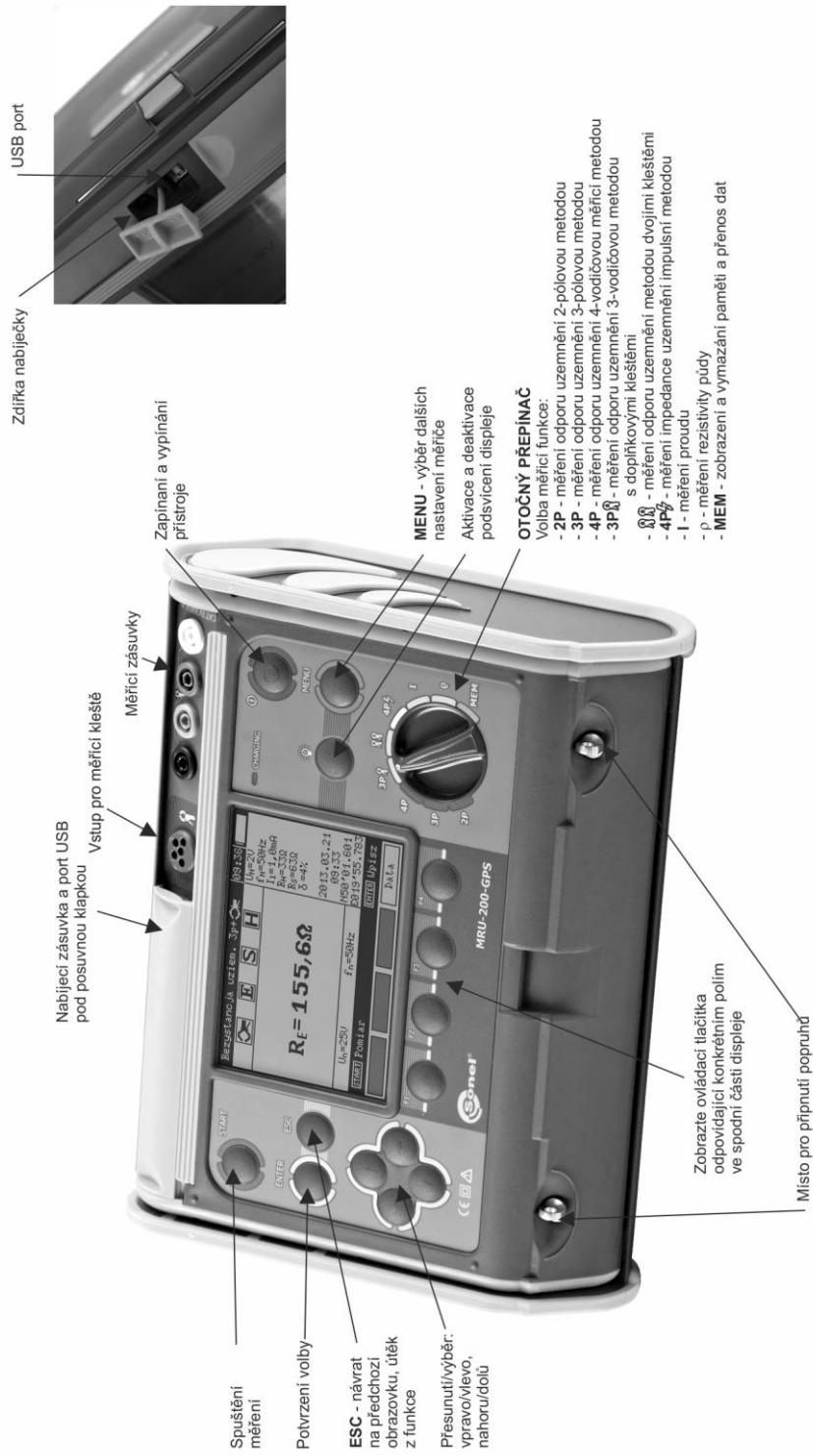


NÁVOD K OBSLUZE

**PŘÍSTROJ PRO MĚŘENÍ
ODPORU UZEMNĚNÍ**

MRU-200 • MRU-200-GPS

MRU-200 / MRU-200-GPS





NÁVOD K OBSLUZE

**PŘÍSTROJ PRO MĚŘENÍ
ODPORU UZEMNĚNÍ
MRU-200 • MRU-200-GPS**



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

Jsme rádi, že jste se rozhodli koupit náš přístroj pro měření odporu uzemnění. Měřicí přístroj MRU-200 / MRU-200-GPS je moderní, snadno ovladatelné a bezpečné měřicí zařízení. Přečtěte si, prosím, tento návod, abyste se vyhnuli chybám při měření a zamezili případným problémům při ovládání přístroje.

OBSAH

1 Bezpečnost	5
2 Nabídka funkcí	6
2.1 Bezdrátový přenos	6
2.2 MRU-200-GPS Nastavení GPS.....	6
2.3 Nastavení měření.....	7
2.3.1 Kmitočet sítě	7
2.3.2 Kalibrace měřicí klešťové sondy	8
2.3.3 Nastavení měrného zemního odporu	11
2.4 Nastavení přístroje	12
2.4.1 Kontrast LCD displeje	12
2.4.2 Podsvícení LCD.....	12
2.4.3 Nastavení automatického vypnutí	12
2.4.4 Nastavení displeje	13
2.4.5 Datum a čas.....	13
2.4.6 Vybjíjení akumulátorů	13
2.4.7 Aktualizace programu	14
2.5 Volba jazyka.....	14
2.6 Informace o výrobci	14
3 Měření	15
3.1 Měření odporu zemnících kabelů a vyrovnávacích kabelů (2P)	15
3.2 Kalibrace testovacích kabelů	17
3.2.1 Zapnutí automatického nulování	17
3.2.2 Vypnutí automatického nulování	18
3.3 Měření odporu uzemnění 3-pólovou metodou (R_{E3P})	19
3.4 Měření odporu uzemnění 4-vodičovou měřicí metodou (R_{E4P})	22
3.5 Měření odporu uzemnění 3-vodičovou metodou s doplňkovými kleštěmi (R_{E3P+C})	25
3.6 Měření odporu uzemnění 3-pólovou metodou s adaptérem ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)	29
3.7 Měření odporu uzemnění metodou dvojími kleštěmi (2C)	33
3.8 Měření impedance uzemnění impulsní metodou ($R_{E4P\downarrow}$)	35
3.9 Měření proudu (I)	39
3.10 Měření rezistivity půdy (ρ)	40
4 Paměť'	43
4.1 Ukládání výsledků měření do paměti	43
4.2 Vymazání dat z paměti	44
4.3 Prohlížení dat uložených v paměti	45
5 Přenos dat	46
5.1 Příslušenství pro připojení k počítači	46
5.2 Připojení přístroje k počítači	46
5.3 Přenos dat s Bluetooth modulu	46
6 Napájení	48
6.1 Kontrola napájecího napětí	48
6.2 Výměna akumulátorů	48
6.3 Výměna pojistek	49
6.4 Nabíjení akumulátorů	49
6.5 Vybjíjení akumulátorů	51

6.6	Všeobecné zásady používání akumulátorů Ni-MH.....	51
7	Čištění a údržba.....	52
8	Skladování.....	52
9	Vyřazení z provozu a likvidace.....	52
10	Technické údaje.....	53
10.1	Základní údaje	53
10.2	Další technické údaje	55
10.3	Doplňující údaje.....	56
10.3.1	Vliv sériového rušivého napětí U_Z na měření odporu ve funkcích R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	56
10.3.2	Vliv sériového rušivého napětí U_Z na měření odporu půdy ve funkci ρ	56
10.3.3	Vliv pomocných elektrod na měření odporu uzemnění ve funkcích R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	56
10.3.4	Vliv pomocných elektrod na měření odporu uzemnění ve funkci ρ	57
10.3.5	Vliv pomocných elektrod na měření odporu uzemnění při měření impulsní metodou ($R_{E4P} \downarrow$).....	57
10.3.6	Vliv rušivého proudu I_Z na hodnotu odporu uzemnění metodou třípólovou metodou s přídavnými kleštěmi R_{E3P+C}	57
10.3.7	Vliv rušivého proudu na hodnotu odporu uzemnění metodou dvojími kleštěmi (2C)	58
10.3.8	Vliv poměru odporu měřeného klešťovými sondami ve vícenásobné uzemňovací větví k výslednému odporu (R_{E3P+C}).....	58
10.3.9	Přídavné nejistoty podle IEC 61557-4 (2P).....	58
10.3.10	Přídavné nejistoty podle IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}).....	58
11	Polohy krytu měřiče	59
12	Výrobce	59

MRU-200-GPS Ikona s názvem měřiče je umístěna vedle částí textu, které odkazují na konkrétní funkce zařízení. Všechny ostatní části textu se týkají všech typů nástrojů.

1 Bezpečnost

Přístroj MRU-200 / MRU-200-GPS je určen pro provádění měření, jejichž výsledky určují bezpečnost elektických instalací. Aby byly zajištěny podmínky pro správný provoz přístroje a správné výsledky měření, je potřeba dodržovat následující doporučení:

- Před zahájením práce s přístrojem si pečlivě přečtěte tento návod a vytvořte podmínky pro dodržení bezpečnostních opatření a specifikací definovaných výrobcem přístroje.
- Přístroj MRU-200 / MRU-200-GPS byl zkonstruován pro měření odporu uzemnění, měření neporušenosti ochranných vodičů a vodičů ochrany pospojováním, měrného zemního odporu půdy a měření proudu klešťovou sondou. Jakékoli použití jiné než uvádí tento návod může vést k poškození přístroje a být zdrojem nebezpečí pro osobu obsluhující přístroj.
- Přístroj mohou obsluhovat pouze příslušně kvalifikované osoby s oprávněním provádět měření v elektrických instalacích. Obsluhování přístroje neoprávněnou osobou může vést k poškození přístroje a být zdrojem nebezpečí pro osobu obsluhující přístroj.
- Řízení se tímto návodem nevylučuje nutnost dodržovat všeobecně platné bezpečnostní předpisy a jiné předpisy týkající se ochrany zdraví a protipožární ochrany požadované v rámci realizace prací tohoto druhu. Před zahájením práce s tímto zařízením ve speciálních podmírkách, např. v prostorách s nebezpečím výbuchu nebo požáru, je nutné se zkontaktovat s osobou zodpovědnou za bezpečnost a ochranu zdraví při práci.
- S přístrojem není přípustné pracovat v těchto případech:
 - ⇒ Přístroj je zcela nebo částečně poškozen.
 - ⇒ Na testovacích kabelech přístroje je poškozena izolace.
 - ⇒ Přístroj byl dlouhou dobu skladován v nevhovujících podmírkách (např. s nadměrnou vlhkostí). **Při přenesení přístroje z chladného prostředí do teplého prostředí s vysokou relativní vlhkostí přístroj nepoužívejte, dokud se nezahřeje na teplotu okolí (přibližně 30 minut).**
- Před zahájením měření vždy ověřte, zda jsou testovací kabely zapojeny do příslušných testovacích zásuvek.
- Nikdy nepracujte s přístrojem, jehož prostor pro baterie (akumulátor) je otevřený nebo nesprávně uzavřený ani přístroj nenapájte ze zdroje jiného, než je uvedeno v tomto návodu.
- Vstupy přístroje jsou elektronicky chráněny proti přetížení, např. proti připojení k živým částem obvodu:
 - pro všechny kombinace vstupů až do napětí 276 V po dobu 30 sekund.
- Přístroj může být opravován pouze v autorizovaném servisním středisku.
- Přístroj splňuje požadavky následujících norem: EN 61010-1 a EN 61557-1, -4, -5.

