

# **INSTRUKCJA OBSŁUGI**

## **MIERNIK REZYSTANCJI UZIEMIENIA**

**MRU-12**



**SET/SEL**

- wejście do ustawień miernika
- wybór cyfry do zmiany

**Przesunięcie/wybór**

- prawo/lewo
- góra/dół

- **Włączanie miernika** (nacisnąć i przytrzymać)
- **Wyłączanie miernika** (nacisnąć i przytrzymać)
- **Podświetlenie ekranu** (naciskać krótko)

**START**

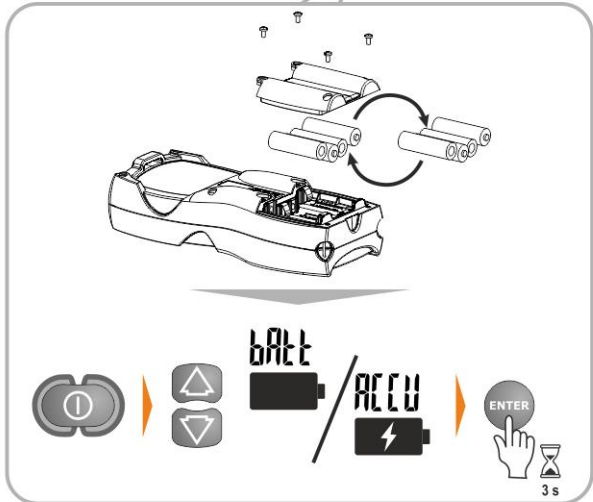
Uruchamianie procedury pomiarowej

**ESC**

- powrót do poprzedniego ekranu
- wyjście z funkcji

**ENTER**

Zatwierdzenie wyboru



3 s



**INSTRUKCJA OBSŁUGI**  
**MIERNIK REZYSTANCJI UZIEMIENIA**  
**MRU-12**



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

Wersja 1.02 18.11.2024

Miernik MRU-12 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






<b>1</b>	<b>Informacje ogólne</b>	<b>5</b>
1.1	Symbole bezpieczeństwa	5
1.2	Bezpieczeństwo	6
<b>2</b>	<b>Szybki start</b>	<b>7</b>
2.1	Włączanie i wyłączenie miernika, podświetlenie wyświetlacza	7
2.2	Wybór ogólnych parametrów pomiaru	7
2.3	Zapamiętywanie wyniku ostatniego pomiaru	7
<b>3</b>	<b>Pomiary</b>	<b>10</b>
3.1	Pomiar napięć zakłócających DC + AC	10
3.2	Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową ( $R_{E3P}$ )	11
3.3	Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową ( $R_{E4P}$ )	15
3.4	Pomiar rezystancji uziemień metodą dwubiegunową ( $R_{E2P}$ )	19
3.5	Pomiar rezystywności gruntu ( $\rho$ )	21
3.5.1	Metoda Wennera	21
3.5.2	Metoda Schlumbergera	22
3.5.3	Pomiary	22
<b>4</b>	<b>Pamięć wyników pomiarów</b>	<b>25</b>
4.1	Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci	25
4.2	Zmiana numeru komórki i banku	27
4.3	Przeglądanie pamięci	27
4.4	Kasowanie pamięci	28
4.4.1	Kasowanie banku	28
4.4.2	Kasowanie całej pamięci	29
4.5	Komunikacja z komputerem	30
4.5.1	Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem	30
4.5.2	Transmisja danych przy pomocy modułu Bluetooth	30
<b>5</b>	<b>Zasilanie miernika</b>	<b>31</b>
5.1	Monitorowanie napięcia zasilającego	31
5.2	Wymiana baterii (akumulatorów)	32
5.3	Ogólne zasady użytkowania akumulatorów nikielowo-wodorkowych (NiMH)	33
<b>6</b>	<b>Czyszczenie i konserwacja</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Magazynowanie</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Rozbiórka i utylizacja</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Dane techniczne</b>	<b>34</b>
9.1	Dane podstawowe	34
9.2	Dane eksploatacyjne	36
9.3	Dane dodatkowe	37
9.3.1	Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	37
9.3.2	Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	37
9.3.3	Niepewności dodatkowe wg EN IEC 61557-5 ( $R_{E3P}$ )	37
<b>10</b>	<b>Producent</b>	<b>38</b>

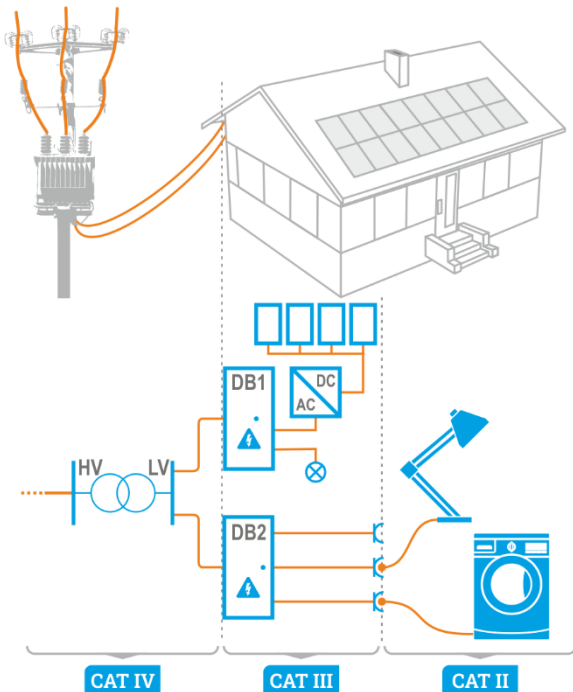


# 1 Informacje ogólne

## 1.1 Symbole bezpieczeństwa

Poniższe symbole zostały użyte na przyrządzie i/lub w niniejszej instrukcji:

	Dodatkowych informacji i wyjaśnień należy szukać w instrukcji obsługi		Podwójna izolacja (klasa ochronności)		Deklaracja zgodności z dyrektywami Unii Europejskiej (Conformité Européenne)
	Nie wyrzucać z innymi odpadami komunalnymi		Uwaga, ryzyko porażenia prądem elektrycznym		



Kategorie pomiarowe według normy EN IEC 61010-2-030:

- **CAT II** – dotyczy pomiarów wykonywanych w obwodach bezpośrednio dołączonych do instalacji niskiego napięcia,
- **CAT III** – dotyczy pomiarów wykonywanych w instalacjach budynków,
- **CAT IV** – dotyczy pomiarów wykonywanych przy źródle instalacji niskiego napięcia.

## 1.2 Bezpieczeństwo

Przyrząd MRU-12 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-12 jest przeznaczony do pomiarów rezystancji uziemień i rezystywności gruntu. 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 zasilać miernika 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.
- Kalibracja wykonana przez producenta nie uwzględnia rezystancji przewodów pomiarowych. Wynik wyświetlany przez miernik jest sumą rezystancji obiektu mierzonego i rezystancji przewodów.
- Przyrząd spełnia wymagania norm EN 61010-1 i EN IEC 61557-1, -5.





Ze względu na ciągłe rozwijanie produktów producent zastrzega sobie prawo wprowadzania zmian w funkcjonalności, wyglądzie, wyposażeniu i danych technicznych miernika. W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu, wygląd wyświetlacza dla niektórych funkcji może być nieco inny niż przedstawiony w niniejszej instrukcji.





## 2 Szybki start

### 2.1 Włączanie i wyłączenie miernika, podświetlenie wyświetlacza

Miernik **włącza** się i **wyłącza** długim naciśnięciem przycisku  (przy wyłączeniu wyświetla się napis **OFF**).

Krótkie naciśnięcie przycisku  podczas pracy miernika włącza lub wyłącza **podświetlenie** wyświetlacza.

### 2.2 Wybór ogólnych parametrów pomiaru

①  +  Trzymając wciśnięty przycisk **SET/SEL** włączyć miernik i odczekać, aż pojawi się ekran wyboru parametrów.





Przyciskami ◀▶ przechodzi się do kolejnego parametru.



