP – punkt mocy maksymalnej

2.3 Komunikacja

2.3.1 Komunikacja przez USB

Zabudowany w mierniku port USB typu B służy do podłączenia miernika do komputera celem zaczytania danych zapisanych w jego pamięci. Dane można pobrać i odczytać za pomocą oprogramowania dostarczanego przez producenta.

- **Sonel Analiza** – program umożliwia obsługę rejestratora miernika oraz wszystkich analizatorów z serii PQM. Pozwala na odczyt danych z rejestratora oraz analizę danych.
- **Sonel Reader** – program służy do pobierania z pamięci miernika zapisanych danych. Ponadto umożliwia transfer danych do komputera PC, zapis do popularnych formatów oraz wydruk.
- **Sonel Pomiary Elektryczne** – program służy do pobrania z pamięci miernika zapisanych danych oraz tworzenia na ich podstawie profesjonalnego raportu z pomiarów.

Szczegółowe informacje dostępne są u producenta i dystrybutorów.

1. Podłączyć przewód do portu USB komputera i gniazda USB typu B w mierniku.
2. Uruchomić program.



Aktualne wersje oprogramowania można znaleźć na stronie internetowej producenta.

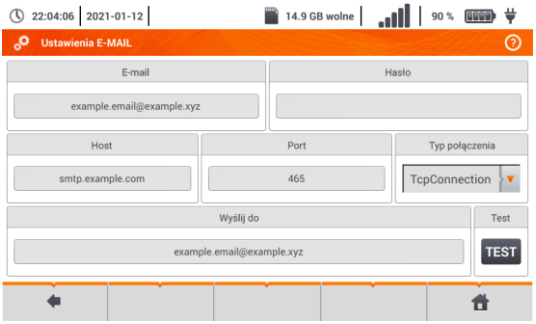
2.3.2 Połączenie z siecią Wi-Fi

1. Przejść do sekcji **Ustawienia ► Ustawienia komunikacji ► Wi-Fi**.
2. Włączyć Wi-Fi (na górnym pasku powinna pojawić się ikona statusu Wi-Fi).
3. Wybrać na liście sieć z dostępem do Internetu. Dotknąć jej dwukrotnie i - jeżeli jest zabezpieczona - wpisać hasło. W celu wylogowania się z sieci również należy dotknąć ją dwukrotnie.
4. Wybrać **Ok** i sprawdzić, miernik połączył się z siecią. Ikona statusu Wi-Fi wskaże wówczas siłę sygnału.

2.3.3 MPI-540-PV Połączenie z miernikiem irradiancji

1. Przejść do sekcji **Ustawienia ► Ustawienia komunikacji ► LoRa**.
2. Podłączyć adapter LoRa do gniazda USB miernika. Na górnym pasku pojawi się symbol **LoRa**.
3. Wprowadzić miernik irradiancji w tryb parowania. Wprowadzić jego numer seryjny do MPI-540-PV.
4. Wybrać **Paruj**.

2.3.4 Ustawienia e-mail



- Przejść do sekcji **Ustawienia ► Ustawienia komunikacji ► Ustawienia e-mail**.
- Uzupełnić pola na ekranie: parametry skrzynki nadawczej, adres skrzynki docelowej.
- Nacisnąć **TEST**, aby wysłać testowego e-maila.

Funkcja działa z wybranymi dostawcami poczty elektronicznej. Lista dostawców znajduje się na stronie internetowej producenta.

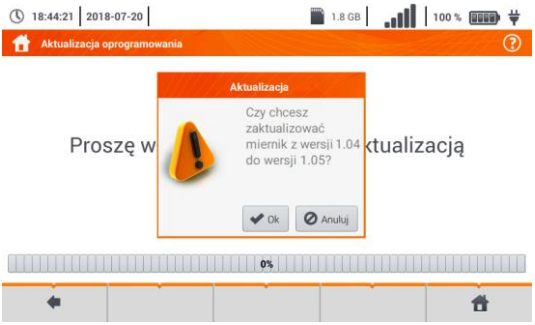
2.4 Aktualizacja oprogramowania

UWAGA!

- Przed aktualizacją oprogramowania należy naładować akumulatory.
- W czasie aktualizacji nie wolno wyłączać miernika.

2.4.1 Aktualizacja przez USB

1. Ze strony internetowej producenta (www.sonel.pl) pobrać plik aktualizacji.
2. Nagrać plik na pamięć USB. Pamięć musi posiadać system plików w formacie FAT32.
3. Wybrać **Ustawienia ► Aktualizacja**, by przejść do menu aktualizacji.
4.



- Włożyć pamięć USB do gniazda USB typu A w mierniku. Pojawi się ekran informacyjny.
- Aby rozpocząć proces aktualizacji, wybrać **Ok** w oknie informacyjnym.

Alternatywnie można nacisnąć przycisk **Aktualizuj przez Wi-Fi**. Wówczas należy postępować zgodnie z **rozdz. 2.4.2**.

2.4.2 Aktualizacja przez Wi-Fi

1. Połączyć się z siecią Wi-Fi zgodnie z **rozdz. 2.3.2**.

2. Wybrać jedno z poniższych.
   - Przejść do **Ustawienia ► Aktualizacja** i wybrać **Aktualizuj przez Wi-Fi**.
   - Uruchomić ponownie miernik.

3. Przyrząd automatycznie sprawdzi, czy jest dostępna aktualizacja oprogramowania. Jeżeli jest, wyświetli się okno z prośbą o akceptację aktualizacji.

4. Aby rozpocząć proces aktualizacji, wybrać **Ok** w oknie informacyjnym.

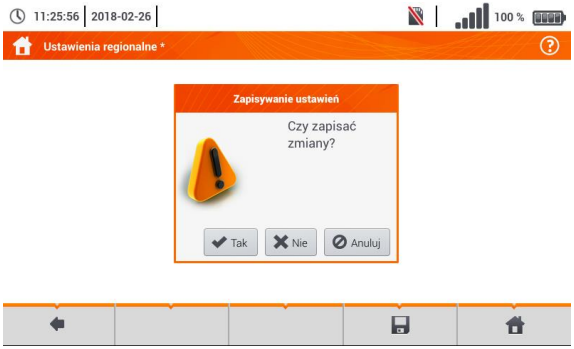
Zabezpieczenia wewnątrz niektórych sieci mogą sprawić, że miernik nie zdoła się połączyć z serwerem aktualizacji producenta – wówczas wyświetli się komunikat **Nie można przeprowadzić aktualizacji Wi-Fi…**

2.5 Ustawienia regionalne

1. 

- Wybrać **Ustawienia ► Regionalne**, aby przejść do menu wyboru języka.
- Rozwinąć listę języków do wyboru.
- Wybrać żądany język.

Opis ikon funkcyjnych
- powrót do poprzedniego ekranu (może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany)
- zapisanie zmian
- powrót do menu głównego

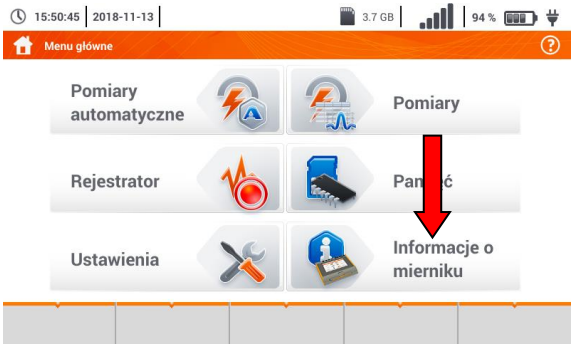
2. 

Jeżeli nie zapisano zmian, ale wybrano ikoną powrót do poprzedniego ekranu, pojawi się monit potwierdzenia wyboru.

Opis ikon funkcyjnych
Tak – akceptacja wyboru
Nie – odrzucenie wyboru
Anuluj – anulowanie akcji

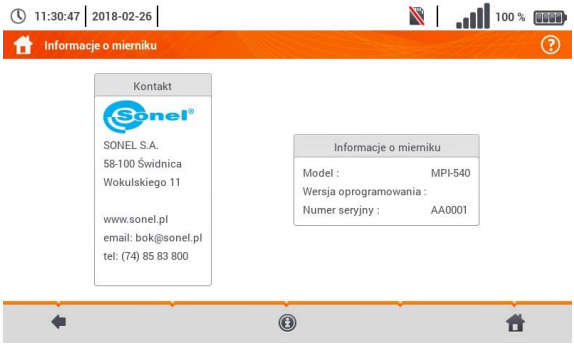
2.6 *Informacje o mierniku*

1



W menu głównym wybrać **Informacje o mierniku**.

2



Menu zawiera informacje o producencie i mierniku.

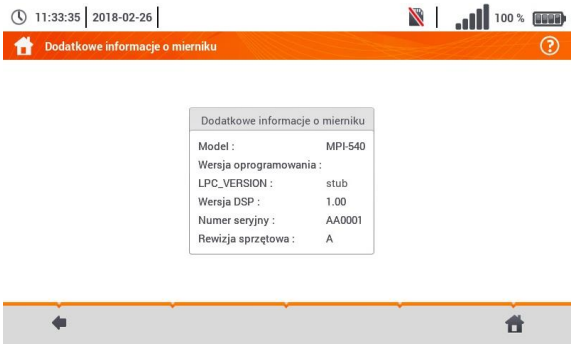
Opis ikon funkcyjnych

powrót do poprzedniego ekranu (może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany)

wyświetlenie informacji szczegółowych

powrót do menu głównego

3



Ekran po wybraniu ikony .

3 Pomiary

Z menu **Pomiary** dostępne są następujące badania.

Pomiary niskonapięciowe LV:

- impedancja pętli zwarcia ($Z_{L-N, L-L}$, Z_{L-PE}, $Z_{L-PE[RCD]}$ z zabezpieczeniem RCD),
- spadek napięcia **ΔU**,
- rezystancja izolacji R_{ISO},
- sprawdzenie parametrów wyłącznika różnicowoprądowego (prąd zadziałania **RCD** I_A, czas zadziałania **RCD** t_A, pomiary w trybie automatycznym),
- rezystancja R_X,
- ciągłość połączeń R_{CONT},
- kolejność faz **1-2-3**,
- kierunek wirowania wirnika silnika **U-V-W**,
- rezystancja uziemienia R_E,
- rezystywność gruntu **Ωm**,
- natężenie oświetlenia **Lux**.

MPI-540-PV **Pomiary urządzeń fotowoltaicznych PV:**

- ciągłość połączeń ochronnych i wyrównawczych R_{CONT},
- rezystancja uziemienia R_E,
- rezystancja izolacji R_{ISO} **PV**,
- napięcie otwartego obwodu U_{OC},
- prąd zwarcia I_{SC},
- prądy i moce po stronie AC i DC inwertera oraz jego sprawność **η, P, I**,
- irradiancja **Irr**.

OSTRZEŻENIE

W czasie pomiarów (pętla zwarcia, RCD) nie wolno dotykać części przewodzących dostępnych i obcych w badanej instalacji.

- Należy dokładnie zapoznać się z treścią tego rozdziału. Zostały w nim opisane **układy pomiarowe**, **sposoby wykonywania** pomiarów i podstawowe zasady **interpretacji wyników**.
- W czasie trwania dłuższych pomiarów wyświetlany jest pasek postępu.
- Wynik ostatniego pomiaru jest wyświetlany, dopóki nie nastąpi:
  uruchomienie kolejnego pomiaru,
  zmiana parametrów pomiaru,
  zmiana funkcji pomiarowej,
  wyłączenie miernika.
- Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

3.1 Diagnostyka przeprowadzana przez miernik – limity

Miernik ma możliwość oceny, czy wynik pomiaru mieści się w dopuszczalnych granicach dla wybranego urządzenia ochronnego lub wartości granicznej. W tym celu można ustawić limit, czyli graniczną wartość, jakiej wynik nie powinien przekroczyć. Jest to możliwe dla wszystkich funkcji pomiarowych za wyjątkiem:

- pomiarów RCD (I_A, t_A), dla których limity są włączone na stałe,
- pomiarów impedancji pętli zwarcia, gdzie limit wyznaczany jest pośrednio, przez wybór odpowiedniego zabezpieczenia nadprądowego, dla którego przyporządkowane są standardowe wartości graniczne,
- rejestratora.

Dla pomiarów rezystancji izolacji i oświetlenia limit jest wartością **minimalną**. Dla pomiarów impedancji pętli zwarcia, rezystancji uziemienia oraz rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych – wartością **maksymalną**.

Limity ustawia się w danym menu pomiarowym. Po każdym pomiarze miernik wyświetla symbole:

- wynik mieści się w granicach wyznaczonych przez limit,
- wynik nie mieści się w granicach wyznaczonych przez limit,
- brak możliwości oceny poprawności wyniku. Symbol jest wyświetlany m.in. gdy nie ma jeszcze wyniku, np. w czasie trwania pomiaru lub gdy nie został jeszcze wykonany żaden pomiar.

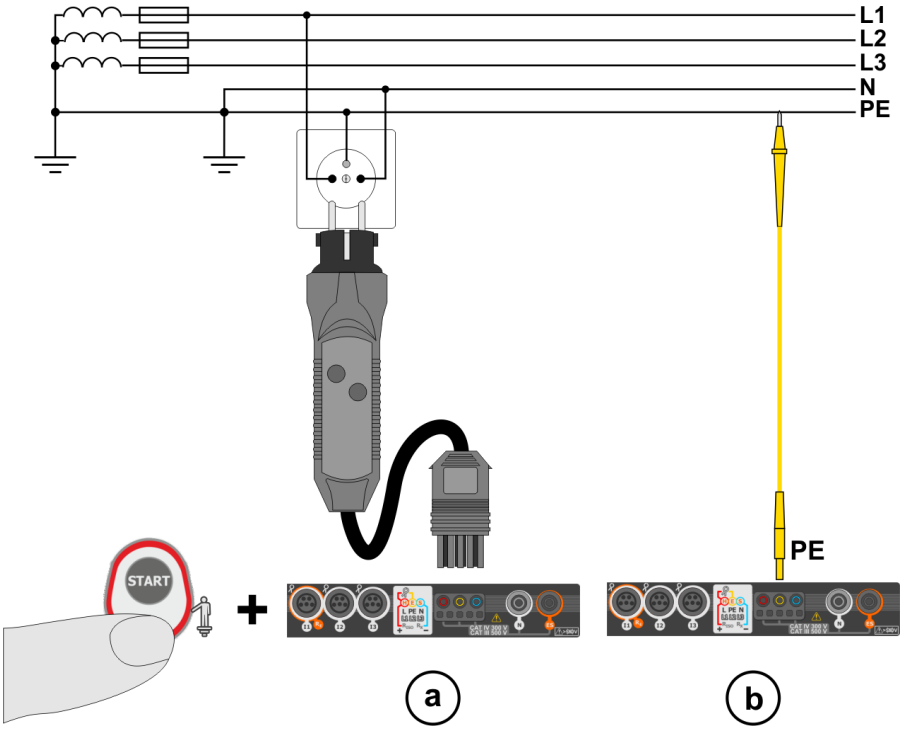
Sposób ustawiania limitów jest opisany w rozdziałach dotyczących danych pomiarów.

3.2 Pomiar napięcia przemiennego i częstotliwości

Miernik mierzy i wyświetla napięcie przemienne i częstotliwość sieci w wybranych funkcjach pomiarowych zgodnie z poniższą tabelą.

Funkcja pomiarowa	U	f
Z_{L-N}	•	•
Z_{L-PE}	•	•
$Z_{L-PE[RCD]}$	•	•
R_{ISO}	•	
RCD I_A	•	•
RCD t_A	•	•
R_x		
R_{CONT}		
Kolejność faz	•	
Wirowanie silnika	•	
Rezystancja uziemienia R_E	•	
Rezystywność gruntu	•	
Natężenie oświetlenia		
Rejestrator	•	•

3.3 Sprawdzenie poprawności wykonania połączeń przewodu ochronnego



Po podłączeniu miernika jak na rysunku dotknąć elektrody dotykowej i odczekać około **1 s**. Jeżeli zostanie stwierdzone napięcie na przewodzie PE, przyrząd:

- wyświetli napis **PE!** (błąd w instalacji, przewód PE podłączony do przewodu fazowego) oraz
- wygeneruje ciągły sygnał dźwiękowy.

Możliwość ta jest dostępna dla wszystkich funkcji pomiarowych dotyczących wyłączników RCD oraz pętli zwarcia **za wyjątkiem pomiaru $Z_{L\text{-}N,\ L\text{-}L}$**.

OSTRZEŻENIE

Po stwierdzeniu obecności napięcia fazowego na przewodzie ochronnym PE należy natychmiast przerwać pomiary i usunąć błąd w instalacji.

- Należy upewnić się, że w czasie pomiaru stoimy na nieizolowanym podłożu. Podłoże izolowane może spowodować błędny wynik sprawdzenia.
- Jeśli napięcie na przewodzie PE przekroczy dopuszczalną wartość (ok. 50 V), miernik zasygnalizuje ten fakt.
- Jeżeli w **rozdz. 2.2.1** krok (1) wybrano sieć IT, elektroda dotykowa jest **nieaktywna**.

3.4 Parametry pętli zwarcia

UWAGA!

- Jeżeli w badanej sieci występują wyłączniki różnicowoprądowe, to na czas trwania pomiaru impedancji należy je pominąć poprzez zmostkowanie (wykonanie obejścia). Trzeba jednak pamiętać, że w ten sposób dokonuje się zmian w mierzonym obwodzie i wyniki mogą się minimalnie różnić od rzeczywistych.
- Każdorazowo po pomiarach należy usunąć z instalacji zmiany wykonane na czas pomiarów i sprawdzić działanie wyłącznika różnicowoprądowego.
- Powyższe uwagi **nie dotyczą** pomiarów impedancji pętli przy użyciu funkcji **$Z_{L\text{-}PE\ [RCD]}$**.
- Pomiary impedancji pętli zwarcia **za falownikami** są **nieskuteczne**, a wyniki pomiarów **niewiarygodne**. Wynika to ze zmienności impedancji wewnętrznej układów falownika podczas jego pracy. Nie należy wykonywać pomiarów impedancji pętli zwarcia bezpośrednio za falownikami.

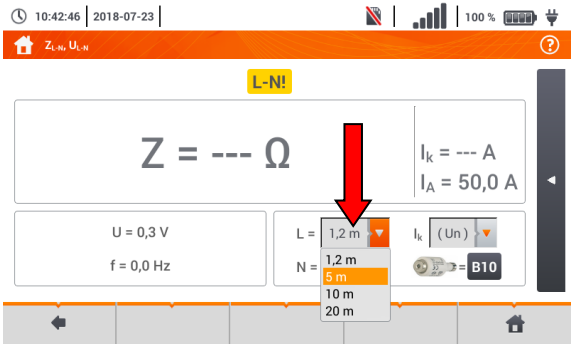
3.4.1 Ustawienia pomiarów

1



Wybrać pozycję **$Z_{L\text{-}N,\ L\text{-}L}$**, **$Z_{L\text{-}PE}$** lub **$Z_{L\text{-}PE[RCD]}$**.

2

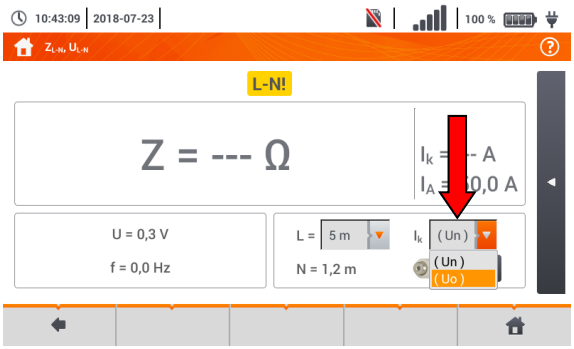


Poprawność pomiaru jest uzależniona od prawidłowego ustawienia długości przewodów pomiarowych.

Jeżeli do miernika **nie podłączono adaptera typu WS**, w menu dostępne są długości standardowych przewodów pomiarowych producenta.

- W takiej sytuacji dotknąć pole listy rozwijanej.
- Wybrać żądaną długość przewodów.

3



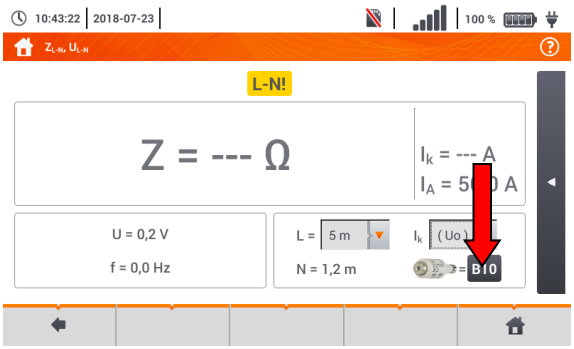
Spodziewany prąd zwarciowy **I_k** może być wyliczony na podstawie jednej z dwóch wielkości:

- napięcia znamionowego sieci **U_n**,
- napięcia zmierzonego przez miernik **U_0**.

Sens fizyczny parametru przedstawiono w **rozdz. 3.4.5**.

- Dotknąć pola listy rozwijanej.
- Wybrać żądaną wielkość.

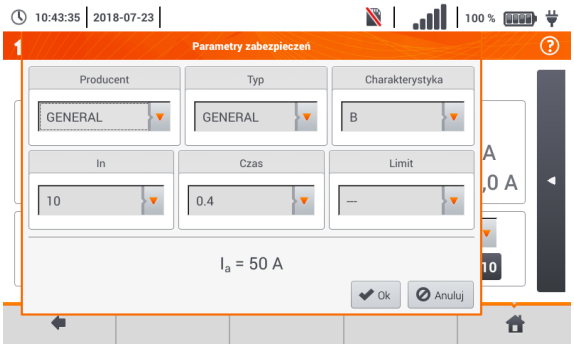
④



Wynik pomiaru można porównać z kryterium dopuszczalnej impedancji pętli zwarcia $\mathbf{Z_{sdop}}$, określanej na podstawie parametrów zabezpieczenia mierzonego obwodu:
- o charakterystyki,
- o prądu znamionowego.

- Dotknąć pola z typem zabezpieczenia.

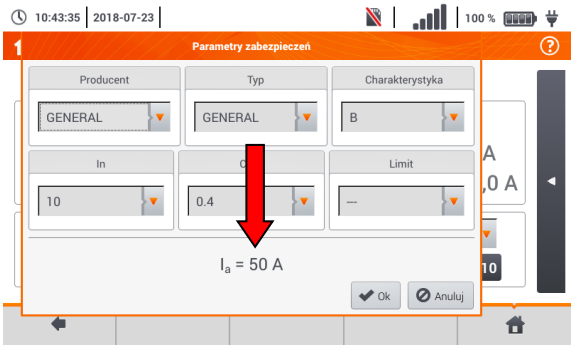
⑤



Opcje do wyboru

- **Producent**
  - o GENERAL – brak określonego producenta
  - o producenci zdefiniowani w pamięci miernika (**rozdz. 2.2.2**)
- **Typ**
  - o GENERAL – brak określonego typu
  - o typy zdefiniowane w pamięci miernika (**rozdz. 2.2.2**)
- **Charakterystyka czasowo-prądowa**
- **Prąd znamionowy I_N**
- **Dopuszczalny czas zadziałania**
- **Limit** – limit wynikający z normy EN 60364-6
  - o **- - -** – I_a jest jak w tabelach normy – bez korekcji
  - o **2/3Z** – I_a jest powiększany o wartość $0{,}5I_a$

⑥

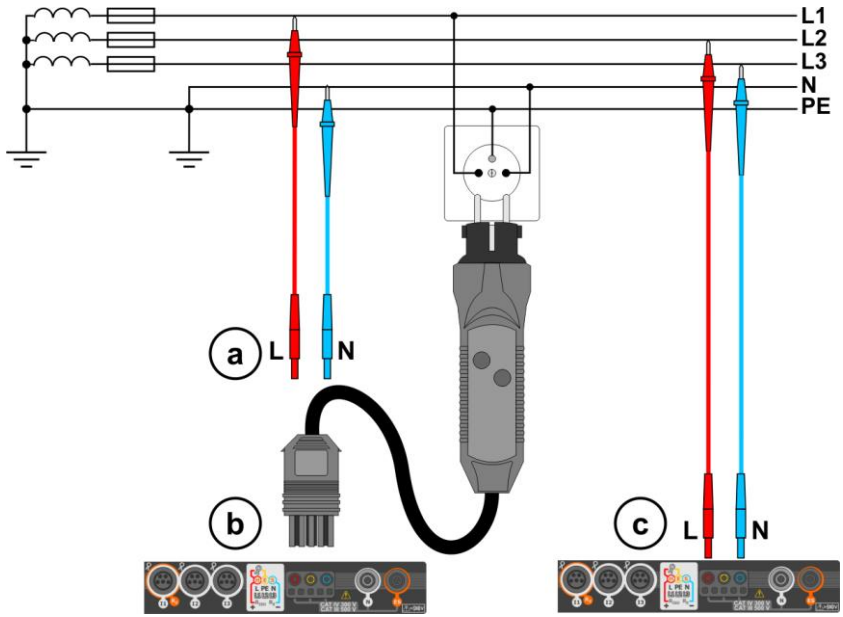


Po ustawieniu parametrów w krokach ⑥⑦ wyliczony zostaje prąd.
I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie.

Opis ikon funkcyjnych
Ok – akceptacja ustawień zabezpieczenia
Anuluj – anulowanie akcji

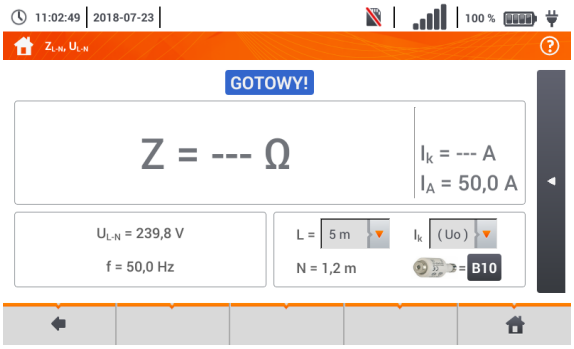
3.4.2 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L

1. Podłączyć przewody pomiarowe wg rysunku:
   (a) lub (b) dla pomiaru w obwodzie L-N,
   (c) dla pomiaru w obwodzie L-L.



2. 

Wybrać pozycję **$Z_{L-N,\ L-L}$**.

3. 

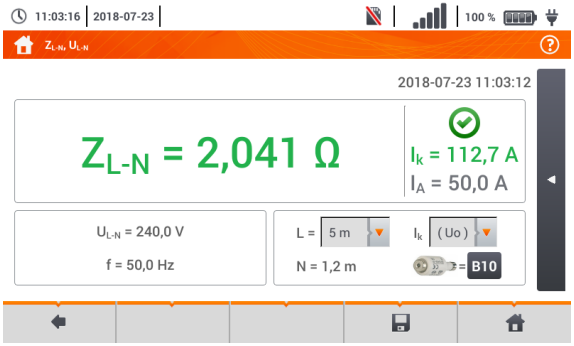
Pojawi się ekran pomiarowy.

Odczyty bieżące
U_{L-N} – aktualne napięcie między przewodem fazowym a neutralnym
f – aktualna częstotliwość na mierzonym obiekcie

4. Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.4.1**.

(5) 

Aby wykonać pomiar, nacisnąć **START**.

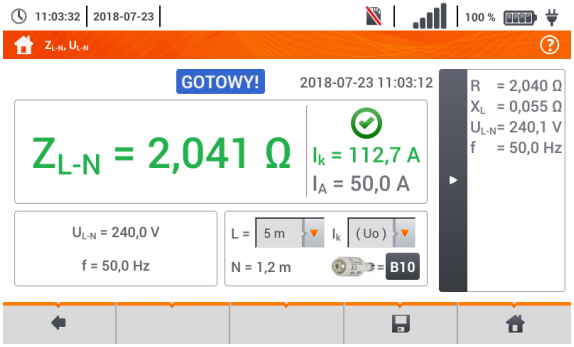
(6) 

Odczytać wynik.

Z_{L-N} – wynik główny
I_k – spodziewany prąd zwarcia wraz z sygnalizacją spełnienia kryterium dopuszczalnej pętli (**rozdz. 3.4.1**, krok (6)):
- spełnione
- niespełnione
- brak możliwości oceny

I_A – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie wybranego urządzenia ochronnego w wymaganym czasie

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

(7) 

R – rezystancja mierzonego obwodu
X_L – reaktancja mierzonego obwodu
U_{L-N} – napięcie względem przewodu neutralnego
f – częstotliwość

Wybranie paska ▶ chowa menu.

(8) Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

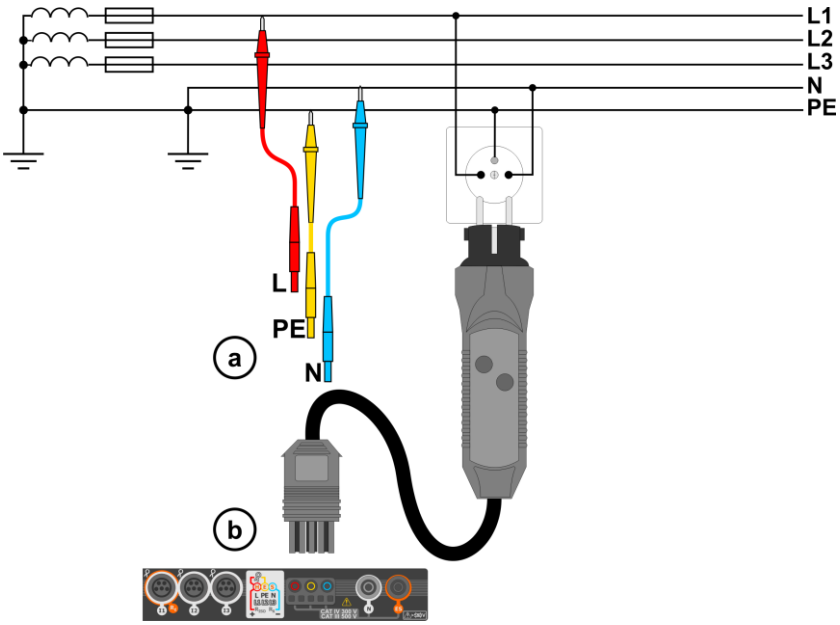
- Wykonywanie dużej ilości pomiarów w krótkich odstępach czasu powoduje, że w mierniku może wydzielać się duża ilość ciepła. W związku z tym obudowa przyrządu może się rozgrzewać. Jest to zjawisko **normalne.** Ponadto miernik posiada zabezpieczenie przed osiągnięciem zbyt wysokiej temperatury.
- Po ok. 15 kolejnych pomiarach pętli zwarcia należy zaczekać do ostygnięcia przyrządu. Ograniczenie to jest spowodowane pomiarem dużym prądem i wielofunkcyjnością miernika.
- Minimalny **odstęp** między kolejnymi pomiarami wynosi **5 sekund**. Wyświetlenie komunikatu GOTOWY! informuje o możliwości wykonania kolejnego pomiaru. Do czasu wyświetlenia napisu miernik uniemożliwia wykonywanie pomiarów.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

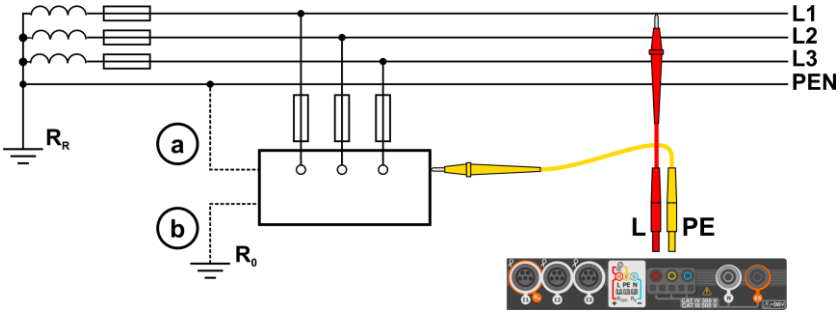
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
L-N!	Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L-PE!	Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
N-PE!	Napięcie U_{N-PE} przekracza dopuszczalną wartość 50 V.
L ⇔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura wewnątrz miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
BŁĄD!	Błąd w czasie wykonywania pomiaru. Wyświetlenie poprawnego wyniku jest niemożliwe.
Uszkodzenie obwodu zwarciowego	Miernik należy oddać do serwisu.
U>500V! i ciągły sygnał dźwiękowy	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.
NAPIĘCIE!	Napięcie na badanym obiekcie nie mieści się w ramach przynależnych do ustawionego napięcia znamionowego sieci U_n (**rozdz. 2.2.1** krok (1)).
LIMIT!	Zbyt niska wartość spodziewanego prądu zwarcia I_k dla ustawionego zabezpieczenia i jego czasu zadziałania.

3.4.3 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-PE

(1) Podłączyć przewody pomiarowe wg **Rys. 3.1** lub **Rys. 3.2**.



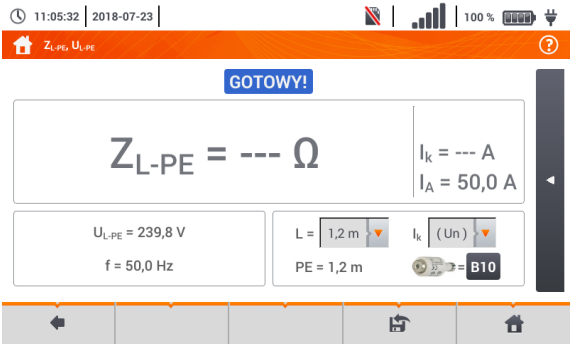
Rys. 3.1 Pomiar w obwodzie L-PE



Rys. 3.2 Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej obudowy urządzenia w przypadku: (a) sieci TN lub (b) sieci TT

(2) 

Wybrać pozycję **ZL-PE**.

(3) 

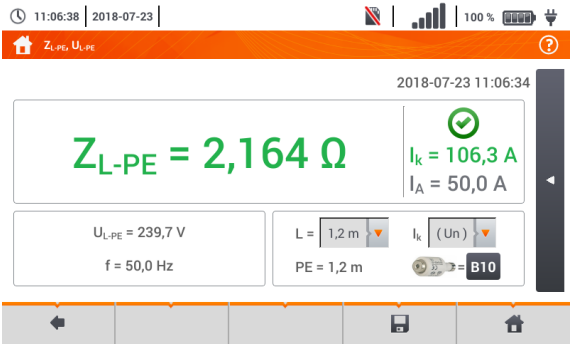
Pojawi się ekran pomiarowy.

Odczyty bieżące
UL-PE – aktualne napięcie między przewodem fazowym a przewodem ochronnym
f – aktualna częstotliwość na mierzonym obiekcie

(4) Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.4.1**.

(5) 

Aby wykonać pomiar, nacisnąć przycisk **START**.

(6) 

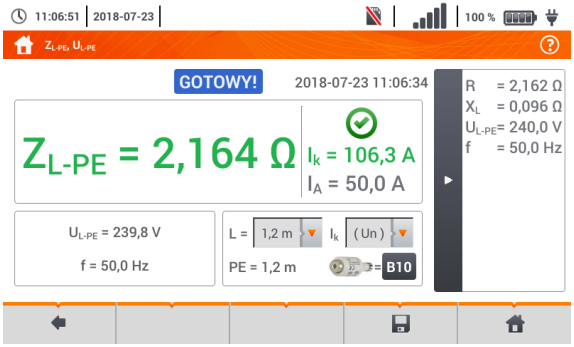
Odczytać wynik.

ZL-PE – wynik główny
Ik – spodziewany prąd zwarcia wraz z sygnalizacją spełnienia **kryterium** dopuszczalnej pętli **(rozdz. 3.4.1**, krok (6)):
- spełnione
- niespełnione
- brak możliwości oceny

Ia – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie wybranego urządzenia ochronnego w wymaganym czasie

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

7



R – rezystancja mierzonego obwodu
X_L – reaktancja mierzonego obwodu
U_{L-PE} – napięcie względem przewodu ochronnego
f – częstotliwość

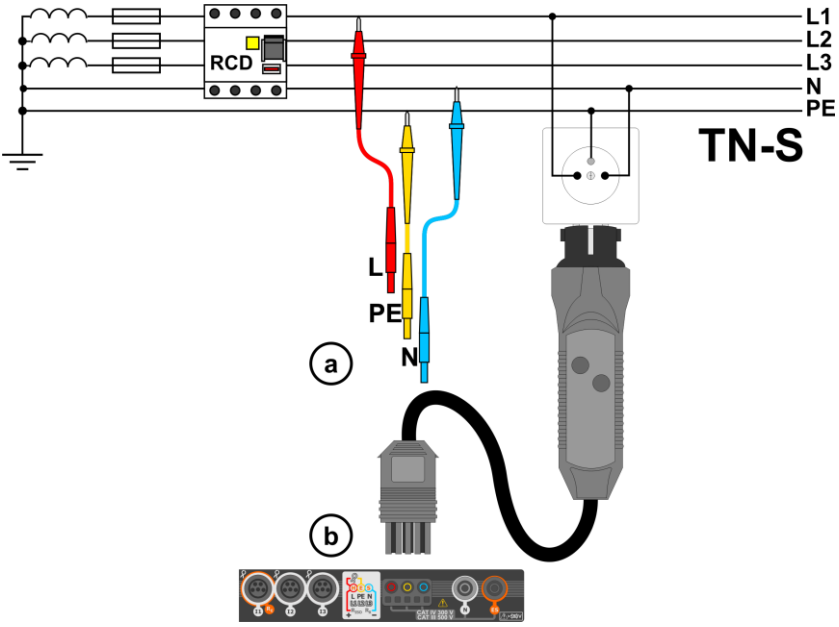
Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

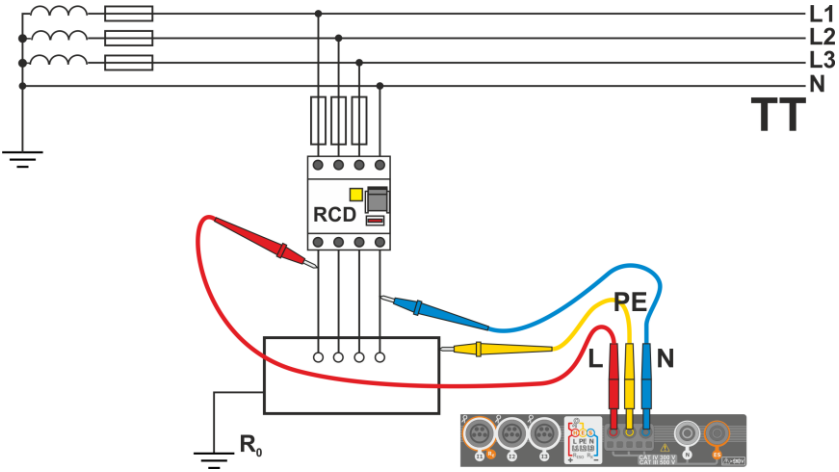
- Pomiar dwuprzewodowy nie jest dostępny dla adaptera UNI-Schuko.
- Wykonywanie dużej ilości pomiarów w krótkich odstępach czasu powoduje, że w mierniku może wydzielać się duża ilość ciepła. W związku z tym obudowa przyrządu może się rozgrzewać. Jest to zjawisko **normalne.** Ponadto miernik posiada zabezpieczenie przed osiągnięciem zbyt wysokiej temperatury.
- Po ok. 15 kolejnych pomiarach pętli zwarcia należy zaczekać do ostygnięcia przyrządu. Ograniczenie to jest spowodowane pomiarem dużym prądem i wielofunkcyjnością miernika.
- Minimalny **odstęp** między kolejnymi pomiarami wynosi **5 sekund**. Wyświetlenie komunikatu GOTOWY! informuje o możliwości wykonania kolejnego pomiaru. Do czasu wyświetlenia napisu miernik uniemożliwia wykonywanie pomiarów.

3.4.4 Impedancja pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD

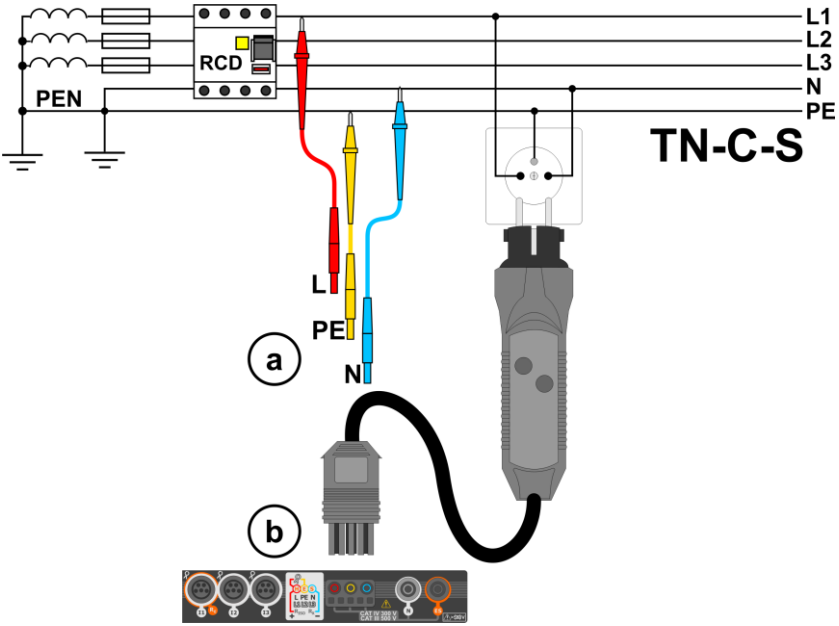
1 Podłączyć przewody pomiarowe wg **Rys. 3.3**, **Rys. 3.4** lub **Rys. 3.5**.



Rys. 3.3 Pomiar w układzie TN-S



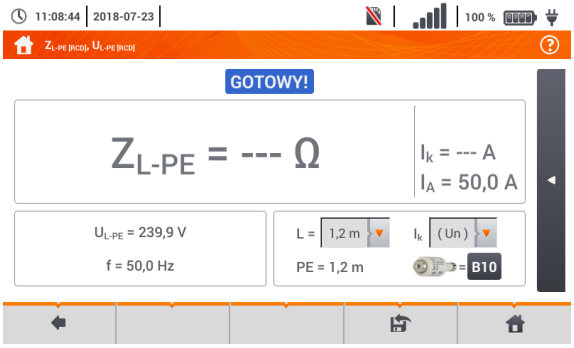
Rys. 3.4 Pomiar w układzie TT



Rys. 3.5 Pomiar w układzie TN-C-S

2 

Wybrać pozycję **$Z_{L-PE[RCD]}$**.

3 

Pojawi się ekran pomiarowy.

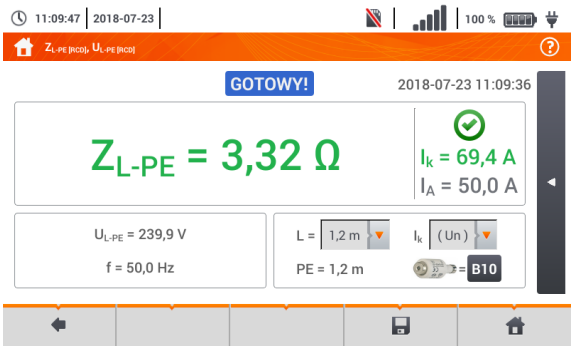
Odczyty bieżące
U_{L-PE} – aktualne napięcie między przewodem fazowym a przewodem ochronnym
f – aktualna częstotliwość na mierzonym obiekcie

4 Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.4.1**.

5 

Aby wykonać pomiar, nacisnąć przycisk **START**.

6



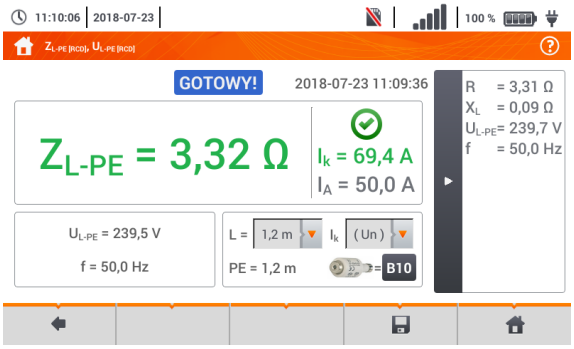
Odczytać wynik.

Z_{L-PE} – wynik główny
I_k – spodziewany prąd zwarcia wraz z sygnalizacją spełnienia kryterium dopuszczalnej pętli (**rozdz. 3.4.1**, krok (6)):
- spełnione
- niespełnione
- brak możliwości oceny

I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie wybranego urządzenia ochronnego w wymaganym czasie

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

7



R – rezystancja mierzonego obwodu
X_L – reaktancja mierzonego obwodu
U_{L-PE} – napięcie względem przewodu ochronnego
f – częstotliwość

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

- Pomiar trwa maksymalnie kilka sekund. Można go przerwać przyciskiem .
- W instalacjach, w których zostały zastosowane wyłączniki różnicowoprądowe o prądzie znamionowym 30 mA, może się zdarzyć, że suma prądów upływowych instalacji i prądu pomiarowego spowoduje wyłączenie RCD. Należy wtedy spróbować zmniejszyć prąd upływowy badanej sieci (np. odłączając odbiorniki energii).
- Funkcja działa dla wyłączników różnicowoprądowych o prądzie znamionowym ≥ 30 mA.
- Wykonywanie dużej ilości pomiarów w krótkich odstępach czasu powoduje, że w mierniku może wydzielać się duża ilość ciepła. W związku z tym obudowa przyrządu może się rozgrzewać. Jest to zjawisko **normalne.** Ponadto miernik posiada zabezpieczenie przed osiągnięciem zbyt wysokiej temperatury.
- Po ok. 15 kolejnych pomiarach pętli zwarcia należy zaczekać do ostygnięcia przyrządu. Ograniczenie to jest spowodowane pomiarem dużym prądem i wielofunkcyjnością miernika.
- Minimalny **odstęp** między kolejnymi pomiarami wynosi **5 sekund**. Wyświetlenie komunikatu GOTOWY! informuje o możliwości wykonania kolejnego pomiaru. Do czasu wyświetlenia napisu miernik uniemożliwia wykonywanie pomiarów.

3.4.5 Spodziewany prąd zwarciowy

Miernik mierzy impedancję pętli zwarcia Z_S, a wyświetlony prąd zwarciowy jest wyliczany według wzoru:

$$I_k = \frac{U}{Z_S}$$

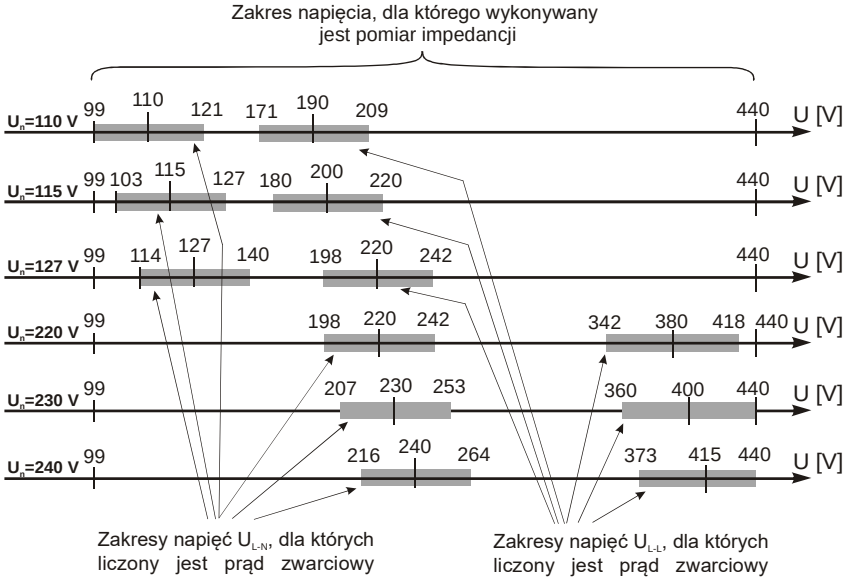
gdzie:
Z_S – zmierzona impedancja,
U – napięcie zależne od ustawień napięcia znamionowego sieci U_n (**rozdz. 3.4.1** punkt (4)):

$I_k(U_n)$	$U = U_n$
$I_k(U_0)$	$U = U_0$ dla $U_0 < U_n$
	$U = U_n$ dla $U_0 \geq U_n$

gdzie:
U_n – napięcie nominalne sieci,
U_0 – napięcie zmierzone przez miernik.

Na podstawie wybranego napięcia znamionowego U_n (**rozdz. 2.2.1**) miernik automatycznie rozpoznaje pomiar przy napięciu fazowym lub międzyfazowym i uwzględnia to w obliczeniach.

W przypadku, gdy napięcie mierzonej sieci jest poza zakresem tolerancji, miernik nie będzie w stanie określić właściwego napięcia znamionowego do obliczenia prądu zwarciowego. W takim przypadku zamiast wartości prądu zwarciowego wyświetlony zostanie odczyt **– – -**. Na **Rys. 3.6** przedstawiono zakresy napięć, dla których liczony jest prąd zwarciowy.



Rys. 3.6 Zakresy napięcia pomiarowego

3.4.6 Impedancja pętli zwarcia w sieciach IT

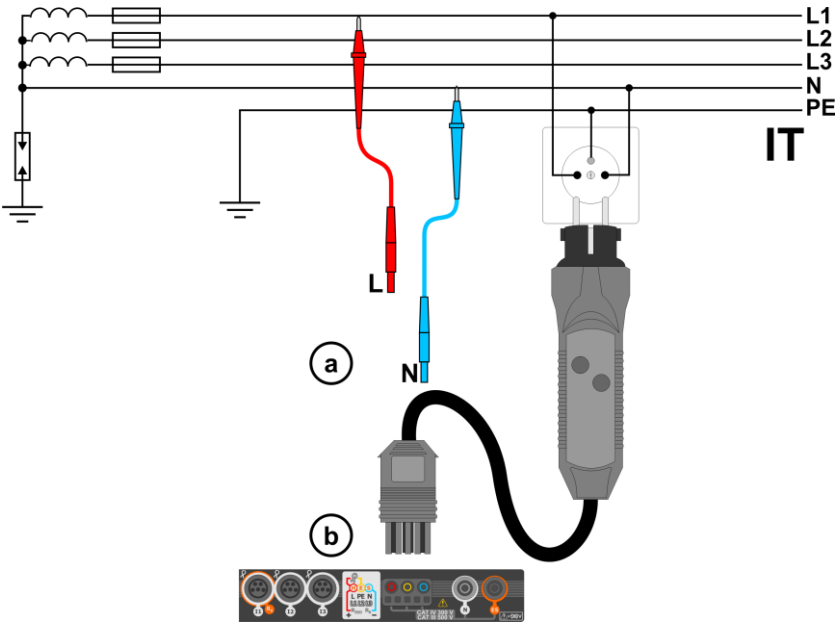
Przed dokonaniem pomiarów w menu **Ustawienia pomiarów** należy wybrać odpowiedni typ sieci (**rozdz. 2.2.1**).

UWAGA!

- Po wybraniu sieci typu IT funkcja elektrody dotykowej jest **nieaktywna**.
- W przypadku próby przeprowadzenia pomiaru Z_{L-PE} oraz $Z_{L-PE[RCD]}$ pojawi się komunikat o niemożności wykonania pomiaru.

Sposób podłączenia przyrządu do instalacji pokazano na **Rys. 3.7**.

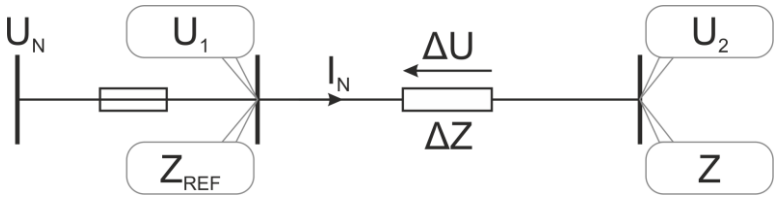
Sposób, w jaki należy dokonywać pomiarów pętli zwarcia, opisano w **rozdz. 3.4.2**.
Zakres roboczy napięć: **95 V … 440 V**.



Rys. 3.7 Pomiar w układzie IT

3.5 Spadek napięcia

Funkcja określa spadek napięcia między dwoma punktami badanej sieci, wybranymi przez użytkownika. Badanie opiera się o pomiary impedancji pętli zwarcia L-N w tych punktach. W standardowej sieci zwykle badamy spadek napięcia między gniazdem a rozdzielnicą (punkt odniesienia).

