



INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK REZYSTANCJI UZIEMIENIA MRU-200

MRU-200



Gniazdo USB.

Gniazdo ładowarki.

Gniazdo ładowarki i USB pod przesuwną klapą

Gniazdo cęgów pomiarowych.

Gniazda pomiarowe.

Włączanie i wyłączanie zasilania miernika.

Uruchamianie procedury pomiarowej.

Zawieranie wyboru.

ESC - powrót do poprzedniego ekranu, wyjście z funkcji.

Przesunięcie/ wybór: prawolewo, góra dół.

MENU - wybór dodatkowych ustawień miernika.

Włączanie i wyłączanie podświetlenia wyświetlacza.

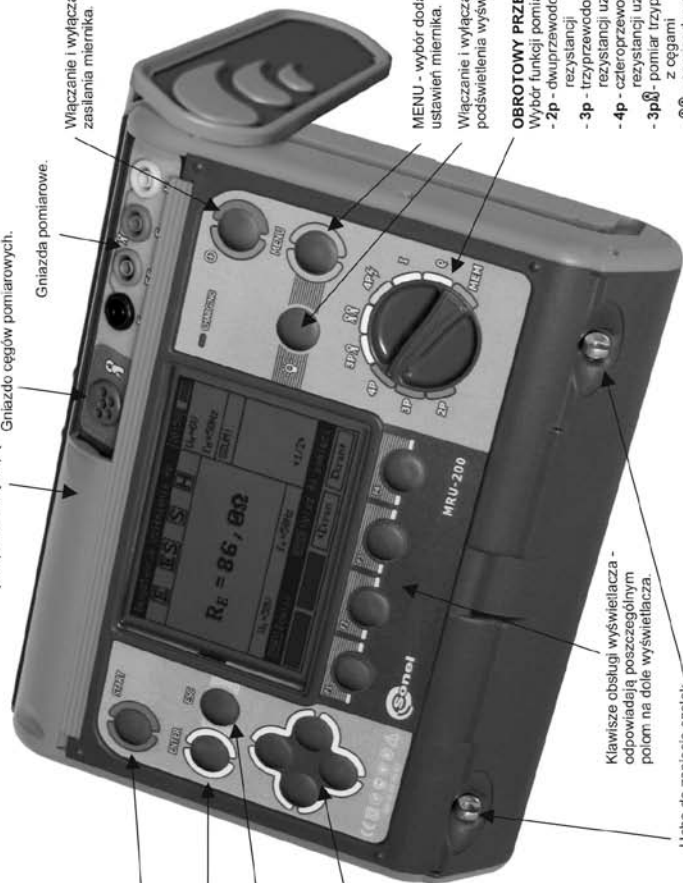
OBROTOWY PRZELĄCZNIK FUNKCJI

Wybór funkcji pomiarowej:

- 2p - dwuprzewodowy pomiar rezystancji
- 3p - trzyprzewodowy pomiar rezystancji uziemienia
- 4p - czteroprzewodowy pomiar rezystancji uziemienia
- 3pΩ - pomiar trzyprzewodowy z cęgami
- ΩΩ - pomiar dwucegowy rezystancji uziemień
- 4pΩ - pomiar metodą uderową
- I - cęgowy pomiar wartości skutecznej prądu
- p - pomiar rezystywności gruntu
- MEM - przeglądanie i kasowanie pamięci oraz transmisja danych

Klawisze obsługi wyświetlacza - odpowiadają poszczególnym polom na dole wyświetlacza.

Ucho do zapięcia szelek





INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK REZYSTANCJI UZIEMIENĆ MRU-200



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

Wersja 5.1 27.06.2017

Miernik MRU-200 jest nowoczesnym, wysokiej jakości przyrządem pomiarowym, łatwym i bezpiecznym w obsłudze. Jednak przeczytanie niniejszej instrukcji pozwoli uniknąć błędów przy pomiarach i zapobiec ewentualnym problemom przy obsłudze miernika.

SPIS TREŚCI

1	BEZPIECZEŃSTWO	5
2	MENU.....	6
2.1	TRANSMISJA BEZPRZEWODOWA.....	6
2.2	USTAWIENIA POMIARÓW.....	6
2.2.1	<i>Częstotliwość sieci.....</i>	7
2.2.2	<i>Kalibracja cęgów pomiarowych.....</i>	7
2.3	USTAWIENIA MIERNIKA	11
2.3.1	<i>Kontrast LCD</i>	11
2.3.2	<i>Podświetlanie LCD.....</i>	11
2.3.3	<i>Ustawienia AUTO-OFF</i>	12
2.3.4	<i>Ustawienia wyświetlania</i>	12
2.3.5	<i>Data i czas.....</i>	12
2.3.6	<i>Rozładowanie akumulatorów</i>	13
2.3.7	<i>Aktualizacja programu</i>	13
2.4	WYBÓR JĘZYKA	13
2.5	INFORMACJE O PRODUCENCIE	13
3	POMIARY	14
3.1	POMIAR CIĄGŁOŚCI PRZEWODÓW OCHRONNYCH I WYRÓWNAWCZYCH (2P).....	14
3.2	KALIBRACJA PRZEWODÓW POMIAROWYCH.....	15
3.2.1	<i>Załączanie autozerowania</i>	15
3.2.2	<i>Wyłączanie autozerowania</i>	16
3.3	POMIAR 3P	17
3.4	POMIAR 4P	19
3.5	POMIAR 3P + CĘGI	22
3.6	POMIAR 3P + ADAPTER ERP-1	26
3.7	POMIAR DWUCĘGOWY	29
3.8	POMIAR 4P  (UDAROWY)	31
3.9	POMIAR PRĄDU	34
3.10	POMIAR REZYSTYWNOŚCI GRUNTU	35
4	PAMIĘĆ.....	39
4.1	WPIS DO PAMIĘCI	39
4.2	KASOWANIE PAMIĘCI	40
4.3	PRZEGLĄDANIE PAMIĘCI	41
5	TRANSMISJA DANYCH.....	43
5.1	PAKIET WYPOSAŻENIA DO WSPÓŁPRACY Z KOMPUTEREM.....	43
5.2	TRANSMISJA DANYCH PRZY POMOCY ZŁĄCZA USB	43
5.3	TRANSMISJA DANYCH PRZY POMOCY MODUŁU BLUETOOTH*	43
6	ZASILANIE MIERNIKA.....	45
6.1	MONITOROWANIE NAPIĘCIA ZASILAJĄCEGO	45

6.2	WYMIANA AKUMULATORÓW.....	45
6.3	WYMIANA BEZPIECZNIKÓW.....	46
6.4	ŁADOWANIE AKUMULATORÓW	46
6.5	ROZŁADOWANIE AKUMULATORÓW	48
6.6	OGÓLNE ZASADY UŻYTKOWANIA AKUMULATORÓW NIKLOWO- WODORKOWYCH (Ni-MH)	48
7	CZYSZCZENIE I KONSERWACJA.....	49
8	MAGAZYNOWANIE	49
9	ROZBIÓRKA I UTYLIZACJA	49
10	DANE TECHNICZNE	50
10.1	DANE PODSTAWOWE	50
10.2	DANE DODATKOWE	53
10.2.1	<i>Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji 3p, 4p, 3p + cęgi</i>	<i>53</i>
10.2.2	<i>Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji ρ</i>	<i>53</i>
10.2.3	<i>Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji 3p, 4p, 3p + cęgi</i>	<i>53</i>
10.2.4	<i>Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji ρ</i>	<i>54</i>
10.2.5	<i>Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar impedancji uziemienia metodą udarową</i>	<i>54</i>
10.2.6	<i>Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemienia 3p + cęgi.....</i>	<i>55</i>
10.2.7	<i>Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemień z wykorzystaniem podwójnych cęgów.....</i>	<i>55</i>
10.2.8	<i>Wpływ stosunku rezystancji mierzonej cęgami gałęzi uziemienia wielokrotnego do rezystancji wypadkowej (3p + cęgi)</i>	<i>55</i>
10.2.9	<i>Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 (2p).....</i>	<i>55</i>
10.2.10	<i>Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-5 (3p, 4p, 3p + cęgi).....</i>	<i>56</i>
11	WYPOSAŻENIE	56
11.1	WYPOSAŻENIE PODSTAWOWE	56
11.2	WYPOSAŻENIE DODATKOWE	57
12	POŁOŻENIA POKRYWY MIERNIKA.....	58
13	PRODUCENT	59
14	USŁUGI LABORATORYJNE	60

1 Bezpieczeństwo

Przyrząd MRU-200 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 i zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.
- Miernik MRU-200 jest przeznaczony do pomiarów rezystancji uziemień oraz połączeń ochronnych i wyrównawczych, rezystywności gruntu, a także cęgowego pomiaru prądu. Każde inne zastosowanie niż podane w tej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Przyrząd powinien być obsługiwany wyłącznie przez osoby odpowiednio wykwalifikowane posiadające wymagane uprawnienia do przeprowadzania pomiarów w 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).**
- 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 miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem, np. na skutek przypadkowego przyłączenia do sieci elektroenergetycznej:
 - dla wszystkich kombinacji wejść - do 276 V przez 30 sekund.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.
- Przyrząd spełnia wymagania norm PN-EN 61010-1 i PN-EN 61557-1, -4, -5.

Uwaga:

Producent zastrzega sobie prawo wprowadzania zmian w wyglądzie, wyposażeniu i danych technicznych miernika.

Uwaga:

Przy próbie instalacji sterowników w 64-bitowym systemie Windows 8 i Windows 10 może ukazać się informacja: „Instalacja nie powiodła się”.

Przyczyna: w systemie Windows 8 i Windows 10 standardowo aktywna jest blokada instalacji sterowników nie podpisanych cyfrowo.

Rozwiązanie: należy wyłączyć wymuszanie podpisu cyfrowego sterowników w systemie Windows.

2 Menu

Menu dostępne jest w każdej pozycji przełącznika obrotowego.

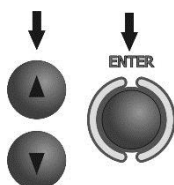
①



Wcisnąć przycisk **MENU**.



②



Przyciskami ▲, ▼ wybrać odpowiednią pozycję. Przyciskiem **ENTER** wejść do wybranej opcji.

2.1 Transmisja bezprzewodowa

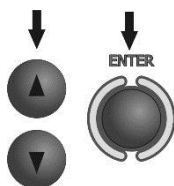
Ten temat przedstawiony jest w punkcie 5.3.

2.2 Ustawienia pomiarów

①



②



Przyciskami ▲, ▼ wybrać odpowiednią pozycję. Przyciskiem **ENTER** wejść do edycji wybranej opcji.

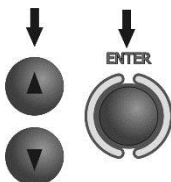
2.2.1 Częstotliwość sieci

Określenie częstotliwości sieci, będącej źródłem potencjalnych zakłóceń jest niezbędne dla dobrania odpowiedniej częstotliwości sygnału pomiarowego. Tylko pomiar z właściwie dobraną częstotliwością sygnału pomiarowego zapewni optymalną filtrację zakłóceń. Miernik przystosowany jest do filtracji zakłóceń pochodzących z sieci 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz oraz 400 Hz. Przyrząd posiada również funkcję automatycznego określania tego parametru (nastawa częstotliwości sieci = AUTO), bazującą na wynikach pomiaru napięcia zakłóceń wykonywanego przed pomiarem rezystancji uziemienia. Funkcja ta jest aktywna, gdy napięcie zakłóceń $U_N \geq 1 \text{ V}$. W przeciwnym wypadku miernik przyjmuje wartość częstotliwości ostatnio wybraną z MENU.

①



②



Przyciskami ▲, ▼ wybrać częstotliwość. Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić wybór.

2.2.2 Kalibracja cęgów pomiarowych

Cęgi dokupione do posiadanego miernika należy skalibrować przed ich pierwszym użyciem. Można je okresowo kalibrować w celu uniknięcia wpływu starzenia się elementów na dokładność pomiaru. Procedurę należy wykonać również po wymianie cęgów.