Upozornění:

Výrobce si vyhrazuje právo měnit vzhled, příslušenství a technické specifikace přístroje.

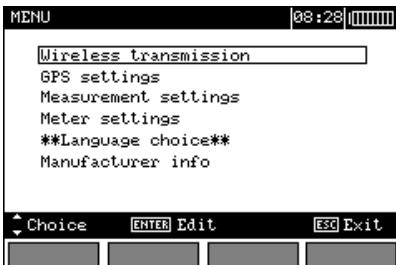
2 Nabídka funkcí

Nabídku funkcí lze vyvolat v libovolné poloze otočného přepínače.

(1)

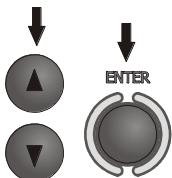


Stiskněte tlačítko MENU.



Hlavní nabídka funkcí (MENU)

(2)



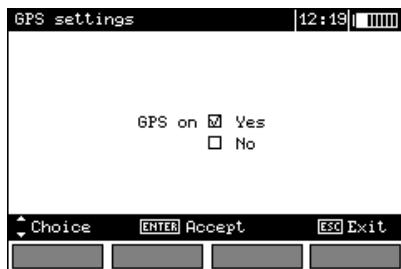
Tlačítky ▲, ▼ zvolte požadovanou položku. Volbu potvrďte stisknutím tlačítka ENTER.

2.1 Bezdrátový přenos

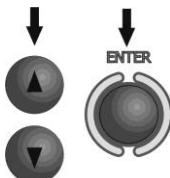
Viz kapitola 5.3.

2.2 MRU-200-GPS Nastavení GPS

(1)



(2)

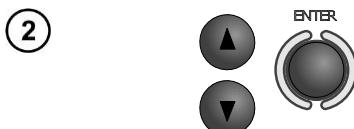
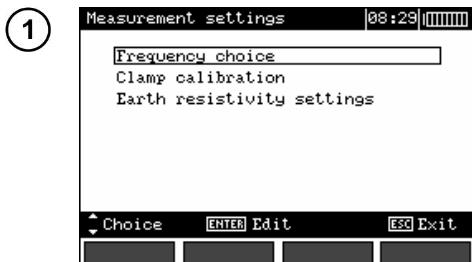


Pomocí tlačítek ▲, ▼ vyberte GPS zapnuto nebo vypnuto. Stisknutím tlačítka ENTER vyberte možnost.

Upozornění:

- Zapnutí GPS během měření odporu (odporu) signalizuje ikona v levém horním rohu displeje. Hledání GPS signálu je indikováno blikající ikonou. Ikona přestane blikat a je zobrazena nepřetržitě, když je nalezen satelitní signál.

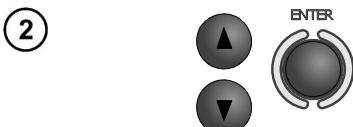
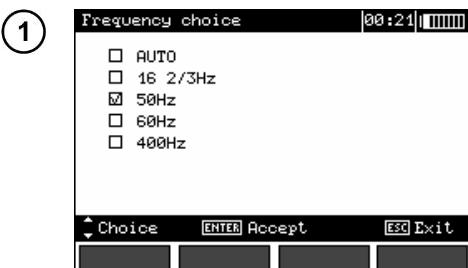
2.3 Nastavení měření



Tlačítky ▲, ▼ zvolte požadovanou položku. Volbu potvrďte stisknutím tlačítka **ENTER**.

2.3.1 Kmitočet sítě

Stanovení kmitočtu sítě, která je zdrojem případných rušení, je potřebné pro volbu správného kmitočtu měřicího signálu. Pouze měření prováděné správně zvoleným kmitočtem měřicího signálu zajistí optimální filtrace rušení. Přístroj umožňuje odfiltrovat rušení způsobené sítěmi s kmitočtem 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz a 400 Hz. Obsahuje také funkci pro automatické stanovení daných parametrů (volba kmitočtu sítě = AUTO), která vychází z výsledků měření rušivého napětí provedeného před měřením odporu uzemnění. Funkce je aktivní, pokud rušivé napětí $U_N \geq 1$ V. Jinak přístroj použije hodnotu kmitočtu, která byla naposled zvolena v nabídce funkcí.



Tlačítky ▲, ▼ zvolte kmitočet sítě. Volbu potvrďte stisknutím tlačítka **ENTER**.

2.3.2 Kalibrace měřící klešťové sondy

Klešťovou sondou dodanou s přístrojem je potřeba před prvním použitím překalibrovat. Sonda by měla být kalibrována pravidelně, aby se zabránilo vlivu stárnutí jednotlivých prvků na rozlišení měření. Kalibrace je nezbytná zvláště v případě, že sonda nebyla koupena současně s přístrojem, ale dokoupena později, nebo při výměně klešťové sondy.

Kalibrace pevných kleští

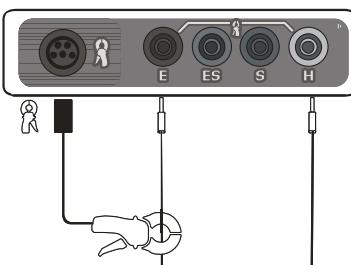
1



Po přečtení úvodních informací stiskněte tlačítko **ENTER**.

2

Postupujte podle pokynů zobrazených na displeji.



Propojte zásuvky H a E. Na kabel nasadte klešťovou sondu. Stiskněte tlačítko **START**.

3

Po úspěšném ukončení kalibrace se na displeji zobrazí:



KALIBRACE ÚSPĚŠNĚ UKONČENA.
Stiskněte tlačítko **ENTER**.

Přístroj vypočítá korekční činitel připojené klešťové sondy. Korekční činitel se uloží do paměti a zůstane v ní uložen i po vypnutí přístroje až do úspěšného ukončení další kalibrace klešťové sondy.

Kalibrace pružných klešťí (s použitím adaptéru ERP-1)

1



Po přečtení vstupních informací stiskněte tlačítko **ENTER**.

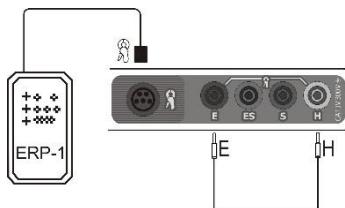
2

V souladu s instrukcemi zobrazenými na displeji měřiče propojte vodičem zdířky H a E.



3

Ke zdířce měřiče sloužící k připojení kleští připojte adaptér ERP-1.



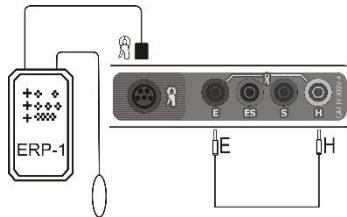
4



Zapněte adaptér ERP-1.

5

K adaptéru ERP-1 připojte pružné kleště.

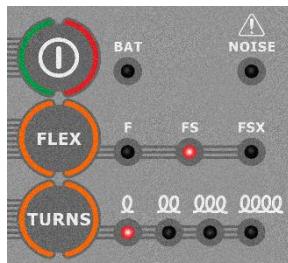


6

Kleště omotejte kolem vodiče uvedeného v b. 2 (maximálně 4krát).

7

Pomocí tlačítek **FLEX** a **TURNS** adaptéru ERP-1 vyberte v souladu se skutečností druh kleští a počet omotání kolem vodiče uvedeného v b. 2.



8



Stiskněte tlačítko **START** měřiče MRU.

9

Pokud kalibrace proběhla úspěšně, na displeji se zobrazí následující informace



Přístroj vypočítá korekční činitel připojené klešťové sondy. Korekční činitel se uloží do paměti a zůstane v ní uložen i po vypnutí přístroje až do úspěšného ukončení další kalibrace klešťové sondy.

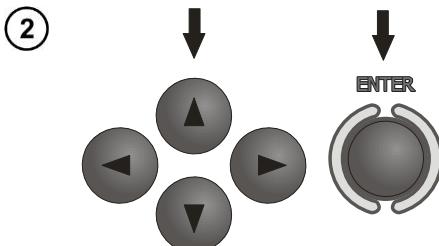
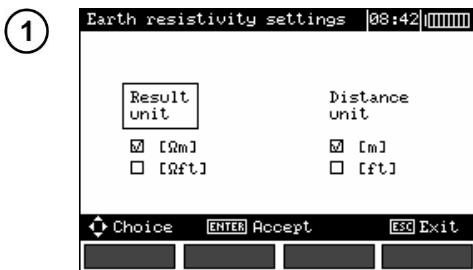
Upozornění:

- Zajistěte, aby testovací kabel procházel středem klešťové sondy.
- Pokud se pro měření používají zaměnitelné kleště a adaptér ERP-1 s pružnými kleštěmi, musí být kalibrace provedena při každé výměně kleště za ERP-1. Měřič neukládá jednotlivé kalibrační koeficienty pro kleště a adaptér ERP-1.

Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

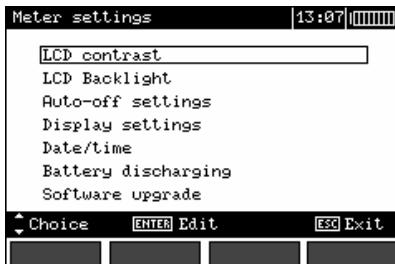
Hlášení	Příčina	Náprava
ERROR: CLAMPS NOT CONNECTED OR NOT PUT ON WIRE CONNECTED TO H AND E SOCKET! (Chyba: Klešťová sonda není připojena nebo není nasazena na kabel spojující svorky H a E!)	Nepřipojený kabel	Překontrolujte, zda je klešťová sonda připojena k přístroji a zda je nasazena na testovací kabel, do kterého teče proud z přístroje.
ERROR: WIRE NOT CONNECTED TO H AND E TERMINAL! CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER (Chyba: Kabel není připojen ke svorkám H a E! Kalibrace neproběhla. Stiskněte ENTER.)	Nesprávný kalibraciční činitel	Překontrolujte zapojení.
ERROR: CALIBRATION COEFFICIENT OUT OF RANGE. CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER (Chyba: Kalibraciční činitel mimo rozsah. Kalibrace neproběhla. Stiskněte ENTER.)		Překontrolujte správnost zapojení a/nebo vyměňte klešťovou sondu.

2.3.3 Nastavení měrného zemního odporu



Tlačítka \blacktriangle , \blacktriangledown a \blackleftarrow , \blackrightarrow zvolte jednotky výsledku a vzdálenosti. Volbu potvrďte stisknutím tlačítka **ENTER**.

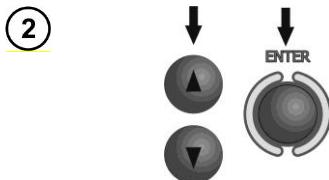
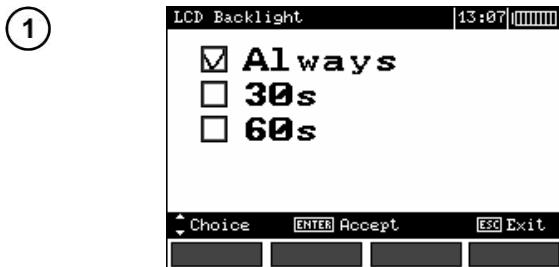
2.4 Nastavení přístroje



2.4.1 Kontrast LCD displeje

Tlačítky ▲, ▼ zvolte hodnotu kontrastu. Volbu potvrďte stisknutím tlačítka **ENTER**.

2.4.2 Podsvícení LCD



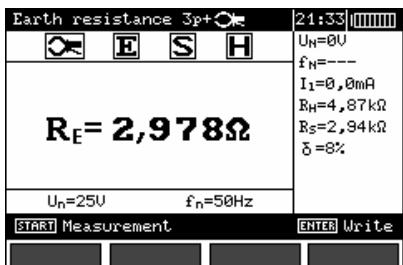
Pomoci tlačítek ▲, ▼ vyberte požadovanou možnost. Výběr potvrďte tlačítkem **ENTER**.

2.4.3 Nastavení automatického vypnutí

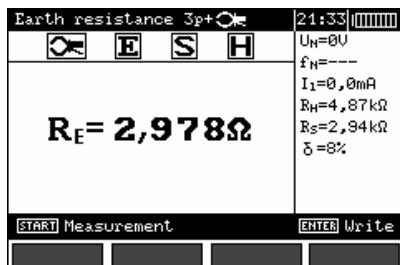
V této funkci se nastavuje doba, po jejímž uplynutí se přístroj, s kterým se nepracuje, vypne. Tlačítky ▲, ▼ nastavte požadovanou dobu nebo funkci zablokujte (AUTO OFF disabled). Volbu potvrďte stisknutím tlačítka **ENTER**.

2.4.4 Nastavení displeje

V tomto nastavení lze zapnout/vypnout zobrazení nastavovací lišty. Tlačítka \blacktriangle , \blacktriangledown zvolte, zda se má nastavovací lišta (parametry měření) zobrazovat. Stiskněte tlačítko **ENTER**.



Visible bar



Hidden bar

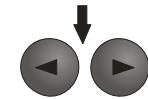
2.4.5 Datum a čas



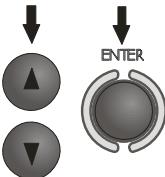
1

2

3



Tlačítky \blackleftarrow , \rightarrow zvolte údaj, který se má změnit (den, měsíc, hodiny, minuty).



Tlačítky \blacktriangle , \blacktriangledown nastavte požadovanou hodnotu. Po nastavení data a času stiskněte tlačítko **ENTER**.

2.4.6 Vybíjení akumulátorů

Postup je podrobně popsán v kapitole 6.5.

2.4.7 Aktualizace programu

UPOZORNĚNÍ!

Před programováním přístroje je potřeba nabít akumulátor.

Během programování přístroje se přístroj nesmí vypnout a nesmí se odpojit propojovací přenosový kabel.

Před zahájením aktualizace programu načtěte z webové stránky výrobce program, který se používá pro naprogramování přístroje, program nainstalujte na počítači a přístroj připojte k počítači.

V nabídce funkcí (MENU) zvolte položku **Program update** a postupujte podle pokynů zobrazených programem.

2.5 Volba jazyka

- Tlačítka ▲ a ▼ zvolte v hlavní nabídce funkcí položku ****Language choice**** (volba jazyka) a stiskněte tlačítko **ENTER**.
- Tlačítka ▲ a ▼ zvolte požadovaný jazyk. Volbu potvrďte stisknutím tlačítka **ENTER**.

2.6 Informace o výrobci

Tlačítka ▲ a ▼ zvolte v hlavní nabídce funkcí položku **Product info** (informace o výrobku) a stiskněte tlačítko **ENTER**.

3 Měření

Upozornění:

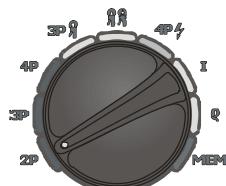
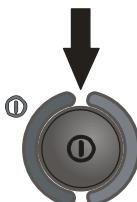
Během měření je zobrazen ukazatel průběhu měření.

3.1 Měření odporu zemnících kabelů a vyrovnávacích kabelů (2P)

Upozornění:

Přístroj splňuje požadavky definované normou EN 61557-4 (U<24 V, I>200 mA pro $R \leq 10 \Omega$).

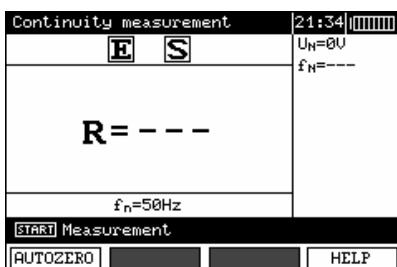
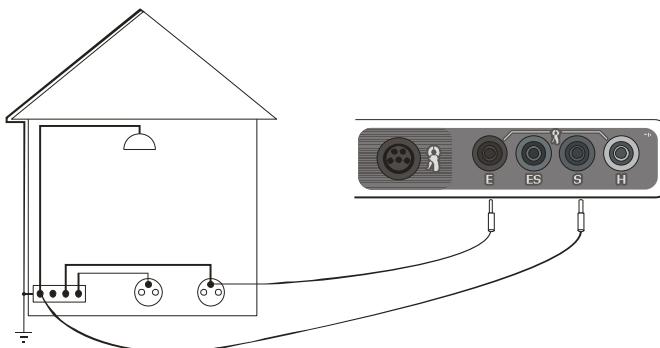
①



Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **2P**.

②

Připojte měřený objekt ke svorkám **S** a **E** přístroje.



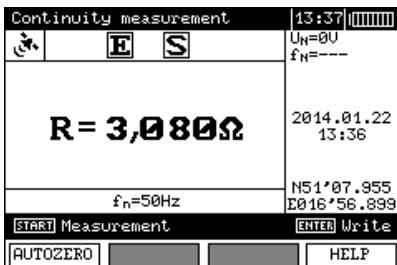
Přístroj je připraven k měření. Ve vedlejším zobrazovacím poli se zobrazuje hodnota rušivého napětí a jeho kmitočet. Na nastavovací liště se zobrazuje kmitočet sítě nastavený v nabídce funkcí.

3



Stisknutím tlačítka **START** se měření zahájí.

4



Přečtěte výsledek měření.

MRU-200-GPS Na pravé straně displeje se zobrazuje datum, čas a souřadnice GPS.

Výsledek je zobrazen po dobu 20 sekund.
Potom jej lze znovu zobrazit stisknutím tlačítka **ENTER**.

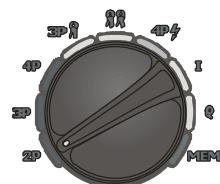
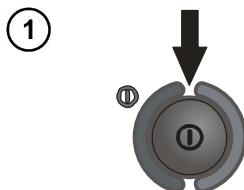
Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

R>19,9 kΩ	Překročení měřicího rozsahu.
UN>40 V! a nepřerušovaný zvukový signál	Napětí v místech měření je větší než 40 V, měření je blokováno.
UN>24 V!	Napětí v místech měření je větší než 24 V, ale menší než 40 V, měření je blokováno.
NOISE!	Hodnota rušivého napětí je příliš velká. Výsledek může být zatížen přídavnou nejistotou.

3.2 Kalibrace testovacích kabelů

Z důvodu vyloučení vlivu odporu testovacích kabelů na výsledky měření lze provést kompenzaci (automatické nulování) jejich odporu. Proto funkce **2P** obsahuje podfunkci **AUTO-ZERO**.

3.2.1 Zapnutí automatického nulování

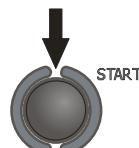
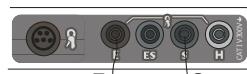
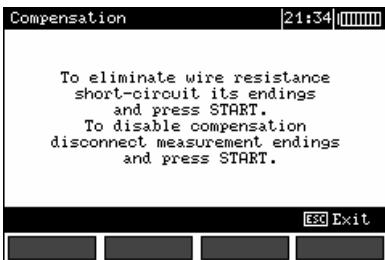


Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **2P**.



Stiskněte tlačítko **F1**.

- 3 Postupujte podle pokynů zobrazených na displeji.