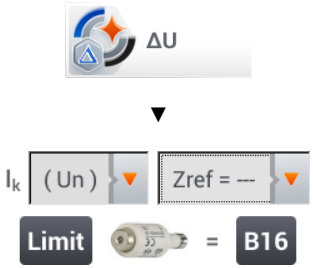


Spadek napięcia jest wyliczany zgodnie ze wzorem:

$$\Delta U = \frac{(Z - Z_{REF}) \cdot I_N}{U_N} \cdot 100\%$$

gdzie:
Z – impedancja pętli zwarcia w punkcie docelowym,
Z_{REF} – impedancja pętli zwarcia w punkcie referencyjnym,
I_N – znamionowy prąd zabezpieczenia,
U_N – znamionowe napięcie sieci.

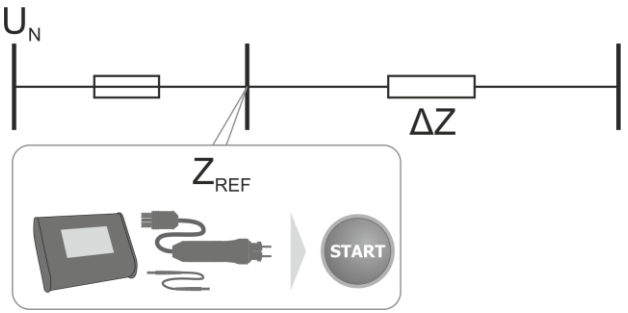
1



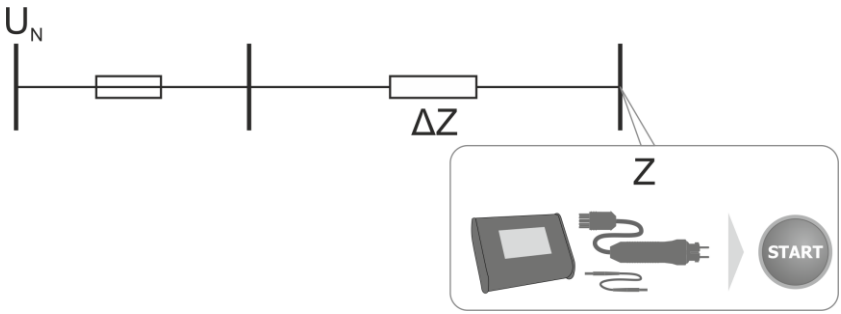
- Wybrać pozycję **ΔU**.
- Ustawieniem **Zref= ---** wyzerować poprzedni pomiar, jeśli nie zostało to zrobione wcześniej.
- Wprowadzić **limit** spadku napięcia **ΔU_{MAX}**.
- Wprowadzić **typ zabezpieczenia** zabezpieczającego badany obwód.

2

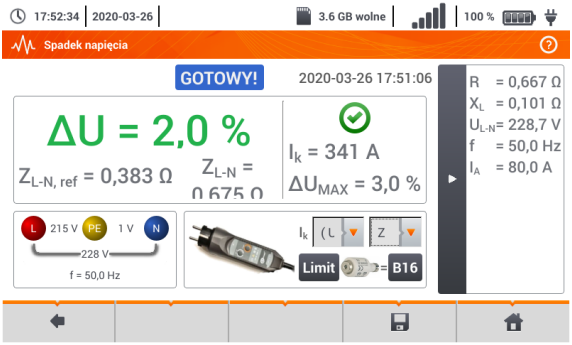
- Podłączyć miernik do punktu referencyjnego badanej sieci jak przy pomiarze $Z_{L\text{-}N}$.
- Nacisnąć **START**.



3 ● Zmienić ustawienie z **Zref** na **Z**.
● Podłączyć miernik do punktu docelowego jak przy pomiarze Z_{L-N}.
● Nacisnąć **START**.



4



Odczytać wynik.

ΔU – wynik główny wraz z sygnalizacją spełnienia **kryterium ΔU$_{MAX}$**:
● kolor **zielony**:
$\Delta U \leq \Delta U_{MAX}$
● kolor **czerwony**:
$\Delta U > \Delta U_{MAX}$

I$_k$ – spodziewany prąd zwarcia

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

R – rezystancja mierzonego obwodu
X$_L$ – reaktancja mierzonego obwodu
U$_{L-N}$ – napięcie względem przewodu neutralnego
f – częstotliwość
I$_A$ – prąd zadziałania zabezpieczenia

Wybranie paska ▶ chowa menu.

5 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

Jeżeli Z_{REF} jest większa niż Z, to miernik wskazuje ΔU = 0%.

3.6 Rezystancja uziemienia

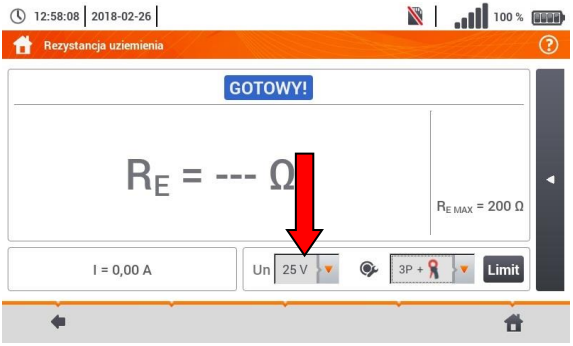
3.6.1 Ustawienia pomiarów

1



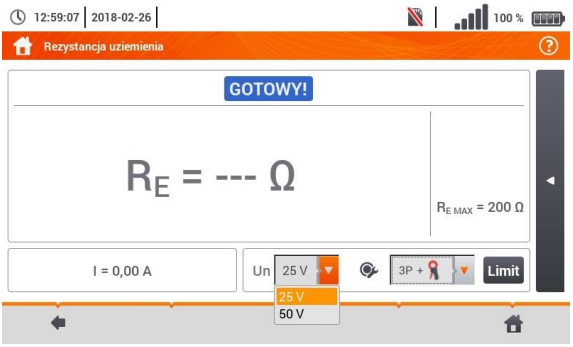
Wybrać pozycję **Rezystancja uziemienia R_E**.

2



Dotknąć menu rozwijane parametru **Un** (wybór napięcia pomiarowego).

3



Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

4



Dotknąć menu rozwijane wyboru metody pomiarowej.

5



Dostępne metody pomiarowe

- 3-przewodowa
- 4-przewodowa
- 3-przewodowa + cęgi odbiorcze
- 2-cęgowa (cęgi nadawcze + odbiorcze)

6



Aby ustawić limit rezystancji, wybrać **Limit**.

7



- Wybrać jednostkę.
- Wprowadzić żądaną wartość limitu rezystancji:
  - 0…1990 dla Ω,
  - 0…2 dla kΩ.

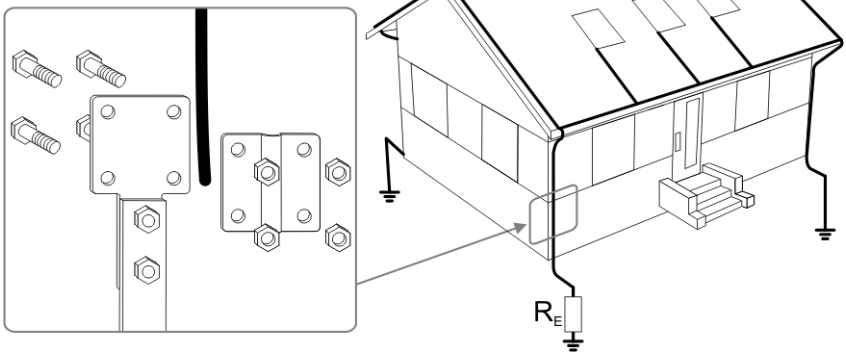
Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

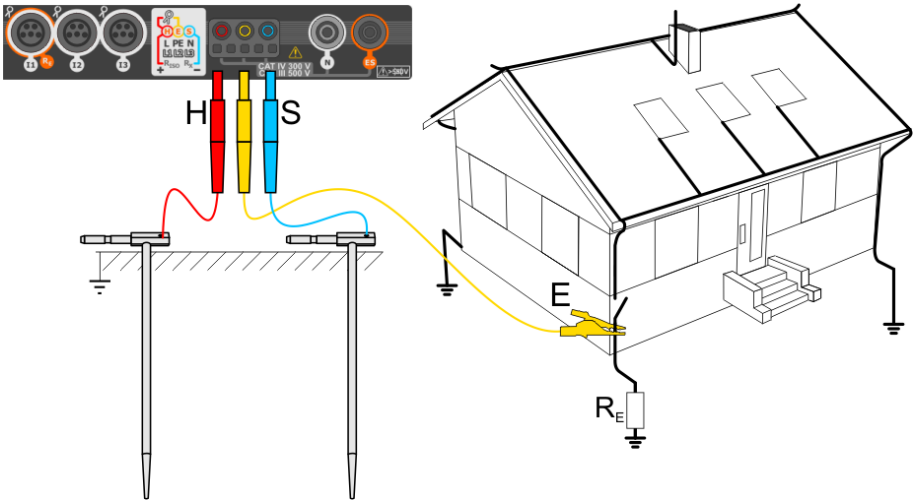
3.6.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_E3P)

Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemienia jest metoda trójprzewodowa.

1. Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu

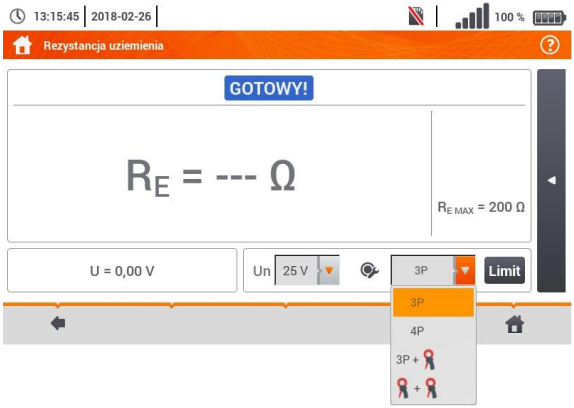


2.



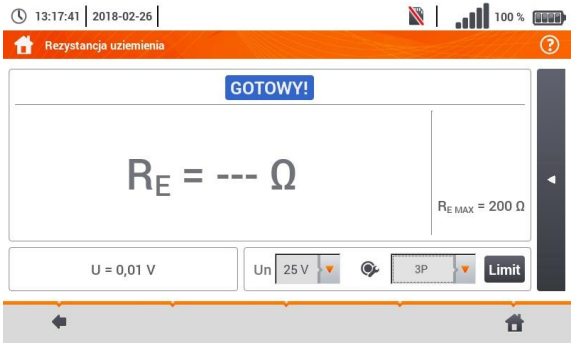
- Elektrodę **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrodę **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany **uziom** podłączyć do gniazda **E** miernika.
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii oraz w odpowiednich odległościach, zgodnie z zasadami pomiarów uziemień.

3



- W menu pomiarowym wybrać opcję **3P**.
- Dobrać pozostałe nastawy zgodnie z **rozdz. 3.6.1**.

4



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące
U – napięcie zakłócające, będące aktualnie na obiekcie

Limity
$R_{E\,MAX}$ – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia

5



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

6

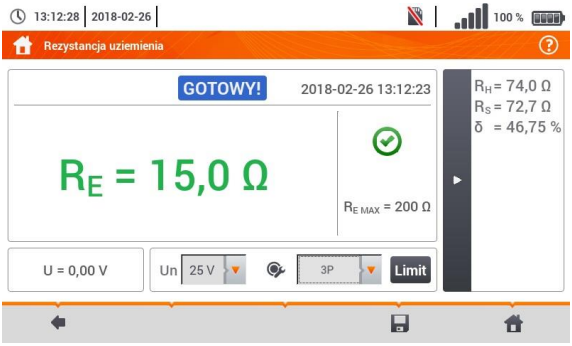


Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (**rozdz. 3.6.1** krok (6))
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

7

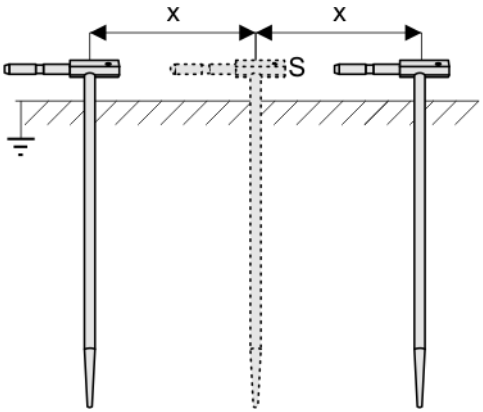


R_H – rezystancja elektrody prądowej
R_S – rezystancja elektrody napięciowej
δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

9



Powtórzyć kroki (2)(5)(6) dla dwóch dodatkowych lokalizacji elektrody napięciowej **S**:

- **oddalonej** o pewną odległość od mierzonego uziomu,
- **zbliżonej** o taką samą odległość do mierzonego uziomu.

Procedura ma na celu potwierdzenie, że elektrodę **S** wbito w ziemię odniesienia. Jeżeli tak jest, **różnica wartości** R_E między pomiarem bazowym a każdym z dodatkowych **nie powinna** przekroczyć 3%.

Jeżeli wyniki pomiarów R_E różnią się od siebie o więcej niż 3%, to należy znacznie **zwiększyć odległość** elektrody prądowej od mierzonego uziomu i ponowić pomiary.

OSTRZEŻENIE

- **Pomiar rezystancji uziemienia może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24 V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100 V.**
- **Powyżej 50 V sygnalizowane jest jako niebezpieczne. Nie wolno podłączać miernika do napięć wyższych niż 100 V.**

- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii. Nie zawsze jest to możliwe ze względu na różne warunki terenowe. Na stronie www.sonel.pl oraz w literaturze branżowej omówiono szczególne przypadki rozmieszczenia sond.
- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar uziomu R_E zostanie **obarczony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy badana rezystancja jest niewielka, a sondy mają słaby kontakt z gruntem (sytuacja taka ma często miejsce, gdy uziom jest dobrze wykonany, ale górna część gleby jest sucha i słabo przewodząca). Wówczas stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależąca od tego niepewność pomiaru **δ** również.
- Aby zmniejszyć niepewność pomiaru **δ,** można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
  zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
  wbicie sondy w innym miejscu
  zastosowanie sondy 80 cm.
  Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:
  nie jest uszkodzona izolacja
  kontakty przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.
  W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obarczony jest pomiar.

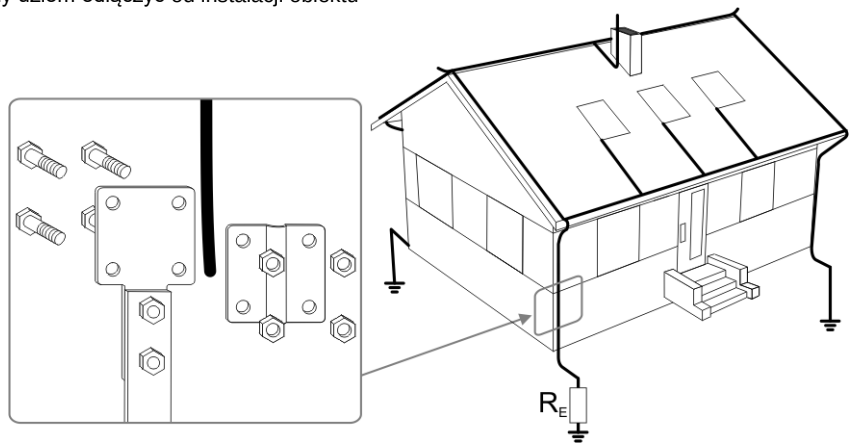
Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
R_E>1,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.

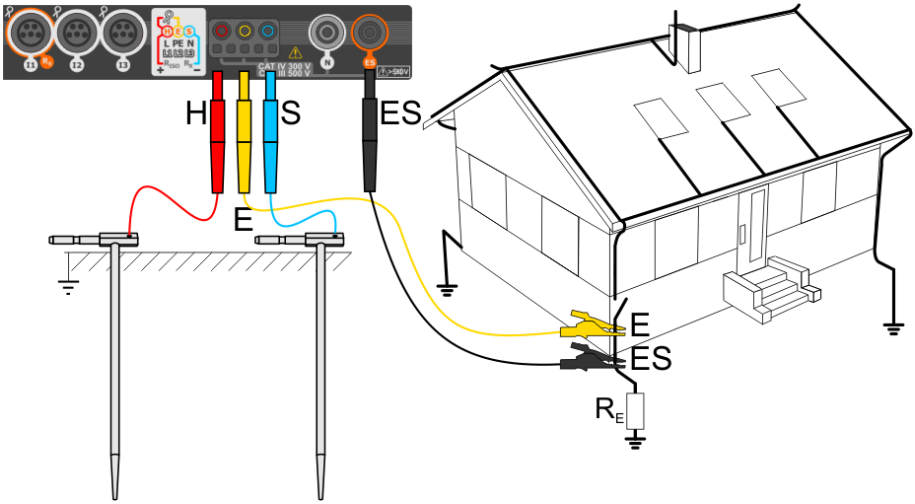
3.6.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową (R_E4P)

Metoda czterobiegunowa jest zalecana do stosowania przy pomiarach rezystancji uziemień o bardzo małych wartościach. Pozwala ona na eliminację wpływu rezystancji przewodów pomiarowych na wynik pomiaru. Nadaje się również do określania rezystywności gruntu, jednakże zaleca się, aby dla tego pomiaru zastosowano dedykowaną funkcję (**rozdz. 3.7**).

1 Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu

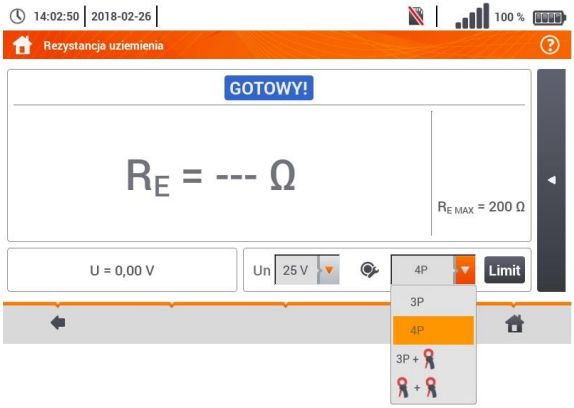


2



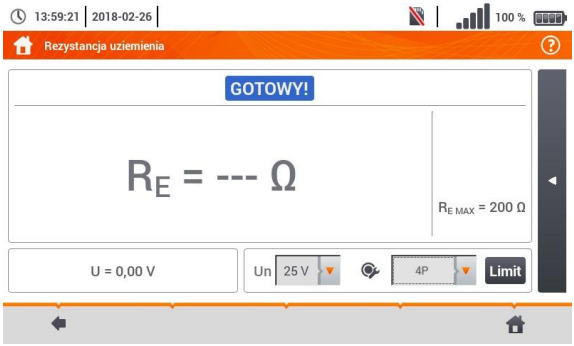
- Elektrodę **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrodę **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
- Gniazdo **ES** podłączyć do badanego uziomu poniżej przewodu **E**.
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii oraz w odpowiednich odległościach, zgodnie z zasadami pomiarów uziemień.

3



- W menu pomiarowym wybrać opcję **4P**.
- Dobrać pozostałe ustawienia zgodnie z **rozdz. 3.6.1**.

4



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące
U – napięcie zakłócające, będące aktualnie na obiekcie

Limity
$R_{E\ MAX}$ – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia

5



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

6

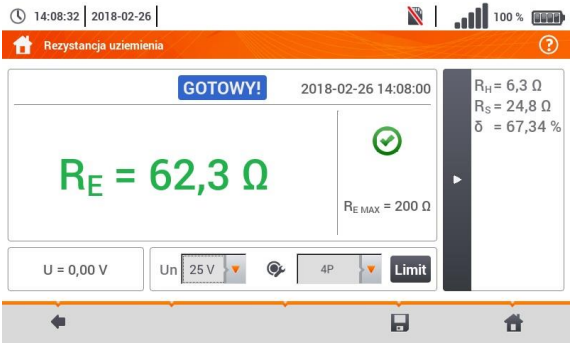


Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (**rozdz. 3.6.1** krok (6)):
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

7

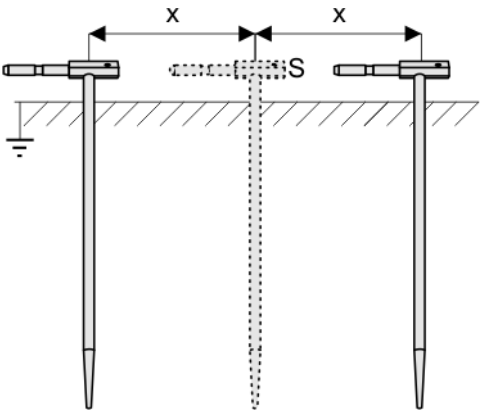


R_H – rezystancja elektrody prądowej
R_S – rezystancja elektrody napięciowej
δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

9



Powtórzyć kroki (2)(5)(6) dla dwóch dodatkowych lokalizacji elektrody napięciowej:

- **oddalonej** o pewną odległość od mierzonego uziomu,
- **zbliżonej** o taką samą odległość do mierzonego uziomu.

Procedura ma na celu potwierdzenie, że elektrodę **S** wbito w ziemię odniesienia. Jeżeli tak jest, **różnica wartości** R_E między pomiarem bazowym a każdym z dodatkowych **nie powinna** przekroczyć 3%.

Jeżeli wyniki pomiarów R_E różnią się od siebie o więcej niż 3%, to należy znacznie **zwiększyć odległość** elektrody prądowej od mierzonego uziomu i ponowić pomiary.

OSTRZEŻENIE

- **Pomiar rezystancji uziemienia może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24 V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100 V.**
- **Powyżej 50 V sygnalizowane jest jako niebezpieczne. Nie wolno podłączać miernika do napięć wyższych niż 100 V.**

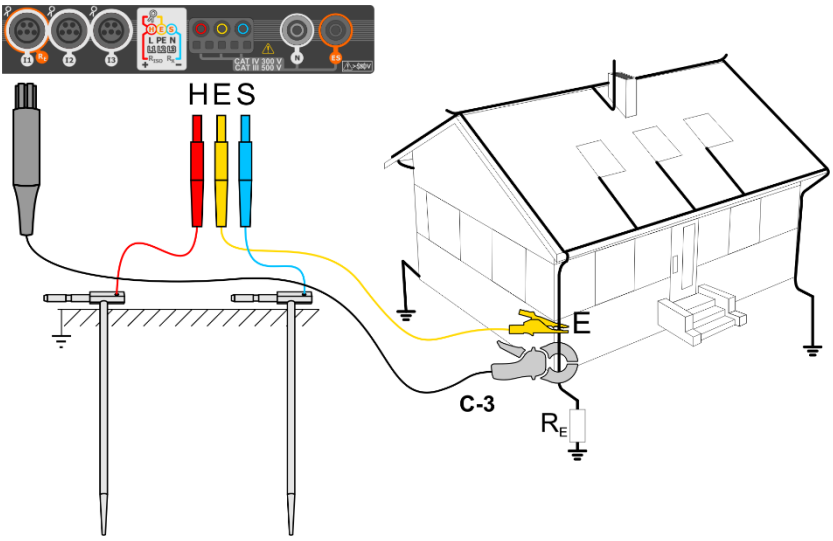
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii. Nie zawsze jest to możliwe ze względu na różne warunki terenowe. Na stronie www.sonel.pl oraz w literaturze branżowej omówiono szczególne przypadki rozmieszczenia sond.
- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar uziomu R_E zostanie **obarczony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy badana rezystancja jest niewielka, a sondy mają słaby kontakt z gruntem (sytuacja taka ma często miejsce, gdy uziom jest dobrze wykonany, ale górna część gleby jest sucha i słabo przewodząca). Wówczas stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależąca od tego niepewność pomiaru **δ** również. Wówczas, zgodnie ze wzorami z **rozdz. 11.4.4**, można dokonać obliczeń, które pozwolą oszacować wpływ warunków pomiarowych.
- Aby zmniejszyć niepewność pomiaru **δ,** można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
  zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
  wbicie sondy w innym miejscu
  zastosowanie sondy 80 cm.
  Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:
  nie jest uszkodzona izolacja
  kontakty: przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.
  W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obarczony jest pomiar.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
RE>1,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.

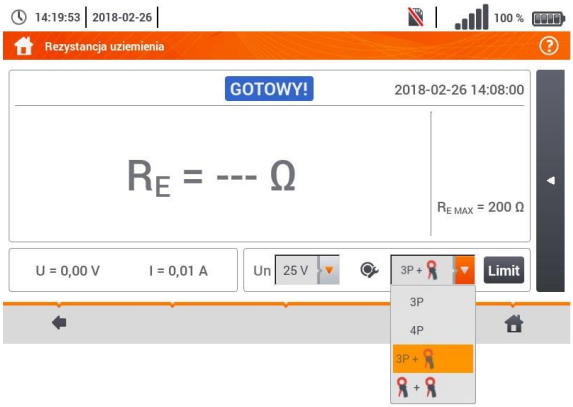
3.6.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_E3P+C)

①



- Elektrodę **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrodę **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii oraz w odpowiednich odległościach, zgodnie z zasadami pomiarów uziemień.
- **Cęgi odbiorcze** zapiąć na badany uziom poniżej miejsca podłączenia przewodu **E**.
- **Strzałka na cęgach** może być skierowana **w dowolnym kierunku**.

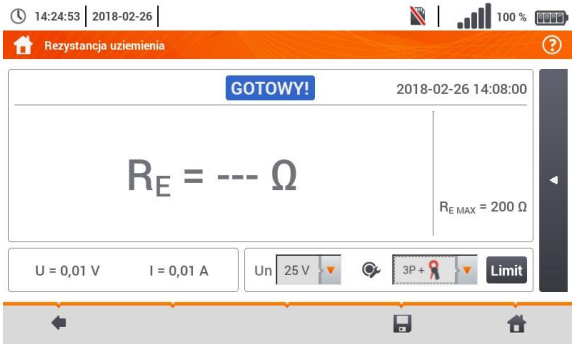
②



W menu pomiarowym wybrać opcję **3P+cęgi**.

Dobrać pozostałe ustawienia zgodnie z **rozdz. 3.6.1**.

3



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące
U – napięcie zakłócające, będące aktualnie na obiekcie
I – prąd zakłócający, płynący aktualnie przez obiekt

Limity
$R_{E\ MAX}$ – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia

4



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

5

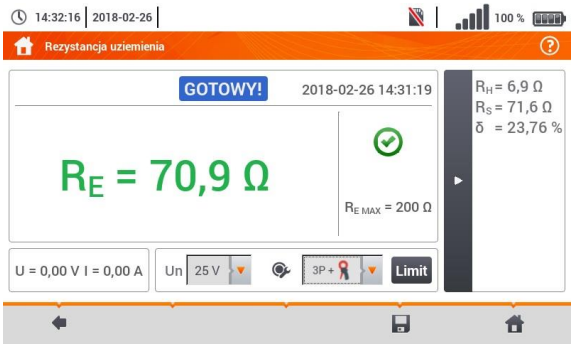


Odczytać wynik.

Kontrolki limitu (**rozdz. 3.6.1** krok 6)
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

6



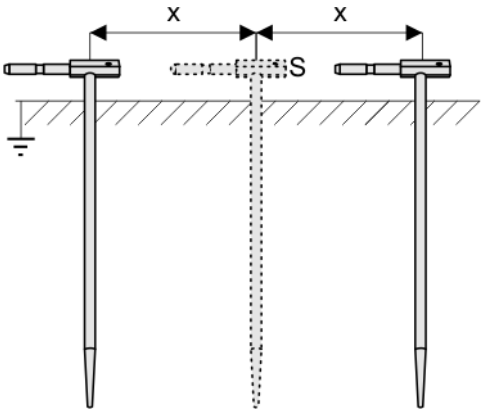
R_H – rezystancja elektrody prądowej
R_S – rezystancja elektrody napięciowej
δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska ▶ chowa menu.

7

Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

8



Powtórzyć kroki (2)(5)(6) dla dwóch dodatkowych lokalizacji elektrody napięciowej:

- **oddalonej** o pewną odległość od mierzonego uziomu,
- **zbliżonej** o taką samą odległość do mierzonego uziomu.

Procedura ma na celu potwierdzenie, że elektrodę **S** wbito w ziemię odniesienia. Jeżeli tak jest, **różnica wartości** R_E między pomiarem bazowym a każdym z dodatkowych **nie powinna** przekroczyć 3%.

Jeżeli wyniki pomiarów R_E różnią się od siebie o więcej niż 3%, to należy znacznie **zwiększyć odległość** elektrody prądowej od mierzonego uziomu i ponowić pomiary.

OSTRZEŻENIE

- **Pomiar rezystancji uziemienia może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24 V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100 V.**
- **Powyżej 50 V sygnalizowane jest jako niebezpieczne. Nie wolno podłączać miernika do napięć wyższych niż 100 V.**

- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii. Nie zawsze jest to możliwe ze względu na różne warunki terenowe. Na stronie www.sonel.pl oraz w literaturze branżowej omówiono szczególne przypadki rozmieszczenia sond.
- Do pomiaru należy stosować **cęgi C-3**.
- Maksymalny prąd zakłócający: 1 A.
- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar uziomu R_E zostanie **obarczony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia sondami o słabym kontakcie z gruntem (sytuacja taka ma często miejsce, gdy uziom jest dobrze wykonany, a górna część gleby jest sucha i słabo przewodząca). Wówczas stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależąca od tego niepewność pomiaru również. Wówczas, zgodnie ze wzorami z **rozdz. 11.4.4**, można dokonać obliczeń, które pozwolą oszacować wpływ warunków pomiarowych. Aby zmniejszyć niepewność pomiaru **δ,** można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
  zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
  wbicie sondy w innym miejscu,
  zastosowanie sondy 80 cm.
  Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:

nie jest uszkodzona izolacja
kontakty: przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.
W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obarczony jest pomiar.

- Kalibracja wykonana przez producenta nie uwzględnia rezystancji przewodów pomiarowych. Wynik wyświetlany przez miernik jest sumą rezystancji obiektu mierzonego i rezystancji przewodów.

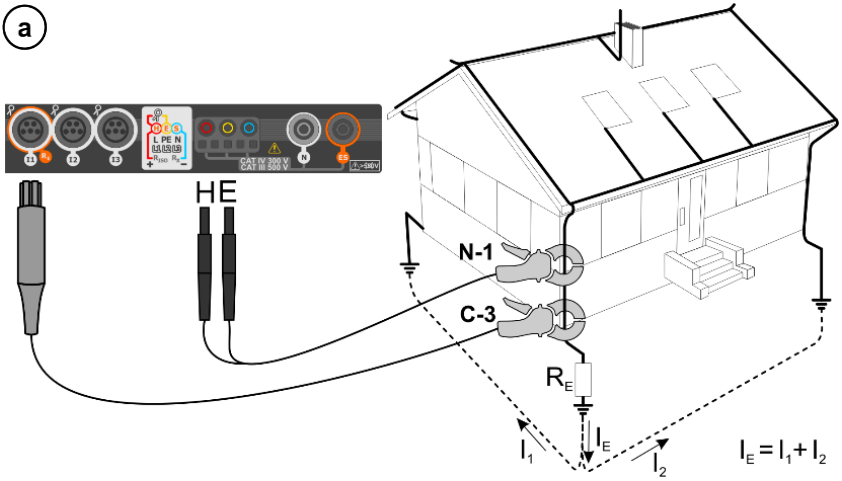
Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
R_E>1,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
	Zbyt mały prąd pomiarowy.
	Brak ciągłości w obwodzie cęgów prądowych.

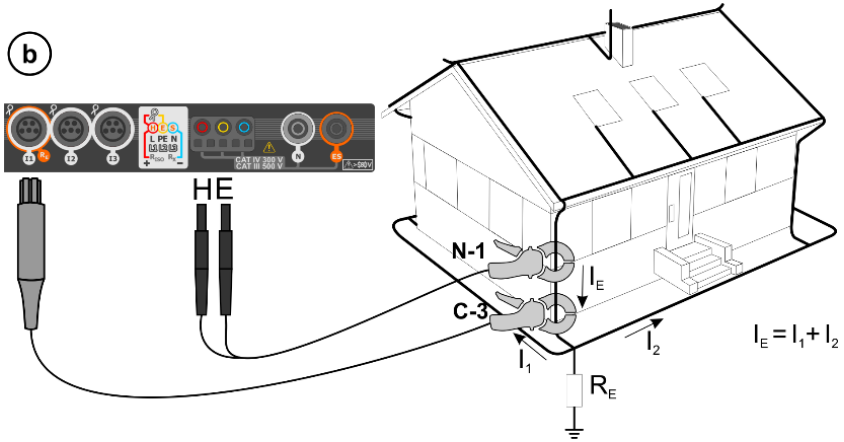
3.6.5 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)

- Pomiar dwucęgowy znajduje zastosowanie tam, gdzie nie ma możliwości użycia elektrod wbijanych w ziemię.
- Metodę dwucęgową można stosować tylko przy pomiarze **uziemień wielokrotnych** (konieczność zapewnienia drogi powrotnej dla prądu probierczego).
- W przypadku uziomów otokowych (krok (1) wariant (b)) metoda pozwala **wyłącznie na stwierdzenie ciągłości** mierzonego punktu uziomu z resztą tego uziomu.

(1) (a)

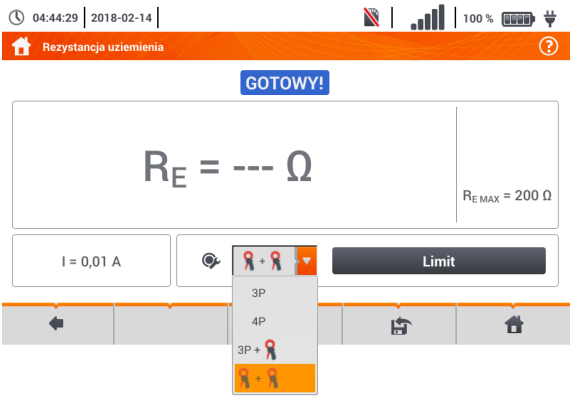


(b)



- Cęgi nadawcze i pomiarowe zapiąć na badany uziom **w odległości co najmniej 30 cm od siebie.**
- **Strzałka na cęgach** może być skierowana **w dowolnym kierunku**.
- Cęgi **nadawcze N-1** podłączyć do gniazd **H** i **E**.
- Cęgi **pomiarowe C-3** do gniazda cęgów.

2



- W menu pomiarowym wybrać opcję **cęgi+cęgi**.
- Dobrać pozostałe ustawienia wg z **rozdz. 3.6.1**.

3



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące
I – prąd zakłócający, płynący aktualnie przez obiekt

Limity
$R_{E\ MAX}$ – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia

4



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.



Odczytać wynik.

Kontrolki limitu
(**rozdz. 3.6.1** krok (6))
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

5

Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

- Pomiary mogą być wykonywane w obecności prądu zakłócającego o wartości nie przekraczającej 1 A RMS i częstotliwości zgodnej z ustawioną w podmenu **Ustawienia pomiarów** (**rozdz. 2.2.1** krok (1)).
- Do pomiaru należy stosować **cęgi N-1** jako nadawcze i **C-3** jako odbiorcze.
- Jeżeli prąd cęgów pomiarowych jest zbyt mały, miernik wyświetla stosowny komunikat: „**Prąd zmierzony cęgami jest zbyt mały. Pomiar niemożliwy!**”.
- Maksymalny prąd zakłócający: 1 A.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
R_E>99,9Ω	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Zbyt mały prąd pomiarowy.
	Brak ciągłości w obwodzie cęgów prądowych.

3.7 *Rezystywność gruntu*

Do pomiarów rezystywności gruntu – stosowanych jako przygotowanie do wykonania projektu systemu uziemień czy też w geologii – przewidziano oddzielną funkcję: pomiar rezystywności gruntu **ρ**. Funkcja ta jest metrologicznie identyczna jak czterobiegunowy pomiar rezystancji uziemienia, zawiera jednak dodatkową procedurę wpisywania odległości pomiędzy elektrodami. Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru stosowanego w metodzie pomiarowej Wennera:

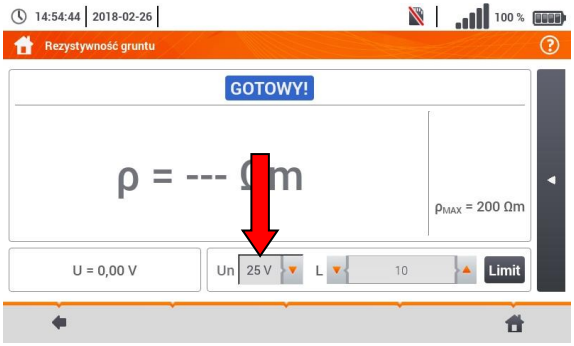
$$\rho = 2\pi L R_E$$

gdzie:
L – odległość między elektrodami (wszystkie odległości muszą być równe),
R_E – zmierzona rezystancja.

3.7.1 Ustawienia pomiarów

1. 

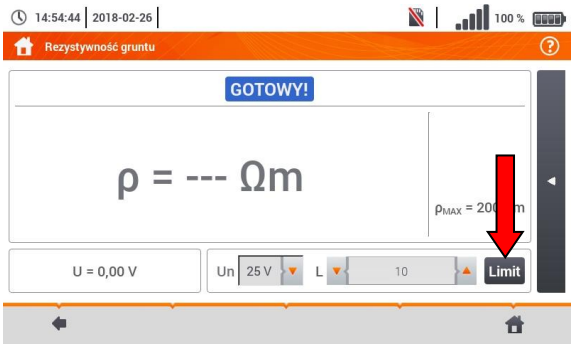
Wybrać pozycję **Rezystywność gruntu**.

2. 

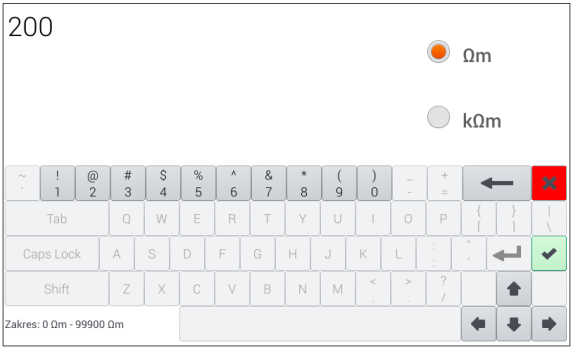
Dotknąć menu rozwijane parametru **Un** (wybór napięcia pomiarowego).

3. 

Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.



Aby ustawić limit rezystywności gruntu, wybrać **Limit**.



- Wybrać jednostkę.
- Wprowadzić żądaną wartość limitu rezystancji
  - **Ωm:** 0…99 900,
  - **kΩm:** 0…100.

Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

3.7.2 Główne elementy ekranu



Wybrać pozycję **Rezystywność gruntu**.



Pojawi się ekran pomiarowy.

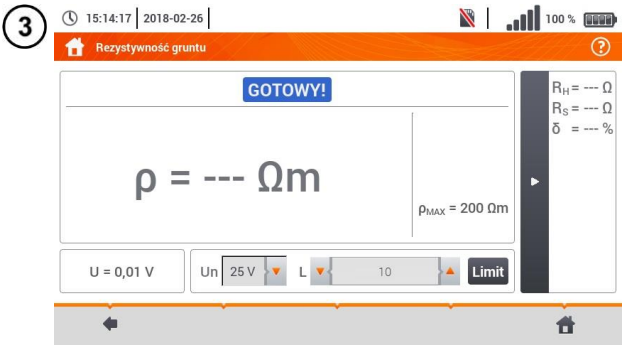
Odczyty bieżące

U – napięcie zakłócające

Limity

ρMAX – limit rezystywności gruntu

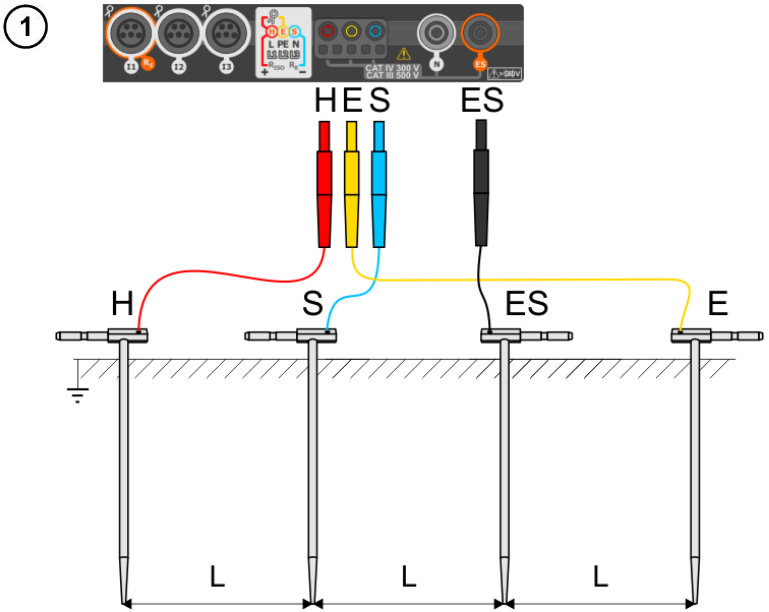
Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.



R_H – rezystancja elektrody prądowej
R_S – rezystancja elektrody napięciowej
δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

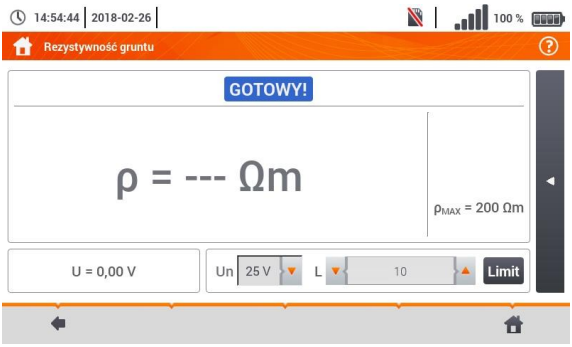
Wybranie paska ▶ chowa menu.

3.7.3 Pomiary rezystywności gruntu (ρ)



- 4 sondy wbić w ziemię **w jednej linii** i **równych** odstępach.
- Podłączyć sondy do miernika według powyższego rysunku.

2



- Wywołać menu pomiarowe.
- Dobrać pozostałe nastawy zgodnie z **rozdz. 3.7.1**.

3 **a**



b



Ustawić odległość **L** między elektrodami pomiarowymi:

(a) strzałkami ▲ ▼,
(b) z klawiatury po dotknięciu pola z wartością odległości (zakres 1…30 m)

Funkcje ikon
- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

4



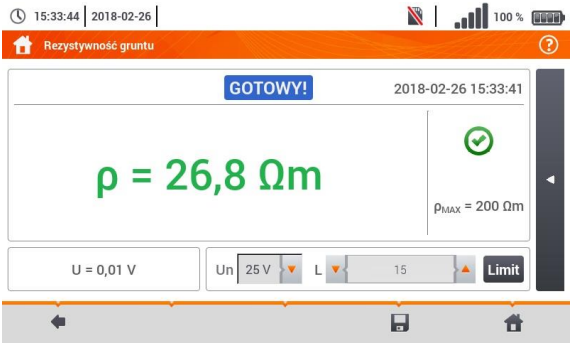
Miernik jest gotowy do pomiaru.

5



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

6

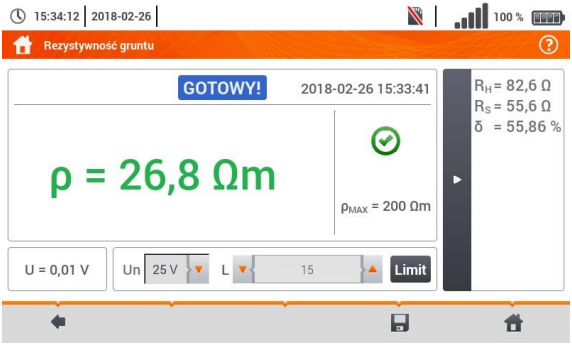


Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (**rozdz. 3.7.1** krok (4)):
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

7



R_H – rezystancja elektrody prądowej
R_S – rezystancja elektrody napięciowej
δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

OSTRZEŻENIE

- **Pomiar rezystywności może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24 V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100 V.**
- **Powyżej 50 V sygnalizowane jest jako niebezpieczne. Nie wolno podłączać miernika do napięć wyższych niż 100 V.**

- W obliczeniach przyjmuje się, że odległości pomiędzy poszczególnymi elektrodami pomiarowymi są równe (metoda Wennera). Jeśli tak nie jest, należy wykonać pomiar rezystancji uziemień metodą czterobiegunową i wyliczyć wartość rezystywności ze wzoru:

$$\rho = 2\pi L R_E$$

gdzie:
L – odległość między elektrodami
R_E – zmierzona rezystancja

- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar rezystywności zostanie **obarczony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji sondami o słabym kontakcie z gruntem. Wówczas stosunek rezystancji sond do mierzonej rezystancji jako składowej wzoru do obliczania rezystywności jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Wówczas, zgodnie ze wzorami z **rozdz. 11.4.4** , można dokonać obliczeń, które pozwolą oszacować wpływ warunków pomiarowych.
- Aby zmniejszyć niepewność pomiaru **δ,** można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
wbicie sondy w innym miejscu
zastosowanie sondy 80 cm.
Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:
nie jest uszkodzona izolacja
kontakty: przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.
W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obarczony jest pomiar.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
RE>1,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.

3.8 *Parametry wyłączników różnicowoprądowych RCD*

Pomiar U_B, R_E odbywa się zawsze prądem sinusoidalnym 0,4 $I_{\Delta n}$ niezależnie od ustawień kształtu i krotności $I_{\Delta n}$.

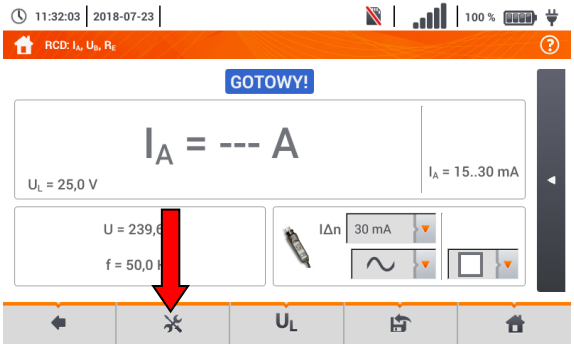
3.8.1 Ustawienia pomiarów

1



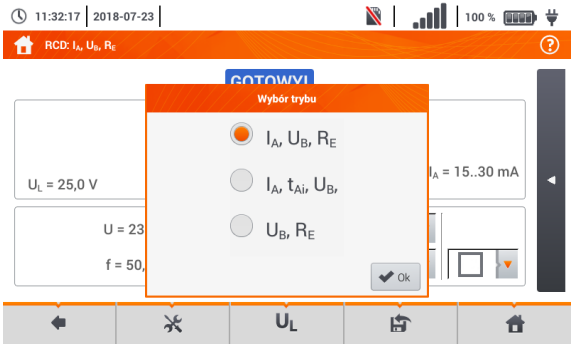
Wybrać pozycję **RCD I_A** lub **RCD t_A**.

2



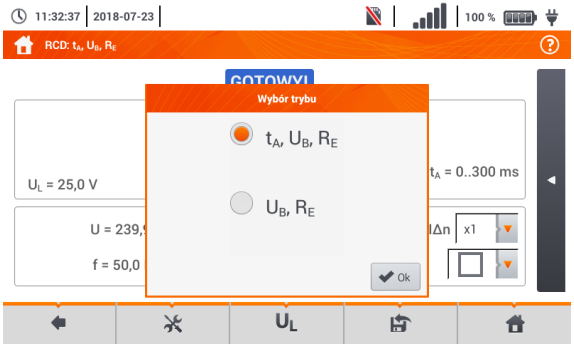
Ikoną określić wyświetlane składowe pomiaru:
(a) jeżeli wybrano **RCD I_A**,
(b) jeżeli wybrano **RCD t_A**.

3a



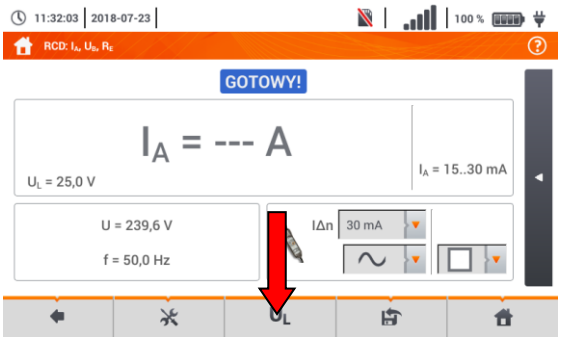
Dla **RCD I_A** dostępne są parametry:
I_A – prąd zadziałania RCD,
U_B – napięcie zmierzone na PE,
R_E – ciągłość PE,
t_{Ai} – czas zadziałania RCD podczas pomiaru prądu zadziałania.

3b



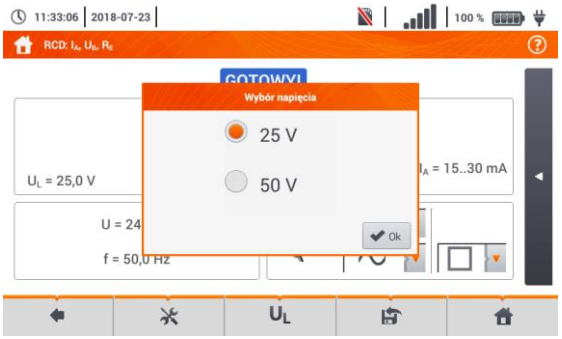
Dla **RCD t_A** dostępne są parametry:
U_B – napięcie zmierzone na PE,
R_E – ciągłość PE,
t_A – czas zadziałania RCD przy podaniu krotności znamionowego prądu różnicowego.

4



Wybrać U_L, aby określić napięcie pomiarowe.

5



Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

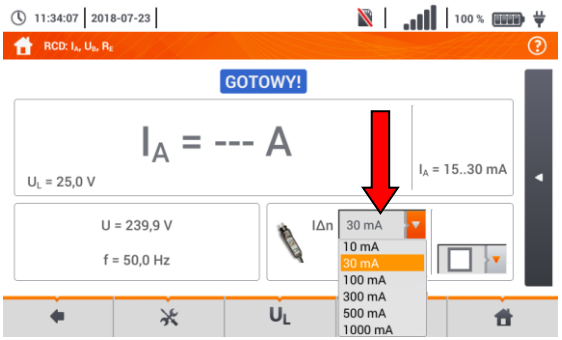
6



Jeżeli w kroku (1) wybrano tryb **RCD t_A**, ustawić prąd wymuszany w badaniu RCD.

Ustawiany prąd jest krotnością znamionowego prądu różnicowego badanego wyłącznika.

7

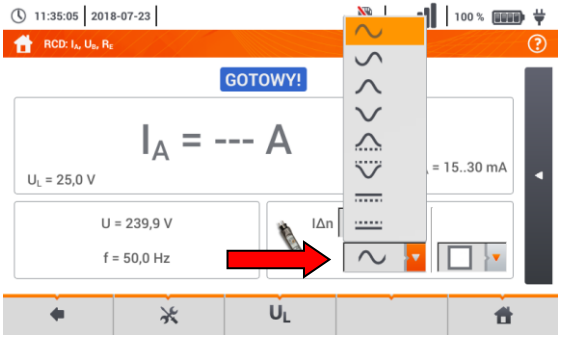


Poprawność oceny sprawności badanego wyłącznika jest uzależniona od jego znamionowego prądu różnicowego.

W menu dostępne są znamionowe prądy różnicowe wyłączników RCD.

- Dotknąć pole listy rozwijanej.
- Wybrać prąd różnicowy badanego wyłącznika.

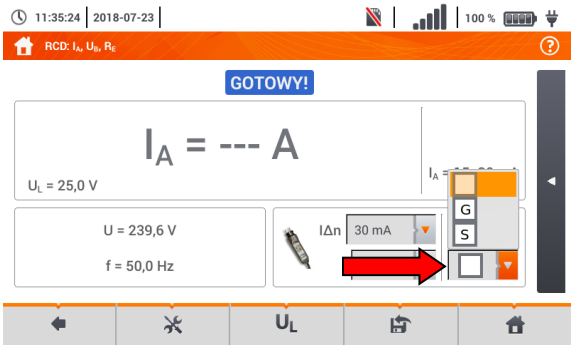
8



W menu można wybrać kształt prądu, jakim badany będzie wyłącznik RCD.