Kalibracja cęgów twardych

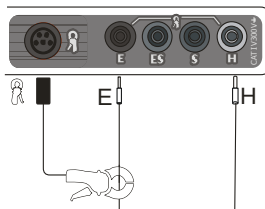
①



Po przeczytaniu informacji wstępnej wcisnąć klawisz **ENTER**.

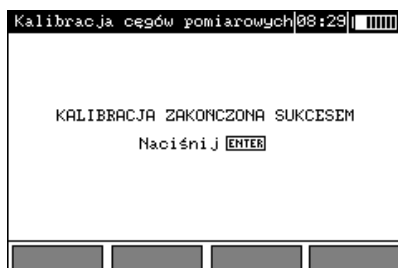
②

Wykonać polecenia zawarte na poniższym ekranie.



3

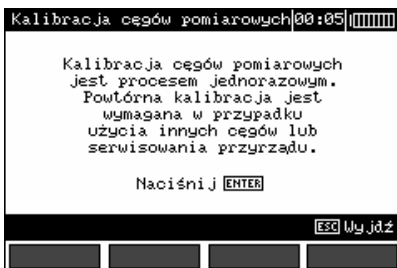
Po udanej kalibracji ukaże się poniższy ekran.



Miernik określił współczynnik korekcyjny dla podłączonych cęgów. Współczynnik jest pamiętany także po wyłączeniu zasilania miernika, aż do kolejnej, zakończonej sukcesem kalibracji cęgów.

Kalibracja cęgów elastycznych (przy użyciu adaptera ERP-1)

1



Po przeczytaniu informacji wstępnej wcisnąć przycisk **ENTER**.

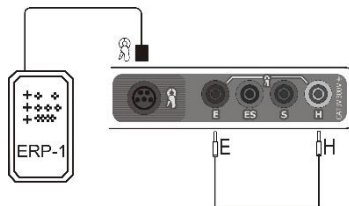
2

Zgodnie z poleceniami na ekranie miernika, gniazda H i E zewrzeć przewodem.



3

Do gniazda cęgów w mierniku podłączyć adapter ERP-1.



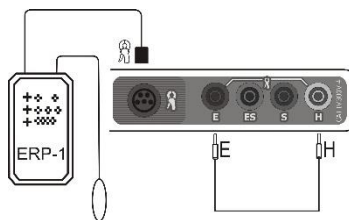
4

Włączyć adapter ERP-1.



5

Do adaptera ERP-1 podłączyć cęgi elastyczne.

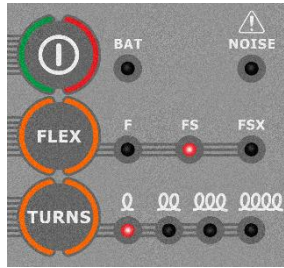


6

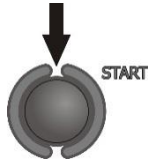
Owinąć cęgi wokół przewodu z pkt. 2 (maksymalnie 4-krotnie).

7

W adapterze ERP-1 przyciskami **FLEX** i **TURNS** dokonać wyboru cęgów i ilości owinięć zgodnie ze stanem faktycznym wokół przewodu z pkt. 2.



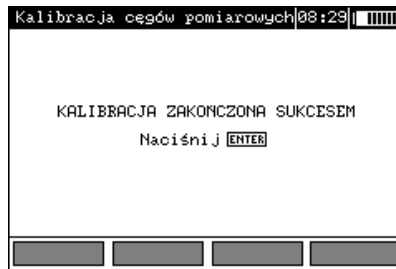
8



Wcisnąć przycisk **START** w mierniku MRU.

9

Jeżeli kalibracja przebiegła pomyślnie, na ekranie pojawi się poniższy ekran.



Miernik określił współczynnik korekcyjny dla podłączonych cęgów. Współczynnik jest pamiętany także po wyłączeniu zasilania miernika, aż do kolejnej, zakończonej sukcesem kalibracji cęgów.

Uwagi:

- Należy zwrócić uwagę, aby przewód przechodził centralnie przez cęgi.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

Komunikat	Przyczyna	Sposób postępowania
BŁĄD: CĘGI POMIAROWE NIE PODŁĄCZONE DO PRZYRZĄDU LUB NIE ZAŁOŻONE NA PRZEWÓD WPIĘTY MIĘDZY ZACISKI H I E. KALIBRACJA PRZERWANA. NACIŚNIJ ENTER	Nie podłączone cęgi	Sprawdzić czy cęgi są podłączone do przyrządu lub czy są założone na przewód, w którym miernik wymusza przepływ prądu.

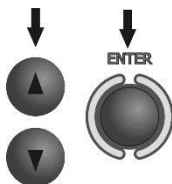
Komunikat	Przyczyna	Sposób postępowania
BŁĄD: NIE PODŁĄCZONO PRZEWODU DO ZACISKÓW H I E. KALIBRACJA PRZERWANA. NACIŚNIJ ENTER	Brak przewodu	Sprawdzić połączenia.
BŁĄD: WSPÓŁCZYNNIK KALIBRACYJNY POZA ZAKRESEM. KALIBRACJA PRZERWANA. NACIŚNIJ ENTER	Zły współczynnik kalibracyjny	Sprawdzić jakość połączeń i/lub wymienić cęgi.

2.3 Ustawienia miernika

1



2



Przyciskami ▲, ▼ wybrać odpowiednią pozycję. Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić wybór.

2.3.1 Kontrast LCD

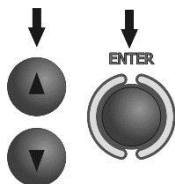
Przyciskami ▲ i ▼ ustawić wartość kontrastu, aby zatwierdzić wcisnąć przycisk **ENTER**.

2.3.2 Podświetlenie LCD

1



2



Przyciskami ▲, ▼ wybrać odpowiednią opcję. Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić wybór.

2.3.3 Ustawienia AUTO-OFF

Ustawienie określa czas do samoczynnego wyłączenia się nieużywanego przyrządu. Przyciskami ▲ i ▼ ustawić czas lub brak AUTO-OFF, wcisnąć przycisk **ENTER**.

2.3.4 Ustawienia wyświetlania

Ustawienie pozwala włączyć lub wyłączyć wyświetlanie belki nastaw. Przyciskami ▲ i ▼ ustawić widoczność lub brak belki nastaw (parametrów pomiaru), wcisnąć przycisk **ENTER**.

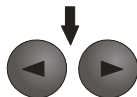


2.3.5 Data i czas

1



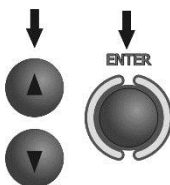
2



Przyciskami ◀, ▶ ustawić wielkość do zmiany (dzień, miesiąc, rok, godzina, minuta).

3

Przyciskami ▲, ▼ wybrać odpowiednią pozycję. Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić wybór.



2.3.6 Rozładowanie akumulatorów

Procedura opisana dokładnie w punkcie 6.5

2.3.7 Aktualizacja programu

UWAGA!

Przed programowaniem należy naładować akumulatory.

W czasie programowania nie wolno wyłączać miernika ani rozłączać przewodu do transmisji.

Przed przystąpieniem do uaktualnienia programu należy ze strony internetowej producenta (www.sonel.pl) ściągnąć program do zaprogramowania miernika, zainstalować go na komputerze i podłączyć miernik do komputera.

Po wybraniu w MENU pozycji **Aktualizacja programu** należy postępować zgodnie z instrukcjami wyświetlanymi przez program.

2.4 Wybór języka

- Przyciskami ▲ i ▼ ustawić w głównym MENU ****Wybór języka****, wcisnąć przycisk **ENTER**.
- Przyciskami ▲ i ▼ ustawić żądany język, aby zatwierdzić wcisnąć przycisk **ENTER**.

2.5 Informacje o producencie

Przyciskami ▲ i ▼ ustawić w głównym MENU **Informacje o producencie**, wcisnąć przycisk **ENTER**.

3 Pomiary

Uwaga:

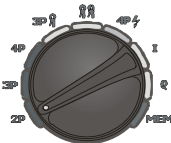
W czasie trwania pomiaru wyświetlany jest pasek postępu.

3.1 Pomiar ciągłości przewodów ochronnych i wyrównawczych (2p)

Uwaga:

Pomiar spełnia wymagania normy PN-EN 61557-4 ($U < 24 \text{ V}$, $I > 200 \text{ mA}$ dla $R \leq 10 \Omega$).

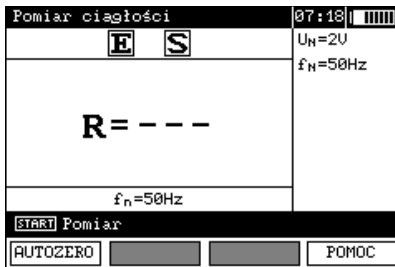
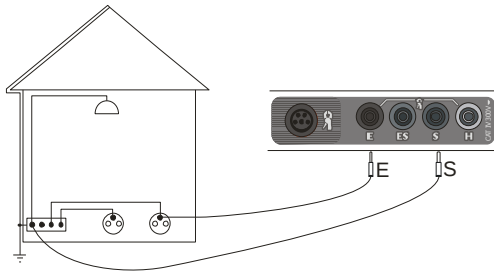
1



Włączyć miernik. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **2p**.

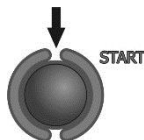
2

Zaciski **S** i **E** połączyć przewodami z mierzonym obiektem.



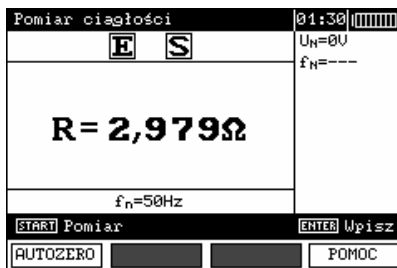
Miernik jest gotowy do pomiaru. Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość napięcia zakłócającego oraz jego częstotliwość. Na belce nastaw pokazana jest częstotliwość sieci ustawiona w MENU.

3



Wcisnąć przycisk **START**, aby uruchomić pomiar.

4



Odczytać wynik.

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s.
Można go przywołać ponownie przyciskiem ENTER.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

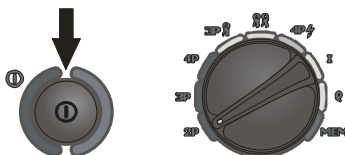
R>19,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
U_N>40V! i ciągły sygnał dźwiękowy	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.
U_N>24V!	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

3.2 Kalibracja przewodów pomiarowych

Aby wyeliminować wpływ rezystancji przewodów pomiarowych na wynik pomiaru, można przeprowadzić jej kompensację (autozerowanie). W tym celu funkcja pomiaru 2p posiada podfunkcję AUTOZERO.

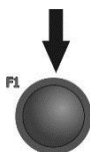
3.2.1 Załączanie autozerowania

1



Włączyć miernik. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji 2p.

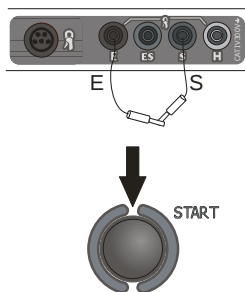
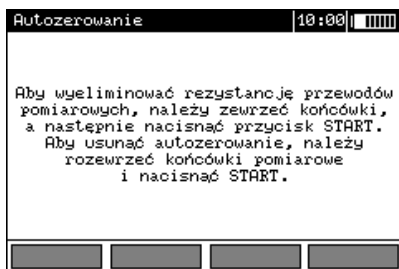
2



Wcisnąć przycisk F1.

3

Wykonać czynności opisane na ekranie.

