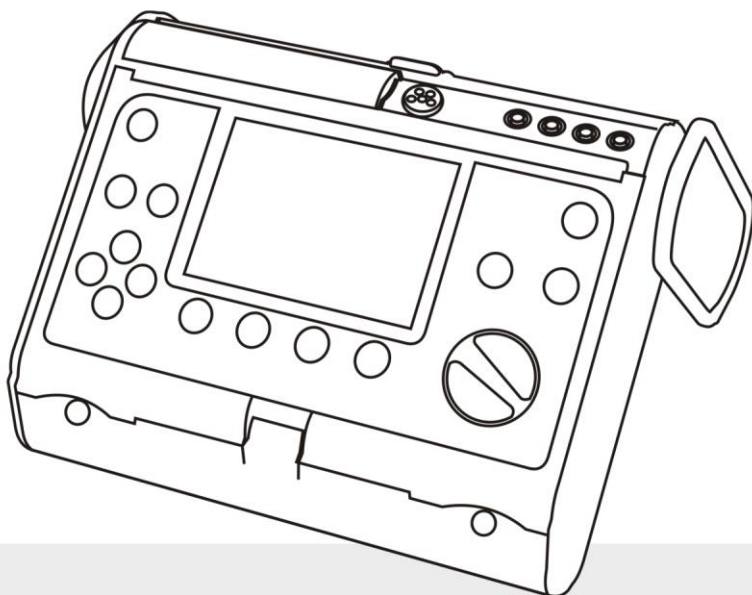




INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK
REZYSTANCJI UZIEMIENIA

MRU-200 • MRU-200-GPS

MRU-200 / MRU-200-GPS



Gniazdo ładowarki i USB pod przesuwną klapą

Gniazda pomiarowe

Gniazdo ładowarki i USB pod przesuwną klapą

Gniazda pomiarowe

Włączanie i wyłączanie zasilania miernika

Uruchamianie procedury pomiarowej

Zatwierdzenie wyboru

ESC - powrót do poprzedniego ekranu, wyjście z funkcji

Przesunięcie/wybrór: prawo/lewo, góra/dół



Klawisze obsługi wyświetlacza - odpowiadają poszczególnym polom na dole wyświetlacza

Ucho do zapięcia szelek

MENU - wybór dodatkowych ustawień miernika

Włączanie i wyłączanie podświetlenia wyświetlacza

OBROTOWY PRZELĄCZNIK FUNKCJI

Wybór funkcji pomiarowej:

- **2P** - pomiar rezystancji przewodów uzemiających i przewodów wyrównawczych
- **3P** - pomiar rezystancji uzienienia metodą trójbiegową
- **4P** - pomiar rezystancji uzienienia metodą czteroprzewodową
- **3P Ω** - pomiar rezystancji uzienienia metodą trójbiegową z dodatkowymi cęgami
- **Ω** - pomiar rezystancji uzienienia metodą dwucegową
- **4P Ω** - pomiar impedancji uzienienia metodą impulsową
- **I** - pomiar prądu
- **ρ** - pomiar rezystywności gruntu
- **MEM** - przeglądanie i kasowanie pamięci oraz transmisja danych



INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK REZYSTANCJI UZIEMIENÍ MRU-200 • MRU-200-GPS



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

Wersja 2.04 11.09.2023

Miernik MRU-200 / MRU-200-GPS 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	5
2 Menu	6
2.1 Transmisja bezprzewodowa	6
2.2  Ustawienia GPS	6
2.3 Ustawienia pomiarów	7
2.3.1 Częstotliwość sieci	7
2.3.2 Kalibracja cęgów pomiarowych	8
2.4 Ustawienia miernika	12
2.4.1 Kontrast LCD	12
2.4.2 Podświetlanie LCD	12
2.4.3 Ustawienia AUTO-OFF	12
2.4.4 Ustawienia wyświetlania	13
2.4.5 Data i czas	13
2.4.6 Rozładowanie akumulatorów	13
2.4.7 Aktualizacja programu	14
2.5 Wybór języka	14
2.6 Informacje o producencie	14
3 Pomiary	15
3.1 Pomiar rezystancji przewodów uziemiających i przewodów wyrównawczych (2P)15	
3.2 Kalibracja przewodów pomiarowych	17
3.2.1 Załączanie autozerowania	17
3.2.2 Wyłączanie autozerowania	18
3.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_{E3P})	19
3.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową (R_{E4P})	22
3.5 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_{E3P+C})	25
3.6 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z adapterem ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)	29
3.7 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)	33
3.8 Pomiar impedancji uziemienia metodą impulsową ($R_{E4P} \frac{1}{2}$)	35
3.9 Pomiar prądu (I)	39
3.10 Pomiar rezystywności gruntu (p)	40
4 Pamięć	43
4.1 Wpis do pamięci	43
4.2 Kasowanie pamięci	44
4.3 Przeglądanie pamięci	45
5 Transmisja danych	46
5.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem	46
5.2 Transmisja danych przy pomocy złącza USB	46
5.3 Transmisja danych przy pomocy modułu Bluetooth	46
6 Zasilanie miernika	48
6.1 Monitorowanie napięcia zasilającego	48
6.2 Wymiana akumulatorów	48
6.3 Wymiana bezpieczników	49

6.4 Ładowanie akumulatorów	50
6.5 Rozładowanie akumulatorów	51
6.6 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów niklowo-wodorkowych (Ni-MH).....	51
7 Czyszczenie i konserwacja	52
8 Magazynowanie	52
9 Rozbiórka i utylizacja.....	52
10 Dane techniczne	53
10.1 Dane podstawowe	53
10.2 Pozostałe dane techniczne	55
10.3 Dane dodatkowe	56
10.3.1 Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	56
10.3.2 Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji rezystywności gruntu (ρ).....	56
10.3.3 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	56
10.3.4 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji rezystywności gruntu (ρ).....	57
10.3.5 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar impedancji uziemienia metodą impulsową ($R_{E4P} \downarrow$)	57
10.3.6 Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemienia metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_{E3P+C})	57
10.3.7 Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemień metodą dwucęgową ($2C$).....	58
10.3.8 Wpływ stosunku rezystancji mierzonej cęgami gałęzi uziemienia wielokrotnego do rezystancji wypadkowej (R_{E3P+C})	58
10.3.9 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 (2P)	58
10.3.10 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}).....	58
11 Położenia pokrywy miernika	59
12 Producent.....	59

1 Bezpieczeństwo

Przyrząd MRU-200 / MRU-200-GPS 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 / MRU-200-GPS 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.

2 Menu

Menu dostępne jest w każdej pozycji przełącznika obrotowego.

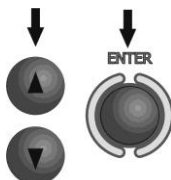
①



Wcisnąć przycisk **MENU**.



②



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

2.1 Transmisja bezprzewodowa

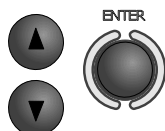
Ten temat przedstawiony jest w punkcie 5.3.

2.2 **MRU-200-GPS** Ustawienia GPS

①



②



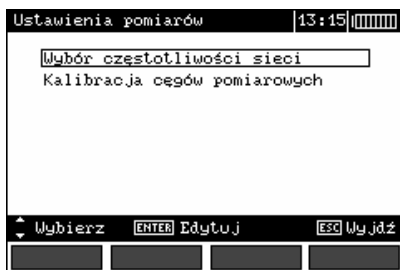
Przyciskami ▲, ▼ wybrać włączenie lub wyłączenie GPS. Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić wybór.

Uwaga:

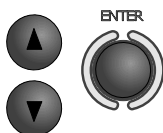
- Włączenie GPS podczas pomiarów rezystancji (rezystywności) jest sygnalizowane ikonką w lewym górnym rogu wyświetlacza. Miganie ikonki świadczy o wyszukiwaniu sygnału. Ikonka przestaje migać i jest wyświetlana na stałe, gdy sygnał z satelitów został odnaleziony.