- Dotknąć pole listy rozwijanej.
- Wybrać kształt prądu pomiarowego.

9



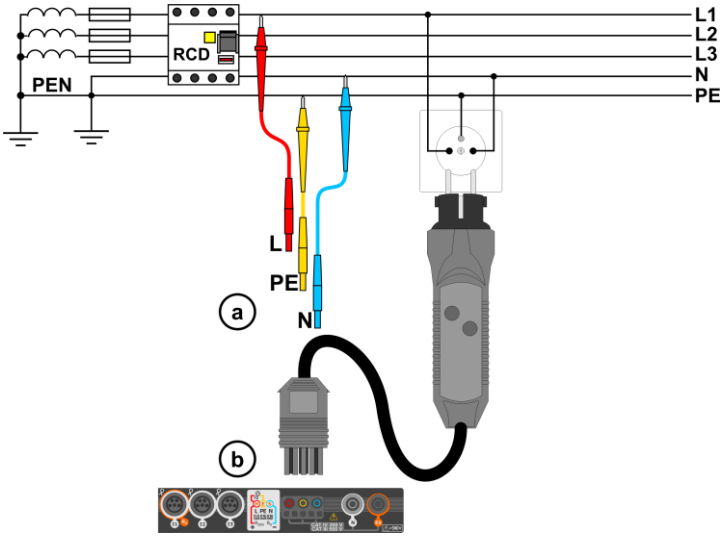
Określić typ wyłącznika.

Dostępne podtypy wyłączników

	ogólnego przeznaczenia
G	krótkozwłoczny
S	selektywny

3.8.2 Prąd zadziałania RCD

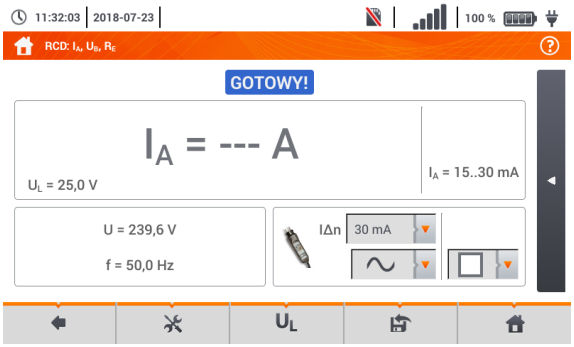
1 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



2 

Wybrać pozycję **RCD I_A**.

3 Wprowadzić nastawy pomiarowe zgodnie z **rozdz. 3.8.1**.

4 

Miernik jest gotowy do pomiaru.

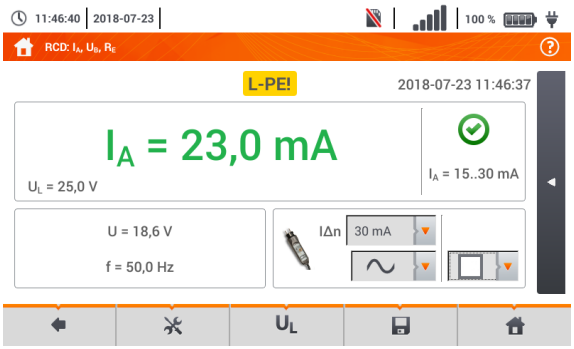
Odczyty bieżące
U – napięcie między przewodem fazowym L a PE
f – częstotliwość sieciowa w badanym obwodzie

5 

Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

Aby anulować pomiar, wybrać na ekranie ikonę  .

6



Odczytać wynik.

<u>Ocena wyniku pomiaru</u>
kolor **zielony**:

$$0{,}5\ I_{\Delta n} < I_A \le I_{\Delta n}$$

kolor **czerwony**:

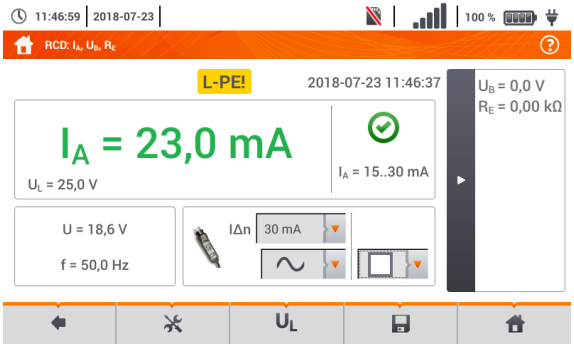
$$I_A \le 0{,}5\ I_{\Delta n}$$

lub

$$I_A > I_{\Delta n}$$

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

7



W zależności od wyboru dokonanego w rozdz. **3.8.1** krok (2) wyświetlą się niektóre z poniższych parametrów:
U_B – napięcie zmierzone na PE,
R_E – ciągłość PE,
t_A – czas zadziałania RCD przy przepływnie prądu wyłączającego badany RCD.

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

- Pomiar czasu zadziałania t_{Ai} (t_A mierzone podczas pomiaru I_A) **nie jest dostępny** dla wyłączników selektywnych.
- Pomiar czasu zadziałania t_{Ai} **nie jest wykonywany** zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm (czyli **przy prądzie nominalnym** wyłącznika RCD $I_{\Delta n}$), lecz **przy prądzie I_A** zmierzonym i wyświetlonym w czasie jego pomiaru. W większości przypadków, gdzie nie jest wymagany pomiar ściśle wg normy, może być brany pod uwagę do oceny poprawności funkcjonowania zabezpieczenia RCD w określonej instalacji. Jeżeli zmierzone I_A jest mniejsze od $I_{\Delta n}$ (najczęstszy przypadek), to czas zadziałania t_{Ai} będzie zwykle dłuższy od czasu zadziałania zmierzonego w funkcji t_A, która mierzy czas przy prądzie $I_{\Delta n}$:

$$I_A < I_{\Delta n} \Rightarrow t_{Ai} > t_A$$

gdzie:

$$t_{Ai} = f\ (I_{\Delta n})$$

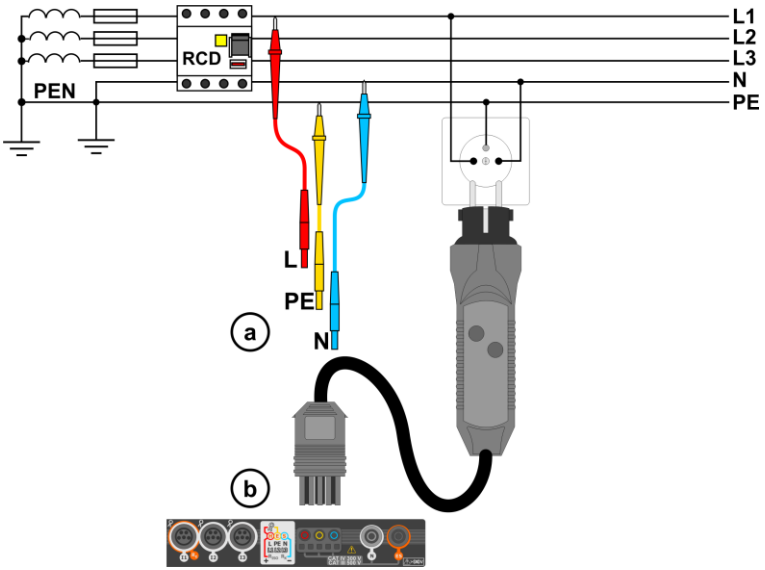
Jeżeli więc czas t_{Ai} jest poprawny (nie jest zbyt długi), to można uznać, że czas mierzony w funkcji t_A byłby również poprawny (nie byłby dłuższy).

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU	Pomiar w toku.
$U_B>U_L$!	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L.
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
L-N!	Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L-PE!	Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
N-PE!	Napięcie U_{N-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L ⇔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
PE!	Niepoprawnie podłączony przewód PE.
BŁĄD!	Błąd pomiaru.
U>500V!	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.

3.8.3 Czas zadziałania RCD

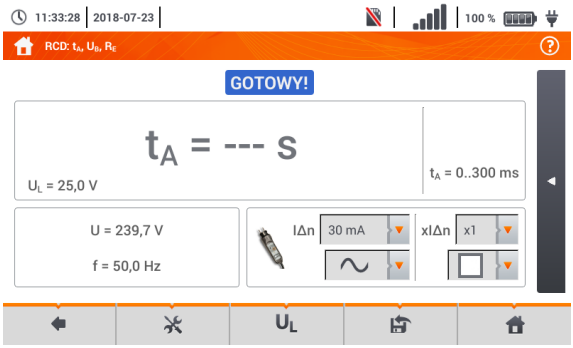
1. Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



2. 

Wybrać pozycję **RCD t_A**.

3. Wprowadzić nastawy pomiarowe zgodnie z **rozdz. 3.8.1**

4. 

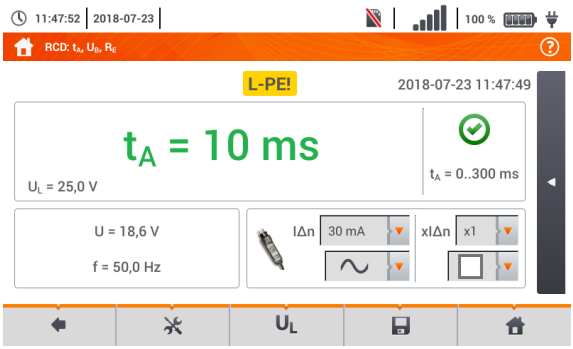
Miernik jest gotowy do pomiaru.

<u>Odczyty bieżące</u>
U – napięcie między przewodem fazowym L a PE
f – częstotliwość sieciowa w badanym obwodzie

5. 

Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

6

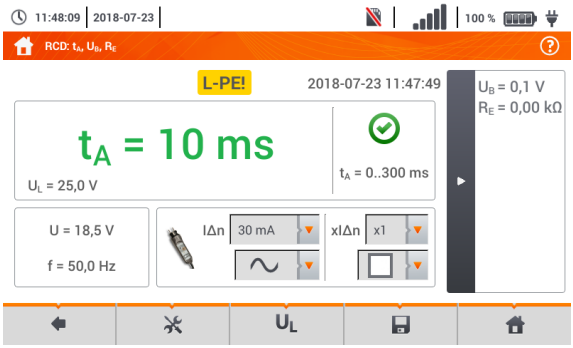


Odczytać wynik – czas zadziałania RCD t_A.

Ocena wyniku pomiaru
kolor **zielony**:
$t_A \leq t_{dop}$
kolor **czerwony**:
$t_A > t_{dop}$

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

7



W zależności od wyboru dokonanego w rozdz. **3.8.1** krok (2) wyświetlą się niektóre z poniższych parametrów:
U_B – napięcie zmierzone na PE,
R_E – ciągłość PE.

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU	Pomiar w toku.
U_B>U_L!	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L.
Brak U_{L-N}!	Brak przewodu neutralnego koniecznego dla $I_{\Delta n}$ stałego i pulsującego z podkładem.
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
L-N!	Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L-PE!	Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
N-PE!	Napięcie U_{N-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L ⇔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
PE!	Niepoprawnie podłączony przewód PE.
BŁĄD!	Błąd pomiaru.
U>500V!	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.
NAPIĘCIE!	Przekroczone napięcie.

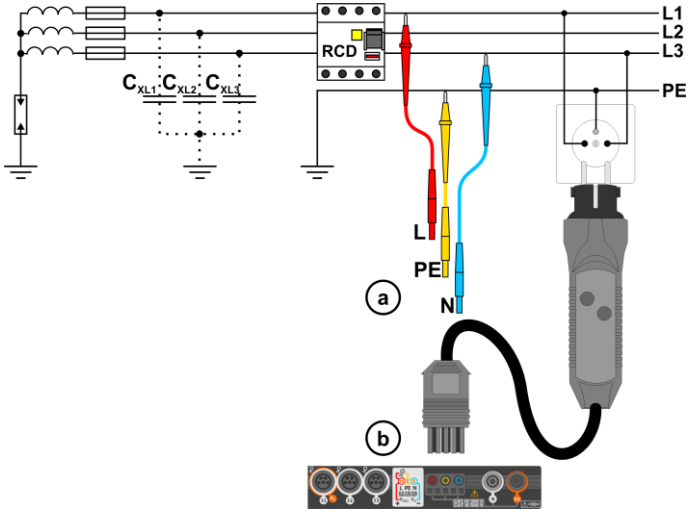
3.8.4 Pomiary w sieciach IT

Przed dokonaniem pomiarów w menu głównym przyrządu należy wybrać odpowiedni typ sieci (menu **Ustawienia pomiarów**, **rozdz. 2.2.1**).

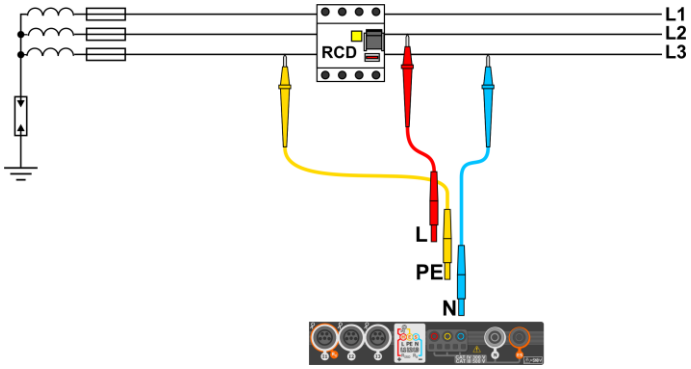
UWAGA!

Po wybraniu sieci typu IT funkcja **elektrody dotykowej** jest **nieaktywna**.

Sposób podłączenia przyrządu do instalacji pokazano na **Rys. 3.8** i **Rys. 3.9**.



Rys. 3.8 Pomiar RCD w sieci IT. Obwód zamyka się przez pojemności pasożytnicze C_x



Rys. 3.9 Testowanie RCD bez udziału przewodu PE

Sposób, w jaki należy dokonywać pomiarów prądu i czasu zadziałania RCD, został opisany w **rozdz. 3.8.2, 3.8.3**.

Zakres roboczy napięć: **95 V … 270 V.**

3.9 *Pomiary automatyczne wyłączników różnicowoprądowych RCD*

Przyrząd umożliwia pomiar czasów zadziałania t_A wyłącznika RCD, a także prądu zadziałania I_A, napięcia dotykowego U_B i rezystancji uziemienia R_E w sposób automatyczny. W trybie tym nie ma potrzeby każdorazowego wyzwalania pomiaru przyciskiem **START**. Rola wykonującego pomiar sprowadza się do zainicjowania pomiaru jednokrotnym naciśnięciem **START** i włączania RCD po każdym jego zadziałaniu.

3.9.1 Ustawienia pomiarów automatycznych RCD

(1) 

Wybrać **RCDAUTO**.

(2) 

- Wybrać **U_L** i wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.



- Wybrać znamionowy prąd różnicowy badanego zabezpieczenia.



- Wybrać rodzaj badanego zabezpieczenia.

(3) 

- Wybrać parametry, jakie mają być mierzone. Oznaczenia:

I_A prąd zadziałania
t_A czas zadziałania
+ wymuszany jest prąd o czole narastającym
- wymuszany jest prąd o czole opadającym
x0,5 / 1 / 2 / 5 wymuszana krotność znamionowego prądu RCD zgodnie z IEC 61557-6

- Wybrać tryb pomiaru:

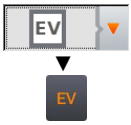
(a) pełny,
(b) standardowy.

(4a) 

Jeżeli wybrano tryb **pełny,** wybrać typ badanego zabezpieczenia.

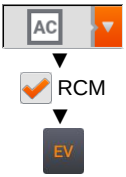


RCD inny niż EV. W urządzeniach tego typu nie występuje człon 6 mA DC.



RCD typu EV. Tu występuje człon 6 mA DC. W tej sytuacji przed testem należy:

- określić, według której z norm ma być prowadzony pomiar (**rozdz. 2.2.1**),
- określić krotność prądu różnicowego 6 mA DC (przycisk **EV**). Nastawy badania różnią się w zależności od wybranej normy.



RCD inny niż EV, dobezpieczony RCM (urządzenie monitorujące prąd różnicowy 6 mA DC, ang. *Residual Current Monitoring*). W tej sytuacji przed testem należy:

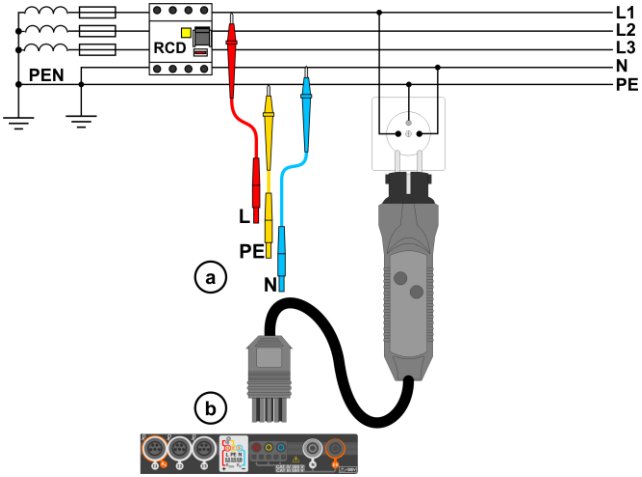
- określić, według której z norm ma być prowadzony pomiar (**rozdz. 2.2.1**),
- zaznaczyć **RCM**,
- określić krotność znamionowego prądu różnicowego 6 mA DC (przycisk **EV**). Nastawy badania różnią się w zależności od wybranej normy.

4b 

Jeżeli wybrano tryb **standardowy**, ustawić kształt prądu pomiarowego. W tym trybie badania RCD EV oraz RCM są niedostępne.

3.9.2 Automatyczny pomiar RCD

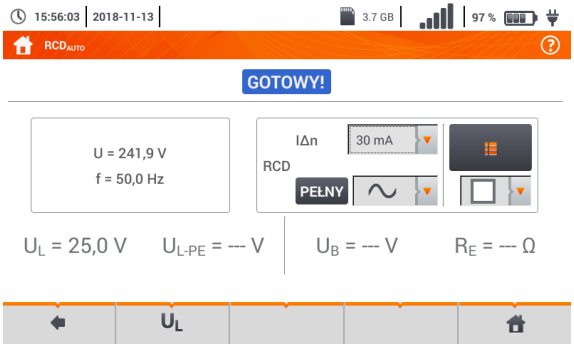
1 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



2 

Wybrać **RCD$_{AUTO}$**.

3 Wprowadzić nastawy pomiarowe zgodnie z **rozdz. 3.9.1**.

4 

Miernik jest gotowy do pomiaru.

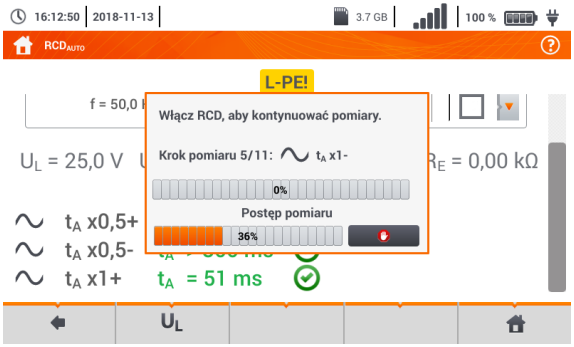
Odczyty bieżące
U – napięcie między przewodem fazowym L a PE
f – częstotliwość sieciowa w badanym obwodzie

(5)



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

(6)

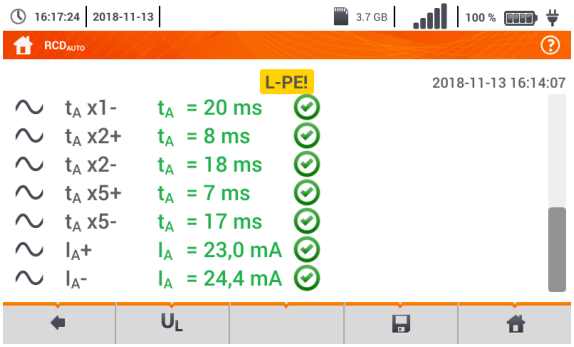


Badany wyłącznik RCD, należy **załączać** po każdym wyzwoleniu, dopóki pomiary się **nie zakończą**.

Stopień zaawansowania pomiaru ilustrują paski postępu:
górny – postęp aktualnego pomiaru,
dolny – postęp całej sekwencji pomiarów.

Sekwencję można w każdej chwili anulować ikoną  .

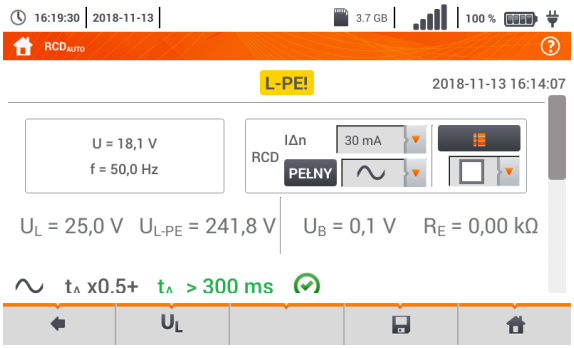
(7)



Ostatecznie wyświetlą się parametry zmierzone (**rozdz. 3.9.1** krok (3)), a także:
U_L – napięcie pomiarowe,
U_{L-PE} – napięcie między L a PE,
U_B – napięcie zmierzone na PE,
R_E – ciągłość PE.

Listę wyników można przewijać na ekranie.

<u>Kontrolki poprawności zadziałania</u>
kryterium spełnione
kryterium niespełnione



Więcej informacji zawarto w sekcji **Kryteria oceny poprawności wyników składowych**.

(8) Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną  .

- U_B i R_E są mierzone zawsze.
- Pomiar U_B, R_E odbywa się zawsze prądem sinusoidalnym 0,4 $I_{\Delta n}$ niezależnie od ustawień kształtu i krotności $I_{\Delta n}$.
- Pomiar automatyczny zostaje przerwany w następujących wypadkach:
  wyłącznik zadziałał w trakcie pomiaru U_B, R_E lub t_A przy 0,5-krotnym prądzie $I_{\Delta n}$,
  wyłącznik nie zadziałał przy pozostałych pomiarach cząstkowych,
  przekroczona została ustawiona uprzednio wartość napięcia U_L,
  napięcie zanikło w trakcie któregoś z pomiarów składowych,
  wartości R_E i napięcia sieci nie pozwoliły na wygenerowanie prądu o wartości wymaganej dla któregoś z pomiarów składowych.
- Automatycznie pomijane są pomiary niemożliwe do wykonania, np. gdy wybrany prąd $I_{\Delta n}$ i krotność wykraczają poza możliwości pomiarowe miernika.

Kryteria oceny poprawności wyników składowych

Parametr	Kryterium oceny	Uwagi
I_A ∿	0,5 $I_{\Delta n}$ ≤ I_A ≤ 1 $I_{\Delta n}$	-
I_A ⌒ ⌒ I_A ⌒ ⌒	0,35 $I_{\Delta n}$ ≤ I_A ≤ 2 $I_{\Delta n}$	dla $I_{\Delta n}$ = 10 mA
I_A ⌒ ⌒ I_A ⌒ ⌒	0,35 $I_{\Delta n}$ ≤ I_A ≤ 1,4 $I_{\Delta n}$	dla pozostałych $I_{\Delta n}$
I_A ⎓	0,5 $I_{\Delta n}$ ≤ I_A ≤ 2 $I_{\Delta n}$	-
I_A ⎓ 6 mA	3 mA ≤ I_A ≤ 6 mA	dla RCD EV 6 mA DC i RCM (wg IEC 62955 i IEC 62752)
t_A przy 0,5 $I_{\Delta n}$	t_A → rcd	▪ dla wszystkich typów RCD ▪ dla RCD EV część AC
t_A przy 1 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 300 ms	▪ dla RCD ogólnego przeznaczenia ☐ ▪ dla RCD EV część AC
t_A przy 2 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 150 ms	▪ dla RCD ogólnego przeznaczenia ☐ ▪ dla RCD EV część AC
t_A przy 5 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 40 ms	▪ dla RCD ogólnego przeznaczenia ☐ ▪ dla RCD EV część AC
t_A przy 1 $I_{\Delta n}$	130 ms ≤ t_A ≤ 500 ms	dla RCD selektywnych S
t_A przy 2 $I_{\Delta n}$	60 ms ≤ t_A ≤ 200 ms	dla RCD selektywnych S
t_A przy 5 $I_{\Delta n}$	50 ms ≤ t_A ≤ 150 ms	dla RCD selektywnych S
t_A przy 1 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 300 ms	dla RCD krótkozwłocznych G
t_A przy 2 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 150 ms	dla RCD krótkozwłocznych G
t_A przy 5 $I_{\Delta n}$	10 ms ≤ t_A ≤ 40 ms	dla RCD krótkozwłocznych G
t_A przy 1 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 10 s	dla RCD EV 6 mA i RCM (I_Δ = 6 mA wg IEC 62955 i IEC 62752)
t_A przy 10 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 300 ms	dla RCD EV 6 mA i RCM (I_Δ = 60 mA wg IEC 62955 i IEC 62752)
t_A przy 33 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 100 ms	dla RCD EV 6 mA i RCM (I_Δ = 200 mA wg IEC 62955)
t_A przy 50 $I_{\Delta n}$	t_A ≤ 40 ms	dla RCD EV 6 mA i RCM (I_Δ = 300 mA wg IEC 62752)

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU	Pomiar w toku.
$U_B>U_L$!	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L.
Brak U_{L-N}!	Brak przewodu neutralnego koniecznego dla $I_{\Delta n}$ stałego i pulsującego z podkładem.
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
L-N!	Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L-PE!	Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
N-PE!	Napięcie U_{N-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L ⇔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
PE!	Niepoprawnie podłączony przewód PE.
BŁĄD!	Błąd pomiaru.
U>500V!	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.
NAPIĘCIE!	Przekroczone napięcie.

3.10 Rezystancja izolacji

OSTRZEŻENIE

Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.

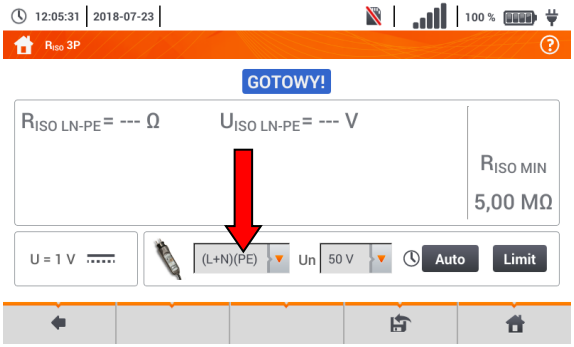
3.10.1 Ustawienia pomiarów

1



Wybrać pozycję **RISO**.

2



Podłączyć do miernika sondy lub adapter, którymi wykonywane będą pomiary.

Dotknąć menu rozwijanego, aby ustawić tryb pomiaru.

Pozycje będą się różnić w zależności od tego, czy do miernika podłączono:

(a) sondy,

(b) adapter UNI-Schuko,

(c) adapter AutoISO-1000c.

3a



Jeżeli do miernika podłączono **odrębne przewody z sondami**, wybrać z listy żądaną opcję:

→ tryb pomiaru jednokrotnego,

↻ tryb ciągły pomiaru.

3b



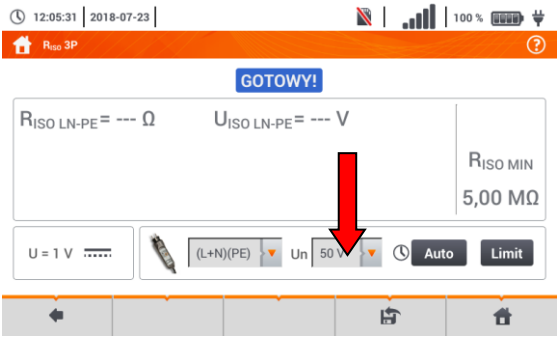
Jeżeli do miernika podłączono adapter **UNI-Schuko**, wybrać z listy żądaną opcję:

- **(L)(PE)(N)** – jeśli przewód **fazowy** po **lewej** stronie względem kołka ochronnego gniazda,
- **(N)(PE)(L)** – jeśli przewód **fazowy** po **prawej** stronie względem kołka ochronnego gniazda,
- **(L+N)(PE)** – zwarte przewody L i N, pomiar do PE (metoda uproszczona).

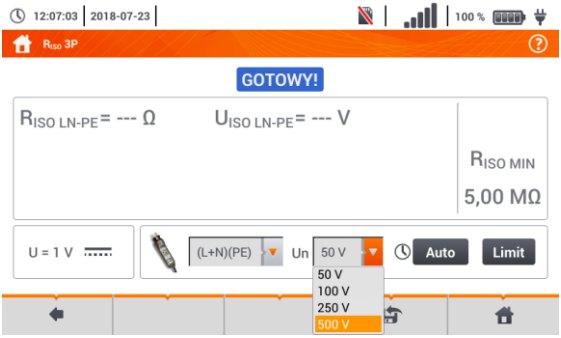


Jeżeli do miernika podłączono **adapter AutoISO**, wybrać z listy żądaną opcję:

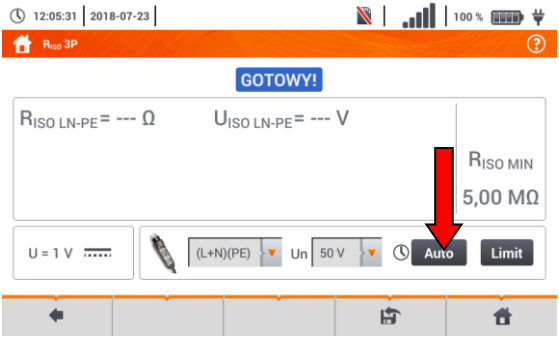
- **3 przew.** – pomiar przewodu 3-żyłowego,
- **4 przew.** – pomiar przewodu 4-żyłowego,
- **5 przew.** – pomiar przewodu 5-żyłowego.



Dotknąć menu rozwijanego, aby ustawić napięcie pomiarowe **Un**.

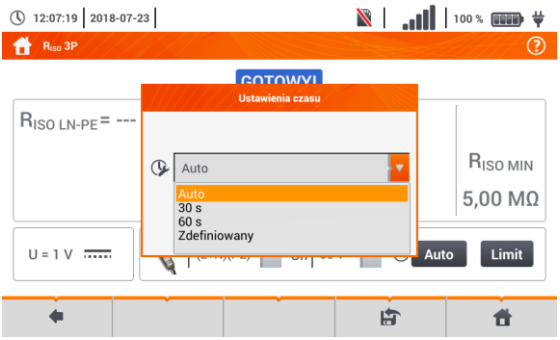


Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.



Ikoną nastaw czasu ustawić czas trwania pomiaru. Po dokonaniu wyboru będzie ona wyświetlać ustawioną wartość.

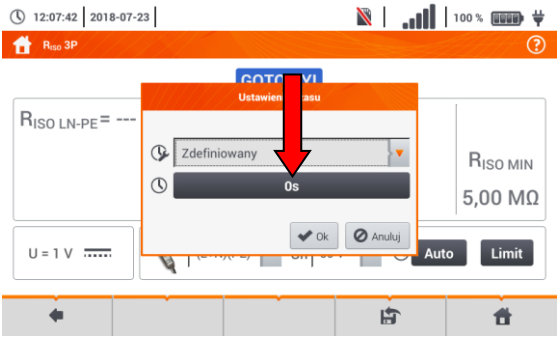
7



Dostępne opcje

- **Auto** – miernik automatycznie dobiera czas pomiaru w zależności od pojemności obiektu mierzonego
- 30 s
- 60 s
- **Zdefiniowany** – ręczne ustawienie czasu w przedziale 1…60 s

8



Jeżeli wybrano pozycję **Zdefiniowany**, należy wprowadzić żądaną wartość czasu.

9

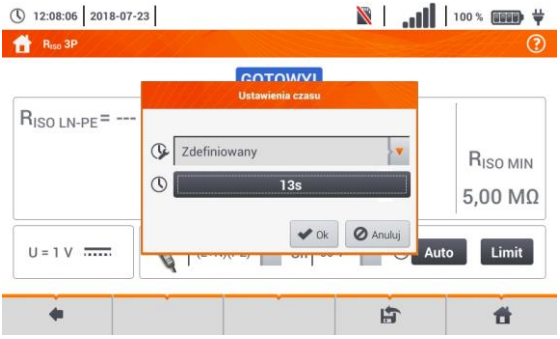


Skasować dotychczasową wartość czasu i wprowadzić nową z zakresu 1…60 s.

Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

10



Opis ikon funkcyjnych

Ok – akceptacja wyboru

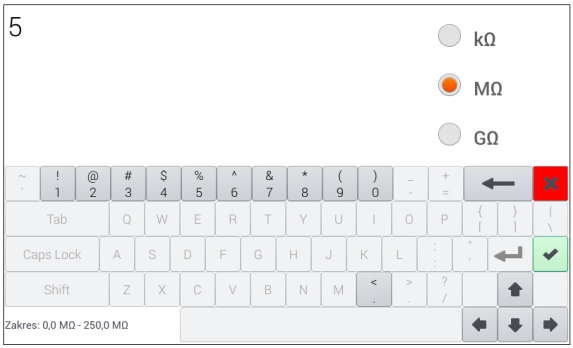
Anuluj – odrzucenie zmian

11



Wybrać **Limit**, aby ustawić kryterium dopuszczalnej rezystancji izolacji.

12



- Wybrać jednostkę.
- Skasować dotychczasową wartość i wprowadzić nową. Zakresy:
  - o **kΩ**: 0…2 000 000,
  - o **MΩ**: 0,0…200,0,
  - o **GΩ**: 0,000…2,000.

Funkcje ikon

odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu

akceptacja zmian

13



przejście do poprzedniego ekranu

przejście do ekranu głównego

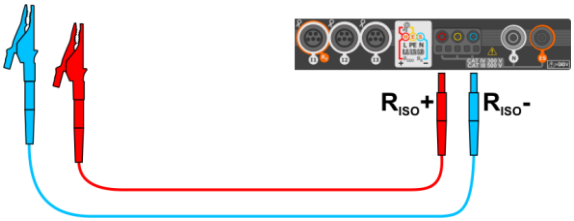
3.10.2 Pomiary z użyciem sond

OSTRZEŻENIE

- **Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.**
- **<u>Niedopuszczalne</u> jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to <u>porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu</u> i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.**

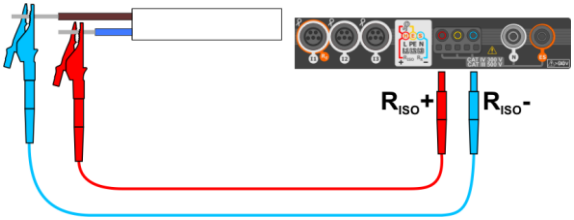
1. 

Wybrać pozycję **R_{ISO}**, by wywołać menu pomiarowe.

2. 

Podłączyć do miernika sondy pomiarowe.

3. Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.10.1**

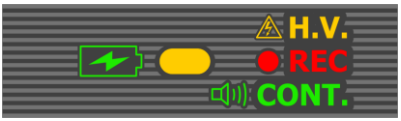
4. 

Podłączyć przewody pomiarowe wg rysunku.

5. 

Nacisnąć i przytrzymać przycisk **START**.
Pomiar jest wykonywany w sposób ciągły podczas trzymania przycisku **START**.

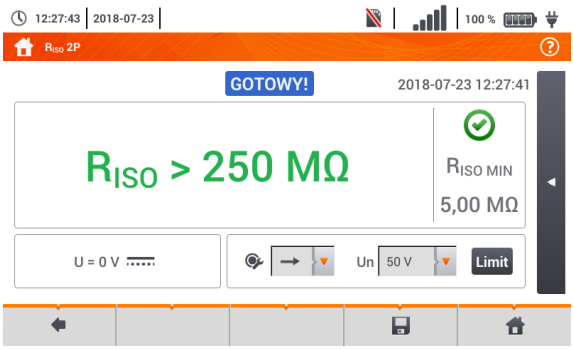
Aby **przerwać** pomiar, należy puścić przycisk **START**.



Jeżeli wybrano pomiar w trybie ciągłym (ikona ⟳), pojawi się **monit** o potwierdzenie startu pomiaru.

Podczas pomiaru **dioda H.V./REC/CONT.** świeci na **pomarańczowo**.

6



Odczytać wynik pomiaru.

Kontrolki spełnienia limitu (**rozdz. 3.10.1** krok (11))

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Jeżeli wybrano pomiar w trybie ciągłym (ikona), pomiar można przerwać wybierając ikonę .

- Dopóki napięcie pomiarowe nie osiągnie 90% ustawionej wartości (a także po przekroczeniu 110%) miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy.
- Po zakończeniu pomiaru następuje rozładowanie pojemności mierzonego obiektu przez zwarcie zacisków **R_{ISO}+** oraz **R_{ISO}–** rezystancją 100 kΩ.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
	Wykryto obecność zbyt wysokiego napięcia na zaciskach miernika. Odłączyć końcówki od badanego obiektu.
SZUM!	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak może być obarczony dodatkową niepewnością.
LIMIT!	Zadziałało ograniczenie prądowe. Wyświetleniu symbolu w czasie trwania pomiaru towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy. Jeżeli wyświetlany jest po pomiarze, wówczas oznacza, że wynik pomiaru uzyskano przy pracy na ograniczeniu prądowym (np. zwarcie w badanym obiekcie).

3.10.3 Pomiary z użyciem adaptera UNI-Schuko (WS-03 i WS-04)

OSTRZEŻENIE

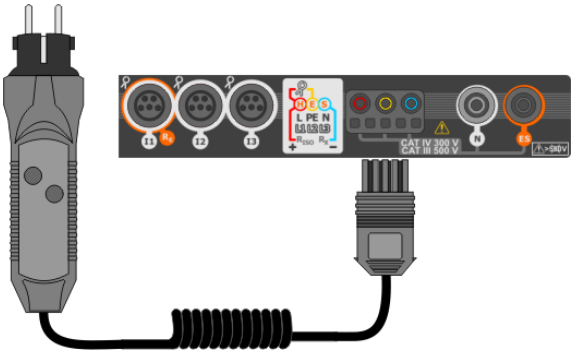
- **Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 500 V.**
- **<u>Niedopuszczalne</u> jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to <u>porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu</u> i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.**

1



Wybrać pozycję **R_{ISO}**, by wywołać menu pomiarowe.

2

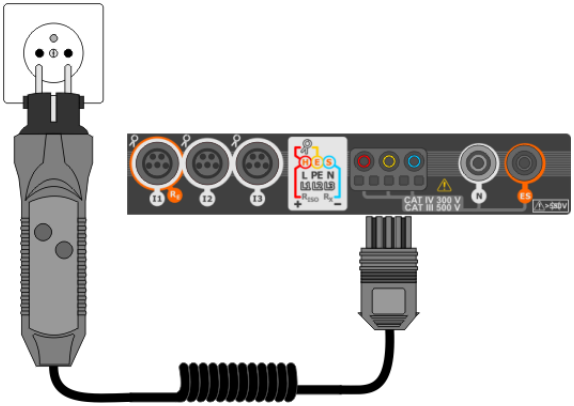


Podłączyć **adapter WS-03** lub **WS-04** z wtyczką sieciową UNI-Schuko.

Miernik automatycznie wykrywa ten fakt, zmieniając wygląd ekranu.

3 Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.10.1**

4

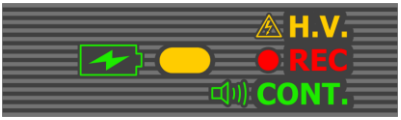


Podłączyć adapter do badanego gniazda.

5



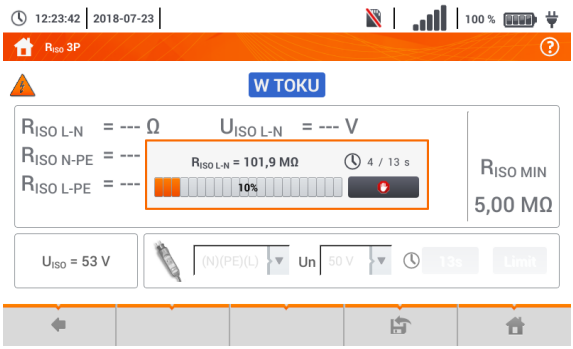
Nacisnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.



W przypadku, gdy któreś z napięć przekracza dopuszczalne (50 V), wyświetlany jest napis **Napięcie na obiekcie**, a pomiar jest blokowany.

Podczas pomiaru **dioda H.V./REC/CONT.** świeci na **pomarańczowo**.

6



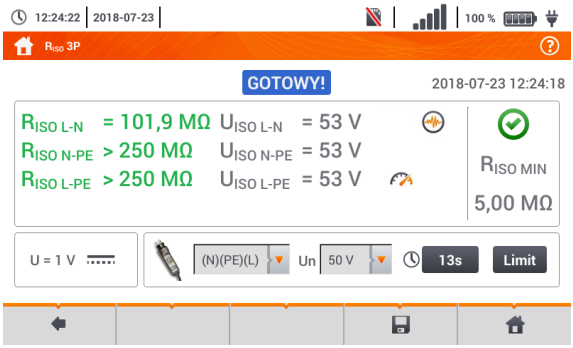
Widok ekranu podczas pomiaru.

Wyświetlany jest symbol mierzonej aktualnie rezystancji i pasek postępu tego pomiaru.

Pasek postępu wskazuje stopień zaawansowania pomiaru.

Pomiar można w każdej chwili anulować ikoną .

7



Odczytać wyniki.

Kontrolki spełniania limitu (**rozdz. 3.7.1** krok (4))

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Dodatkowe kontrolki dla każdej z mierzonych par przewodów

- **szum** – zarejestrowano zbyt duży sygnał zakłócający
- **limit** – pomiar wykonany przy ograniczeniu prądowym przetwornicy (np. zwarcie w badanym obiekcie)

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

- Dopóki napięcie pomiarowe nie osiągnie 90% ustawionej wartości (a także po przekroczeniu 110%) miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy.
- Po zakończeniu pomiaru następuje rozładowanie pojemności mierzonego obiektu przez zwarcie zacisków **R_{ISO+}** oraz **R_{ISO-}** rezystancją 100 kΩ.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
	Wykryto obecność zbyt wysokiego napięcia na zaciskach miernika. Odłączyć końcówki od badanego obiektu.
	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak może być obarczony dodatkową niepewnością.
	Zadziałało ograniczenie prądowe. Wyświetleniu symbolu w czasie trwania pomiaru towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy. Jeżeli wyświetlany jest po pomiarze, wówczas oznacza, że wynik pomiaru uzyskano przy pracy na ograniczeniu prądowym (np. zwarcie w badanym obiekcie).

3.10.4 Pomiary z użyciem AutoISO-1000c

OSTRZEŻENIE

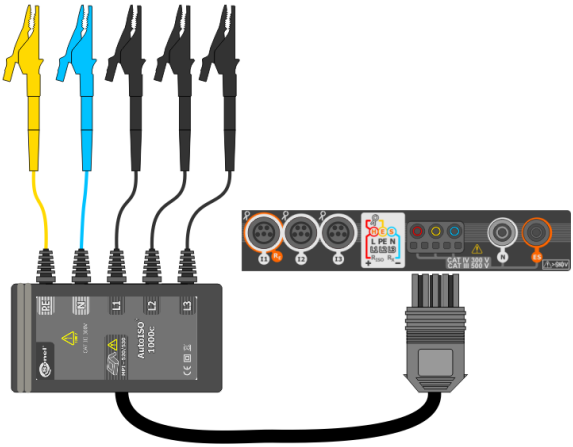
- **Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.**
- **<u>Niedopuszczalne</u> jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to <u>porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu</u> i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu**

1



Wybrać pozycję **RISO**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2



Podłączyć adapter **AutoISO-1000c**.

Miernik automatycznie wykrywa ten fakt, zmieniając wygląd ekranu.

3 Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.10.1**.

4

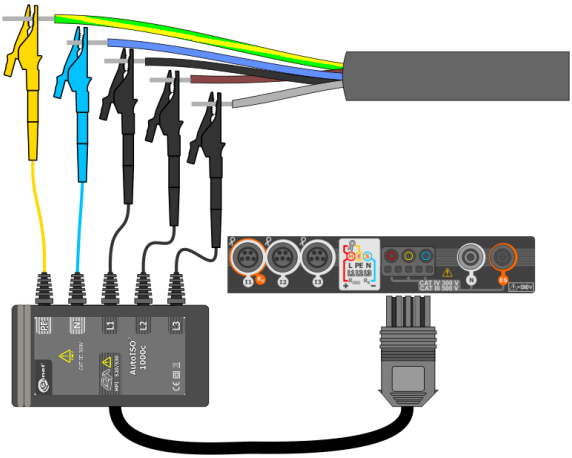


Miernik jest gotowy do pomiaru.

<u>Odczyty bieżące</u>
U – napięcie zakłócające

<u>Opis ikon funkcyjnych</u>
przewijanie w dół listy pomiarów
przewijanie w górę listy pomiarów

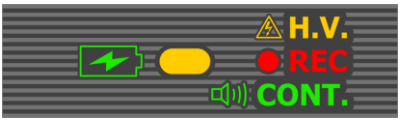
5



Podłączyć adapter AutoISO-1000c do badanego przewodu.

6





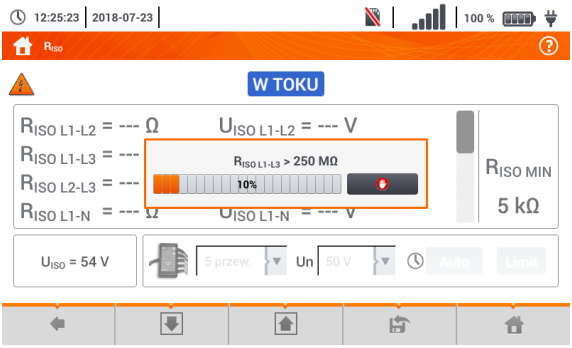
Nacisnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.

Podczas pomiaru **dioda H.V./REC/CONT.** świeci na **pomarańczowo**.

W przypadku, gdy któreś z napięć przekracza dopuszczalne (50 V), wyświetlany jest komunikat **Napięcie na obiekcie**, a pomiar jest blokowany.

Najpierw jest wykonywane sprawdzenie napięć na poszczególnych parach żył.
W przypadku, gdy któreś z napięć przekracza dopuszczalne, wyświetlany jest symbol tego napięcia
(np. **NAPIĘCIE! L1PE**), a pomiar jest przerywany.

7



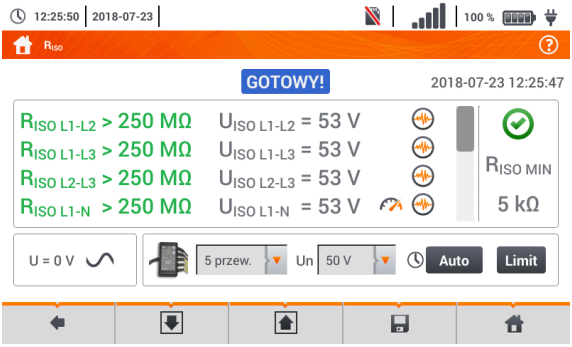
Widok ekranu podczas pomiaru.

Wyświetlany jest symbol mierzonej aktualnie rezystancji i pasek postępu tego pomiaru.

Pasek pokazuje % zaawansowania całkowitego pomiaru.

Pomiar można w każdej chwili anulować ikoną  .

8



Odczytać wyniki.

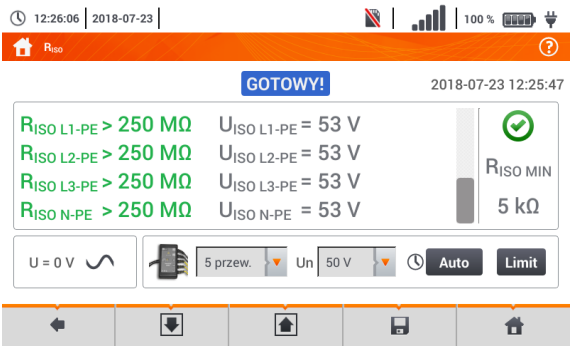
Kontrolki spełniania limitu (**rozdz. 3.7.1** krok (4))

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Dodatkowe kontrolki dla każdej z mierzonych par przewodów

- **szum** – zarejestrowano zbyt duży sygnał zakłócający
- **limit** – pomiar wykonany przy ograniczeniu prądowym przetwornicy (np. zwarcie w badanym obiekcie)

9



Suwakiem lub ikonami przewinąć ekran, by odczytać pozostałe wyniki pomiarów.

10 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

- Dopóki napięcie pomiarowe nie osiągnie 90% ustawionej wartości (a także po przekroczeniu 110%) miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy.
- Po zakończeniu pomiaru następuje rozładowanie pojemności mierzonego obiektu przez zwarcie zacisków **RISO+** oraz **RISO–** rezystancją 100 kΩ.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
	Wykryto obecność zbyt wysokiego napięcia na zaciskach miernika. Odłączyć końcówki od badanego obiektu.
	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak może być obarczony dodatkową niepewnością.
	Zadziałało ograniczenie prądowe. Wyświetleniu symbolu w czasie trwania pomiaru towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy. Jeżeli wyświetlany jest po pomiarze, wówczas oznacza, że wynik pomiaru uzyskano przy pracy na ograniczeniu prądowym (np. zwarcie w badanym obiekcie).

3.11 Niskonapięciowy pomiar rezystancji

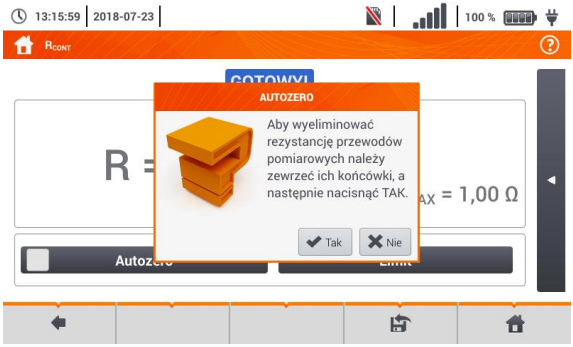
3.11.1 Pomiar rezystancji

① 

Wybrać pozycję **Rx**, aby wywołać ekran pomiarowy.

② 

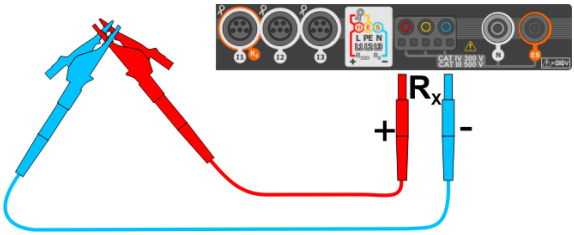
Aby wyeliminować rezystancję przewodów pomiarowych, wybrać **Autozero**.

③ 

Postępować zgodnie z komunikatem na ekranie.

Opis ikon funkcyjnych
Tak – akceptacja wyboru
Nie – anulowanie akcji

Po wybraniu **OK** miernik będzie podawał **wynik pomniejszony** o rezystancję przewodów pomiarowych.

④ 

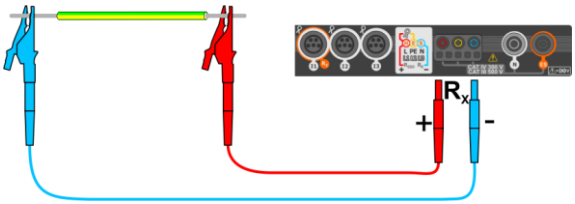
Aby **wyłączyć kompensację** rezystancji przewodów, należy powtórzyć kroki ②③④ z **rozwartymi** przewodami pomiarowymi. Wówczas wynik pomiaru będzie **zawierać rezystancję przewodów pomiarowych**.

5

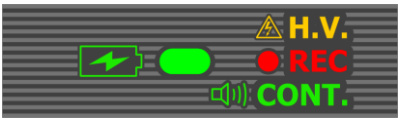


Miernik jest gotowy do pomiaru.

6



- Podłączyć miernik do badanego obiektu.
- Pomiar rozpocznie się automatycznie.



- Podczas pomiaru **dioda H.V./REC/CONT.** świeci na **zielono** oraz emitowany jest sygnał dźwiękowy.

7



Odczytać wynik.