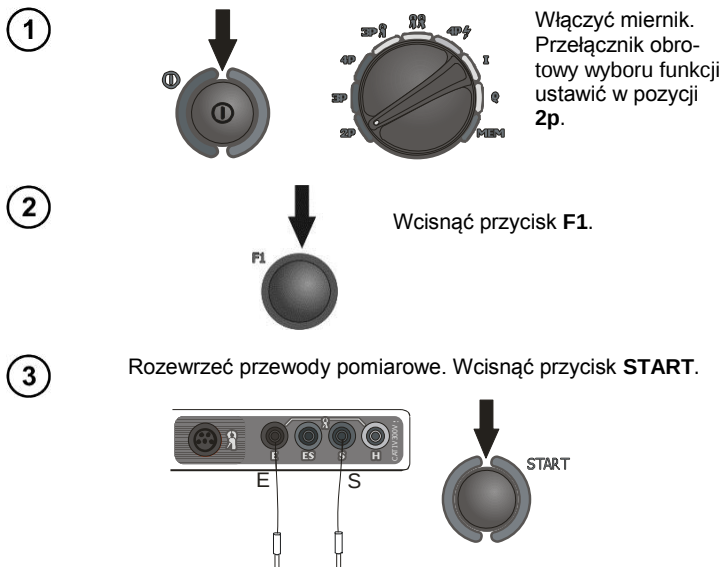


Po zakończeniu autozerowania ukaze się poniższy ekran:



Wykonanie autozerowania jest sygnalizowane napisem **AUTOZERO** z prawej strony ekranu.

3.2.2 Wyłączanie autozerowania



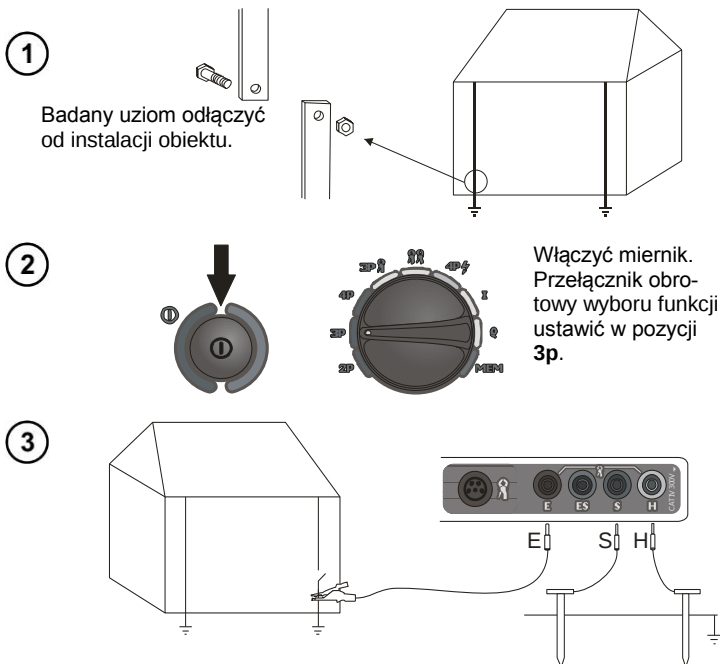
Po zakończeniu usuwania autozerowania na ekranie nie będzie napisu **AUTOZERO**.

Uwagi:

- Kompensację wystarczy przeprowadzić jednorazowo dla danych przewodów pomiarowych. Jest ona zapamiętywana również po wyłączeniu miernika, aż do kolejnej, zakończonej sukcesem procedury auto-zerowania.

3.3 Pomiar 3p

Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemienia jest pomiar metodą trzybiegunową.

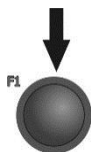


Elektrodę prądową, wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika,
Elektrodę napięciową wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika,
Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika,
Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.



Miernik jest gotowy do pomiaru.
Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość napięcia zasilającego oraz jego częstotliwość.
Na belce nastaw pokazana jest częstotliwość sieci ustawiona w MENU.

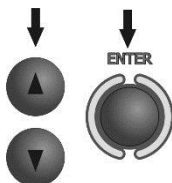
5



Aby zmienić napięcie pomiarowe, wcisnąć przycisk **F1**.

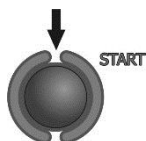


6



Przyciskami ▲, ▼ wybrać napięcie pomiarowe, aby zatwierdzić wcisnąć przycisk **ENTER**.

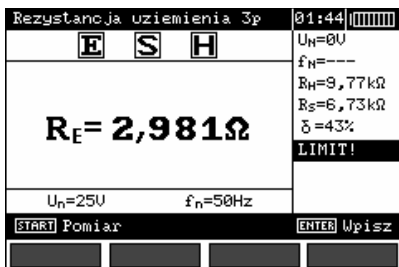
7



Aby uruchomić pomiar, wcisnąć przycisk **START**.

8

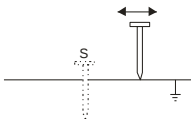
Odczytać wynik.



← Rezystancja elektrody prądowej
 ← Rezystancja elektrody napięciowej
 ← Wartość niepewności dodatkowej, wnoszonej przez rezystancję elektrod
 Wyświetlane, gdy $\delta > 30\%$

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s.
Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.

9



Powtórzyć pomiary (punkty 3, 7, 8) przesuwając elektrodę napięciową kilka metrów: oddalając i zbliżając ją do mierzonego uziomu. 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.

Uwagi:



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

- 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 obciążony 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). Wtedy stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorami podanymi w punkcie 10.2 dokonać obliczenia, które pozwoli oszacować wpływ warunków pomiarowych. Można też poprawić kontakt sondy z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie sondy 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - sonda nie są skorodowane lub poluzowane. W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć świadomość wielkości niepewności, jaką jest obciążony pomiar.
- Jeżeli rezystancja sond H i S lub jednej z nich przekracza 19,9 k Ω , miernik wyświetla stosowny komunikat: **"Rezystancje elektrod R_H i R_S są większe niż 19,9 k Ω ! Pomiar niemożliwy!"**.
- 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

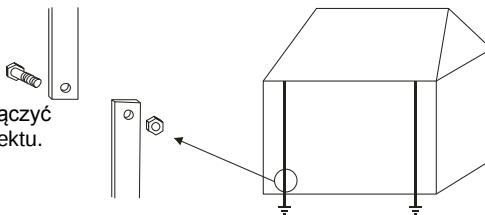
$R_E > 19,99 \text{ k}\Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
$U_N > 40 \text{ V}$! i ciągły sygnał dźwiękowy 	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.
$U_N > 24 \text{ V}$!	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
LIMIT!	Niepewność od rezystancji elektrod $> 30 \%$. (Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

3.4 Pomiar 4p

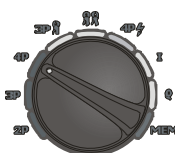
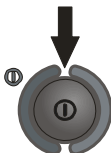
Metoda czterobiegunowa jest zalecana do stosowania przy pomiarach rezystancji uziemień o bardzo małych wartościach. Pozwala ona na eliminację wpływu rezystancji przewodów pomiarowych na wynik pomiaru. Do określania rezystywności gruntu zaleca się stosowanie dedykowanej dla tego pomiaru funkcji (punkt 3.9).

1

Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu.

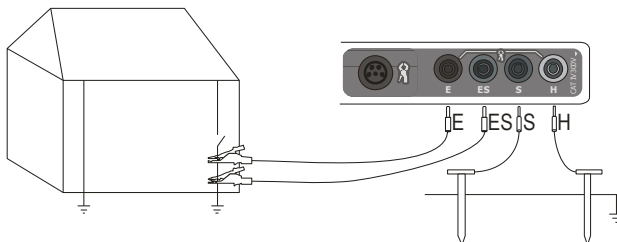


2



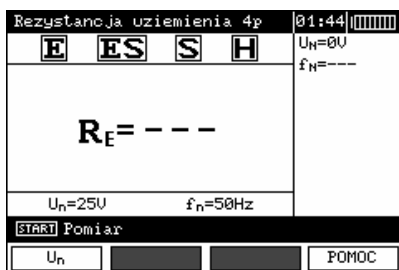
Włączyć miernik. Przelicznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji **4p**.

3



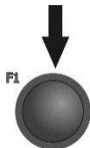
Elektrodę prądową, wbiją w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika.
Elektrodę napięciową wbiją w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika.
Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
Gniazdo **ES** podłączyć do badanego uziomu poniżej przewodu **E**.
Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.

4



Miernik jest gotowy do pomiaru.
Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość napięcia zakłócającego oraz jego częstotliwość.
Na belce nastaw pokazana jest częstotliwość sieci ustawiona w MENU.

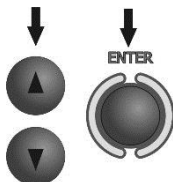
5



Aby zmienić napięcie pomiarowe, wcisnąć przycisk **F1**.

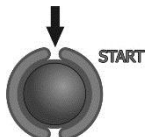


6



Przyciskami ▲, ▼ wybrać napięcie pomiarowe, aby zatwierdzić wcisnąć przycisk **ENTER**.

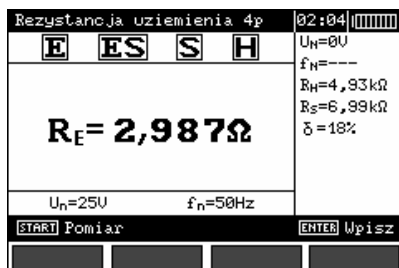
7



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.

8

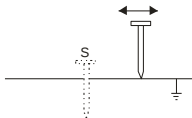
Odczytać wynik.



← Rezystancja elektrody prądowej
← Rezystancja elektrody napięciowej
← Wartość niepewności dodatkowej, wnoszonej przez rezystancję elektrod

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s.
Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.

9



Powtórzyć pomiary (punkty 3, 7, 8) przesuwając elektrodę napięciową kilka metrów: oddalając i zbliżając ją do mierzonego uziomu. 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.

Uwagi:



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

- 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 obciążony 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). Wtedy stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorami podanymi w punkcie 10.2 dokonać obliczenia, które pozwoli oszacować wpływ warunków pomiarowych. Można też poprawić kontakt sondy z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie sondy 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - sonda nie są skorodowane lub poluzowane. W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć świadomość wielkości niepewności, jaką jest obciążony pomiar.

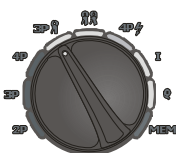
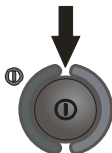
- Jeżeli rezystancja sond H i S lub jednej z nich przekracza 19,9 k Ω , miernik wyświetla stosowny komunikat: **"Rezystancja elektrod R_H i R_S są większe niż 19,9 k Ω ! Pomiar niemożliwy!"**.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$R_E > 19,99 \text{ k}\Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
$U_N > 40 \text{ V}$! i ciągły sygnał dźwiękowy 	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.
$U_N > 24 \text{ V}$!	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
LIMIT!	Niepewność od rezystancji elektrod $> 30\%$. (Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

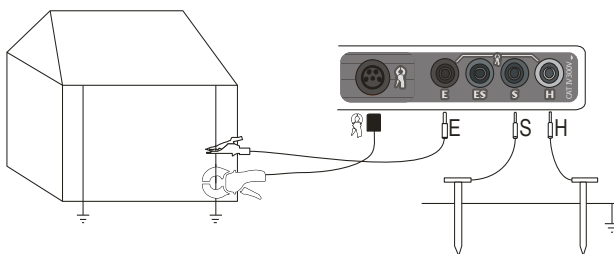
3.5 Pomiar 3p + cęgi

1



Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji **3p** .

2

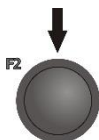


Elektrodę prądową, wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika.
 Elektrodę napięciową wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika.
 Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
 Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.
 Cęgi zapiąć na badany uziom poniżej miejsca podłączenia przewodu **E**.

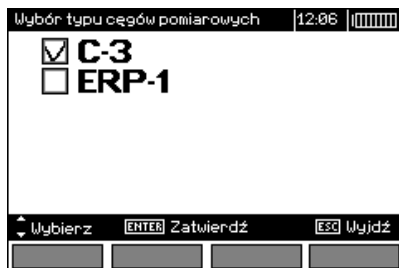


Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość napięcia zakłócającego, jego częstotliwość oraz wartość skuteczną prądu upływu płynącego przez cęgi pomiarowe.
 Na belce nastaw pokazana jest częstotliwość sieci ustawiona w MENU.

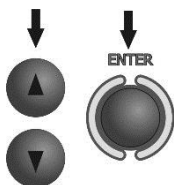
3



Przyciskiem **F2** przejść do wyboru pomiaru z cęgami C-3.

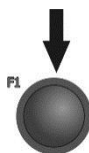


4



Przyciskami **▲**, **▼** wybrać pomiar z C-3, wcisnąć przycisk **ENTER**.