Przyciskami ▲▼ zmienia się wartość parametru. Wartość lub symbol do zmiany miga.

② Ustawić parametry według algorytmu.

③  /  Zatwierdzić zmiany i przejść do funkcji pomiarowej przyciskiem **ENTER** (naciśnąć i przytrzymać do rozlegnięcia się sygnału dźwiękowego – ok. 3 s) lub przejść do funkcji pomiarowej bez zatwierdzania zmian przyciskiem **ESC**.




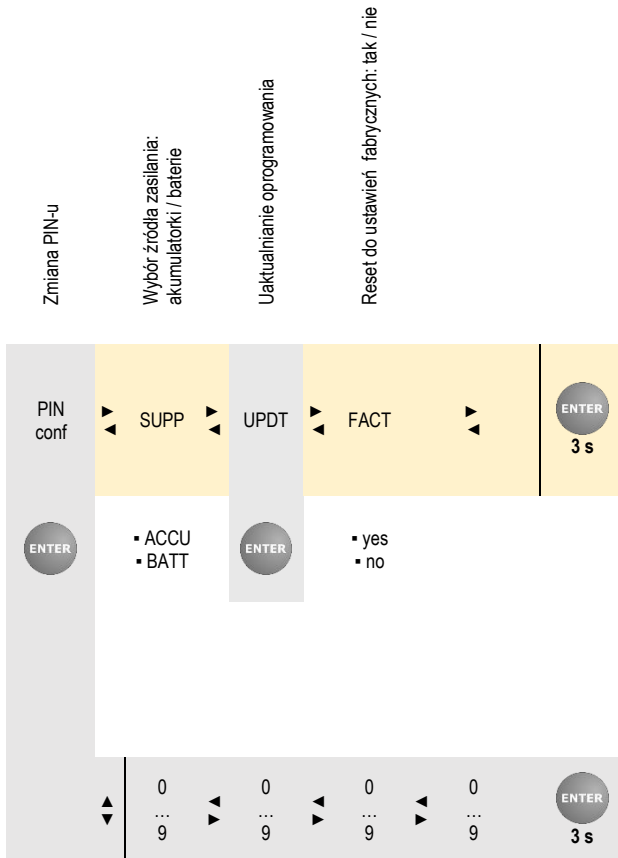
- Przy pierwszym uruchomieniu lub po wymianie baterii należy wybrać rodzaj zasilania: akumulatorki (ACCU) lub baterie (BATT). W tym samym menu można wybrać ogólne parametry pomiaru.
- Ustawiania PIN-u – patrz schemat **Ustawienia miernika**.
- Uaktualnienie oprogramowania - patrz schemat **Ustawienia miernika** oraz **rozd. 4.5**.

### 2.3 Zapamiętywanie wyniku ostatniego pomiaru

Wynik ostatniego pomiaru jest pamiętany, dopóki nie zostanie uruchomiony kolejny pomiar lub zmienione zostaną parametry pomiaru. Po przejściu do ekranu wyjściowego danej funkcji przyciskiem **ESC** można przywołać ten wynik naciskając przycisk **ENTER**.

## Ustawienia miernika – algorytm

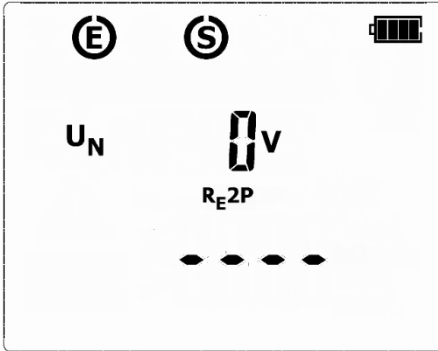
	Częstotliwość sieci	Jednostka odległości między elektrodami pomocniczymi	Bieżący: włączony / wyłączony	Auto-OFF	Komunikacja przez Bluetooth:
	$f_N$	DIST	BEEP	OFF	BT
▲ ▼	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 50 Hz</li> <li>▪ 60 Hz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ m</li> <li>▪ ft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ on</li> <li>▪ off</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ - - - -</li> <li>▪ 300 s</li> <li>▪ 600 s</li> <li>▪ 900 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ on</li> <li>▪ off</li> </ul>



### 3 Pomiary



Pomiary rezystancji uziemienia w istotny sposób różnią się od pozostałych pomiarów wykonywanych w celu oceny ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym. Wymagają one gruntownej wiedzy o budowie instalacji uziemiającej, zjawiskach zachodzących podczas wykonywania pomiarów oraz umiejętności radzenia sobie w niesprzyjających warunkach terenowych. Podejmując się badań układów uziemiających należy dysponować odpowiednią wiedzą oraz sprzętem pomiarowym, który będzie potrafił w maksymalny sposób pomóc w wykonaniu tych badań.

#### 3.1 Pomiar napięć zakłócających DC + AC





W funkcjach pomiarowych przed naciśnięciem przycisku **START** miernik monitoruje napięcie na zaciskach pomiarowych (pomiędzy gniazdem **E** a gniazdam **S** i **H**), a wartość napięcia zakłócającego wyświetlana jest na ekranie.


#### Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$U_N > 100V!$ ,  $> 100V$  i ciągły sygnał dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 100 V, pomiar jest blokowany.

$U_N xxV!$ ,  $> 40V$  i ciągły sygnał dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, ale mniejsze od 100 V, pomiar jest blokowany.

$U_N xxV!$ ,  $> 24V$ ,  
**NOISE!** oraz 

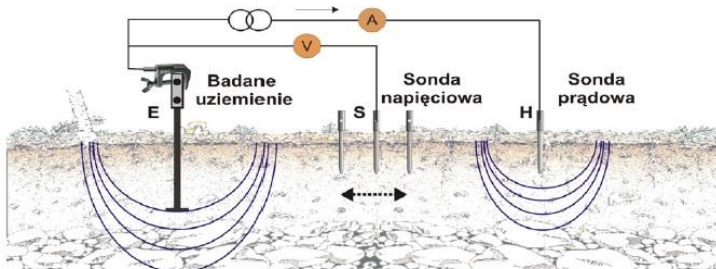
Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.

**NOISE!**

Napięcie zakłócające mniejsze od 24 V, ale ma dużą wartość – wynik może być obarczony dodatkową niepewnością.

### 3.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową ( $R_E3P$ )

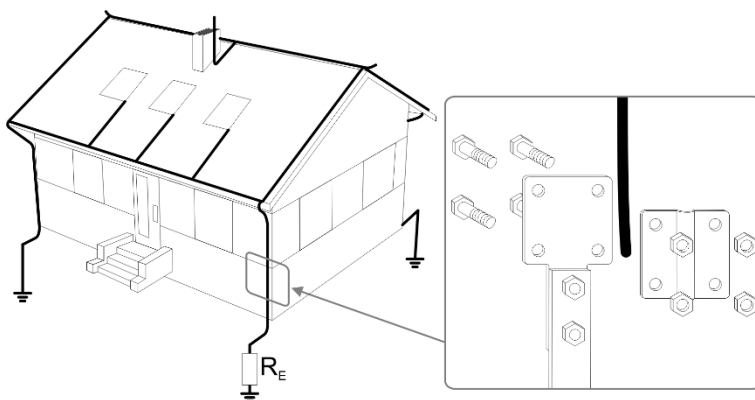
Do pomiarów rezystancji uziemień najczęściej wykorzystywana jest metoda trójbiegunowa nazywana często metodą spadku potencjału lub metodą techniczną. Podczas pomiaru mierzy się spadek napięcia na uziemieniu i przepływający przez nie prąd, z prawa Ohma wyliczana jest rezystancja.