2.3 Ustawienia pomiarów

①



②



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

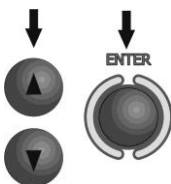
2.3.1 Częstotliwość sieci

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 $U_N \geq 1$ V. W przeciwnym wypadku miernik przyjmuje wartość częstotliwości ostatnio wybraną z MENU.

①



②



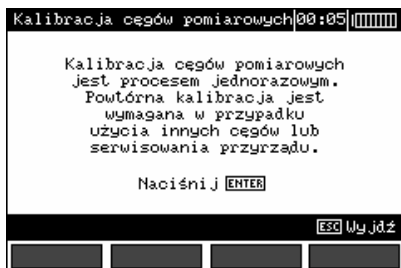
Przyciskami ▲, ▼ wybrać częstotliwość. Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić wybór.

2.3.2 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

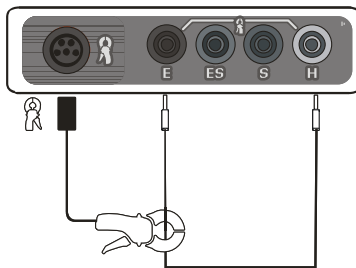
①



Po przeczytaniu informacji wstępnej wcisnąć przycisk ENTER.

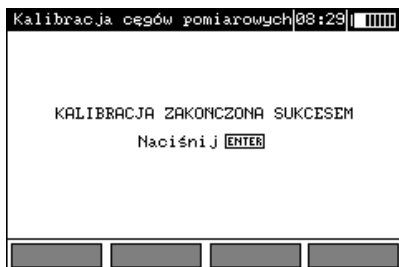
②

Wykonać polecenia zawarte na poniższym ekranie.



③

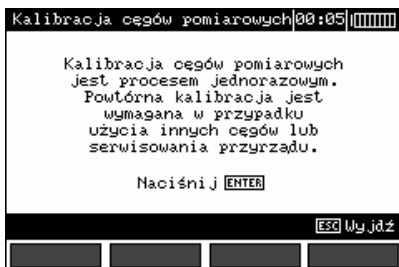
Po udanej kalibracji ukaże się poniższy ekran.



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**.

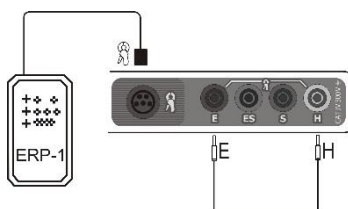
2

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



3

Do gniazda cęgów w mierniku podłączyć adapter ERP-1.



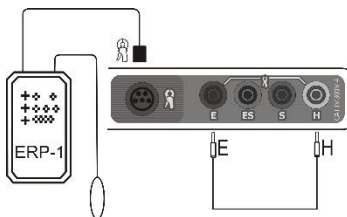
4



Włączyć adapter ERP-1.

5

Do adaptera ERP-1 podłączyć cęgi elastyczne.

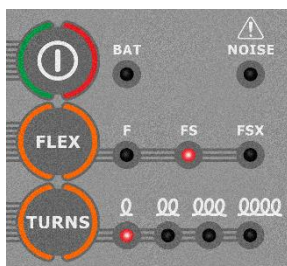


6

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.



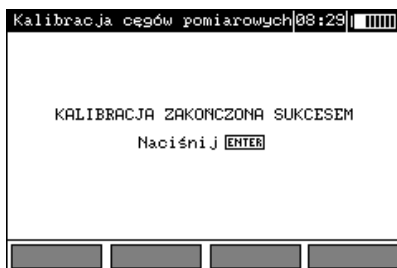
8



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.
- Jeżeli do pomiarów stosuje się w sposób zamienny cęgi twarde i adapter ERP-1 z cęgami elastycznymi, to przy każdej zmianie cęgów twardych na ERP-1 należy wykonywać ponowną kalibrację. Miernik nie przechowuje indywidualnych współczynników kalibracyjnych dla cęgów twardych i adaptera ERP-1.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

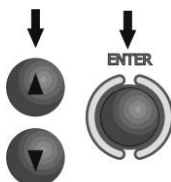
Komunikat	Przyczyna	Sposób postępowania
BŁĄD: CĘGI POMIAROWE NIE PODŁĄCZONE DO PRZYRZĄDU LUB NIE ZAŁOŻONE NA PRZEWÓD WPIĘTY MIĘDZY ZACISKI H I E. KALIBRACJA PRZERWANA. NACIŚNIJ ENTER	Nie podłączone cęgi	Sprawdzić czy cęgi są podłączone do przyrządu lub czy są założone na przewód, w którym miernik wymusza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

2.4 Ustawienia miernika

①



②



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

2.4.1 Kontrast LCD

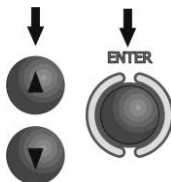
Przyciskami ▲ i ▼ ustawić wartość kontrastu, aby zatwierdzić wcisnąć przycisk **ENTER**.

2.4.2 Podświetlanie LCD

①



②



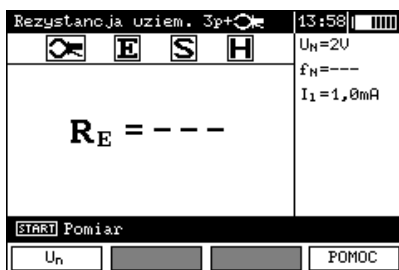
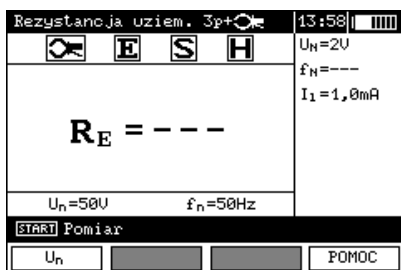
Przyciskami ▲, ▼ wybrać odpowiednią opcję. Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić wybór.

2.4.3 Ustawienia AUTO-OFF

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

2.4.4 Ustawienia wyświetlania

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

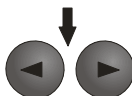


2.4.5 Data i czas

1

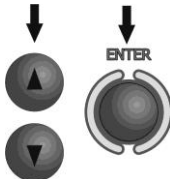


2



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

3



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

2.4.6 Rozładowanie akumulatorów

Procedura opisana dokładnie w punkcie 6.5.

2.4.7 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 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.

2.5 Wybór języka

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

2.6 Informacje o producencie

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

3 Pomiary

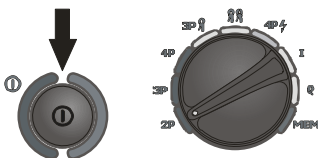
Uwaga:

W czasie trwania pomiaru wyświetlany jest pasek postępu.

3.1 Pomiar rezystancji przewodów uziemiających i przewodów wyrównawczych (2P)

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

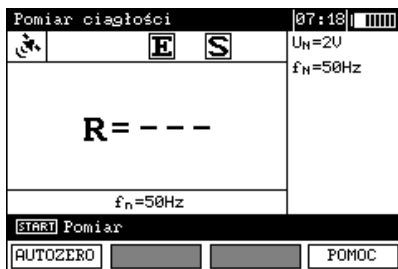
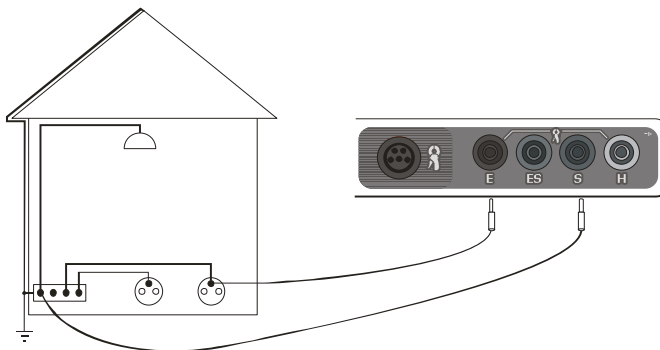
1



Włączyć miernik. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji 2P.