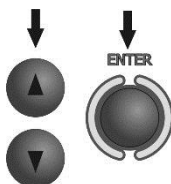
5



Aby zmienić napięcie pomiarowe wcisnąć przycisk **F1**.

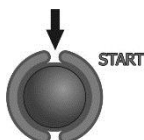


6



Przyciskami $\blacktriangle$, $\blacktriangledown$ wybrać napięcie pomiarowe, wcisnąć przycisk **ENTER**.

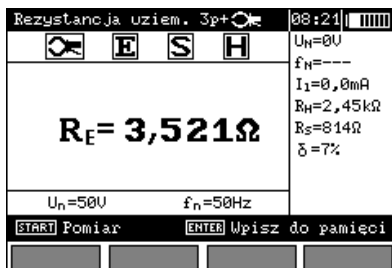
7



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.

8

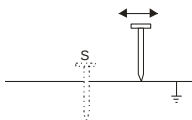
Odczytać wynik.



- ← Rezystancja elektrody prądowej
- ← Rezystancja elektrody napięciowej
- ← Wartość niepewności dodatkowej, wnoszonej przez rezystancję elektrod

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s.
Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.

9



Powtórzyć pomiary (punkty 2 i 5) przesuwając elektrodę napięciową S kilka metrów: oddalając i zbliżając ją do mierzonego uziomu. 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.

Uwagi:



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

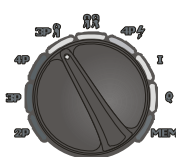
- Cęgi nie wchodzą w skład wyposażenia podstawowego miernika, należy je dokupić osobno.
- Cęgi należy skalibrować przed ich pierwszym użyciem. Można je okresowo kalibrować w celu uniknięcia wpływu starzenia się elementów na dokładność pomiaru. Opcja kalibracji cęgów znajduje się w **MENU**.
- Należy 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). Wtedy stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorami podanymi w punkcie 10.2 dokonać obliczenia, które pozwoli oszacować wpływ warunków pomiarowych. Można też poprawić kontakt sondy z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie sondy 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - sonda nie są skorodowane lub poluzowane. W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć świadomość wielkości niepewności, jaką jest obarczony pomiar.
- Jeżeli rezystancja sond **H** i **S** lub jednej z nich przekracza 19,9 k Ω , miernik wyświetla stosowny komunikat: **"Rezystancje elektrod R_H i R_S są większe niż 19,9 k Ω ! Pomiar niemożliwy!"**.
- 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

$R_E > 1999 \Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
$U_N > 40V!$ i ciągly sygnał dźwiękowy 	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.
$U_N > 24V!$	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość – wynik może być obarczony dodatkową niepewnością.
LIMIT!	Niepewność od rezystancji elektrod $> 30\%$. (Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)
$I_L > \max$	Zbyt duży prąd zakłócający, błąd pomiaru może być większy od podstawowego.

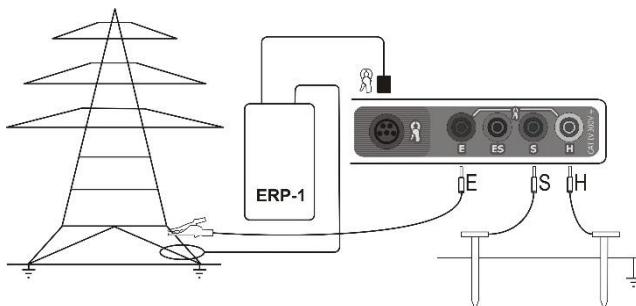
3.6 Pomiar 3p + adapter ERP-1

①



Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji **3p**

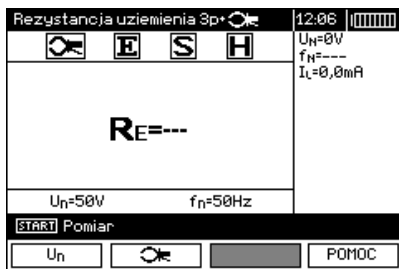
②



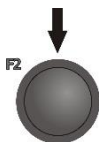
Elektrodę prądową, wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika.
Elektrodę napięciową wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika.
Badaną nogę słupa połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
Badany słup oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.
Cęgi zapiąć na badaną nogę słupa poniżej miejsca podłączenia przewodu **E**.

③

Wybrać napięcie pomiarowe jak w punkcie 3.5.



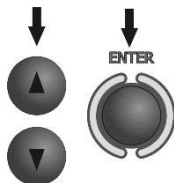
④



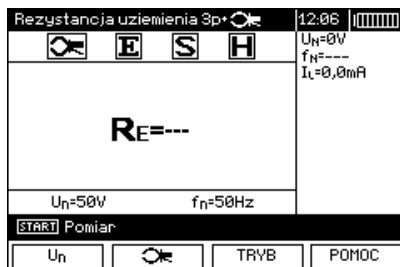
Przyciskiem **F2** przejść do wyboru pomiaru z ERP-1.



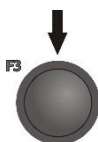
5



Przyciskami ▲, ▼ wybrać pomiar z ERP-1, wcisnąć przycisk ENTER.



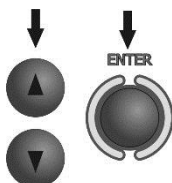
6



Przyciskiem F3 przejść do wyboru ilości nóg słupa.

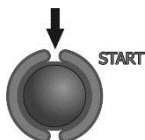


7

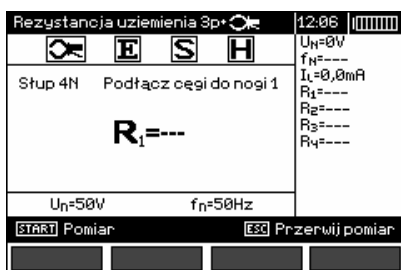


Przyciskami ▲, ▼ wybrać ilość nóg słupa, wcisnąc przycisk **ENTER**.

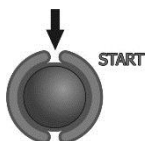
8



Wcisnąć przycisk **START**. Zgodnie z poleceniem na ekranie, jeżeli nie zrobiono tego wcześniej, należy zapiąć cęgi na pierwszej nodze.



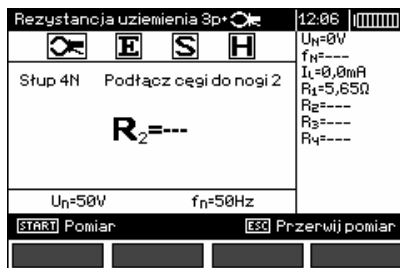
9



Aby uruchomić pomiar, ponownie wcisnąć przycisk **START**.



Po wykonaniu pomiaru pierwszej nogi wartość zmierzonej rezystancji badanej nogi wskazywana jest na ekranie głównym jako R1 przez 5 sekund. Po upływie tego czasu miernik przerzuca wynik R1 do ramki po prawej stronie i wyświetla polecenie podłączenia cęgów do drugiej nogi.



Można przywrócić ten wynik na ekran główny na kolejne 5 sekund przyciskiem **ENTER**.

⑩

Po wykonaniu pomiarów ostatniej nogi słupa i po pokazaniu przez 5 sekund wyniku rezystancji R_n wyświetla się wypadkowy wynik rezystancji uziemienia R_E .



Przyciskami **◀** i **▶** dokonujemy zmiany wyświetlania ekranu wyników w ramce po prawej stronie.

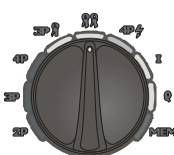
3.7 Pomiar dwucęgowy

Pomiar dwucęgowy znajduje zastosowanie tam, gdzie nie ma możliwości użycia elektrod wbijanych w ziemię.

UWAGA!

Metodę dwucęgową można stosować tylko przy pomiarze uziemień wielokrotnych.

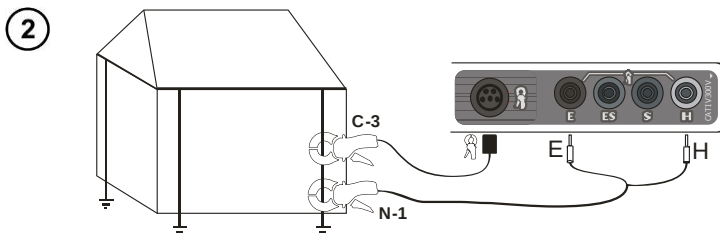
①



Włączyć miernik. Przelącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji **E**.

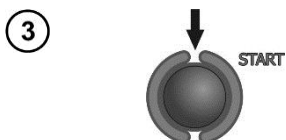


Miernik jest gotowy do pomiaru.
Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość prądu upływu płynącego przez cęgi oraz jego częstotliwość.



Cęgi nadawcze i pomiarowe zapiąć na badany uziom w odległości co najmniej 30cm od siebie.

Cęgi nadawcze podłączyć do gniazd H i E, cęgi pomiarowe do gniazda cęgów.



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.



Odczytać wynik.

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20s.

Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.

Uwagi:



Pomiary mogą być wykonywane w obecności prądu zakłócającego o wartości nie przekraczającej 3 A rms i częstotliwości zgodnej z ustawioną w MENU.



Cęgi giętkie nie nadają się do tego pomiaru.

- Cęgi nie wchodzą w skład wyposażenia podstawowego miernika, należy je dokupić osobno.
- Cęgi należy skalibrować przed ich pierwszym użyciem. Można je okresowo kalibrować w celu uniknięcia wpływu starzenia się elementów na dokładność pomiaru. Opcja kalibracji cęgów znajduje się w **MENU**.
- Jeżeli prąd cęgów pomiarowych jest zbyt mały, miernik wyświetla stosowny komunikat: **"Prąd zmierzony cęgami jest zbyt mały. Pomiar niemożliwy!"**.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$R_E > 149,9\Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
$U_N > 40V!$ i ciągły sygnał dźwiękowy 	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.
$U_N > 24V!$	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

3.8 Pomiar $4p \frac{1}{2}$ (udarowy)

Metodę udarową stosuje się do pomiarów impedancji dynamicznej uzemień odgromowych. Nie należy jej stosować do pomiarów uzemień ochronnych i roboczych.

Duża stromość czoła impulsu probierczego sprawia, że duży wpływ na impedancję uziomu ma jego indukcyjność. Zatem impedancja uziomu mierzona metodą udarową zależy od jego długości i stromości czoła impulsu probierczego.

Indukcyjność uziomu powoduje przesunięcie między szczytami prądu i spowodowanego nim spadku napięcia. Stąd rozległe uziomy o małej rezystancji mierzonej metodą niskoczęstotliwościową mogą mieć znacznie wyższą wartość impedancji.

Impedancję wyznacza się z zależności:

$$Z_E = \frac{U_S}{I_S}$$

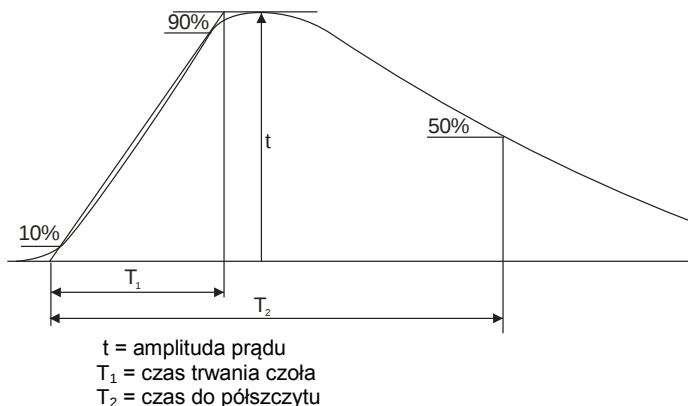
gdzie U_S , I_S – wartość szczytowa napięcia i prądu.

Metodą udarową wyznacza się impedancję wypadkową uzziemienia. Nie należy więc rozkręcać zacisków kontrolnych.

Zaleca się takie rozłożenie przewodów pomiarowych, aby kąt między nimi wynosił co najmniej 60°.

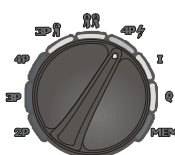
Przewody pomiarowe muszą być całkowicie rozwinięte. W przeciwnym wypadku wynik pomiaru może być błędny.