UWAGA!

Wyświetlenie symboli NAPIĘCIE! informuje, że badany obiekt jest pod napięciem. Pomiar jest blokowany. Należy **niezwłocznie odłączyć miernik od obiektu**.



- Jeżeli **nie odznaczono** opcji **Autozero** (kroki (2)(3)(4)), miernik niezmiennie **pomniejsza** wynik pomiaru o rezystancję uprzednio podłączonych przewodów pomiarowych. Dlatego podczas każdej zmiany przewodów należy ponownie przeprowadzić procedurę **Autozero**.
- Współczynnik korekcyjny jest pamiętany również po ponownym uruchomieniu funkcji i/lub miernika.
- W sytuacji, gdy zmieniono przewody pomiarowe na takie o **mniejszej** rezystancji niż poprzednie, ale nie przeprowadzono procedury **Autozero**, miernik będzie **zaniżał** wartość pomiaru. W skrajnych przypadkach może wskazywać **rezystancję ujemną**. Analogicznie **większa** rezystancja przewodów powoduje **zawyżanie** wyniku pomiarów.
- Maksymalna kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych (Autozero) wynosi 500 Ω.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU	Pomiar w toku
NAPIĘCIE!	Niepoprawne napięcie na obiekcie.
SZUM!	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak z dodatkową niepewnością określoną w danych technicznych.

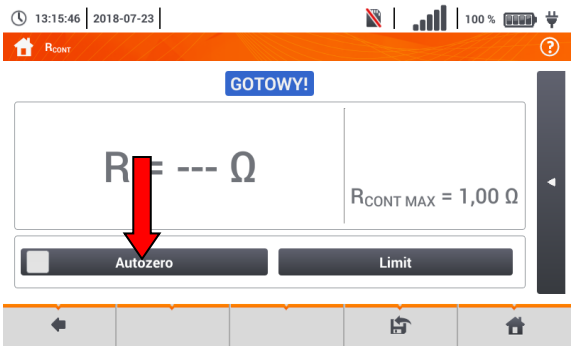
3.11.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrówn. prądem ±200 mA

1



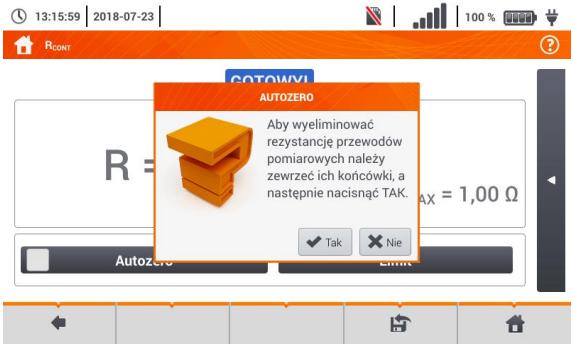
Wybrać pozycję **RCONT**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2



Aby wyeliminować wpływ rezystancji przewodów pomiarowych na wynik pomiaru, można przeprowadzić jej kompensację (autozerowanie). W tym celu wybrać **Autozero**.

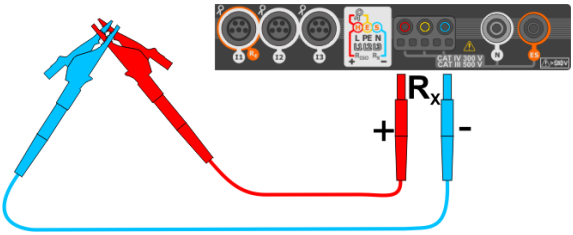
3



Postępować zgodnie z komunikatem na ekranie.

Opis ikon funkcyjnych
Tak – akceptacja wyboru
Nie – anulowanie akcji

Po wybraniu **Tak** miernik 3-krotnie zmierzy rezystancję przewodów pomiarowych. Następnie będzie podawał **wynik pomniejszony** o tę rezystancję.

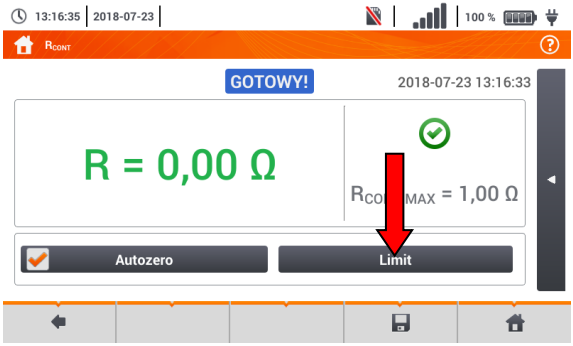


4



Aby **wyłączyć kompensację** rezystancji przewodów, należy powtórzyć kroki (2)(3) z **rozwartymi** przewodami pomiarowymi. Wówczas wynik pomiaru będzie **zawierać rezystancję przewodów pomiarowych**.

5



Ustawić dopuszczalny limit rezystancji mierzonego obiektu.

6



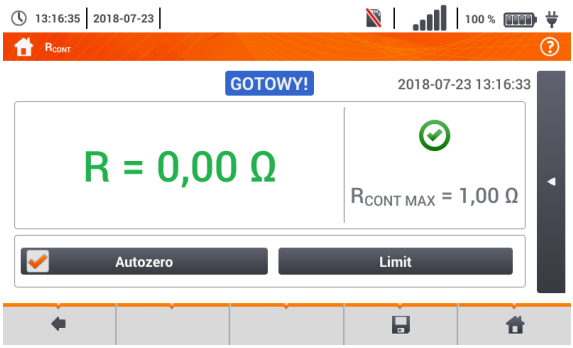
Z klawiatury ekranowej usunąć dotychczasową wartość i wprowadzić żądaną.

Zakres: 0…400 Ω

Funkcje ikon

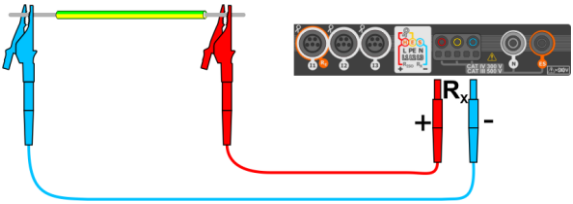
- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

7



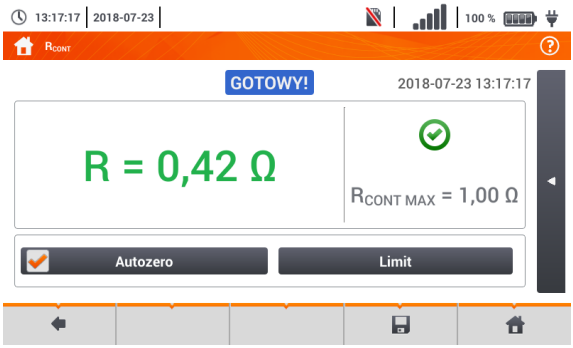
Miernik jest gotowy do pomiaru.

8



- Podłączyć miernik do badanego obiektu.
- Pomiar rozpoczyna się automatycznie.

9



Odczytać wynik pomiaru.

Wynik jest średnią arytmetyczną z wartości dwóch pomiarów przy prądzie 200 mA o przeciwnych biegunowościach $\mathbf{R_F}$ i $\mathbf{R_R}$.

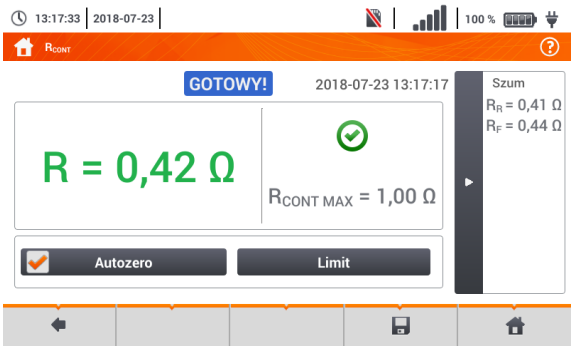
$$R = \frac{R_F + R_R}{2}$$

Kontrolki spełniania limitu (krok 5)

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

(10)



R_F – wynik uzyskany przy **dodatniej** polaryzacji prądu pomiarowego
R_R – wynik uzyskany przy **ujemnej** polaryzacji prądu pomiarowego

Wybranie paska ▶ chowa menu.

(11) Ikoną 💾 zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną 🔙.

(12)



Aby rozpocząć **kolejny pomiar** bez odłączania przewodów pomiarowych od obiektu, nacisnąć przycisk **START** i przejść do kroku (8).

UWAGA!

Wyświetlenie symboli NAPIĘCIE! informuje, że badany obiekt jest pod napięciem. Pomiar jest blokowany. Należy **niezwłocznie odłączyć miernik od obiektu**.

- Jeżeli **nie odznaczono** opcji **Autozero** (kroki (2)(3)(4)), miernik niezmiennie **pomniejsza** wynik pomiaru o rezystancję podłączonych wówczas przewodów pomiarowych. Wówczas podczas każdej zmiany przewodów należy ponownie przeprowadzić procedurę **Autozero**.
- Współczynnik korekcyjny jest pamiętany również po ponownym uruchomieniu funkcji i/lub miernika.
- W sytuacji, gdy zmieniono przewody pomiarowe na takie o **mniejszej** rezystancji niż poprzednie, ale nie przeprowadzono procedury **Autozero**, miernik będzie **zaniżał** wartość pomiaru. W skrajnych przypadkach może wskazywać **rezystancję ujemną**. Analogicznie **większa** rezystancja przewodów powoduje **zawyżanie** wyniku pomiarów.
- Maksymalna kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych (Autozero) wynosi 500 Ω.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt duże napięcie na obiekcie.
SZUM!	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak z dodatkową niepewnością określoną w danych technicznych.

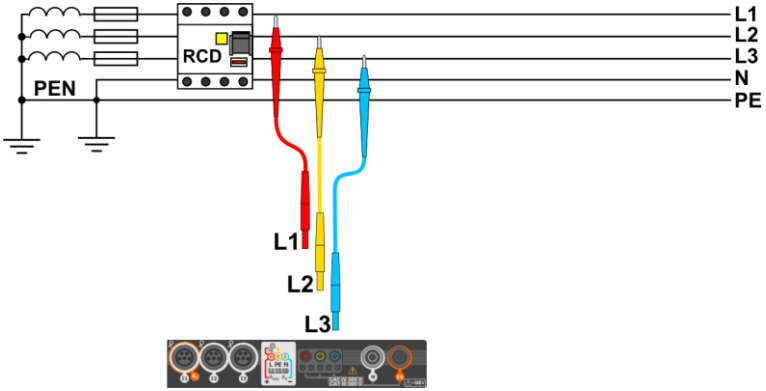
3.12 Kolejność faz

1



Wybrać pozycję **Kolejność faz**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku



3

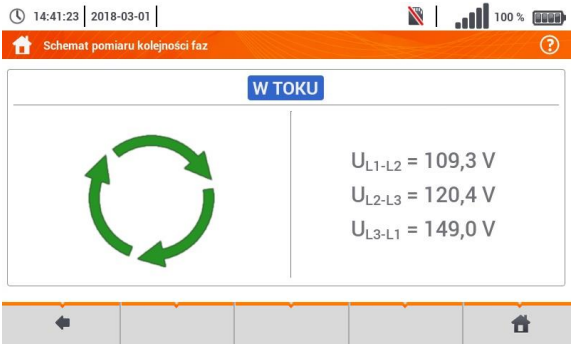


Miernik gotowy do testów.

U_{L1-L2}, U_{L2-L3}, U_{L3-L1} wartości napięć międzyfazowych

L1 L2 L3 sygnalizacja obecności poszczególnych faz

4a



Kolejność faz **prawidłowa**, tzn. następstwo faz jest **zgodne** z ruchem wskazówek zegara.

4b



Kolejność faz **nieprawidłowa**, tzn. następstwo faz jest **przeciwne** do ruchu wskazówek zegara.

3.13 *Kierunek wirowania silnika*

1



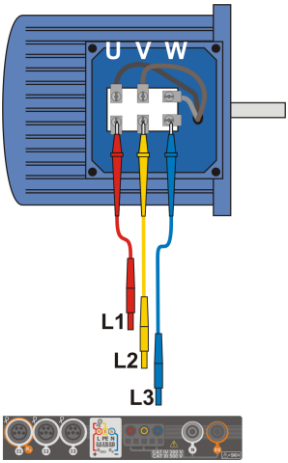
Wybrać pozycję **Wirowanie silnika**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2



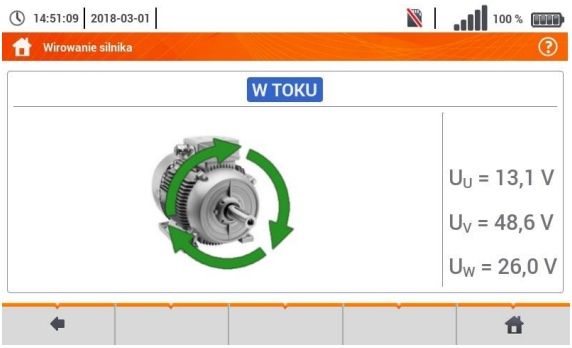
Miernik jest gotowy do testów.

3



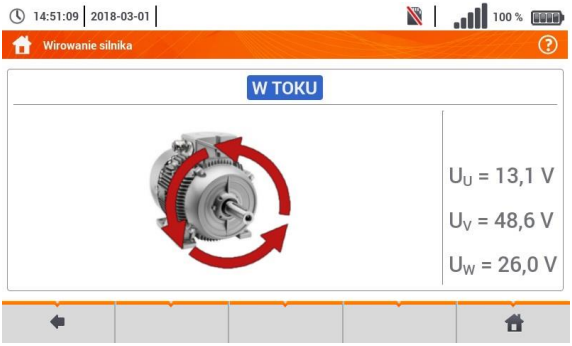
- Podłączyć miernik do silnika wg rysunku, tzn. zacisk U do wejścia L1, V do L2, W do L3.
- Energicznie zakręcić wałem silnika w prawo.

4a



Wirowanie strzałek na ekranie **w prawo** oznacza, że silnik podłączony do sieci trójfazowej będzie kręcił wałem **w prawo**.

4b



Wirowanie strzałek na ekranie **w lewo** oznacza, że silnik podłączony do sieci trójfazowej będzie kręcił wałem **w lewo**.

- Podczas testu nie poruszać przewodami pomiarowymi.
- Poruszanie niepodłączonymi przewodami pomiarowymi może sprawić, że wyindukują się napięcia dające wskazanie kierunku obrotów.

3.14 Natężenie oświetlenia

① 

Wybrać pozycję **Lux**, aby wywołać ekran pomiarowy.

② 

Podłączyć sondę optyczną.

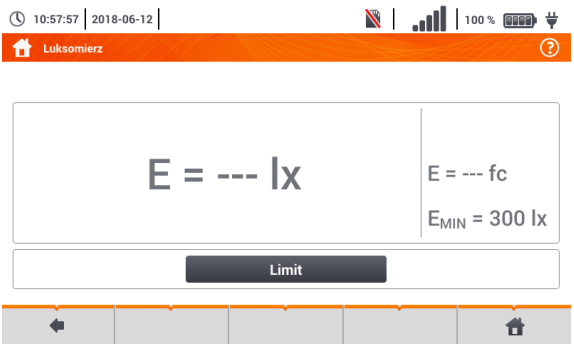
③ 

- Wybrać **Limit**, aby ustawić kryterium minimalnego natężenia oświetlenia.
- Wybrać jednostkę.
- Skasować dotychczasową wartość i wprowadzić nową z zakresu 0…20 000 lx.

Funkcje ikon

odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu

akceptacja zmian

④ 

Miernik jest gotowy do pomiaru oświetlenia.

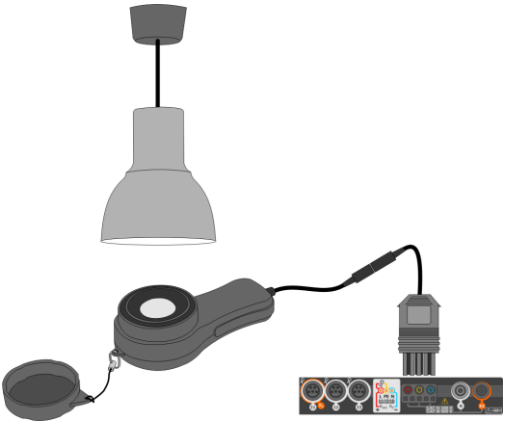
Odczyty bieżące

E [lx] – natężenie oświetlenia wyrażone w luksach (lm/m^2)

E [fc] – natężenie oświetlenia wyrażone w lm/ft^2 (lumen na stopę kwadratową)

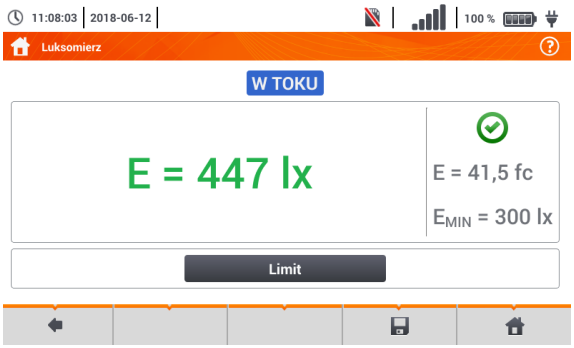
E_{MIN} – limit ustawiony w krokach ③④

5



Umieścić sondę w badanej płaszczyźnie pracy.

6



Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (krok 3):

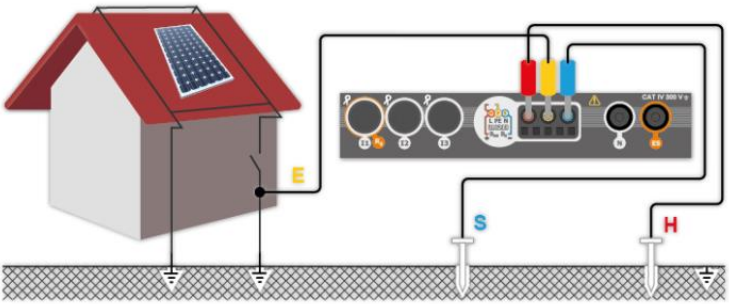
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

7 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**.

3.15 MPI-540-PV Rezystancja uziemienia (PV)



Połączyć układ pomiarowy. Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozdz. 3.6**.



3.16 MPI-540-PV *Rezystancja izolacji (PV)*

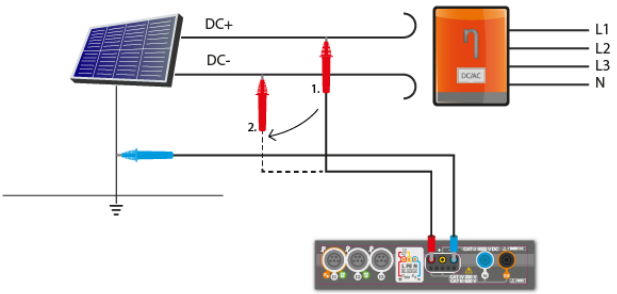
OSTRZEŻENIE

- **Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.**
- **<u>Niedopuszczalne</u> jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to <u>porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu</u> i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.**

R_{ISO} PV

Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozdz. 3.10**. Należy zmierzyć rezystancję izolacji między biegunem dodatnim (DC+) a uziemieniem oraz między biegunem ujemnym (DC-) a uziemieniem. W tym celu:

- połączyć uziemienie z gniazdem R_{ISO-} miernika, linię DC+ z gniazdem R_{ISO+}, w przyrządzie wybrać metodę **R_{ISO+}** i uruchomić pomiar,
- połączyć linię DC- z gniazdem R_{ISO+}, w przyrządzie wybrać metodę **R_{ISO-}** i uruchomić pomiar.



Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

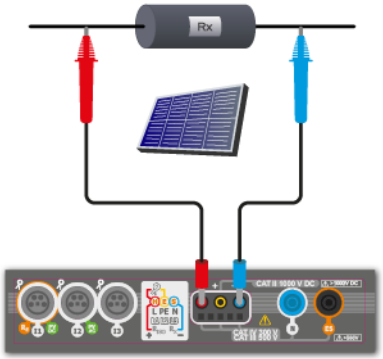
$U_{ISO\ L-N}$ – napięcie pomiarowe

Wybranie paska ▶ chowa menu.

3.17 MPI-540-PV *Ciągłość połączeń (PV)*

R_{CONT}

Połączyć układ pomiarowy. Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozdz. 3.11.2**.



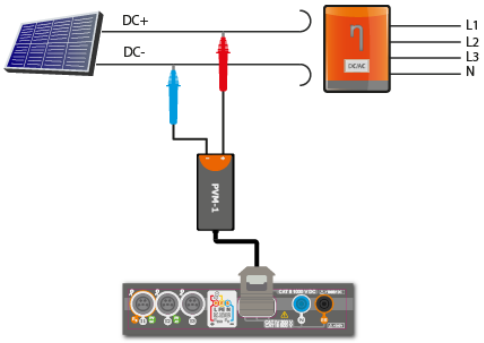
3.18 MPI-540-PV *Napięcie DC otwartego obwodu U_{OC}*

1



Wybrać pozycję **U_{OC}**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2

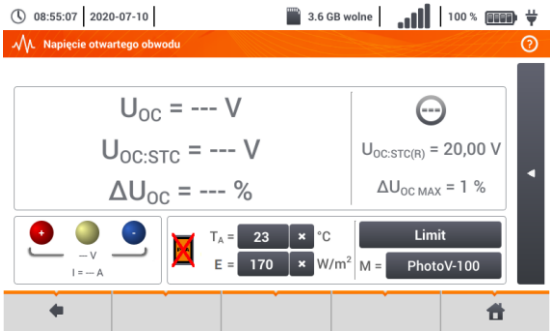


Wyłączyć inwerter lub odłączyć od niego badany obiekt. Do łańcucha modułów PV za pośrednictwem przystawki PVM-1 i adapterów złącz MC4 podłączyć miernik. Mierzone będą parametry:
U_{OC} – napięcie otwartego obwodu,
$U_{OC:STC}$ – napięcie otwartego obwodu po przeliczeniu do warunków STC*,
ΔU_{OC} – różnica napięcia obwodu otwartego (zmierzonego i przeliczonego do warunków STC) i tegoż napięcia deklarowanego przez producenta panelu, również przeliczonego do warunków STC.

*STC (Standard Test Conditions) – warunki odniesienia, dla których producent podaje wszystkie parametry modułów.

OSTRZEŻENIE
Nie rozłączać złącz MC4, jeśli płynie przez nie prąd obciążenia pracującego inwertera. Grozi to powstaniem łuku elektrycznego i zagrożeniem dla użytkownika!

3



Wprowadzić parametry badania:
T_A – temperatura otoczenia, jeśli źródło pomiaru temperatury = powietrze (**rozdz. 2.2.1**),
T_{PV} – temperatura modułu, jeśli źródło pomiaru temperatury = moduł (**rozdz. 2.2.1**),
E – irradiancja,
Limit – ustawienie wartości $\Delta U_{OC\,MAX}$,
M – moduł fotowoltaiczny wybierany z bazy miernika (**rozdz. 2.2.3**).

Ponadto na ekranie widnieją:
$U_{OC:STC(R)}$ – napięcie otwartego obwodu w warunkach STC, deklarowane przez producenta,
$\Delta U_{OC\,MAX}$ – ustawiony limit ΔU_{OC}.

Parametry T_A, T_{PV}, E pochodzą z miernika irradiancji, jeśli ten jest połączony z miernikiem. Zob. również **rozdz. 3.22**.

4



Nacisnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.

5 Kontrolki spełniania limitu (krok 3)
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◄ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z parametrami mierzonego obiektu PV.
M – liczba modułów w szeregu,
N – liczba modułów połączonych równolegle,
T_{PV} – temperatura modułu.
Wybranie paska ► chowa menu.

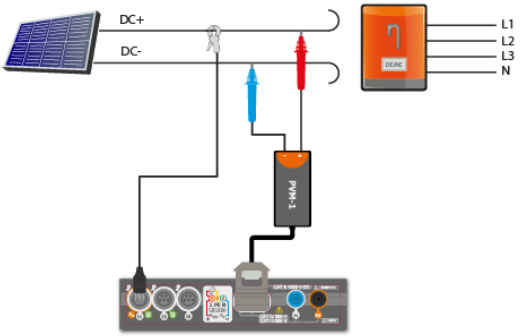
3.19 MPI-540-PV *Prąd DC zwarcia I_{SC}*

1



Wybrać pozycję **I_{SC}**, aby wywołać ekran pomiarowy. Następnie wyzerować cęgi (**rozdz. 3.21**).

2



Wyłączyć inwerter lub odłączyć od niego badany obiekt. Do łańcucha modułów PV za pośrednictwem przystawki PVM-1 i adapterów złącz MC4 podłączyć miernik. Mierzone będą parametry:

I_{SC} – prąd zwarcia

$I_{SC:STC}$ – prąd zwarcia po przeliczeniu do warunków STC*,

ΔI_{SC} – różnica prądu zwarcia (zmierzonego i przeliczonego do warunków STC) i tegoż prądu deklarowanego przez producenta panelu, również przeliczonego do warunków STC.

*STC (Standard Test Conditions) – warunki odniesienia, dla których producent podaje wszystkie parametry modułów.

OSTRZEŻENIE
Nie rozłączać złącz MC4, jeśli płynie przez nie prąd obciążenia pracującego inwertera. Grozi to powstaniem łuku elektrycznego i zagrożeniem dla użytkownika!

3



Wprowadzić parametry badania:

T_A – temperatura otoczenia, jeśli źródło pomiaru temperatury = powietrze (**rozdz. 2.2.1**),

T_{PV} – temperatura modułu, jeśli źródło pomiaru temperatury = moduł (**rozdz. 2.2.1**),

E – irradiancja,

Limit – ustawienie wartości $\Delta I_{SC\,MAX}$,

M – moduł fotowoltaiczny wybierany z bazy miernika (**rozdz. 2.2.3**).

Ponadto na ekranie widnieją:

$I_{SC:STC(R)}$ – prąd zwarcia w warunkach STC, deklarowany przez producenta,

$\Delta I_{SC\,MAX}$ – ustawiony limit ΔI_{SC}.

Parametry T_A, T_{PV}, E pochodzą z miernika irradiancji, jeśli ten jest połączony z miernikiem. Zob. również **rozdz. 3.22**.

4



W razie potrzeby ponownie wyzerować cęgi. Nacisnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.

5

Kontrolki spełniania limitu (krok 3)

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z parametrami mierzonego obiektu PV.

M – liczba modułów w szeregu,

N – liczba modułów połączonych równolegle,

T_{PV} – temperatura modułu.

Wybranie paska ▶ chowa menu.

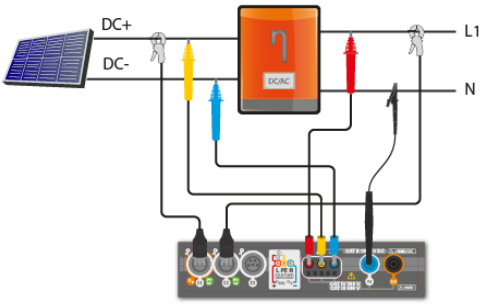
3.20 MPI-540-PV Test panelu inwertera η, P, I

1



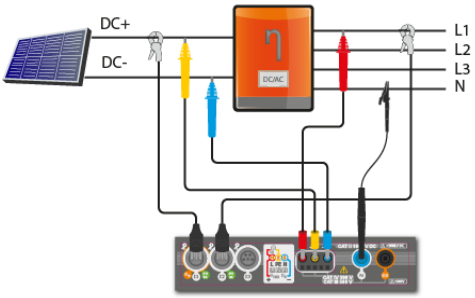
Wybrać pozycję **η, P, I**, aby wywołać ekran pomiarowy. Następnie wyzerować cęgi (**rozdz. 3.21**).

2



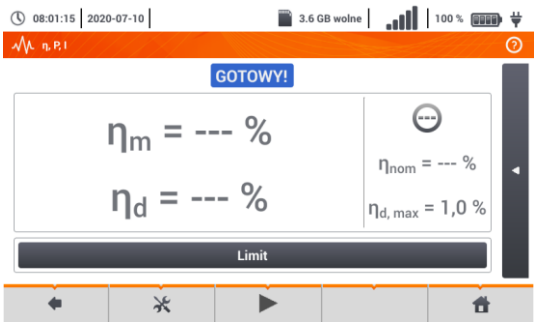
Podłączyć miernik do badanego obiektu. Mierzone będą parametry:

- na wejściu inwertera (DC),
- na wyjściu inwertera (AC).



◄ W przypadku inwertera 3-fazowego pomiar realizowany przy założeniu symetrii prądów i napięć wyjściowych po stronie AC.

3



Ikoną ✕ można wybrać dane prezentowane na ekranie:

⇒ prądy na wejściu (I_{DC}) i wyjściu (I_{AC}),

⇒ moce na wejściu (P_{DC}) i wyjściu (P_{AC}),

⇒ sprawność inwertera (η_m) i różnicę między sprawnościami inwertera: zmierzoną oraz deklarowaną przez producenta (η_d).

Wybrać **Limit**, aby ustawić kryterium maksymalnej różnicy między sprawnościami inwertera: zmierzoną oraz deklarowaną przez producenta.

W razie potrzeby ponownie wyzerować cęgi.

Ikoną ► przejść do konfiguracji pomiaru. Zob. **rozdz. 3.20.1**, **3.20.2**.

④ START

Nacisnąć **START**. Odczyty bieżące zostaną przechwycone i wyświetlone na ekranie głównym.

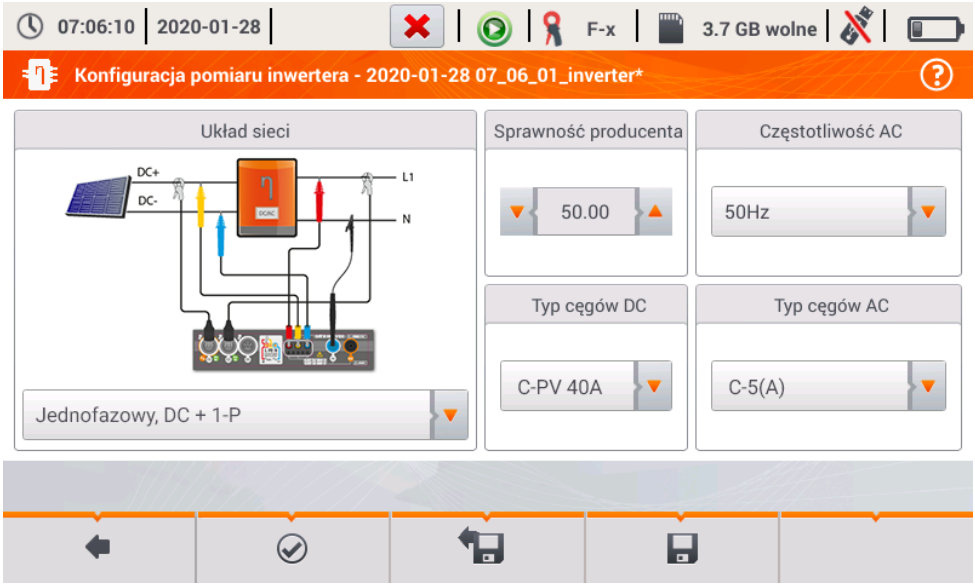
⑤ Kontrolki spełniania limitu (krok ③)
- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

η_m – sprawność inwertera jako stosunek mocy czynnej strony AC do mocy czynnej strony DC
η_{nom} – sprawność inwertera deklarowana przez producenta
η_d – różnica między sprawnościami inwertera: zmierzoną oraz deklarowaną przez producenta
U_{AC} – napięcie mierzone po stronie AC
U_{DC} – napięcie mierzone po stronie DC
I_{AC} – prąd mierzony po stronie AC
I_{DC} – prąd mierzony po stronie DC

Wybranie paska ▶ chowa menu.

3.20.1 Konfiguracja pomiaru



Rys. 3.10. Ekran konfiguracji pomiaru sprawności inwertera.

Na wyświetlonym ekranie konfiguracyjnym należy ustawić parametry badanego inwertera:

- **Układ sieci** – do wyboru są dwa typy:
  - **Jednofazowy, DC + 1-P**
    Ten typ układu należy wybrać w przypadku inwerterów z jednofazowym wyjściem AC. Na ekranie wyświetlony jest uproszczony schemat podłączenia miernika do badanego obwodu:
    - wejście napięciowe DC+ inwertera należy podłączyć do wejścia L2 miernika,
    - wejście DC- inwertera – do wejścia L3,
    - strona napięciowa AC inwertera powinna być podłączona do wejścia L1 (przewód fazowy) oraz N (przewód neutralny),
    - prąd strony DC inwertera mierzony jest cęgami DC podłączonymi do wejścia I1 cęgów.

      
      Konieczne jest użycie cęgów pozwalających na pomiar prądów stałych.

    - prąd strony AC inwertera jest mierzony cęgami podłączonymi do wejścia I2. Użytkownik może wskazać dowolny typ cęgów kompatybilnych z miernikiem.
  - **Trójfazowy, DC + 4-P**
    Możliwy jest jedynie pomiar sprawności inwerterów trójfazowych 4-przewodowych (układ gwiazdy z przewodem neutralnym). Należy zaznaczyć, że ze względu na ograniczoną liczbę wejść napięciowych, w mierniku nie jest możliwy bezpośredni pomiar wszystkich napięć międzyfazowych. Tym samym mierzone parametry strony AC są podawane z przybliżeniem, tym lepszym, im lepsza jest symetria napięć i prądów wyjściowych inwertera. Jeśli pracuje on w takich układach, przed przystąpieniem do pomiarów sprawności należy zweryfikować asymetrię napięć (współczynnik asymetrii składowej przeciwnej U2/U1 powinien być mniejszy niż 1%). Tę weryfikację należy przeprowadzić konfigurując i podłączając miernik w standardowy sposób dla sieci trójfazowej 4-P (**rozdz. 5.6.3**, **5.6.4**).

    Sposób podłączenia:
    - wejście napięciowe DC+ inwertera należy podłączyć do wejścia L2 miernika,
    - wejście DC- inwertera – do wejścia L3,
    - strona napięciowa AC inwertera powinna być podłączona do wejścia L1 (przewód fazowy) oraz N (przewód neutralny),
    - prąd strony DC inwertera mierzony jest cęgami DC podłączonymi do wejścia I1 cęgów.

      
      Konieczne jest użycie cęgów pozwalających na pomiar prądów stałych.

    - prąd strony AC inwertera jest mierzony cęgami podłączonymi do wejścia I2. Użytkownik może wskazać dowolny typ cęgów kompatybilnych z miernikiem.
- **Sprawność producenta** – deklarowana przez producenta inwertera sprawność. Ta wartość posłuży do porównania zmierzonej sprawności z deklarowaną.
- **Typ cęgów DC** – wybór cęgów do pomiarów prądów strony DC inwertera.
- **Typ cęgów AC** – wybór cęgów do pomiarów prądów strony AC inwertera.
- **Częstotliwość AC** – nominalna częstotliwość wyjścia AC inwertera.

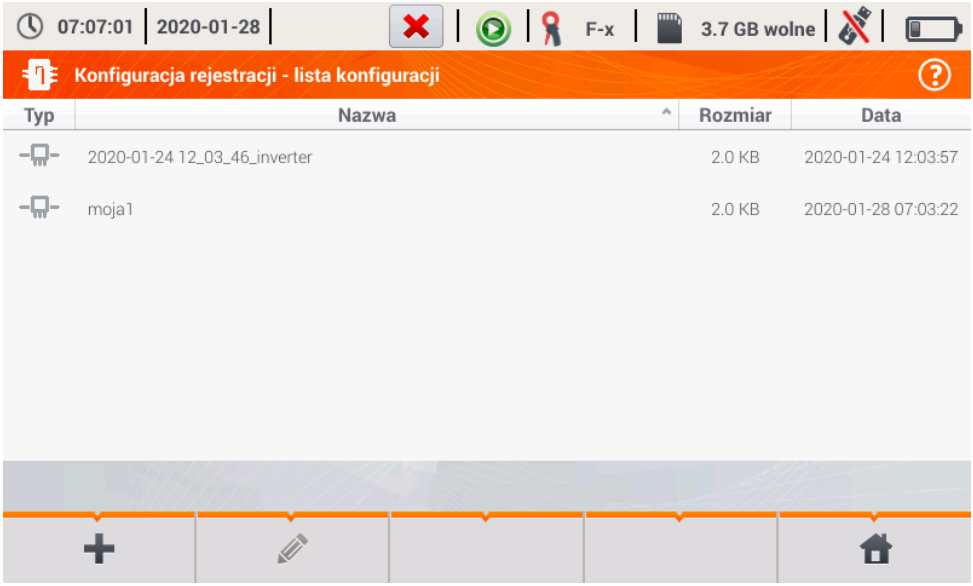
Po ustawieniu wymaganych parametrów można od razu przejść do właściwych pomiarów.

Opis ikon funkcyjnych

przejście do ekranu pomiaru (wartości bieżące w widoku tabelarycznym) z podanymi ustawieniami (bez zapisu konfiguracji).

zapis konfiguracji sprawności inwertera do pliku, z możliwością przejścia po zapisie od razu do pomiaru (pole **Przejdź do odczytów bieżących** w oknie dialogowym, które się wyświetli).

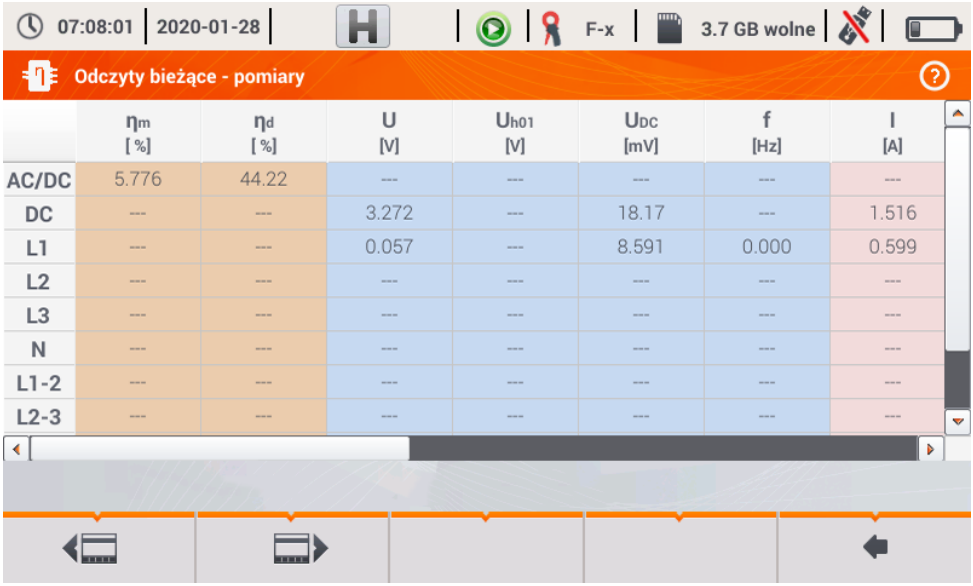
przejście do listy zapisanych konfiguracji sprawności inwertera oraz tworzenie nowej konfiguracji. Konfiguracje są prezentowane podobnie jak konfiguracje pomiarowe, mają przyporządkowaną ikonę . Podwójne dotknięcie na wybranej konfiguracji powoduje jej automatyczne otwarcie i przejście do ekranu ustawień sprawności inwertera **Rys. 3.11**). Przycisk paska menu służy do dodawania nowych konfiguracji sprawności inwertera (otworzy się okno jak na **Rys. 3.12** z domyślnymi ustawieniami). Ikona służy do edycji wybranej konfiguracji.



Rys. 3.11. Menu zapisanych konfiguracji

3.20.2 Odczyty bieżące

Po przejściu do ekranu odczytów bieżących w widoku tabelarycznym prezentowane są wszystkie parametry mierzonego obwodu inwertera.



	ηm [%]	ηd [%]	U [V]	Uh01 [V]	UDC [mV]	f [Hz]	I [A]
AC/DC	5.776	44.22	---	---	---	---	---
DC	---	---	3.272	---	18.17	---	1.516
L1	---	---	0.057	---	8.591	0.000	0.599
L2	---	---	---	---	---	---	---
L3	---	---	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---	---	---
L1-2	---	---	---	---	---	---	---
L2-3	---	---	---	---	---	---	---

Rys. 3.12. Odczyty bieżące w widoku tabelarycznym w trybie pomiaru sprawności inwertera

- wiersz **AC/DC**:
  - w kolumnie **η_m** wyświetlona jest wartość sprawności inwertera η_m jako stosunek mocy czynnej strony AC do mocy czynnej strony DC:

$$\eta_m[\%] = \frac{P_{AC}[W]}{P_{DC}[W]} \cdot 100\%$$

  - w kolumnie **η_d** wyświetlona jest różnica między zmierzoną i deklarowaną sprawnością inwertera:

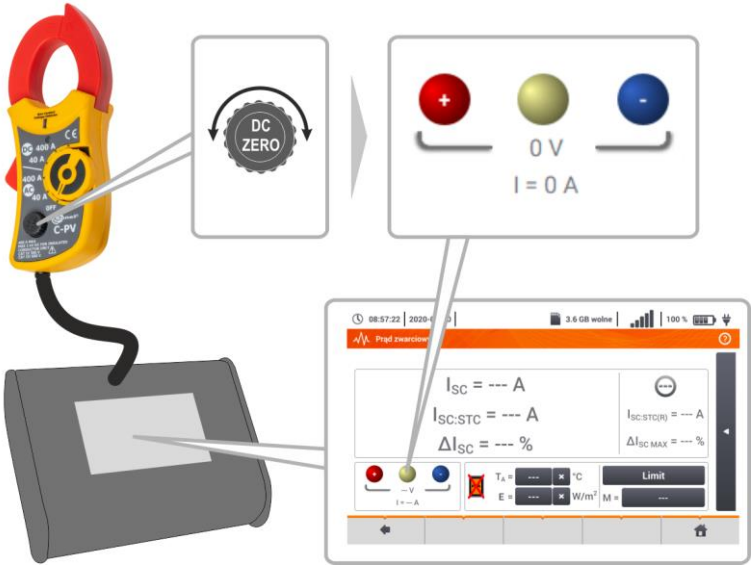
$$\eta_d[\%] = \eta_{nom}[\%] - \eta_m[\%]$$

    gdzie η_{nom} jest deklarowaną sprawnością inwertera wprowadzoną na ekranie konfiguracyjnym.

- wiersz **DC** prezentuje parametry strony DC inwertera takie jak napięcie, prąd, moc czynna, energia czynna.
- wartości związane ze stroną AC są wyświetlane w wierszach: **L1** oraz **Σ**.

3.21 MPI-540-PV Zerowanie cęgów C-PV

Przed pomiarem I_{SC} oraz badaniem inwertera (**rozdz. 3.19**, **3.20**) należy wyzerować cęgi C-PV. W tym celu trzeba je podłączyć do miernika. Pokrętło **DC ZERO** na obudowie cęgów ustawić w ten sposób, by odczyty prądu i napięcia w mierniku były jak najbliższe zeru. Dopiero wówczas można podłączyć cęgi do badanego obiektu.

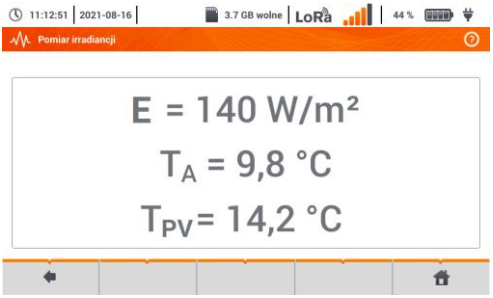


3.22 MPI-540-PV Irradiancja i temperatura

1. Sparować przyrząd i miernik irradiancji zgodnie z **rozdz. 2.3.3**.

2. 

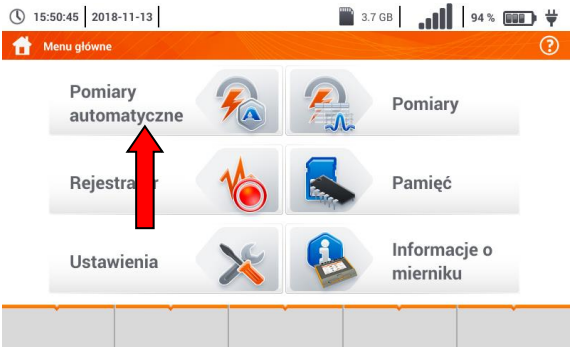
Wybrać pozycję **Irr**, aby wywołać ekran pomiarowy.

3. 

Podłączyć miernik irradiancji do badanego obiektu. Na ekranie widnieją odczyty bieżące:
E – irradiancja,
T_A – temperatura otoczenia,
T_{PV} – temperatura modułu PV.

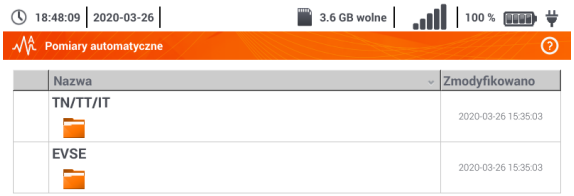
4 Pomiary automatyczne

W mierniku zawarte są procedury testów automatycznych.



4.1 Wykonywanie pomiarów automatycznych

1



Sekwencje pomiarowe są pogrupowane w dwa foldery:

⇒ pomiarów w sieciach TN/TT/IT,

⇒ pomiarów dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych EVSE.

Wybrać z listy odpowiedni folder i sekwencję.



2



Podłączyć miernik do układu pomiarowego.

W każdym z pól nastaw wprowadzić rodzaj akcesorium pomiarowego, parametry instalacji i inne wymagane dane.

Opis ikon funkcyjnych

- pomoc dotycząca danego pomiaru
- zwijanie pól nastaw
- rozwijanie pól nastaw
- zapis wprowadzonych danych pomiarowych.

3



Nacisnąć **START**. Ruszy automatyczna sekwencja pomiarów.



◄ Ekran po wykonaniu jednego z pomiarów sekwencji.

Opis ikon funkcyjnych

- zatrzymanie procedury i przejście do podsumowania
- powtórzenie pomiaru z nadpisaniem jego wyniku
- powtórzenie pomiaru bez utraty jego poprzedniego wyniku
- wstrzymanie procedury
- przejście do następnego kroku procedury lub do podsumowania. Czas automatycznego przejścia do następnego kroku nastawia się zgodnie z **rozdz. 2.2.1**.

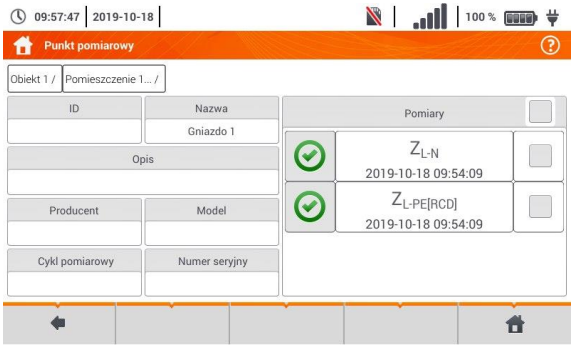


◄ Ekran podsumowania.

Procedurę można uruchomić ponownie ikoną .

Każdy pomiar w sekwencji kryje w sobie wyniki cząstkowe. Aby je wywołać, należy **dotknąć etykiety tego pomiaru**. Otworzy się okno jak dla pojedynczego pomiaru. Wychodzi się z niego za pomocą ikony .

Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**.

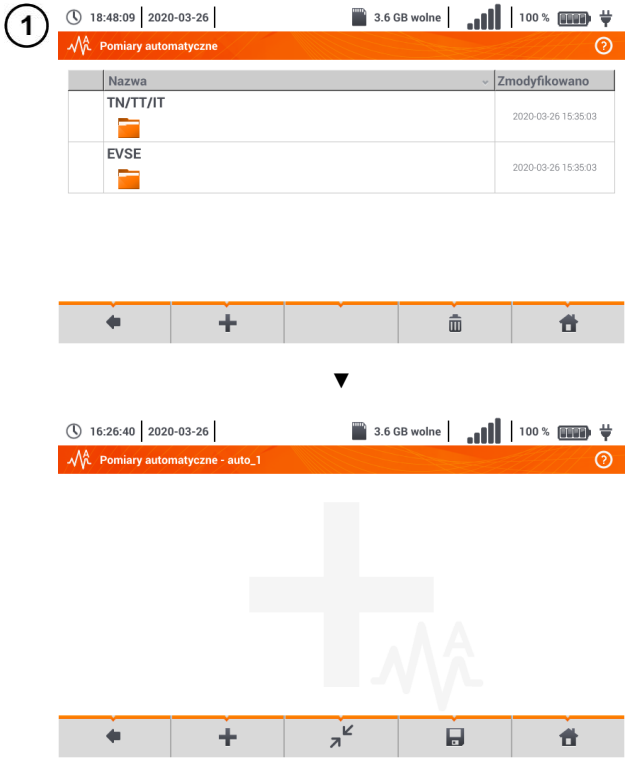


Wszystkie pomiary sekwencji zostaną zapisane w jednym punkcie pomiarowym.

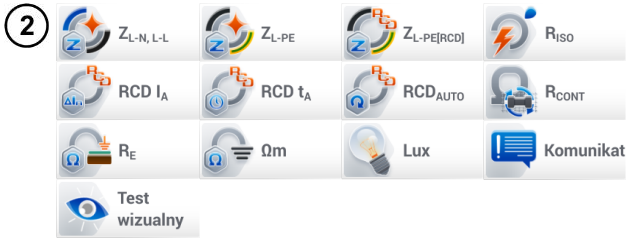
Kontrolki spełnienia limitu

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny
- pomiar nie został wykonany

4.2 Tworzenie procedur pomiarowych



- Wybrać ➕, by przejść do kreatora sekwencji.
- Wybrać ➕, by dodać żądany pomiar do procedury.



Spośród dostępnych elementów wybrać ten, który ma wejść w skład procedury. Oprócz standardowych pomiarów dostępny jest również:

⇒ komunikat tekstowy,

⇒ test wizualny.

3



Po każdym wyborze rozwinie się menu z parametrami kroku.

Jeżeli badania przewidują pomiar w stacjach ładowania pojazdów elektrycznych, należy zaznaczyć pole **EV**.

Opis ikon funkcyjnych

- pomoc dotycząca danego pomiaru
- zwijanie pól nastaw
- rozwijanie pól nastaw
- zapis wprowadzonych danych pomiarowych.

4



- Zmiana kolejności kroków odbywa się ikonami . Usuwanie kroku – ikoną .
- Zapisać procedurę ikoną . Wyświetli się okno z żądaniem wprowadzenia nazwy procedury.

5



Procedura będzie dostępna z menu głównego autoprocedur. Aby ją usunąć, należy ją zaznaczyć i wybrać .

5 Rejestrator

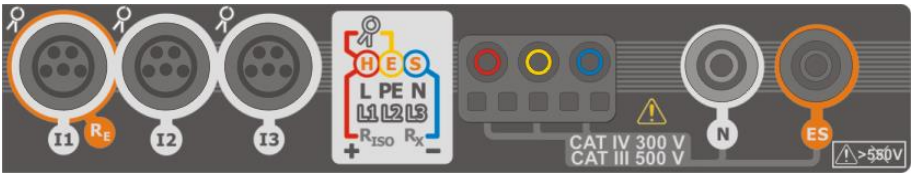
5.1 Opis funkcjonalny

Miernik MPI-540 może pełnić rolę 3-fazowego rejestratora parametrów zasilania. Umożliwia on pomiar i rejestrację parametrów sieci elektroenergetycznych 50/60 Hz takich jak wartości napięć, prądów, mocy, harmonicznych i innych. Aby przełączyć miernik w tryb analizatora jakości zasilania należy na ekranie głównym wybrać opcję **Rejestrator**.

W trybie tym możliwy jest podgląd bieżący parametrów sieci (m.in. oscylogramy, wektory składowych podstawowych, dane tabelaryczne), rejestracja średnich wartości parametrów wg ustawień użytkownika oraz analiza zarejestrowanych danych (wykresy czasowe, harmoniczne, itp.).

Moduł analizatora wykorzystuje następujące gniazda wejściowe miernika:

- trzy gniazda cęgów **prądowych** I1, I2, I3,
- trzy bananowe gniazda **napięciowe** L1, L2, L3 w gnieździe wielofunkcyjnym, do których podłącza się poszczególne fazy napięciowe (max. 550 V względem ziemi),
- osobne gniazdo bananowe oznaczone N.