Pro zkompenzování odporu kabelů zkratujte konec kabelů a stiskněte **START**.

Pro zrušení kompenzace rozpojte konec kabelů a stiskněte **START**.

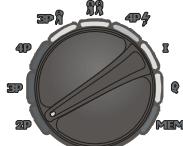
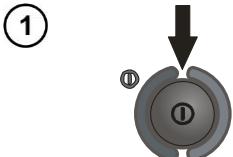
- 4 Po ukončení funkce kompenzace (automatického nulování) se zobrazí následující hlášení:



Kompenzace ukončena. Stiskněte **[ENTER]**.

Automatické nulování je signalizováno nápisem **AUTO-ZERO** zobrazeným v pravé části displeje.

3.2.2 Vypnutí automatického nulování

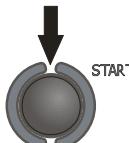
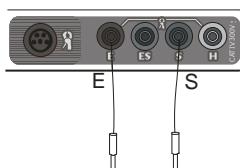


Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **2P**.



Stiskněte tlačítko **F1**.

- 3 Rozpojte testovací kabely. Stiskněte tlačítko **START**.



Po ukončení funkce automatického nulování nebude nápis **AUTO-ZERO** již zobrazen.

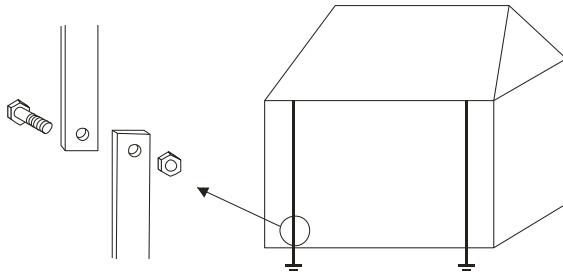
Upozornění:

- S danými testovacími kably postačuje provést kompenzaci jedenkrát. Výsledky kompenzace si přístroj zapamatuje i po vypnutí jeho napájení až do dalšího úspěšného procesu automatického nulování.

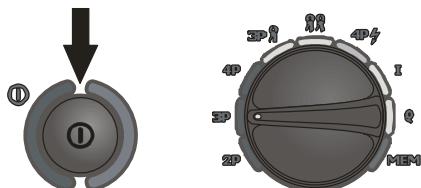
3.3 Měření odporu uzemnění 3-pólovou metodou (R_E3P)

Základním způsobem měření odporu uzemnění je 3-pólová měřicí metoda.

- Odpojte testovanou uzemňovací elektrodu od instalace v budově.



- Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **3P**.



Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **3P**.

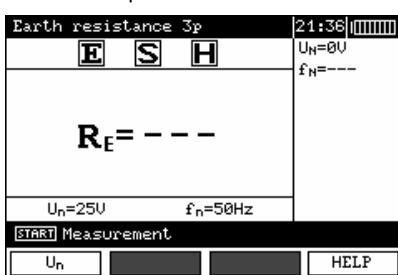
- Proudovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **H** přístroje. Napěťovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **S** přístroje. Testovanou uzemňovací elektrodu spojte se svorkou **E** přístroje. Testovaná uzemňovací elektroda, proudová elektroda a napěťová elektroda se musí nacházet na přímce.

Proudovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **H** přístroje.

Napěťovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **S** přístroje.

Testovanou uzemňovací elektrodu spojte se svorkou **E** přístroje.

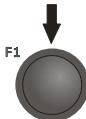
Testovaná uzemňovací elektroda, proudová elektroda a napěťová elektroda se musí nacházet na přímce.

- 

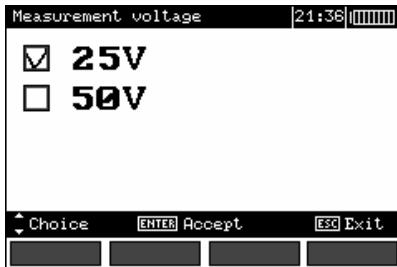
Earth resistance 3p			21.36	Ω
E	S	H	$U_N=0V$	$f_N=---$
$R_E = ---$				
$U_n=25V$			$f_n=50Hz$	
START Measurement				
U_n		HELP		

Přístroj je připraven k měření. Ve veďejším zobrazovacím poli se zobrazuje hodnota rušivého napětí U_N a jeho kmitočet. Na nastavovací liště je zobrazen kmitočet sítě nastavený v nabídce funkcí (MENU).

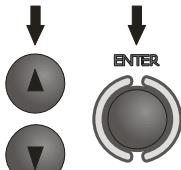
5



Stisknutím tlačítka F1 se vyvolává změna testovacího napětí.

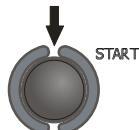


6



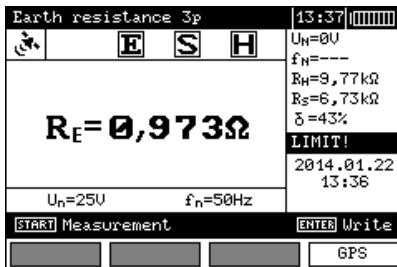
Tlačítky ▲ a ▼ zvolte hodnotu testovacího napětí a potvrďte ji tlačítkem ENTER.

7



Měření zahajte stisknutím tlačítka START.

8

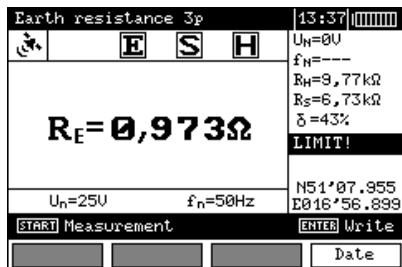


Přečtěte výsledek měření.

Odpor proudové elektrody
Odpor napěťové elektrody
Velikost přidavné nejistoty
způsobené odporem elektrod

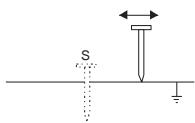
Zobrazeno pokud δ>30 %

MRU-200-GPS Stisknutím tlačítka F4 můžete zobrazit souřadnice GPS.



Výsledek je zobrazen po dobu 20 sekund. Potom jej lze znova zobrazit stisknutím tlačítka ENTER.

9



Opakujte měření (body 3, 7, 8) s napěťovou elektrodou posunutou o několik metrů: elektrodu je potřeba posunout dálé a blíže vzhledem k testované uzemňovací elektrodě. Pokud se naměřené hodnoty R_E vzájemně liší o více než 3 %, je potřeba značně zvětšit vzdálenost mezi proudovou elektrodou a testovanou uzemňovací elektrodou a všechna měření zopakovat.

Upozornění:



Měření odporu uzemnění lze provádět za předpokladu, že rušivé napětí nepřekročí hodnotu 24 V. Napětí rušení se měří až do hodnoty 100 V. Přístroj nesmí být připojen k napětím větším než 100 V.

- Zvláštní pozornost je potřeba věnovat kvalitě spojení mezi testovaným objektem a testovacími kably. Na kontaktní ploše nesmí být barva, rez atd.
- Je-li odpor pomocných elektrod příliš velký, měření odporu uzemnění R_E bude zatíženo přídavnou nejistotou. Ke zvláště velké nejistotě měření dojde, pokud se malá hodnota odporu uzemnění měří elektrodami, které mají nedostatečný kontakt se zemí (takové situace často vznikají vlivem toho, že horní vrstva půdy je suchá a málo vodivá). V takovém případě je poměr mezi odporem elektrod a odporem testované zemní elektrody velmi velký a nejistota měření, která závisí na tomto poměru, je také velmi velká. Pokud k tomu dojde, je možné provést výpočty podle vztahu uvedeného v kapitole 10.2 a vyhodnotit vliv podmínek měření. Z důvodu zmenšení nejistoty měření se doporučuje zlepšit kontakt mezi elektrodami a půdou, například zvlnit vodou místo, do kterého se má elektroda zarazit, zkusit zarazit elektrody do různých míst nebo použít elektrody o délce 80 cm. Je také potřeba překontrolovat testovací kably takto: překontrolovat, zda jejich izolace není poškozená a zda kontakt s elektrodou (banánková zástrčka) není zkorodovaný nebo uvolněný. Ve většině případů lze dosáhnout uspokojivé základní nejistoty měření. Je však potřeba vždy dávat pozor na nejistotu, kterou je měření zatíženo.
- Je-li odpor elektrod **H** a **S** nebo jedné z nich větší než 19,9 k Ω , zobrazí se příslušné hlášení.
- Kalibrace provedená výrobcem nezohledňuje odpor měřících kabelů. Zobrazený výsledek je součtem odporu měřeného objektu a odporu vodičů.

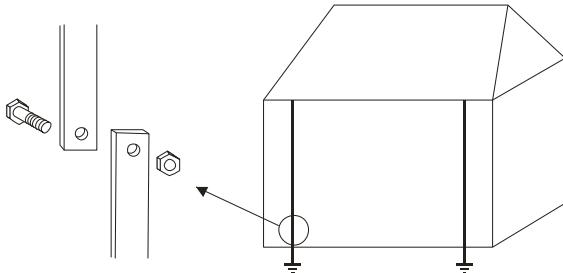
Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

$R_E > 19,9 \text{ k}\Omega$	Překročení měřicího rozsahu.
$U_N > 40 \text{ V}!$ a nepřerušovaný zvukový signál	Napětí na testovacích místech je větší než 40 V, měření je blokováno.
$U_N > 24 \text{ V}!$	Napětí na testovacích místech je větší než 24 V, ale menší než 40 V, měření je blokováno
LIMIT!	Nejistota hodnoty odporu elektrody >30%. (Nejistoty vypočítané z měřených hodnot).
NOISE!	Příliš velký rušivý signál - výsledek může být zatížen přídavnou nejistotou.

3.4 Měření odporu uzemnění 4-vodičovou měřicí metodou (R_E4P)

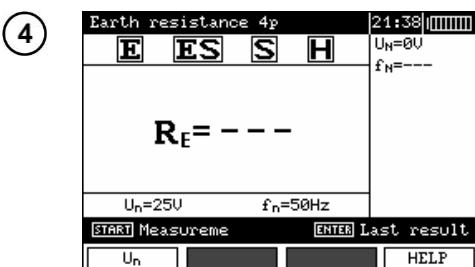
4-vodičová měřicí metoda je vhodná v případě, kdy hodnota odporu uzemnění je velmi malá. Umožňuje potlačit vliv odporu testovacích kabelů na výsledek měření. Pro vyhodnocení měrného zemního odporu se doporučuje použít zvláštní měřicí funkci (kapitola 3.9).