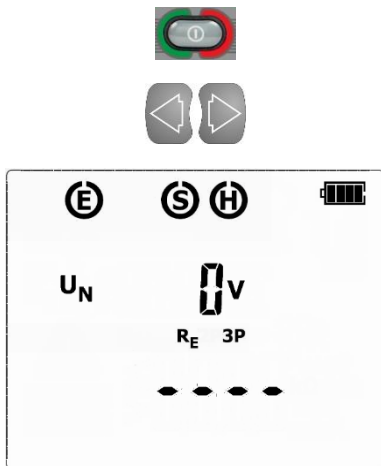
Powyżej przedstawiono zasadę pomiaru rezystancji uziemień metodą techniczną. Na rysunku mierzona jest rezystancja uziemia  $R_E$ . Aby dokonać pomiaru należy umieścić dwie dodatkowe elektrody pomocnicze:

- elektrodę **H** (tzw. elektroda prądowa) w celu umożliwienia wymuszenia przepływu prądu w obwodzie: uziom mierzony  $R_E$  → miernik → elektroda prądowa **H** → ziemia → uziom mierzony;
- elektrodę **S** (tzw. elektroda napięciowa) do pomiaru spadku napięcia na rezystancji mierzonego uziemia w wyniku przepływającego prądu.

- 1 Badany uziom należy odłączyć od instalacji obiektu.



2

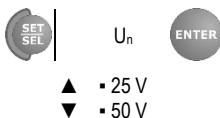


Włączyć miernik przyciskiem **ON/OFF**.

Przyciskami ◀▶ przejść do ekranu funkcji pomiarowej **R<sub>E</sub>3P**.

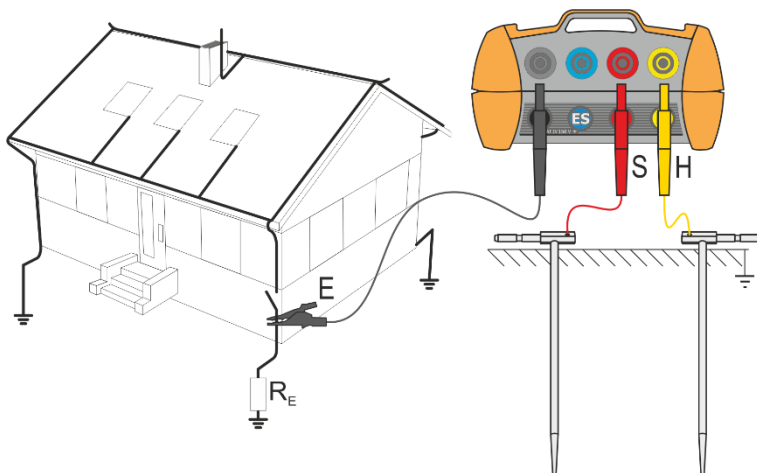
Miernik jest w trybie pomiaru napięcia zakłócającego pomiędzy zaciskami pomiarowymi.

3



Ustawić napięcie pomiarowe według algorytmu i wg zasad opisanych przy ustawianiu parametrów ogólnych.

4



Przewody pomiarowe należy podłączyć do gniazd pomiarowych w urządzeniu zgodnie z powyższym rysunkiem.

- Elektrode prądową **H**, wbitą w ziemię połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrode napięciową **S** 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.

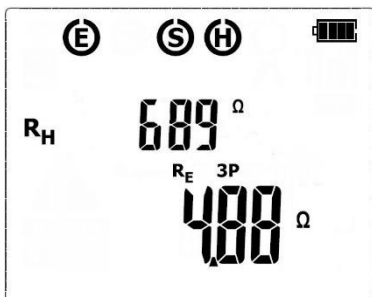
5



Nacisnąć przycisk **START**.

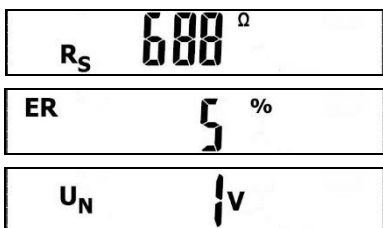
O postępie pomiaru świadczą narastające poziome kreski na ekranie.

6



Po zakończeniu pomiaru wyświetlane będą wyniki wszystkich pomiarów, które zostały przeprowadzone: w dolnej części ekranu wynik główny  $R_E$ , a w górnej części ekranu wyniki dodatkowe. **Wynik wyświetlany jest przez 20 sek.** Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.

7



Przyciskami  $\blacktriangle$   $\blacktriangledown$  można wywołać składowe wyniki:

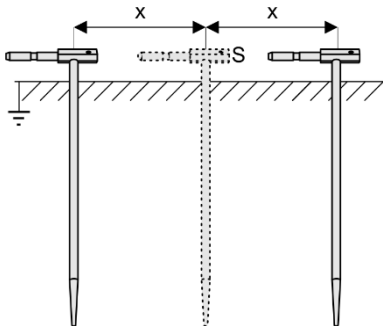
$R_H$  – rezystancja elektrody **H**

$R_S$  – rezystancja elektrody **S**

**ER** – niepewność dod. wnoszoną przez elektrody

$U_N$  – napięcie zakłócające

8



Powtórzyć pomiary (**kroki 5, 6, 7**) przesuwając elektrodę napięciową o 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.



#### UWAGA!

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 elektrod pomocniczych jest zbyt duża, pomiar uziomu  $R_E$  zostanie obarczony dodatkową niepewnością. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemia 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 uziemia jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorami podanymi w **rozdz. 9.3** 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.



## Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$R_E > 9999 \Omega$


Przekroczony zakres pomiarowy.

$U_N > 100 \text{ V}$ ,  $> 100 \text{ V}$  i ciągły sygnał dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 100 V, pomiar jest blokowany.

$U_N \text{ xxV}$ ,  $> 40 \text{ V}$  i ciągły sygnał dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.

$U_N \text{ xxV}$ ,  $> 24 \text{ V}$ ,  
**NOISE!** oraz 

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.

**NOISE!**

Sygnał zakłócający jest poniżej 24 V, ale ma zbyt dużą wartość – wynik może być obarczony dodatkową niepewnością.

**LIMIT!**

oraz ER wraz z wartością w %

Niepewność od rezystancji elektrod pomocniczych  $> 30\%$ .  
(Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)

**LIMIT!**

oraz  $R_H$  lub  $R_S$   
wraz z wartością w  $\Omega$

Rezystancja elektrod pomocniczych H i S lub jednej z nich przekracza 19,9 k $\Omega$ , poprawny pomiar jest niemożliwy.

Migające obwódki:



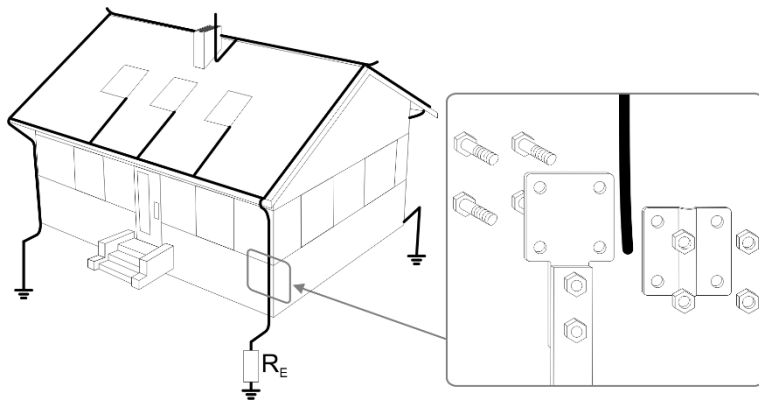
Migają obwódki symboli E lub H lub S lub dwie lub wszystkie trzy jednocześnie: nie podłączony jeden, dwa lub trzy przewody do gniazd pomiarowych, lub rezystancja elektrod/y pomocniczych/ej poza zakresem pomiarowym.



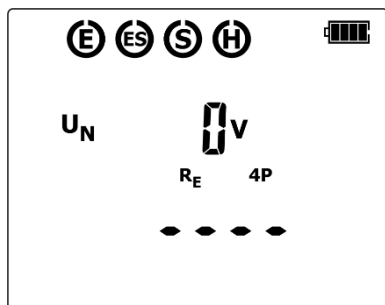
### 3.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową ( $R_{E4P}$ )

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.

- 1 Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu.



- 2



Włączyć miernik przyciskiem **ON/OFF**.