Rys. 5.1 Wejścia pomiarowe

Gniazda cęgów prądowych umożliwiają podłączenie kilku typów cęgów do pomiaru prądów. Można do nich przyłączyć cęgi:

- giętkie F-1A, F-2A, F-3A o zakresie nominalnym 3000 A AC (różniące się jedynie obwodem cewki),
- cęgi typu CT: C-4A (zakres 1000 A AC), C-5A (zakres 1000 A AC/DC), C-6A (zakres 10 A AC) i C-7A (zakres 100 A AC).

Zakres pomiarowy może zostać zmieniony przy użyciu dodatkowych przekładników – dla przykładu stosując przekładnik 10 000 A / 5 A z cęgami C-6A można mierzyć prądy do 10 000 A.

Rejestrowane dane są zapisywane na wymiennej karcie pamięci typu microSD. Miernik posiada również pamięć wewnętrzną, na której przechowywane są m.in. pliki konfiguracyjne. Szczegółowy opis zarządzania plikami w pamięci zawarto w **rozdz. 5.5.3**.

Konfiguracja rejestratora polega na tym, że użytkownik ustawia tylko podstawowe parametry: typ sieci, typ cęgów, częstotliwość, okres uśredniania. Zawsze rejestrowane są wszystkie, które miernik jest w stanie zmierzyć. Poniżej podano wszystkie mierzone przez miernik parametry sieci zasilających w trybie rejestratora:

- napięcia skuteczne,
- składowe stałe (DC) napięć,
- prądy skuteczne,
- składowe stałe (DC) prądów (wyłącznie z użyciem cęgów C-5A),
- częstotliwość sieci w zakresie 40..70 Hz,
- harmoniczne napięci i prądów (do 40-tej),

- współczynniki zniekształceń harmonicznych THD_F napięć i prądów,
- moce czynne, bierne, pozorne i odkształcenia,
- energie czynne pobrane i oddane,
- energie bierne pobrane i oddane,
- energie pozorne,
- współczynniki mocy (PF),
- współczynniki asymetrii napięć i prądów.

Wybrane parametry są agregowane (uśredniane) wg czasu wybranego przez użytkownika (możliwe ustawienia: 1 s, 3 s, 10 s, 30 s, 1 min, 10 min, 15 min, 30 min) i są zapisywane na karcie pamięci.

Miernik jest kompatybilny z oprogramowaniem PC *Sonel Analiza*, które obsługuje również inne analizatory marki Sonel. Oprogramowanie to umożliwia analizę zarejestrowanych danych. Dane do analizy można odczytać przez przewód USB lub bezpośrednio z karty microSD po przełożeniu jej do zewnętrznego czytnika kart pamięci podłączonego do PC.

W Tab. 5.1 przedstawiono zbiorcze zestawienie parametrów mierzonych przez analizator w zależności od typu sieci.

Tab. 5.1. Mierzone parametry dla różnych konfiguracji sieci

Parametr \ Typ sieci, kanał		1-fazowy		2-fazowy				3-fazowy 4-przewodowy					3-fazowy 3-przewodowy			
		L1	N	L1	L2	N	Σ	L1	L2	L3	N	Σ	L12	L23	L31	Σ
U	Napięcie skuteczne	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
U_{DC}	Składowa stała napięcia	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
I	Prąd skuteczny	●		●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
I_{DC}	Składowa stała prądu	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
f	Częstotliwość	●		●				●					●			
P	Moc czynna	●		●	●		●	●	●	●		●				●
Q_1	Moc bierna	●		●	●		●	●	●	●		●				●(1)
D, S_N	Moc odkształcenia	●		●	●		●	●	●	●		●				
S	Moc pozorna	●		●	●		●	●	●	●		●				●
PF	Współczynnik mocy	●		●	●		●	●	●	●		●				●
THD_F U	Współczynnik zawartości harmonicznych napięcia	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
THD_F I	Współczynnik zawartości harmonicznych prądu	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
E_{P+}, E_{P-}	Energia czynna (pobrana i oddana)	●		●	●		●	●	●	●		●				●
E_{Q1+}, E_{Q1-}	Energia bierna (pobrana i oddana)	●		●	●		●	●	●	●		●				●(1)
E_S	Energia pozorna	●		●	●		●	●	●	●		●				●
U_{h1}..U_{h40}	Amplitudy harmonicznych napięcia	●		●	●			●	●	●			●	●	●	
I_{h1}..I_{h40}	Amplitudy harmonicznych prądu	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	
Asymetria U, I	Składowe symetryczne i współczynniki asymetrii											●				●

Objaśnienia: **L1, L2, L3 (L12, L23, L31)** oznaczają kolejne fazy,
N oznacza pomiar prądu I_N w zależności od typu parametru,
Σ oznacza wartość całkowitą systemu.
(1) W sieciach 3-przewodowych jako całkowita moc bierna wyliczana jest moc nieaktywna N.
(2) Tylko energia pobrana E_{P+}

- Podczas rejestracji **dioda H.V./REC/CONT.** miga na **czerwono** w 2-sekundowych odstępach czasu.
- Dla uniknięcia niejednoznaczności w obliczaniu mocy cęgi należy zapinać tak, aby znajdujące się na nich strzałki wskazywały punkt podłączenia zacisku L miernika do badanego obiektu.
- W przypadku zapięcia cęgów odwrotnie można wprowadzić w mierniku stosowną korekcję przed wystartowaniem rejestracji (**rozdz. 5.5.1**).

5.2 Główne elementy ekranu

Po wejściu w tryb rejestratora wyświetla się **Menu główne**. Jest ono dostępne:

- po włączeniu rejestratora,
- w dowolnym momencie po wybraniu ikony na wyświetlaczu.



Rys. 5.2 Główne elementy ekranu rejestratora

1 **Pasek górny**

2 **Nazwa aktywnego menu**

Fakt wprowadzenia zmiany, która jeszcze nie została zapisana, jest sygnalizowany symbolem ***** w nagłówku ekranu.



3 **Okno główne**

4 **Pasek informacji o bieżącej konfiguracji sieci**

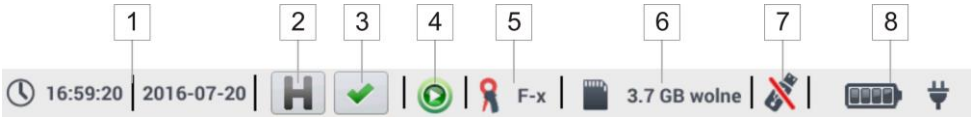
5 **Pasek ikon funkcyjnych**

6 **Pomoc dla aktywnego menu**

- Wizualizacja układów połączeń
- Objaśnienia funkcji ikon

5.2.1 Pasek górny

W górnej części ekranu znajduje się pasek z kontrolkami statusu (Rys. 5.3).



Rys. 5.3. Elementy paska górnego

1 **Aktualny czas i data**

2 **Kontrolka funkcji HOLD**
Wybranie tej ikony na ekranach trybu LIVE (podglądu bieżącego sieci, zob. **rozdz. 5.6**) powoduje zatrzymanie odświeżania wyświetlanego obrazu. Ponowne naciśnięcie powoduje powrót do normalnego trybu wyświetlania.

3 **Kontrolka poprawności podłączenia rejestratora**
Ikona, która znajduje się na przycisku, informuje o poprawności bądź potencjalnym problemie z konfiguracją lub podłączeniem rejestratora (mogą być wyświetlane symbole ✔, ? lub ✖). Naciśnięcie tej ikony wywołuje okno ze szczegółową informacją o możliwych błędach w podłączeniu rejestratora do badanej sieci i zgodności parametrów sieci z bieżącą konfiguracją pomiarową. Więcej informacji można znaleźć w **rozdz. 5.3.2**.

4 **Ikona stanu rejestracji**
rejestracja nieaktywna
rejestracja aktywna

5 **Informacja o podłączonych lub skonfigurowanych cęgach prądowych**
- Jeśli w konfiguracji pomiarowej **cęgi nie są używane**, wyświetlane są **kreski „---”**.
- Jeśli wybrano **konkretny typ cęgów**, wyświetlana jest ich **nazwa**.

6 **Ikona karty pamięci wraz z informacją o wolnym miejscu**
Jeśli karty nie ma w slocie, ikona jest przekreślona.

7 **Ikona pamięci zewnętrznej USB (pendrive)**
Jeśli nie podłączono żadnej zewnętrznej pamięci, ikona jest przekreślona.

8 **Ikona stanu akumulatora i podłączonego zasilania sieciowego**

5.2.2 Pasek tytułowy

Pasek tytułowy (Rys. 5.2, element 2) wyświetla nazwę aktualnego okna głównego wraz z nazwą sekcji. Pozwala użytkownikowi na szybkie zorientowanie się, w której części interfejsu aktualnie się znajduje.

5.2.3 Okno główne

W centralnej części ekranu jest wyświetlane główne okno rejestratora. Domyślne okno (pokazane na Rys. 5.2) zawiera pozycje:

- **Konfiguracja rejestracji** – ta część interfejsu służy do konfiguracji układu pomiarowego i wszystkich aspektów związanych z rejestracją parametrów sieci, takich jak: typ sieci (np. jednofazowy, trójfazowy) czy typ cęgów (**rozdz. 5.4**),
- **Analiza rejestracji** – umożliwia przeprowadzenie analizy zarejestrowanych danych i podgląd bieżącej rejestracji (**rozdz. 5.7**),
- **Ustawienia analizatora** – tutaj można znaleźć szereg opcji konfiguracyjnych rejestratora (więcej: **rozdz. 5.5**),
- **Kalkulator strat energii** – w tym trybie można oszacować straty finansowe z tytułu złej jakości zasilania,
- **Wyjście** – wyjście do menu głównego.

5.2.4 Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci

Poniżej ekranu głównego wyświetlany jest pasek prezentujący główne parametry aktywnego układu pomiarowego (Rys. 5.2, element 4):

- napięcie nominalne,
- częstotliwość sieci,
- układ sieci,
- nazwa aktualnej konfiguracji rejestracji.

Układ sieci jest symbolizowany ikonami:


układ 1-fazowy,


układ 2-fazowy,


układ 3-fazowy 4-przewodowy,


układ 3-fazowy 3-przewodowy,


układ 3-fazowy 3-przewodowy z pomiarem prądów metodą Arona.

5.2.5 Pomoc

Po prawej stronie paska tytułowego widnieje ikona pomocy ⓘ (Rys. 5.2, element 6). Jej wybranie wyświetla pomoc kontekstową, która opisuje widoczne na danym ekranie elementy interfejsu.

5.3 Podłączenie układu pomiarowego

5.3.1 Układy pomiarowe

Rejestrator można podłączyć bezpośrednio do następujących typów sieci AC:

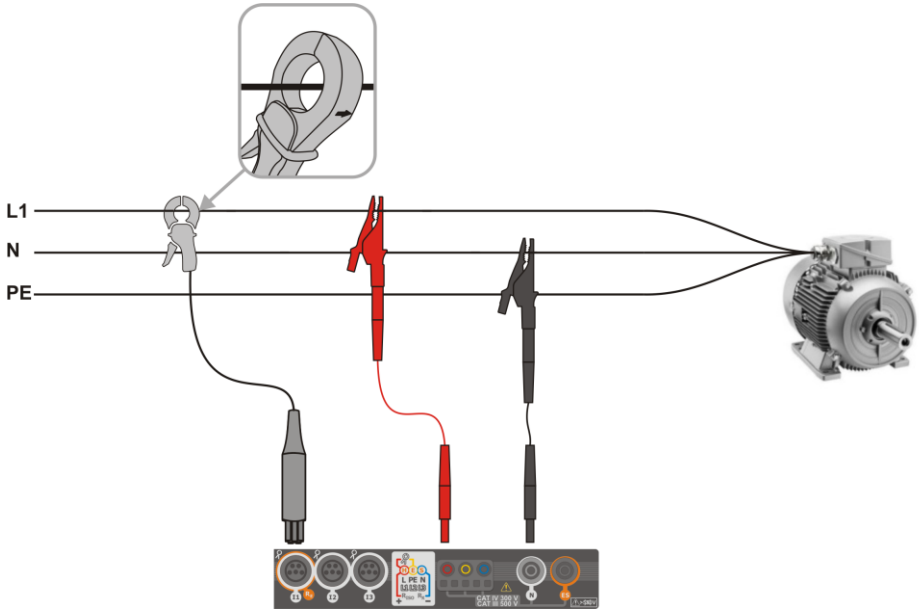
- jednofazowa (Rys. 5.4)
- dwufazowa (z dzielonym uzwojeniem transformatora, ang. *split phase*) (Rys. 5.5),
- trójfazowa 4-przewodowa (Rys. 5.6),
- trójfazowa 3-przewodowa (Rys. 5.7, Rys. 5.8).

W układach 3-przewodowych AC możliwy jest pomiar prądów metodą Arona (Rys. 5.8), przy wykorzystaniu jedynie dwóch par cęgów, mierzących prądy liniowe I_{L1} i I_{L3}. Prąd I_{L2} jest wtedy wyliczany wg zależności:

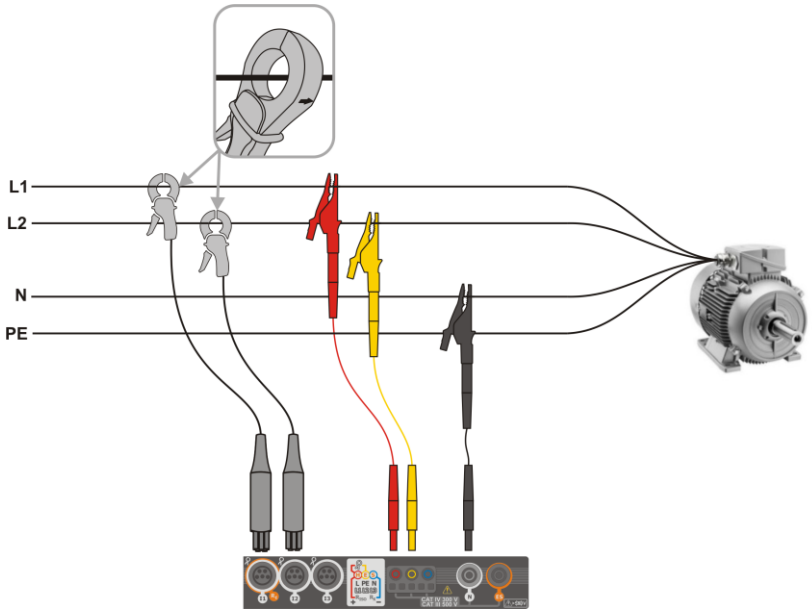
$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

Należy zwrócić uwagę na kierunek założenia cęgów (giętkich i twardych). Cęgi należy tak założyć, aby strzałka umieszczona na cęgach była skierowana w stronę obciążenia. Weryfikację można przeprowadzić sprawdzając pomiar mocy czynnej – w większości typów odbiorników pasywnych moc czynna ma znak dodatni. W przypadku odwrotnego podłączenia cęgów możliwe jest programowe odwrócenie polaryzacji wybranych cęgów (**Ustawienia analizatora → Cęgi**)

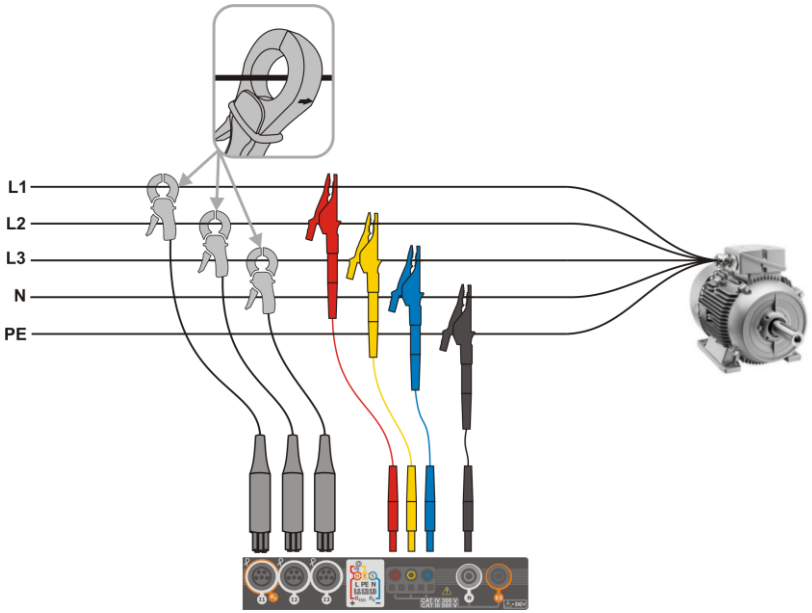
Poniższe rysunki przedstawiają schematycznie sposoby podłączenia analizatora do badanej sieci w zależności od jej typu.



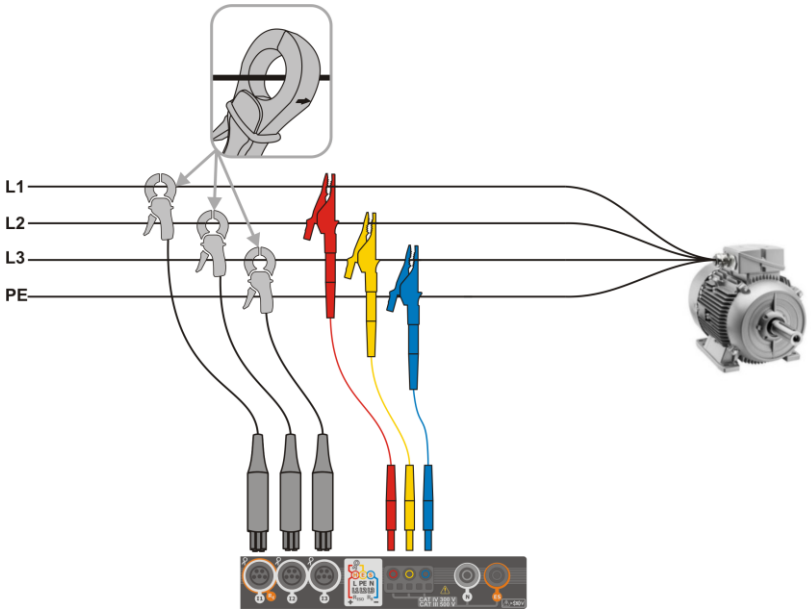
Rys. 5.4 Schemat podłączenia – układ jednofazowy



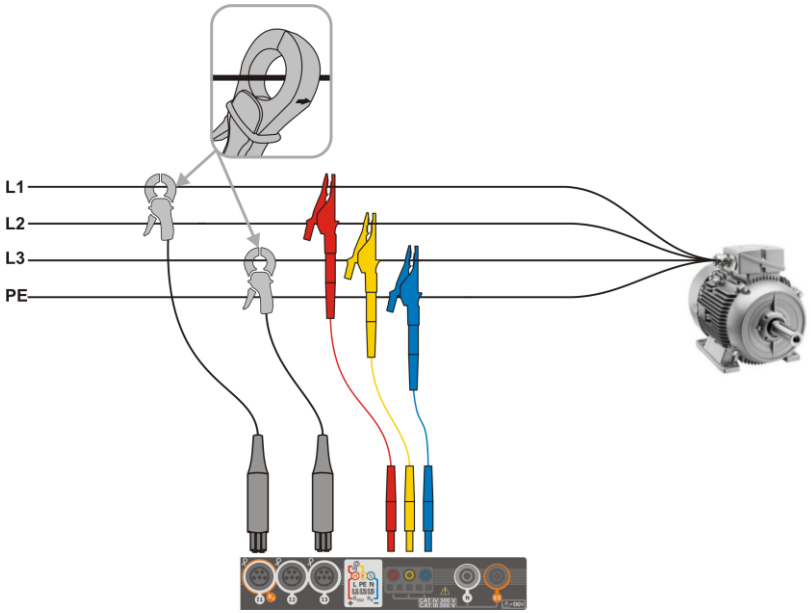
Rys. 5.5 Schemat podłączenia – układ dwufazowy



Rys. 5.6 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z czterema przewodami roboczymi



Rys. 5.7 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi



Rys. 5.8 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi (pomiar prądów metodą Arona)

5.3.2 Kontrola poprawności podłączenia

Wybranie na pasku górnym ikony poprawności podłączenia (Rys. 5.3 element 3) powoduje wyświetlenie okna, które podaje kilka istotnych informacji o podłączeniu rejestratora do badanej sieci. Informacja ta **pomaga użytkownikowi w weryfikacji zgodności** aktualnej konfiguracji rejestratora z parametrami mierzonej sieci.

- **Wartości napięć** – dwie możliwe ikony:
  - ✔ wartości skuteczne napięć są poprawne, mieszczące się w tolerancji ±15% od wartości nominalnej napięcia,
  - ✖ wartości skuteczne są poza zakresem U_{nom} ±15%.

- **Wartości prądów** – cztery możliwości:
  - ✔ wartości skuteczne prądów są w zakresie 0,3% I_{nom}…115% I_{nom},
  - ? wartości skuteczne prądów są mniejsze niż 0,3% I_{nom},
  - ✖ wartości skuteczne prądów są większe niż 115% I_{nom},
  - --- kreski są wyświetlane, gdy pomiar prądów jest wyłączony w konfiguracji.

- **Wektory napięć** – rejestrator weryfikuje poprawność kątów składowych podstawowych i wyświetla odpowiednią ikonę:
  - ✔ wektory mają poprawne kąty w zakresie ±30° od wartości teoretycznej dla obciążenia rezystancyjnego i obwodu symetrycznego (w układach 3-fazowych),
  - ? nie można zweryfikować poprawności kątów ze względu na zbyt małą wartość skuteczną napięcia (poniżej 1% U_{nom}),
  - ✖ kąty wektorów nieprawidłowe. W układach trójfazowych ta ikona wyświetlana jest m.in. w przypadku odwrotnej kolejności wirowania faz napięciowych.

- **Wektory prądów** – weryfikowana jest poprawność kątów wektorów składowych podstawowych prądów w odniesieniu do wektorów napięć. Wyświetlane są ikony:
  - ✔ wektory są w granicach ±55° w stosunku do kątów odpowiadających wektorów napięć,
  - ? nie można zweryfikować poprawności kątów wektorów prądowych ze względu na zbyt małą wartość skuteczną prądów (poniżej 0,3% I_{nom}),
  - ✖ wektory są poza granicami dopuszczalnego przedziału kątów (±55°),
  - --- kreski są wyświetlane, gdy pomiar prądów jest wyłączony w konfiguracji.

- **Częstotliwość**:
  - ✔ zmierzona częstotliwość sieci mieści się w zakresie f_{nom} ±10%,
  - ? wartość skuteczna napięcia fazy referencyjnej jest niższa niż 10 V lub brak synchronizacji PLL,
  - ✖ zmierzona częstotliwość jest poza przedziałem f_{nom} ±10%.

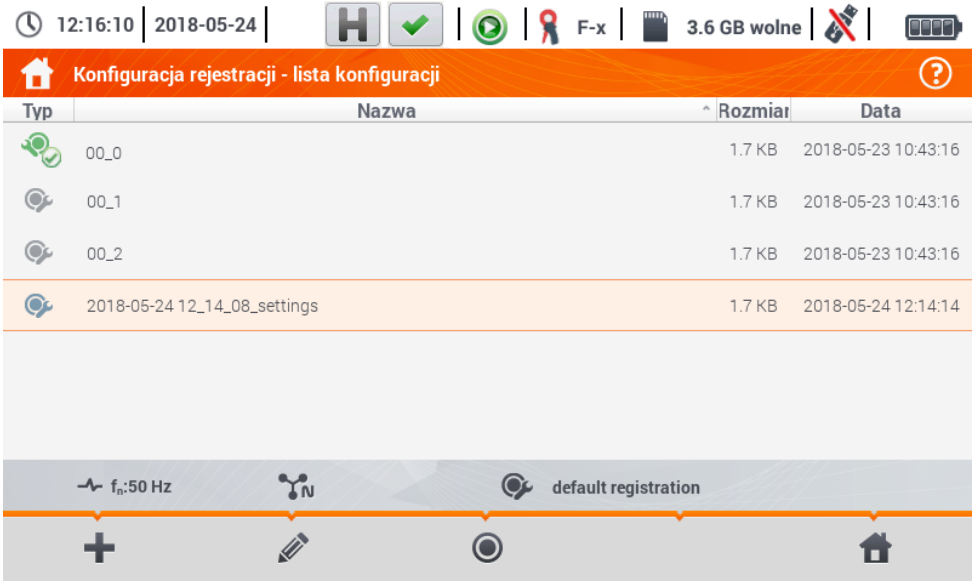
Ikona wyświetlana na pasku górnym sterowana jest następująco:
- ✖ jeśli w tabeli występuje co najmniej jeden ✖,
- ? jeśli w tabeli występuje co najmniej jeden ?, ale nie ma błędu (brak ✖),
- ✔ jeśli wszystkie parametry mierzone są poprawne.

5.4 Konfiguracja rejestracji

Przed rozpoczęciem jakichkolwiek pomiarów konieczne jest odpowiednie skonfigurowanie rejestratora zgodnie z wymogami użytkownika. Zmiany konfiguracji są wykonywane z poziomu miernika.

5.4.1 Konfiguracja za pomocą miernika

Aby przejść do modułu konfiguracji, należy na ekranie głównym wybrać sekcję **Konfiguracja rejestracji**. Wyświetlona zostanie lista konfiguracji pomiarowych, zapisanych w pamięci rejestratora (Rys. 5.9).



Rys. 5.9. Konfiguracja rejestracji – lista konfiguracji

Tabela składa się z kolumn:

- **Typ** – wyświetlana ikona określa rodzaj konfiguracji pomiarowej:
  - rejestracja wg konfiguracji użytkownika (nieaktywna – kolor szary),
  - rejestracja wg konfiguracji użytkownika (aktywna – kolor zielony),
- **Nazwa** – nadana przez użytkownika nazwa konfiguracji,
- **Rozmiar** – rozmiar pliku konfiguracyjnego,
- **Data** – data i czas utworzenia konfiguracji.

Lista może być **przewijana** przesunięciem palca po obszarze okna.

Sortowanie pozycji odbywa się poprzez dotknięcie nagłówka. W pierwszym wierszu tabeli znajduje się aktywna konfiguracja. W kolejnych pozycje będą posortowane:

- rosnąco (symbol obok nagłówka),
- malejąco (symbol obok nagłówka).

Aby **uaktywnić wybraną konfigurację**, należy wybrać jej wiersz, a następnie ikonę na dolnym pasku (aktywowanie konfiguracji).

Aby **zmodyfikować wybraną konfigurację**, należy na dolnym pasku wybrać ikonę (edycja) lub dwukrotnie dotknąć wiersz danej konfiguracji.

Aby **dodać nową konfigurację**, należy wybrać ikonę .

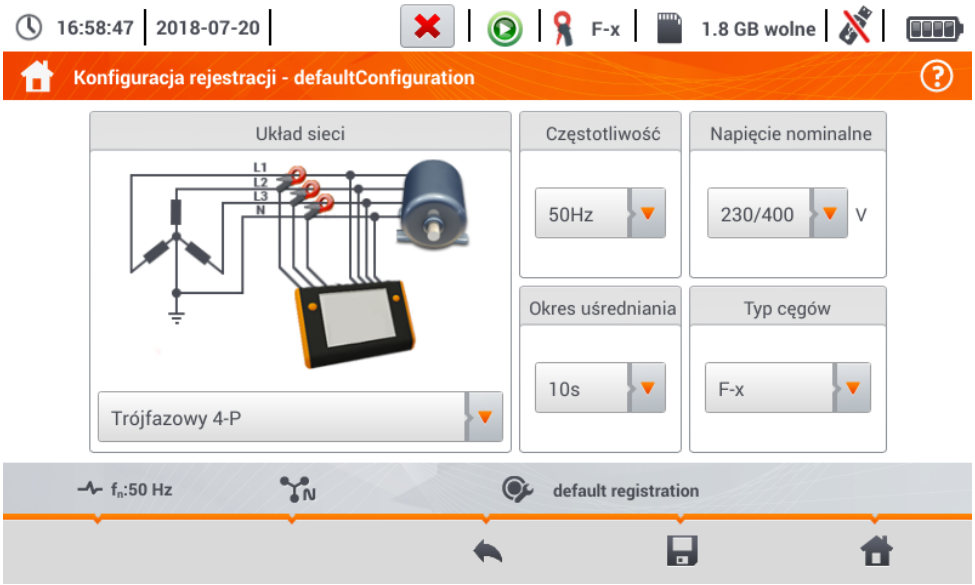
Opis ikon funkcyjnych

- dodanie nowej konfiguracji
- edycja aktywnej konfiguracji
- uaktywnienie wybranej konfiguracji
- powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.4.2 Konfiguracja rejestracji

Po wybraniu ikony zostanie wyświetlone okno jak na Rys. 5.10. Na pasku tytułowym zostanie wyświetlona domyślna nazwa nowej konfiguracji, utworzona z aktualnej daty i czasu w formacie *„RRRR-MM-DD gg_mm_ss_settings”*, którą można modyfikować.

Symbol gwiazdki po nazwie ekranu sygnalizuje, że konfiguracja została **zmodyfikowana**, lecz **nie jest zapisana**.



Rys. 5.10. Konfiguracja rejestracji - ustawienia ogólne

W tym miejscu można zdefiniować:

- **Układ sieci**. Wybierając ikonę listy rozwijanej lub samą nazwę sieci, można ustawić następujące typy:
  - **Jednofazowy**,
  - **Dwufazowy**,
  - **Trójfazowy 4-P** – układy z przewodem neutralnym takie jak gwiazda z N,
  - **Trójfazowy 3-P** – układy bez przewodu neutralnego: gwiazda bez N i trójkąt,
  - **Trójfazowy 3-P Aron** – jak zwykły układ 3-przewodowy, ale z pomiarem prądu dwoma cęgami (I_1 i I_3). Trzeci prąd (I_2) wyznaczany jest metodą obliczeniową z zależności $I_2 = - I_1 - I_3$.

- **Częstotliwość** – nominalna częstotliwość sieci. Dostępne są pozycje:
  - **50 Hz**,
  - **60 Hz**.

- **Okres uśredniania** - określa czas uśredniania rejestrowanych parametrów, a zarazem czas między kolejnymi zapisami danych na karcie pamięci (poza zdarzeniami). Dostępne są następujące nastawy:
  - 1 s,
  - 3 s,
  - 10 s,
  - 30 s,
  - 1 min,
  - 10 min,
  - 15 min,
  - 30 min.

- **Napięcie nominalne**. Dostępne są pozycje: 58/100, 64/110, 110/190, 115/200, 120/208, 127/220, 133/230, 220/380, 230/400, 240/415, 254/440, 290/500, 400/690 V.

- **Typ cęgów** – tutaj można włączyć lub wyłączyć pomiar prądów oraz ustalić typ cęgów. Jeśli wymagany jest pomiar prądów należy na tej liście wskazać używane cęgi:
  - **Brak** – brak zastosowanych cęgów,
  - **F-x** – cęgi giętkie (cewka Rogowskiego) o zakresie nominalnym 3000 A AC,
  - **C-4** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 1000 A AC,
  - **C-5** – cęgi z czujnikiem Halla o zakresie 1000 A AC/DC,
  - **C-6** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 10 A AC,
  - **C-7** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 100 A AC.

Opis ikon funkcyjnych


powrót do listy konfiguracji bez zapisywania zmian


zapisanie zmian. Pojawi się dodatkowe okno, w którym można:
  - zmienić nazwę konfiguracji,
  - ustawić zapisywaną konfigurację jako aktywną ( ) lub nieaktywną ( ),
  - zaakceptować wybór (**OK**),
  - anulować wybór (**Anuluj**)

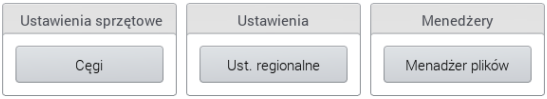
powrót do menu głównego trybu rejestratora

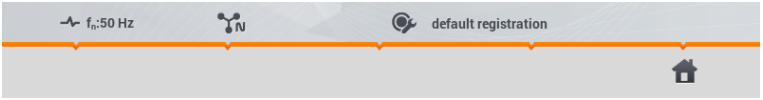
5.5 *Ustawienia analizatora*

Na ekranie **Ustawienia analizatora** możliwe jest:

- określenie sposobu zapięcia cęgów,
- zmiana identyfikacji faz,
- przeglądanie plików zapisanych w trybie rejestratora.

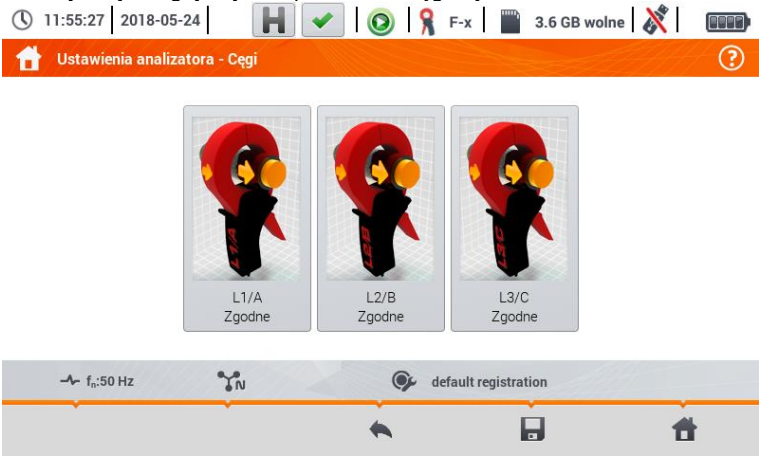




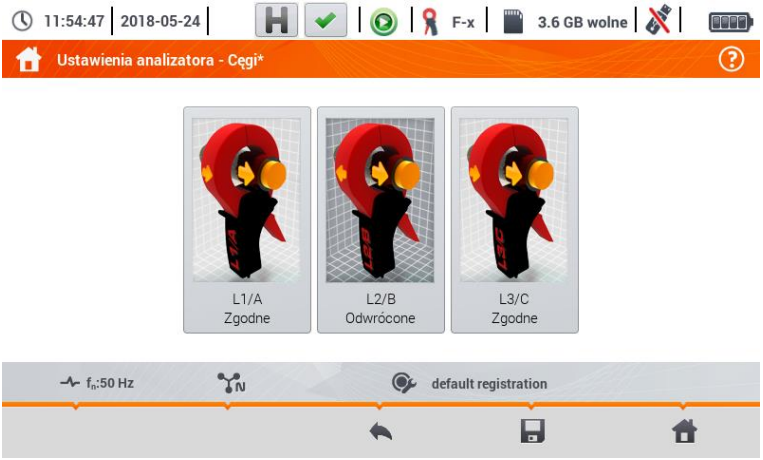


5.5.1 Ustawienia sprzętowe – cęgi (sposób podłączenia)

Jeżeli cęgi nie zostały zapięte zgodnie z kierunkiem przepływu prądu, można wprowadzić tę informację do miernika. Wówczas odczyty rejestratora zostaną automatycznie skorygowane. Taka możliwość jest przydatna w sytuacjach, gdy fizyczne przełożenie cęgów jest niemożliwe albo utrudnione.



Aby **wprowadzić informację** o sposobie zapięcia cęgów, dotknąć odpowiednią ikonę. Sposób podłączenia (zgodne/odwrócone) zmieni się na przeciwny (odwrócone/zgodne).



Fazy cęgów nie można zmieniać podczas rejestracji.

Opis ikon funkcyjnych

powrót menu ustawień rejestratora

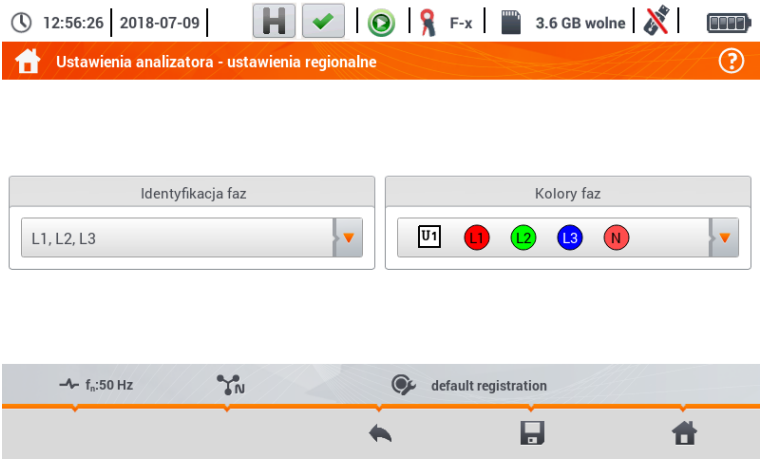
zapisanie zmian. Pojawia się dodatkowe okno, w którym można:
- zaakceptować wybór (**Tak**)
- anulować wybór (**Nie**)

powrót do menu głównego trybu rejestratora

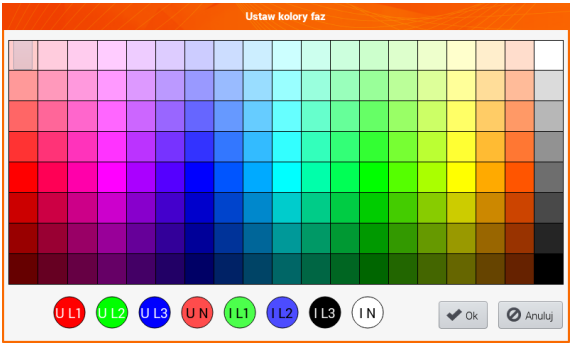
5.5.2 Ustawienia – Ust. regionalne

Na ekranie **Ust. regionalne** można zmienić:

- **identyfikację faz**. Dostępne opcje:
  - L1, L2, L3,
  - A, B, C,
- **kolory faz**. Dostępne są schematy barwowe przewodów dla:
  - Unii Europejskiej,
  - Australii,
  - Indii,
  - Chin,
  - Stanów Zjednoczonych,
  - jak również dwa dodatkowe schematy (U1, U2), konfigurowalne przez użytkownika.



Rys. 5.11 Ustawienia regionalne

1 

Jeśli wybrano opcję U_1 lub U_2, pojawi się ekran wyboru koloru dla przebiegów prądu lub napięcia danej fazy

2 Dotknąć kontrolki żądanej zmiennej.

3 Dotknąć żądany kolor w obszarze wyboru barw.

4 Powtórzyć kroki 2 3 żądaną ilość razy.

5 **Ok** - zatwierdzenie zmian i powrót do poprzedniego ekranu
Anuluj - odrzucenie wyboru i powrót do poprzedniego ekranu

Opis ikon funkcyjnych

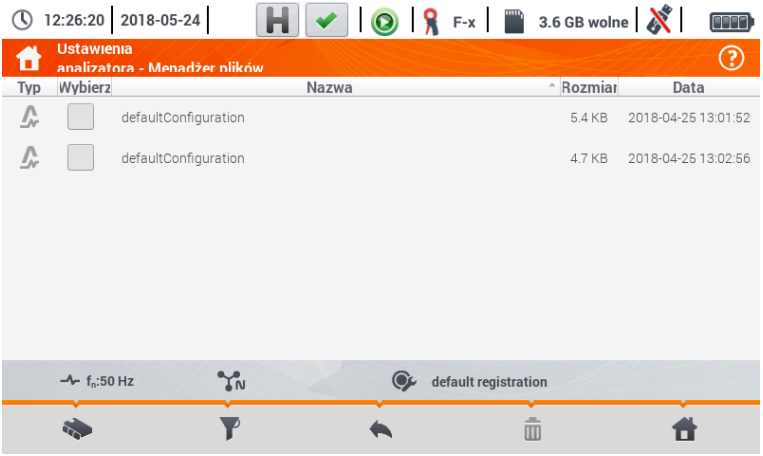
powrót do menu **Ustawienia analizatora**

zapisanie zmian

powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.5.3 Menedżery – menedżer plików

Na ekranie **Ustawienia analizatora – menedżer plików** można przeglądać rejestracje znajdujące się w pamięci miernika.



a. Przeglądanie danych

W kolumnie **Typ** zawarte są ikony określające typ rekordu (przebieg, zrzut ekranu, plik konfiguracyjny). Checkbox w kolumnie **Wybierz** pozwala na uaktywnienie żądanego wpisu (☐ → ■).

Opis ikon funkcyjnych

wybór lokalizacji, którą chce się przeszukiwać. Po wybraniu pojawia się menu z następującymi opcjami:

- wybór karty microSD
- wybór pamięci wewnętrznej miernika
- zapis aktywnych (■) plików na pendrive (opcja aktywna, jeśli w gnieździe USB znajduje się pendrive)
- uaktywnienie/odznaczenie wszystkich rekordów
- zamknięcie menu

filtrowanie listy plików. Po wybraniu ikony pojawiają się opcje filtrowania (możliwość wielokrotnego wyboru, ikona aktywnego filtru ma barwę **pomarańczową**):

- zapisane przebiegi
- plik konfiguracyjny
- zrzuty ekranu z przebiegami

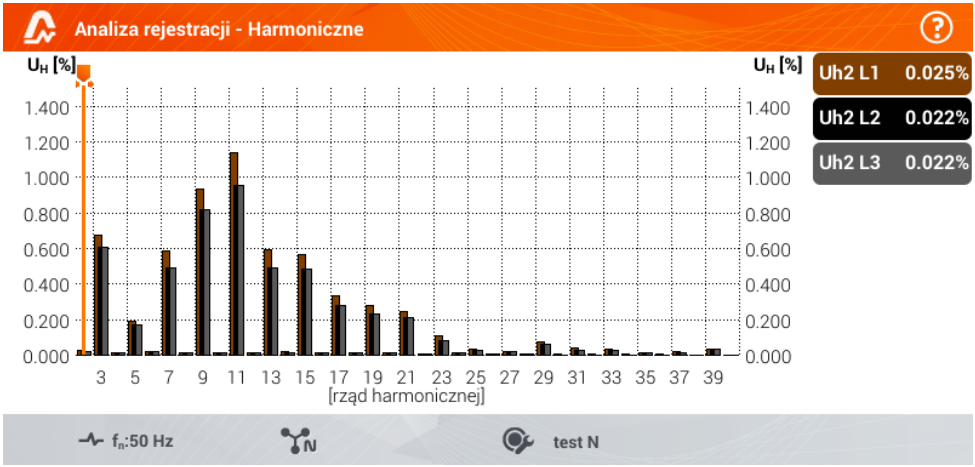
powrót do menu **Ustawienia analizatora**

usunięcie aktywnego (■) rekordu.

powrót do menu głównego trybu rejestratora

b. Podgląd danych

Z poziomu menedżera plików można otworzyć zawartość zrzutów ekranu (symbol). W tym celu dotknąć dwukrotnie żądanej pozycji (Rys. 5.12).



Rys. 5.12 Podgląd przykładowego zrzutu ekranu

Opis ikon funkcyjnych

poprzedni zrzut ekranu

następny zrzut ekranu

powrót do menedżera plików

powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.6 *Podgląd bieżący sieci (tryb LIVE)*

Rejestrator umożliwia podgląd parametrów sieci w czasie rzeczywistym (tzw. tryb LIVE). W menu głównym trybu rejestratora, w dolnej części, wyświetlane są ikony dostępnych widoków:

widok przebiegów chwilowych prądów i napięć (oscylogramy),

widok wykresu czasowego (ang. timeplot),

widok tabeli pomiarów,

widok wykresu wskazowego,

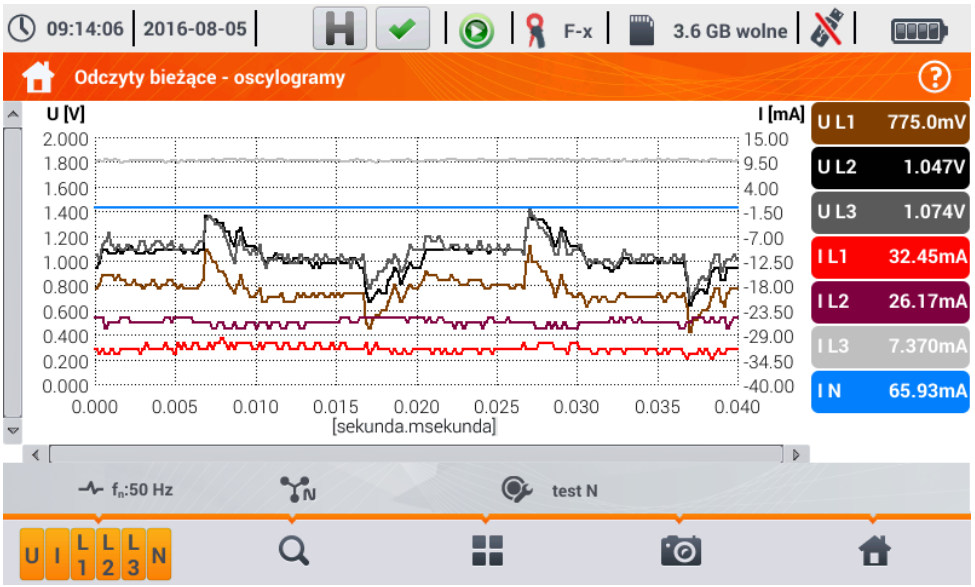
widok harmonicznych.

Odświeżanie ekranu w trybie LIVE można czasowo zablokować używając funkcji **HOLD** (zobacz opis paska górnego w **rozdz. 5.2.1**).

- Aby wstrzymać odświeżanie, wybrać przycisk na pasku górnym (kolor ikony zmienia się na **czerwony**).
- Aby wznowić odświeżanie ekranu, wybrać ponownie ikonę (kolor ikony zmieni się na **czarny**).

5.6.1 Przebiegi chwilowe napięć i prądów (oscylogramy)

Po wybraniu ikony wyświetla się widok przebiegów chwilowych prądów i napięć (oscylogramów). Wyświetlane są dwa okresy sieci przebiegów aktywnych kanałów (co zależy od konfiguracji pomiarowej).
Przykładowy ekran pokazano na Rys. 5.13. **Etykietami** po prawej stronie okna można **włączać** i **wyłączać** poszczególne kanały pomiarowe (przynajmniej jeden przebieg zawsze musi być widoczny). Na każdej etykiecie znajduje się **nazwa kanału** (np. „U L1") oraz jego **wartość skuteczna**.



Rys. 5.13. Odczyty bieżące - oscylogramy

Opis ikon funkcyjnych

 menu aktywnych kanałów. Po dotknięciu otwiera się dodatkowy pasek menu z przyciskami do włączania lub wyłączania wyświetlania danej fazy lub prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony. Należy pamiętać, że **zawsze na ekranie musi być wyświetlony przynajmniej jeden przebieg** (nie można wyłączyć wszystkich). W menu wyświetlane są tylko przyciski kanałów, które występują w danym układzie sieci. Z poziomu tego menu można wyłączać:

- U — zbiorczo wszystkie przebiegi napięć
- I — zbiorczo wszystkie przebiegi prądów
- L1 — zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L1
- L2 — zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L2
- L3 — zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L3
- wybranie tej ikony zamyka menu

zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po wybraniu ikony rozwija się menu z opcjami:

- po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostaje powiększony; można go przesuwać palcem w górę, dół i na boki
- po wybraniu tej ikony wykres pomniejszy się skokowo
- wybranie tej ikony zamyka menu powiększania (można również wybrać)

ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE

zrzut ekranu. Wybranie powoduje zapisanie aktualnej zawartości okna głównego do pliku graficznego. Nazwa pliku jest tworzona automatycznie na podstawie nazwy widoku i aktualnej daty, np. *„Odczyty bieżące – oscylogramy – 2016-08-01 12_00_00”*. Pliki zapisywane są w pamięci wewnętrznej miernika

powrót do menu głównego trybu rejestratora

- Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć**, **rozsunąć** w przeciwne strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć** – **zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu).
- Przebiegi powracają do domyślnego rozmiaru po włączeniu lub wyłączeniu jakiegokolwiek kanału (przyciski po prawej stronie).

5.6.2 Wykres czasowy wartości skutecznych

Po wybraniu ikony wyświetla się widok wykresu czasowego (Rys. 5.14). Ten widok wyświetla wykres wartości skutecznych napięć i prądów w czasie. Całe okno obejmuje czas ok. 110 sekund. Po zapełnieniu całego okna wykres przesuwa się w lewo o 30 sekund.



Rys. 5.14. Odczyty bieżące - wykres czasowy

Opis ikon funkcyjnych

Menu aktywnych kanałów. Po dotknięciu otwiera się dodatkowy pasek menu z przyciskami do włączania lub wyłączania wyświetlania danej fazy lub prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony. Należy pamiętać, że **zawsze na ekranie musi być wyświetlony przynajmniej jeden przebieg** (nie można wyłączyć wszystkich). W menu wyświetlane są tylko przyciski kanałów, które występują w danym układzie sieci. Z poziomu tego menu można wyłączać:

- U — zbiorczo wszystkie przebiegi napięć
- I — zbiorczo wszystkie przebiegi prądów
- L1 — zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L1
- L2 — zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L2
- L3 — zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L3
- wybranie tej ikony zamyka menu

zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po wybraniu ikony rozwija się menu z opcjami:

- po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostanie powiększony. Po powiększeniu można go przesuwać palcem w górę, dół i na boki.
- po wybraniu tej ikony wykres pomniejszy się skokowo.
- wybranie tej ikony zamyka menu powiększania (można również wybrać)

ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE

zrzut ekranu. Wybranie powoduje zapisanie aktualnej zawartości okna głównego do pliku graficznego. Nazwa pliku jest tworzona automatycznie na podstawie nazwy widoku i aktualnej daty, np. *„Odczyty bieżące – oscylogramy – 2016-08-01 12_00_00”*. Pliki zapisywane są w pamięci wewnętrznej miernika

powrót do menu głównego trybu rejestratora

- Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć**, **rozsunąć** w przeciwne strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć** – **zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu)
- Przebiegi powracają do domyślnego rozmiaru po włączeniu lub wyłączeniu jakiegokolwiek kanału (przyciski po prawej stronie).

5.6.3 Odczyty bieżące – widok tabelaryczny

Po wybraniu ikony wyświetla się tabela zbiorcza z wartościami parametrów sieci. Tabela odświeża się w czasie rzeczywistym. Przykładowy ekran pokazano na Rys. 5.15.



	U [V]	Uh01 [V]	UDC [mV]	f [Hz]	I [A]	Ih01 [A]	IDC [mA]
L1	234.6	234.5	-14.14	50.00	10.85	10.40	3.642
L2	234.2	234.2	-50.63	---	19.70	19.56	-19.59
L3	233.0	233.0	2.078	---	16.30	15.23	6.154
N	0.386	0.309	-49.74	---	13.84	11.45	10.43
L1-2	405.0	---	---	---	---	---	---
L2-3	405.2	---	---	---	---	---	---
L3-1	405.3	---	---	---	---	---	---
Σ	---	---	---	50.00	---	---	---

Rys. 5.15. Odczyty bieżące - pomiary

Kolejne wiersze oznaczono następująco:
L1 ..... wartości fazowe L1,
L2 ..... wartości fazowe L2,
L3 ..... wartości fazowe L3,
N ..... wartości napięciowe kanału prądowego I_N,
L1-2 ..... wartości międzyfazowe L1-L2,
L2-3 ..... wartości międzyfazowe L2-L3,
L3-1 ..... wartości międzyfazowe L3-L1,
Σ ..... wartości sumaryczne.