- Odpojte testovanou uzemňovací elektrodu od instalace v budově.



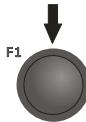
- Zapněte přístroj. Nastavte otočný prepínač do polohy **4P**.

- Proudovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **H** přístroje.
Napěťovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **S** přístroje.
Testovanou uzemňovací elektrodu spojte se svorkou **E** přístroje.
Testovanou uzemňovací elektrodu pod kabelem E spojte se svorkou **ES** přístroje.
Testovaná uzemňovací elektroda, proudová elektroda a napěťová elektroda se musí nacházet na přímce.

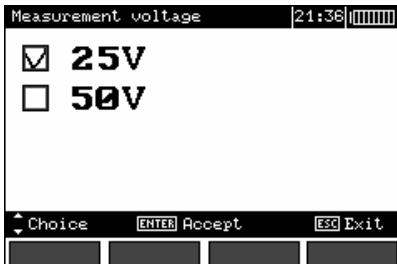


Přístroj je připraven k měření. Ve vedeném zobrazovacím poli se zobrazuje hodnota rušivého napětí U_N a jeho kmitočet. Na nastavovací liště je zobrazen kmitočet sítě nastavený v nabídce funkcí (MENU).

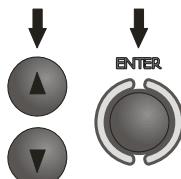
5



Stisknutím tlačítka F1 se vyvolává změna testovacího napětí.

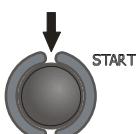


6



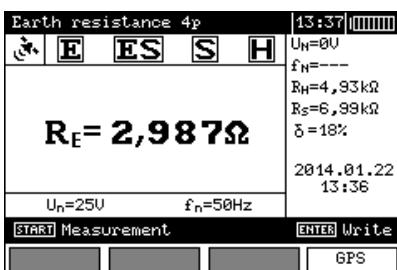
Tlačítky ▲ a ▼ zvolte hodnotu te-stovacího napětí a potvrďte ji tlačít-kem ENTER.

7



Měření zahajte stisknutím tlačítka START.

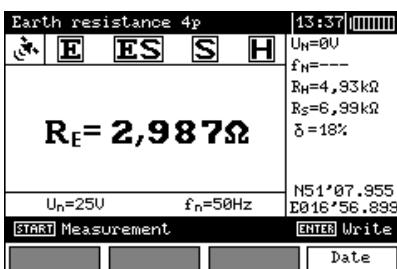
8



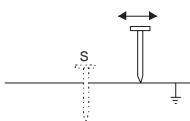
Přečtěte výsledek měření.
Odpor proudové elektrody
Odpor napěťové elektrody
Velikost přídavné nejistoty
způsobené odporem elektrod

MRU-200-GPS Stisknutím tlačítka F4 můžete zobrazit souřadnice GPS.

Výsledek je zobrazen po dobu 20 sekund. Potom jej lze znova zobra-zit stisknutím tlačítka ENTER.



9



Opakujte měření (body 3, 7, 8) s napěťovou elektrodou **S** posunutou o několik metrů: elektrodu je potřeba posunout dálé a blíže vzhledem k testované uzemňovací elektrodě. Pokud se naměřené hodnoty R_E vzájemně liší o více než 3 %, je potřeba značně zvětšit vzdálenost mezi proudovou elektrodou a testovanou uzemňovací elektrodou a všechna měření zopakovat.

Upozornění:

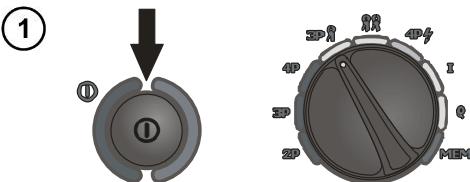
Měření odporu uzemnění lze provádět za předpokladu, že rušivé napětí nepřekročí hodnotu 24 V. Napětí rušení se měří až do hodnoty 100 V. Přístroj nesmí být připojen k napětím větším než 100 V.

- Zvláštní pozornost je potřeba věnovat kvalitě spojení mezi testovaným objektem a testovacími kably. Na kontaktní ploše nesmí být barva, rez atd.
- Je-li odpor pomocných elektrod příliš velký, bude měření odporu uzemnění R_E zatíženo přídavnou nejistotou. Ke zvláště velké nejistotě měření dojde, pokud se malá hodnota odporu uzemnění měří elektrodami, které mají nedostatečný kontakt se zemí (takové situace často vznikají vlivem toho, že horní vrstva půdy je suchá a málo vodivá). V takovém případě je poměr mezi odporem elektrod a odporem testované zemní elektrody velmi výrazný a nejistota měření, která závisí na tomto poměru, je také velmi výrazná. Pokud k tomu dojde, je možné provést výpočty podle vztahu uvedeného v kapitole 10.2 a vyhodnotit vliv podmínek měření. Z důvodu zmenšení nejistoty měření se doporučuje zlepšit kontakt mezi elektrodami a půdou, například zvlhčit vodou místo, do kterého se má elektroda zarazit, zkoušet zarazit elektrody do různých míst nebo použít elektrody o délce 80 cm. Je také potřeba překontrolovat testovací kably takto: překontrolovat, zda jejich izolace není poškozená a zda kontakt s elektrodou (banánková zástrčka) není zkorodovaný nebo uvolněný. Ve většině případů lze dosáhnout uspokojivé základní nejistoty měření. Je však potřeba vždy dávat pozor na nejistotu, kterou je měření zatíženo.
- Je-li odpor elektrod **H** a **S** nebo jedné z nich větší než 19,9 k Ω , zobrazí se příslušné hlášení.

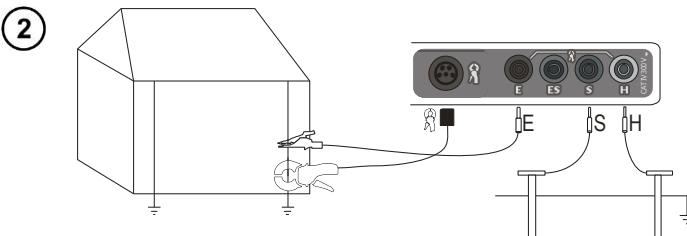
Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

$R_E > 19,9 \text{ k}\Omega$	Překročení měřicího rozsahu.
$U_N > 40 \text{ V}!$ a nepřerušovaný zvukový signál	Napětí na testovacích místech je větší než 40 V, měření je blokováno.
$U_N > 24 \text{ V}!$	Napětí na testovacích místech je větší než 24 V, ale menší než 40 V, měření je blokováno.
LIMIT!	Nejistota hodnoty odporu elektrody >30%. (Nejistoty vypočítané z měřených hodnot).
NOISE!	Příliš velký rušivý signál - výsledek může být zatížen přídavnou nejistotou.

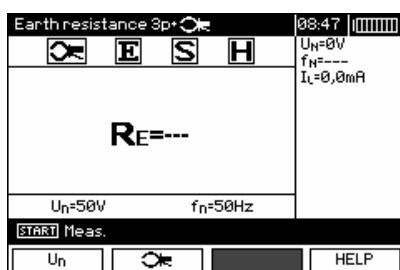
3.5 Měření odporu uzemnění 3-vodičovou metodou s doplňkovými kleštěmi (R_E 3P+C)



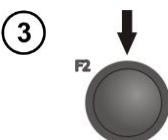
Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **3P**.



Proudovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **H** přístroje.
Napěťovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **S** přístroje.
Testovanou uzemňovací elektrodu spojte se svorkou **E** přístroje.
Testovaná uzemňovací elektroda, proudová elektroda a napěťová elektroda se musí nacházet na přímce.
Klešťovou sondu nasadte na testovanou uzemňovací elektrodu pod místo připojení kabelu **E**.

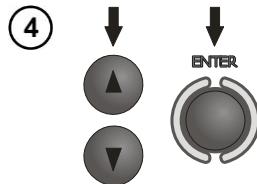


Přístroj je připraven k měření. Ve vedejším zobrazovacím poli se zobrazuje hodnota rušivého napětí, jeho kmitočet a efektivní hodnota svodového proudu procházejícího klešťovou sondou. Na nastavovací liště je zobrazen kmitočet sítě nastavený v nabídce funkcí (MENU).



Pomocí tlačítka **F2** přejděte k výběru měření s použitím kleští C-3.

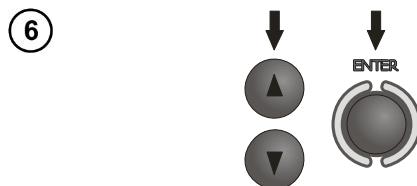
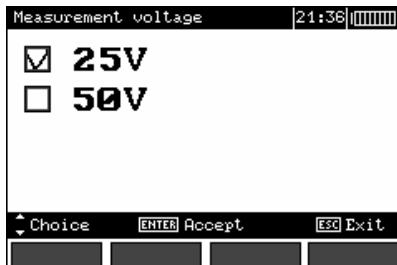




Pomocí tlačítek ▲, ▼ vyberte měření s C-3 a stiskněte tlačítko **ENTER**.



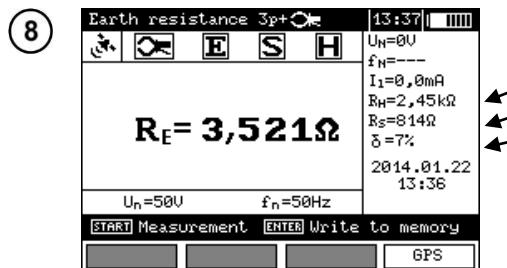
Stisknutím tlačítka **F1** se vyvolává změna testovacího napětí.



Tlačítky ▲ a ▼ zvolte hodnotu testovacího napětí a potvrďte ji tlačítkem **ENTER**.



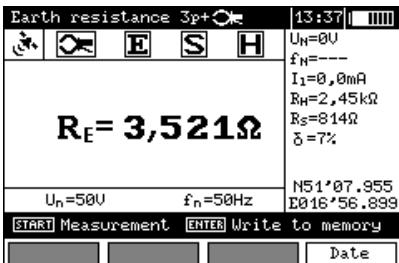
Měření zahajte stisknutím tlačítka **START**.