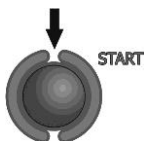
2

Zaciski S i E połączyć przewodami z mierzonym obiektem.



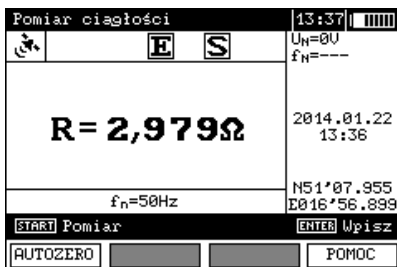
Miernik jest gotowy do pomiaru. Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość napięcia zakłócającego oraz jego częstotliwość. Na belce nastaw pokazana jest częstotliwość sieci ustawiona w MENU.

3



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

4



Odczytać wynik.

MRU-200-GPS Po prawej stronie wyświetlana jest data, godzina i współrzędne GPS.

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

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

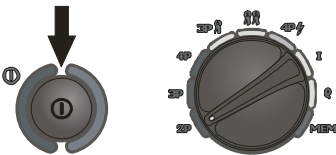
R>19,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
U_N>40V! i ciągły sygnał dźwiękowy	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.
U_N>24V!	Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.
SZUM!	Sygnał zakłócający ma zbyt dużą wartość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

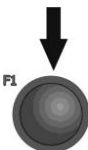
3.2.1 Załączanie autozerowania

1



Włączyć miernik. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji **2P**.

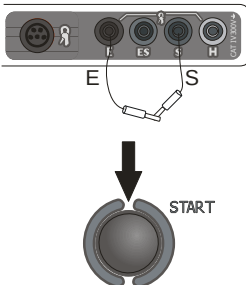
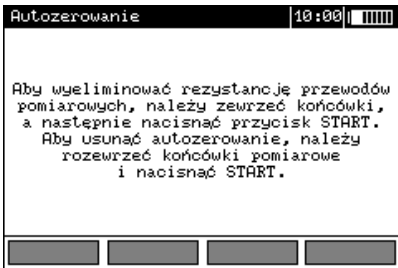
2



Wcisnąć przycisk **F1**.

3

Wykonać czynności opisane na ekranie.



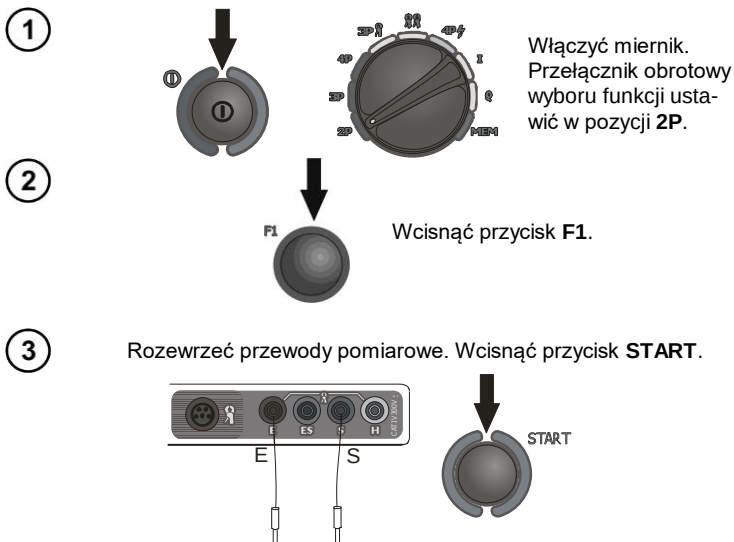
Po zakończeniu autozerowania ukaże się poniższy ekran:

4



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

3.2.2 Wyłączanie autozerowania



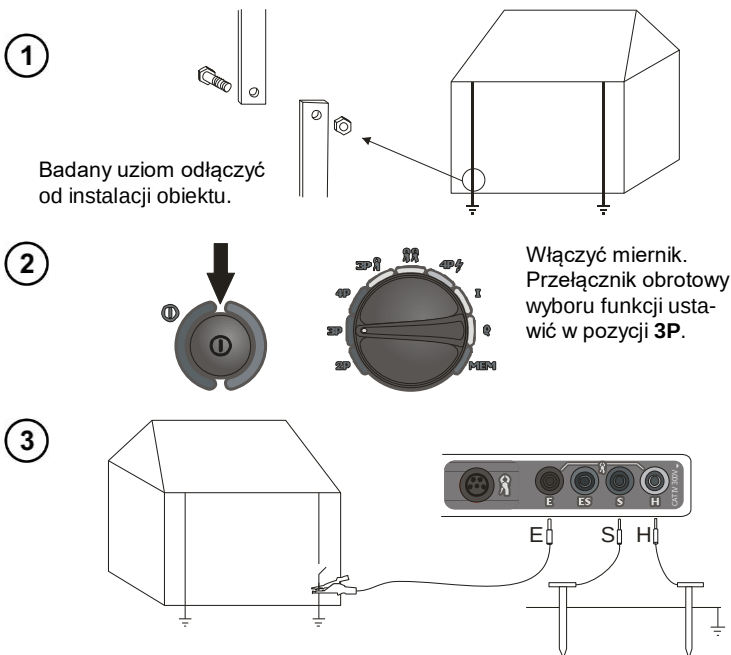
Po zakończeniu usuwania autozerowania na ekranie nie będzie napisu **AUTOZERO**.

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 rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_{E3P})

Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemienia jest pomiar metodą trójbiegunową.

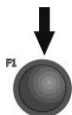


Elektrodę prądową, wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika,
Elektrodę napięciową wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika,
Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika,
Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.



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

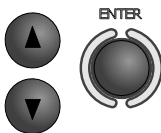
5



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

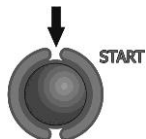


6



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

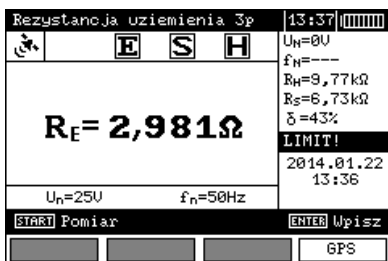
7



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.

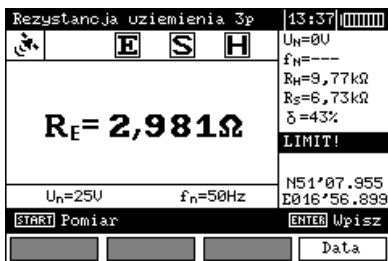
8

Odczytać wynik.



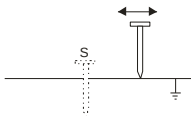
- ← Rezystancja elektrody prądowej
- ← Rezystancja elektrody napięciowej
- ← Wartość niepewności dodatkowej, wnoszonej przez rezystancję elektrod
- ← Wyświetlane, gdy $\delta > 30\%$

MRU-200-GPS Naciskając przycisk **F4** można wyświetlić współrzędne GPS.



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. Nie wolno dołączać miernika do napięć wyższych niż 100 V.