W kolejnych kolumnach pokazywane są wartości poszczególnych parametrów:

U [V] ..... wartość skuteczna napięcia,
U_{h01} [V] ..... wartość skuteczna składowej podstawowej napięcia,
U_{DC} [V] ..... składowa stała napięcia,
f [Hz] ..... częstotliwość sieci,
I [A] ..... wartość skuteczna prądu,
I_{h01} [A] ..... wartość skuteczna składowej podstawowej prądu,
I_{DC} [A] ..... składowa stała prądu,
P [W] ..... moc czynna,
Q1 lub **QB [var]** ..... moc bierna składowej podstawowej lub moc bierna wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej),
S [VA] ..... moc pozorna,
S_N [VA] lub **D [var]** ..... pozorna moc odkształcenia lub moc odkształcenia wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej),
E_{P+} [Wh] ..... energia czynna pobrana,
E_{P-} [Wh] ..... energia czynna oddana,
E_{Q1+} lub **E_{QB+} [varh]** ... energia bierna pobrana,
E_{Q1-} lub **E_{QB-} [varh]** .... energia bierna oddana,
E_S [VAh] ..... energia pozorna,
PF ..... współczynnik mocy (ang. *Power Factor*),
cosφ ..... współczynnik przesunięcia fazowego,
Pst ..... krótkookresowy wskaźnik migotania światła,
Plt ..... długookresowy wskaźnik migotania światła,
U_0 [V] ..... składowa symetryczna zerowa napięcia,
U_1 [V] ..... składowa symetryczna zgodna napięcia,
U_2 [V] ..... składowa symetryczna przeciwna napięcia,
U_2/U_1 [%] ..... współczynnik asymetrii składowej przeciwnej napięcia,
U_0/U_1 [%] ..... współczynnik asymetrii składowej zerowej napięcia,
I_0 [A] ..... składowa symetryczna zerowa prądu,
I_1 [A] ..... składowa symetryczna zgodna prądu,
I_2 [A] ..... składowa symetryczna przeciwna prądu,
I_2/I_1 [%] ..... współczynnik asymetrii składowej przeciwnej prądu,
I_0/I_1 [%] ..... współczynnik asymetrii składowej zerowej prądu.

Opis ikon funkcyjnych

 przewijanie tabeli w lewo/prawo (można również przesuwać ją palcem)

 ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE

 zrzut ekranu.

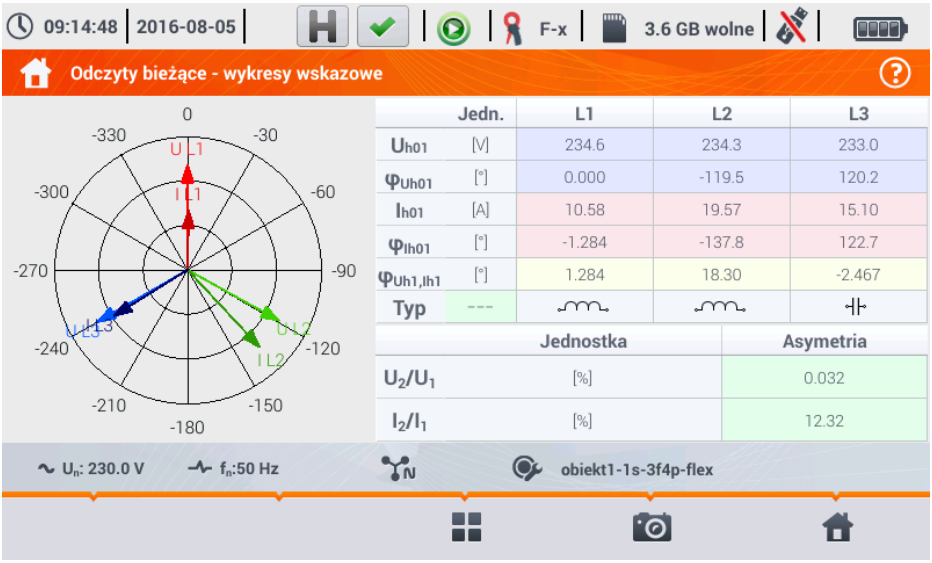
 powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.6.4 Wykres wektorowy składowych podstawowych (wskazowy)

Po wybraniu ikony pojawia się wykres wskazowy (przykład na Rys. 5.16). Obrazuje on układ wektorów składowych podstawowych napięć i prądów. Może służyć do szybkiej weryfikacji poprawności podłączenia rejestratora do badanej sieci.
Obok wykresu znajdują się tabele:

- pierwsza z informacjami o wartościach składowych podstawowych i ich kątach,
- druga ze współczynnikami asymetrii składowych przeciwnych (współczynniki te są wyświetlane jedynie dla sieci trójfazowych).

Charakter obciążenia jest sygnalizowany ikoną:
cewki (obciążenie indukcyjne), jeżeli kąt między składowymi podstawowymi napięcia i prądu ($\varphi_{Uh1,Ih1}$) jest większy od zera (napięcie wyprzedza prąd),
kondensatora (obciążenie pojemnościowe) jeśli kąt $\varphi_{Uh1,Ih1}$ jest ujemny (prąd wyprzedza napięcie).



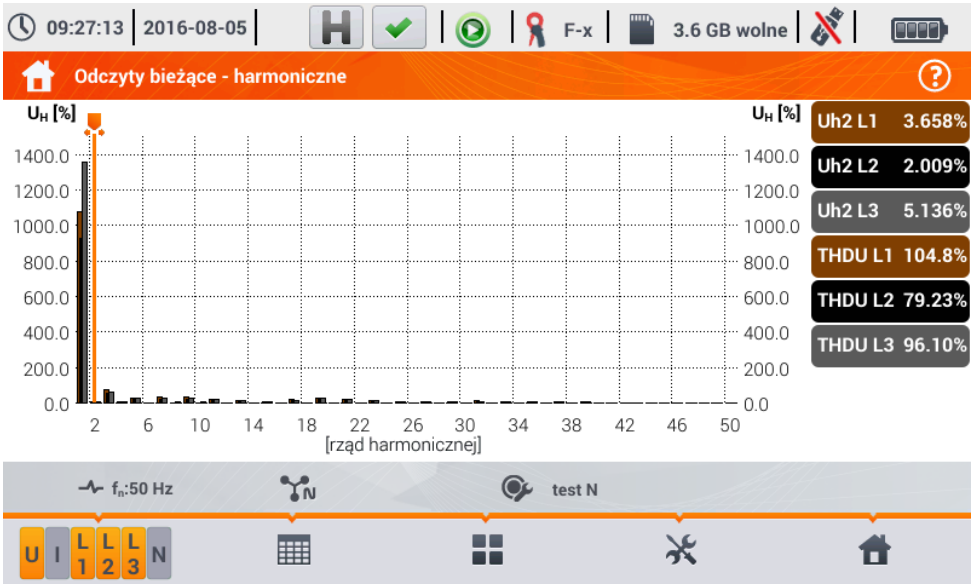
Rys. 5.16. Odczyty bieżące - wykres wskazowy

Opis ikon funkcyjnych

ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE
zrzut ekranu
powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.6.5 Wykres/tabela harmonicznych

Po wybraniu ikony wyświetla się tryb wyświetlania harmonicznych. Ekran pozwala na podgląd wartości harmonicznych napięć i prądów, kątów między harmonicznymi prądu i napięcia, współczynników cosφ tych prądów oraz współczynników THD. Składowe harmoniczne są wyświetlane w sposób graficzny na wykresie słupkowym (domyślnie) bądź w formie tabelarycznej.



Rys. 5.17 Odczyty bieżące - harmoniczne - widok słupkowy

Wykres zawiera:
wykresy dla harmonicznych, które zostały wybrane w menu **Wybór danych do wykresu**,
suwak - wskaźnik wartości chwilowych. Użytkownik może go przesunąć w dowolne miejsce wykresu.

Z prawej strony ekranu widnieją etykiety poszczególnych przebiegów. Wyświetlają udział harmonicznych w sygnale podstawowym dla tych harmonicznych, które wskazuje suwak. Ponadto dotknięcie etykiety powoduje ukrycie odpowiadającego jej wykresu (dotyczy tylko trybu wykresu).

Opis ikon funkcyjnych

menu aktywnych kanałów. Po kliknięciu otwiera się dodatkowy pasek menu z ikonami do włączania lub wyłączania wyświetlania danej oraz przełączania między prezentacją harmonicznych prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony

przełączenie do widoku tabelarycznego harmonicznych (Rys. 5.18). W tabeli w poszczególnych wierszach wyświetlane są wartości harmonicznych (od składowej stałej DC do harmonicznej rzędu 40-tego) lub kątów między harmonicznymi prądu i napięcia. W przypadku harmonicznych wartości mogą być wyświetlane w jednostkach bezwzględnych (V/A) lub procentowo względem harmonicznej podstawowej

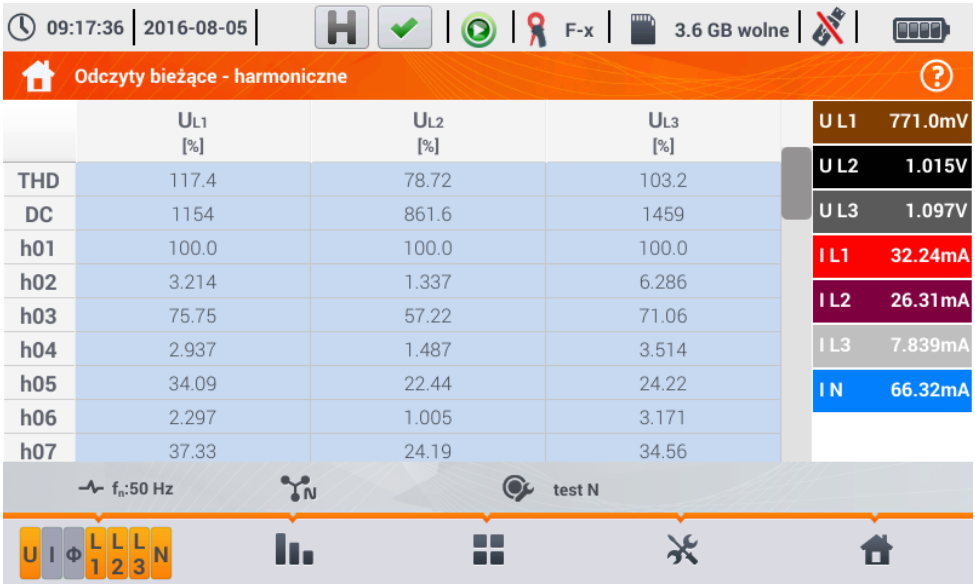
przełączenie do widoku histogramu

ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE

menu opcji wykresu lub tabeli. Po wybraniu wyświetla się dodatkowy pasek menu, udostępniający kilka nowych opcji:

- ukryj/pokaż harmoniczną podstawową (niedostępne w widoku tabelarycznym)
- [V,A] wyświetlanie wartości w jednostkach bezwzględnych (wolty i ampery)
- [%] wyświetlanie wartości w procentach względem składowej podstawowej
- zrzut ekranu
- zamknięcie menu

powrót do menu głównego trybu rejestratora



Rys. 5.18. Odczyty bieżące - harmoniczne - widok tabelaryczny

5.7 *Włączanie i wyłączanie rejestracji*

Po poprawnym skonfigurowaniu można **wyzwolić rejestrację** naciskając przycisk **START**. Trwająca rejestracja sygnalizowana jest ikoną na pasku górnym oraz miganiem czerwonej diody LED.

Aby **zatrzymać rejestrację,** należy nacisnąć przycisk **START** i potwierdzić chęć przerwania w oknie, które zostanie wyświetlone. Zatrzymanie rejestracji zostanie **potwierdzone dźwiękiem** (długi i trzy krótkie), a kolor ikona rejestracji zmieni się na , a czerwona dioda LED przestanie migać.



W przypadku **zapełnienia** karty pamięci rejestracja kończy się **automatycznie**.

5.7.1 Przybliżone czasy rejestracji

Maksymalny czas rejestracji zależy od kilku czynników, takich jak:

- pojemność karty pamięci,
- czas uśredniania,
- typ sieci.

Kilka wybranych konfiguracji zamieszczono w Tab. 5.2. W ostatniej kolumnie podano przybliżone czasy rejestracji, gdy karta pamięci jest prawie w całości pusta i ma ok. 3,6 GB wolnego miejsca. Jeżeli czas uśredniania jest inny niż wybrana dla przykładowych konfiguracji użytkownika 1 sekunda, przybliżony czas rejestracji ulega proporcjonalnemu wydłużeniu - np. dla uśredniania 10 sekund czas rejestracji będzie 10-krotnością podanego czasu rejestracji przy uśrednianiu 1 sekunda.

Tab. 5.2. Przybliżone czasy rejestracji dla kilku przykładowych konfiguracji

Okres uśredniania	Typ sieci (pomiar prądów aktywny)	Pomiar prądów	Przybliżony czas rejestracji przy przydzielonym miejscu 3,6 GB
10 minut	3-fazowy 4-przewodowy	•	> 10 lat
10 minut	1-fazowy	•	> 10 lat
1 sekunda	3-fazowy 4-przewodowy	•	90 dni
1 sekunda	3-fazowy 4-przewodowy		144 dni
1 sekunda	1-fazowy	•	250 dni
1 sekunda	1-fazowy		330 dni
1 sekunda	3-fazowy 3-przewodowy	•	125 dni
1 sekunda	3-fazowy 3-przewodowy		144 dni

5.7.2 Wskazówki dotyczące rejestracji

Przed uruchomieniem rejestracji należy zwrócić uwagę na następujące zagadnienia:

- Należy sprawdzić poprawność czasu przyrządu. Jeśli data lub czas są nieprawidłowe należy wprowadzić poprawne dane zgodnie z **rozdz. 2.1.1**.
- Należy zweryfikować poprawność połączeń analizatora z badaną siecią. Jeśli ikona poprawności podłączenia analizatora na pasku górnym jest ? lub ✖, to zanim rejestracja zostanie uruchomiona zostanie wyświetlone dodatkowe okno ostrzegające o potencjalnym problemie z podłączeniem. Użytkownik musi:
  - potwierdzić start rejestracji mimo tego lub
  - zrezygnować ze startu.
- Aby uzyskać więcej informacji o potencjalnym problemie:
  - należy wywołać okno poprawności podłączenia (rozdz. 5.3.2).
  - Pomocne może być również **sprawdzenie wykresu wskazowego (rozdz. 5.6.4)** - wektory napięć i prądów; kolejność wirowania faz w układzie 3-fazowym powinna być taka, że faza UL1 (UL1-2) jest na 0°, UL2 (UL2-3) ok. -120°, UL3 (UL3-1) ok. -240°. Oba współczynniki asymetrii (dla napięcia i prądu) pokazywane na tym ekranie powinny być niskie (typowo poniżej 10%).
  - Na ekranie oscylogramów można sprawdzić kształt przebiegów oraz wartości skuteczne napięć i prądów.
  - Poprawność podłączenia cęgów prądowych można sprawdzić przez sprawdzenie znaku (znaków) mocy czynnej - w większości przypadków pracy odbiornikowej znak ten będzie dodatni.
- Jeśli rejestracja będzie dłuższa, należy zapewnić ciągłość zasilania przez podłączenie zewnętrznego zasilacza 12 V do gniazda w mierniku (na pasku górnym w prawym rogu pojawi się ikona wtyczki).
- Karta pamięci musi być włożona do gniazda i mieć odpowiednią ilość wolnego miejsca (jest ono wskazywane na górnym pasku). Jeśli na karcie jest mało wolnego miejsca w stosunku to przewidywanej zajętości rejestracji (zależnej m.in. od czasu uśredniania, czasu rejestracji, typu sieci), należy zwolnić miejsce przez usunięcie wcześniejszych rejestracji z karty (przejść do panelu **Ustawienia analizatora → Menedżer plików**).
- Rejestracja przyjmuje nazwę konfiguracji pomiarowej, która jest aktywna w momencie jej uruchamiania i nie ma później możliwości jej zmiany. Dlatego też pomocne może być wcześniejsze nadanie konfiguracji nazwy opisującej pomiary, aby łatwiej było ją odnaleźć na liście rejestracji (nazwę konfiguracji można zmodyfikować przed startem wchodząc w edycję aktywnej konfiguracji).

5.8 Analiza rejestracji

Analizy zarejestrowanych danych jest możliwa bezpośrednio przy użyciu samego miernika, bez dodatkowego oprogramowania. W zakres analizy wchodzą:

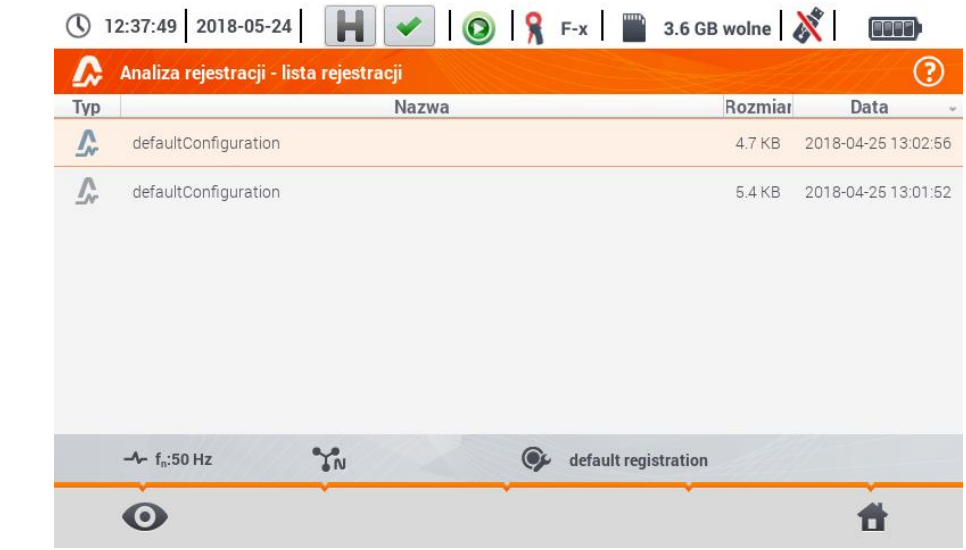
- podgląd ogólny rejestracji - czas początku i końca, średnie wartości napięć i prądów,
- podgląd średniej wartości napięć w całym przedziale rejestracji,
- tworzenie wykresów czasowych dowolnych zarejestrowanych parametrów (z ograniczeniem do 1100 punktów i 4 parametrów na pojedynczym wykresie) z możliwością powiększania i markerem momentu czasowego,
- podgląd wykresu słupkowego harmonicznych (uśredniona wartość za cały przedział rejestracji).

Możliwa jest analiza rejestracji zakończonych i zapisanych na karcie pamięci oraz rejestracji trwających.

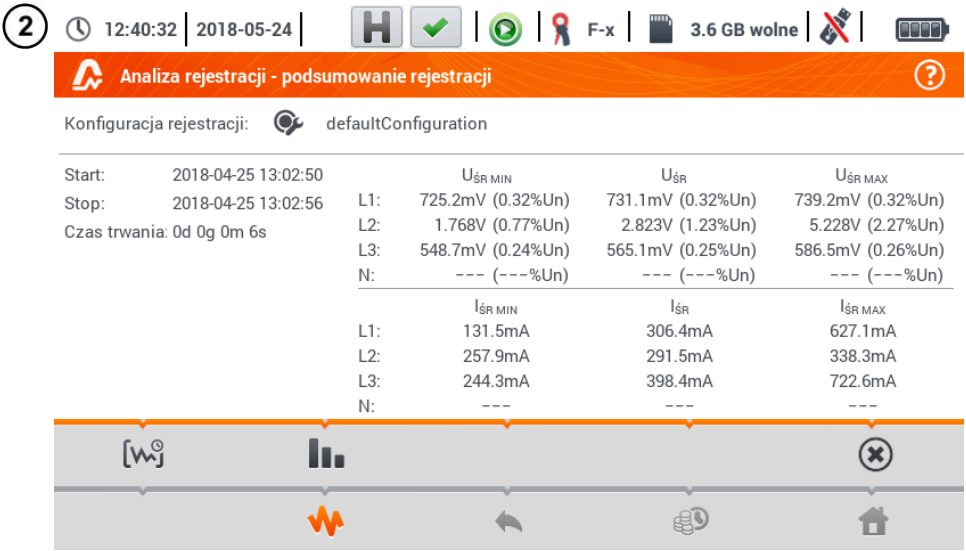
Na ekranie **Analiza rejestracji – lista rejestracji** znajduje się lista rejestracji (wpisy o symbolu), zapisanych w pamięci miernika. Listę można przewijać, przesuwając palcem w górę i dół w obrębie widocznego zestawienia.

1 Aby otworzyć zawartość pliku:

- dotknąć dwukrotnie żądaną pozycję lub
- pojedynczym dotknięciem uaktywnić żądaną pozycję i wybrać ikonę .



2



Pojawi się zawartość rekordu (podsumowanie rejestracji). Na ekranie widoczne są następujące parametry:

Start – czas rozpoczęcia rejestracji,
Stop – czas zakończenia rejestracji,
Czas trwania (rejestracji).

Ponadto widoczne są parametry napięcia i prądu w przewodach fazowych oraz neutralnym:

$U_{ŚR\ MIN}$ minimalne napięcie średnie; w nawiasie podano wartość procentową w stosunku do

napięcia znamionowego Un,

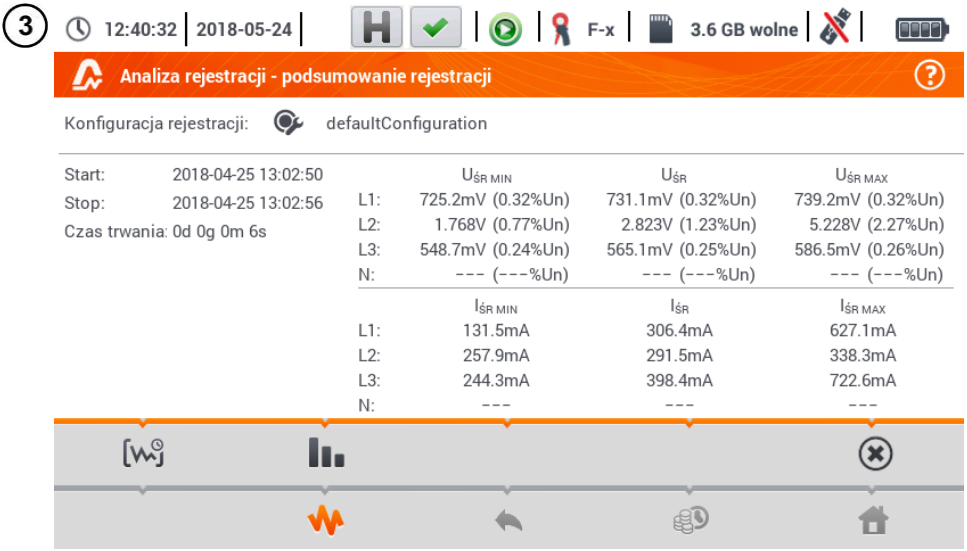
$U_{ŚR}$ napięcie średnie; w nawiasie podano wartość procentową w stosunku do napięcia znamionowego Un,

$U_{ŚR\ MAX}$ maksymalne napięcie średnie; w nawiasie podano wartość procentową w stosunku do napięcia znamionowego Un,

$I_{ŚR\ MIN}$ minimalny prąd średni,

$I_{ŚR}$ prąd średni,

$I_{ŚR\ MAX}$ maksymalny prąd średni.



Opis ikon funkcyjnych

rozwinięcie opcji analizy graficznej:

wykres czasowy rejestracji (**rozdz. 5.8.1**)

wykres harmonicznych przebiegu (**rozdz. 5.8.2**)

zamknięcie menu

powrót do menedżera plików

kalkulator kosztów energii (**rozdz. 5.8.3**)

powrót do menu głównego trybu rejestratora

- **Minima i maksima napięć** są wyznaczane spośród zarejestrowanych **wartości średnich** (nie są to wartości minimalne i maksymalne $RMS_{1/2}$). Oprócz wartości w woltach, w nawiasie pokazywana jest wartość procentowa odniesiona do napięcia nominalnego. Jeśli jakiś kanał nie był mierzony w danej konfiguracji, wyświetlane są kreski.
- **Minima i maksima prądów** są wyznaczane spośród **prądów średnich**. Jeśli jakiś kanał nie był mierzony w danej konfiguracji, wyświetlane są kreski.

5.8.1 Wykres czasowy rejestracji

a. Opis funkcjonalny

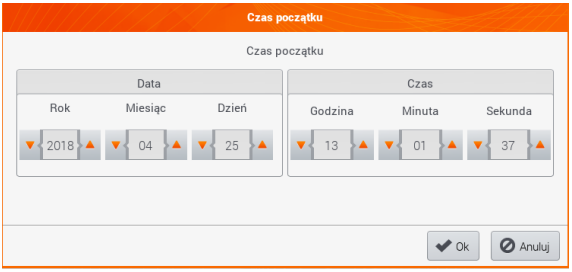
Jeśli w **rozdz. 5.8** krok ③ wybrano ikonę [ ], wyświetli się ekran widoczny na rys. **Rys. 5.19**.



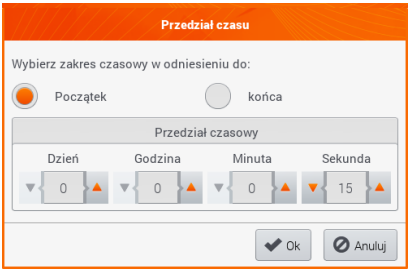
Rys. 5.19. Wykres czasowy rejestracji

Zakres danych, które mają podlegać analizie, można ustalić na dwa sposoby:

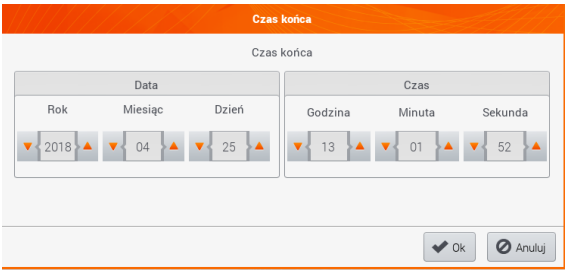
- przeciągając ikony [ ] [ ] znajdujące powyżej wykresu lub
- wprowadzając ręcznie brzegowe wartości daty i godziny oraz interwał do analizy.



Rys. 5.20 Ustawienie początku zakresu analizy



Rys. 5.21 Ustawienie szerokości zakresu analizy



Rys. 5.22 Ustawienie końca zakresu analizy

Ikony < > resetują zakres analizy do ustawień początkowych.

Opis ikon funkcyjnych

otwiera menu **Wybór danych do wykresu**. Na tym ekranie można wybrać parametry, jakie będą poddawane analizie. Szczegółowy opis przedstawiono w punkcie **b**.

zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po dotknięciu rozwija się dodatkowe menu z ikonami:

- po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostanie powiększony. Po powiększeniu można go przesuwać palcem w górę, dół i na boki
- po wybraniu tej ikony wykres pomniejszy się skokowo
- wybranie tej ikony zamyka menu powiększania
- powrót do menu **Analiza rejestracji – podsumowanie rejestracji**

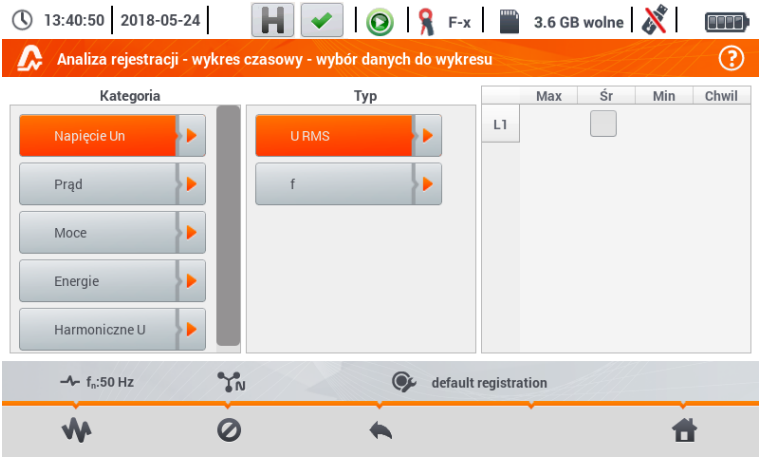
wykonanie zrzutu ekranu

powrót do menu głównego trybu rejestratora

Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć**, należy **rozsunąć** w przeciwne strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć** – **zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu).

b. *Wybór parametrów do wykresu czasowego*

Po wybraniu ikony otwiera się ekran **Wybór danych do wykresu**. Tu można wybrać parametry, jakie będą poddawane analizie. Do każdej z kategorii przypisane są typy odczytów, do nich zaś – parametry, które można wybrać.



Dostępne opcje (różne w zależności od układu sieci)

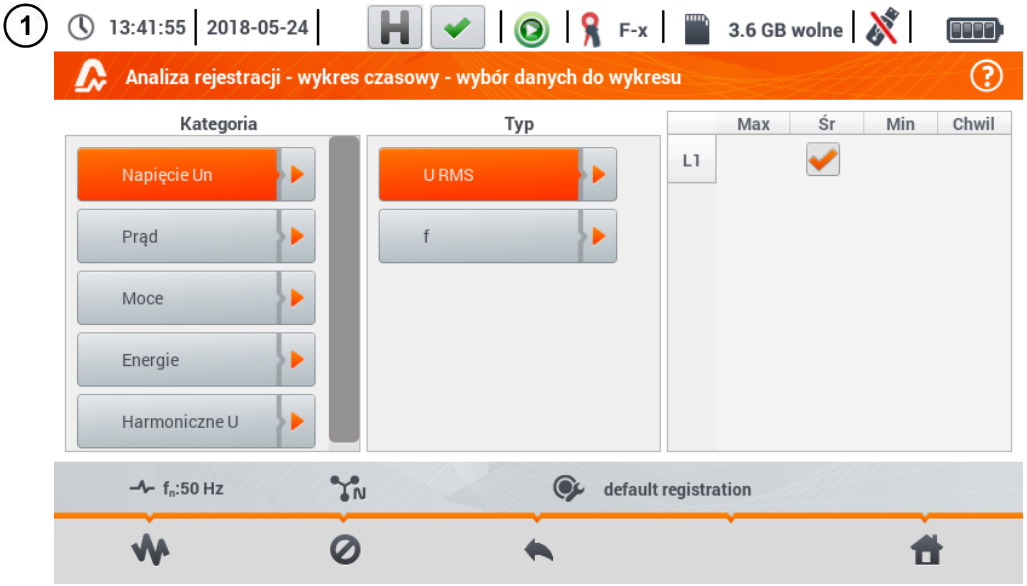
- **Napięcie Un**
  - U RMS (wartość skuteczna napięcia) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)
  - U L-L (napięcie międzyfazowe)
  - f (częstotliwość) – dla fazy L1 (A)
- **Prąd**
  - I RMS (wartość skuteczna prądu) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)
- **Moce**
  - P (moc czynna) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - Q1 (moc bierna) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - Sn (moc odkształceń) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - S (moc pozorna) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - cosφ – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - PF (współczynnik mocy) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
- **Energie**
  - EP+ (energia czynna pobierana z sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - EP- (energia czynna oddawana do sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - EQ+ (energia bierna pobierana z sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - EQ- (energia bierna oddawana do sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
  - ES (energia pozorna) – energia dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz sumarycznie Σ
- **Harmoniczne U**
  - THD U (współczynnik zawartości harmonicznych) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)
  - U h1…U h40 (1…40. harmoniczna napięcia) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)

- W oknie wyboru parametrów wyświetlane są jedyne te parametry, które były rejestrowane.
- Dla łatwiejszej orientacji, w których polach wybrano parametry do wykresu, pola kategorii i typu są otaczane pomarańczową obwódką, jeśli zawierają jakieś zaznaczone parametry.
- Jeśli użytkownik zaznaczył już cztery parametry, przy próbie zaznaczenia kolejnego zostanie wyświetlone okno z komunikatem o ograniczeniu maksymalnej liczby parametrów na wykresie.

Opis ikon funkcyjnych

- wywołanie wykresu czasowego
- odznaczenie wszystkich zmiennych
- powrót do menu **Wykres czasowy – przedział czasu** (punkt **a**)
- powrót do menu głównego trybu rejestratora

c. *Tworzenie i zarządzanie wykresem czasowym*



Na ekranie **Wybór danych do wykresu** dobrać dane do wyświetlenia na wykresie. W tym celu:

- w kolumnie **Kategoria** wybrać żądaną pozycję, w kolumnie **Typ** wybrać żądany parametr, a w kolumnie ostatniej wybrać żądaną zmienną (→),
- wybrać ikonę .



Pojawia się wykres czasowy. Zawiera on:

przebiegi wielkości wybranych w menu **Wybór danych do wykresu**,

suwak - wskaźnik wartości chwilowych. Użytkownik może go przesunąć w dowolne miejsce wykresu.

Z prawej strony ekranu widnieją:

czas rozpoczęcia rejestracji,

czas zakończenia rejestracji,

czas trwania rejestracji ,

czas odpowiadający położeniu suwaka ,

etykiety poszczególnych przebiegów. Wyświetlają one wartości chwilowe odczytów, odpowiadające ustawieniu suwaka na wykresie. Ponadto dotknięcie etykiety powoduje ukrycie wykresu, który reprezentuje.

Opis ikon funkcyjnych

menu aktywnych kanałów. Po wybraniu tej ikony otwiera się dodatkowy pasek menu z przyciskami do włączania lub wyłączania wyświetlania przebiegów ustawionych w kroku (1). Aktywny kanał sygnalizowany jest **pomarańczowym** kolorem przycisku

zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po wybraniu ikony rozwija się menu z opcjami:

- po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostaje powiększony; można go przesuwać palcem w górę, dół i na boki
- po wybraniu tej ikony wykres pomniejsza się skokowo
- wybranie tej ikony zamyka menu powiększania (można również wybrać)

menu opcji wykresu lub tabeli. Po wybraniu wyświetla się dodatkowy pasek menu, który umożliwia wybór opisu skali po prawej i lewej stronie wykresu. W tym celu należy kliknąć odpowiednią ikonę z nazwą parametru.

Ikona z nazwą jednostki pojawia się wtedy, gdy na wykresie mamy co najmniej dwa parametry o identycznej jednostce. **Wybranie** takiej ikony powoduje **przeskalowanie przebiegów** mających taką jednostkę **do jednej wspólnej skali** (opisana jednym z uwspólnionych parametrów). Należy pamiętać, że jeśli nie stosuje się uwspólnienia skal, to tylko jeden przebieg, którego jednostkę przypisano do osi, jest skalowany odpowiednio do tej skali, a jego przebieg jest dopasowywany wielkością do okna – pozostałe, nawet mające taką samą jednostkę, już nie.

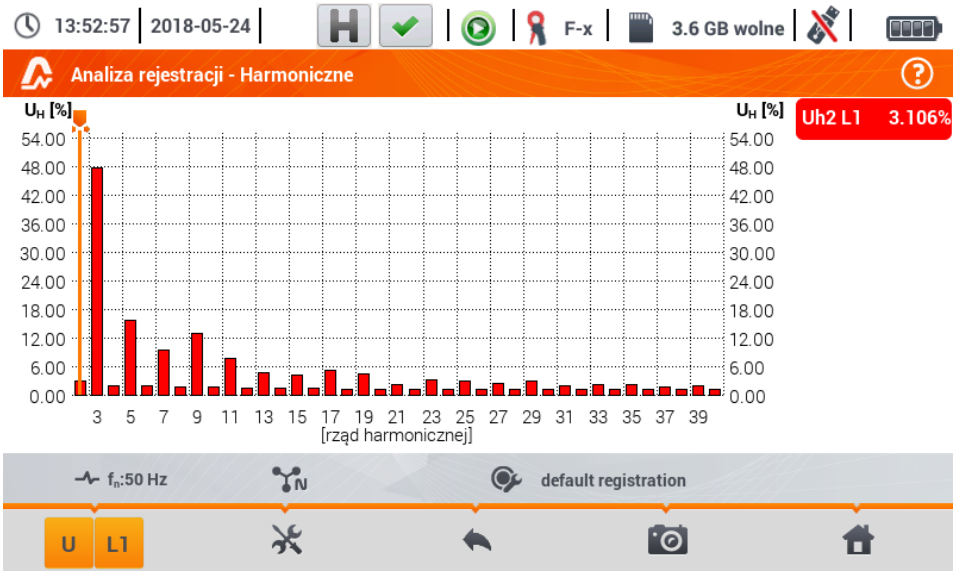
powrót do ekranu **Wybór danych do wykresu**

wykonanie zrzutu ekranu

Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć**, **rozsunąć** w przeciwne strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć** – **zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu).

5.8.2 Wykres harmonicznych przebiegu

Jeśli w **rozdz. 5.8** krok (3) wybrano ikonę , wyświetli się ekran widoczny na Rys. 5.23. Obszar roboczy składa się z wykresu, menu etykiet i menu ikon funkcyjnych.
Ekran ten pozwala na podgląd wartości harmonicznych napięć i prądów, kątów między harmonicznymi prądu i napięcia, współczynników cosφ tych prądów oraz współczynników THD. Składowe harmoniczne są wyświetlane w formie wykresu słupkowego (domyślnie) bądź w formie tabelarycznej.



Rys. 5.23. Odczyty bieżące - harmoniczne - widok słupkowy

Wykres zawiera:
wykresy dla harmonicznych, które zostały wybrane w menu **Wybór danych do wykresu**,
suwak - wskaźnik wartości chwilowych. Użytkownik może go przesunąć w dowolne miejsce wykresu.

Z prawej strony ekranu widnieją **etykiety** poszczególnych przebiegów. Wyświetlają **nazwę harmonicznej**, jak również jej **udział** w sygnale podstawowym dla tych harmonicznych, które wskazuje suwak. Ponadto dotknięcie etykiety powoduje ukrycie odpowiadającego jej wykresu.

Opis ikon funkcyjnych

U L1 menu aktywnych kanałów. Po wybraniu ikony rozwija się dodatkowy pasek z przyciskami do włączania lub wyłączania wyświetlania danej oraz przełączania między prezentacją harmonicznych prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony.

menu opcji wykresu lub tabeli. Po wybraniu wyświetla się dodatkowy pasek menu, udostępniający kilka nowych opcji:

- ukryj/pokaż harmoniczną podstawową
- [V,A] wyświetlanie wartości w jednostkach bezwzględnych (wolty i ampery)
- [%] wyświetlanie wartości w procentach względem składowej podstawowej
- przełączenie do widoku tabelarycznego harmonicznych (Rys. 5.24). W tabeli w poszczególnych wierszach wyświetlane są wartości harmonicznych (harmoniczne do rzędu 40-tego oraz dodatkowo dla trybu **[%]** – również współczynnik THD)
- zamknięcie menu

powrót do poprzedniego ekranu

wykonanie zrzutu ekranu

powrót do menu głównego trybu rejestratora



Rys. 5.24. Odczyty bieżące - harmoniczne - widok tabelaryczny

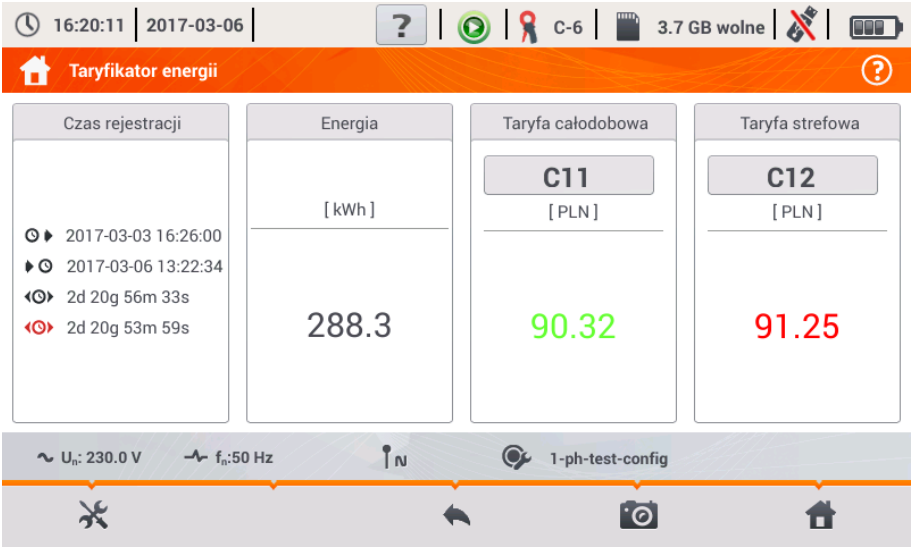
5.8.3 Kalkulator kosztów energii

a. Opis funkcjonalny

Gdy wśród parametrów rejestrowanych przez rejestrator jest energia czynna E_P, możliwe jest obliczenie kosztów energii wg taryfikatora ustalonego przez użytkownika. Aby przejść do ekranu taryfikatora, należy z paska menu na ekranie podsumowania rejestracji (**rozdz. 5.7** krok (3)) wybrać ikonę . Zostanie wyświetlony ekran kosztów energii jak na **Rys. 5.25**. Kolejne sekcje prezentują:

- **Czas rejestracji** – początek, koniec i czas trwania rejestracji. W ostatniej linii widnieje czas trwania, który jest analizowany przez algorytm taryfikatora (pełne okresy agregacji). Algorytm umożliwia wyliczenie kosztów energii za cały przedział rejestracji i nie ma możliwości wyboru innego przedziału czasu.
- **Energia** – w tym polu wyświetlana jest całkowita energia czynna w kilowatogodzinach, naliczona w analizowanym przedziale czasu.
- **Taryfa całodobowa** – w tej części jest wyświetlony kosz całkowity energii w wybranej walucie w wariancie jednostrefowym. W taryfie tego typu obowiązuje jedna stała stawka za kWh niezależnie od pory dnia i dnia tygodnia. **Rodzaj taryfy** (może być modyfikowana przez użytkownika) jest wyświetlany **w górnej części**.
- **Taryfa strefowa** – pokazuje koszt całkowity energii w wybranej walucie w wariancie wielostrefowym. Tego rodzaju taryfa pozwala na zdefiniowanie dwóch ciągłych przedziałów czasu doby, w których obowiązują niezależne stawki za kWh, oraz trzecia stawka obowiązująca w pozostałych porach doby. **Rodzaj taryfy** (może być modyfikowana przez użytkownika) jest wyświetlany **w górnej części**. Konfigurację stawek i stref przeprowadza się w panelu konfiguracyjnym taryfikatora.

Jeśli użytkownik wcześniej nie używał lub nie zmieniał ustawień taryfikatora, rejestrator używa ustawień domyślnych. Ustawienia taryfikatora można zmodyfikować, wybierając ikonę .



Rys. 5.25. Ekran wyników taryfikatora energii

Opis ikon funkcyjnych

przejście do panelu konfiguracyjnego taryfikatora energii
powrót do poprzedniego ekranu
wykonanie zrzutu ekranu
powrót do menu głównego trybu rejestratora

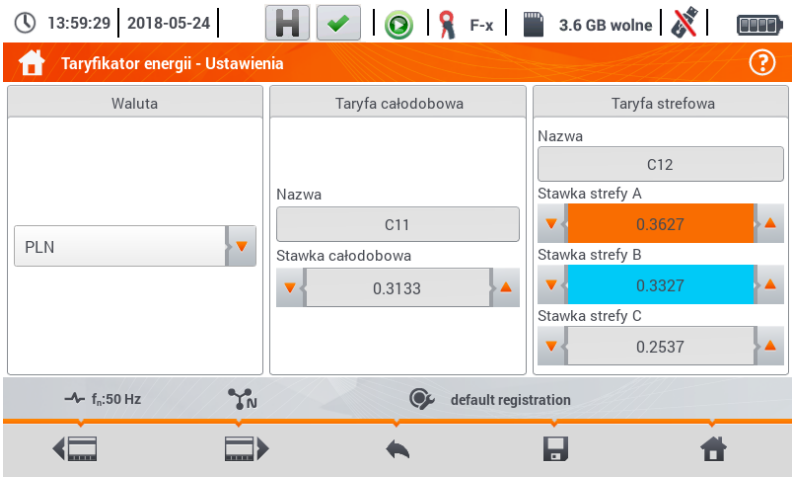
b. Konfiguracja taryfikatora energii

Ustawienia taryfikatora można w prosty sposób modyfikować, dopasowując do indywidualnych potrzeb. Kalkulator pozwala wyliczyć koszty energii według dwóch taryf:

- **Taryfa całodobowa** – w tej najprostszej formie taryfy w całym badanym okresie obowiązuje jedna stawka za każdą naliczoną kilowatogodzinę niezależnie od pory dnia lub dnia tygodnia,
- **Taryfa strefowa** – taryfa bardziej rozbudowana. Pozwala na ustawienie trzech różnych stawek, które obowiązują w innych przedziałach czasu:
  - **Stawka strefy A** – można wprowadzić koszt 1 kWh dla pierwszego przedziału czasu doby (np. stawka dzienna),
  - **Stawka strefy B** – można wprowadzić koszt 1 kWh dla drugiego przedziału czasu doby (np. stawka nocna),
  - **Stawka strefy C** (przedziały czasu nie objęte strefami A i B).

Ustawienia taryfikatora zostały podzielone na dwa ekrany (**Rys. 5.26** i **Rys. 5.27**). Pierwszy ekran pozwala na skonfigurowanie następujących parametrów:

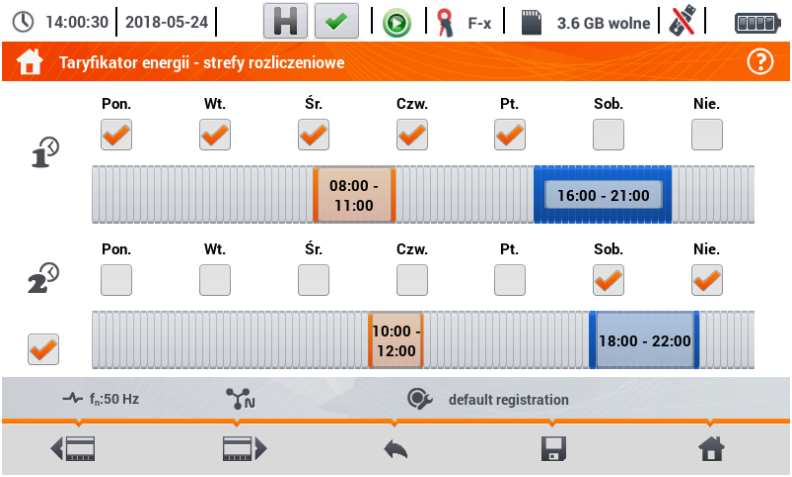
- **Waluta** – można wybrać z listy kilku predefiniowanych walut (PLN, EUR, USD, RUB, INR) lub ustawić własną (do czterech znaków), pokazywaną na liście jako ostatnią pozycję i oznaczoną gwiazdką (*).
- Dla **taryfy całodobowej**:
  - **Nazwa taryfy całodobowej** (domyślnie C11) – po wybraniu pola nazwy wyświetla się panel do edycji.
  - **Stawka całodobowa** – koszt 1 kWh energii dla taryfy całodobowej. Po wybraniu pola z wartością wyświetli się panel do edycji. Wartość można zmieniać również za pomocą ikon . Wartości stawek można wprowadzać z dokładnością do czterech cyfr po przecinku.



Rys. 5.26 Taryfikator energii – Ustawienia

- Dla **taryfy strefowej**:
  - **Nazwa taryfy strefowej** (domyślnie C12),
  - **Stawka za 1 kWh strefy A** (kolor **pomarańczowy**),
  - **Stawka za 1 kWh strefy B** (kolor **niebieski**),
  - **Stawka za 1 kWh strefy C** (w pozostałych okresach doby).

Przedziały czasu doby, które odpowiadają strefom A, B i C, konfiguruje się na drugim ekranie konfiguracyjnym taryfikatora (Rys. 5.27). Głównymi jego elementami są paski reprezentujące całą dobę, podzielone na 15-minutowe bloki.
W **wariancie prostszym** te same ustawienia stref obowiązują dla wszystkich dni w tygodniu (tylko zestaw oznaczony ikoną 1). Gdyby jednak zachodziła potrzeba skonfigurowania **innych przedziałów czasu** dla wybranych dni (np. sobót i niedziel), to wybierając pole w dolnej lewej części okna, odblokowuje się drugi zestaw przedziałów czasu oznaczony ikoną 2. Należy wybrać, w których dniach tygodnia ma obowiązywać drugi zestaw zaznaczając pola wyboru odpowiednich dni tygodnia.



Rys. 5.27 Taryfikator energii – Ustawienia stref rozliczeniowych w taryfie strefowej

Przedziały czasu stref A i B (odpowiednio kolor **pomarańczowy** i **niebieski**) można modyfikować:

- dotykając środka przedziału przesuwać cały przedział lub
- dotykając i przesunąć lewą lub prawą krawędź przedziału, zmieniając tym samym granice czasowe strefy rozliczeniowej.

Czas początku i końca widnieje w środkowej części przedziału. Przyjęta **rozdzielczość** czasu wynosi **15 minut**. **Minimalny czas trwania** przedziału to **2 godziny**.

Opis ikon funkcyjnych

przechodzenie między dwoma ekranami konfiguracyjnymi taryfikatora

powrót do ekranu wyników taryfikatora. Jeśli ustawienia zostały zmodyfikowane i zapisane, wyniki kosztów energii zostaną automatycznie przeliczone i wyświetlone.

zapis ustawień taryfikatora w pamięci rejestratora

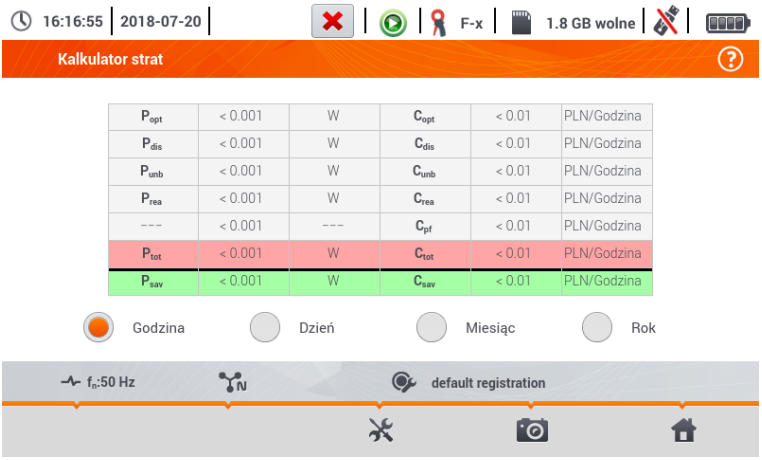
powrót do menu głównego trybu rejestratora

Ustawienia są globalne dla całego rejestratora (nie są związane z konkretną rejestracją).

5.9 Kalkulator strat energii

5.9.1 Opis funkcjonalny

W tym trybie można oszacować straty mocy czynnej oraz wiążące się z nimi koszty z tytułu złej jakości zasilania. Ekran analizy strat przedstawiono na **Rys. 5.28**. Analizy można dokonać w żądanym ujęciu czasowym.



P_{opt}	< 0.001	W	C_{opt}	< 0.01	PLN/Godzina
P_{dis}	< 0.001	W	C_{dis}	< 0.01	PLN/Godzina
P_{unb}	< 0.001	W	C_{unb}	< 0.01	PLN/Godzina
P_{rea}	< 0.001	W	C_{rea}	< 0.01	PLN/Godzina
---	< 0.001	---	C_{pf}	< 0.01	PLN/Godzina
P_{tot}	< 0.001	W	C_{tot}	< 0.01	PLN/Godzina
P_{sav}	< 0.001	W	C_{sav}	< 0.01	PLN/Godzina

Rys. 5.28 Analiza strat energii

Parametry podlegające analizie

P_{opt} straty mocy na rezystancji przewodów (przy założeniu braku wyższych harmonicznych, asymetrii oraz mocy biernej)

P_{dis} straty spowodowane wyższymi harmonicznymi

P_{unb} straty mocy spowodowane asymetrią sieci

P_{rea} straty mocy spowodowane występowaniem mocy biernej

P_{tot} straty całkowite (suma powyższych)

P_{sav} straty, które można ograniczyć przez polepszenie parametrów jakościowych (np. skompensowanie harmonicznych, zlikwidowanie asymetrii), wynikające z relacji

$$P_{sav} = P_{tot} - P_{opt}$$

C_{opt} koszt związany ze stratami P_{opt}

C_{dis} koszt związany ze stratami P_{dis}

C_{unb} koszt związany ze stratami P_{unb}

C_{rea} koszt związany ze stratami P_{rea}

C_{pf} koszt związany z niskim współczynnikiem mocy (duży udział mocy biernej)

C_{tot} koszt związany ze stratami P_{rea}

C_{sav} koszt związany ze stratami P_{sav}

Straty finansowe można oszacować na podstawie bieżących odczytów w ujęciu:
⇒ jednej godziny,
⇒ jednego dnia,
⇒ jednego miesiąca,
⇒ jednego roku.