Przyciskami ◀▶ przejść do ekranu funkcji pomiarowej  $R_{E4P}$ .

Miernik jest w trybie pomiaru napięcia zakłócającego pomiędzy zaciskami pomiarowymi.

- 3



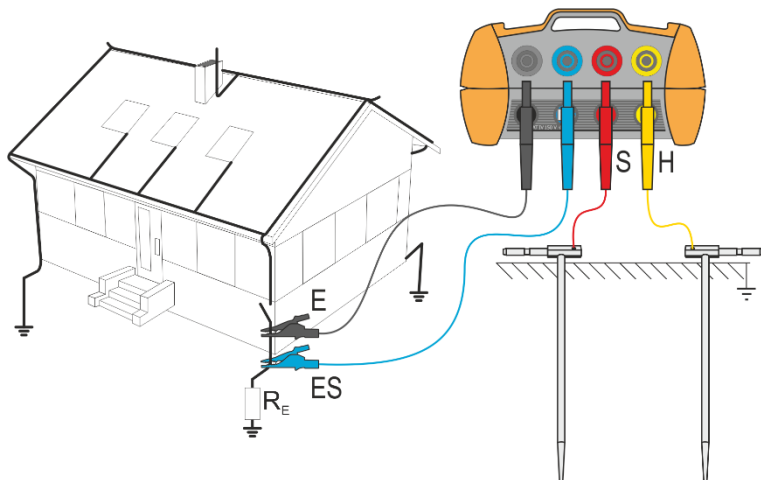
$U_n$



- ▲ - 25 V  
▼ - 50 V

Ustawić napięcie pomiarowe według algorytmu i wg zasad opisanych przy ustawianiu parametrów ogólnych.

4



Przewody pomiarowe należy podłączyć do gniazd pomiarowych w urządzeniu zgodnie z powyższym rysunkiem.

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

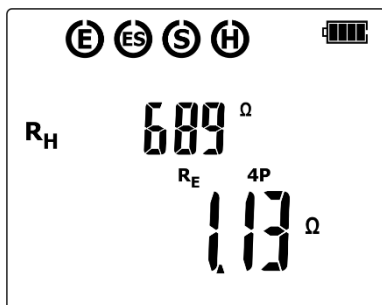
5



Nacisnąć przycisk **START**.

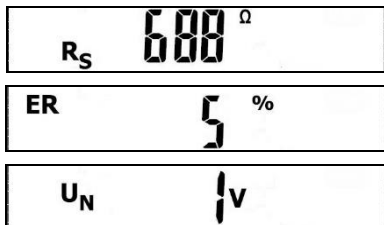
O postępie pomiaru świadczą narastające poziome kreski na ekranie.

6



Po zakończeniu pomiaru wyświetlane będą wyniki wszystkich pomiarów, które zostały przeprowadzone: w dolnej części ekranu wynik główny  $R_E$ , a w górnej części ekranu wyniki dodatkowe. **Wynik wyświetlany jest przez 20 sek.** Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.

7



Przyciskami ▲▼ można wywołać składowe wyniki:

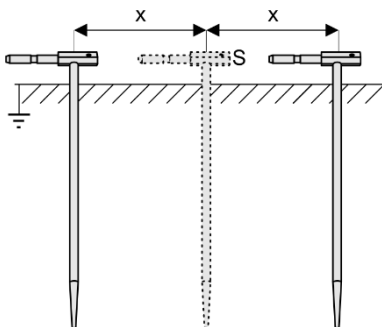
$R_H$  – rezystancja elektrody H

$R_S$  – rezystancja elektrody S

$ER$  – niepewność dod. wnoszoną przez elektrody

$U_N$  – napięcie zakłócające

8



Powtórzyć pomiary (kroki 5, 6, 7) przesuwając elektrodę napięciową o 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.



#### UWAGA!

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 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 **rozd. 9.3** 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.



## Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$R_E > 9999 \Omega$


Przekroczony zakres pomiarowy.

$U_N > 100 V$ ,  $> 100 V$  i ciągły sygnał  
dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 100 V, pomiar jest blokowany.

$U_N xxV!$ ,  $> 40 V$  i ciągły sygnał  
dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.

$U_N xxV!$ ,  $> 24V$ ,  
**NOISE!** oraz 

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.

**NOISE!**

Sygnał zakłócający jest poniżej 24 V, ale ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

**LIMIT!**

oraz ER wraz z wartością w %

Niepewność od rezystancji elektrod pomocniczych  $> 30\%$ .  
(Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)

**LIMIT!**

oraz  $R_H$  lub  $R_S$   
wraz z wartością w  $\Omega$

Rezystancja elektrod H i S lub jednej z nich przekracza 19,9 k $\Omega$ , poprawny pomiar jest niemożliwy.

Migające obwódki:



Migają obwódki symboli E lub ES lub H lub S lub dwie lub trzy lub wszystkie jednocześnie: nie podłączony jeden, dwa, trzy lub cztery przewody do gniazd pomiarowych.

### 3.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwubiegunową ( $R_{E2P}$ )

Metoda dwubiegunowa może być również stosowana do pomiaru rezystancji uziemień. W sytuacji, gdy znany jest układ uziomów oraz dostępne jest uziemienie o znanej wartości rezystancji, wynik pomiaru będzie sumą rezystancji uziemień: mierzonego uziemienia i tego o znanej wartości.

1

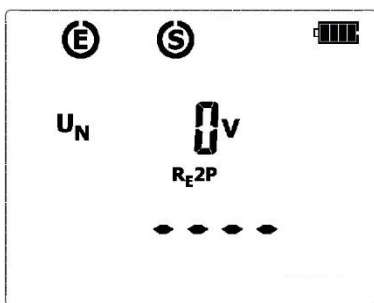


Włączyć miernik przyciskiem **ON/OFF**.

2

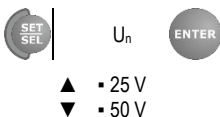


Przyciskami ◀▶ przejść do ekranu funkcji pomiarowej  $R_{E2P}$ .



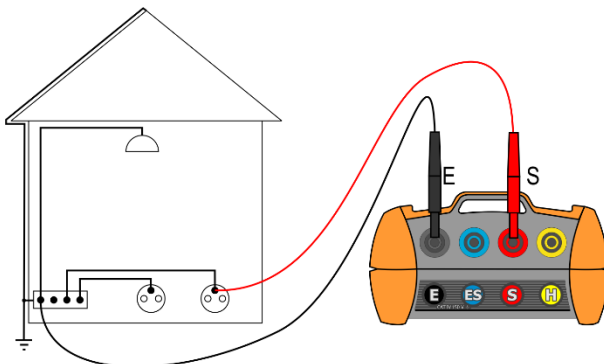
Miernik jest w trybie pomiaru napięcia zakłócającego pomiędzy zaciskami pomiarowymi.

3



Ustawić napięcie pomiarowe według algorytmu i wg zasad opisanych przy ustawianiu parametrów ogólnych.

4



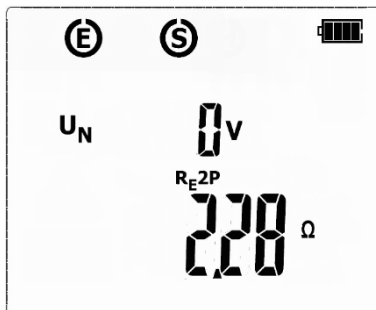
Przewody pomiarowe należy podłączyć do gniazd pomiarowych w urządzeniu zgodnie z powyższym rysunkiem.

5



W celu rozpoczęcia wykonywania pomiaru należy nacisnąć przycisk **START**.

6



Po zakończeniu pomiaru wyświetlany jest wynik pomiaru, które zostały przeprowadzone: w dolnej części ekranu wynik główny **R<sub>E2P</sub>**, a w górnej części ekranu wynik zmierzonego napięcia zakłócającego **U<sub>N</sub>**. **Wynik wyświetlany jest przez 20 sek.** Można go przywołać ponownie przyciskiem **ENTER**.


## Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik


**R>9999 Ω**

Przekroczony zakres pomiarowy.


