1623-2

Earth/Ground Tester

Instrukcja użytkownika

January 2014 (Polish)

© 2014 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.
All product names are trademarks of their respective companies.

OGRANICZONA GWARANCJA I OGRANICZENIE ODPOWIEDZIALNOŚCI

Każdy produkt firmy Fluke posiada gwarancje na brak usterek materiałowych i produkcyjnych w warunkach normalnego użytkowania i konserwacji. Okres gwarancji obejmuje dwa lata i rozpoczyna się w dniu wysłania produktu. Części, naprawy produktu oraz serwisowanie są objęte gwarancją przez 90 dni. Niniejsza gwarancja obejmuje jedynie oryginalnego nabywcę lub użytkownika końcowego będącego klientem autoryzowanego sprzedawcy firmy Fluke i nie obejmuje bezpieczników, jednorazowych baterii lub żadnych innych produktów, które, w opinii firmy Fluke, były używane niezgodnie z ich przeznaczeniem, modyfikowane, zaniedbane, zanieczyszczone lub uszkodzone przez przypadek lub w wyniku nienormalnych warunków użytkowania lub obsługiwania. Firma Fluke gwarantuje zasadnicze działanie oprogramowania zgodnie z jego specyfikacjami funkcjonalności przez 90 dni oraz, że zostało ono prawidłowo nagrane na wolnym od usterek nośniku. Firma Fluke nie gwarantuje, że oprogramowanie będzie wolne od błędów lub że będzie działać bez przerwy.

Autoryzowani sprzedawcy firmy Fluke przedłużą niniejszą gwarancję na nowe i nieużywane produkty jedynie dla swoich klientów będących użytkownikami końcowymi, jednak nie będą posiadać uprawnień do przedłużenia obszerniejszej lub innej gwarancji w imieniu firmy Fluke. Wsparcie gwarancyjne jest dostępne jedynie w przypadku, gdy produkt został zakupiony w autoryzowanym punkcie sprzedaży firmy Fluke lub Nabywca zapłacił odpowiednią cenę międzynarodową. Firma Fluke rezerwuje sobie prawo do zafakturowania na Nabywcę kosztów importu części do naprawy/wymiany w przypadku, gdy produkt nabyty w jednym kraju zostanie oddany do naprawy w innym kraju.

Zobowiązania gwarancyjne firmy Fluke są ograniczone, według uznania firmy Fluke, do zwrotu kosztów zakupu, darmowej naprawy lub wymiany wadliwego produktu, który zostanie zwrócony do autoryzowanego centrum serwisowego firmy Fluke przed upływem okresu gwarancyjnego.

Aby skorzystać z usługi gwarancyjnej, należy skontaktować się z najbliższym autoryzowanym centrum serwisowym firmy Fluke w celu uzyskania zwrotnej informacji autoryzacyjnej, a następnie przesłać produkt do tego centrum serwisowego wraz z opisem problemu, zwrotną kopertą ze znaczkami oraz opłaconym ubezpieczeniem (miejsce docelowe FOB). Firma Fluke nie jest odpowiedzialna za wszelkie uszkodzenia powstałe w czasie transportu. Po naprawie gwarancyjnej produkt zostanie zwrócony Nabywcy przy wcześniej opłaconym transporcie (miejsce docelowe FOB). Jeśli firma Fluke dojdzie do wniosku, że usterka została spowodowana przez zaniedbanie, niewłaściwe użytkowanie, zanieczyszczenie, modyfikacje lub nienormalne warunki użytkowania lub obsługi, łącznie z przepięciami spowodowanymi użytkowaniem urządzenia w środowisku przekraczającym jego wyszczególnione zakresy pracy lub normalne zużycie części mechanicznych, firma Fluke zapewni szacunkowe wartości kosztów naprawy i uzyska upoważnienie przed rozpoczęciem pracy. Po zakończeniu naprawy, produkt zostanie zwrócony Nabywcy przy wcześniej opłaconym transporcie i Nabywca zostanie obciążony kosztami naprawy i transportu zwrotnego (punkt wysłania FOB).

NINIEJSZA GWARANCJA STANOWI JEDYNE I WYŁĄCZNE ZADOŚĆUCZYNIENIE DLA NABYWCY W MIEJSCE WSZYSTKICH INNYCH GWARANCJI, WYRAŹNYCH LUB DOROZUMIANYCH, OBEJMUJĄCYCH, ALE NIE OGRANICZONYCH DO ŻADNEJ DOROZUMIANEJ GWARANCJI ZBYWALNOŚCI LUB ZDATNOŚCI DO DANEGO CELU. FIRMA FLUKE NIE BĘDZIE ODPOWIEDZIALNA ZA ŻADNE SPECJALNE, POŚREDNIE, PRZYPADKOWE LUB NASTĘPUJĄCE STRATY, ŁĄCZNIE Z UTRATĄ DANYCH, WYNIKAJĄCE Z JAKIEJKOLWIEK PRZYCZYNY LUB TEORII.

Ponieważ niektóre kraje lub stany nie zezwalają na ograniczenie terminu dorozumianej gwarancji lub wyłączenia, lub ograniczenia przypadkowych, lub następujących strat, ograniczenia i wyłączenia z niniejszej gwarancji mogą nie mieć zastosowania dla każdego nabywcy. Jeśli którykolwiek z przepisów niniejszej Gwarancji zostanie podważony lub niemożliwy do wprowadzenia przez sąd lub inny kompetentny organ decyzyjny odpowiedniej jurysdykcji, nie będzie to mieć wpływu na obowiązywanie wszystkich innych przepisów niniejszej Gwarancji.

Fluke Corporation P.O. Box 9090 Everett, WA 98206-9090 U.S.A.	Fluke Europe B.V. P.O. Box 1186 5602 BD Eindhoven The Netherlands

11/99

Aby zarejestrować produkt przez Internet, proszę przejść do witryny pod adresem http://register.fluke.com.

Spis treści

Tytuł	Strona
Wprowadzenie	1
Kontakt z firmą Fluke	1
Informacje dotyczące bezpieczeństwa	2
Przechowywanie	3
Modele i akcesoria	4
Dodatkowe akcesoria	5
Właściwości	6
Ekran	7
Setup (Konfiguracja)	8
Baterie	8
Opis funkcji	10
Obsługa rejestratora	11
Pomiary 2 i 3-biegunowe R_A	11
Pomiar 4-biegunowy R_A	13
Pomiar 3-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A przy użyciu cęgów	15
Pomiar 4-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A przy użyciu cęgów	17
Bezelektrodowy pomiar rezystancji uziemienia	19
Zaawansowane funkcje	21
Pomiary na słupach wysokiego napięcia	21
Pomiar rezystywności gruntu	24
Eksport zgromadzonych danych na komputer	26
Usuwanie zgromadzonych danych	26
Rozwiązywanie problemów i diagnostyka	27
Konserwacja	29
Kalibracja	29
Serwis	29
Dane techniczne	30

Spis tabell

Spis table **Tytuł** **Strona**

1. Symbole 3
2. Modele i akcesoria 4
3. Właściwości i funkcje 6
4. Wskaźniki wyświetlacza 7
5. Przykładowy plik .CSV z zapisanymi danymi 26
6. Rozwiązywanie problemów i diagnostyka 27

Spis rysunków

Rysunek	Tytuł	Strona
1	Zewnętrzny przekładnik prądowy EI-162BN	5
2.	Wkładanie baterii	9
3.	2-biegunowy pomiar R_A	12
4.	3-biegunowy pomiar R_A	12
5.	4-biegunowy pomiar R_A	14
6.	Pomiar 3-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A	16
7	Pomiar 4-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A przy pomocy cęgów prądowych	18
8.	Bezelektrodowy pomiar rezystancji uziemienia RA	20
9.	Rezystancja uziemienia bez odłączania napowietrznego przewodu odgromowego	21
10.	Pomiar rezystywności gruntu	24
11.	Rozwiązywanie problemów i diagnostyka	28

Wprowadzenie

1623-2 Earth Ground Tester (Miernik lub Produkt) to kompaktowy, odporny na warunki polowe, przyrząd do prowadzenia wszystkich czterech rodzajów pomiarów uziemienia. W szczególności miernik może mierzyć rezystancję pętli uziemienia przy użyciu wyłącznie cęgów - czyli przez tzw. pomiar bezelektrodowy. Metoda ta nie wymaga korzystania z przewodów uziemienia ani odłączania prętów uziemienia

Funkcje 1623-2:

- Pomiar za pomocą jednego przycisku
- Pomiary uziemienia 3-biegunowe i 4-biegunowe
- 4-biegunowy pomiar rezystywności gruntu
- Pomiar selektywny, nie wymaga odłączenia przewodu uziemienia (pojedyncze cęgi)
- Pomiar bezelektrodowy, szybkie sprawdzenie pętli uziemienia
- (podwójne cęgi)
- Częstotliwość pomiaru 128 Hz

Kontakt z firmą Fluke

Aby skontaktować się z firmą Fluke, zadzwoń pod jeden z poniższych numerów:

- USA: 1-800-760-4523
- Kanada: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31 402-675-200
- Japonia: +81-3-6714-3114
- Singapur: +65-6799-5566
- Z każdego miejsca na świecie: +1-425-446-5500

Aby zarejestrować produkt, pobrać instrukcję obsługi i uzyskać więcej informacji, należy przejść do strony internetowej www.fluke.com.

Aby wyświetlić, wydrukować lub pobrać najnowszy suplement do instrukcji obsługi, należy przejść do witryny internetowej pod adresem http://us.fluke.com/usen/support/manuals.

Informacje dotyczące bezpieczeństwa

Ostrzeżenie pozwala określić warunki i procedury, które mogą być niebezpieczne dla użytkownika. **Uwaga** pozwala określić warunki i czynności, które mogą spowodować uszkodzenie produktu i sprawdzanych urządzeń.

⚠⚠ Ostrzeżenie

W celu uniknięcia niebezpieczeństwa porażenia prądem, wywołania pożaru i odniesienia obrażeń:

- **Przed przystąpieniem do pracy z urządzeniem należy przeczytać informacje dotyczące bezpieczeństwa.**
- **Produkt może być używany wyłącznie zgodnie z podanymi zaleceniami. W przeciwnym razie praca z nim może być niebezpieczna.**
- **Nie wolno używać produktu, jeśli działa w sposób nieprawidłowy.**
- **Nie należy używać urządzenia, jeśli jest uszkodzone.**
- **Nie wolno używać uszkodzonych przewodów pomiarowych. Sprawdzić sondy pomiarowe pod kątem uszkodzeń izolacji, odsłoniętych fragmentów metalowych i śladów zużycia. Należy sprawdzić ciągłość przewodów.**
- **Nie wolno używać produktu w pobliżu gazów wybuchowych, oparów oraz w środowisku wilgotnym lub mokrym.**
- **Nie podłączać między końcówkami lub między końcówką a uziemieniem prądu o wyższym napięciu niż znamionowe.**
- **Należy używać wyłącznie sond prądowych, przewodów pomiarowych i adapterów dostarczonych razem z urządzeniem.**
- **Pomiaru natężenia nie należy traktować jako wskazania tego, że obwód można dotknąć. Aby stwierdzić, czy obwód jest bezpieczny, konieczny jest pomiar napięcia.**
- **Przedział akumulatora musi zostać zamknięty i zablokowany. Dopiero wtedy można rozpocząć użytkowanie urządzenia.**
- **Gdy wskaźnik stanu naładowania baterii zasygnalizuje niski poziom naładowania, należy wymienić baterie. W przeciwnym razie wyniki pomiarów mogą być nieprawidłowe.**
- **Nie należy podłączać bezpośrednio do sieci zasilającej.**
- **Nie wolno dotykać przewodników podczas pracy z napięciem przemiennym o wartości skutecznej wyższej niż 30 V, napięciem przemiennym o wartości szczytowej 42 V lub napięciem stałym 60 V.**

Tabela 1 zawiera listę symboli pojawiających się na mierniku oraz w tej instrukcji.