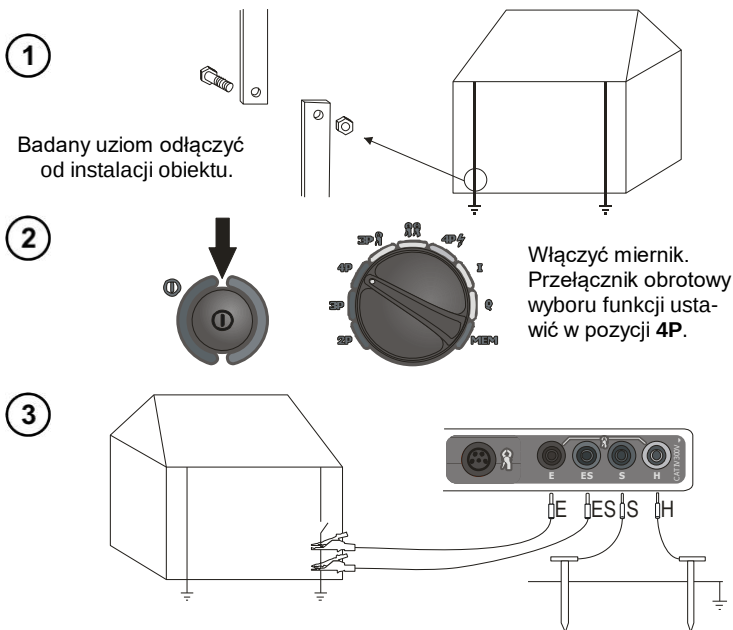
- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym - miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli rezystancja elektrod pomocniczych jest zbyt duża, pomiar uziomu R_E zostanie obciążony dodatkową niepewnością. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia elektrodami 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 elektrod 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 elektrody z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia elektrody, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie elektrody 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - elektroda 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 elektrod 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 rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową (R_E4P)

Metoda czteroprzewodowa 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).



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.

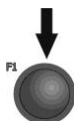


Miernik jest gotowy do pomiaru.

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

Na belce nastaw pokazana jest częstotliwość sieci ustawiona w MENU.

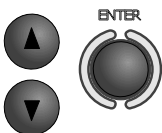
5



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

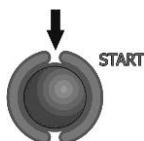


6



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

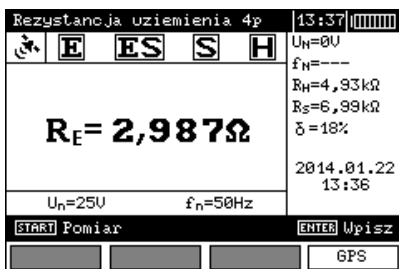
7



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.

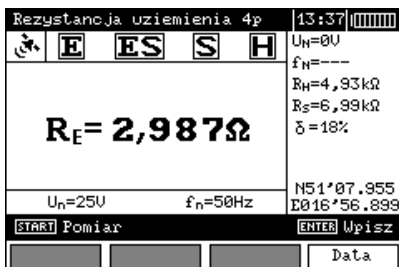
8

Odczytać wynik.



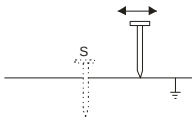
- ← Rezystancja elektrody prądowej
- ← Rezystancja elektrody napięciowej
- ← Wartość niepewności dodatkowej, wnoszonej przez rezystancję elektrod

MRU-200-GPS Naciskając przycisk **F4** można wyświetlić współrzędne GPS.



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. 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 elektrod pomocniczych jest zbyt duża, pomiar uziomu R_E zostanie obciążony dodatkową niepewnością. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia elektrodami 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 elektrod 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 elektrody z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia elektrody, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie elektrody 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - elektroda nie są skorodowane lub poluzowane. W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć świadomość wielkości niepewności, jaką jest obciążony pomiar.

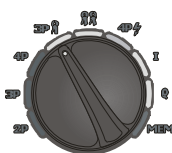
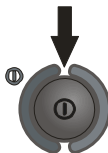
- Jeżeli rezystancja elektrod H i S lub jednej z nich przekracza 19,9 k Ω , miernik wyświetla stosowny komunikat: **"Rezystancje elektrod R_H i R_S są większe niż 19,9 k Ω ! Pomiar niemożliwy!"**.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$R_E > 19,99 \text{ k}\Omega$	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.

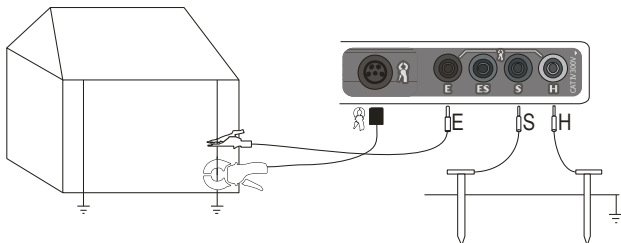
3.5 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_{E3P+C})

1



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

2



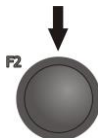
Elektrodę prądową, wbiją w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika.
Elektrodę napięciową wbiją w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika.
Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.
Cęgi zapiąć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



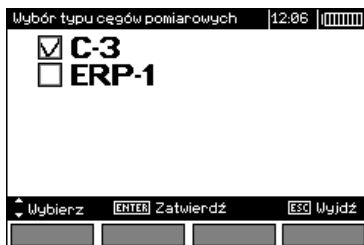
Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość napięcia zakłócającego, jego częstotliwość oraz wartość skuteczną prądu upływu płynącego przez cęgi pomiarowe.

Na belce nastaw pokazana jest częstotliwość sieci ustawiona w MENU.

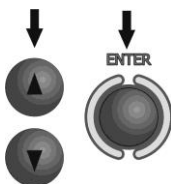
3



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

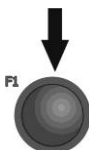


4



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

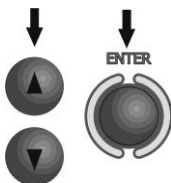
5



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

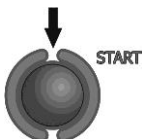


6



Przyciskami ▲, ▼ 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

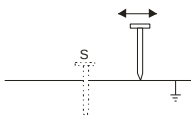
MRU-200-GPS Naciskając przycisk **F4** można wyświetlić współrzędne GPS.



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 ponownie pomiary.

Uwagi:



Cęgi giętkie nie nadają się do tego pomiaru.



Pomiar rezystancji uziemienia może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24 V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100 V. 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 elektrod pomocniczych jest zbyt duża, pomiar uziomu R_E zostanie obciążony dodatkową niepewnością. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia elektrodami 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 elektrod 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 elektrody z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia elektrody, ponowne jej

wbicie w innym miejscu lub zastosowanie elektrody 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - elektroda 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 elektrod **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!"**.

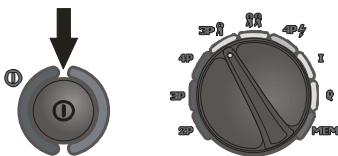
- Kalibracja wykonana przez producenta nie uwzględnia rezystancji przewodów pomiarowych. Wynik wyświetlany przez miernik jest sumą rezystancji obiektu mierzonego i rezystancji przewodów.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$R_E > 1999 \Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
$U_N > 40V$! i 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.
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.

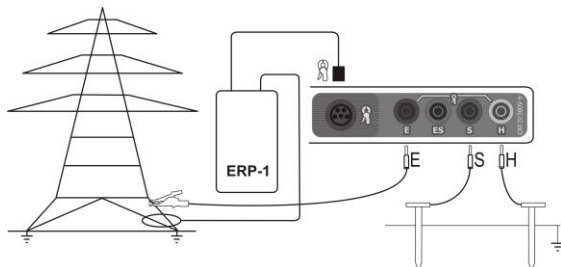
3.6 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z adaptorem ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)

1



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

2



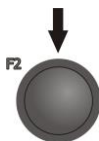
Elektrodę prądową, wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika.
Elektrodę napięciową wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika.
Badaną nogę słupa połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
Badany słup oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.
Cęgi zapiąć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

3

Wybrać napięcie pomiarowe jak w punkcie 3.5.



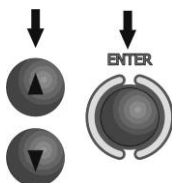
4



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



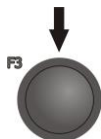
5



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

Rezystancja uziemienia 3p+		12.06
		$U_N=0V$ $f_N=---$ $I_L=0,0mA$
$R_E=---$		
$U_N=50V$ $f_N=50Hz$		
START Pomiar		
U_N		TRYB POMOC

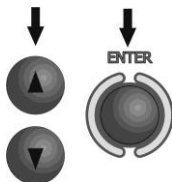
6



Przyciskiem **F3** przejść do wyboru ilości nóg słupa.