Přečtěte výsledek měření.

Odpor proudové elektrody
Odpor napěťové elektrody
Velikost přídavné nejistoty
způsobené odporem elektrod

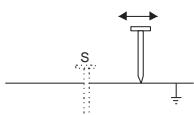
MRU-200-GPS Stisknutím tlačítka **F4** můžete zobrazit souřadnice GPS.



Výsledek je zobrazen po dobu 20 sekund.

Potom jej lze znova zobrazit stisknutím tlačítka **ENTER**.

9



Opakujte měření (body 2 a 5) s napěťovou elektrodou posunutou o několik metrů: elektrodu je potřeba posunout dále a blíže vzhledem k testované uzemňovací elektrodě. Pokud se naměřené hodnoty R_E vzájemně liší o více než 3 %, je potřeba značně zvětšit vzdálenost mezi proudovou elektrodou a testovanou uzemňovací elektrodou a všechna měření zopakovat.

Upozornění:

⚠️
Pružné kleště nejsou k tomuto měření vhodné.

⚠️
Měření odporu uzemnění lze provádět za předpokladu, že rušivé napětí nepřekročí hodnotu 24 V. Napětí rušení se měří až do hodnoty 100 V. Přístroj nesmí být připojen k napětím větším než 100 V.

- Kleště nejsou součástí základního vybavení měřiče, je nutné je dokoupit samostatně.
- Před prvním použitím je potřeba kleštovou sondu překalibrovat. Sonda by měla být kalibrována pravidelně, aby se zabránilo vlivu stárnutí jednotlivých prvků na rozlišení měření. Kalibrace se vyvolává v **nabídce funkcí (MENU)**.
- Zvláštní pozornost je potřeba věnovat kvalitě spojení mezi testovaným objektem a testovacími kably. Na kontaktní ploše nesmí být barva, rez atd.
- Je-li odpor pomocných elektrod příliš velký, bude měření odporu uzemnění R_E zatíženo přídavnou nejistotou. Ke zvláště velké nejistotě měření dojde, pokud se malá hodnota odporu uzemnění měří elektrodami, které mají nedostatečný kontakt se zemí (takové situace často vznikají vlivem toho, že horní vrstva půdy je suchá a málo vodivá). V takovém případě je poměr mezi odporem elektrod a odporem testované zemní elektrody velmi velký a nejistota měření, která závisí na tomto poměru, je také velmi velká. Pokud k tomu dojde, je možné provést

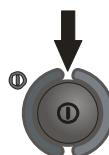
- výpočty podle vztahu uvedeného v kapitole 10.2 a vyhodnotit vliv podmínek měření. Z důvodu zmenšení nejistoty měření se doporučuje zlepšit kontakt mezi elektrodami a půdou, například zvlhčit vodou místo, do kterého se má elektroda zarazit, zkoušet zarazit elektrody do různých míst nebo použít elektrody o délce 80 cm. Je také potřeba překontrolovat testovací kabely takto: překontrolovat, zda jejich izolace není poškozená a zda kontakt s elektrodou (banánková zástrčka) není zkorodovaný nebo uvolněný. Ve většině případů lze dosáhnout uspokojivé základní nejistoty měření. Je však potřeba vždy dávat pozor na nejistotu, kterou je měření zatíženo.
- Je-li odpor elektrod **H** a **S** nebo jedné z nich větší než 19,9 k Ω , zobrazí se příslušné hlášení.
 - Kalibrace provedená výrobcem nezohledňuje odpor měřících kabelů. Zobrazený výsledek je součtem odporu měřeného objektu a odporu vodičů.

Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

R_E>1999 Ω	Překročení měřicího rozsahu.
U_N>40 V! a nepřerušovaný zvukový signál 	Napětí na testovacích místech je větší než 40 V, měření je blokováno.
U_N>24 V!	Napětí na testovacích místech je větší než 24 V, ale menší než 40 V, měření je blokováno.
NOISE!	Příliš velký rušivý signál - výsledek může být zatížen přídavnou nejistotou.
LIMIT!	Nejistota hodnoty odporu elektrody >30%. (Nejistoty vypočítané z měřených hodnot).
I_L>max	Nadměrný rušivý proud, chyba měření může být větší než základní chyba.

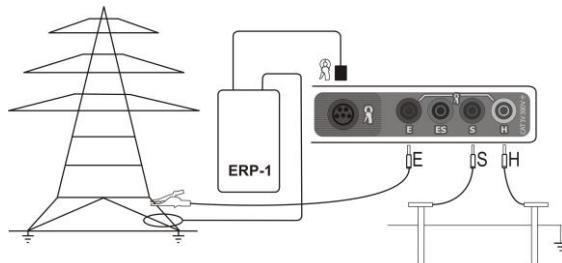
3.6 Měření odporu uzemnění 3-pólovou metodou s adapterem ERP-1 (R_E 3P+ERP-1)

①



Zapněte měřič.
Otáčecí přepínač
výběru funkce
nastavte v pozici
3P.

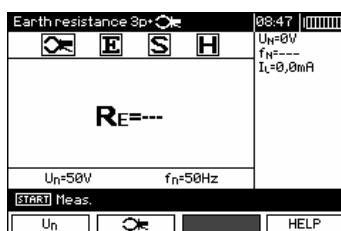
②



Proudovou elektrodu vtlačenou do země připojte ke zdířce **H** měřiče.
Napěťovou elektrodu vtlačenou do země připojte ke zdířce **S** měřiče.
Testovanou nohu sloupku připojte vodičem ke zdířce **E** měřiče.
Měřený sloupek a proudová a napěťová elektroda by měly být umístěny v jedné řadě.
Měřící kleště připněte k měřené noze sloupku pod úrovni připojení vodiče **E**.

③

Vyberte měření napětí stejně jako v bodě 3.5.



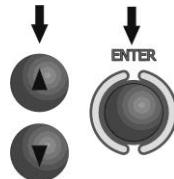
④



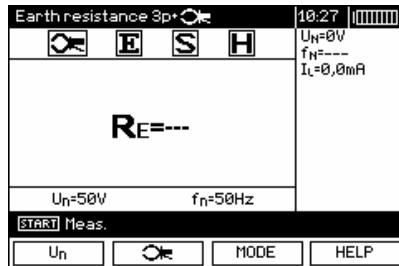
Pomocí tlačítka **F2** přejděte k výběru
měření s ERP-1.



(5)



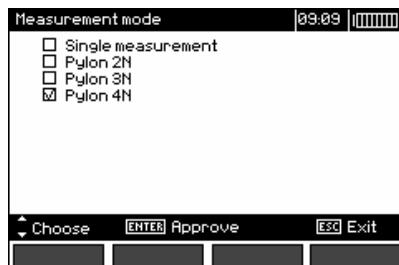
Pomocí tlačítek ▲, ▼ vyberte měření s ERP-1 a stiskněte tlačítko **ENTER**.



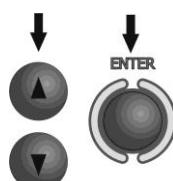
(6)



Pomocí tlačítka **F3** přejděte k výběru počtu noh sloupu.

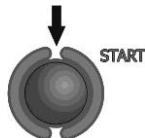


(7)

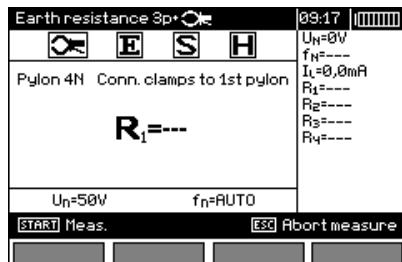


Pomocí tlačítek ▲, ▼ vyberte požadované množství noh sloupu a stiskněte tlačítko **ENTER**.

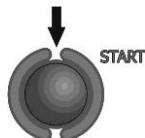
8



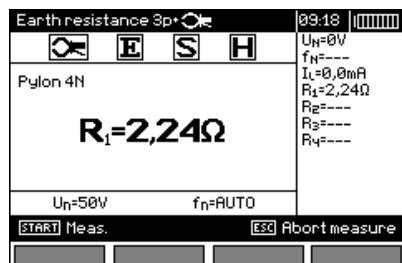
Stiskněte tlačítko **START**. V souladu s pokynem na obrazovce, pokud tak již nebylo učiněno, je nutné umístit kleště na první noze.



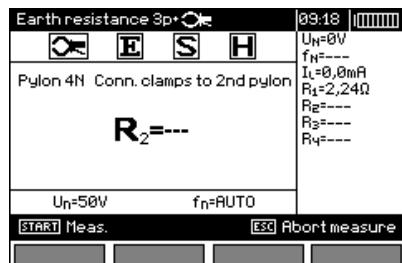
9



Pro aktivaci měření opětovně stiskněte tlačítko **START**.



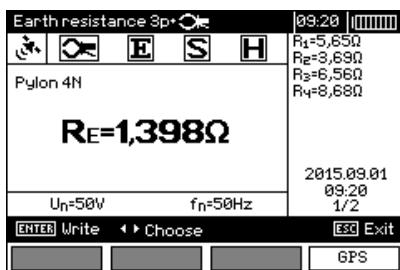
Po provedení měření první nohy hodnota naměřeného odporu nohy se po dobu 5 sekund zobrazí na hlavním displeji jako R1. Po uplynutí uvedené doby měřič přesune výsledek R1 do rámečku na pravé straně a na displeji se zobrazí výzva k připojení kleště k druhé noze.



Tento výsledek je možné opět obnovit na hlavním displeji po dobu 5 sekund tlačítkem **ENTER**.

(10)

Po provedení měření poslední nohy sloupku a po zobrazení výsledku odporu R_n po dobu 5 sekund se zobrazí průměrný výsledek odporu uzemnění R_E .



Pomocí tlačítek \blacktriangleleft a \triangleright provedete změnu zobrazení obrazovky s výsledky na pravé straně.

MRU-200-GPS Stisknutím tlačítka **F4** můžete zobrazit souřadnice GPS.

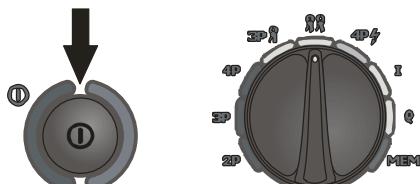
3.7 Měření odporu uzemnění metodou dvojími kleštěmi (2C)

Měření se dvěma klešťovými sondami se provádí tam, kde nelze použít elektrody zaražené do země.