Poniższy rysunek wyjaśnia, co oznaczają liczby określające kształt impulsu (wg PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa – Część 1. Wymagania ogólne).



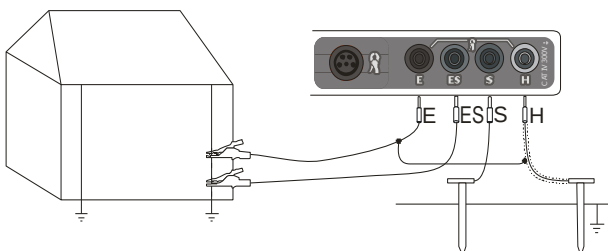
Kształt impulsu określa stosunek T_1/T_2 np 4/10 μs .

①



Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji **4p**.

②



Elektrodę prądową, wbity w ziemię połączyć przewodem ekranowanym z gniazdem **H** miernika.

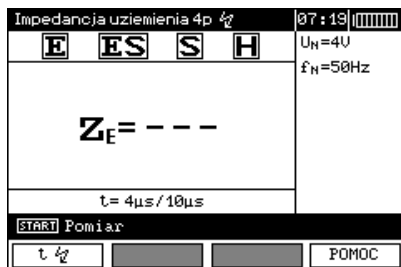
Elektrodę napięciową wbity w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika.

Badany uziom połączyć z gniazdem **E** miernika oraz ekranem przewodu **H**.

Gniazdo **ES** połączyć przewodem z badanym uziomem poniżej przewodu **E**.

Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone tak, by kąt między przewodami pomiarowymi wynosił co najmniej **60°**.

③

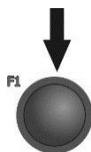


Miernik jest gotowy do pomiaru.

Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość napięcia zakłócającego oraz jego częstotliwość.

Na belce nastaw pokazany jest czas narostu impulsu.

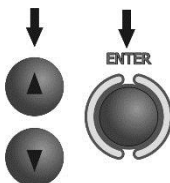
4



Aby zmienić kształt impulsu pomiarowego, wcisnąć przycisk **F1**.

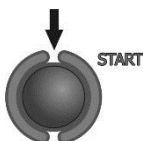
Czas narostu impulsu		22:28	
☒	4μs / 10μs		
☐	8μs / 20μs		
☐	10μs / 350μs		
Wybierz		ENTER Zatwierdź	ESC Wyjdź

5



Przyciskami $\blacktriangle$, $\blacktriangledown$ wybrać kształt impulsu, wcisnąć przycisk **ENTER**.

6



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.

7

Odczytać wynik.

Impedancja uziemienia 4p $\frac{4p}{4}$		07:31	
E ES S H		$U_N=4V$ $f_N=50Hz$ $R_H=324\Omega$ $R_S=850\Omega$ $\delta=2\%$	
$Z_E = 3,6\Omega$			
t= 4 μ s/10 μ s			
START Pomiar		ENTER Wpisz do pamięci	

- ← Rezystancja elektrody prądowej
- ← Rezystancja elektrody napięciowej
- ← Wartość niepewności dodatkowej, wnoszonej przez rezystancję elektrod

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s.
Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.

Uwagi:



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

- Impuls 8/20 μ s jest dostępny dla wersji oprogramowania od 2.04.
- R_H i R_S są mierzone metodą niskoczęstotliwościową.
- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym - miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeśli rezystancja sond pomiarowych jest zbyt duża, pomiar uziomu Z_E zostanie obciążony 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). Wtedy stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorami podanymi w punkcie 10.2 dokonać obliczenia, które pozwoli oszacować wpływ warunków pomiarowych. Można też poprawić kontakt sondy z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie sondy 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - sonda nie są skorodowane lub poluzowane. W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć świadomość wielkości niepewności, jaką jest obciążony pomiar.
- Jeżeli rezystancja sond H lub S lub obu przekracza 1 k Ω , miernik wyświetla stosowny komunikat: "Rezystancje elektrod R_H i R_S są większe niż 1 k Ω ! Pomiar niemożliwy!".

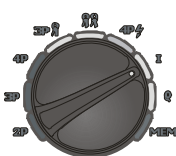
Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$Z_E > 199 \Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
$U_N > 40V!$ i ciągły sygnał dźwiękowy 	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.
$U_N > 24V!$	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
LIMIT!	Niepewność od rezystancji elektrod $> 30\%$. (Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

3.9 Pomiar prądu

Funkcja umożliwia wykonanie pomiaru wartości skutecznej prądu przy zastosowaniu cęgów pomiarowych. Może być wykorzystana do pomiaru np. prądu upływu w badanej instalacji. Możliwy jest wybór spośród kilku typów cęgów pomiarowych różniących się średnicą i zakresami mierzonych prądów (patrz Dane techniczne).

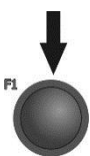
1



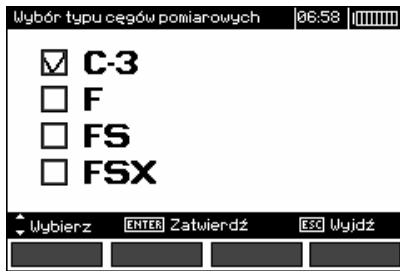
Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy
wyboru funkcji ustawić
na pozycji I.



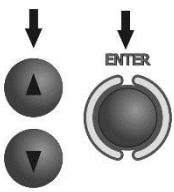
2



Aby wybrać typ cęgów,
wcisnąć przycisk F1.



3



Przyciskami ▲, ▼ wybrać typ
cęgów, wcisnąć przycisk ENTER.

Uwagi:

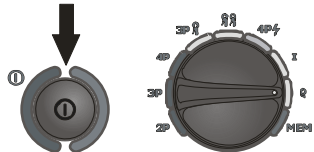
- Pomiar wykonywany jest w sposób ciągły bez możliwości zapisu do pamięci.
- Cęgami elastycznymi serii F można mierzyć tylko duże prądy > 1 A.

3.10 Pomiar rezystywności gruntu

Do pomiarów rezystywności gruntu - stosowanych jako przygotowanie do wykonania projektu systemu uziemień czy też w geologii - przewidziano oddzielną funkcję wybieraną przełącznikiem obrotowym: pomiar rezystywności gruntu ρ . Funkcja ta jest metrologicznie identyczna, jak czterobiegunowy

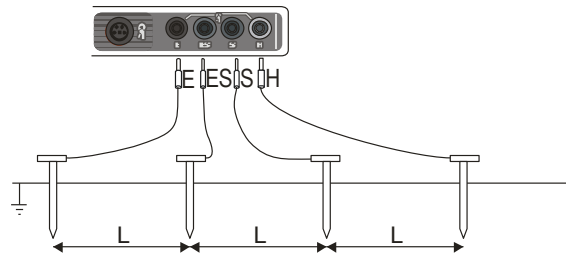
pomiar rezystancji uziemienia, zawiera jednak dodatkową procedurę wpisywania odległości pomiędzy elektrodami. Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru $\rho = 2\pi LR_E$, stosowanego w metodzie pomiarowej Wennera. Metoda ta zakłada równe odległości pomiędzy elektrodami.

1

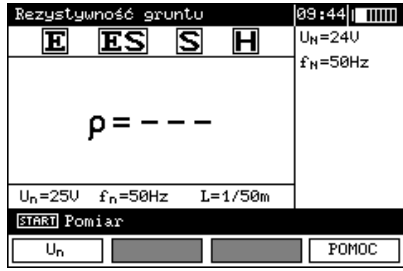


Włączyć miernik.
 Przełącznik obrotowy
 wyboru funkcji ustawić
 na pozycji **p**.

2

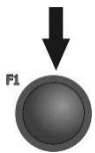


4 sondy wbite w ziemię w jednej linii i równych odstępach
 podłączyć do miernika według powyższego rysunku.

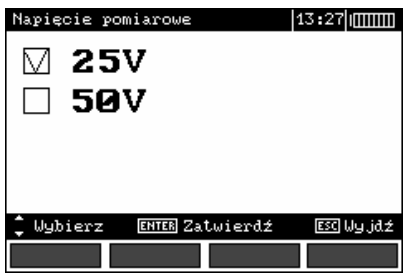


Miernik jest gotowy do pomiaru.
 Na wyświetlaczu pomocniczym
 można odczytać wartość napię-
 cia zakłócającego oraz jego
 częstotliwość.
 Na belce nastaw pokazane są:
 napięcie pomiarowe, częstotli-
 wość sieci ustawiona w **MENU** i
 odległość między elektrodami.

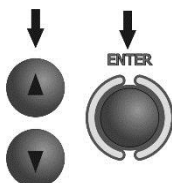
3



Aby zmienić napięcie pomiarowe
 wcisnąć przycisk F1.

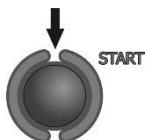


④

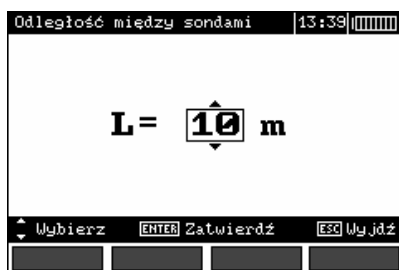


Przyciskami ▲, ▼ wybrać napięcie pomiarowe, wcisnąć przycisk ENTER.

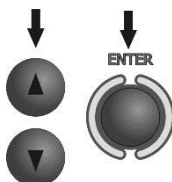
⑤



Aby przejść do trybu wyboru odległości między sondami wcisnąć przycisk START.



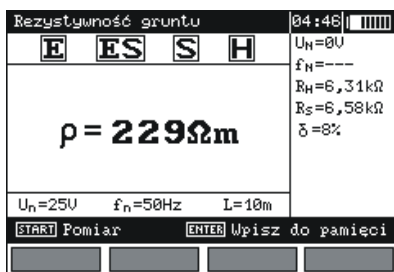
⑥



Przyciskami ▲, ▼ wybrać odległość między sondami, wcisnąć przycisk ENTER, aby uruchomić pomiar.

⑦

Odczytać wynik.



- ← Rezystancja elektrody prądowej
- ← Rezystancja elektrody napięciowej
- ← Wartość niepewności dodatkowej, wnoszonej przez rezystancję elektrod

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s.
Można go przywołać ponownie przyciskiem ENTER.

Uwagi:



Pomiar rezystancji uziemienia może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24 V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100 V, ale powyżej 40 V sygnalizowane jest jako niebezpieczne. Nie wolno dołączać 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 samodzielnie wykonać obliczenia.

- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym - miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.

- Jeśli rezystancja sond pomiarowych jest zbyt duża, pomiar uziomu R_E zostanie obciążony 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). Wtedy stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorami podanymi w punkcie 10.2 dokonać obliczenia, które pozwoli oszacować wpływ warunków pomiarowych. Można też poprawić kontakt sondy z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie sondy 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - sonda nie są skorodowane lub poluzowane. W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć świadomość wielkości niepewności, jaką jest obciążony pomiar.

- Jeżeli rezystancja sond H i S lub jednej z nich przekracza 19,9 k Ω , miernik wyświetla stosowny komunikat: "Rezystancje elektrod R_H i R_S są większe niż 19,9 k Ω ! Pomiar niemożliwy!".

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$R_E > 999 \text{ k}\Omega \text{m}$	Przekroczony zakres pomiarowy.
$U_N > 40 \text{ V}!$ i ciągły sygnał dźwiękowy 	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, klawiatura jest blokowana.
$U_N > 24 \text{ V}!$	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
LIMIT!	Niepewność od rezystancji elektrod $> 30 \%$. (Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

4 Pamięć

Mierniki MRU-200 są wyposażone w pamięć 990 wyników pomiarów rezystancji. Miejsce w pamięci, w którym jest zapisywany pojedynczy wynik nazywa się komórką pamięci, która w mierniku opisana jest jako „pomiar”. Cała pamięć podzielona jest na 10 banków po 99 komórek. Każdy wynik można zapisywać w komórce o wybranym numerze i w wybranym banku, dzięki czemu użytkownik miernika może według własnego uznania przyporządkowywać numery komórek do poszczególnych punktów pomiarowych a numery banków do poszczególnych obiektów, wykonywać pomiary w dowolnej kolejności i powtarzać je bez utraty pozostałych danych.