**U<sub>N</sub>>100 V, >100 V** i ciągły sygnał dźwiękowy ,

Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 100 V, pomiar jest blokowany.

**NOISE!** oraz 


**U<sub>N</sub> xxV, >40 V** i ciągły sygnał dźwiękowy ,

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.

**NOISE!** oraz 

**U<sub>N</sub> xxV, >24 V,**

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40 V, pomiar jest blokowany.

**NOISE!** oraz 

**NOISE!**

Sygnał zakłócający jest poniżej 24 V, ale ma zbyt dużą wartość – wynik może być obciążony dodatkową niepewnością.

### 3.5 Pomiar rezystywności gruntu ( $\rho$ )

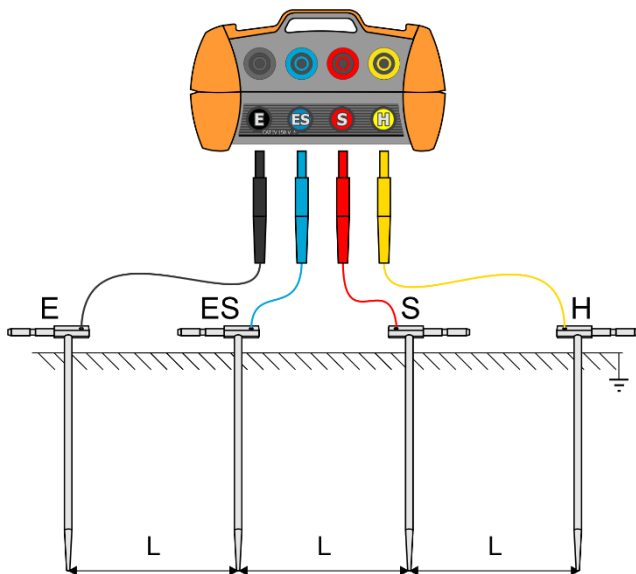
Do pomiarów rezystywności gruntu - stosowanych jako przygotowanie do wykonania projektu systemu uziemień czy też w geologii - przewidziano oddzielną funkcję: pomiar rezystywności gruntu  $\rho$ . Miernik wykorzystuje metodę Wennera oraz Schlumbergera.

#### 3.5.1 Metoda Wennera

Funkcja ta jest metrologicznie identyczna, jak czterobiegunowy pomiar rezystancji uziemienia, zawiera jednak dodatkową procedurę wpisywania odległości pomiędzy elektrodami pomocniczymi. Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

Metoda ta zakłada równe odległości L pomiędzy elektrodami.



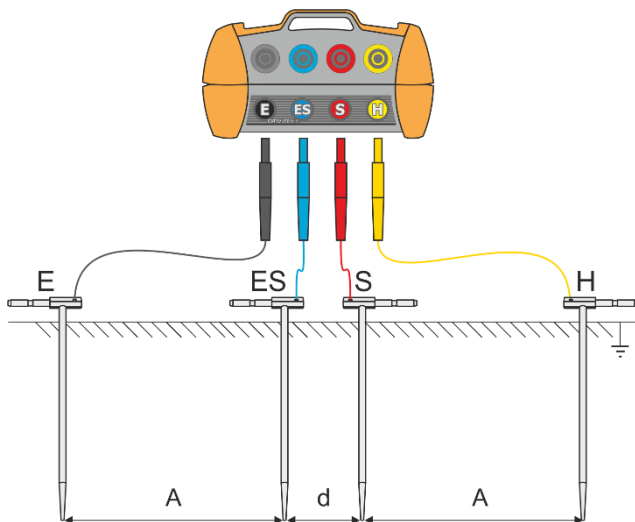
Wbić w ziemię, w równych odległościach od siebie i w jednej linii, 4 elektrody pomocnicze wg rysunku.

- Elektrode prądową, wbitą w ziemię miernika połączyć z gniazdem H miernika,
- Elektrode napięciową wbitą w ziemię połączyć z gniazdem S miernika,
- Elektrode napięciową wbitą w ziemię połączyć z gniazdem ES miernika,
- Elektrode prądową, wbitą w ziemię połączyć z gniazdem E miernika.

### 3.5.2 Metoda Schlumbergera

Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru:

$$\rho = \frac{\pi A(A+d)}{d} R_E$$



Wbić w ziemię w jednej linii 4 elektrody pomocnicze wg rysunku. Odległość między elektrodami E i ES, a także między S i SH są sobie równe, a jednocześnie jest większa lub równa 3-krotności odległości między elektrodami ES i S ( $A \geq 3 \cdot d$ ).

- Elektrode prądową, wbija w ziemię miernika połączyć z gniazdem H miernika,
- Elektrode napięciową wbija w ziemię połączyć z gniazdem S miernika,
- Elektrode napięciową wbija w ziemię połączyć z gniazdem ES miernika,
- Elektrode prądową, wbija w ziemię połączyć z gniazdem E miernika.

### 3.5.3 Pomiary

1 Połączyć układ pomiarowy wg **rozd. 3.5.1** lub **rozd. 3.5.2**.

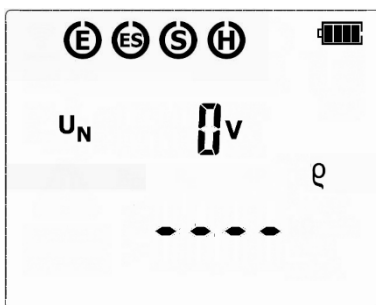
2



Włączyć miernik przyciskiem **ON/OFF**.



Przyciskami ◀▶ przejść do ekranu funkcji pomiarowej  $\rho$ .






- 3 Ustawić parametry według poniższego algorytmu i wg zasad opisanych przy ustawianiu parametrów ogólnych.

SET SEL	$U_N$	◀▶	Metoda pomiarowa	◀▶	Odstęp między elektrodami pomocniczymi	ENTER
	▲ • 25 V ▼ • 50 V		• L – metoda Wennera • A d – metoda Schlumbergera		• 1 m (Wenner) / 3 m (Schlumberger) • ... • 50 m	

- 4  Nacisnąć **START**, by rozpocząć pomiar.

5

E ES S H


$U_N$ 
  
0 V

220  $\Omega m$

Po zakończeniu pomiaru odczytać wynik. Wyświetlane będą wyniki wszystkich pomiarów, które zostały przeprowadzone.

6

$R_S$	688	$\Omega$
ER	5	%
$U_N$	1	V

Przyciskami ▲ ▼ można wywołać składowe wyniki:  
 $R_H$  – rezystancja elektrody H  
 $R_S$  – rezystancja elektrody S  
 ER – niepewność dod. wnoszoną przez elektrody  
 $U_N$  – napięcie zakłócające



**UWAGA!**

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 elektrod pomocniczych jest zbyt duża, pomiar uziomu  $R_E$  zostanie obarczony dodatkową niepewnością. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemia 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 uziemia jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorami podanymi w **rozdz. 9.3** 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 są 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.



## Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

$\varrho > xxxk\Omega m$  lub  $\varrho > xxxk\Omega ft$

Przekroczony zakres pomiarowy, gdzie xxx jest maksymalną wartością mierzoną dla wybranych ustawień.

$U_N > 100V$ ;  $> 100V$  i ciągły sygnał dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 100 V, pomiar jest blokowany.

$U_N xxv$ ;  $> 40V$  i ciągły sygnał dźwiękowy , **NOISE!** oraz 

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 40 V, pomiar jest blokowany.

$U_N xxV$ ;  $> 24V$ , **NOISE!** oraz 

Gdzie xx to wartość napięcia zakłócającego. Napięcie na zaciskach pomiarowych większe od 24 V, ale mniejsze od 40V, pomiar jest blokowany.

**NOISE!**

Sygnał zakłócający jest poniżej 24 V ale ma zbyt dużą wartość – wynik może być obarczony dodatkową niepewnością.

**LIMIT!**

oraz ER wraz z wartością w %

Niepewność od rezystancji elektrod pomocniczych  $> 30\%$ . (Do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone.)