UPOZORNĚNÍ!

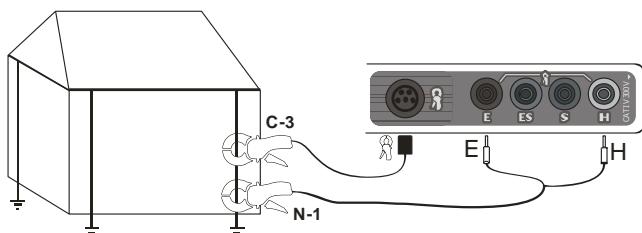
Měření se dvěma klešťovými sondami se může použít pouze pro měření vícenásobného uzemnění.

1



Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **XX**.

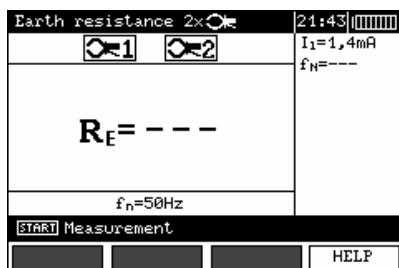
2



Vysílač klešťovou sondu spojte se svorkami **H** a **E** přístroje.

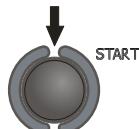
Nasadte vysílač klešťovou sondu a měřicí klešťovou sondu na testovanou uzemňovací elektrodu tak, aby byly od sebe vzdáleny nejméně 30 cm.

Měřicí klešťovou sondu zapojte do zásuvky pro klešťovou sondu.



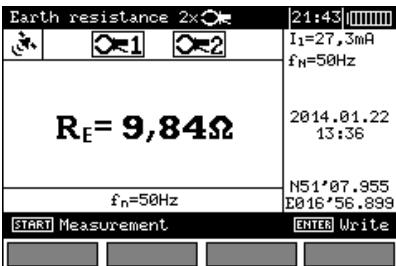
Přístroj je připraven k měření. Ve vedlejším zobrazovacím poli se zobrazuje hodnota svodového proudu procházejícího klešťovou sondou a jeho kmitočet.

3



Měření zahajte stisknutím tlačítka **START**.

4



Přečtěte výsledek měření.

MRU-200-GPS Na pravé straně displeje se zobrazuje datum, čas a souřadnice GPS.

Výsledek je zobrazen po dobu 20 sekund.
Potom jej lze znova zobrazit stisknutím tlačítka **ENTER**.

Upozornění:

⚠
Měření lze provádět za předpokladu, že efektivní hodnota rušivého proudu není větší než 3 A RMS a jeho kmitočet se shoduje s hodnotou nastavenou v nabídce funkcí (MENU).

⚠
Pružné kleště a pružné kleště připojené k adaptéru ERP-1 nejsou k tomuto měření vhodné.

- Kleště nejsou součástí základního vybavení měřiče, je nutné je dokoupit samostatně.
- Před prvním použitím je potřeba klešťovou sondou dodanou s přístrojem překalibrovat. Sonda by měla být kalibrována pravidelně, aby se zabránilo vlivu stárnutí jednotlivých prvků na rozlišení měření. Kalibrace se vyvolává v **nabídce funkcí** (MENU).
- Pokud velikost proudu procházejícího klešťovou sondou není dostatečná, zobrazí se příslušné hlášení.

Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

R_E>149,9 Ω	Překročení měřicího rozsahu.
U_N>40 V! a nepřerušovaný zvukový signál	Napětí na testovacích místech je větší než 40 V, měření je blokováno.
U_N>24 V!	Napětí na testovacích místech je větší než 24 V, ale menší než 40 V, měření je blokováno.
NOISE!	Příliš velký rušivý signál - výsledek může být zatížen přídavnou nejistotou.

3.8 Měření impedance uzemnění impulsní metodou ($R_{E4P}\ddagger$)

Impulsní metoda měření se používá pro měření dynamické impedance systémů ochrany před úderem blesku. Nesmí se používat pro měření ochranných a provozních uzemňovacích systémů.

Vzhledem k velmi strmé vzestupné hraně testovacího impulsu je impedance uzemňovací elektrody značně ovlivněn její indukčností. Proto dynamický impedance uzemňovací elektrody měřený impulsní metodou závisí na délce elektrody a na strmosti vzestupné hrany testovacího impulsu.

Indukčnost uzemňovací elektrody má za následek fázový posun mezi špičkou proudu a výsledným úbytkem napětí. Proto dlouhé uzemňovací elektrody s malým odporem měřeným při malém kmitočtu mohou vykazovat mnohem větší hodnotu dynamického impedance.

Impulsní impedance se vypočítá podle následujícího vztahu:

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

kde U_S , I_S jsou špičkové hodnoty napětí a proudu.

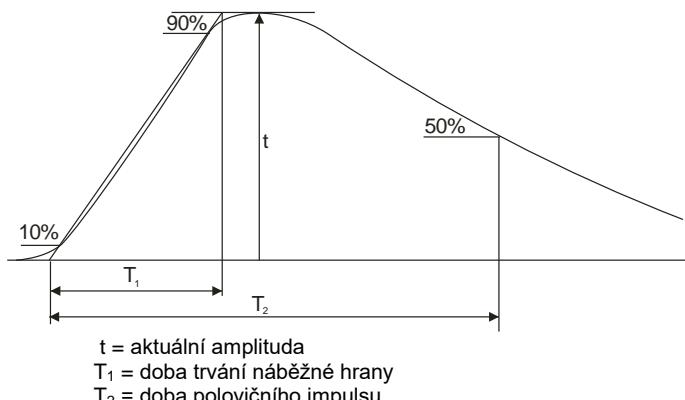
Impulsní metoda měření se používá pro stanovení výsledného impedance uzemnění. Proto kontrolní měřicí body nesmí být uvolněny.

Doporučuje se umístit testovací kably tak, aby svíraly úhel asi 60° .

Upozornění.

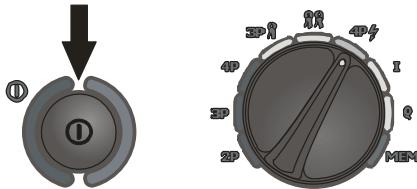
Měřicí vodiče musí být úplně rozmotané. V opačném případě může být výsledek měření chybný.

Na následujícím obrázku jsou vysvětleny parametry, které určují tvar impulsu (podle normy EN 62305-1 Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy).



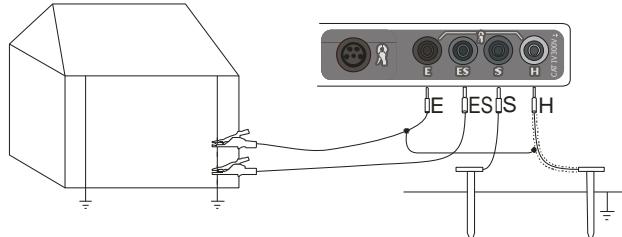
Tvar impulsu je dán poměrem T_1/T_2 (4/10 μ s).

1



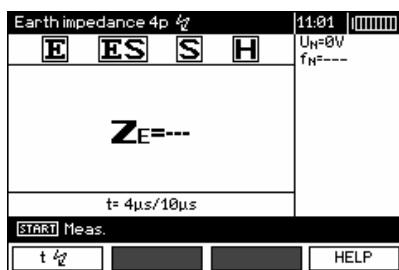
Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **4P**.

2



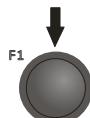
Proudovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **H** přístroje.
Napěťovou elektrodu zaraženou do země spojte se svorkou **S** přístroje.
Testovanou uzemňovací elektrodu spojte se svorkou **E** přístroje a stíněním kabelu **H**.
Testovanou uzemňovací elektrodu pod kabelem **E** spojte se svorkou **ES** přístroje.
Testovaná uzemňovací elektroda, proudová elektroda a napěťová elektroda musí být umístěny pod úhlem asi **60°**.

3



Přístroj je připraven k měření. Ve vedení zobrazení poli se zobrazuje hodnota rušivého napětí a jeho kmitočet. Na nastavovací liště jsou zobrazeny parametry impulsu.

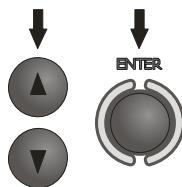
4



Stisknutím tlačítka **F1** se vyvolává změna tvaru impulsu.

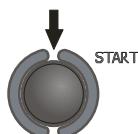


5



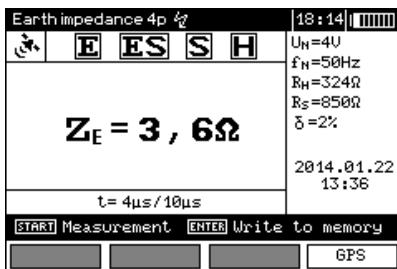
Tlačítky ▲ a ▼ zvolte tvar impulsu a potvrďte jej tlačítkem **ENTER**.

6



Měření zahajte stisknutím tlačítka **START**. Přečtěte výsledek měření.

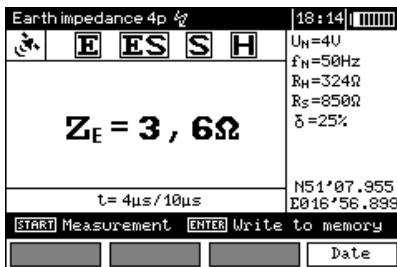
7



Přečtěte výsledek měření.

- ◀ Odpor proudové elektrody
- ◀ Odpor napěťové elektrody
- ◀ Velikost přídavné nejistoty způsobené odporem elektrod

MRU-200-GPS Stisknutím tlačítka **F4** můžete zobrazit souřadnice GPS.



Výsledek je zobrazen po dobu 20 sekund.

Potom jej lze znova zobrazit stisknutím tlačítka **ENTER**.

Upozornění:



Měření impedance uzemnění lze provádět za předpokladu, že rušivé napětí nepřekročí hodnotu 24 V. Napětí rušení se měří až do hodnoty 100 V. Přístroj nesmí být připojen k napětím větším než 100 V.