Pamięć wyników pomiarów nie ulega skasowaniu po wyłączeniu miernika, dzięki czemu mogą one zostać później odczytane bądź przesłane do komputera. Nie ulega też zmianie numer bieżącej komórki i banku.

Zaleca się skasowanie pamięci po odczytaniu danych lub przed wykonaniem nowej serii pomiarów, które mogą zostać zapisane do tych samych komórek, co poprzednie.

4.1 Wpis do pamięci

①



Po wykonaniu pomiaru wcisnąć przycisk **ENTER**.

Wpis do pamięci		00:01	BAT
Pomiar 4/99	Bank 3/10		

⬆ Pomiar ⬅ Bank ENTER Zapisz ESC Wyjdź			

komórka wolna

Wpis do pamięci		00:02	BAT
Pomiar 4/99	Bank 3/10	$U_N = 0V$	
Pomiar ciągłości		$f_N = ---$	
$R = 2,983\Omega$			
$f_N = 50Hz$			
⬆ Pomiar ⬅ Bank ENTER Zapisz ESC Wyjdź			

komórka zajęta

②

Wybór pomiaru (komórki) przyciskami $\blacktriangle$ i $\blacktriangledown$, wybór banku przyciskami $\blacktriangleleft$ i $\blacktriangleright$.
Wpis do pamięci przyciskiem **ENTER**.

③

Przy próbie zapisu do zajętej komórki pojawi się ostrzeżenie:



④

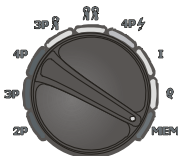
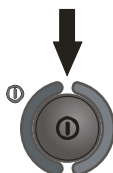
Po wyborze opcji przyciskami ◀ i ▶ wcisnąć przycisk **ENTER**.

4.2 Kasowanie pamięci

Uwaga:

W czasie trwania kasowania wyświetlana jest belka postępu.

①



Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy
wyboru funkcji ustawić
na pozycji **MEM**.

②



Przyciskami ▲ i ▼ zaznaczyć
"Kasowanie pamięci".



③



Wcisnąć przycisk **ENTER**.



④



Przyciskami ▲ i ▼ wybrać kasowanie całej pamięci, banku lub pomiaru.

⑤

Postępować zgodnie z poleceniami wyświetlanymi przez miernik.

4.3 Przeglądanie pamięci

①



Przyciskami ▲ i ▼ zaznaczyć "Przeglądanie pamięci".



②



Wcisnąć przycisk ENTER.

Przeglądanie pamięci		00:03	BAT
Pomiar 4/4	Bank 3/3	U _N =0V	f _N =---
Pomiar ciągłości			
R = 2,983Ω			
f _N =50Hz			
↶ Pomiar	↷ Bank	ESQ Wyjdź	

3

Przyciskami  i  wybiera się bank
a przyciskami  i  komórkę.

Uwagi:

- Przy przeglądaniu pamięci pomiary i banki puste są niedostępne. Zapis „Pomiar 1/20” oznacza pomiar pierwszy z 20; pomiary 21...99 są puste i niedostępne. Ta sama zasada dotyczy banków. Jeżeli pamięć zapisana jest w sposób nieciągły, pomiary i banki puste są przy przeglądaniu pomijane.

5 Transmisja danych

Uwagi:

- Transmisja danych nie jest możliwa podczas ładowania akumulatorów.

5.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem

Do współpracy miernika z komputerem niezbędny jest przewód USB lub moduł Bluetooth i odpowiednie oprogramowanie. Jeżeli oprogramowanie nie zostało zakupione wraz z miernikiem, to można je nabyć u producenta lub autoryzowanego dystrybutora.

Posiadane oprogramowanie można wykorzystać do współpracy z wieloma przyrządami produkcji SONEL S.A. wyposażonymi w interfejs USB i/lub moduł Bluetooth.

Szczegółowe informacje dostępne są u producenta i dystrybutorów.

5.2 Transmisja danych przy pomocy złącza USB

1. Przełącznik obrotowy ustawić w pozycji MEM.
2. Podłączyć przewód do portu USB komputera i gniazda USB miernika.
3. Uruchomić program SONEL READER.

5.3 Transmisja danych przy pomocy modułu Bluetooth*

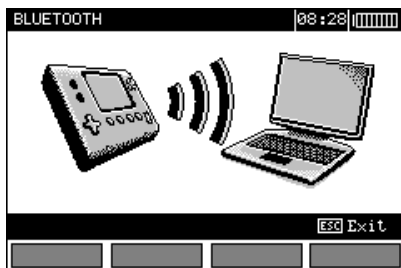
* Od numeru seryjnego E30001 jest montowany moduł BT w miejsce dotychczasowego modułu OR-1.

1. W MENU głównym miernika wybrać pozycję **Transmisja bezprzewodowa**



lub przełącznik funkcji ustawić na **MEM** i wcisnąć przycisk **F1**.





3. Podłączyć moduł Bluetooth do gniazda USB komputera PC, o ile nie jest on zintegrowany z PC.
4. Podczas parowania miernika z komputerem należy wpisać kod PIN zgodny z kodem PIN miernika w ustawieniach głównych.
5. Na komputerze uruchomić program do archiwizacji danych.

W razie potrzeby zmiany kodu PIN wybrać pozycję **Zmień kod PIN**.



Kursorami ustawić żądany kod.



Taki sam kod należy wpisać w programie komputerowym. Ma on służyć zabezpieczeniu transmisji.

Uwagi:



Standardowy pin dla Bluetooth to „123”.

- Wyjście z trybu komunikacji przyciskiem **ESC**.
- Przy włączonym przewodzie USB transmisja radiowa nie jest możliwa.

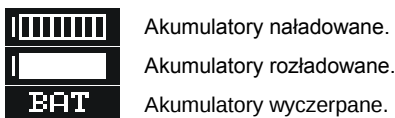
6 Zasilanie miernika

Uwaga:

Przyrząd MRU-200 został zaprojektowany do użytku wyłącznie z akumulatorami dołączonymi w standardzie. Stosowanie baterii zamiast akumulatorów może mieć miejsce wyłącznie w przypadkach awaryjnych (np. całkowite rozładowanie akumulatorów podczas pomiarów słupów energetycznych w warunkach terenowych), przy czym należy się liczyć z ich szybkim rozładowaniem (kilkanaście pomiarów) i wadliwym działaniem przyrządu przy dużym chwilowym poborze prądu.

6.1 Monitorowanie napięcia zasilającego

Stopień naładowania akumulatorów jest na bieżąco wskazywany przez symbol umieszczony w prawym górnym rogu ekranu:



Należy pamiętać, że:

- napis **BAT** zapalający się na wyświetlaczu oznacza zbyt niskie napięcie zasilające i sygnalizuje potrzebę naładowania akumulatorów,
- pomiary wykonane miernikiem ze zbyt niskim napięciem zasilającym obarczone są dodatkowymi niepewnościami niemożliwymi do oszacowania przez użytkownika i nie mogą być podstawą do stwierdzenia poprawności kontrolowanego uzziemienia.

6.2 Wymiana akumulatorów

Miernik MRU-200 jest wyposażony w pakiet akumulatorów NiMH, oraz ładowarkę (charger) umożliwiającą ich naładowanie.

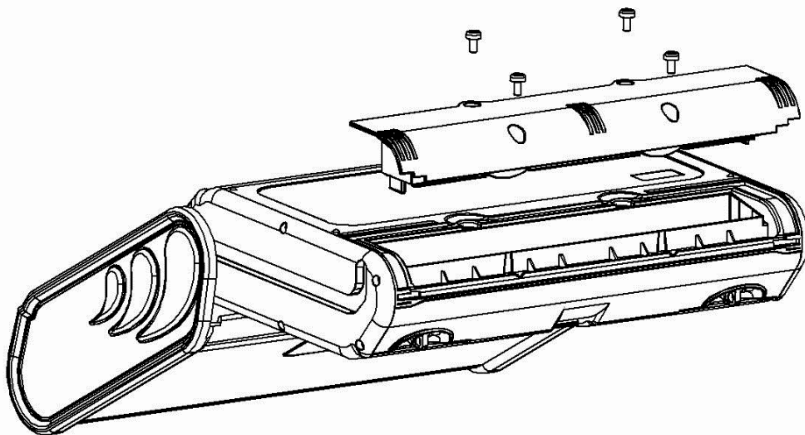
Pakiet akumulatorów jest umieszczany w pojemniku. Ładowarka jest zamontowana wewnątrz obudowy miernika i współpracuje jedynie z firmowym pakietem akumulatorów. Zasilana jest z zewnętrznego zasilacza. Możliwe jest też zasilanie z gniazda zapalniczki samochodowej.

OSTRZEŻENIE:

Pozostawienie przewodów w gniazdach podczas wymiany akumulatorów może spowodować porażenie niebezpiecznym napięciem.

W celu wymiany pakietu akumulatorów należy:

- wyjąć wszystkie przewody z gniazd i wyłączyć miernik,
- odkręcić 4 wkręty mocujące pojemnik na akumulatory (w dolnej części obudowy),
- wyjąć pakiet akumulatorów,
- włożyć nowy pakiet akumulatorów,
- przykręcić 4 wkręty mocujące pojemnik.



UWAGA!

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

6.3 Wymiana bezpieczników

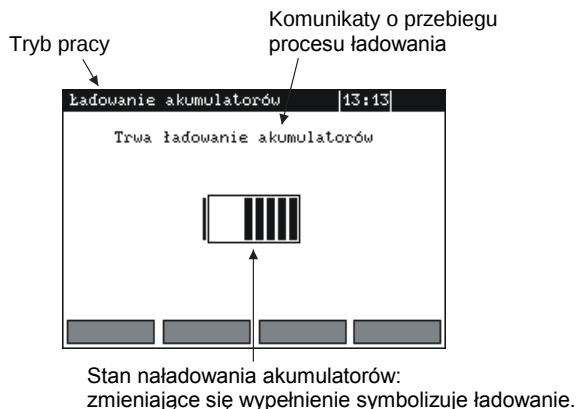
Po wyjęciu pojemnika na akumulatory jest dojście do dwóch wymiennych bezpieczników typu:

- FST 1A 250Vac, 5x20mm oraz
- 2A 250Vac, zwłoczny, 5x20mm.

W razie nie działania przyrządu lub ładowarki akumulatorów należy, przed wysłaniem go do serwisu, sprawdzić bezpieczniki i przepalony wymienić na taki sam. Bezpieczniki znajdują się w uchwytach, w pobliżu środka wnęki. Aby je wyjąć należy użyć wąskiego narzędzia (np. śrubokrętu).

6.4 Ładowanie akumulatorów

Ładowanie rozpoczyna się po dołączeniu zasilacza do miernika, niezależnie od tego, czy miernik jest wyłączony czy nie. Ekran podczas ładowania wygląda jak na poniższym rysunku. Akumulatory są ładowane według algorytmu „szybkiego ładowania” - proces ten pozwala skrócić czas ładowania do ok. 4 godzin. Zakończenie procesu ładowania sygnalizowane jest wyświetleniem komunikatu: **Koniec ładowania**. Aby wyłączyć przyrząd należy wyjąć wtyczkę zasilania ładowarki.



Uwagi:

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

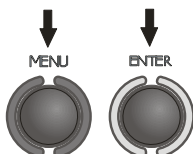
Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

Komunikat	Przyczyna	Postępowanie
Zły styk na złączu pakietu akumulatorów!	Za wysokie napięcie na pakiecie akumulatorów podczas ładowania.	Sprawdzić styki złącza pakietu akumulatorów. Jeżeli sytuacja nie ulega zmianie, wymienić pakiet.
Brak akumulatora!	Brak komunikacji z kontrolerem akumulatorów lub włożony pojemnik z bateriami.	Sprawdzić styki złącza pakietu akumulatorów. Jeżeli sytuacja nie ulega zmianie, wymienić pakiet. Włożyć pakiet akumulatorów zamiast baterii.
Zbyt niska temperatura pakietu akumulatorów!	Temperatura otoczenia niższa od 10°C	Nie jest możliwe poprawne wykonanie ładowania w takiej temperaturze. Przenieść miernik do ogrzanego pomieszczenia i ponownie uruchomić tryb ładowania. Komunikat ten może pojawić się również w przypadku silnego rozładowania akumulatorów. Należy wówczas kilkakrotnie spróbować załączyć ładowarkę.
Wstępne ładowanie nie powiodło się!	Uszkodzony lub bardzo mocno rozładowany pakiet akumulatorów	Napis pojawia się na chwilę, po czym proces ładowania wstępnego zaczyna się od początku. Jeżeli po kilku próbach miernik wyświetli napis: Zbyt wysoka temperatura pakietu akumulatorów! , należy wymienić pakiet.