Tabela 1. Symbole

Symbol	Opis
⚠	Niebezpieczeństwo. Ważne informacje. Patrz instrukcja.
⚠	Niebezpieczne napięcie. Ryzyko porażenia elektrycznego.
	Wskaźnik poziomu naładowania baterii
CE	Odpowiada wymogom Unii Europejskiej
	Produkt spełniający odpowiednie normy dla urządzeń elektromagnetycznych w Korei Płd.
	Odpowiada stosownym standardom dotyczącym kompatybilności elektromagnetycznej w Australii.
	Ten produkt jest zgodny z dyrektywą WEEE (2002/96/EC) określającą wymogi dotyczące znaczników. Naklejona etykieta oznacza, że nie należy wyrzucać tego produktu elektrycznego/elektronicznego razem z pozostałymi odpadami z gospodarstwa domowego. Kategoria produktu: Zgodnie z aneksem I dyrektywy WEEE dotyczącym typów oprzyrządowania, ten produkt zalicza się do kategorii 9, czyli jest to „przyrząd do kontroli i monitorowania”. Nie wyrzucać urządzenia wraz z niesortowanymi odpadami komunalnymi. Informacje na temat recyklingu można znaleźć na stronie internetowej firmy Fluke.

Przechowywanie

Jeśli miernik jest składowany przez dłuższy czas, lub nie jest używany przez dłuższy czas, należy wyjąć baterie.

Modele i akcesoria

Wraz z miernikiem dostarczane są następujące standardowe akcesoria:

- 6 baterii alkalicznych – typ LR6
- 2 przewody pomiarowe 1,5 m
- 1 przewód połączeniowy (dla pomiarów RA 2-biegunowych)
- 2 zaciski krokodylkowe
- 1 dysk CD z dokumentacją i instrukcją użytkownika
- Szybki przewodnik
- Informacje na temat bezpieczeństwa

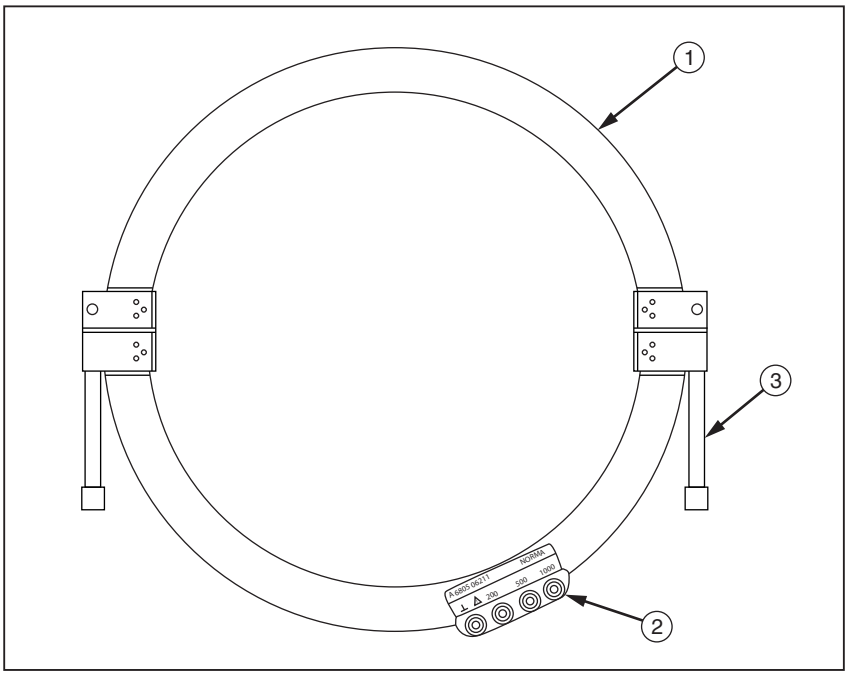
Tabela 2 zawiera listę dostępnych modeli i akcesoriów.

Tabela 2. Modele i akcesoria

Opis	Numer części
Earth/Ground Tester 1623-2 (wraz z instrukcją użytkownika, informacjami dotyczącymi bezpieczeństwa, QRG, kablem Geox Probe, 2 zaciskami i zestawem przewodów)	4325155
Zestaw miernika Earth/Ground Tester (wraz z instrukcją użytkownika, informacjami dotyczącymi bezpieczeństwa, QRG, kablem Geox Probe, 2 zaciskami, zestawem przewodów, 4 sondami do wbijania w grunt, 3 kablami, walizką C1620, EI-162X i EI-162AC)	4325170
Zestaw części serwisowych 162x-7001 (wraz z zestawem przewodów i 2 zaciskami)	2577167
Sonda do wbijania w grunt	4325492
Zestaw sond ES-162P3-2 do pomiarów 3-biegunowych (wraz z 3 sondami do wbijania w grunt, 1 kabel niebieski 25m, 1 kabel czerwony 50m)	4359377
Zestaw sond ES-162P4-2 do pomiarów 4-biegunowych (wraz z 4 sondami do wbijania w grunt, 1 kabel niebieski 25m, 1 kabel zielony 25m, 1 kabel czerwony 50m)	4359389
Selektywny/bezelektrodowy zestaw cęgów EI-1623 do 1623-2/1625-2 (wraz z EI-162X, EI-162AC)	2577115
Przypinany przekładnik prądowy (pomiarowy) EI-162X z zestawem izolowanych kabli	2577132
Przypinany przekładnik prądowy EI-162AC (indukujący)	2577144
EI-162BN Transformator z podzielonym rdzeniem - do pomiarów na słupach wysokiego napięcia (12,7 cali - 320 mm)	2577159
Zestaw cęgów prądowych z izolowanymi kablami (używany z zaciskiem EI-162X)	2630254
Kabel niebieski, 25m	4343731
Kabel zielony, 25m	4343746
Kabel czerwony, 50m	4343754
Walizka C1620	4359042

Dodatkowe akcesoria

Zewnętrzny przekładnik prądowy jest dostępny jako opcja, patrz Rysunek 1. Transformator posiada przełożenie między 80 a 1200:1 dla pomiarów pojedynczej gałęzi w uziemieniu kratowym. Umożliwia to użytkownikowi pomiar na słupach wysokiego napięcia bez odłączania napowietrznych przewodów odgromowych i listwy uziomowej u dołu słupów. Wykorzystywany jest także do pomiarów zabezpieczeń przeciwpiorunowych bez osobnych przewodów odgromowych.



evx01.eps

Rysunek 1. Zewnętrzny przekładnik prądowy EI-162BN

① Część przekładnika (2)

Końcówki przekładnika posiadają śruby przegubowe, co ma zapewnić łatwiejsze oddzielanie elementów przekładnika. Jedna z końcówek przekładnika posiada otwór z rowkiem na śrubę, umożliwiający wykręcenie śruby bokiem z końcówki przekładnika.

② Połączenia przekładni transformatora: ⊥, 200, 500 i 1000

③ Zamek (2)

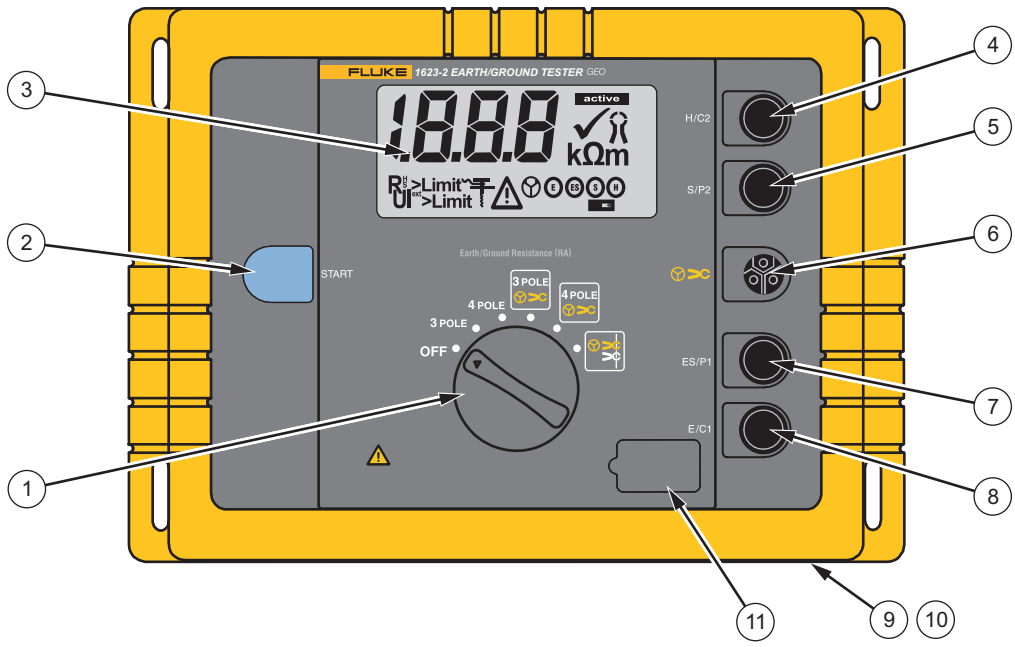
Właściwości

Typowe zastosowania miernika to między innymi:

- Pomiar rezystancji uziemienia w różnych instalacjach, np. słupy wysokiego napięcia, budynki, elektryczne systemy uziemień, stacje telefonii komórkowych i nadajniki HF.
- Monitorowanie i planowanie systemów odgromowych
- Pomiary rezystancji z elektrodami; bez separacji

Listę cech i funkcji przedstawia Tabela 3.