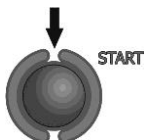
Tryb pomiaru	12.06
☐ Pomiar pojedynczy ☐ Słup 2N ☐ Słup 3N ☒ Słup 4N	
Wybierz ENTER Zatwierdź ESC Wyjdź	

7



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

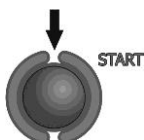
8



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

Rezystancja uziemienia 3p		12.06
		$U_N=0V$ $f_N=---$ $I_L=0,0mA$ $R_1=---$ $R_2=---$ $R_3=---$ $R_4=---$
Stup 4N Podłącz cęgi do nogi 1 $R_1=---$		
$U_N=50V$		$f_N=50Hz$
[START] Pomiar		[ESC] Przerwij pomiar

9



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

Rezystancja uziemienia 3p		12.06
		$U_N=0V$ $f_N=---$ $I_L=0,0mA$ $R_1=5,65\Omega$ $R_2=---$ $R_3=---$ $R_4=---$
Stup 4N $R_1=5,65\Omega$		
$U_N=50V$		$f_N=50Hz$
[START] Pomiar		[ESC] Przerwij pomiar

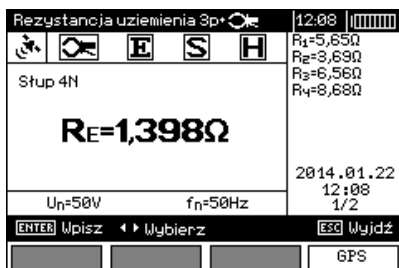
Po wykonaniu pomiaru pierwszej nogi wartość zmierzonej rezystancji badanej nogi wskazywana jest na ekranie głównym jako R_1 przez 5 sekund. Po upływie tego czasu miernik przerzuca wynik R_1 do ramki po prawej stronie i wyświetla polecenie podłączenia cęgów do drugiej nogi.

Rezystancja uziemienia 3p		12.06
		$U_N=0V$ $f_N=---$ $I_L=0,0mA$ $R_1=5,65\Omega$ $R_2=---$ $R_3=---$ $R_4=---$
Stup 4N Podłącz cęgi do nogi 2 $R_2=---$		
$U_N=50V$		$f_N=50Hz$
[START] Pomiar		[ESC] Przerwij pomiar

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.

MRU-200-GPS Naciskając przycisk **F4** można wyświetlić współrzędne GPS.

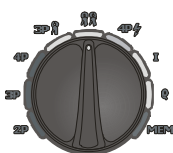
3.7 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)

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

UWAGA!

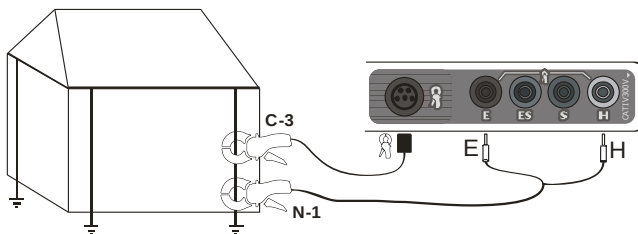
Metodę dwucęgową można stosować tylko przy pomiarze uziemień wielokrotnych.

1



Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy
wyboru funkcji ustawić w pozycji

2

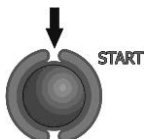


Cęgi nadawcze podłączyć do gniazd **H** i **E**, cęgi pomiarowe do gniazda cęgów.
Cęgi nadawcze i pomiarowe zapiąć na badany uziom w odległości co najmniej 30 cm od siebie.



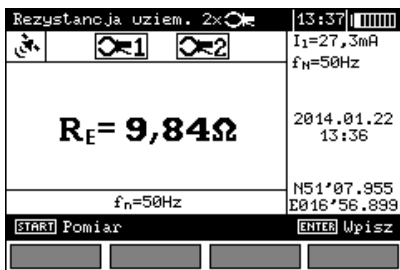
Miernik jest gotowy do pomiaru.
Na wyświetlaczu pomocniczym można odczytać wartość prądu upływu płynącego przez cęgi oraz jego częstotliwość.

3



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.

4



Odczytać wynik.

MRU-200-GPS Po prawej stronie wyświetlana jest data, godzina i współrzędne GPS.

Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s.

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 elastyczne oraz cęgi elastyczne podłączone do adaptera ERP-1 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 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 obciążony dodatkową niepewnością.

3.8 Pomiar impedancji uziemienia metodą impulsową (R_{E4P})

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

Duża stromość czoła impulsu probierczego sprawia, że duży wpływ na impedancję uziomu ma jego indukcyjność. Zatem impedancja uziomu mierzona metodą impulsową 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:

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

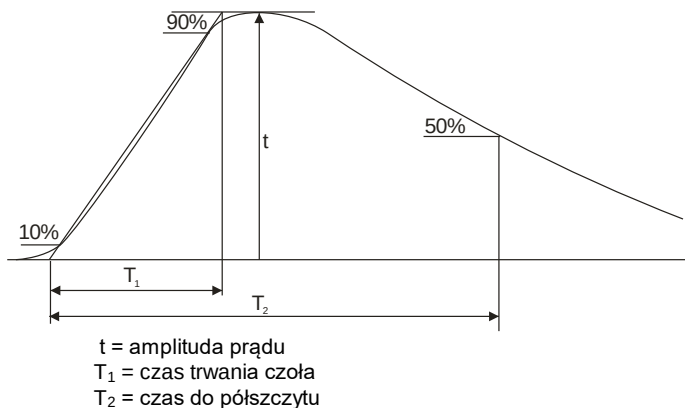
gdzie U_S , I_S – wartość szczytowa napięcia i prądu.

Metodą impulsową wyznacza się impedancję wypadkową uziemienia. Nie należy więc rozkręcać zacisków kontrolnych.

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

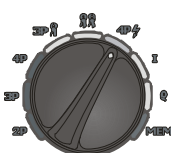
Uwaga:
Przewody pomiarowe muszą być całkowicie rozwinięte. W przeciwnym wypadku wynik pomiaru może być błędny.

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



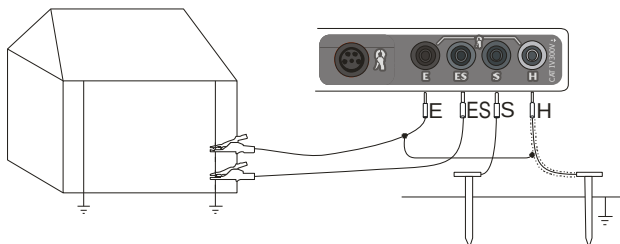
Kształt impulsu określa stosunek T_1/T_2 np. $4/10 \mu s$.

1



Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy
wyboru funkcji usta-
wić w pozycji **4p**.

2



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

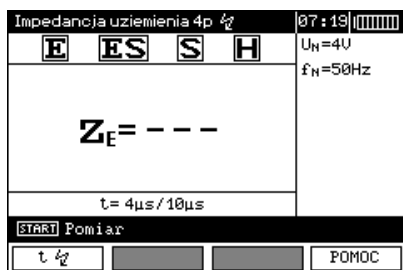
Elektrodę napięciową wbłą w ziemię połączyć z gniazdem **S** miernika.

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

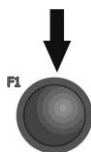


Miernik jest gotowy
do pomiaru.

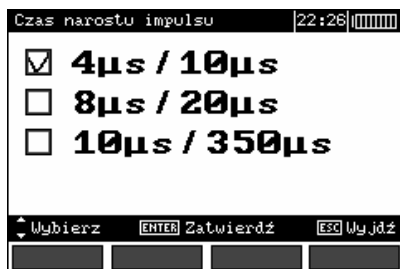
Na wyświetlaczu
pomocniczym
można odczytać
wartość napięcia
zakłócającego
oraz jego czę-
stotliwość.