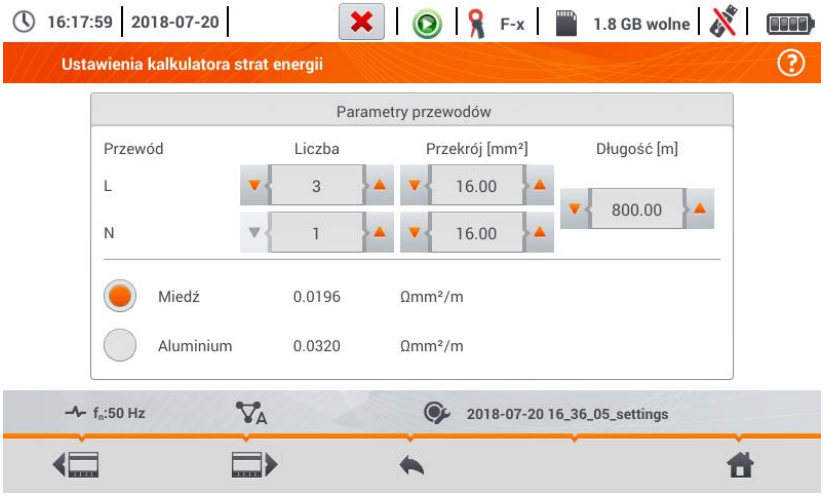
Uaktywnienie jednej z powyższych opcji (○ → ●) sprawi, że tabela wyświetlać będzie dane adekwatne do dokonanego wyboru.

Opis ikon funkcyjnych

przejście do panelu konfiguracyjnego kalkulatora strat (**rozdz. 5.9.2**)
wykonanie zrzutu ekranu
powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.9.2 Konfiguracja kalkulatora strat

Po wybraniu ikony ukazuje się panel konfiguracyjny kalkulatora, przestawiony na **Rys. 5.29** oraz **Rys. 5.30**. Między ekranami można się przełączać za pomocą ikon .



Rys. 5.29 Analiza strat energii – ekran konfiguracyjny 1

Na pierwszym z ekranów należy ustawić parametry przewodu, których tyczy się analiza, to znaczy:

- dla przewodów fazowych **L**:
  - **ilość żył** danej fazy,
  - **przekrój** żył w mm^2,
- dla przewodów neutralnych **N**:
  - **ilość żył** neutralnych ,
  - **przekrój** żył w mm^2,
- **długość** rozpatrywanej linii w metrach,
- **materiał** linii – miedź lub aluminium.

Na podstawie powyższych parametrów kalkulator wyliczy straty mocy w analizowanej linii.



Rys. 5.30 Analiza strat energii – ekran konfiguracyjny 2

Na drugim z ekranów należy ustawić parametry definiujące straty finansowe, to jest:

- koszt 1 kWh energii czynnej,
- koszt 1 kWh energii biernej przy współczynniku mocy PF ≥ 0,8,
- koszt 1 kWh energii biernej przy współczynniku mocy PF < 0,8,
- walutę.

Aby zmienić walutę:

- dotknąć pola z aktualną jednostką,
- wprowadzić nową jednostkę za pomocą klawiatury ekranowej.

Opis ikon funkcyjnych

przechodzenie między dwoma ekranami konfiguracyjnymi kalkulatora

powrót do ekranu wyników kalkulatora. Jeśli ustawienia zostały zmodyfikowane i zapisane, wyniki zostaną automatycznie przeliczone i wyświetlone.

zapis ustawień kalkulatora

powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.10 Sprawność inwertera

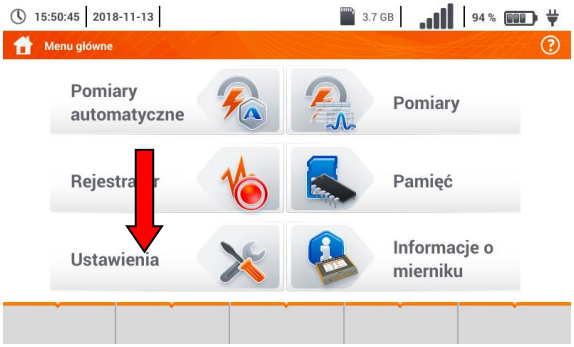
Patrz **rozdz. 3.20.1, 3.20.2**.

6 Pamięć miernika

6.1 Pamięć pomiarów

6.1.1 Ustawienia pamięci

1



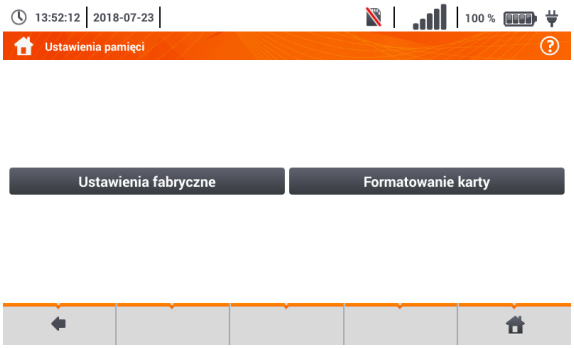
W menu głównym wybrać **Ustawienia**.

2



Wybrać **Ustawienia pamięci**.

3



Pojawią się dwie opcje.

- **Ustawienia fabryczne** – przywraca pamięć miernika do domyślnych ustawień pamięci. Po wybraniu pojawi się prośba o potwierdzenie wyboru.
- **Formatowanie karty**. Po wybraniu pojawi się prośba o potwierdzenie, że użytkownik chce sformatować kartę SD.

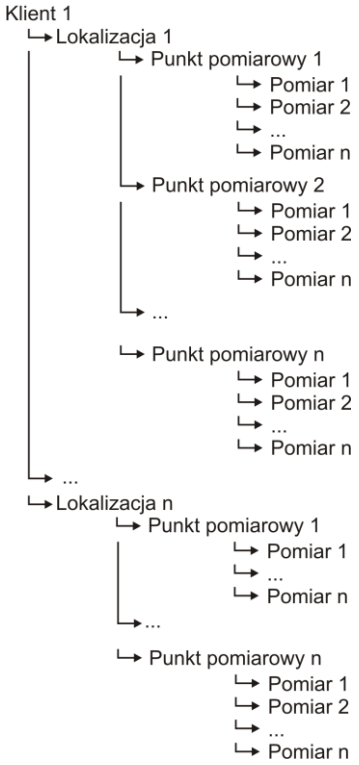
Opis ikon funkcyjnych

powrót do poprzedniego ekranu

powrót do menu głównego

6.1.2 Organizacja pamięci

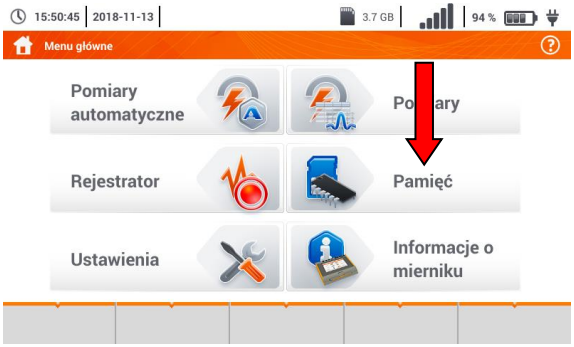
Pamięć wyników pomiarów ma strukturę drzewiastą (**Rys. 6.1**). Użytkownik ma możliwość zapisu nieograniczonej liczby klientów. W każdym z klientów może utworzyć dowolną liczbę obiektów, z podobiektami.



Rys. 6.1. Struktura pamięci miernika dla pojedynczego klienta

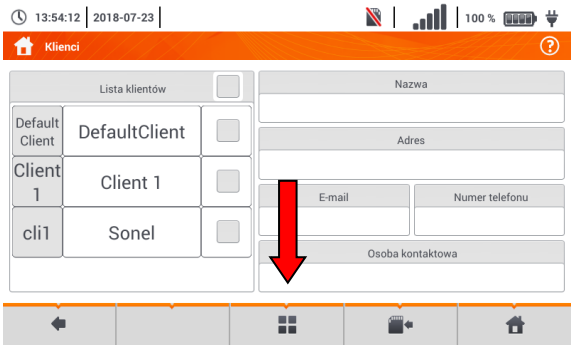
a. ***Podstawy poruszania się po menu Pamięć***

1



W menu głównym wybrać **Pamięć**.

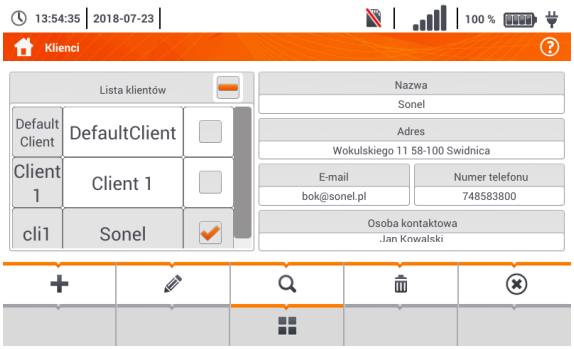
2



Pojawi się panel zarządzania pamięcią.

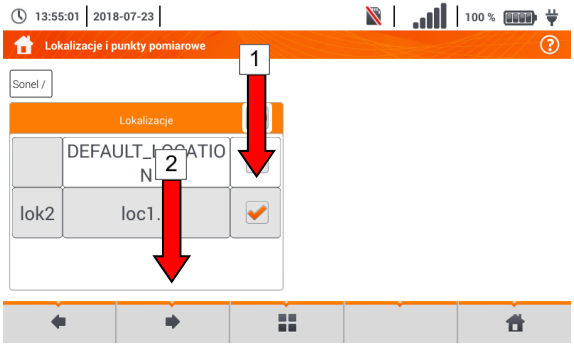
Opis ikon funkcyjnych

- pozycja nieaktywna
- pozycja aktywna
- powrót do poprzedniego ekranu
- przejście na niższy poziom aktywnej ( ) pozycji
- przejście do drzewa folderów aktywnego ( ) klienta
- powrót do menu głównego
- zapis aktywnej pozycji na kartę SD
- rozwinięcie menu zarządzania aktywną pozycją



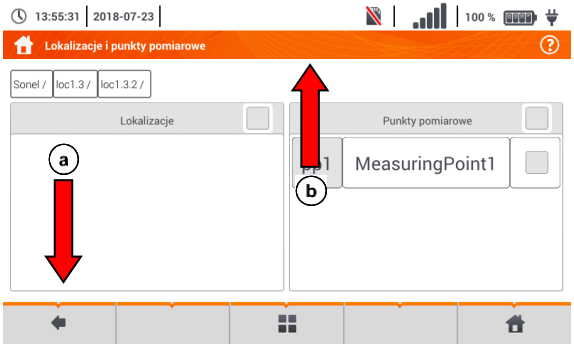
Opis ikon funkcyjnych w menu edycji

- dodanie nowego klienta
- edycja aktywnego klienta
- tryb wyszukiwania (**rozdz. 6.1.4**)
- usunięcie aktywnego klienta
- zamknięcie menu



Aby przejść **na niższy poziom** drzewa folderów, należy:

- uaktywnić żądaną pozycję (→),
- wybrać ikonę .

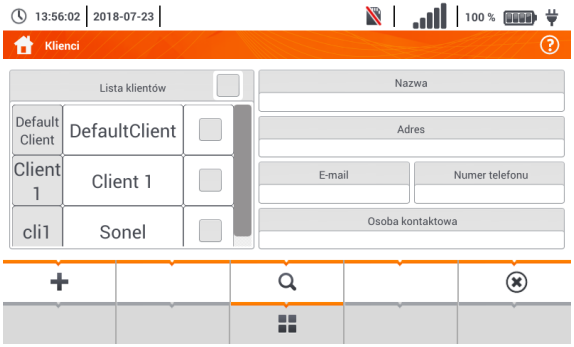


(a) Aby przejść **na wyższy poziom** drzewa folderów, wybrać ikonę .

(b) Aby przenieść się **kilka poziomów wyżej**, wybrać nazwę żądanego folderu na górnym pasku nawigacji.

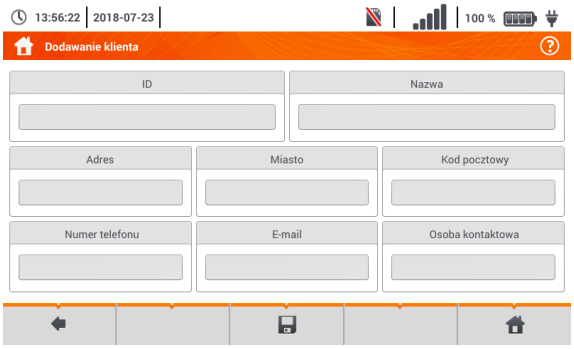
b. Dodawanie nowego drzewa pomiarów

1



Ikoną ➕ dodać nowego klienta.

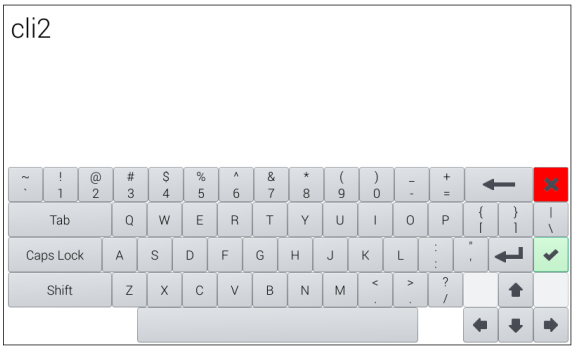
2



Dotknąć i uzupełnić z klawiatury ekranowej żądane pola:

- ID klienta,
- nazwę,
- adres,
- miasto,
- kod pocztowy,
- numer telefonu,
- e-mail,
- osoba kontaktowa.

3



Wprowadzić nazwę z klawiatury dotykowej (dłuższe przytrzymanie niektórych przycisków wywołuje polskie znaki).

Funkcje ikon

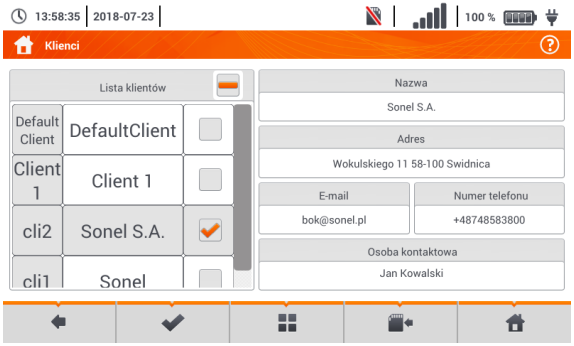
- odrzucenie zmian i powrót do kroku (2)
- akceptacja zmian i przejście do kroku (4)

4



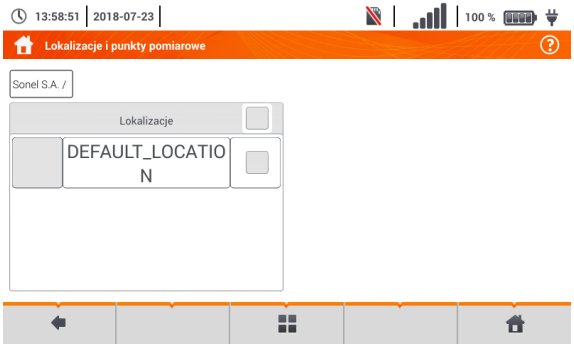
- Ikoną zapisać zmiany.
- Nastąpi powrót do menu zarządzania klientami.

5



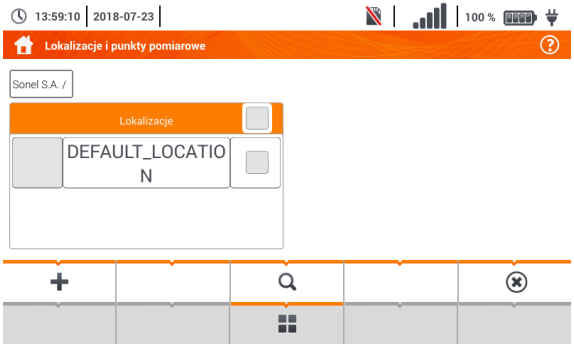
- Dotknięciem uaktywnić wybranego klienta (→).
- Wybrać ikonę oraz , aby dokonać edycji danych.
- Dalsze czynności są analogiczne jak w krokach (2)(3)(4).
- Aby przejść do niższego poziomu drzewa:
  - o dotknąć etykiety żądanej pozycji,
  - o uaktywnić żądaną pozycję i wybrać .

6



Utworzenie nowego klienta skutkuje założeniem domyślnej lokalizacji dla pomiarów.

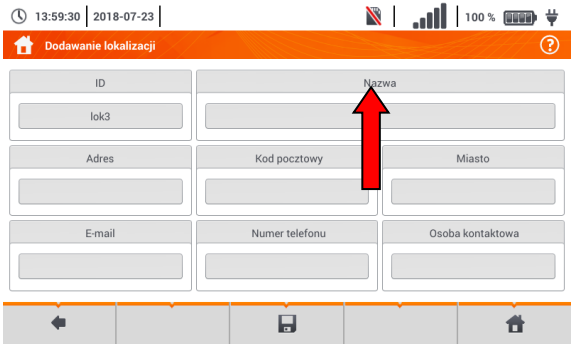
7



Aby dodać nową lokalizację:

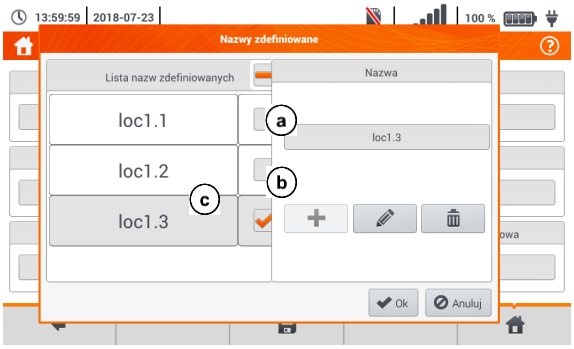
- dotknięciem uaktywnić kolumnę **Lokalizacje**,
- ikoną rozwinąć menu edycji i wybrać ,
- postępować analogicznie jak w krokach (2)(3).

8



W polu **Nazwa** można zdefiniować listę nazw do późniejszego wykorzystania.

9



(a) Dotknąć pola tworzenia nowej nazwy i nadać nową analogicznie jak w kroku (3).

(b) Ikoną dodać utworzoną pozycję do listy nazw.

(c) Wybrać żądaną pozycję i za pomocą ikon:
dokonać edycji nazwy,
usunąć nazwę.

Dotknięciem przypisać lokalizację z listy do żądanego miejsca drzewa (→).

Ok – akceptacja wszystkich zmian.
Anuluj – anulowanie zmian.

10



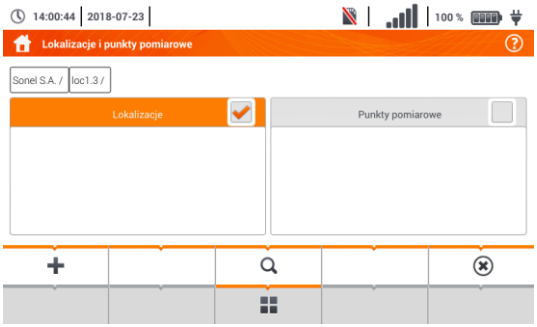
- Ikoną zapisać zmiany.
- Nastąpi powrót do menu zarządzania lokalizacjami.

11



- Uaktywnić żądaną lokalizację (→).
- Wybrać , aby przejść do niższego poziomu drzewa.

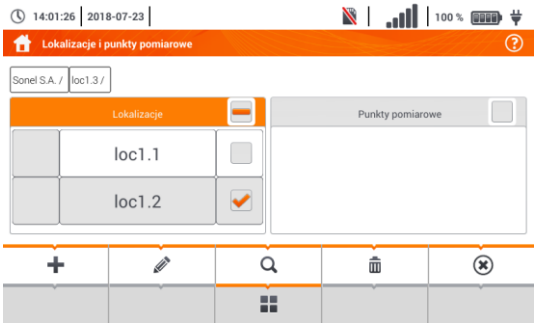
12



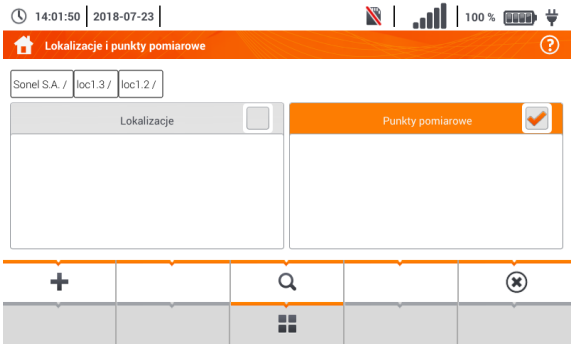
Pojawi się ekran lokalizacji i punktów pomiarowych.

- Dotknięciem uaktywnić kolumnę **Lokalizacje**.
- Ikoną rozwinąć menu edycji i wybrać .
- Postępować analogicznie jak w krokach (2)(3)(4) oraz (8)(9)(10).

13



- Uaktywnić lokalizację (→).
- Ikoną przejść do niższego poziomu menu.
- W razie potrzeby powtórzyć kroki (12)(13).
- Ikoną rozwinąć menu edycji i wybrać:
  - aby dokonać edycji lokalizacji (jak w krokach (8)(9)(10)),
  - by wejść w tryb wyszukiwania (**rozdz. 6.1.4**),
  - usunąć.



- Uaktywnić kolumnę **Punkty pomiarowe** (→).
- Ikoną rozwinąć menu edycji i wybrać + aby dodać nowy punkt pomiarowy (krok (15)).

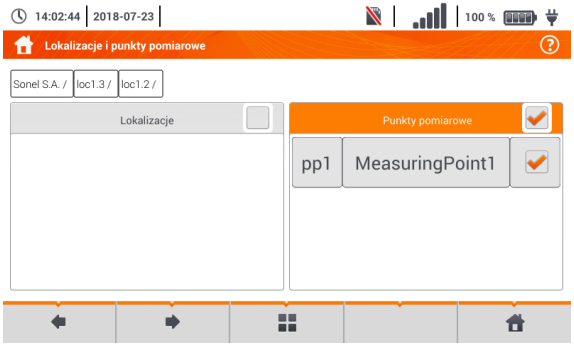


Dotknąć i uzupełnić z klawiatury ekranowej żądane pola:

- o ID punktu,
- o nazwa,
- o opis,
- o producenta,
- o model,
- o numer seryjny,
- o cykl pomiarowy,
- o rok produkcji,
- o klasa bezpieczeństwa,
- o napięcie nominalne,
- o prąd nominalny,
- o moc nominalna.

Opis ikon funkcyjnych

- powrót do poprzedniego ekranu
- zapisanie zmian
- powrót do menu głównego



Punkt pomiarowy został zapisany.

Opis ikon w menu edycji

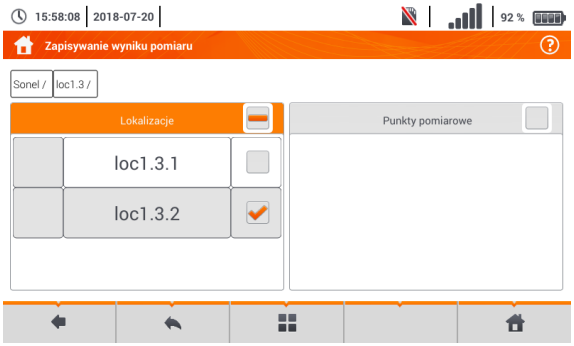
- + dodanie nowego punktu
- edycja aktywnego punktu
- tryb wyszukiwania (**rozdz. 6.1.4**)
- usunięcie aktywnego punktu
- zamknięcie menu

- W jednej komórce kolumny **Punkty pomiarowe** można zapisać wyniki pomiarów dokonanych dla wszystkich funkcji pomiarowych.
- Do pamięci wpisywać można jedynie wyniki pomiarów uruchamianych przyciskiem **START** (z wyjątkiem autozerowania w niskonapięciowym pomiarze rezystancji).
- Do pamięci zapisany zostaje komplet wyników (główny i dodatkowe) danej funkcji pomiarowej, ustawione parametry pomiaru oraz data i godzina dokonania pomiaru.

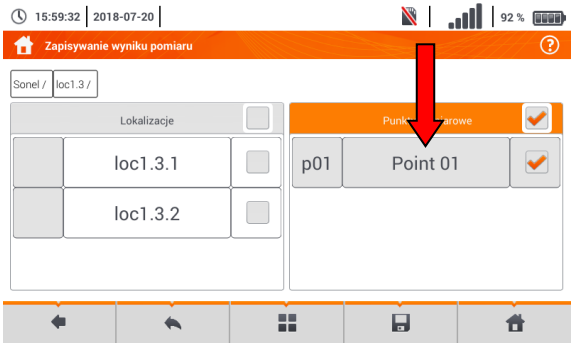
6.1.3 Zapis wyniku pomiaru



- Po wykonaniu pomiaru wybrać ikonę .
- Pojawi się menu Zapisywanie wyniku pomiaru (menu i sterowanie analogiczne jak w **rozdz. 6.1.1**).



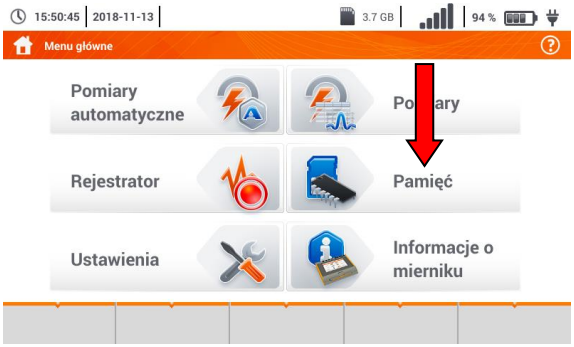
- Wybrać żądaną lokalizację.
- W razie potrzeby utworzyć nową lokalizację zgodnie z **rozdz. 6.1.2b**.



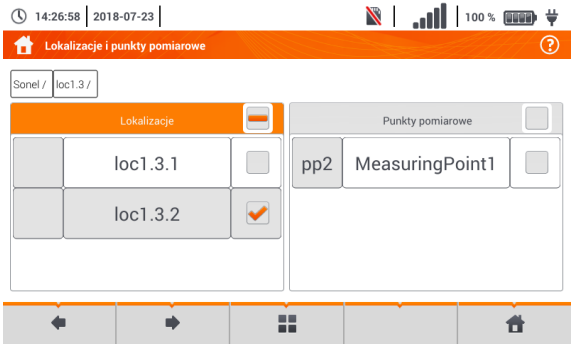
- Wybrać z lokalizacji żądany punkt pomiarowy lub utworzyć nowy zgodnie z **rozdz. 6.1.2b** krok (14)(15)(16).
- Dotknąć , by zapisać wynik do pamięci.
- W przypadku rezygnacji z zapisu wycofać się do ekranu pomiarowego ikoną .

Zarządzanie obiektami i podobiektami możliwe jest zarówno w trybie zapisu do pamięci, jak i jej przeglądania (**rozdz. 6.1.4**).

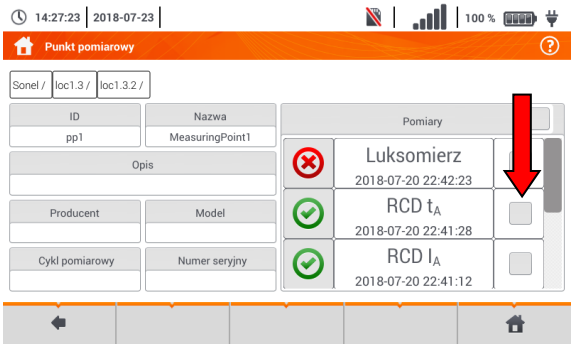
6.1.4 Przeglądanie zapisanych pomiarów



Wybrać **Pamięć**.



- Przejść do lokalizacji z punktem pomiarowym, do którego zapisane zostały wyniki pomiarów.
- Uaktywnić żądany punkt pomiarowy (→).
- Ikoną przejść do zawartości punktu pomiarowego.



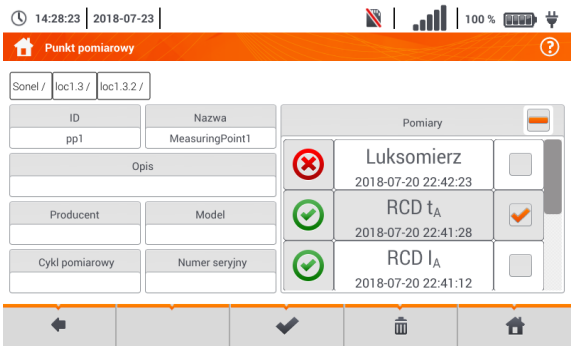
Wyświetli się lista pomiarów zawartych w aktywnym punkcie.

Opis kontrolek sygnalizujących spełnienie ustawionego limitu

- warunek spełniony
- warunek niespełniony
- nie zdefiniowano limitu

Aby wywołać menu zarządzania pomiarami, uaktywnić żądane rekordy (→).

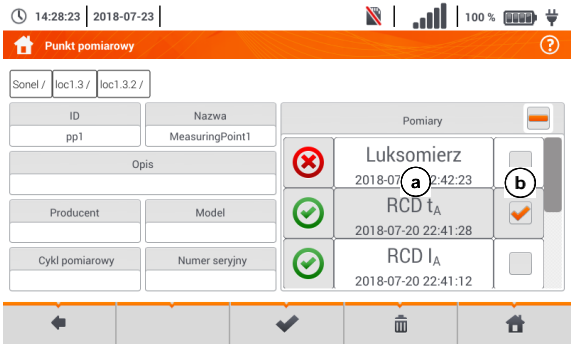
4



Opis ikon funkcyjnych

- powrót do poprzedniego ekranu
- przejście do szczegółów (krok 5)
- usunięcie aktywnego rekordu
- powrót do menu głównego

5

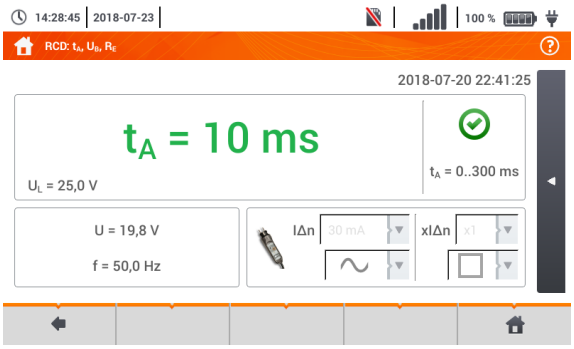


Aby przejść do wybranego wyniku pomiaru:

(a) dotknąć etykiety rekordu,

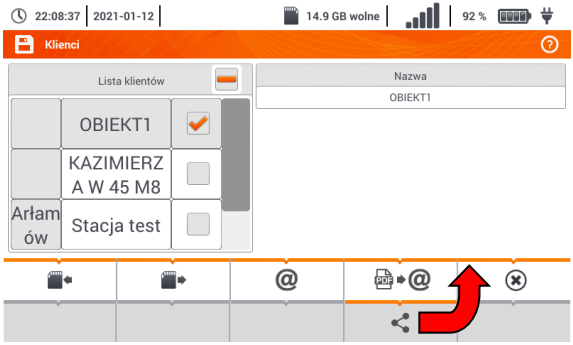
(b) uaktywnić rekord (→) i wybrać .

6



Wyświetli się wartość żądanego pomiaru.

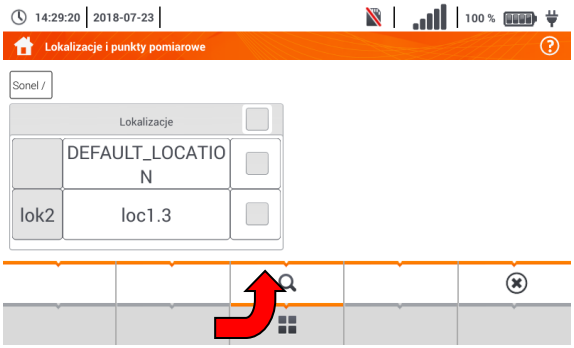
6.1.5 Udostępnianie zapisanych pomiarów



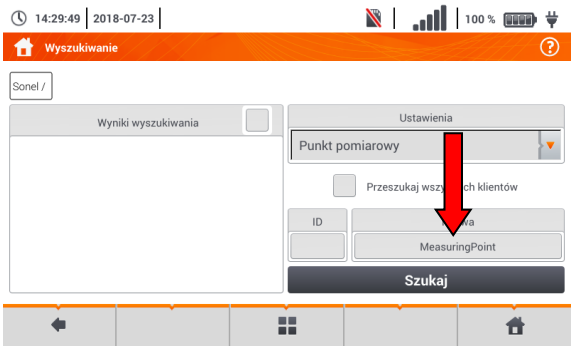
- Wybrać . Dostępne są następujące opcje:
  - import wszystkich klientów z karty pamięci do miernika,
  - eksport wybranych klientów do karty pamięci,
  - wysłanie wybranych klientów e-mailem,
  - wygenerowanie raportu w formacie PDF i wysłanie go e-mailem.
- W razie potrzeby zaznaczyć klienta (→), który ma podlegać żądanej akcji.
- Wybrać ikonę z żądaną akcją.

Przed wysłaniem danych przez e-mail należy skonfigurować skrzynkę nadawczą. Zob. **rozdz. 2.3.4**.

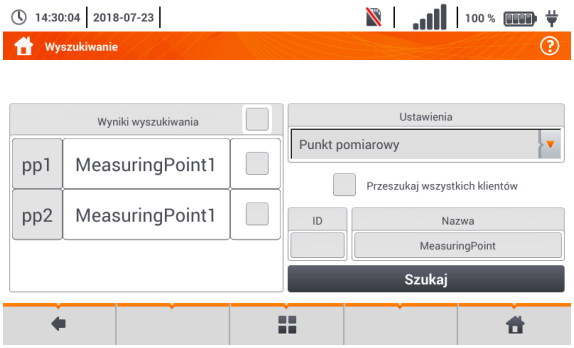
6.1.6 Przeszukiwanie pamięci miernika



- Z dowolnego miejsca menu przeglądania pamięci wybrać i .



- Wyświetli się menu wyszukiwania.
- W polu **Ustawienia** wybrać rodzaj wyszukiwanego obiektu: **lokalizację** lub **punkt pomiarowy**.
- W razie potrzeby zaznaczyć **Przeszukaj wszystkich klientów** (→).
- W polu **Nazwa** wprowadzić z klawiatury ekranowej wyszukiwaną frazę.
- Wybrać **Szukaj**.



- Uaktywnić żądany wynik (→).
- Ikoną przejść do szczegółów.
- Po wybraniu ikony dostępna jest również edycja rekordu zgodnie z **rozdz. 6.1.2b**, kroki (8) (9) (10).

Opis pozostałych ikon funkcyjnych

- powrót do poprzedniego ekranu
- powrót do menu głównego

6.2 Pamięć rejestratora

6.2.1 Karta pamięci microSD

Wymienna karta microSD HC jest głównym magazynem danych miernika. Zapisywane są na niej:
- zarejestrowane dane pomiarowe,
- pliki zrzutów ekranowych.

Na pasku górnym pokazywany jest status karty i dostępne wolne miejsce.

Aby zapewnić poprawną pracę miernika i ustrzec się przed utratą danych, nie należy:
- wyjmować karty pamięci podczas rejestracji. Usunięcie karty grozi **przerwaniem rejestracji**, **uszkodzeniem** danych zarejestrowanych, a w pewnych przypadkach **uszkodzeniem całej struktury plików** na karcie.
- modyfikować ani usuwać plików zapisanych na karcie lub zapisywać własnych plików. Jeśli miernik po włożeniu karty wykryje błąd systemu plików, wyświetlony zostanie panel formatowania pamięci przyrządu celem wykonania formatowania karty. Dopiero po sformatowaniu (a co za tym idzie – usunięciu wszelkich plików) przyrząd będzie mógł ponownie użyć kartę.

Ponadto przed wyjęciem karty z miernika (np. w celu odczytania danych w *Sonel Analizie*) zaleca się najpierw wyłączyć miernik, aby zostały zapisane wszelkie zbuforowane dane.

Kartę pamięci microSD można sformatować z poziomu interfejsu użytkownika. Należy przejść do **Ustawień analizatora**, a następnie wybrać sekcję **Pamięć**, gdzie użytkownik ma możliwość sformatowania wybranej pamięci (zobacz również **rozdz. 6.1.1**).

6.2.2 Pamięć zewnętrzna USB (pendrive)

Podłączenie zewnętrznej przenośnej pamięci USB typu pendrive pozwala na:
- skopiowanie wybranych plików zrzutów ekranowych z karty pamięci microSD na pendrive,
- zapisanie pliku dziennika miernika (logu) w razie błędu przyrządu celem analizy w serwisie producenta,
- przeprowadzenie aktualizacji oprogramowania wewnętrznego przyrządu.

Wspierane systemy plików to FAT32. Po włożeniu pamięci sformatowanej w innym systemie plików zostanie wyświetlone okno informujące o wykryciu niesformatowanego nośnika. Użytkownik może z tego okna przejść bezpośrednio do ekranu formatowania.

Dane na pendrive zapisywane są w folderze o nazwie „MPI-540_DATA”.

6.2.3 Współpraca z programem *Sonel Analiza*

Program *Sonel Analiza* jest aplikacją używaną do pracy z miernikiem MPI-540 oraz analizatorami typu PQM. W połączeniu z powyższymi przyrządami umożliwia on:
- odczyt danych z rejestratora,
- przedstawianie danych w formie tabel,
- przedstawianie danych w formie wykresów,
- aktualizację do nowszych wersji oprogramowania wewnętrznego analizatorów oraz samej aplikacji.

Program współpracuje z systemami operacyjnymi Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8 i Windows 10.

Szczegółowa instrukcja obsługi programu *Sonel Analiza* dostępna jest w osobnym dokumencie (również do pobrania ze strony producenta www.sonel.pl).

6.2.4 Połączenie z PC i transmisja danych

Połączenie z komputerem (tryb PC) umożliwia transmisję danych zapisanych w pamięci rejestratora – możliwe jest odczytanie danych wszystkich zakończonych rejestracji.

- Po podłączeniu do PC na wyświetlaczu pojawia się napis „Połączenie PC”
- W czasie połączenia z PC blokowane wszystkie przyciski oprócz , chyba że rejestrator pracuje z włączonym trybem blokady przycisków (np. podczas rejestracji) – wówczas wszystkie przyciski są zablokowane. Na ekranie na dolnym pasku wyświetlana jest ikona , której wybranie powoduje przerwanie połączenia z PC.
- Jeżeli po podłączeniu do PC w ciągu 10 sekund nie nastąpiła żadna wymiana danych między przyrządem a komputerem, przyrząd wychodzi z trybu przesyłania danych i kończy połączenie.

Program *Sonel Analiza* pozwala również na odczyt danych bezpośrednio z karty microSD z użyciem zewnętrznego czytnika kart pamięci. Ta metoda pozwala na najszybsze odczytanie zarejestrowanych danych. Aby użyć tego trybu, należy wyjąć kartę pamięci z miernika i przełożyć ją do czytnika podłączonego do komputera (przy wyjmowaniu karty należy przestrzegać zasad opisanych w **rozdz. 6.2.1**; bezpieczną metodą jest wcześniejsze wyłączenie miernika).

7 Zasilanie miernika

7.1 Monitorowanie rozładowania akumulatorów

Przyrząd wyposażony jest w pakiet akumulatora Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah. Pakiet zawiera w sobie układ nadzorowania stanu ładunku akumulatora, który pozwala dokładnie wskazać rzeczywisty stopień jego naładowania, oraz czujnik temperatury.

Stopień naładowania akumulatora jest na bieżąco wskazywany ikoną na górnym pasku ekranu po prawej stronie (**rozdz. 2** element 2).



poziom ładunku 80…100%



poziom ładunku 60…80%



poziom ładunku 40…60%



poziom ładunku 20…40%



poziom ładunku 0…20%



- akumulatory wyczerpane
- brak akumulatora
- brak komunikacji z pakietem akumulatorów

7.2 Wymiana akumulatorów

Miernik MPI-540 jest zasilany z firmowego pakietu akumulatorów SONEL Li-Ion.

Ładowarka jest zamontowana wewnątrz miernika i współpracuje jedynie z firmowym pakietem akumulatorów. Zasilana jest z zewnętrznego zasilacza. Możliwe jest też zasilanie z gniazda zapalniczki samochodowej. Zarówno pakiet akumulatorów, jak i zasilacz są na wyposażeniu standardowym miernika.



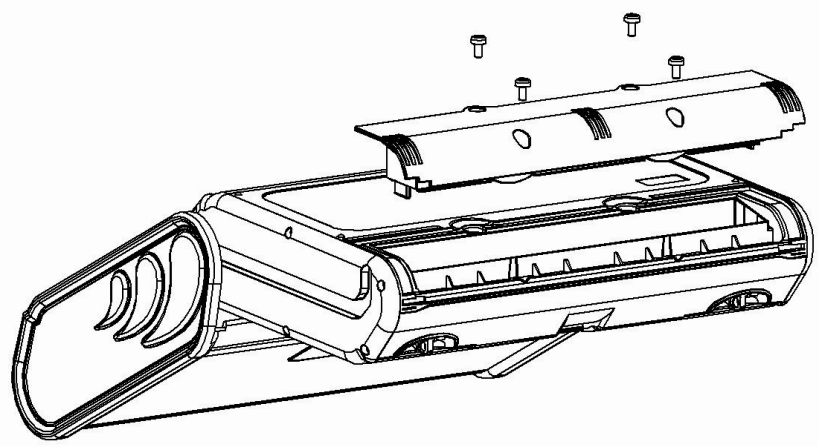
OSTRZEŻENIE

Pozostawienie przewodów pomiarowych w gniazdach podczas wymiany baterii (akumulatorów) może spowodować porażenie prądem.

Wewnętrzny zegar czasu rzeczywistego podtrzymywany jest z akumulatora, dlatego też, aby ustawienia zegara nie uległy skasowaniu, można dokonać wymiany przy podłączonym zasilaniu 12 V DC.

W celu wymiany pakietu akumulatorów należy:

- wyjąć wszystkie przewody z gniazd i wyłączyć miernik,
- podłączyć zasilanie z zewnętrznego zasilacza 12 V DC (aby nastawy daty i czasu nie uległy skasowaniu),
- odkręcić 4 wkręty mocujące pojemnik na akumulatory (w dolnej części obudowy – **Rys. 7.1**),
- wyjąć pojemnik akumulatorów,
- zdjąć pokrywę pojemnika i wyjąć akumulatory,
- włożyć nowy pakiet akumulatorów,
- włożyć (zatrzasnąć) pokrywę pojemnika,
- włożyć pojemnik do miernika,
- przykręcić 4 wkręty mocujące pojemnik.



Rys. 7.1. Wymiana pakietu akumulatorów

UWAGA!

Nie wolno użytkować miernika z wyjętym lub niedomkniętym pojemnikiem baterii (akumulatorów) oraz zasilać go ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.

7.3 Ładowanie akumulatorów

Ładowanie akumulatora jest rozpoczynane automatycznie po podłączeniu do przyrządu:

- zasilacza 12 V DC,
- przewodu do ładowania z zapalniczki samochodowej.

Ładowanie jest sygnalizowane ikoną obok symbolu baterii na pasku górnym oraz diodą **H.V./REC/CONT.**. Temperatury akumulatora oraz otoczenia mają wpływ na proces ładowania. Jeśli temperatura akumulatora jest niższa niż 0°C lub wyższa od 45°C, proces ładowania jest wstrzymywany.

Sygnalizacja statusu akumulatora

- ładowanie
  - miernik wyłączony – dioda **H.V./REC/CONT.** świeci na **zielono**
  - miernik włączony – ładowanie sygnalizowane jest jedynie ikoną na wyświetlaczu
- uszkodzenie
  - miernik wyłączony – dioda **H.V./REC/CONT.** miga na **zielono** co 0,5 sekundy
  - miernik włączony – błąd sygnalizowany jest ikoną na wyświetlaczu

Na skutek zakłóceń w sieci lub zbyt dużej temperatury otoczenia może się zdarzyć przedwczesne zakończenie ładowania akumulatorów. W przypadku stwierdzenia zbyt krótkiego czasu ładowania należy wyłączyć miernik i rozpocząć ładowanie jeszcze raz.

7.4 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion)

- Przechowuj akumulatory naładowane do 50% w plastikowym pojemniku, w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym miejscu oraz chroń je przed bezpośrednim nasłonecznieniem. Akumulator przechowywany w stanie całkowitego rozładowania może ulec uszkodzeniu. Temperatura otoczenia dla długiego przechowywania powinna być utrzymywana w granicach 5°C…25°C.
- Ładuj akumulatory w chłodnym i przewiewnym miejscu w temperaturze 10°C…28°C. Nowoczesne szybkie ładowarki wykrywają zarówno zbyt niską, jak i zbyt wysoką temperaturę akumulatorów i odpowiednio reagują na te sytuacje. Zbyt niska temperatura powinna uniemożliwić rozpoczęcie procesu ładowania, który mógłby nieodwracalnie uszkodzić akumulator. Wzrost temperatury akumulatora może spowodować wyciek elektrolitu, a nawet zapalenie się lub wybuch akumulatora.
- Nie przekraczaj prądu ładowania, gdyż może dojść do zapłonu lub „spuchnięcia" akumulatora. „Spuchniętych" akumulatorów nie wolno używać.
- Nie ładuj ani nie używaj akumulatorów w temperaturach ekstremalnych. Skrajne temperatury redukują żywotność akumulatorów. Bezwzględnie przestrzegaj znamionowej temperatury pracy. Nie wrzucaj akumulatorów do ognia.
- Ogniwa Li-Ion są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Takie uszkodzenia mogą przyczynić się do ich trwałego uszkodzenia, a co za tym idzie – do zapłonu lub wybuchu.
- Jakakolwiek ingerencja w strukturę akumulatora Li-Ion może doprowadzić do jego uszkodzenia. Skutkiem tego może być jego zapalenie się lub wybuch.
- W przypadku zwarcia biegunów akumulatora + i – może dojść do jego trwałego uszkodzenia, a nawet zapłonu lub wybuchu.
- Nie zanurzaj akumulatora Li-Ion w cieczach ani nie przechowuj w warunkach wysokiej wilgotności.
- W razie kontaktu elektrolitu, który znajduje się w akumulatorze Li-Ion z oczami lub skórą niezwłocznie przepłucz te miejsca dużą ilością wody i skontaktuj się z lekarzem. Chroń akumulator przed osobami postronnymi i dziećmi.
- W momencie zauważenia jakichkolwiek zmian w akumulatorze Li-Ion (m.in. kolor, puchnięcie, zbyt duża temperatura) zaprzestań jego używania. Akumulatory Li-Ion uszkodzone mechanicznie, przeładowane lub nadmiernie wyładowane nie nadają się do użytkowania.
- Używanie akumulatora niezgodnie z przeznaczeniem może spowodować jego trwałe uszkodzenie. Może to skutkować jego zapłonem. Sprzedawca wraz z producentem nie ponoszą odpowiedzialności za ewentualne szkody powstałe w wyniku nieprawidłowego obchodzenia się akumulatorem Li-Ion.

8 Czyszczenie i konserwacja



UWAGA!

Należy stosować jedynie metody konserwacji podane przez producenta w niniejszej instrukcji.

Miernik został zaprojektowany z myślą o wielu latach niezawodnego użytkowania, pod warunkiem przestrzegania poniższych zaleceń dotyczących jego utrzymania i konserwacji.

1. **MIERNIK MUSI BYĆ SUCHY**. Zawilgocony miernik należy wytrzeć.
2. **MIERNIK NALEŻY STOSOWAĆ ORAZ PRZECHOWYWAĆ W NORMALNYCH TEMPERATURACH.** Temperatury skrajne mogą skrócić żywotność elektronicznych elementów miernika oraz zniekształcić lub stopić elementy plastikowe.
3. **Z MIERNIKIEM NALEŻY OBCHODZIĆ SIĘ OSTROŻNIE I DELIKATNIE.** Upadek miernika może spowodować uszkodzenie elektronicznych elementów lub obudowy.
4. **MIERNIK MUSI BYĆ UTRZYMYWANY W CZYSTOŚCI.** Od czasu do czasu należy przetrzeć jego obudowę wilgotną tkaniną. NIE wolno stosować środków chemicznych, rozpuszczalników ani detergentów.
5. **SONDY MOŻNA UMYĆ WODĄ I WYTRZEĆ DO SUCHA.** Przed dłuższym przechowywaniem zaleca się nasmarowanie sond dowolnym smarem maszynowym.
6. Szpule oraz przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie wytrzeć do sucha.



Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

9 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od miernika wszystkie przewody,
- dokładnie wyczyścić miernik i wszystkie akcesoria,
- długie przewody pomiarowe nawinąć na szpule,
- przy dłuższym okresie przechowywania akumulatory należy wyjąć z miernika,
- aby uniknąć całkowitego rozładowania akumulatorów przy długim przechowywaniu należy je co jakiś czas doładowywać.

10 Rozbiórka i utylizacja

Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny należy gromadzić selektywnie, tj. nie umieszczać z odpadami innego rodzaju.

Zużyty sprzęt elektroniczny należy przekazać do punktu zbiórki zgodnie z Ustawą o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym.

Przed przekazaniem sprzętu do punktu zbiórki nie należy samodzielnie demontować żadnych części z tego sprzętu.

Należy przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących wyrzucania opakowań, zużytych baterii i akumulatorów.

11 Dane techniczne

11.1 Dane podstawowe

⇒ skrót „w.m.” w określeniu dokładności oznacza wartość mierzoną wzorcową

11.1.1 Pomiar napięć przemiennych (True RMS)

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0 V...299,9 V	0,1 V	±(2% w.m. + 4 cyfry)
300 V…500 V	1 V	±(2% w.m. + 2 cyfry)

- Zakres częstotliwości: 45...65 Hz

11.1.2 Pomiar częstotliwości

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
45,0 Hz...65,0 Hz	0,1 Hz	±(0,1% w.m. + 1 cyfra)

- Zakres napięć: 50...500 V

11.1.3 Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_{L-PE}, Z_{L-N}, Z_{L-L}

Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_S

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-3:

Przewód pomiarowy	Zakres pomiarowy Z_S
1,2 m	0,130 Ω...1999,9 Ω
5 m	0,170 Ω...1999,9 Ω
10 m	0,210 Ω...1999,9 Ω
20 m	0,290 Ω...1999,9 Ω
WS-03, WS-04	0,190 Ω...1999,9 Ω

Zakresy wyświetlania:

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0,000...19,999 Ω	0,001 Ω	±(5% w.m. + 0,03 Ω)
20,00...199,99 Ω	0,01 Ω	±(5% w.m. + 0,3 Ω)
200,0...1999,9 Ω	0,1 Ω	±(5% w.m. + 3 Ω)

- Napięcie nominalne pracy U_{nL-N}/ U_{nL-L}: 110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V, 240/415 V
- Zakres roboczy napięć: 95 V…270 V (dla Z_{L-PE} i Z_{L-N}) oraz 95 V…440 V (dla Z_{L-L})
- Częstotliwość nominalna sieci f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Zakres roboczy częstotliwości: 45 Hz…65 Hz
- Maksymalny prąd pomiarowy (dla 415 V): 41,5 A (10 ms)
- Kontrola poprawności podłączenia zacisku PE przy pomocy elektrody dotykowej

Wskazania rezystancji pętli zwarcia R_S i reaktancji pętli zwarcia X_S

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0...19,999 Ω	0,001 Ω	±(5% + 0,05 Ω) wartości Z_S

- Obliczane i wyświetlane dla wartości Z_S < 20 Ω

Wskazania prądu zwarciowego I_k

Zakresy pomiarowe wg IEC 61557-3 można obliczyć z zakresów pomiarowych dla Z_S i napięć nominalnych.

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0,055 …1,999 A	0,001 A	Obliczana na podstawie dokładności dla pętli zwarcia
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 …40,0 kA	0,1 kA	

- Spodziewany prąd zwarcia obliczany i wyświetlany przez miernik, może nieznacznie różnić się od wartości obliczonej przez użytkownika przy pomocy kalkulatora w oparciu o wyświetloną wartość impedancji, ponieważ miernik wylicza prąd z niezaokrąglonej do wyświetlania wartości impedancji pętli zwarcia. Za wartość poprawną należy uznać wartości prądu I_k wyświetloną przez miernik lub firmowe oprogramowanie.