Tabela 3. Właściwości i funkcje



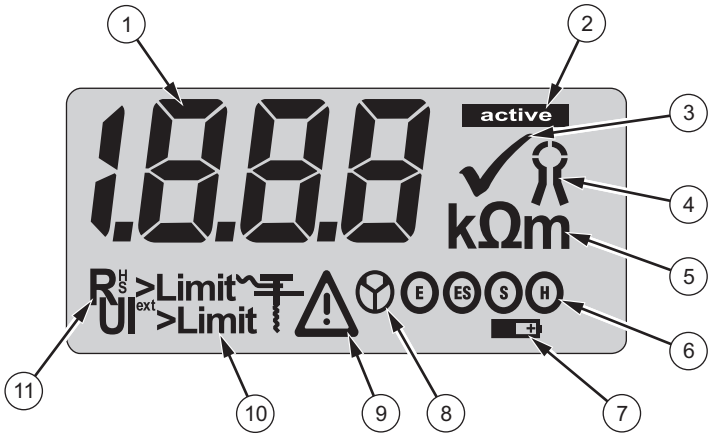
edv001.eps

Pozycja	Opis
1	Przełącznik obrotowy służy do wybierania funkcji oraz WL/WYL
2	Przycisk "START" służy do uruchamiania wybranej funkcji pomiaru
3	Wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD)
4	Złącze “H/C2” dla zewnętrznego uziemienia (4 mm ∅)
5	Złącze “S/P2” dla sondy (4 mm ∅)
6	Złącze ⊕⊂ do podłączenia cęgów prądowych.
7	Złącze “ES/P1” dla sondy uziemienia (4 mm ∅)
8	Złącze “E/C1” dla elektrody pomiarowej (4 mm ∅)
9	Pojemnik na 6 baterii alkalicznych (typu AA, LR6)
10	Śruby do mocowania pojemnika na baterie
11	Port USB typu B

Ekran

Wyświetlacz ciekłokrystaliczny to wyświetlacz 1999-cyfrowy ze specjalnymi symbolami i wysokością cyfr wynoszącą 25 mm. Położenie i opis każdego z elementów wyświetlacza znajduje się w Tabela 4.

Tabela 4. Wskaźniki wyświetlacza



edv009.eps

Pozycja	Opis
1	Wartość pomiaru
2	Pomiar w trakcie
3	Pomiar ukończony
4	Podłączenie cęgów prądowych
5	Jednostka pomiaru
6	Wskaźnik gniazda
7	Napięcie baterii zbyt niskie, wymień baterię
8	Wskaźnik gniazda cęgów prądowych
9	Błąd
10	Napięcie zewnętrzne zbyt wysokie/Prąd zewnętrzny
11	RH>Limit: Rezystancja zewnętrznej elektrody uziemiającej jest zbyt wysoka
	RS>Limit: Rezystancja sondy jest zbyt wysoka

Setup (Konfiguracja)

⚠Ostrzeżenie

Prosimy zapoznać się z informacjami dotyczącymi bezpieczeństwa przed podłączeniem przyrządu do źródła zasilania. W razie problemów prosimy zapoznać się z *Rozwiązywanie problemów i diagnostyka.*

Baterie

⚠⚠ Ostrzeżenie

W celu uniknięcia niebezpieczeństwa porażenia prądem, wywołania pożaru i odniesienia obrażeń:

- **Przedział akumulatora musi zostać zamknięty i zablokowany. Dopiero wtedy można rozpocząć użytkowanie urządzenia.**
- **Gdy wskaźnik stanu naładowania baterii zasygnalizuje niski poziom naładowania, należy wymienić baterie. W przeciwnym razie wyniki pomiarów mogą być nieprawidłowe.**
- **W akumulatorach znajdują się niebezpieczne związki chemiczne, które mogą spowodować oparzenia lub wybuchnąć. W razie kontaktu z niebezpiecznymi związkami chemicznymi spłukać je wodą i zapewnić pomoc medyczną.**

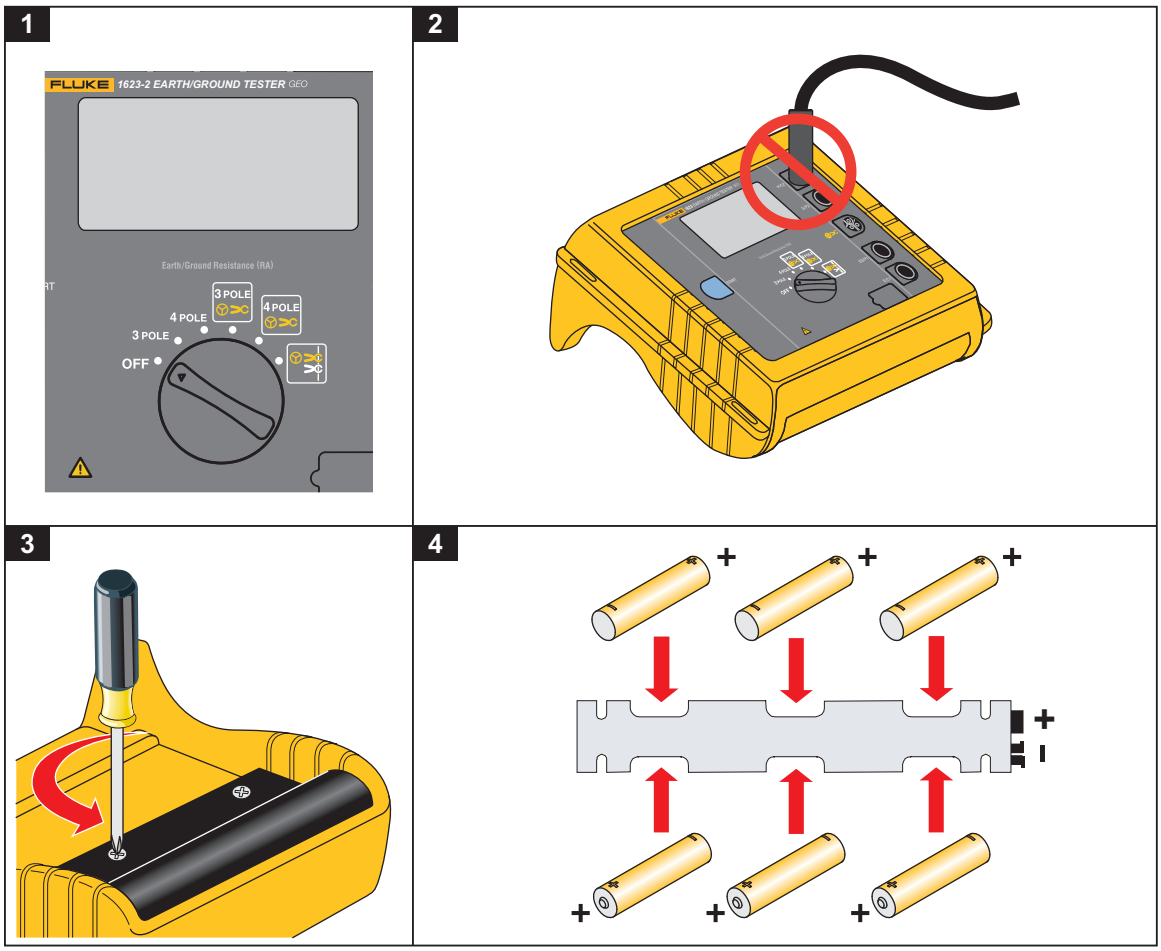
⚠Ostrzeżenie

W celu bezpiecznego użytkowania i konserwowania urządzenia:

- **Jeśli nastąpił wyciek z baterii, przed przystąpieniem do użytkowania produktu należy przeprowadzić niezbędne naprawy.**
- **Przy wymianie należy zwracać uwagę na polaryzację baterii. Nieprawidłowa instalacja może być przyczyną wycieku.**

Wkładanie baterii:

1. Wyłącz przyrząd, patrz Rysunek 2.
2. Odłącz przewody pomiarowe.
3. Otwórz pojemnik na baterie.
4. Włóż baterie. Zawsze wymieniaj cały zestaw baterii.
5. Zamknij pojemnik na baterie.



edv002.eps

Rysunek 2. Wkładanie baterii

Opis funkcji

Funkcje są wybierane za pomocą przełącznika obrotowego. Wartości pomiaru są przedstawione na ekranie ciekłokrystalicznym przy uwzględnieniu odpowiednich separatorów dziesiętnych i jednostek. Dodatkowe znaki specjalne wskazują tryb pomiaru, warunki działania i komunikaty błędów.

Miernik posiada następujące funkcje pomiaru:

- **Rezystancja uziemienia (R_E)** — Rezystancja uziemienia jest określana za pomocą 3-biegunowych lub 4-biegunowych pomiarów prądu i napięcia. Napięcie pomiaru to napięcie tętniące prostokątne 48 / 20 V o częstotliwości 94, 105, 111 lub 128 Hz. Wybór częstotliwości może być ręczny lub automatyczny (AFC).
- **Selektywny pomiar rezystancji uziemienia (R_E ⊃C)** — Pomiar na pojedynczej elektrodzie uziemiającej w kratowych (równoległych) systemach uziemienia. Prąd przepływający przez pojedynczą elektrodę uziemiającą jest mierzony za pomocą zewnętrznego przekładnika prądowego.
- **Wskaźnik niskiego poziomu naładowania baterii** — Niskie napięcie baterii, wymień baterię.

Obsługa rejestratora

Miernik umożliwia 3-biegunowy oraz 4-biegunowy pomiar do pomiarów rezystancji systemów uziemienia i rezystywności gruntu dla warstw geologicznych. Miernik wykonuje także pomiary za pomocą zewnętrznego przekładnika prądowego, dzięki czemu pomiar pojedynczych odnóg oporności w powiązanych sieciach (ochrony odgromowej i słupach wysokiego napięcia z okablowaniem) można wykonywać bez konieczności odłączania części systemu.

Pomiary 2 i 3-biegunowe R_A

Aby dokonać pomiaru 2-biegunowego należy gniazda H/C2 i S/P2 połączyć za pomocą zworki. Należy korzystać wyłącznie z elektrody uziemiającej i zewnętrznej elektrody uziemiającej Minimalna odległość pomiędzy elektrodą uziemiającą (E/CD1) a zewnętrzną elektrodą uziemiającą (H/C2) powinna wynosić przynajmniej 20 m.

Należy wykonać czynności 1 do 4 z Rysunku 34:

1. Wybierz **3-BIEGUNOWY.**

2. Podłącz przewody pomiarowe.

   Połącz gniazdo E/C1 z systemem uziemienia, dla którego ma być wykonywany pomiar za pomocą dostarczonego przewodu i zacisku (1.5 m). Umieść dwie sondy w ziemi.