Na belce nastaw
pokazany jest czas
narostu impulsu.

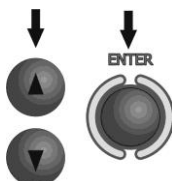
4



Aby zmienić kształt impulsu pomia-
rowego wcisnąć przycisk **F1**.

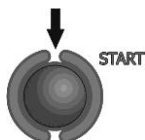


5



Przyciskami ▲, ▼ wybrać kształt impulsu, wcisnąć przycisk **ENTER**.

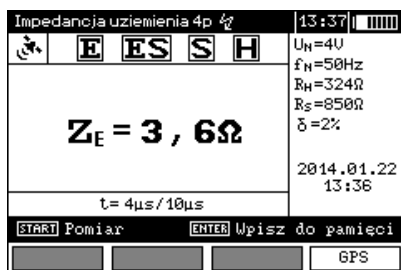
6



Aby uruchomić pomiar wcisnąć przycisk **START**.

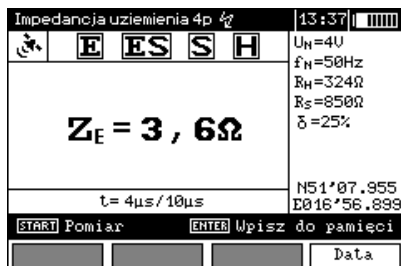
7

Odczytać wynik.



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

MRU-200-GPS Naciskając przycisk **F4** można wyświetlić współrzędne GPS.



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. 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.
- Jeżeli rezystancja elektrod pomocniczych jest zbyt duża, pomiar uziomu Z_E zostanie obarczony dodatkową niepewnością. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia elektrodami 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 elektrod 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 elektrody z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia elektrody, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie elektrody 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - wtyk bananowy - elektroda 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 elektrod **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!"**.

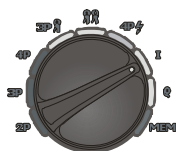
Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$Z_E > 199\Omega^1$ $Z_E > 300\Omega^2$	Przekroczony zakres pomiarowy. ¹ - MRU-200 do numeru seryjnego E31440, MRU-200-GPS do numeru seryjnego E40434 ² - MRU-200 od numeru seryjnego E31441, MRU-200-GPS od numeru seryjnego E40435
$U_N > 40V!$ 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 obarczony dodatkową niepewnością.

3.9 Pomiar prądu (I)

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).

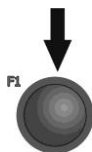
1



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



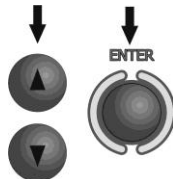
2



Aby wybrać typ cęgów wcisnąć przycisk **F1**.



3



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

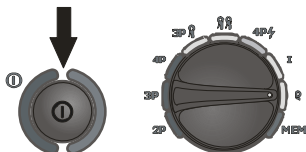
Uwagi:

- 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 (ρ)

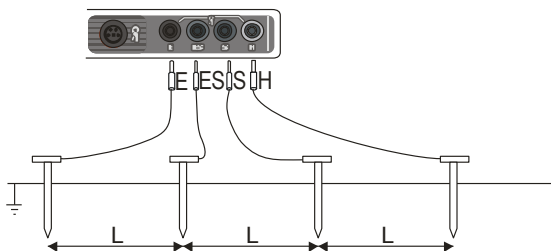
Do pomiarów rezystywności gruntu - stosowanych jako przygotowanie do wykonania projektu systemu uziemień czy też w geologii - przewidziano oddzielną funkcję wybraną przełącznikiem obrotowym: pomiar rezystywności gruntu ρ . Funkcja ta jest metrologicznie identyczna, jak czteroprzewodowy pomiar rezystancji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

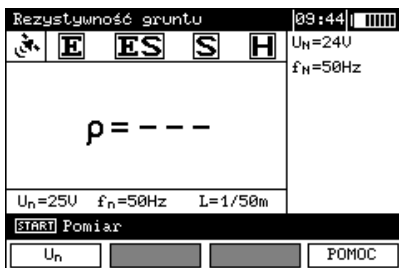


Włączyć miernik.
Przełącznik obrotowy
wyboru funkcji ustawić
na pozycji ρ .

2



4 elektrody 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 na-
pięcia zakłócającego oraz jego
częstotliwość.

Na belce nastaw pokazane są:
napięcie pomiarowe, częstotli-
wość sieci ustawiona w **MENU** i
odległość między elektrodami.

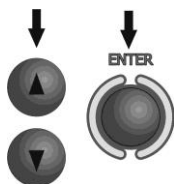
3



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



4



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

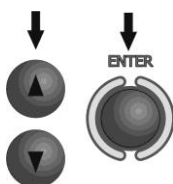
5



Aby przejść do trybu wyboru odległości między elektrodami wcisnąć przycisk **START**.



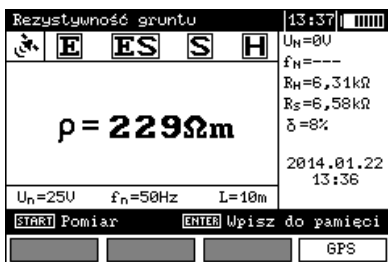
6



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

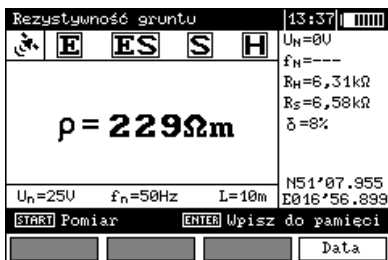
7

Odczytać wynik.



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

MRU-200-GPS Naciskając przycisk **F4** można wyświetlić współrzędne GPS.



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. 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 czteroprzewodową 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.
- Jeżeli rezystancja elektrod pomocniczych jest zbyt duża, pomiar uziomu R_E zostanie obarczony dodatkową niepewnością. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia elektrodami 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 elektrod 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 elektrody z gruntem, na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia elektrody, ponowne jej wbicie w innym miejscu lub zastosowanie elektrody 80 cm. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty: przewód - tytek bananowy - elektroda 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 elektrod **H** i **S** lub jednej z nich przekracza 19,9 kΩ, miernik wyświetla stosowny komunikat: **"Rezystancje elektrod R_H i R_S są większe niż 19,9 kΩ! 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 obarczony dodatkową niepewnością.

4 Pamięć

Mierniki MRU-200 / MRU-200-GPS 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.

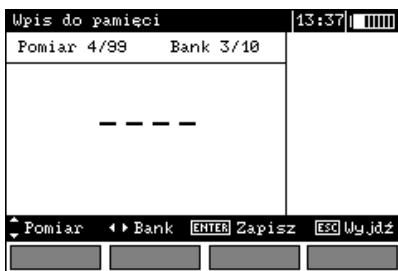
Zaleca się skasowanie pamięci po odczytaniu danych lub przed wykonaniem nowej serii pomiarów, które mogą zostać zapisane do tych samych komórek, co poprzednie.

4.1 Wpis do pamięci

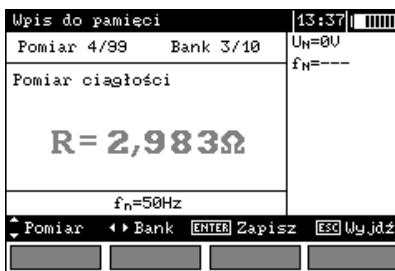
①



Po wykonaniu pomiaru wcisnąć przycisk **ENTER**.



komórka wolna



komórka zajęta

②

Wybór pomiaru (komórki) przyciskami ▲ i ▼, wybór banku przyciskami ◀ i ▶. Wpis do pamięci przyciskiem **ENTER**.