11.1.4 Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_{L\text{-}PE[RCD]}$ (bez wyzwalania wyłącznika RCD)

Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_S

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-3:

- 0,50…1999 Ω dla przewodów 1,2 m, WS-03 i WS-04
- 0,51...1999 Ω dla przewodów 5 m, 10 m i 20 m

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0...19,99 Ω	0,01 Ω	±(6% w.m. + 10 cyfr)
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	±(6% w.m. + 5 cyfr)
200...1999 Ω	1 Ω	

- Nie powoduje zadziałania wyłączników RCD o $I_{\Delta n}$ ≥ 30 mA
- Napięcie nominalne pracy U_n: 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Zakres roboczy napięć: 95 V…270 V
- Częstotliwość nominalna sieci f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Zakres roboczy częstotliwości: 45…65 Hz
- Kontrola poprawności podłączenia zacisku PE przy pomocy elektrody dotykowej

Wskazania rezystancji pętli zwarcia R_S i reaktancji pętli zwarcia X_S

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0..19,99 Ω	0,01 Ω	±(6% + 10 cyfr) wartości Z_S

- Obliczane i wyświetlane dla wartości Z_S < 20 Ω

Wskazania prądu zwarciowego I_k
Zakresy pomiarowe wg IEC 61557-3 można wyliczyć z zakresów pomiarowych dla Z_S i napięć nominalnych.

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0,055 …1,999 A	0,001 A	Obliczana na podstawie dokładności dla pętli zwarcia
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 …40,0 kA	0,1 kA	

- Spodziewany prąd zwarcia obliczany i wyświetlany przez miernik, może nieznacznie różnić się od wartości obliczonej przez użytkownika przy pomocy kalkulatora w oparciu o wyświetloną wartość impedancji, ponieważ miernik wylicza prąd z niezaokrąglonej do wyświetlania wartości impedancji pętli zwarcia. Za wartość poprawną należy uznać wartości prądu I_k wyświetloną przez miernik lub firmowe oprogramowanie.

11.1.5 Pomiar parametrów wyłączników RCD

- Pomiar wyłączników RCD typu: AC, A, B, B+, F, EV
- Napięcie nominalne pracy U_n: 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Zakres roboczy napięć: 95 V…270 V
- Częstotliwość nominalna sieci f_n: 50 Hz, 60 Hz
- Zakres roboczy częstotliwości: 45…65 Hz

Test wyłączania RCD i pomiar czasu zadziałania t_A (dla funkcji pomiarowej t_A)
Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: 0 ms ... do górnej granicy wyświetlanej wartości

Typ wyłącznika	Nastawa krotności	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Dokładność
▪ Ogólnego typu ▪ Krótkozwłoczny ▪ EV część AC	0,5 $I_{\Delta n}$	0..300 ms (TN/TT) 0..400 ms (IT)	1 ms	±(2% w.m. + 2 cyfry)[1)]
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..40 ms		
Selektywny	0,5 $I_{\Delta n}$	0..500 ms		
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0..200 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		
▪ EV 6 mA DC ▪ RCM	1 $I_{\Delta n}$	0,0..10,0 s	0,1 s	±(2% w.m. + 3 cyfry)
	10 $I_{\Delta n}$	0..300 ms	1 ms	
	33 $I_{\Delta n}$[2)]	0..100 ms		
	50 $I_{\Delta n}$[3)]	0..40 ms		

1) dla $I_{\Delta n}$ = 10 mA i 0,5 $I_{\Delta n}$ dokładność wynosi ±(2% w.m. + 3 cyfry)
2) dla pomiarów wg IEC 62955
3) dla pomiarów wg IEC 62752

- Dokładność zadawania prądu różnicowego:
  dla 1*$I_{\Delta n}$, 2*$I_{\Delta n}$, 5*$I_{\Delta n}$ ..... 0..8%
  dla 0,5*$I_{\Delta n}$ ..... -8..0%

Wartość skuteczna wymuszanego prądu upływu przy pomiarze czasu wyzwalania wyłącznika RCD (nie dotyczy RCD EV 6 mA DC i RCM) [mA]

$I_{\Delta n}$	Nastawa krotności							
	0,5				1			
	∿	∿	⎍	⎓	∿	∿	⎍	⎓
10	5	3,5	3,5	5	10	20	20	20
30	15	10,5	10,5	15	30	42	42	60
100	50	35	35	50	100	140	140	200
300	150	105	105	150	300	420	420	600
500	250	175	175	—	500	700	700	1000*
1000	500	—	—	—	1000	—	—	—

$I_{\Delta n}$	Nastawa krotności							
	2				5			
	∿	∿	⎍	⎓	∿	∿	⎍	⎓
10	20	40	40	40	50	100	100	100
30	60	84	84	120	150	210	210	300
100	200	280	280	400	500	700	700	1000*
300	600	840	840	—	—	—	—	—
500	1000	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	—	—	—

* – nie dotyczy U_n = 110 V, 115 V i 127 V oraz sieci IT

Wartość skuteczna wymuszanego prądu upływu przy pomiarze czasu wyzwalania wyłącznika RCD (dotyczy RCD EV 6 mA DC i RCM) [mA]

$I_{\Delta n}$	Nastawa krotności			
	1	10	33	50
6 mA DC wg IEC 62955	6	60	200	—
6 mA DC wg IEC 62752	6	60	—	300

Pomiar rezystancji uziemienia R_E (dotyczy sieci TT)

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
10 mA	0,01...5,00 kΩ	0,01 kΩ	4 mA	0..+10% w.m. ±8 cyfr
30 mA	0,01...1,66 kΩ		12 mA	0..+10% w.m. ±5 cyfr
100 mA	1...500 Ω	1 Ω	40 mA	0..+5% w.m. ±5 cyfr
300 mA	1...166 Ω		120 mA	
500 mA	1...100 Ω		200 mA	
1000 mA	1...50 Ω		400 mA	

Pomiar napięcia dotykowego U_B odniesionego do nominalnego prądu różnicowego
Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: 10,0 V...99,9 V

Zakres pomiarowy	Rozdziel-czość	Prąd pomiarowy	Dokładność
0...9,9 V	0,1 V	0,4 x $I_{\Delta n}$	0%...10% w.m. ±5 cyfr
10,0...99,9 V			0%...15% w.m.

Pomiar prądu zadziałania RCD I_A dla sinusoidalnego prądu różnicowego

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: (0,3...1,0)$I_{\Delta n}$

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
10 mA	3,0..10,0 mA	0,1 mA	0,3 x $I_{\Delta n}$..1,0 x $I_{\Delta n}$	±5% $I_{\Delta n}$
30 mA	9,0..30,0 mA			
100 mA	30..100 mA	1 mA		
300 mA	90..300 mA			
500 mA	150..500 mA			
1000 mA	300..1000 mA			

- możliwe rozpoczęcie pomiaru od dodatniej lub ujemnej połówki wymuszanego prądu upływu
- czas przepływu prądu pomiarowego..... max. 8,8 s

Pomiar prądu zadziałania RCD I_A dla prądu różnicowego pulsującego jednokierunkowego i pulsującego jednokierunkowego z podkładem 6 mA prądu stałego

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: (0,35...1,4)$I_{\Delta n}$ dla $I_{\Delta n}$≥30 mA oraz (0,35...2)$I_{\Delta n}$ dla $I_{\Delta n}$=10 mA

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
10 mA	3,5..20,0 mA	0,1 mA	0,35 x $I_{\Delta n}$..2,0 x $I_{\Delta n}$	±10% $I_{\Delta n}$
30 mA	10,5..42,0 mA		0,35 x $I_{\Delta n}$..1,4 x $I_{\Delta n}$	
100 mA	35..140 mA	1 mA		
300 mA	105..420 mA			
500 mA	175..700 mA			

- możliwy pomiar dla dodatnich lub ujemnych półokresów wymuszanego prądu upływu
- czas przepływu prądu pomiarowego..... max. 8,8 s

Pomiar prądu zadziałania RCD I_A dla prądu różnicowego stałego

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: (0,2...2)$I_{\Delta n}$

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
6 mA [1)]	1,0..6,0 mA	0,1 mA	1,0..6,0 mA	±6% $I_{\Delta n}$
10 mA	2,0..20,0 mA	0,1 mA	0,2 x $I_{\Delta n}$..2,0 x $I_{\Delta n}$	±10% $I_{\Delta n}$
30 mA	6..60 mA	1 mA		
100 mA	20..200 mA			
300 mA	60..600 mA			
500 mA	100..1000 mA			

- możliwy pomiar dla dodatniego lub ujemnego wymuszanego prądu upływu
- czas przepływu prądu pomiarowego (nie dotyczy RCD EV i RCM) ..... max. 5,2 s

[1)] czas przepływu prądu pomiarowego (dotyczy RCD EV i RCM)
- wg IEC 62955.....30 s
- wg IEC 62752.....40 s

11.1.6 Pomiar rezystancji uziemienia R_E

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-5: 0,50 Ω…1,99 kΩ dla napięcia pomiarowego 50 V oraz 0,56 Ω…1,99 kΩ dla napięcia pomiarowego 25 V

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	±(2% w.m. + 10 cyfr)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	±(2% w.m. + 4 cyfry)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(2% w.m. + 3 cyfry)
100...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 kΩ	0,01 kΩ	

- napięcie pomiarowe: 25 V lub 50 V rms
- prąd pomiarowy: 20 mA, sinusoidalny rms 125 Hz (dla f_n=50 Hz) i 150 Hz (dla f_n=60 Hz)
- blokowanie pomiaru przy napięciu zakłócającym U_N>24 V
- maksymalne mierzone napięcie zakłóceń U_{Nmax}=100 V
- maksymalna rezystancja elektrod pomocniczych 50 kΩ

Pomiar rezystancji elektrod pomocniczych R_H, R_S

Zakresy wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
000...999 Ω	1 Ω	±(5% (R_S + R_E + R_H) + 3 cyfry)
1,00...9,99 kΩ	0,01 kΩ	
10,0...50,0 kΩ	0,1 kΩ	

Pomiar napięć zakłócających

Rezystancja wewnętrzna: ok. 8 MΩ

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0...100 V	1 V	±(2% w.m. + 3 cyfry)

Selektywny pomiar uziemienia z cęgami

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność *
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	±(8% w.m. + 10 cyfr)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	±(8% w.m. + 4 cyfry)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	
100...999 Ω	1 Ω	
1,00....1,99 kΩ	0,01 kΩ	

* – przy maksymalnym prądzie zakłócającym 1 A

- Pomiar z dodatkowymi cęgami prądowymi C-3,
- Zakres pomiaru prądu zakłócającego do 9,99 A.

Selektywny pomiar uziemienia z dwoma cęgami

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność *
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	±(10% w.m. + 10 cyfr)
0,35...9,99 Ω	0,1 Ω	±(10% w.m. + 4 cyfry)
10,0...19,9 Ω		
20,0...99,9 Ω		±(20% w.m. + 4 cyfry)

* – przy maksymalnym prądzie zakłócającym 1 A

- Pomiar z cęgami nadawczymi N-1 i odbiorczymi C-3.
- Zakres pomiaru prądu zakłócającego do 9,99 A.

Pomiar rezystywności gruntu (ρ)

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	Zależna od dokładności pomiaru R_E
100...999 Ωm	1 Ωm	
1,00...9,99 kΩm	0,01 kΩm	
10,0...99,9 kΩm	0,1 kΩm	

- Pomiar metodą Wennera,
- Możliwość ustawienia odległości w metrach lub stopach,
- Wybór odległości 1 m...30 m (1 stopa…90 stóp).

11.1.7 Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji

Pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych prądem ±200 mA

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-4: 0,12…400 Ω

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% w.m. + 3 cyfry)
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...400 Ω	1 Ω	

- Napięcie na otwartych zaciskach: 4 V…9 V
- Prąd wyjściowy przy R<2 Ω: min. 200 mA (I_{SC}: 200 mA..250 mA)
- Kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych
- Pomiary dla obu polaryzacji prądu

Pomiar rezystancji małym prądem

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0...199,9 Ω	0,1 Ω	±(3% w.m. + 3 cyfry)
200...1999 Ω	1 Ω	

- Napięcie na otwartych zaciskach: 4 V…9 V
- Prąd wyjściowy < 8 mA
- Sygnał dźwiękowy dla rezystancji mierzonej < 30 Ω ± 50%
- Kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych

11.1.8 Pomiar rezystancji izolacji

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla U_N = 50 V: 50 kΩ…250 MΩ

Zakres wyświetlania dla U_N = 50 V	Rozdzielczość	Dokładność
0 kΩ...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% w.m. + 8 cyfr), [±(5% w.m. + 8 cyfr)] *
2,00 MΩ...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ...250 MΩ	1 MΩ	

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla U_N = 100 V: 100 kΩ…500 MΩ

Zakres wyświetlania dla U_N = 100 V	Rozdzielczość	Dokładność
0 kΩ...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% w.m. + 8 cyfr) [±(5% w.m. + 8 cyfr)] *
2,00 MΩ...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ...500 MΩ	1 MΩ	

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla U_N = 250 V: 250 kΩ…999 MΩ

Zakres wyświetlania dla U_N = 250 V	Rozdzielczość	Dokładność
0 kΩ...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% w.m. + 8 cyfr) [±(5% w.m. + 8 cyfr)] *
2,00 MΩ...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0 MΩ...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200 MΩ...999 MΩ	1 MΩ	

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla U_N = 500 V: 500 kΩ…2,00 GΩ

Zakres wyświetlania dla U_N = 500 V	Rozdzielczość	Dokładność
0...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% w.m. + 8 cyfr) [±(5% w.m. + 8 cyfr)] *
2,00...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200...999 MΩ	1 MΩ	
1,00…2,00 GΩ	0,01 GΩ	±(4% w.m. + 6 cyfr) [±(6% w.m. + 6 cyfr)] *

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla U_N = 1000 V: 1000 kΩ…4,99 GΩ

Zakres wyświetlania dla U_N = 1000 V	Rozdzielczość	Dokładność
0...1999 kΩ	1 kΩ	±(3% w.m. + 8 cyfr)
2,00...19,99 MΩ	0,01 MΩ	
20,0...199,9 MΩ	0,1 MΩ	
200...999 MΩ	1 MΩ	
1,00...4,99 GΩ	0,01 GΩ	±(4% w.m. + 6 cyfr)
5,00...9,99 GΩ	0,01 GΩ	niespecyfikowana

- Napięcia pomiarowe: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V i 1000 V
- Dokładność zadawania napięcia (Robc [Ω] ≥ 1000*U_N [V]): -0% +10% od ustawionej wartości
- Wykrywanie niebezpiecznego napięcia przed pomiarem

- Rozładowanie mierzonego obiektu
- Pomiar rezystancji izolacji z użyciem wtyczki UNI-Schuko (WS-03, WS-04) pomiędzy wszystkimi trzema zaciskami (dla U_N=1000 V nie jest dostępne)
- Pomiar rezystancji izolacji przewodów wielożyłowych (max 5) przy pomocy zewnętrznej opcjonalnej przystawki AutoISO-1000c
- Pomiar napięcia na zaciskach $+R_{ISO}$, $-R_{ISO}$ w zakresie: 0 V...440 V
- Prąd pomiarowy < 2 mA

11.1.9 Pomiar oświetlenia

Zakresy pomiarowe sondy LP-1

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...399,9	0,1	f1<6%	±(5% w.m. + 5 cyfr)
400...3999	1		
4,00 k...19,99 k	0,01 k		

Zakres [fc]	Rozdzielczość [fc]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% w.m. + 5 cyfr)
40,0...399,9	0,1		
400...1999	1		

- Klasa sondy B

Zakresy pomiarowe sondy LP-10B

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% w.m. + 5 cyfr)
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		
40,0 k…399,9 k	0,1 k		

Zakres [fc]	Rozdzielczość [fc]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...3,999	0,001	f1<6%	±(5% w.m. + 5 cyfr)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		

- Klasa sondy B

Zakresy pomiarowe sondy LP-10A

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...3,999	0,001	f1<2%	±(2% w.m. + 5 cyfr)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		
40,0 k…399,9 k	0,1 k		

Zakres [fc]	Rozdzielczość [fc]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...3,999	0,001	f1<2%	±(2% w.m. + 5 cyfr)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k…39,99 k	0,01 k		

- Klasa sondy A

11.1.10 Kolejność faz

- Wskazanie kolejności faz: zgodna (poprawna), przeciwna (niepoprawna)
- Zakres napięć sieci U_{L-L}: 95 V...500 V (45 Hz…65 Hz)
- Wyświetlanie wartości napięć międzyfazowych

11.1.11 Wirowanie silnika

- zakres napięć SEM silników: 1 V ÷ 500 V AC
- prąd pomiarowy (na każdą fazę): <3,5 mA

11.1.12 MPI-540-PV Pomiar napięcia DC obwodu otwartego U_{OC}

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0 V...299,9 V	0,1 V	±(3% w.m. + 5 cyfr)
300 V…1000 V	1 V	±(3% w.m. + 2 cyfry)

11.1.13 MPI-540-PV Pomiar prądu DC zwarcia I_{SC}

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00 A...20,00 A	0,01 A	±(3% w.m. + 0,10 A)

- Przed pomiarem należy wyzerować cęgi

11.2 Dane rejestratora

Klasa rejestratora: zgodność z normą PN-EN 61000-4-30:2015 klasa S.

11.2.1 Wejścia

Wejścia napięciowe

Liczba wejść	4 (L1, L2, L3, N - 3 tory pomiarowe) nieizolowane galwanicznie między sobą
Maksymalne napięcie wejściowe	L1, L2, L3, N: 500 V_{RMS} względem ziemi.
Szczytowe napięcie wejściowe (bez obcinania)	1150 V (L-N)
Analogowe pasmo przenoszenia (-3 dB)	12 kHz
Przekładniki	definiowane przez użytkownika
Impedancja wejść pomiarowych	14 MΩ (L-L, L-N)
CMRR	>70 dB (50 Hz)

Wejścia prądowe

Liczba wejść	3 (L1, L2, L3) nieizolowane galwaniczne między sobą
Maksymalne szczytowe napięcie wejściowe	5 V względem ziemi
Nominalne napięcie wejściowe (cęgi twarde)	1 V_{RMS}
Szczytowe napięcie wejściowe (cęgi twarde, bez obcinania)	3,6 V
Analogowe pasmo przenoszenia (-3dB)	12 kHz
Impedancja wejściowa	Tor cęgów twardych: 100 kΩ Tor cęgów giętkich: 12,4 kΩ
Zakres pomiarowy (bez przekładników)	Cęgi giętkie F-1(A)/F-2(A)/F-3(A): 1..3000 A (10000 A szczytowo, 50 Hz) Cęgi twarde C-4(A), C-5(A): 1..1000 A (3600 A szczytowo) Cęgi twarde C-6(A): 0,01..10 A (36 A szczytowo) Cęgi twarde C-7(A): 0..100 A (360 A szczytowo)
Przekładniki	definiowane przez użytkownika
CMRR	60 dB (50 Hz)

11.2.2 Próbkowanie i zegar RTC

Przetwornik A/C	16-bitowy
Szybkość próbkowania	5,12 kHz dla 50 Hz i 60 Hz Jednoczesne próbkowanie we wszystkich kanałach
Próbek na okres	102,4 dla 50 Hz; 85,33 dla 60 Hz
Synchronizacja PLL	40..70 Hz
Kanał odniesienia dla układu PLL	L1-N, L1-L2 (w zależności od typu sieci)
Zegar czasu rzeczywistego	±30 ppm (ok. ±2,6 sekundy/dzień)

11.2.3 Pomiar napięcia

Napięcie	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Dokładność
U_{RMS} (AC+DC)	20% U_{nom} ≤ U_{RMS} ≤ 120% U_{nom} dla U_{nom} ≥ 100 V	0,1% U_{nom}	±0,5% U_{nom}
Współczynnik szczytu	1..10 (1..2,2 dla napięcia 500 V) dla U_{RMS} ≥ 10% U_{nom}	0,01	±5%

11.2.4 Pomiar prądu (True RMS)

Prąd	Zakres i warunki	Roz-dziel-czość	Dokładność
I_{RMS} (AC+DC)	**Dokładność przyrządu**		
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 100% I_{nom}	0,01% I_{nom}	±2%
	Cęgi giętkie F-1A/F-2A/F-3A		
	0..3000 A (10 kA_{p-p} @ 50Hz)	0,01% I_{nom}	**Niepewność dodatkowa** ±1% (±2% z uwzględnieniem błędu dodatkowego od położenia)
	Cęgi twarde C-4A		
	0..1000 A (3600 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Niepewność dodatkowa** 0,1..10 A: ± (3% + 0,1 A) 10 A: ±3% 50 A: ±1,5% 200 A: ±0,75% 1000..1200 A: ±0,5%
	Cęgi twarde C-5A		
	0..1000 A (3600 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Niepewność dodatkowa** 0,5..100 A: ≤ (1,5% + 1 A) 100..800 A: ≤ 2,5% 800..1000 A AC: ≤ 4% 1000..1400 A DC: ≤ 5%
	Cęgi twarde C-6A		
	0..10 A (36 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Niepewność dodatkowa** 0,01..0,1 A: ± (3% + 1 mA) 0,1..1 A: ±2,5% 1..12 A: ±1%
	Cęgi twarde C-7A		
	0..100 A (360 A_{p-p})	0,01% I_{nom}	**Niepewność dodatkowa** 0..100 A: ± (0,5% + 0,02 A) (45..65 Hz) 0..100 A: ± (1,0% + 0,04 A) (40..1000 Hz)
Współczynnik szczytu	1..10 (maks. 3,6 dla I_{nom}) dla I_{RMS} ≥ 1% I_{nom}	0,01	±5%

11.2.5 Pomiar częstotliwości

Częstotliwość	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Dokładność
f	40..70 Hz 15% U_{nom} ≤ U_{RMS} ≤ 120% U_{nom}	0,01 Hz	±0,05 Hz

11.2.6 Pomiar harmonicznych

Harmoniczne	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Dokładność
Rząd harmonicznej (n)	DC, 1..40, grupowanie: podgrupy harmoniczne wg PN-EN 61000-4-7		
Amplituda U_{RMS}	0..200% U_{nom}	0,01% U_{nom}	±0,15% U_{nom} jeśli w.m.<3% U_{nom} ±(5% + 0,1% × n) w.m. jeśli w.m.≥ 3% U_{nom}
Amplituda I_{RMS}	W zależności od użytych cęgów (patrz specyfikacja I_{RMS})	0,01% I_{nom}	±0,5% I_{nom} jeśli w.m.<10% I_{nom} ±(5% + 0,1% × n) w.m. jeśli w.m.≥ 10% I_{nom}
THD-F napięcia (n = 2..40)	0,0…100,0% dla U_{RMS} ≥ 1% U_{nom}	0,1%	±5%
THD-F prądu (n = 2..40)	0,0…100,0% dla I_{RMS} ≥ 1% I_{nom}	0,1%	±5%

11.2.7 Asymetria

Asymetria (napięcie i prąd)	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Dokładność
Współczynnik asymetrii składowej zgodnej, przeciwnej i zerowej	0,0%...10,0% dla 80% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 150% U_{nom}	0,1%	±0,15% (błąd bezwzględny)

11.2.8 Pomiar mocy i energii

Moc i energia	Warunki (dla mocy i energii 80% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 120% U_{nom})		Rozdzielczość	Dokładność (1)
Moc czynna Energia czynna	2% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 5% I_{nom}	cosφ = 1	zależna od U_{nom} i I_{nom}	$\pm\sqrt{2{,}5^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} ≤ I_{nom}	cosφ = 1		$\pm\sqrt{2{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 10% I_{nom}	cosφ = 0,5		$\pm\sqrt{2{,}5^2+\delta_{ph}^2}$ %
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} ≤ I_{nom}	cosφ = 0,5		$\pm\sqrt{2{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
Moc bierna Energia bierna	2% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 5% I_{nom}	sinφ = 1	zależna od U_{nom} i I_{nom}	$\pm\sqrt{4{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}	sinφ = 1		$\pm\sqrt{3{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 10% I_{nom}	sinφ = 0,5		$\pm\sqrt{4{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}	sinφ = 0,5		$\pm\sqrt{3{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
	10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}	sinφ = 0,25		$\pm\sqrt{4{,}0^2+\delta_{ph}^2}$ %
Moc pozorna Energia pozorna	2% I_{nom} ≤ I_{RMS} < 5% I_{nom}		zależna od U_{nom} i I_{nom}	±2,5%
	5% I_{nom} ≤ I_{RMS} ≤ I_{nom}			±2,0%
Współczynnik mocy (PF)	0…1 50% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 150% U_{nom} 10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}		0,01	±0,03
Współczynnik przesunięcia fazowego (cosφ/DPF)	0…1 50% U_{nom} ≤ U_{RMS} < 150% U_{nom} 10% I_{nom} ≤ I_{RMS} < I_{nom}		0,01	±0,03

(1) Patrz pkt. 11.2.9 Szacowanie niepewności pomiaru mocy i energii

11.2.9 Szacowanie niepewności pomiaru mocy i energii

Całkowita niepewność pomiaru mocy i energii czynnej i biernej (składowej podstawowej) bazuje w uogólnieniu na następującej zależności (dla energii pomija się niepewność dodatkową od pomiaru czasu, jako dużo mniejszą niż pozostałe niepewności):

$$\delta_{P,Q} \cong \sqrt{\delta_{Uh}^2 + \delta_{Ih}^2 + \delta_{ph}^2}$$

gdzie: $\delta_{P,Q}$ – niepewność pomiaru mocy czynnej lub biernej,
δ_{Uh} – sumaryczna niepewność pomiaru amplitudy harmonicznej napięcia (rejestrator, przekładniki, cęgi),
δ_{Ih} – sumaryczna niepewność pomiaru amplitudy harmonicznej prądu (rejestrator, przekładniki, cęgi),
δ_{ph} – niepewność dodatkowa wynikająca z błędu pomiaru fazy między harmonicznymi napięcia i prądu.

Niepewność δ_{ph} można wyznaczyć jeśli znany jest kąt przesunięcia fazowego dla interesującego nas zakresu częstotliwości. W **Tab. 11.1** przedstawiono błąd różnicy faz między harmonicznymi napięcia i prądu dla rejestratora MPI-540 (bez cęgów i przekładników).

Tab. 11.1. Błąd fazy rejestratora MPI-540 w zależności od częstotliwości

Zakres częstotliwości	0..200 Hz	200..500 Hz	500 Hz..1 kHz	1..2 kHz	2..2,4 kHz
Błąd fazy	≤1°	≤2,5°	≤5°	≤10°	≤15°

Błąd fazowy wprowadzany przez użyte przekładniki i cęgi można zwykle znaleźć w ich dokumentacji technicznej. W takim przypadku należy oszacować wynikowy błąd fazy między napięciem i prądem dla interesującej nas częstotliwości, wprowadzany przez wszystkie elementy toru pomiarowego: przekładniki napięciowe i prądowe, cęgi oraz rejestrator.
Niepewność pomiaru wynikającą z błędu fazy dla mocy czynnej dla poszczególnych harmonicznych można wyznaczyć na podstawie zależności:

$$\delta_{ph} = 100\left(1 - \frac{\cos(\varphi + \Delta\varphi)}{\cos\varphi}\right)[\%], \cos\varphi \neq 0$$

Z kolei niepewność pomiaru mocy biernej harmonicznych można wyznaczyć z zależności:

$$\delta_{ph} = 100\left(1 - \frac{\sin(\varphi - \Delta\varphi)}{\sin\varphi}\right)[\%], \sin\varphi \neq 0$$

W obu tych wzorach φ oznacza rzeczywisty kąt przesunięcia między harmonicznymi prądu i napięcia, a $\Delta\varphi$ sumaryczny błąd fazy dla danej częstotliwości.

11.3 Pozostałe dane techniczne

a) rodzaj izolacji wg PN-EN 61010-1 i IEC 61557 ..... podwójna
b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-2-030 ..... IV 300 V, III 500 V, MPI-540-PV II 1000 V DC
c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 ..... IP51 (z zamkniętą zaślepką gniazd)
d) zasilanie miernika ..... Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah 37,7 Wh
e) parametry zasilacza ładowarki akumulatorów ..... 12 V DC / 2,5 A
..... 100 V…240 V, 50 Hz…60 Hz (sieć)
f) wymiary ..... 288 mm x 223 mm x 75 mm
g) masa miernika z akumulatorami ..... ok. 2,5 kg
h) temperatura przechowywania ..... -20°C...+60°C
i) temperatura pracy ..... 0°C...+45°C
j) zakres temperatur pozwalający na rozpoczęcie ładowania akumulatora ..... +10°C...+40°C
k) temperatury, przy których przerywane jest ładowanie akumulatora ..... <+5 °C i ≥ +50°C
l) wilgotność ..... 20%...90%
m) temperatura odniesienia ..... +23°C ± 2°C
n) wilgotność odniesienia ..... 40%...60%
o) wysokość n.p.m. ..... <2000 m
p) czas do Auto-OFF ..... 2 min, 5 min lub wyłączony
q) ilość pomiarów Z lub RCD (dla akumulatora) ..... >3000 (6 pomiarów/minutę)
r) ilość pomiarów R_{ISO} lub R (dla akumulatora) ..... >1000
s) czas rejestracji (dla akumulatora) ..... 16 h
t) wyświetlacz ..... kolorowy LCD TFT, dotykowy
..... 800 x 480 pikseli
..... przekątna 7”
u) pamięć wyników pomiarów ..... nieograniczona
v) pamięć rejestratora ..... nieograniczona
w) transmisja wyników ..... łącze USB
x) standard jakości ..... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
y) przyrząd spełnia wymagania normy IEC 61557
z) wyrób spełnia wymagania EMC (odporność dla środowiska przemysłowego) wg norm .....
..... PN-EN 61326-1 i PN-EN 61326-2-2



EN 55022 UWAGA!

MPI-540 / MPI-540-PV jest urządzeniem klasy A. W środowisku domowym produkt ten może powodować zakłócenia radiowe, co może wymagać od użytkownika podjęcia odpowiednich środków zaradczych (np. zwiększenia odległości między urządzeniami).



SONEL S.A. niniejszym oświadcza, że typ urządzenia radiowego MPI-540 / MPI-540-PV jest zgodny z dyrektywą 2014/53/UE. Pełny tekst deklaracji zgodności UE jest dostępny pod następującym adresem internetowym: https://www.sonel.pl/pl/pobierz/deklaracje-zgodnosci/

11.4 Dane dodatkowe

Dane o niepewnościach dodatkowych są przydatne głównie w przypadku używania miernika w niestandardowych warunkach oraz dla laboratoriów pomiarowych przy wzorcowaniu.

11.4.1 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-2 (R_{ISO})

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E_1	0%
Napięcie zasilania	E_2	0%
Temperatura 0°C...35°C	E_3	2%

11.4.2 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-3 (Z)

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E_1	0%
Napięcie zasilania	E_2	0%
Temperatura 0°C...35°C	E_3	przewód 1,2 m – 0 Ω przewód 5 m – 0,011 Ω przewód 10 m – 0,019 Ω przewód 20 m – 0,035 Ω przewód WS-03, WS-04 – 0,015 Ω
Kąt fazowy 0°...30°	$E_{6.2}$	0,6%
Częstotliwość 99%..101% f_n	E_7	0%
Napięcie sieci 85%..110% U_n	E_8	0%
Harmoniczne	E_9	0%
Składowa DC	E_{10}	0%

11.4.3 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 (R ±200 mA)

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E_1	0%
Napięcie zasilania	E_2	0,5%
Temperatura 0 °C...35°C	E_3	1,5%

11.4.4 Niepewności dodatkowe pomiaru rezystancji uziemienia (R_E)

Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-5

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E_1	0%
Napięcie zasilania	E_2	0%
Temperatura 0 °C...35 °C	E_3	0% dla 50 V ±2 cyfry dla 25 V
Szeregowe napięcie zakłócające	E_4	±(6,5% + 5 cyfr)
Rezystancja elektrod	E_5	2,5%
Częstotliwość 99%...101% f_n	E_7	0%
Napięcie sieci 85%...110% U_n	E_8	0%

Niepewność dodatkowa od szeregowego napięcia zakłócającego dla funkcji 3p, 4p, 3p+cęgi (dla 25 V i 50 V)

R_E	Niepewność dodatkowa
<10 Ω	$\pm(((-32\cdot10^{-5}\cdot R_E+33\cdot10^{-4})\cdot U_Z^2+(-12\cdot10^{-3}\cdot R_E+13\cdot10^{-3})\cdot U_Z)\cdot100\%+0{,}026\cdot\sqrt{U_Z}\,\Omega)$
≥10 Ω	$\pm(((-46\cdot10^{-9}\cdot R_E+1\cdot10^{-4})\cdot U_Z^2+(14\cdot10^{-8}\cdot R_E+19\cdot10^{-5})\cdot U_Z)\cdot100\%+0{,}26\sqrt{U_Z}\,\Omega)$

Niepewność dodatkowa od rezystancji elektrod

$$\delta_{dod} = \pm\left(\frac{R_S}{R_S + 10^6}\cdot 300 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200}\cdot 3\cdot 10^{-3} + \left(1+\frac{1}{R_E}\right)\cdot R_H \cdot 5\cdot 10^{-4}\right)[\%]$$

Wzór obowiązuje dla $R_S > 200\ \Omega$ i/lub $R_H \geq 200\ \Omega$.

Niepewność dodatkowa od prądu zakłócającego w funkcji 3p + cęgi

(dla 25 V i 50 V)

R_E	Niepewność [Ω]
≤50 Ω	$\pm(4\cdot 10^{-2}\cdot R_E \cdot {I_{zakl}}^2)$
>50 Ω	$\pm(25\cdot 10^{-5}\cdot {R_E}^2 \cdot {I_{zakl}}^2)$

Niepewność dodatkowa od prądu zakłócającego w funkcji podwójne cęgi

R_E	Niepewność [Ω]
<5 Ω	$\pm(5\cdot 10^{-2}\cdot {R_E}^2 \cdot I_{zakl})$
≥5 Ω	$\pm(2{,}5\cdot 10^{-2}\cdot {R_E}^2 \cdot {I_{zakl}}^2)$

Niepewność dodatkowa od stosunku rezystancji mierzonej cęgami gałęzi uziemienia wielokrotnego do rezystancji wypadkowej w funkcji 3p + cęgi

R_C	Niepewność [Ω]
≤99,9 Ω	$\pm(5\cdot 10^{-3}\cdot \frac{R_C}{{R_w}^2})$
>99,9 Ω	$\pm(9\cdot 10^{-2}\cdot \frac{R_C}{{R_w}^2})$

$R_C[\Omega]$ jest wartością rezystancji mierzonej cęgami gałęzi wyświetlonej przez przyrząd, a $R_W[\Omega]$ wartością rezystancji wypadkowej uziemienia wielokrotnego.

11.4.5 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-6 (RCD)

I_A, t_A, U_B

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E_1	0%
Napięcie zasilania	E_2	0%
Temperatura 0°C...35°C	E_3	0%
Rezystancja elektrod	E_5	0%
Napięcie sieci 85%...110% U_n	E_8	0%

11.5 Wykaz spełnianych norm

EN 61010-1:2010
EN 61010-2-030:2010
EN 61557-1:2007,-2, 3, 4, 5, 7:2007, -6:2007, -10:2013
EN 60529:1991/A2:2013
EN 61326-1:2013
EN 61326-2-2:2013
IEC 62752
IEC 62955

12 Akcesoria

Aktualne zestawienie akcesoriów znajduje się na stronie internetowej producenta.

12.1 Akcesoria standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzą:

Nazwa	MPI-540 Start	MPI-540	MPI-540-PV Start	MPI-540-PV
• miernik MPI-540 / 540-PV	√	√	√	√
• adapter WS-03 wyzwalający pomiar (wtyk UNI-Schuko) (kat. III 300 V) – WS-03 – **WAADAWS03**	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, żółty – **WAPRZ1X2YEBB**	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, czerwony – **WAPRZ1X2REBB**	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, niebieski – **WAPRZ1X2BUBB**	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, czarny z oznacznikiem N – **WAPRZ1X2BLBBN**	√	√	√	√
• przewód do pomiaru uziemień na szpuli (wtyki bananowe), 15 m niebieski – **WAPRZ015BUBBSZ**	√	√	√	√
• przewód do pomiaru uziemień na szpuli (wtyki bananowe), 30 m czerwony – **WAPRZ030REBBSZ**	√	√	√	√
• przewód do transmisji, zakończony wtykami USB – **WAPRZUSB**	√	√	√	√
• krokodylek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) żółty K02 – **WAKROYE20K02**	√	√	√	√
• krokodylek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) czerwony K02 – **WAKRORE20K02**	√	√	√	√
• krokodylek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) niebieski K02 – **WAKROBU20K02**	√	√	√	√
• krokodylek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) czarny K01 – **WAKROBL20K01**	√	√	√	√
• sonda ostrzowa z gniazdem bananowym (kat. III 1000 V) żółta – **WASONYEOGB1**	√	√	√	√
• sonda ostrzowa z gniazdem bananowym (kat. III 1000 V) czerwona – **WASONREOGB1**	√	√	√	√
• sonda ostrzowa z gniazdem bananowym (kat. III 1000 V) niebieska – **WASONBUOGB1**	√	√	√	√
• 2x sonda 30 cm do wbijania w grunt – **WASONG30**	√	√	√	√
• adapter do złączki szynowej z gwintem M4/M6 – komplet 4 szt (do złączki szynowej z gwintem M4 i M6) – **WAADAM4M64**	√	√	√	√
• zasilacz do ładowania akumulatorów Z7 – **WAZASZ7**	√	√	√	√

Nazwa	MPI-540 Start	MPI-540	MPI-540-PV Start	MPI-540-PV
• przewód do ładowania akumulatorów (wtyk IEC C13, 230 V) – **WAPRZLAD230**	√	√	√	√
• przewód do ładowania z gniazda zapalniczki samochodowej – **WAPRZLAD12SAM**	√	√	√	√
• futerał na miernik i akcesoria – **WAFUTL2**	√	√	√	√
• szelki do miernika (długie 1,5 m i krótkie 30 cm) – **WAPOZSZEKPL**	√	√	√	√
• pojemnik z akumulatorem Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah – **WAAKU15**	√	√	√	√
• karta microSD 4 GB – **WAPOZMSD4**	√	√	√	√
• 3x cęgi elastyczne F-3A o prądzie do 3 kA AC (Ø 120 mm) – **WACEGF3AOKR**		√		√
• adapter PVM-1 – **WAADAPVM1**			√	√
• cęgi pomiarowe C-PV – **WACEGCPVOKR**			√	√
• adapter MC4-gniazda bananowe (komplet) – **WAADAMC4**			√	√
• adapter do cęgów C-PV – **WAADACPV**			√	√
• futerał na akcesoria PV – **WAFUTM13**			√	√
• instrukcja obsługi	√	√	√	√
• karta gwarancyjna	√	√	√	√
• certyfikat kalibracji	√	√	√	√

12.2 Akcesoria opcjonalne

Dodatkowo u producenta i dystrybutorów można zakupić następujące elementy nie wchodzące w skład wyposażenia standardowego:

- Pomiary stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Adapter EVSE-01
WAADAEVSE01



- Pomiary ogólne

Adapter WS-04 (wtyk kątowy UNI-Schuko) (bez wyzwalania)
WAADAWS04



Sonda ostrzowa czerwona 1 kV (2 m rozkładana, gn. bananowe)
WASONSP2M



- Pomiar rezystancji izolacji

Adapter AutoISO-1000c do automatycznego pomiaru rezystancji izolacji przewodów wielożyłowych

WAADAAISO10C



Sonda do pomiaru rezystancji podłóg i ścian PRS-1

WASONPRS1PL



- Przewód czerwony 1 kV (wtyki bananowe)

wersja 5 / 10 / 20 m

WAPRZ005REBB



- Przewód do pomiaru uziemień na szpuli (wtyki bananowe)

25 m niebieski

WAPRZ025BUBBSZ



50 m żółty

WAPRZ050YEBBSZ



- Sonda do wbijania w grunt

Sonda 80 cm

WASONG80V2



Futerał L-3

WAFUTL3



- Adapter do gniazd trójfazowych 16 A

wersja pięcioprzewodowa

AGT-16P

WAADAAGT16P



wersja czteroprzewodowa

AGT-16C

WAADAAGT16C



- Adapter do gniazd trójfazowych 32 A

wersja pięcioprzewodowa
AGT-32P
WAADAAGT32P



wersja czteroprzewodowa
AGT-32C
WAADAAGT32C



- Adapter do gniazd trójfazowych 63 A

wersja pięcioprzewodowa
AGT-63P
WAADAAGT63P



- Adapter do gniazd przemysłowych jednofazowych

AGT-16T 16 A
WAADAAGT16T



AGT-32T 32 A
WAADAAGT32T



- Sonda luksomierza LP-1 z wtykiem WS06, klasa B, rozdzielczość od 0,1 lx

komplet z adapterem WS-06
WAADALP1KPL



tylko sonda z wtykiem PS/2
WAADALP1



- Sonda luksomierza LP-10B z wtykiem WS-06, klasa B, rozdzielczość od 0,01 lx

komplet z adapterem WS-06
WAADALP10BKPL



tylko sonda z wtykiem PS/2
WAADALP10B



- Sonda luksomierza LP-10A z wtykiem WS-06, klasa A, rozdzielczość od 0,001 lx

komplet z adapterem WS-06
WAADALP10AKPL



tylko sonda z wtykiem PS/2
WAADALP10A



- tylko adapter WS-06 z gniazdem PS/2

WAADAWS06



- Sonda luksomierza LP-10A z wtykiem WS-06, klasa A, rozdzielczość od 0,001 lx

WACEGN1BB



- Cęgi pomiarowe

C-3 (fi 52 mm) do pomiaru uziemień

WACEGC3OKR



C-4A (fi 52 mm) 1000 A AC do rejestratora mocy

WACEGC4AOKR



- Cęgi pomiarowe

C-5A (fi 39 mm) 1000 A AC/DC do rejestratora mocy

WACEGC5AOKR



C-6A (fi 20 mm) 10 A AC do rejestratora mocy

WACEGC6AOKR



C-7A (fi 24 mm) 100 A AC do rejestratora mocy

WACEGC7AOKR



- Cęgi elastyczne do rejestratora mocy (3000 A AC)

F-1A Ø 40 cm

WACEGF1AOKR



F-2A Ø 25 cm

WACEGF2AOKR



- Adapter zasilania AZ-2 (wtyk IEC C7 / bananki)

WAADAAZ2



- Adapter TWR-1J do testowania wyłączników RCD

WAADATWR1J



- Program do tworzenia protokołów pomiarowych „SONEL Pomiary Elektryczne”

WAPROSONPE6



- Symulator kabla CS-1

WAADACS1



- Świadectwo wzorcowania z akredytacją

		
	N-1	**C-3**
	WACEGN1BB	WACEGC3OKR
Prąd znamionowy	1000 A AC	1000 A AC
Częstotliwość	30 Hz…5 kHz	30 Hz…5 kHz
Maks. średnica mierzonego przewodu	52 mm	52 mm
Minimalna dokładność	—	≤0,3%
Zasilanie bateryjne	—	—
Długość przewodu	2 m	2 m
Kategoria pomiarowa	III 600 V	III 600 V
Stopień ochrony obudowy	IP40	

							
	C-4A	**C-5A**	**C-6A**	**C-7A**	**F-1A**	**F-2A**	**F-3A**
	WACEGC4AOKR	WACEGC5AOKR	WACEGC6AOKR	WACEGC7AOKR	WACEGF1AOKR	WACEGF2AOKR	WACEGF3AOKR
Prąd znamionowy	1000 A AC	1000 A AC 1400 A DC	10 A AC	100 A AC	3000 A AC		
Częstotliwość	30 Hz…10 kHz	DC…5 kHz	40 Hz…10 kHz	40 Hz…1 kHz	40 Hz…10 kHz		
Maks. średnica mierzonego przewodu	52 mm	39 mm	20 mm	24 mm	380 mm	250 mm	140 mm
Minimalna dokładność	≤0,5%	≤1,5%	≤1%	0,5%	1%		
Zasilanie bateryjne	—	√	—	—	—		
Długość przewodu	2,2 m	2,2 m	2,2 m	3 m	2,5 m		
Kategoria pomiarowa	IV 300 V	IV 300 V	IV 300 V	III 300 V	IV 600 V		
Stopień ochrony obudowy	IP40				IP67		

12.2.1 MPI-540-PV Cęgi C-PV

Cęgi C-PV służą do pomiarów prądu stałego I_{SC} oraz pomiarów prądu stałego łańcucha modułów na wejściu inwertera w funkcji „Test inwertera”. Cęgi należy podłączać do miernika poprzez adapter **WAADACPV**.

Korekcja wskazania zera dla pomiarów prądu DC

- Podłączyć cęgi do miernika, włączyć cęgi.
- Pokrętłem DC ZERO wyzerować cęgi na wskazanie prądu najbliższe zera.

Warunki odniesienia

a) temperatura ..... 23 ± 5°C
b) wilgotność względna 70%
c) zasilanie ..... 3 V
d) pozycja przewodnika ..... przewodnik wyśrodkowany w stosunku do szczęk
e) stałe pole magnetyczne ..... <40 A/m (ziemskie pole magnetyczne)
f) zmienne zewnętrzne pole magnetyczne ..... brak
g) zewnętrzne pole elektryczne ..... brak

Dane techniczne

a) dokładność
   - zakres: **40 A DC** ..... 0…40,0 A DC: ±(2,5% + 0,1 A)
   - zakres: **400 A DC** ..... 0…400 A DC: ±(2,8% + 0,5 A)
   - zakres: **40 A AC** (50/60 Hz) ..... 0…40,0 A AC: ±(2,5% + 0,1 A)
   - zakres: **400 A AC** (50/60 Hz) ..... 0…400 A AC: ±(2,8% + 0,5 A)

b) przełożenie
   - 40 A ..... 10 mV/A,
   - 400 A ..... 1 mV/A

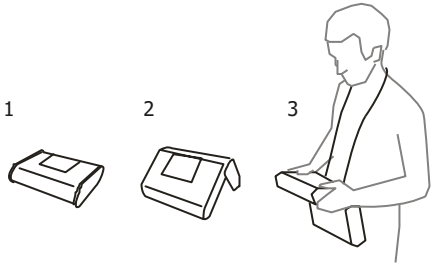
c) impedancja wyjściowa ..... 1320 Ω

Pozostałe dane

a) rodzaj izolacji ..... podwójna, zgodnie z EN 61010-1
b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 ..... CAT IV 300 V, CAT III 600 V, ... maks. 1000 V DC tylko na izolowane przewodniki
c) stopień ochrony wg PN-EN 60529 ..... IP40
d) zasilanie ..... dwie baterie typu „AAA” 1,5 V
e) maksymalna średnica przewodu mierzonego ..... ∅30 mm
f) temperatura pracy ..... 0…+50°C
g) temperatura przechowywania ..... -20…+70°C
h) wilgotność względna pracy ..... ≤70%
i) wilgotność względna przechowywania ..... ≤80%
j) wysokość n.p.m. ..... ≤2000 m

13 Położenia pokrywy miernika

Ruchoma pokrywa umożliwia użytkowanie miernika w różnych pozycjach.



1 – Pokrywa od spodu miernika
2 – Pokrywa jako podpórka
3 – Pokrywa w pozycji umożliwiającej wygodne użytkowanie miernika przenoszonego na szyi przy pomocy szelek

14 Producent

Producentem przyrządu prowadzącym serwis gwarancyjny i pogwarancyjny jest:

SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
tel. (74) 858 38 00 (Biuro Obsługi Klienta)
e-mail: bok@sonel.pl
internet: www.sonel.pl

UWAGA!

Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.

15 Usługi laboratoryjne

Laboratorium Badawczo-Wzorcujące działające w SONEL S.A. posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji nr AP 173.

AP 173

Laboratorium oferuje usługi wzorcowania następujących przyrządów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych i nieelektrycznych:

- **MIERNIKI DO POMIARÓW WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH ORAZ PARAMETRÓW SIECI ENERGETYCZNYCH**
  - mierniki napięcia
  - mierniki prądu (w tym również mierniki cęgowe)
  - mierniki rezystancji
  - mierniki rezystancji izolacji
  - mierniki rezystancji uziemień
  - mierniki impedancji pętli zwarcia
  - mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych
  - mierniki małych rezystancji
  - analizatory jakości zasilania
  - testery bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego
  - multimetry
  - mierniki wielofunkcyjne obejmujące funkcjonalnie w/w przyrządy

- **WZORCE WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH**
  - kalibratory
  - wzorce rezystancji

- **PRZYRZĄDY DO POMIARÓW WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH**
  - pirometry
  - kamery termowizyjne
  - luksomierze

Świadectwo Wzorcowania jest dokumentem prezentującym zależność między wartością wzorcową a wskazaniem badanego przyrządu z określeniem niepewności pomiaru i zachowaniem spójności pomiarowej. Metody, które mogą być wykorzystane do wyznaczenia odstępów czasu między wzorcowaniami określone są w dokumencie ILAC G24 „Wytyczne dotyczące wyznaczania odstępów czasu między wzorcowaniami przyrządów pomiarowych". Firma SONEL S.A. zaleca dla produkowanych przez siebie przyrządów wykonywanie potwierdzenia metrologicznego nie rzadziej, niż co **12 miesięcy**.

Dla wprowadzanych do użytkowania fabrycznie nowych przyrządów posiadających Świadectwo Wzorcowania lub Certyfikat Kalibracji, kolejne wykonanie potwierdzenia metrologicznego (wzorcowanie) zaleca się przeprowadzić w terminie do **12 miesięcy** od daty zakupu, jednak nie później, niż **24 miesiące** od daty produkcji.



UWAGA!

Osoba wykonująca pomiary powinna mieć całkowitą pewność, co do sprawności używanego przyrządu. Pomiary wykonane niesprawnym miernikiem mogą przyczynić się do błędnej oceny skuteczności ochrony zdrowia, a nawet życia ludzkiego.

KOMUNIKATY POMIAROWE



UWAGA!

Miernik przeznaczony jest do pracy przy znamionowych napięciach fazowych 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V i 240 V oraz napięciach międzyfazowych 190 V, 200 V, 220 V, 380 V, 400 V, 415 V.
Podłączenie napięcia wyższego niż dopuszczalne pomiędzy dowolne zaciski pomiarowe może spowodować uszkodzenie miernika i zagrożenie dla użytkownika.

Pomiar Z_S	
L-N!	Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L-PE!	Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
N-PE!	Napięcie U_{N-PE} przekracza dopuszczalną wartość 50 V.
L ⇔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45 Hz...65 Hz.
BŁĄD!	Błąd pomiaru. Wyświetlenie poprawnego wyniku niemożliwe.
Uszkodzenie obwodu zwarciowego	Miernik należy oddać do serwisu.
U>500V! i ciągły sygnał dźwiękowy	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.
NAPIĘCIE!	Napięcie na badanym obiekcie nie mieści się w ramach przynależnych do ustawionego napięcia znamionowego sieci U_n.
LIMIT!	Zbyt niska wartość spodziewanego prądu zwarcia I_k dla ustawionego zabezpieczenia i jego czasu zadziałania.
Pomiar R_E	
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
R_E>1,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Niepewność pomiaru R_E od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności, brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.
Pomiar RCD	
U_B>U_L!	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L.
!	Z prawej strony wyniku oznacza niesprawność RCD.
PE! i ciągły sygnał dźwiękowy	Napięcia miedzy elektrodą dotykową a PE przekracza dopuszczalną wartość progową U_L.
Pomiar R_{ISO}	
 i ciągły sygnał dźwiękowy	Wykryto obecność napięcia na zaciskach miernika. Pomiar niemożliwy.
SZUM!	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak może być obarczony dodatkową niepewnością.
LIMIT!	Zadziałało ograniczenie prądowe. Wyświetleniu symbolu w czasie trwania pomiaru towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy. Jeżeli wyświetlany jest po pomiarze, wówczas oznacza, że wynik pomiaru uzyskano przy pracy na ograniczeniu prądowym (np. zwarcie badanego obiektu).



SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

tel. (74) 858 38 00
(Biuro Obsługi Klienta)

e-mail: bok@sonel.pl
www.sonel.pl