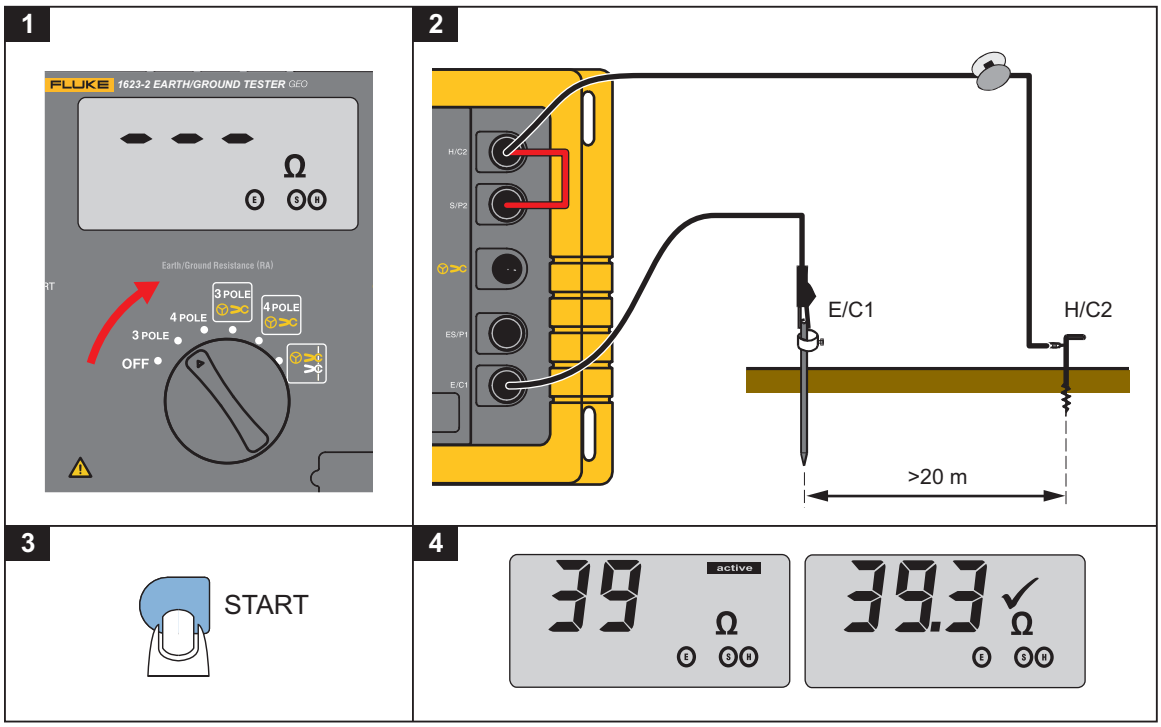
   Uwaga
   Minimalna odległość pomiędzy sondami (E/C1) i (S/P2) powinna wynosić przynajmniej 20 m.

   Podłącz przewody 25 m i 50 m do sond H/C2 i S/P2 jak pokazano na Rysunkach 3 i 4.

3. Wciśnij **START**.

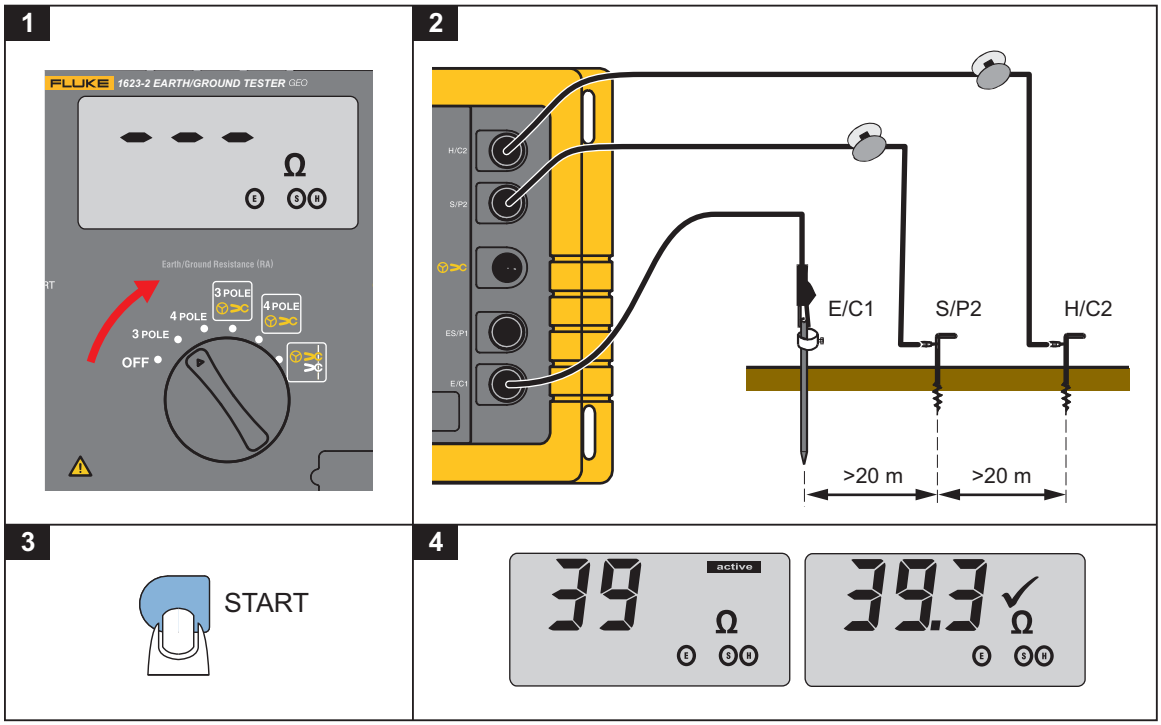
   active wskazuje, że trwa pomiar. Aby uzyskać ciągły pomiar, wciskaj dalej przycisk START.

4. ✓ wskazuje, że pomiar został zakończony. Wynik jest widoczny na wyświetlaczu do momentu rozpoczęcia kolejnego procesu pomiarowego lub zmiany pozycji przełącznika obrotowego.



edv003.eps

Rysunek 3. 2-biegunowy pomiar R_A



edv003b.eps

Rysunek 4. 3-biegunowy pomiar R_A

Pomiar 4-biegunowy R_A

Aby wykonać pomiar 4-biegunowy:

1. Wybierz funkcję **4-BIEGUNOWY**. Zobacz rysunek 5.

2. Podłącz przewody pomiarowe.

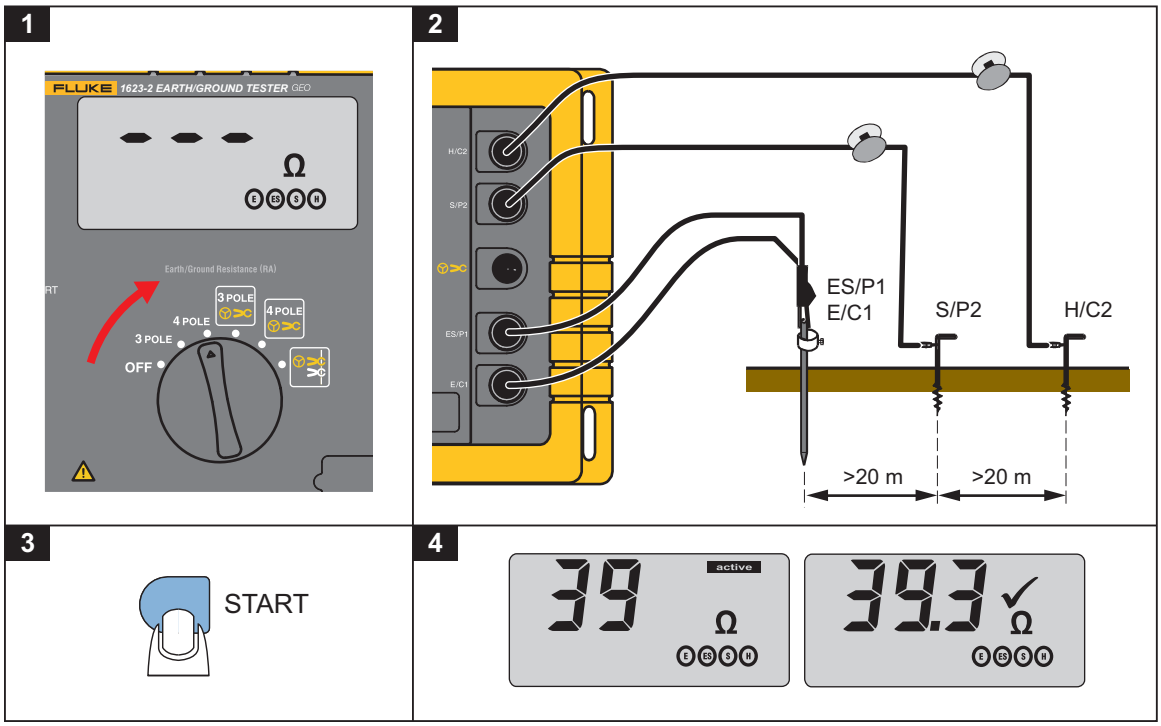
   Podłącz gniazda E/C1 i ES/P1 do systemu uziemienia, dla którego ma być wykonywany pomiar, za pomocą dwu dostarczonych przewodów (1.5 m). Umieść dwie sondy w ziemi. Minimalna odległość pomiędzy sondami (E/C1), (S/P2) i (H/C2) powinna wynosić przynajmniej 20 m. Taka długość przewodu probierczego ES eliminuje jego wpływ na pomiar.

   Podłącz przewody 25 m i 50 m do sond H/C2 i S/P2 jak pokazano poniżej.

3. Wciśnij **START**

   active wskazuje, że trwa pomiar. Aby uzyskać ciągły pomiar, wciskaj dalej przycisk START.

4. ✓ wskazuje, że pomiar został zakończony. Wynik jest widoczny na wyświetlaczu do momentu rozpoczęcia kolejnego procesu pomiarowego lub zmiany pozycji przełącznika obrotowego.



edv004.eps

Rysunek 5. 4-biegunowy pomiar R_A

Pomiar 3-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A przy użyciu cęgów

W systemach uziemień wielokrotnych, które są połączone ze sobą równolegle, istnieje możliwość dokonania pomiaru uziemienia metodą 3-biegunów selektywną R_A przy wykorzystaniu cęgów prądowych.

1. Wybierz **3-BIEGUNOWE**. Zobacz rysunek 6.

2. Podłącz przewody pomiarowe.

   Podłącz przewód pomiarowy (1,5 m) do gniazda E/C1 a jego drugą końcówkę do systemu uziemienia, dla którego ma być wykonywany pomiar. Umieść dwie sondy w ziemi. Minimalna odległość pomiędzy sondami (E/C1), (S/P2) i (H/C2) powinna wynosić przynajmniej 20 m.