**LIMIT!**

oraz  $R_H$  lub  $R_S$   
wraz z wartością w  $\Omega$

Rezystancja elektrod H i S lub jednej z nich przekracza 19,9 k $\Omega$ , poprawny pomiar jest niemożliwy.

Migające obwódki:



Migają obwódki symboli E lub ES lub H lub S lub dwie lub trzy lub wszystkie jednocześnie: nie podłączony jeden, dwa, trzy lub cztery przewody do gniazd pomiarowych.

## 4 Pamięć wyników pomiarów

Pamięć podzielona jest na 10 banków po 99 komórek. Dzięki dynamicznemu przydziałowi pamięci każda z komórek może zawierać inną ilość pojedynczych wyników, w zależności od potrzeb. Zapewnia to optymalne wykorzystanie pamięci. 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.



- Po każdym wpisaniu wyniku pomiaru do komórki jej numer jest automatycznie zwiększany.
- Do pamięci wpisywać można jedynie wyniki pomiarów uruchamianych przyciskiem **START**.
- Zaleca się skasowanie pamięci po odczytaniu danych lub przed wykonaniem nowej serii pomiarów.

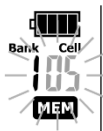
### 4.1 Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci

1

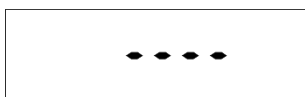


Po wykonaniu pomiaru nacisnąć **ENTER**.

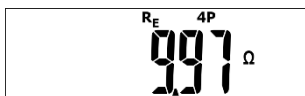
2



Miernik jest w trybie wpisywania do pamięci. Wybrać komórkę i bank zgodnie z **rozdz. 4.2** lub pozostawić bieżące.



Komórka jest pusta.



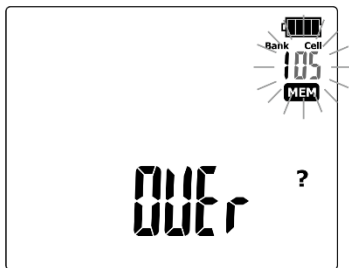
W komórce jest wynik.

3



Zatwierdzić wybór przyciskiem **ENTER**.

4

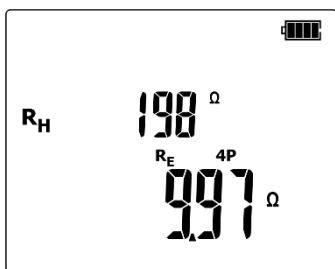


Próba nadpisania wyniku powoduje wyświetlenie symbolu ostrzegawczego.



Nacisnąć **ENTER** w celu nadpisania wyniku lub **ESC**, aby zrezygnować.

5



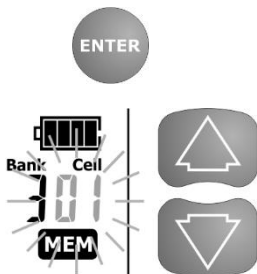
Na chwilę ukazuje się ekran, czemu towarzyszą 3 krótkie sygnały dźwiękowe, po czym miernik powraca do wyświetlania ostatniego wyniku pomiaru.



Do pamięci zapisany zostaje komplet wyników (główny i dodatkowe) danej funkcji pomiarowej oraz ustawione parametry pomiaru.

## 4.2 Zmiana numeru komórki i banku

1

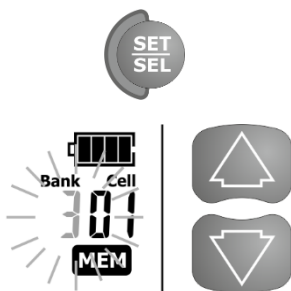


Po wykonaniu pomiaru wcisnąć przycisk **ENTER**.  
Miernik jest w trybie wpisywania do pamięci.

Miga numer komórki.

Zmiana numeru komórki przyciskami ▲▼.

2



Przyciskiem **SET/SEL** ustawia się aktywny do zmiany (migający) numer komórki lub banku.

Miga numer banku.

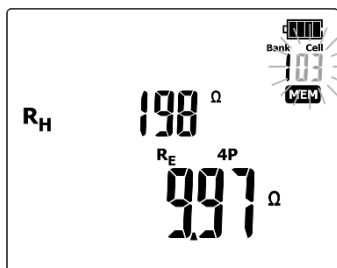
Zmiana numeru banku przyciskami ▲▼.

## 4.3 Przeglądanie pamięci

1



- Włączyć miernik.
- Przyciskami ◀▶ przejść do ekranu **MEM**.



Ukazuje się zawartość ostatnio zapisanej komórki.

Miga numer komórki.

Numer banku i komórki, której zawartość chcemy przeglądać, można zmienić posługując się przyciskiem **SET/SEL**, a następnie przyciskami ▲▼. Miganie numeru banku lub komórki oznacza możliwość jego zmiany.

## 4.4 Kasowanie pamięci

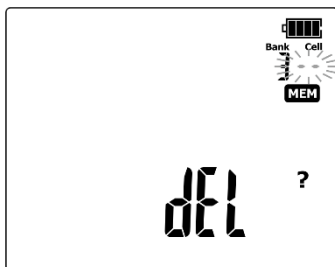
### 4.4.1 Kasowanie banku

1



- Włączyć miernik.
- Przyciskami ◀▶ przejść do ekranu **MEM**.

2



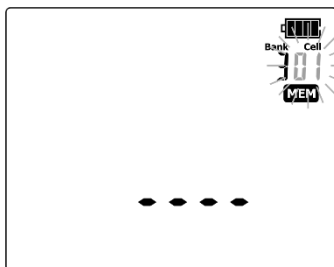
Ustawić numer banku do skasowania wg **rozdz. 4.2**.  
Ustawić numer komórki (**CELL**) na ●● (przed 1).  
Pojawia się symbol **del** sygnalizujący gotowość do kasowania.

3



Nacisnąć **ENTER**. Pojawiają się **Conf** i ⚠ będące żądaniem potwierdzenia kasowania.

4



Nacisnąć **ENTER**, aby uruchomić kasowanie lub **ESC**, aby zrezygnować.

Postęp kasowania uwidoczniiony jest na ekranie w postaci przewijających się numerów komórek, a po zakończeniu kasowania miernik generuje 3 krótkie sygnały dźwiękowe i ustawia numer komórki na 1.

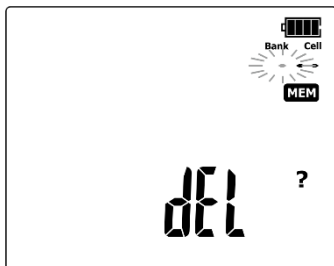
## 4.4.2 Kasowanie całej pamięci

1



- Włączyć miernik.
- Przyciskami ◀ ▶ przejść do ekranu **MEM**.


2



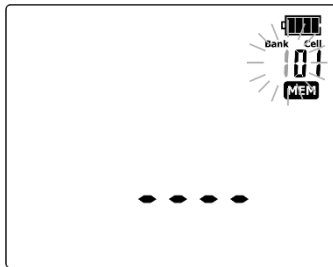
Ustawić numer banku na 0 (przed 0). Pojawia się symbol **del** sygnalizujący gotowość do kasowania.

3



Nacisnąć **ENTER**. Pojawiają się **Conf** i  będące żądaniem potwierdzenia kasowania.

4



Nacisnąć **ENTER**, aby uruchomić kasowanie lub **ESC**, aby zrezygnować.

Postęp kasowania uwidoczniony jest na ekranie w postaci przewijających się numerów banków i komórek, a po zakończeniu kasowania miernik generuje 3 krótkie sygnały dźwiękowe i ustawia numer komórki na 1.

## 4.5 Komunikacja z komputerem


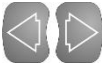



### 4.5.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem

Do współpracy miernika z komputerem niezbędny jest moduł Bluetooth oraz dodatkowe oprogramowanie. Jednym z dostępnych programów jest **Sonel Reader**, umożliwiający odczytywanie danych pomiarowych zapisanych w pamięci miernika i ich prezentację. Oprogramowanie to można pobrać nieodpłatnie ze strony producenta. Informacje o dostępności innych programów współpracujących z miernikiem można uzyskać u producenta lub autoryzowanych dystrybutorów.