③

Przy próbie zapisu do zajętej komórki pojawi się ostrzeżenie:



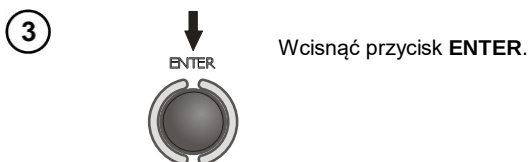
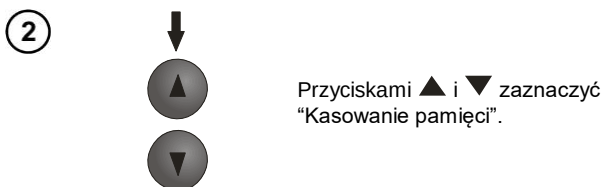
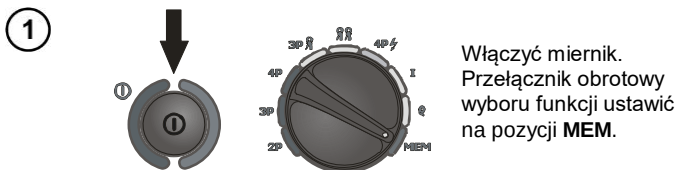
④

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

4.2 Kasowanie pamięci

Uwaga:

W czasie trwania kasowania wyświetlana jest belka postępu.



4



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

5

Postępować zgodnie z poleceniami wyświetlanymi przez miernik.

4.3 Przeglądanie pamięci

1



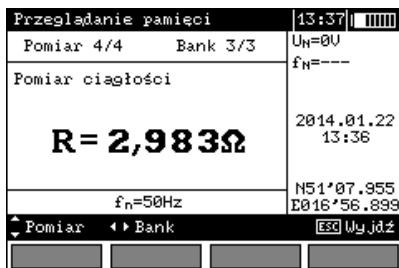
Przyciskami ▲ i ▼ zaznaczyć "Przeglądanie pamięci".



2



Wcisnąć przycisk ENTER.



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.

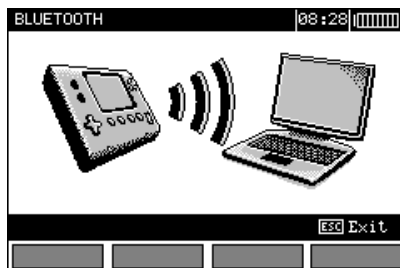
5.3 Transmisja danych przy pomocy modułu Bluetooth

- MRU-200** Od numeru seryjnego E30001 jest montowany moduł BT w miejsce dotychczasowego modułu OR-1.
- MRU-200-GPS** Od numeru seryjnego E40001 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 / MRU-200-GPS 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:



Akumulatory naładowane.

Akumulatory rozładowane.

Akumulatory wyczerpane.



Akumulatory skrajnie wyczerpane,
pomiar jest blokowany.

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 uziemienia.

6.2 Wymiana akumulatorów

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

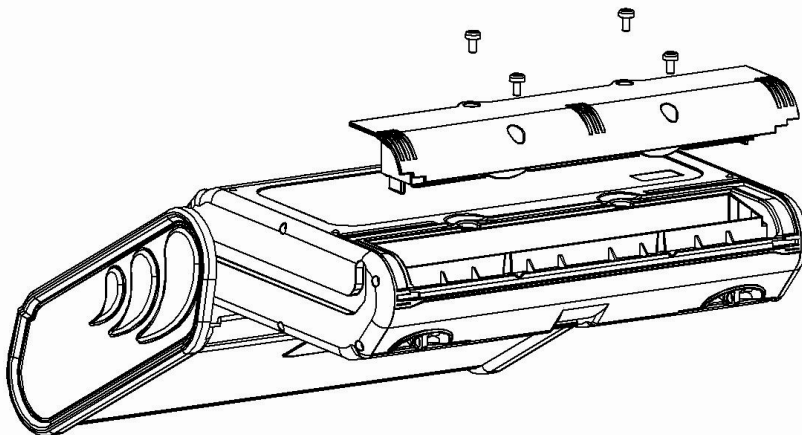
Pakiet akumulatorów jest umieszczany w pojemniku. Ładowarka jest zamontowana wewnątrz obudowy miernika i współpracuje jedynie z firmowym pakietem akumulatorów. Zasilana jest z zewnętrznego zasilacza. Możliwe jest też zasilanie z gniazda zapalniczki samochodowej.

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

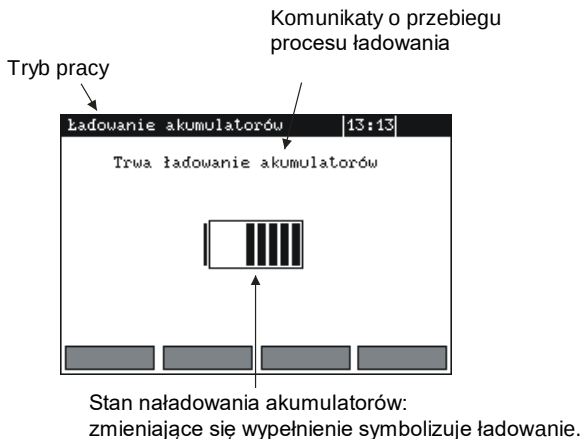
Po wyjęciu pojemnika na akumulatory jest dojście do dwóch wymiennych bezpieczników typu:

- 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 uchwyтах, 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: **Końiec 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

MENU ENTER

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



Ustawienia miernika 14:10 [|||||]

Kontrast LCD
Podświetlanie LCD
Ustawienia Auto-off
Ustawienia wyświetlania
Data/czas
Rozładowanie akumulatorów
Aktualizacja programu

Wybierz ENTER Edytuj ESC Wyjdź

2

ENTER

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.).

Elektrody pomocnicze można umyć wodą i wytrzeć do sucha. Przed dłuższym przechowywaniem zaleca się nasmarowanie elektrod 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 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.

10 Dane techniczne

- Wyszpecyfikowana dokładność dotyczy zacisków miernika.
- „w.m.” w określeniu dokładności oznacza wartość mierzoną wzorcową.

10.1 Dane podstawowe

Pomiar napięcia zakłócającego U_N (RMS)

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

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

Pomiar częstotliwości zakłóceń f_N

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

- pomiar dla napięć zakłócających > 1 V (dla napięć zakł. < 1 V wyświetlane jest $f=---$)

Pomiar rezystancji przewodów uziemiających i przewodów wyrównawczych (2P)

Metoda pomiarowa: zgodna z PN-EN 61557-4

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

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
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...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$

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

Pomiar rezystancji uziemień – metoda trójbiegunowa (R_{E3P}) i czteroprzewodowa (R_{E4P})

Metoda pomiarowa: trójbiegunowa, zgodna z PN-EN 61557-5

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

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
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...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$

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

Pomiar rezystancji elektrod pomocniczych R_H i R_S

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

Pomiar rezystancji uziemień – metoda trójbiegunowa z dodatkowymi cęgami (R_{E3P+C})

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

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

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

Pomiar rezystancji uziemień – metoda dwucęgowa (2C)

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

Pomiar rezystywności gruntu (ρ)

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

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0...199,9 Ωm	0,1 Ωm	Zależna od dokładności pomiaru R_E w układzie R_{E4P} , ale nie mniejsza niż ± 1 cyfra
200...1999 Ωm	1 Ωm	
2,00...19,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
20,0...99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
100...999 $\text{k}\Omega\text{m}$	1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

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

Pomiar impedancji uziemienia – metoda impulsowa (R_{E4P}^1)

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0...99,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(2,5\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
100...199 Ω	1 Ω	
200...300 Ω^1	1 Ω^1	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})^1$

¹ - MRU-200 od numeru seryjnego E31441, MRU-200-GPS od numeru seryjnego E40435

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

Pomiar prądów upływu, uszkodzeniowych (RMS)