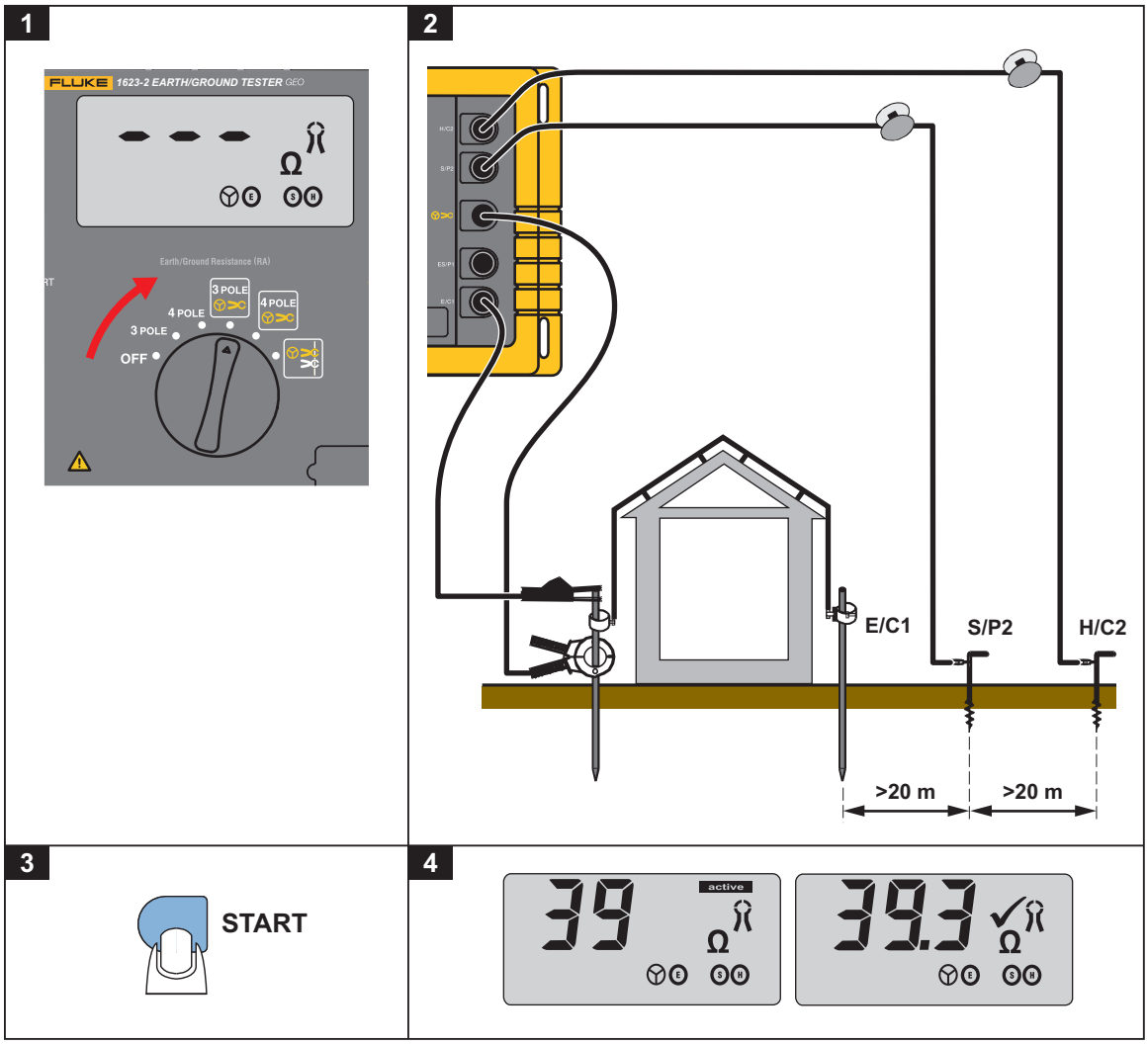
   Podłącz przewody 25 m i 50 m do sond H/C2 i S/P2 jak pokazano poniżej.

   Podłącz cęgi prądowe z adapterem jak pokazano poniżej.

3. Wciśnij **START.**

   active wskazuje, że pomiar trwa. Aby uzyskać ciągły pomiar, wciskaj dalej przycisk START.

4. ✓ wskazuje, że pomiar został zakończony. Wynik jest widoczny na wyświetlaczu do momentu rozpoczęcia kolejnego procesu pomiarowego lub zmiany pozycji przełącznika obrotowego.



edv005.eps

Rysunek 6. Pomiar 3-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A

Pomiar 4-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A przy użyciu cęgów

W systemach uziemień wielokrotnych, które są połączone ze sobą równolegle, istnieje możliwość dokonania pomiaru uziemienia metodą 4-biegunów selektywną R_A przy wykorzystaniu cęgów prądowych.

1. Wybierz funkcję **4-BIEGUNOWY**. Zobacz rysunek 7.

2. Podłącz przewody pomiarowe.

   Podłącz gniazda E/C1 i ES/P1 do systemu uziemienia, dla którego ma być wykonywany pomiar, za pomocą dołączonych bezpiecznych przewodów pomiarowych (1,5 m). Umieść dwie sondy w ziemi. Minimalna odległość pomiędzy sondami (E/C1), (S/P2) i (H/C2) powinna wynosić przynajmniej 20 m. Taka długość ES przewodu probierczego eliminuje jego wpływ na pomiar.

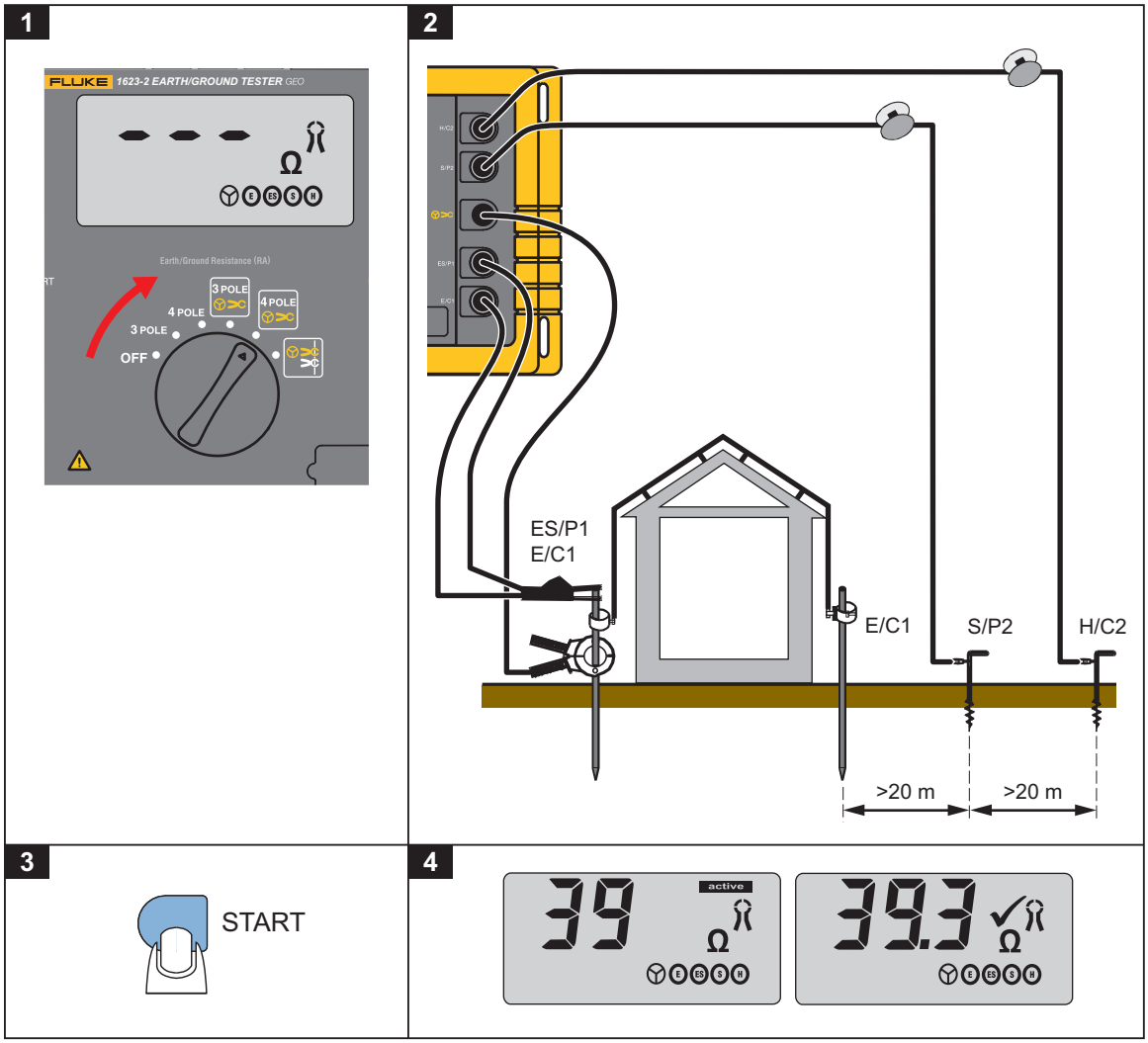
   Podłącz przewody 25 m i 50 m do sond H/C2 i S/P2 jak pokazano poniżej.

   Podłącz cęgi prądowe z adapterem jak pokazano poniżej.

3. Wciśnij **START**.

   active wskazuje, że pomiar trwa. Aby uzyskać ciągły pomiar, wciskaj dalej przycisk START.

4. ✓ wskazuje, że pomiar został zakończony. Wynik jest widoczny na wyświetlaczu do momentu rozpoczęcia kolejnego procesu pomiarowego lub zmiany pozycji przełącznika obrotowego.



edv006.eps

Rysunek 7. Pomiar 4-biegunowy selektywny rezystancji uziemienia R_A przy pomocy cęgów prądowych

Bezelektrodowy pomiar rezystancji uziemienia

W tej metodzie pomiaru dwie cęgi są umieszczone wokół uziemienia lub przewodu przyłączeniowego i każda z nich jest podłączona do miernika. Nie są używane sondy gruntowe uziemienia. Napięcie o znanej wartości jest wzbudzane na jednym z zacisków, a prąd jest mierzony na drugim zacisku. Miernik automatycznie określa rezystancję pętli uziemienia na tym pręcie uziemienia.

1. Wybierz . Zobacz rysunek 8.

2. Podłącz cęgi prądowe.

   Podłącz cęgi prądowe indukujące (patrz *Modele i* akcesoria) do gniazd H/C2 i E/C1 używając dołączonych bezpiecznych przewodów pomiarowych (1,5 m), jak pokazano poniżej.

   Uwaga

   Używaj tylko cęgów prądowych rekomendowanych przez Fluke. Inne cęgi nie są kompatybilne.

   Podłącz drugie cęgi prądowe używając adaptera (cęgi prądowe – pomiarowe).

   Obejmij obydwoma cęgami prądowymi elektrodę uziemiająca, dla której ma być wykonywany pomiar.