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

Szczegółowe informacje dostępne są u producenta i dystrybutorów.

### 4.5.2 Transmisja danych przy pomocy modułu Bluetooth

- 1  Trzymając wciśnięty przycisk **SET/SEL** włączyć miernik i odczekać, aż pojawi się ekran wyboru parametrów (patrz **rozdz. 2.2**).
- 2  Przyciskami ◀▶ przejść do parametru **bt**.
- 3  Przyciskami ▲▼ ustawić **on**.
- 4  Nacisnąć i przytrzymać **ENTER**, by zatwierdzić ustawienia. Od tej pory na ekranie będzie widnieć symbol .
- 5 Podłączyć moduł Bluetooth do gniazda USB komputera PC, o ile nie jest on zintegrowany z PC.
- 6 Podczas parowania miernika z komputerem należy wpisać kod PIN zgodny z kodem PIN miernika w ustawieniach głównych.
- 7 Na komputerze uruchomić **Sonel Reader**.



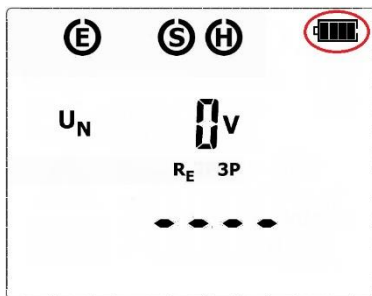
Standardowy pin dla Bluetooth to **1234**. Ustawianie w mierniku wg **rozdz. 2.2**.



## 5 Zasilanie miernika

Przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów, należy upewnić się, że stan naładowania akumulatorów lub baterii w mierniku pozwoli na wykonanie czynności związanych z pracą urządzenia.

### 5.1 Monitorowanie napięcia zasilającego



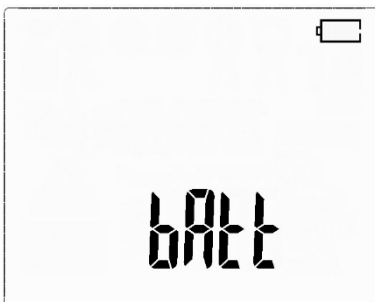
Stopień naładowania akumulatorów i baterii jest na bieżąco wskazywany przez symbol baterii umieszczony w prawym górnym rogu ekranu.



Zaświecone wszystkie segmenty symbolu baterii oznaczają, że baterie lub akumulatory są w pełni naładowane.



Wygaszone wszystkie segmenty symbolu baterii oznaczają, że baterie lub akumulatory są wyczerpane i należy je wymienić.



Napis **bAtt** oznacza, że akumulatory są skrajnie wyczerpane, wszystkie pomiary są blokowane. Miernik wyłączy się samoczynnie po ok. 5 sek.

## 5.2 Wymiana baterii (akumulatorów)

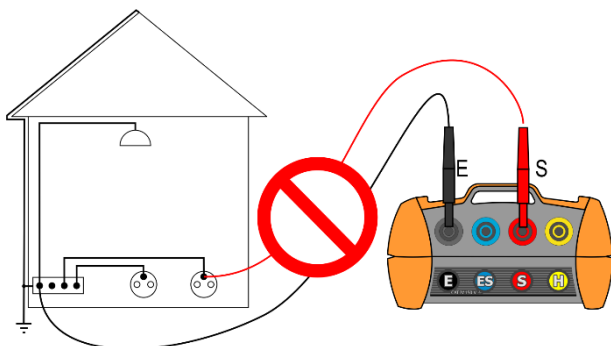
Miernik MRU-12 jest zasilany czterema bateriami alkalicznymi LR6 lub akumulatorami NiMH o rozmiarze AA. Baterie lub akumulatory w trakcie eksploatacji znajdują się w pojemniku w spodniej części obudowy. Urządzenie nie jest wyposażone w wewnętrzną ładowarkę. Akumulatory należy naładować w zewnętrznej ładowarce.



### UWAGA!

Nie wolno zasilać miernika ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji! Przed wymianą baterii lub akumulatorów należy odłączyć przewody pomiarowe od urządzenia!

1



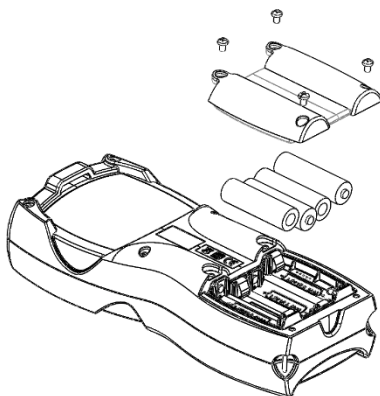
Konieczniewyłączyć urządzenie od obiektu.

2



Wyłączyć urządzenie klawiszem **ON/OFF**.

3



Odkręcić wkręty mocujące pokrywę baterii w dolnej części obudowy (4 szt.).

Wyciągnąć wszystkie baterie (akumulatory). Nowe baterie lub akumulatory należy włożyć przestrzegając właściwej polaryzacji.

Włożyć i przykręcić pokrywę pojemnika.



- Odwrotne włożenie baterii nie grozi uszkodzeniem miernika i baterii, jednak miernik z założonymi niewłaściwie bateriami nie uruchomi się.
- Po wymianie baterii/akumulatorów należy w głównym menu **ustawić rodzaj zasilania**, ponieważ od tego zależy prawidłowe wskazanie stopnia naładowania (charakterystyki rozładowania baterii i akumulatorów są różne).
- W przypadku wylania się baterii wewnątrz pojemnika należy oddać miernik do serwisu.

## 5.3 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów niklowo-wodorkowych (NiMH)

- Przechowuj akumulatory (miernik) w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym miejscu oraz chroń je przed bezpośrednim nasłonecznieniem. Temperatura otoczenia dla długiego przechowywania powinna być utrzymywana poniżej 30°C. Jeżeli akumulatory są przechowywane przez długi czas w wysokiej temperaturze, wówczas zachodzące procesy chemiczne mogą skrócić ich żywotność.

- Akumulatory NiMH 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 NiMH w sposób ograniczony. Akumulatory te można bez większych konsekwencji doładowywać. Wskazane jest jednak, aby co kilka cykli całkowicie je rozładować.

- Podczas przechowywania akumulatorów NiMH następuje samoistne ich rozładowanie z prędkością około 20% miesięcznie. Trzymanie akumulatorów w wysokich temperaturach może przyspieszyć ten proces nawet dwukrotnie. Aby nie dopuścić do zbyt niskiego 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.

## 6 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 oraz przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie wytrzeć do sucha.

Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

## 7 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 nieużywanego urządzenia, baterie i akumulatory należy wyjąć z miernika,
- aby uniknąć całkowitego rozładowania akumulatorów przy długim przechowywaniu należy je co jakiś czas doładowywać.

## 8 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 użytym 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.

## 9 Dane techniczne

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

### 9.1 Dane podstawowe

#### Pomiar napięcia zakłócającego $U_N$ (RMS)

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0...100 V	1 V	$\pm(10\% \text{ w.m.} + 1 \text{ cyfra})$

- Pomiar dla  $f_N$  45...65 Hz.
- Częstotliwość wykonywania pomiarów – min. 2 pomiary/sek.

#### Pomiar rezystancji uziemień – metoda dwubiegunowa ( $R_E2P$ )

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,01 $\Omega$ ...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
20,0 $\Omega$ ...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200 $\Omega$ ...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 5\%$
2000 $\Omega$ ...9999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 8\%$

- Prąd pomiarowy przy zwarcu > 20 mA.
- Częstotliwość pomiarowa 125 Hz lub 150 Hz.
- Napięcie pomiarowe wybierane 25 V lub 50 V.
- Maksymalne napięcie zakłóceń, przy którym wykonywany jest pomiar  $R_E$  wynosi 24 V.