6.5 Rozładowanie akumulatorów

Dla zapewnienia prawidłowej pracy akumulatorów (wskazania stopnia naładowania) i przedłużenia ich żywotności, należy okresowo ładować je od zera. Aby rozładować akumulatory należy:

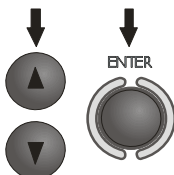
①



Wcisnąć przycisk **MENU** i wybrać **Ustawienia miernika**.
Wcisnąć przycisk **ENTER**.



②



Przyciskami ▲, ▼ wybrać **Rozładowanie akumulatorów**,
wcisnąć przycisk **ENTER**.

Przeczytać wyświetlony tekst i zaakceptować.

Rozładowywanie, które w zależności od stopnia rozładowania pakietu trwa do 10 godzin, sygnalizowane jest napisem: **Trwa rozładowanie akumulatorów**.

6.6 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów niklowo-wodorkowych (Ni-MH)

- Jeżeli dłuższy czas nie korzystasz z urządzenia, wyjmij z niego akumulatory i przechowuj oddzielnie.
- Przechowuj akumulatory w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym miejscu oraz chroń je przed bezpośrednim nasłonecznieniem. Temperatura otoczenia dla długiego przechowywania powinna być utrzymywana poniżej 30 stopni C. Jeżeli akumulatory są przechowywane przez długi czas w wysokiej temperaturze, wówczas zachodzące procesy chemiczne mogą skrócić ich żywotność.
- Akumulatory Ni-MH wytrzymują zwykle 500-1000 cykli ładowania. Akumulatory te osiągają maksymalną wydajność dopiero po uformowaniu (2-3 cyklach ładowania i rozładowania). Najważniejszym czynnikiem wpływającym na żywotność akumulatora jest głębokość rozładowania. Im głębsze jest rozładowanie akumulatora, tym krótsze jest jego życie.
- Efekt pamięciowy występuje w akumulatorach Ni-MH w sposób ograniczony. Akumulatory te można bez większych konsekwencji doładowywać. Wskazane jest jednak, aby co kilka cykli całkowicie je rozładować.
- Podczas przechowywania akumulatorów Ni-MH następuje samoistne ich rozładowanie z prędkością około 30% miesięcznie. Trzymanie akumulatorów w wysokich temperaturach może przyspieszyć ten proces nawet dwukrotnie. Aby nie dopuścić do zbytniego rozładowania akumulatorów, po którym konieczne będzie formowanie, należy co jakiś czas doładować akumulatory (również nieużywane).

- 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 jest sygnałem do zakończenia ładowania i jest zjawiskiem typowym. Jednak ładowanie w wysokiej temperaturze otoczenia oprócz zmniejszenia żywotności powoduje szybszy wzrost temperatury akumulatora, który nie zostanie naładowany do pełnej pojemności.

- Należy pamiętać, że przy szybkim ładowaniu akumulatory naładowują się do ok. 80% pojemności, lepsze rezultaty można uzyskać kontynuując ładowanie: ładowarka przechodzi wtedy w tryb doładowywania małym prądem i po następnych kilku godzinach akumulatory naładowane są do pełnej pojemności.

- Nie ładuj ani nie używaj akumulatorów w temperaturach ekstremalnych. Skrajne temperatury redukują żywotność baterii i akumulatorów. Należy unikać umieszczania urządzeń zasilanych akumulatorami w bardzo ciepłych miejscach. Znamionowa temperatura pracy powinna być bezwzględnie przestrzegana.

7 Czyszczenie i konserwacja

UWAGA!

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

Obudowę miernika można czyścić miękką, wilgotną szmatką używając ogólnie dostępnych detergentów. Nie należy używać żadnych rozpuszczalników ani środków czyszczących, które mogłyby porysować obudowę (proszki, pasty itp.).

Sondy można umyć wodą i wytrzeć do sucha. Przed dłuższym przechowywaniem zaleca się nasmarowanie sond dowolnym smarem maszynowym.

Szpule, cęgi elastyczne oraz przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie wytrzeć do sucha.

Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

8 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

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

9 Rozbiórka i utylizacja

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

Zużyty sprzęt elektryczny 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.

10 Dane techniczne

- Wyprecyzowana dokładność dotyczy zacisków miernika.
- „w.m.” w określeniu niepewności podstawowej oznacza wartość mierzoną wzorcową.

10.1 Dane podstawowe

Pomiar napięcia zakłócającego U_N (RMS)

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0...100V	1V	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$

- pomiar dla f_N 15...450 Hz
- częstotliwość wykonywania pomiarów – min. 2 pomiary/s

Pomiar częstotliwości zakłóceń f_N

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
15...450Hz	1Hz	$\pm(1\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$

- pomiar dla napięć zakłócających $>1V$ (dla napięć $\leq 1V$ wyświetlane jest $f=---$)

Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i wyrównawczych (metoda 2 przewodowa)

Metoda pomiarowa: techniczna, zgodna z IEC 61557-4

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-4: 0,045 Ω ... 19,99k Ω

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99k Ω	0,01k Ω	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$

* - W zakresie 0,000...0,045 Ω nie specyfikuje się dokładności.

Pomiar rezystancji uziemień (metoda 3, 4 przewodowa)

Metoda pomiarowa: techniczna, zgodna z IEC 61557-5

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-5: 0,100 Ω ... 19,99k Ω

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99k Ω	0,01k Ω	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$

* - Dla pomiaru 3-przewodowego w zakresie 0,000...0,045 Ω nie specyfikuje się dokładności.

Pomiar rezystancji elektrod pomocniczych

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0...999Ω	1Ω	$\pm(5\% (R_E + R_H + R_S) + 8 \text{ cyfr})$
1,00...9,99kΩ	0,01kΩ	
10,0...19,9kΩ	0,1kΩ	

Pomiar rezystancji uziemień wielokrotnych z wykorzystaniem cęgów (metoda 3 przewodowa z cęgami)

Metoda pomiarowa: techniczna, zgodna z IEC 61557-5

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-5: 0,120Ω ... 1999Ω

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,000...3,999Ω *	0,001Ω	$\pm(8\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
4,00...39,99Ω	0,01Ω	$\pm(8\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
40,0...399,9Ω	0,1Ω	
400...1999Ω	1Ω	

* - W zakresie 0,000...0,045Ω nie specyfikuje się dokładności.

Pomiar rezystancji uziemień wielokrotnych z wykorzystaniem cęgów podwójnych

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,00...19,99Ω	0,01Ω	$\pm(10\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
20,0...149,9Ω	0,1Ω	$\pm(20\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$

Pomiar rezystywności gruntu

Metoda pomiarowa: Wennera, $\rho = 2\pi LR_E$

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,0...199,9Ωm	0,1Ωm	Zależna od niepewności podstawowej pomiaru R_E w układzie 4p, ale nie mniejsza niż ± 1 cyfra
200...1999Ωm	1Ωm	
2,00...19,99kΩm	0,01kΩm	
20,0...99,9kΩm	0,1kΩm	
100...999kΩm	1kΩm	

- odległość między sondami pomiarowymi (L): 1...50m

Pomiar prądów upływu, uszkodzeniowych (rms)

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,1..99,9mA ¹	0,1mA	±(8% w.m. + 5 cyfr)
100..999mA ¹	1mA	±(8% w.m. + 3 cyfry)
1,00..4,99A ^{1,2,3,4}	0,01A	±(5% w.m. + 5 cyfr) ^{1,3,4} niespecyfikowana ² niespecyfikowana 0..2 A ³ niespecyfikowana 0..1 A ⁴
5,00..9,99A ^{1,2,3,4}	0,01A	±(5% w.m. + 5 cyfr)
10,0..99,9A ^{1,2,3,4}	0,1A	
100 ... 300A ^{1,2,3,4}	1A	

¹ – cęgi prądowe (średnica 52mm) – C-3

² – cęgi prądowe giętkie – seria F

³ – cęgi prądowe giętkie – FS-2

⁴ – cęgi prądowe giętkie – FSX-3

- zakres częstotliwości: 45...400Hz

Pomiar rezystancji uziemienia metodą uderową

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,0...99,9Ω	0,1Ω	±(2,5% w.m. + 3 cyfry)
100... 199Ω	1Ω	

- kształt impulsu uderowego: 4/10μs, 8/20μs (od wersji oprogramowania 2.04) lub 10/350μs
- prąd pomiarowy w impulsie: 1A
- napięcie w szczycie: 1500V

Pozostałe dane techniczne

- a) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1 i IEC 61557
- b) kategoria pomiarowa IV 300V wg PN-EN 61010-1
- c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 IP54
- d) maksymalne napięcie zakłóceń AC + DC, przy którym wykonywany jest pomiar 24 V
- e) maksymalne mierzone napięcie zakłóceń 100 V
- f) maksymalny prąd zakłócający, przy którym wykonywany jest pomiar rezystancji uziemień metodą cęgową 3 Arms
- g) częstotliwość prądu pomiarowego 125Hz dla sieci 16 2/3Hz, 50Hz, i 400Hz
oraz 150Hz dla sieci 60Hz
- h) napięcie i prąd pomiarowy dla 2p U<24 Vrms, I≥200 mA dla R≤2 Ω
- i) napięcie pomiarowe dla 3p, 4p 25 lub 50 V
- j) prąd pomiarowy (zwarciový) dla 3p, 4p >200 mA
- k) maksymalna rezystancja elektrod pomiarowych 20 kΩ
- l) sygnalizacja zbyt małego prądu cęgów dla ≤0,5 mA
- m) zasilanie miernika pakiet akumulatorów typu SONEl NiMH 4,8V 4,2 Ah
- n) parametry zasilacza ładowarki akumulatorów 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- o) ilość pomiarów dla R 2p >1500 (1Ω, 2 pomiary/minutę)
- p) ilość pomiarów dla RE > 1200 (RE=10Ω, RH=RS=100Ω, 2 pomiary/minutę)
- q) czas wykonywania pomiaru rezystancji metodą dwubiegunową <6 s
- r) czas wykonywania pomiaru rezystancji pozostałymi metodami oraz rezystywności <8 s
- s) wymiary 288 x 223 x 75 mm
- t) masa miernika z akumulatorami ok. 2 kg
- u) temperatura pracy -10...+50 °C

- v) zakres temperatur pozwalający na rozpoczęcie ładowania akumulatora +10 °C...+40 °C
- w) temperatury, przy których przerywane jest ładowanie akumulatora <+5 °C i ≥ +50 °C
- x) temperatura odniesienia 23 ±2 °C
- y) temperatura przechowywania -20...+80 °C
- z) wilgotność względna 20...90%
- aa) wilgotność względna nominalna 40...60%
- bb) wysokość n.p.m.<2000m
- cc) standard jakościopracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001
- dd) wyrób spełnia wymagania EMC wg norm PN-EN 61326-1:2006 i PN-EN 61326-2-2:2006

10.2 Dane dodatkowe

Dane o niepewnościach dodatkowych są przydatne głównie w przypadku używania miernika w niestandardowych warunkach oraz dla laboratoriów pomiarowych przy wzorcowaniu.