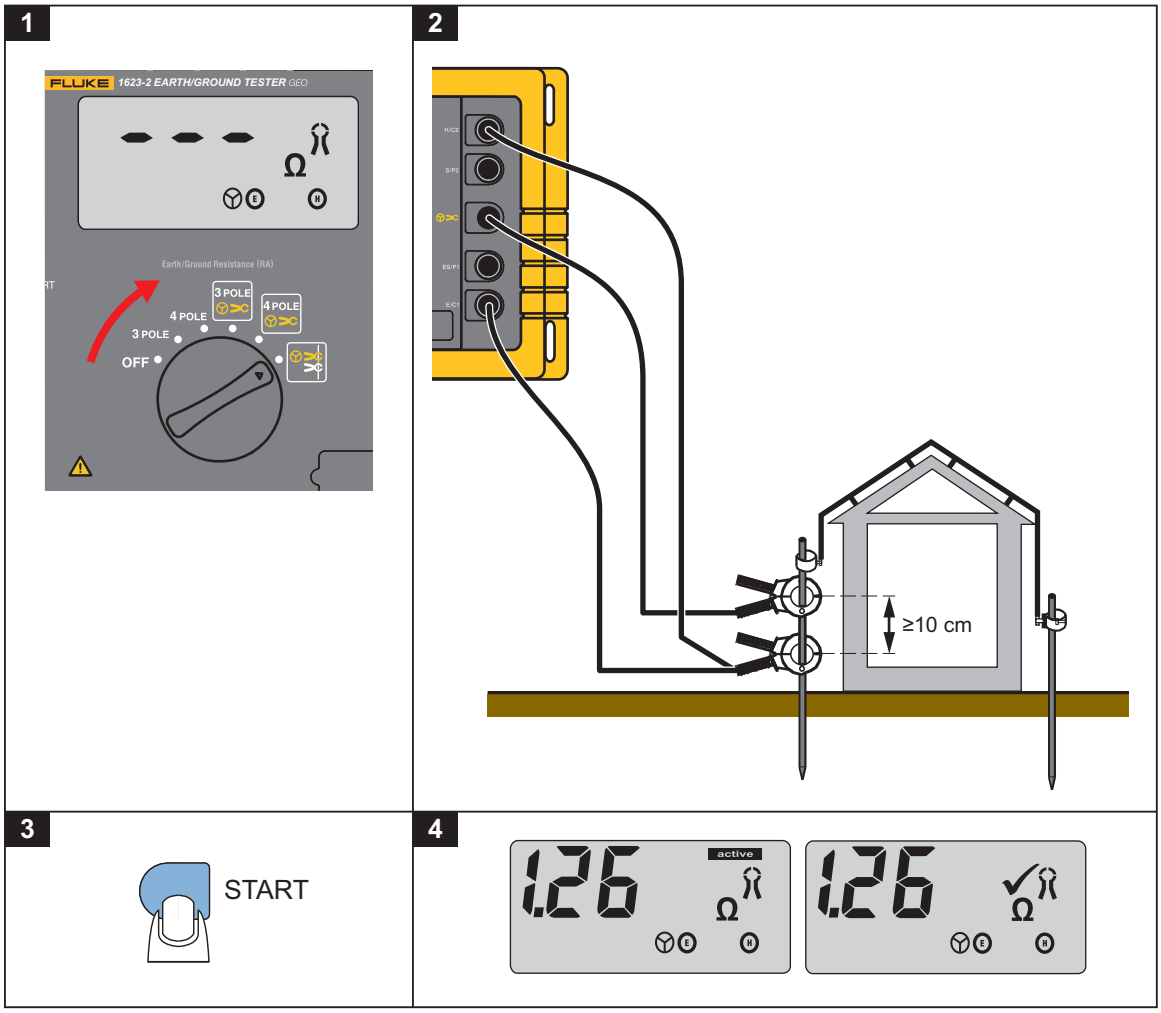
   Uwaga

   Minimalna odległość pomiędzy cęgami prądowymi powinna wynosić 10 cm.

3. Wciśnij **START**.

   active wskazuje, że pomiar trwa. Aby uzyskać ciągły pomiar, wciskaj dalej przycisk START.

4. ✓ wskazuje, że pomiar został zakończony. Wynik jest widoczny na wyświetlaczu do momentu rozpoczęcia kolejnego procesu pomiarowego lub zmiany pozycji przełącznika obrotowego.



edv007.eps

Rysunek 8. Bezelektrodowy pomiar rezystancji uziemienia RA

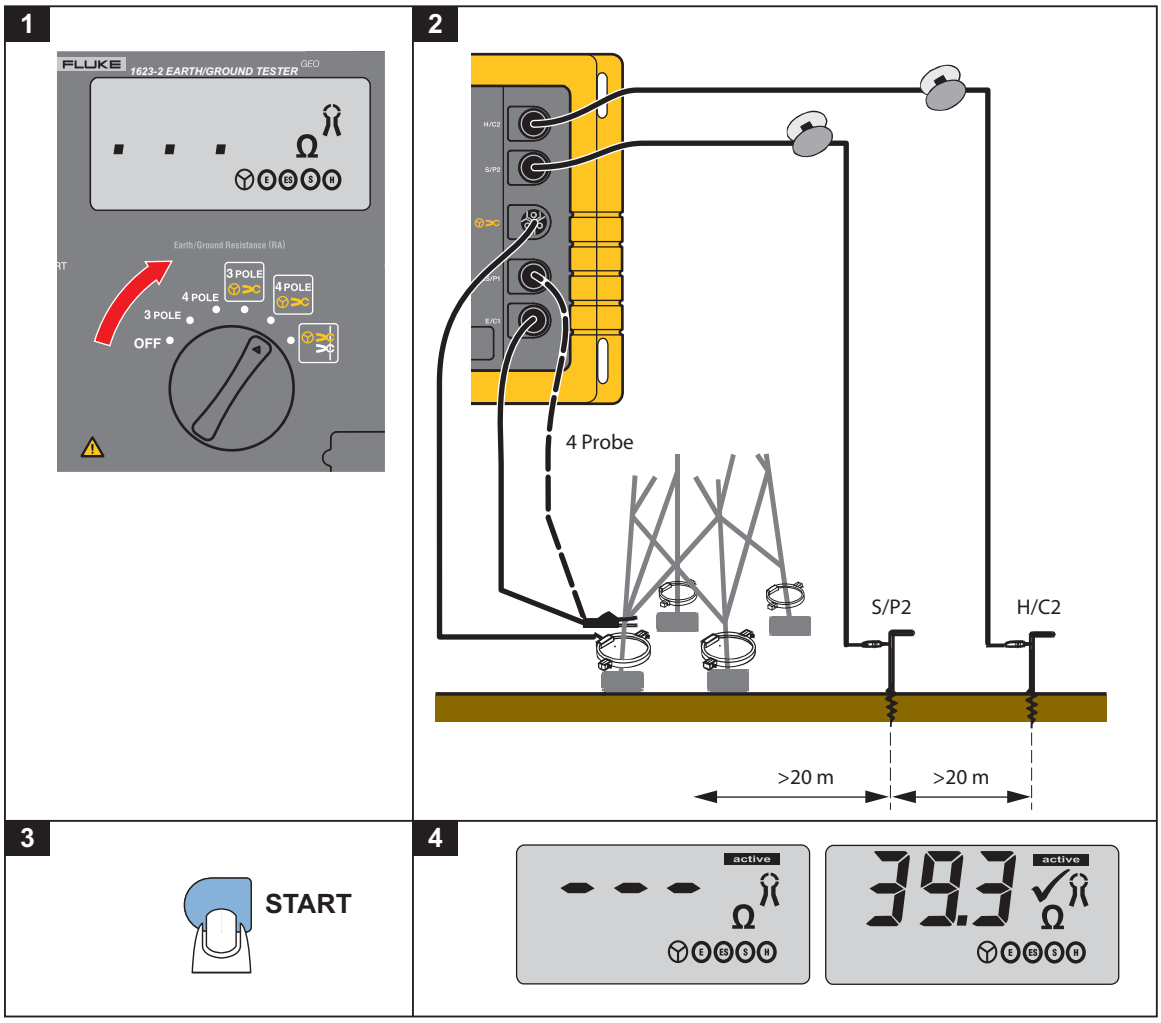
Zaawansowane funkcje

Miernik wykorzystuje zaawansowane funkcje do pomiaru oporności uziemienia pojedynczego słupa wysokiego napięcia i rezystywności gruntu do obliczania i projektowania systemów uziemiających.

Pomiary na słupach wysokiego napięcia

Pomiar rezystancji uziemienia pojedynczego słupa wysokiego napięcia wymaga zwykle odłączenia (uniesienia) napowietrznego przewodu odgromowego, lub odłączenia systemu uziemienia od struktury słupa. W przeciwnym razie prawdopodobne jest wystąpienie fałszywych odczytów rezystancji elektrody uziemiającej słupa, z uwagi na obwód równoległy pozostałych słupów, połączonych ze sobą poprzez napowietrzny przewód odgromowy.

Nowa metoda pomiaru stosowana w tym przyrządzie - dzięki zewnętrznemu przekładnikowi prądowemu stosowanemu do pomiaru rzeczywistego prądu przepływającego przez elektrodę uziemiającą - umożliwia pomiar rezystancji elektrody uziemiającej bez odłączania systemu uziemienia czy napowietrznego przewodu odgromowego. Zobacz rysunek 9.



edv016.eps

Rysunek 9. Rezystancja uziemienia bez odłączania napowietrznego przewodu odgromowego

Ponieważ wszystkie cztery nogi słupa są podłączone do uziomu podstawy słupa, prąd pomiarowy $\mathbf{I}_{pom}$ jest dzielony na pięć elementów zgodnie z aktualnymi rezystancjami.

Jedna część płynie przez strukturę słupa do napowietrznego przewodu odgromowego i dalej do rezystancji uziemienia równoległego słupa.

Pozostał cztery składowe ($\mathbf{I}_1$**...** $\mathbf{I}_4$) przepływają przez poszczególne nogi słupa.

Dodanie wszystkich prądów daje w wyniku prąd $\mathbf{I}_E$ płynący przez rezystancję uziemienia, przykładowo rezystancja "łączna" elektrody uziemiającej do gruntu.

Jeśli przekładnik prądowy jest przytwierdzony do każdej z nóg słupa, cztery rezystancje muszą zostać kolejno zmierzone, co wykaże zachowanie odwrotnie proporcjonalne do odpowiednich składowych prądu $\mathbf{I}_1$ **...** $\mathbf{I}_4$. Punkt zasiłowy prądu pomiarowego ma pozostać niezmieniony, w celu uniknięcia zmiany w rozkładzie prądu.

Te równoważne rezystancje są wyświetlane odpowiednio jako:

$$R_{Ei} = \frac{U_{meas}}{Ii}$$

Zatem rezystancja uziemienia R_E słupa jest określana jako obwód równoległy poszczególnych rezystancji równoważnych:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

1. Przekręć centralny przełącznik obrotowy do pozycji "$\succ$CR_E 3-biegunowy" lub $\succ$CR_E 4-biegunowy". Przyrząd ma być okablowany zgodnie z rysunkiem i wyświetlanymi komunikatami.
2. Zastosuj przekładnik prądowy do nogi słupa.
3. Wciśnij **START**.

   Zostanie przeprowadzona w pełni zautomatyzowana sekwencja pomiarów, obejmująca wszystkie istotne parametry, takie jak rezystancje zewnętrznej elektrody uziemiającej, elektrody sondy i elektrody uziemiającej, i zakończy się wyświetleniem wyniku R_E.

4. Odczytaj wartość pomiaru R_E.

Uwaga

Przed ustawieniem sond gruntowych elektrody probierczej i zewnętrznej elektrody uziemiającej upewnij się, że sonda jest ustawiona poza gradientem elektrody uziemiającej i zewnętrznej elektrody uziemiającej. Tego rodzaju warunki są zwykle osiągane przez zapewnienie odległości >20 m między elektrodą uziemiającą a sondą gruntową, oraz pomiędzy samymi sondami gruntowymi. Sprawdzenie dokładności wyników polega na dokonaniu kolejnego pomiaru po zmianie położenia zewnętrznej elektrody uziemiającej lub sondy. Jeśli wynik jest taki sam, odległość jest wystarczająca Jeśli mierzona wartość ulega zmianie, sonda lub zewnętrzna elektroda uziemiająca muszą zostać przesunięte, aż do uzyskania stałej wartości pomiaru R_E.

Przewody sondy nie powinny biec blisko siebie.

5. Należy zastosować przekładnik prądowy na nodze kolejnego słupa.

6. Powtórzyć czynności pomiarowe.

   Punkt zasiłowy pomiaru prądu (zaciski krokodylkowe) i biegunowość transformatora z podzielonym rdzeniem ma pozostać niezmieniona.