#### Pomiar rezystancji uziemień - metoda trójbiegunowa ( $R_E3P$ ) i czteroprzewodowa ( $R_E4P$ )

Metoda pomiarowa: trójbiegunowa, zgodna z EN IEC 61557-5.

Zakres pomiarowy wg EN IEC 61557-5: 0,53  $\Omega$ ...9999  $\Omega$  dla  $U_n = 50$  V.

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00 $\Omega$ ...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
20,0 $\Omega$ ...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200 $\Omega$ ...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 5\%$
2000 $\Omega$ ...9999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 8\%$

- Prąd pomiarowy przy zwarcu > 20 mA.
- Częstotliwość pomiarowa 125 Hz lub 150 Hz.
- Napięcie pomiarowe wybierane 25 V lub 50 V.
- Maksymalne napięcie zakłóceń, przy którym wykonywany jest pomiar  $R_E$  wynosi 24 V.

### Pomiar rezystywności gruntu

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

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00...9,99 $\Omega m$	0,01 $\Omega m$	Zależna od dokładności pomiaru $R_E$ w układzie 4P, ale nie mniejsza niż $\pm 1$ cyfra
10,0...99,9 $\Omega m$	0,1 $\Omega m$	
100...999 $\Omega m$	1 $\Omega m$	
1,00...9,99 $k\Omega m$	0,01 $k\Omega m$	
10,0...99,9 $k\Omega m$	0,1 $k\Omega m$	
100...999 $k\Omega m$	1 $k\Omega m$	

- odległość między elektrodami pomocniczymi (L): 1...50 m lub 1...150 ft

Metoda pomiarowa: Schlumbergera,  $\rho = \frac{\pi A(A+d)}{d} R_E$

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00...9,99 $\Omega m$	0,01 $\Omega m$	Zależna od dokładności pomiaru $R_E$ w układzie 4P, ale nie mniejsza niż $\pm 1$ cyfra
10,0...99,9 $\Omega m$	0,1 $\Omega m$	
100...999 $\Omega m$	1 $\Omega m$	
1,00...9,99 $k\Omega m$	0,01 $k\Omega m$	
10,0...99,9 $k\Omega m$	0,1 $k\Omega m$	
100...999 $k\Omega m$	1 $k\Omega m$	

- odległość między elektrodami pomocniczymi (A): 3...50 m lub 3...150 ft

### Pomiar rezystancji elektrod pomocniczych $R_H$ i $R_S$

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

## 9.2 Dane eksploatacyjne

- a) rodzaj izolacji wg EN 61010-1 i EN IEC 61557..... podwójna
- b) kategoria pomiarowa (dla 2000 m n.p.m.) wg EN 61010-1 ..... III 300 V
- c) stopień ochrony obudowy wg EN 60529 ..... IP65
- d) maksymalne napięcie zakłóceń AC + DC, przy którym wykonywany jest pomiar ..... 24 V
- e) maksymalne mierzone napięcie zakłóceń ..... 100 V
- f) częstotliwość prądu pomiarowego ..... 125 Hz dla sieci 50 Hz  
..... 150 Hz dla sieci 60 Hz
- g) napięcie pomiarowe dla  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$ ,  $\rho$  ..... 25 V lub 50 V
- h) prąd pomiarowy (zwarciowy) dla  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$ ,  $\rho$  ..... >20 mA
- i) zakres pomiarowy zgodnie z EN IEC 61557-5: ..... 0,53  $\Omega$  ..9999  $\Omega$  dla  $U_n = 50$  V
- j) maksymalna rezystancja elektrod pomocniczych ..... 20 k $\Omega$
- k) zasilanie miernika ..... 4x bateria alkaliczna AA  
..... 4x akumulator NiMH typ AA
- l) ilość pomiarów dla  $R_E3P$  ..... >2000  
..... ( $R_E=10$   $\Omega$ ,  $R_H=R_S=100$   $\Omega$ , 25 V 50 Hz, 2 pomiary/minutę, Bluetooth wyłączony)
- m) czas wykonywania pomiaru rezystancji metodą:
- dwubiegunową ( $R_E2P$ ) ..... <4 s
  - trójbiegunową ( $R_E3P$ ) ..... <8 s
  - czteroprzewodową ( $R_E4P$ ) ..... <8 s
- n) wymiary ..... 221 x 102 x 62 mm
- o) masa miernika z akumulatorami ..... 710 g
- p) temperatura pracy ..... -10°C...+50°C
- q) temperatura odniesienia ..... 23  $\pm$ 2°C
- r) temperatura przechowywania ..... -20...+60°C
- s) wilgotność względna ..... 20...90%
- t) wilgotność względna nominalna ..... 40...60%
- u) wysokość n.p.m. .....  $\leq$ 2000 m\*
- v) czas do Auto-OFF ..... 300, 600, 900 sekund lub brak
- w) wyświetlacz ..... LCD segmentowy
- x) pamięć wyników pomiarów ..... 990 komórek
- y) transmisja wyników ..... Bluetooth
- z) standard jakości ..... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001
- aa) metoda pomiarowa ..... techniczna, zgodna z EN IEC 61557-5
- bb) przyrząd spełnia wymagania EMC wg norm ..... EN IEC 61326-1 i EN IEC 61326-2-2



SONEL S.A. niniejszym oświadcza, że typ urządzenia radiowego MRU-12 jest zgodny z dyrektywą 2014/53/UE. Pełny tekst deklaracji zgodności UE jest dostępny pod następującym adresem internetowym: <https://www.sonel.pl/pl/pobierz/deklaracje-zgodnosci/>

### 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 150 V do ziemi (maksymalnie 150 V między wejściami napięciowymi) lub CAT IV 100 V do ziemi (maksymalnie 100 V między wejściami napięciowymi). Oznaczenia i symbole umieszczone na przyrządzie należy uważać za obowiązujące podczas używania go na wysokości poniżej 2000 m.

### 9.3 Dane dodatkowe

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

#### 9.3.1 Wpływ szeregowego napięcia zakłócającego na pomiar rezystancji dla funkcji $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$

$R_E$	$U_N$	Niepewność dodatkowa [%]
0,00...10,00 $\Omega$	25 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_Z+0,007U_Z^2$
	50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_Z+0,004U_Z^2$
10,01...2000 $\Omega$	25 V, 50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_Z+0,001U_Z^2$
2001...9999 $\Omega$	25 V, 50 V	$\pm(0,003R_E + 0,4)U_Z$

#### 9.3.2 Wpływ elektrod pomocniczych na pomiar rezystancji uziemienia dla funkcji $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$

$R_H, R_S$	Niepewność dodatkowa [%]
$R_H \leq 5 \text{ k}\Omega$ i $R_S \leq 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left( \frac{R_S}{R_S + 100000} \cdot 150 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$
$R_H > 5 \text{ k}\Omega$ lub $R_S > 5 \text{ k}\Omega$ lub $R_H$ i $R_S > 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left( 7,5 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$

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

#### 9.3.3 Niepewności dodatkowe wg EN IEC 61557-5 ( $R_{E3P}$ )

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	$E_1$	0%
Napięcie zasilania	$E_2$	0% (nie świeci BAT)
Temperatura	$E_3$	$\pm 0,2$ cyfry/ $^{\circ}\text{C}$ dla $R < 1 \text{ k}\Omega$ $\pm 0,07\%/^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,2$ cyfry/ $^{\circ}\text{C}$ dla $R \geq 1 \text{ k}\Omega$
Szeregowo napięcie zakłócające	$E_4$	Wg wzorów z p. 9.2.1 ( $U_N=3\text{V}$ 50/60Hz)
Rezystancja sond wbijanych w grunt	$E_5$	Wg wzoru z p. 9.3.2

## 10 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](mailto:bok@sonel.pl)

internet: [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)



### **UWAGA!**

Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.



## NOTATKI

## NOTATKI





**SONEL S.A.**

ul. Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica

**Biuro Obsługi Klienta**

tel. +48 74 884 10 53

e-mail: [bok@sonel.pl](mailto:bok@sonel.pl)

[www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)