10.2.1 Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji 3p, 4p, 3p + cęgi

R	Niepewność dodatkowa [Ω]
0,000...3,999Ω	$\pm (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{U_z}{R_E}) \cdot U_z$
>3,999Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-2}) \cdot U_z$

10.2.2 Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji p

$$\Delta_{\text{add}} [\Omega] = \pm 2,5 \cdot (10^{-3} \cdot R_E + 10^{-6} \cdot R_H \cdot U_z) \cdot U_z,$$

$$\text{gdzie } R_E = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

10.2.3 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji 3p, 4p, 3p + cęgi

R_E	R_H, R_S	Niepewność dodatkowa [%]
0,000... ...3,999Ω	$R_H \leq 500\Omega$ i $R_S \leq 500\Omega$	W granicach niepewności podstawowej
	$R_H > 500\Omega$ lub $R_S > 500\Omega$ lub R_H i $R_S > 500\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999Ω	$R_H \leq 1k\Omega$ i $R_S \leq 1k\Omega$	W granicach niepewności podstawowej
	$R_H > 1k\Omega$ lub $R_S > 1k\Omega$ lub R_H i $R_S > 1k\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$

Dla pomiaru z użyciem ERP-1

R_E	R_H, R_S	Niepewność dodatkowa dla $U = 25 \text{ V}$ [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	$R_H \leq 500 \text{ } \Omega$ i $R_S \leq 500 \text{ } \Omega$	W granicach niepewności podstawowej
	$R_H > 500 \text{ } \Omega$ lub $R_S > 500 \text{ } \Omega$ lub R_H i $R_S > 500 \text{ } \Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	$R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ i $R_S \leq 1 \text{ k}\Omega$	W granicach niepewności podstawowej
	$R_H > 1 \text{ k}\Omega$ lub $R_S > 1 \text{ k}\Omega$ lub R_H i $R_S > 1 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 20 \cdot 10^{-4} \right)$

R_E	R_H, R_S	Niepewność dodatkowa dla $U = 50 \text{ V}$ [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	$R_H \leq 500 \text{ } \Omega$ i $R_S \leq 500 \text{ } \Omega$	W granicach niepewności podstawowej
	$R_H > 500 \text{ } \Omega$ lub $R_S > 500 \text{ } \Omega$ lub R_H i $R_S > 500 \text{ } \Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	$R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ i $R_S \leq 1 \text{ k}\Omega$	W granicach niepewności podstawowej
	$R_H > 1 \text{ k}\Omega$ lub $R_S > 1 \text{ k}\Omega$ lub R_H i $R_S > 1 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 15 \cdot 10^{-4} \right)$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ i $R_H[\Omega]$ są wartościami wyświetlonymi przez przyrząd.

10.2.4 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji p

Niepewność dodatkowa [%]
$\pm \left(\frac{R_H \cdot (R_S + 30000\Omega)}{R_E} \cdot 3,2 \cdot 10^{-7} + 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{R_H^2 + R_S^2} \right)$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ i $R_H[\Omega]$ są wartościami wyświetlonymi przez przyrząd.

10.2.5 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar impedancji uziemienia metodą uderową

R_H	Z_E	Niepewność [%]
$R_H \leq 150\Omega$	0,0...199 Ω	w granicach niepewności podstawowej
$R_H > 150\Omega$	0,0...4,9 Ω	$\pm \left(\frac{R_H - 100}{Z_E} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \right)$
	5,0...199 Ω	$\pm ((R_H - 100) \cdot 7 \cdot 10^{-3})$

$Z_E[\Omega]$ i $R_H[\Omega]$ są wartościami wyświetlanymi przez przyrząd.

10.2.6 Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemienia 3p + cęgi

Miernik MRU-200 może wykonywać pomiary w obecności prądu zakłócającego o wartości nieprzekraczającej 3A rms i częstotliwości zgodnej z ustawioną w MENU.

R_E	U_{wy}	Niepewność [Ω]
$\leq 50\Omega$	25V	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_{zakl}^2)$
	50V	$\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_{zakl}^2)$
$> 50\Omega$	25V	$\pm (70 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^2)$
	50V	$\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^2)$

Dla wartości prądu $> 3A$ następuje zablokowanie możliwości wykonywania pomiarów.

10.2.7 Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemień z wykorzystaniem podwójnych cęgów

Miernik MRU-200 może wykonywać pomiary w obecności prądu zakłócającego o wartości nieprzekraczającej 3Arms i częstotliwości zgodnej z ustawioną w MENU.

R_E	Niepewność [Ω]
0,00...4,99 Ω	w granicach niepewności podstawowej
5,00...19,9 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^3)$
20,0...149,9 Ω	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^3)$

Dla wartości prądu $> 3A$ następuje zablokowanie możliwości wykonywania pomiarów.

10.2.8 Wpływ stosunku rezystancji mierzonej cęgami gałęzi uziemienia wielokrotnego do rezystancji wypadkowej (3p + cęgi)

R_C	Niepewność [Ω]
$\leq 99,9\Omega$	$\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$
$> 99,9\Omega$	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$

$R_C[\Omega]$ jest wartością rezystancji mierzonej cęgami gałęzi wyświetlonej przez przyrząd, a $R_w[\Omega]$ wartością rezystancji wypadkowej uziemienia wielokrotnego.

10.2.9 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 (2p)

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa	
Położenie	E_1	0%	
Napięcie zasilania	E_2	0% (nie świeci hA)	
Temperatura	E_3	$\leq 3,999\Omega$	$\pm 0,3\text{cyfry}/^\circ\text{C}$
		$> 3,999\Omega, < 1k\Omega$	$\pm 0,2\text{cyfry}/^\circ\text{C}$
		$\geq 1k\Omega$	$\pm 0,07\%/^\circ\text{C}$ $\pm 0,2\text{cyfry}/^\circ\text{C}$

10.2.10 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-5 (3p, 4p, 3p + cęgi)

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa	
Położenie	E_1	0%	
Napięcie zasilania	E_2	0% (nie świeci bat)	
Temperatura	E_3	$\leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3 \text{ cyfry}/^{\circ}\text{C}$
		$> 3,999 \Omega, < 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,2 \text{ cyfry}/^{\circ}\text{C}$
		$\geq 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,07\%/^{\circ}\text{C}$
Szeregowe napięcie zakłócające	E_4	Wg wzorów z p. 10.2.1 ($U_z = 3\text{V}$ 50/60/400/16 2/3Hz)	
Rezystancja elektrod i uziomów pomocniczych	E_5	Wg wzoru z p.10.2.3	

11 Wyposażenie

11.1 Wyposażenie podstawowe

- 4 sondy 30 cm – **WASONG30**,
- przewód pomiarowy czarny o długości 2,2 m zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ2X2BLBB**,
- przewody pomiarowe na szpulkach o długości 25 m (niebieski **WAPRZ025BUBBSZ** – 1 szt. i czerwony **WAPRZ025REBBSZ** – 1 szt.), zakończone obustronnie wtykami bananowymi, pozwalających na przedłużanie przewodów (do pomiaru uziemień rozległych),
- przewód pomiarowy 50m na szpuli (ekranowany, żółty), zakończony obustronnie wtykami bananowymi – **WAPRZ050YEBBSZE**,
- przewód 1,2m czerwony – **WAPRZ1X2REBB**,
- krokodyl czarny – **WAKROBL20K01**,
- krokodyl czerwony – **WAKRORE20K02**,
- imadło – **WAZACIMA1**,
- pakiet akumulatorów – **WAAKU07**,
- pokrowiec na miernik – **WAFUTL2**,
- szelki do noszenia przyrządu 2 szt. (krótkie i długie) – **WAPOZSZEKPL**,
- przewód USB – **WAPRZUSB**,
- przewód do ładowania akumulatorów z gniazda zapalniczki samochodowej – **WAPRZLAD12SAM**,
- zasilacz do ładowania akumulatorów (dostosowany dla różnych krajów) – **WAZASZ7**,
- karta gwarancyjna,
- instrukcja obsługi.

11.2 Wyposażenie dodatkowe

Dodatkowo u producenta i dystrybutorów można zakupić następujące elementy nie wchodzące w skład wyposażenia standardowego:

WASONG80



- sonda pomiarowa 80cm do wbijania w grunt

WACEGC3OKR



- cęgi odbiorcze C-3

WACEGF2AOKR



- cęgi giętkie F-2A

WACEGF4AOKR



- cęgi giętkie F-4A

WACEGN1BB



- cęgi nadawcze N-1

WACEGF1AOKR



- cęgi giętkie F-1A

WACEGF3AOKR



- cęgi giętkie F-3A

WACEGFS2OKR



- cęgi giętkie FS-2

WACEGFSX30KR



- *cęgi giętkie FSX-3*

WAFUTL3



- *pokrowiec do sondy 80cm*

WAWALXL3



- *walizka XL3 na miernik i akcesoria*

WAPOJ1



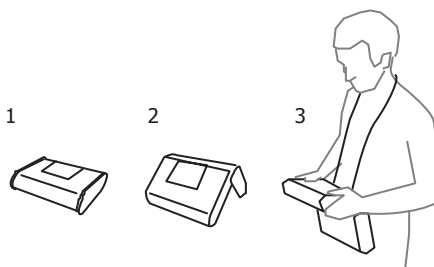
- *pojemnik na baterie*

LSWPLMRU200

- *świadectwo wzorcowania*

12 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 przenieszonego na szyi przy pomocy szelek

13 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.

14 Usługi laboratoryjne

Laboratorium Badawczo-Wzorcujące firmy SONEL S.A. oferuje usługi wzorcowania następujących przyrządów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych i nieelektrycznych:

- mierników do pomiarów przeciwporażeniowych i ochronnych: rezystancji izolacji, rezystancji i impedancji pętli zwarcia, rezystancji uziemień i rezystywności gruntu, parametrów wyłączników różnicowoprądowych oraz mierników wielofunkcyjnych obejmujących funkcjonalnie w/w przyrządy,
- mierników bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego,
- multimetrów,
- analizatorów jakości zasilania,
- mierników do pomiaru małych rezystancji,
- kamer termowizyjnych,
- pirometrów,
- luksomierzy.

Ponadto Laboratorium wykonuje wzorcowania wzorców napięć, prądów oraz rezystancji.

Świadectwo wzorcowania jest dokumentem potwierdzającym zgodność parametrów zadeklarowanych przez producenta badanego przyrządu odniesione do wzorca państwowego, z określeniem niepewności pomiaru.

Zgodnie z normą **PN-EN ISO 10012:2004** „Systemy zarządzania pomiarami - Wymagania dotyczące procesów pomiarowych i wyposażenia pomiarowego”, firma SONEL S.A. zaleca dla produkowanych przez siebie przyrządów, stosowanie okresowej kontroli metrologicznej nie rzadziej, niż co **13 miesięcy**.

Dla wprowadzanych do użytkowania fabrycznie nowych przyrządów posiadających Certyfikat Kalibracji lub Świadectwo Wzorcowania, kolejną kontrolę metrologiczną (wzorcowanie) zaleca się przeprowadzić w terminie do **13 miesięcy** od daty zakupu, jednak nie później, niż **19 miesięcy** od daty produkcji.

Uwaga:

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

OSTRZEŻENIA I INFORMACJE WYŚWIETLANE PRZEZ MIERNIK

UWAGA!

Miernik przeznaczony jest do pracy przy napięciach zakłócających o wartościach poniżej 24V dla pomiarów R_E i poniżej 3V dla pomiarów R_{CONT} . Mierzone są napięcia do 100V, ale powyżej 40V sygnalizowane jako niebezpieczne. Nie wolno podłączać miernika do napięć większych od 100V.

$U_N > 24V!$	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24V, ale mniejsze od 40V, pomiar jest blokowany.
$U_N > 40V!$ i ciągły sygnał dźwiękowy	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40V, pomiar jest blokowany.
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość wynik może być obarczony dodatkową niepewnością.
$R > 19,99k\Omega$ $R_E > 19,99k\Omega$ $R_E > 1999\Omega$ $R_E > 149,9\Omega$ $R_D > 199\Omega$ $\rho > 999k\Omega m$	Przekroczony zakres pomiarowy.
LIMIT!	Niepewność od rezystancji elektrod > 30%. (Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)
$I_L > max$	Zbyt duży prąd zakłócający, niepewność pomiaru może być większa od podstawowej.
	Akumulatory naładowane.
	Akumulatory rozładowane.
BAT	Akumulatory wyczerpane.
Baterie rozładowane! 09:50 BAT BAT! ON/OFF - Wyłączenie miernika 	Akumulatory skrajnie wyczerpane, pomiar jest blokowany.



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