   Po określeniu wartości R_{Ei} dla wszystkich nóg słupa, należy obliczyć rzeczywistą rezystancję R_E:

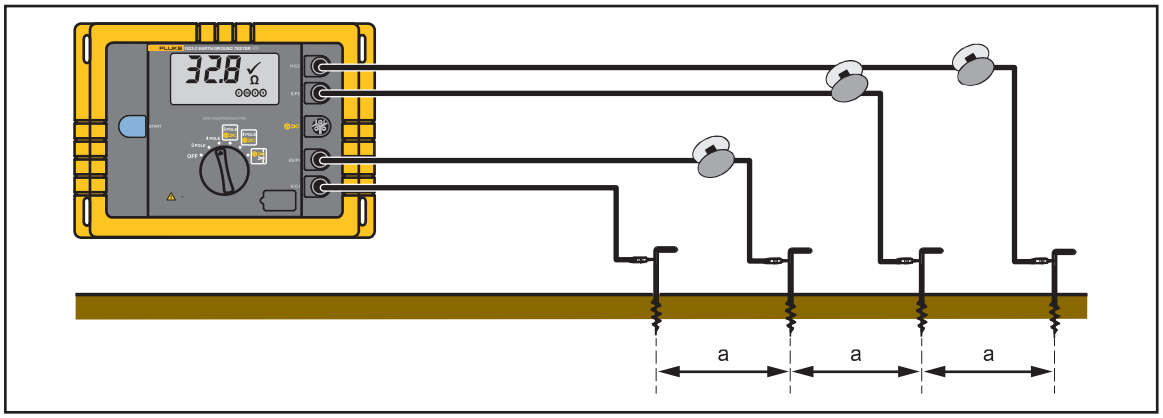
$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

Uwaga

Jeśli wyświetlana wartość R_E jest ujemna pomimo poprawnego umieszczenia przekładnika prądowego, część prądu pomiarowego płynie w górę, do korpusu wieży. Uwzględniona w ten sposób rezystancja uziemienia daje poprawne obliczenia, jeśli poszczególne rezystancje równoważne (po obserwacji ich biegunowości) są wprowadzone do powyższej formuły.

Pomiar rezystywności gruntu

Rezystywność gruntu to geologiczna i fizyczna wielkość, używana przy obliczaniu i projektowaniu systemów uziemienia.//Procedura pomiarów przedstawiona na Rysunku 10 korzysta z metody opracowanej przez Wennera (F. Wenner, A method of measuring earth resistivity; Bull. National Bureau of Standards, Bulletin 12 (4), Paper 258, S 478-496; 1915/16).



edv020.eps

Rysunek 10. Pomiar rezystywności gruntu

1. Cztery sondy tej samej długości zostają umieszczone w gruncie w linii prostej i z tym samym odstępem "a" między nimi. Sondy gruntowe nie powinny być wbijane głębiej niż maksymalnie 1/3 "a".
2. Przekręć centralny przełącznik obrotowy do pozycji "R_E 4-biegunowe".

   Przyrząd ma być okablowany zgodnie z rysunkiem i informacjami podanymi na wyświetlaczu.
3. Wciśnij **START**.
4. Odczytaj wartość pomiaru R_E.

Na podstawie wskazanej wartości rezystancji R_E, wartość rezystywności gruntu oblicza się na podstawie równania:

$$\rho_E = 2\pi.a.R_E$$

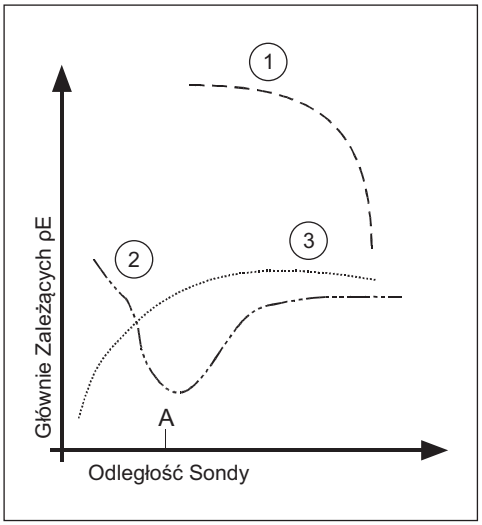
ρ_E ..... oznacza wartość rezystywności gruntu (Ωm)

R_E ..... zmierzona rezystancja (Ω)

a ..... odległość sondy (m)

Metoda pomiarów Wennera określa rezystywność gruntu do głębokości równej mniej więcej odległości "a" między dwoma sondami gruntowymi. Zwiększając "a" można mierzyć głębsze warstwy i sprawdzać jednorodność gruntu. Zmieniając wielokrotnie "a" można mierzyć profil, na podstawie którego określa się odpowiednią elektrodę uziemiającą.

Odpowiednio do mierzonej głębokości, "a" wybiera się pomiędzy 2 m a 30 m. Procedura ta daje krzywe przedstawione na poniższym rysunku.



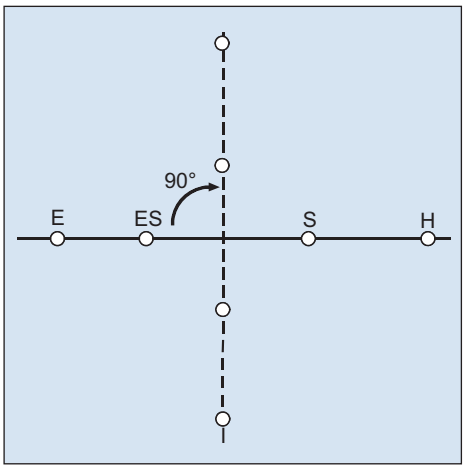
hqe021.eps

Krzywa 1: Gdy ρE obniża się tylko na większych głębokościach, wskazana jest długa elektroda gruntowa.

Krzywa 2: Gdy ρE obniża się tylko do punktu A, zwiększenie głębokości większe niż A nie spowoduje poprawy wartości.

Krzywa 3: Wraz ze zwiększającą się głębokością ρE nie maleje: wskazana jest elektroda listwy uziomowej.

Ponieważ wyniki pomiaru są często zniekształcone i przekłamane, przykładowo przez podziemne kawałki metalu i podziemne formacje wodonośne, drugi pomiar, w którym oś sondy jest odwrócona o kąt 90°, jest zawsze wskazany (patrz poniższy wykres).



edw022.eps

Eksport zgromadzonych danych na komputer

Dane z wszystkich pomiarów są automatycznie gromadzone w postaci pliku .csv. Tabela 5 stanowi przykład takiego pliku .csv.

Aby wyeksportować dane z miernika na komputer:

1. Podłącz przewód USB do miernika i do komputera.
2. Skorzystaj z programu Windows Explorer na komputerze, aby znaleźć nowy **dysk EGT** na liście urządzeń.
3. Zlokalizuj plik Data.csv na dysku EGT.
4. Skorzystaj z typowych narzędzi na komputerze w celu skopiowania pliku do nowej lokalizacji.

Tabela 5. Przykładowy plik .CSV z zapisanymi danymi

Pomiary	Stempel czasu	Tryb pomiarów	Rezystancja uziemienia R_E	Status błędu
1	15 października 2013 r. 20:13:55	3-biegunowy R_E	1.022 Ω	NA
2	15 października 2013 r. 20:13:55	4-biegunowy R_E	1.022 Ω	NA
3	15 października 2013 r. 20:13:55	3-biegunowy selektywny	1.022 Ω	NA
4	15 października 2013 r. 20:13:55	4-biegunowy R_E	NA	Limit Rh

Usuwanie zgromadzonych danych

Aby usunąć dane zgromadzone w mierniku:

1. Podłącz przewód USB do miernika i do komputera.
2. Skorzystaj z programu Windows Explorer na komputerze, aby znaleźć nowy **dysk EGT** na liście urządzeń.
3. Zlokalizuj plik Data.csv na dysku EGT.
4. Skorzystaj z typowych narzędzi na komputerze w celu usunięcia pliku z dysku EGT lub przeniesienia pliku do nowej lokalizacji.

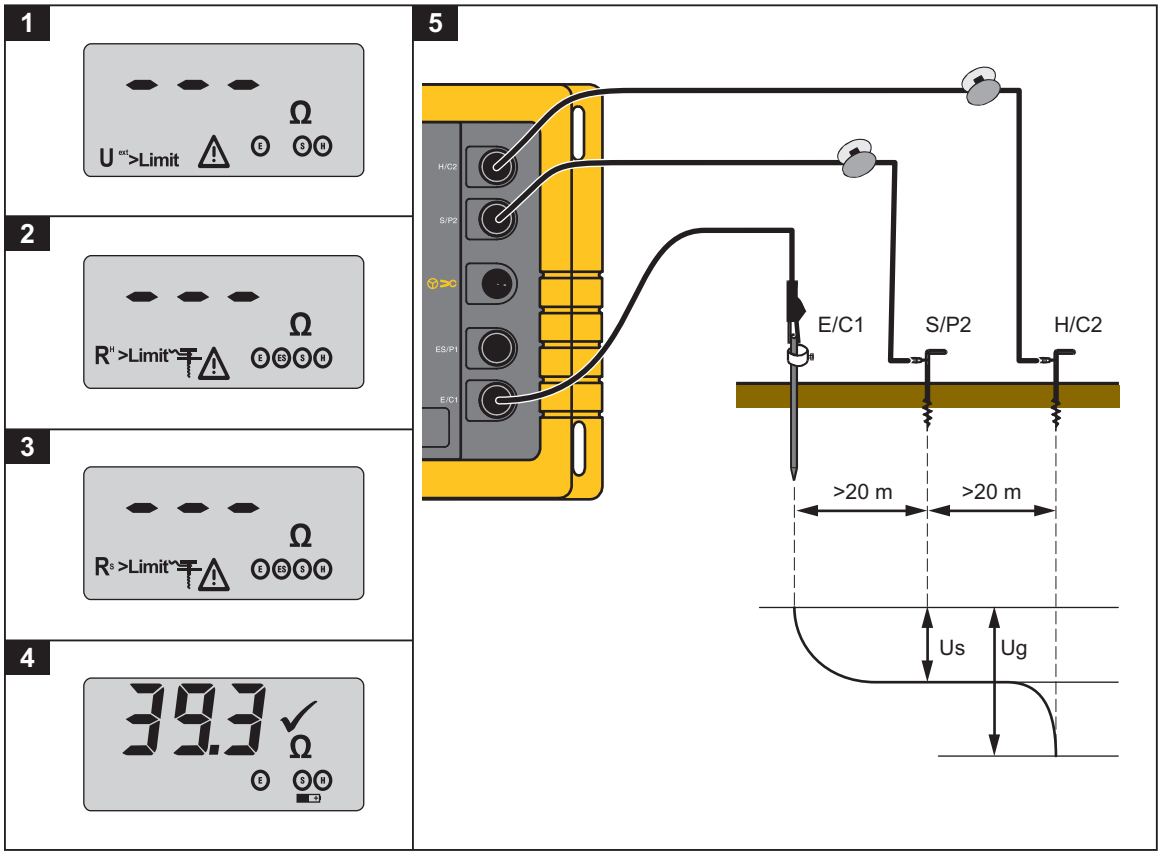
   Czynność ta usuwa wszelkie dane z miernika.