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

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

² – cęgi prądowe giętke – seria F

³ – cęgi prądowe giętke – FS-2

⁴ – cęgi prądowe giętke – FSX-3

- zakres częstotliwości: 45...400 Hz

10.2 Pozostałe dane techniczne

- a) rodzaj izolacji wg PN-EN 61010-1 i PN-EN 61557podwójna
- b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 (dla 2000 m n.p.m.)IV 300 V
- c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529IP54
- 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 A RMS
- g) częstotliwość prądu pomiarowego 125 Hz dla sieci 16 2/3 Hz, 50 Hz, i 400 Hz
.....150 Hz dla sieci 60 Hz
- h) napięcie i prąd pomiarowy dla 2P U < 24 V RMS, I ≥ 200 mA dla R ≤ 2 Ω
- i) napięcie pomiarowe dla R_E3P, R_E4P25 V lub 50 V
- j) prąd pomiarowy (zwarcia) dla R_E3P, R_E4P > 200 mA
- k) maksymalna rezystancja elektrod pomocniczych20 kΩ
- l) sygnalizacja zbyt małego prądu cęgów dla ≤ 0,5 mA
- m) zasilanie miernikapakiet akumulatorów typu SONEl NiMH 4,8 V 4,2 Ah
- n) parametry zasilacza ładowarki akumulatorów 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- o) ilość pomiarów dla R 2P>1500 (1 Ω, 2 pomiary/minutę)
- p) ilość pomiarów dla R_E3P, R_E4P > 1200 (R_E = 10 Ω, R_H = R_S = 100 Ω, 2 pomiary/minutę)
- q) czas wykonywania pomiaru rezystancji metodą dwubiegunową < 6 s
- r) czas wykonywania pomiaru rezystancji pozostałymi metodami oraz rezystywności < 8 s
- s) **MRU-200-GPS** dokł. pomiaru położenia GPS (przy dobrych warunkach pogod. i widoczności satelitów)..3 m (50%CEP)
- t) wymiary 288 x 223 x 75 mm
- u) masa miernika z akumulatoramiok. 2 kg
- v) temperatura pracy-10...+50°C
- w) temperatura pracy ładowarki+10...+35°C
- x) temperatury, przy których przerywane jest ładowanie akumulatora<5°C oraz ≥50°C
- y) temperatura odniesienia23 ±2°C
- z) temperatura przechowywania-20...+80°C
- aa) wilgotność względna20...90%
- bb) wilgotność względna nominalna40...60%
- cc) wysokość n.p.m.≤2000 m*
- dd) standard jakości opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001
- ee) wyrób spełnia wymagania EMC wg normPN-EN 61326-1 i PN-EN 61326-2-2

UWAGA

***Informacja o użytkowaniu miernika na wysokości od 2000 m n.p.m. do 5000 m n.p.m.**

Dla wejść napięciowych E, ES, S, H należy przyjąć, że kategoria pomiarowa zostaje obniżona do wartości CAT III 300 V do ziemi (maksymalnie 300 V między wejściami napięciowymi) lub CAT IV 150 V do ziemi (maksymalnie 150 V między wejściami napięciowymi). Oznaczenia i symbole umieszczone na przyrządzie należy uważać za obowiązujące podczas używania go na wysokości poniżej 2000 m.

EN55022 Uwaga:

MRU-200 / MRU-200-GPS jest urządzeniem klasy A. W środowisku domowym produkt ten może powodować zakłócenia radiowe, co może wymagać od użytkownika podjęcia odpowiednich środków zaradczych.

10.3 Dane dodatkowe

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

10.3.1 Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji R_{E3P}, R_{E4P}, R_{E3P+C}

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

10.3.2 Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji rezystywności gruntu (ρ)

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

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

10.3.3 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji R_{E3P}, R_{E4P}, R_{E3P+C}

R _E	R _H , R _S	Niepewność dodatkowa [%]
0,000... 3,999 Ω	R _H ≤ 500 Ω i R _S ≤ 500 Ω	W granicach dokładności
	R _H > 500 Ω lub R _S > 500 Ω lub R _H i R _S > 500 Ω	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + (1 + \frac{1}{R_E}) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$
> 3,999 Ω	R _H ≤ 1 kΩ i R _S ≤ 1 kΩ	W granicach dokładności
	R _H > 1 kΩ lub R _S > 1 kΩ lub R _H i R _S > 1 kΩ	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$

R_E[Ω], R_S[Ω] i R_H[Ω] są wartościami wyświetlonymi przez przyrząd.

Dla pomiaru z użyciem adaptera ERP-1

R _E	R _H , R _S	Niepewność dodatkowa dla U = 25 V [%]
0,000 Ω... 3,999 Ω	R _H ≤ 500 Ω i R _S ≤ 500 Ω	W granicach dokładności
	R _H > 500 Ω lub R _S > 500 Ω lub R _H i R _S > 500 Ω	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + (1 + \frac{1}{R_E}) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$
> 3,999 Ω	R _H ≤ 1 kΩ i R _S ≤ 1 kΩ	W granicach dokładności
	R _H > 1 kΩ lub R _S > 1 kΩ lub R _H i R _S > 1 kΩ	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 20 \cdot 10^{-4})$

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

10.3.4 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji rezystywności gruntu (ρ)

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.

10.3.5 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar impedancji uziemienia metodą impulsową ($R_E 4P$ †)

R_H	Z_E	Niepewność [%]
$R_H \leq 150 \Omega$	0,0...199 Ω	w granicach dokładności
$R_H > 150 \Omega$	0,0...4,9 Ω	$\pm \left(\frac{R_H - 100}{Z_E} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \right)$
	5,0...199 Ω^1 5,0...300 Ω^2	$\pm ((R_H - 100) \cdot 7 \cdot 10^{-3})$

¹ - MRU-200 do numeru seryjnego E31440, MRU-200-GPS do numeru seryjnego E40434

² - MRU-200 od numeru seryjnego E31441, MRU-200-GPS od numeru seryjnego E40435

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

10.3.6 Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemienia metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami ($R_E 3P+C$)

Miernik MRU-200 / MRU-200-GPS może wykonywać pomiary w obecności prądu zakłócającego o wartości nie przekraczającej 3 A RMS i częstotliwości zgodnej z ustawioną w MENU.

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

Dla wartości prądu $> 3 \text{ A}$ następuje zablokowanie możliwości wykonywania pomiarów.

10.3.7 Wpływ prądu zakłócającego na wynik pomiaru rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)

Miernik MRU-200 / MRU-200-GPS może wykonywać pomiary w obecności prądu zakłócającego o wartości nie przekraczającej 3 A RMS i częstotliwości zgodnej z ustawioną w MENU.

R_E	Niepewność [Ω]
0,00...4,99 Ω	w granicach dokładności
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 >3 A następuje zablokowanie możliwości wykonywania pomiarów.

10.3.8 Wpływ stosunku rezystancji mierzonej cęgami gałęzi uziemienia wielokrotnego do rezystancji wypadkowej (R_{E3P+C})

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.

10.3.9 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 (2P)

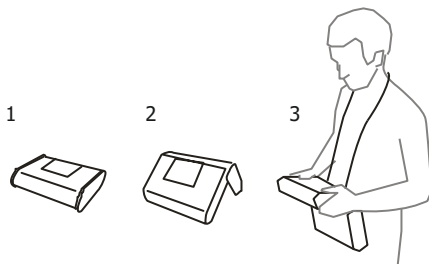
Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa	
Położenie	E_1	0%	
Napięcie zasilania	E_2	0% (nie świeci BAT)	
Temperatura	E_3	$\leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3$ cyfry/ $^{\circ}C$
		$> 3,999 \Omega, < 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,2$ cyfry/ $^{\circ}C$
		$\geq 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,07\%/^{\circ}C$ $\pm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

10.3.10 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C})

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

11 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

12 Producent

Producentem przyrządu prowadzącym serwis gwarancyjny i pogwarancyjny jest:

SONEL S.A.

ul. Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

tel. +48 74 884 10 53 (Biuro Obsługi Klienta)

e-mail: bok@sonel.pl

internet: www.sonel.pl

Uwaga:

Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.

NOTATKI



SONEL S.A.

ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Biuro Obsługi Klienta

tel. +48 74 884 10 53

e-mail: bok@sonel.pl

www.sonel.pl