Rozwiązywanie problemów i diagnostyka

Wykonaj czynności przedstawione w Tabeli 6. Zobacz Rysunek 11 odnośnie czynności 1-5.

Tabela 6. Rozwiązywanie problemów i diagnostyka

Krok	Opis
1.	**Napięcie zewnętrzne (Uext) zbyt wysokie** Jeżeli napięcie zewnętrzne przyłożone do miernika jest zbyt wysokie, zwykle z powodu prądów upływu w systemie, dla którego dokonywane są pomiary, pomiar nie może zostać przeprowadzony (patrz *"Dane techniczne"* dla limitów Uext). ***Wskazówka:*** *Zmień lokalizację sondy (S/P2) i zrestartuj pomiar.*
2.	**Rezystancja zewnętrznej elektrody uziemiającej (RH) jest zbyt wysoka** Jeżeli rezystancja zewnętrznej elektrody uziemiającej jest zbyt wysoka to nie jest możliwe wygenerowanie do obwodu takiej wartości prądu, która umożliwi niezawodny i wiarygodny pomiar. Pomiar zostaje wstrzymany (patrz *"Dane techniczne"* dla limitów Rh). ***Wskazówka:*** *Sprawdź połączenie przewodu pomiarowego z gniazdem H/C2, sprawdź sondę umieszczoną w gruncie.*
3.	**Rezystancja sondy (Rs) jest zbyt wysoka** Jeżeli rezystancja sondy jest zbyt wysoka, pomiary nie są rzetelne. Pomiar zostaje wstrzymany (patrz *"Dane techniczne"* dla limitów Rs). ***Wskazówka:*** *Sprawdź połączenie przewodu pomiarowego z gniazdem S/P2, sprawdź sondę umieszczoną w gruncie.*
4.	**Słabe baterie** Jeżeli baterie są słabe, może nastąpić przerwa w generowaniu napięcia i przerwanie pomiaru. Jeżeli energia jest wystarczająca, aby dokończyć pomiar, zostanie wyświetlony symbol "▬" – wyniki pomiarów są prawidłowe. W przeciwnym wypadku nastąpi zresetowanie miernika. ***Wskazówka:*** *Wymienić baterie. Należy użyć 6 baterii alkalicznych typu AA (LR6).*
5.	**Czy pomiar rezystancji RA jest rzetelny?** Aby zapewnić rzetelne pomiary sonda S/P2 musi być poza obszarem gradientu potencjałów E/C1 i H/C2. Standardowo odległość 20 m pomiędzy sondami jest wystarczająca. Jednak w pewnych warunkach otoczenia, gdy rezystywność gruntu jest zmienna, może to nie wystarczyć. Dla uzyskania pewności należy zmienić położenie sond i dokonać kilku pomiarów. Jeśli odczyty są mniej więcej takie same, to wyniki pomiarów są wiarygodne. Jeśli nie, należy zwiększyć odległość między sondami.
6.	**Czy bezelektrodowy pomiar pętli uziemienia jest rzetelny?** Należy zapewnić właściwe cęgi indukujące (zobacz *Akcesoria*). Parametry cęgów są dostosowane do tej metody pomiarowej. Niewłaściwe cęgi dadzą nieprawidłowe wyniki pomiarów. Należy upewnić się, że zalecana minimalna odległość pomiędzy cęgami jest zachowana. Jeżeli cęgi są umieszczone zbyt blisko siebie, pole magnetyczne cęgów indukujących będzie oddziaływało na cęgi prądowe pomiarowe, Aby uniknąć wzajemnego oddziaływania, odległość pomiędzy cęgami powinna być zróżnicowana i powinien być przeprowadzony nowy pomiar. Jeżeli zmierzone wartości zmieniają się nieznacznie lub wcale, mogą zostać uznane za rzetelne.



edv008.eps

Rysunek 11. Rozwiązywanie problemów i diagnostyka

Konserwacja

Właściwie wykorzystywany i traktowany przyrząd nie wymaga konserwacji Przy czyszczeniu przyrządu należy korzystać wyłącznie z wilgotnej szmatki i niewielkiej ilości wody z mydłem lub łagodnego środka czyszczącego ogólnego przeznaczenia lub spirytusu. Należy unikać silnych środków czyszczących, takich jak trichloroeten czy chloroeten.

Czynności serwisowe mogą być podejmowane wyłącznie przez wykwalifikowany personel.

Przy wszelkich czynnościach naprawczych należy zapewnić, że parametry konstrukcyjne przyrządu nie zostają zmodyfikowane ze szkodą dla bezpieczeństwa, że zamontowane części odpowiadają oryginalnym częściom i że ponowny montaż został wykonany poprawnie (do stanu fabrycznego).

⚠⚠ Ostrzeżenie

W celu uniknięcia niebezpieczeństwa porażenia prądem, wywołania pożaru i odniesienia obrażeń:

- **Używać wyłącznie zaakceptowanych części zamiennych.**
- **Naprawę zlecać wyłącznie upoważnionym do tego zakładom.**
- **Przedział akumulatora musi zostać zamknięty i zablokowany. Dopiero wtedy można rozpocząć użytkowanie urządzenia.**
- **Gdy wskaźnik stanu naładowania baterii zasygnalizuje niski poziom naładowania, należy wymienić baterie. W przeciwnym razie wyniki pomiarów mogą być nieprawidłowe.**
- **W akumulatorach znajdują się niebezpieczne związki chemiczne, które mogą spowodować oparzenia lub wybuchnąć. W razie kontaktu z niebezpiecznymi związkami chemicznymi spłukać je wodą i zapewnić pomoc medyczną.**
- **Przed przystąpieniem do czyszczenia urządzenia skasować sygnały wejściowe.**

⚠ Ostrzeżenie

W celu bezpiecznego użytkowania i konserwowania urządzenia:

- **Jeśli nastąpił wyciek z baterii, przed przystąpieniem do użytkowania produktu należy przeprowadzić niezbędne naprawy.**
- **Przy wymianie należy zwracać uwagę na polaryzację baterii. Nieprawidłowa instalacja może być przyczyną wycieku.**

Kalibracja

Zalecane jest coroczna kalibracja.

Serwis

Jeżeli zauważysz, że miernik nie działa poprawnie, zapoznaj się ponownie z niniejszą instrukcją, aby wykluczyć niepoprawną obsługę. Jeżeli miernik nadal nie działa poprawnie zapakuj starannie miernik – jeżeli jest to możliwe to w oryginalne opakowanie – skieruj go do najbliższego Centrum Serwisowego Fluke. Do miernika dołącz opis problemu. Fluke nie ponosi odpowiedzialności za usterki powstałe podczas transportu.

Aby znaleźć autoryzowany serwis, przejdź na stronę www.fluke.com.

Dane techniczne

Zakresy temperatury	
Zakres temperatur pracy:	0 °C do +35 °C (+32 °F do +95 °F)
Zakres temperatur przechowywania:	-20 °C do +60 °C (-4 °F do +140 °F)
Współczynnik temperaturowy	±0,1% odczytu °C (poniżej 18 °C i powyżej 28 °C)
Wilgotność względna:	<95% wilgotności względnej niekondensacyjnej
Wysokość pracy:	2000 m n.p.m.
Klasa klimatyczna:	C1 (IEC 654-1), -5 °C do +45 °C, 5% do 95% wilgotności względnej
Rodzaj ochrony	
Obudowa:	IP56
Pokrywa baterii:	IP40
Zgodność elektromagnetyczna:	Zgodność z IEC61326-1: Przenośne
Bezpieczeństwo:	Zgodność z IEC 61010-1: CAT brak, Ocena skażenia 2
Napięcie zewnętrzne:	U_{ext}, max = 24 V (DC, AC <400 Hz), pomiary wstrzymywane dla wyższych wartości
Emisja hałasu	>120dB (162/3, 50, 60, 400 Hz)
Czas pomiarów	6 sekund, zazwyczaj
Maksymalne przeciążenie:	250 V_{rms} (dotyczy przypadków nieprawidłowego użycia)
Baterie:	6 x 1,5 V, alkaliczne AA LR6
Żywotność baterii:	>3000 pomiarów, zazwyczaj
Wymiary:	240 mm x 180 mm x 110 mm (9,5 pol. x 7,1 pol. x 4,4 pol.)
Masa z bateriami:	1,49 kg (3,28 lb)
Pamięć:	Wewnętrzna pamięć do 1500 pozycji dostęp przez port USB

RA 3-biegunowe i 4-biegunowe pomiary rezystancji uziemienia

Rozdzielczość	Zakres pomiarowy	Dokładność	Błąd pracy
0,001 … 10 Ω	0,020 Ω do 19,99 kΩ	±(2% odczytu + 3 cyfry)	±(5% odczytu + 3 cyfry)

Uwaga

Dla pomiarów 2-biegunowych należy połączyć gniazda H i S za pomocą dołączonego kabla.

Zasada pomiaru: pomiar napięcia i prądu

Napięcie pomiaru:	Um = 48 V AC
Prąd zwarciowy:	> 50 mA AC
Częstotliwość pomiaru:	128 Hz
Rezystancja sondy (R_S):	max 100 kΩΩ
Rezystancja zewnętrznej elektrody uziemiającej (R_H):	max 100 kΩΩ
Dodatkowy błąd z R_H i R_S:	R_H[kΩ]· R_S[kΩ]/Ra[Ω] · 0,2%

RA 3-biegunowy i 4-biegunowy selektywny pomiar rezystancji uziemienia przy pomocy cęgów prądowych (RA)

Rozdzielczość	Zakres pomiarowy	Dokładność	Błąd pracy
0,001-10 Ω	0,020 Ω do 19,99 kΩ	± (7% odczytu + 3 cyfry)	± (10% odczytu + 5 cyfr)

Zasada pomiaru: pomiar napięcia i prądu (z wykorzystaniem zewnętrznych cęgów prądowych)

Napięcie pomiaru:	Um = 48 V AC
Prąd zwarciowy:	> 50 mA AC
Częstotliwość pomiaru:	128 Hz
Rezystancja sondy (Rs):	max 100 kΩΩ
Rezystancja zewnętrznej elektrody uziemiającej (Rh):	max 100 kΩΩ

Bezelektrodowy pomiar pętli uziemienia ()

Rozdzielczość	Zakres pomiarowy	Dokładność	Błąd pracy
0,001 do 0,1Ω	0,020 Ω do 199,9 Ω	±(7% odczytu + 3 cyfry)	±(10% odczytu + 5 cyfry)

Zasada pomiaru: pomiar pętli uziemienia bez wbijania sond pomiarowych przy użyciu dwóch cęgów prądowych

Napięcie pomiaru:	Um = 48 V AC (pierwotne)
Częstotliwość pomiaru:	128 Hz
Prąd szumowy (I_{ext}):	max I_{ext} = 10 A (AC) (Ra < 20 Ω)
	max I_{ext} = 2 A (AC) (Ra > 20 Ω)

Informacje dotyczące bezelektrodowego pomiaru pętli uziemienia są poprawne tylko wtedy, gdy pomiar jest dokonywany przy wykorzystaniu rekomendowanych cęgów prądowych i zachowana jest minimalna, specyfikowana odległość pomiędzy cęgami.