- Impuls 8/20 μ s je dostupný pro verzi softwaru od 2.04.
- Hodnoty R_h a R_s se měří při malém kmitočtu.
- Zvláštní pozornost je potřeba věnovat kvalitě spojení mezi testovaným objektem a testovacími kably. Na kontaktní ploše nesmí být barva, rez atd.
- Je-li odpor pomocných elektrod příliš velký, bude měření odporu uzemnění Z_E zatíženo přídavnou nejistotou. Ke zvláště velké nejistotě měření dojde, pokud se malá hodnota odporu uzemnění měří elektrodami, které mají nedostatečný kontakt se zemí (takové situace často vznikají vlivem toho, že horní vrstva půdy je suchá a málo vodivá). V takovém případě je poměr mezi odporem elektrod a odporem testované zemní elektrody velmi velký a nejistota měření, která závisí na tomto poměru, je také velmi velká. Pokud k tomu dojde, je možné provést výpočty podle vztahu uvedeného v kapitole 10.2 a vyhodnotit vliv podmínek měření. Z důvodu zmenšení nejistoty měření se doporučuje zlepšit kontakt mezi elektrodami a půdou, například zvlnit vodou místo, do kterého se má elektroda zarazit, zkusit zarazit elektrody do různých míst nebo použít elektrody o délce 80 cm. Je také potřeba překontrolovat testovací kably takto: překontrolovat, zda jejich izolace není poškozená a zda kontakt s elektrodou (banánková zástrčka) není zkorodovaný nebo uvolněný. Ve většině případů lze dosáhnout uspokojivé základní nejistoty měření. Je však potřeba vždy dávat pozor na nejistotu, kterou je měření zatíženo.
- Je-li odpor elektrod **H** a **S** nebo jedné z nich větší než 1 k Ω , zobrazí se příslušné hlášení.

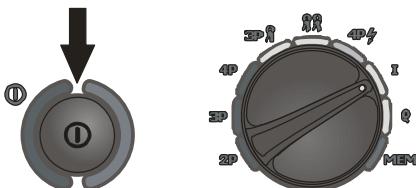
Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

$Z_E > 199\Omega^1$ $Z_E > 300\Omega^2$	Překročení měřicího rozsahu. 1 - MRU-200 do sériového čísla E31440, MRU-200-GPS do sériového čísla E40434 2 - MRU-200 od sériového čísla E31441, MRU-200-GPS od sériového čísla E40435
UN>40 V! a nepřerušovaný zvukový signál	Napětí na testovacích místech je větší než 40 V, měření je blokováno.
UN>24 V!	Napětí na testovacích místech je větší než 24 V, ale menší než 40 V, měření je blokováno.
LIMIT!	Nejistota hodnoty odporu elektrody >30%. (Nejistoty vypočítané z měřených hodnot).
NOISE!	Příliš velký rušivý signál - výsledek může být zatížen přídavnou nejistotou.

3.9 Měření proudu (I)

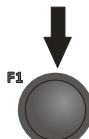
Tato funkce zajišťuje měření efektivní hodnoty proudu klešťovou sondou. Lze ji použít například pro měření svodového proudu v instalacích. K dispozici jsou dva typy klešťových sond: C-3 a F-1, které se liší průměrem a měřicím rozsahem proudu (viz Technické údaje).

①

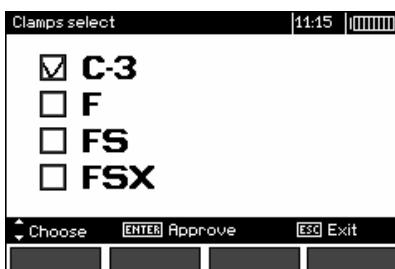


Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy I.

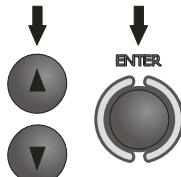
②



Stisknutím tlačítka F1 se vyvolává změna typu sondy.



③



Tlačítka ▲ a ▼ zvolte typ sondy a potvrďte jej tlačítkem ENTER.

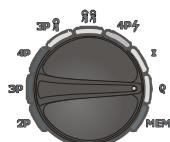
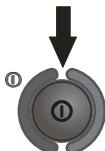
Upozornění:

- Měření probíhá bez přerušení a výsledky není možné ukládat.
- Flexibilní sondu série F lze použít pouze pro měření proudů větších než 1 A.

3.10 Měření rezistivity půdy (ρ)

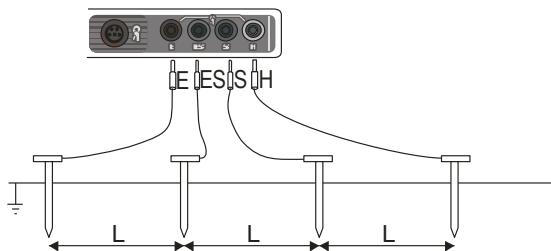
Tato samostatná funkce, která se volí nastavením otočného přepínače do polohy **p**, se používá pro měření měrného zemního odporu půdy, především jako předběžné měření při projektování systémů uzemnění nebo v geologii. Z metrologického hlediska je měření stejné jako 4-vodičové měření odporu uzemnění, ale obsahuje přídavný postup pro uložení vzdálenosti mezi elektrodami. Výsledná hodnota měrného zemního odporu se vypočítává automaticky ze vztahu $\rho = 2\pi LR_E$, který se používá ve Wennerově měřicí metodě. Tato metoda předpokládá stejnou vzdálenost mezi elektrodami.

(1)

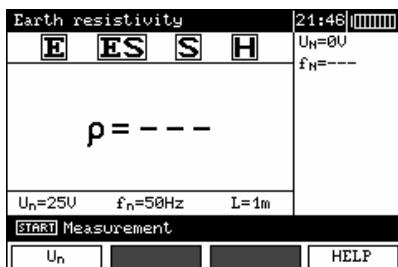


Přístroj zapněte. Nastavte otočný přepínač do polohy **p**.

(2)

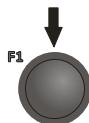


Podle výše uvedeného obrázku připojte k přístroji 4 elektrody, které jsou do země zaraženy na přímce a je mezi nimi stejná vzdálenost.

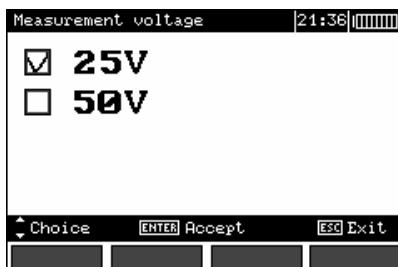


Přístroj je připraven k měření. Ve větších zobrazovacích polích se zobrazuje hodnota rušivého napětí a jeho kmitočet. Na nastavovací liště je zobrazeno testovací napětí, kmitočet sítě nastavený v nabídce funkcí (MENU) a vzdálenost mezi elektrodami.

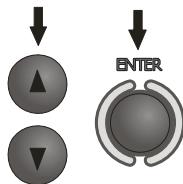
(3)



Stisknutím tlačítka **F1** se vyvolává změna testovacího napětí.

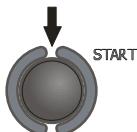


④

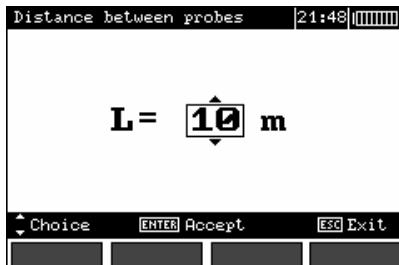


Tlačítky ▲ a ▼ zvolte hodnotu te-stovacího napětí a potvrďte ji tlačítkem **ENTER**.

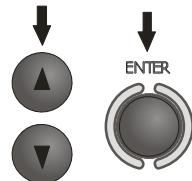
⑤



Měření zahajte stisknutím tlačítka **START**. V přístroji se vyvolá režim pro volbu vzdálenosti mezi elektrodami.

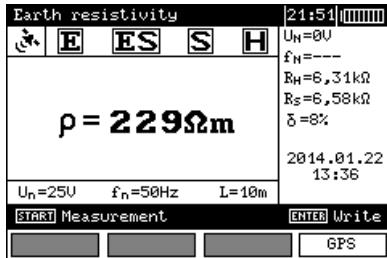


⑥



Tlačítky ▲ a ▼ zvolte vzdálenost mezi elektrodami a tlačítkem **ENTER** za-hajte měření.

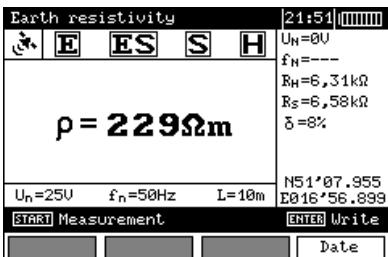
⑦



Přečtěte výsledek měření.

Odpor proudové elektrody
Odpor napěťové elektrody
Velikost přidavné nejistoty
způsobené odporem elektrod

MRU-200-GPS Stisknutím tlačítka **F4** můžete zobrazit souřadnice GPS.



Výsledek je zobrazen po dobu 20 sekund. Potom jej lze znova zobrazit stisknutím tlačítka **ENTER**.

Upozornění:

Měření odporu uzemnění lze provádět za předpokladu, že rušivé napětí nepřekročí hodnotu 24 V. Napětí rušení se měří až do hodnoty 100 V. Přístroj nesmí být připojen k napětím větším než 100 V.

- Výpočty vycházejí z předpokladu, že vzájemné vzdálenosti mezi elektrodami jsou stejné (Wennerova metoda). Pokud tomu tak není, musí se měření měrného zemního odporu provést 4-pólovou metodou a výsledky se musí spočítat samostatně.
- Zvláštní pozornost je potřeba věnovat kvalitě spojení mezi testovaným objektem a testovacími kably. Na kontaktní ploše nesmí být barva, rez atd.
- Je-li odpor pomocných elektrod příliš velký, bude měření odporu uzemnění R_E zatíženo přídavnou nejistotou. Ke zvláště velké nejistotě měření dojde, pokud se malá hodnota odporu uzemnění měří elektrodami, které mají nedostatečný kontakt se zemí (takové situace často vznikají vlivem toho, že horní vrstva půdy je suchá a málo vodivá). V takovém případě je poměr mezi odporem elektrod a odporem testované zemní elektrody velmi velký a nejistota měření, která závisí na tomto poměru, je také velmi velká. Pokud k tomu dojde, je možné provést výpočty podle vztahu uvedeného v kapitole 10.2 a vyhodnotit vliv podmínek měření. Z důvodu zmenšení nejistoty měření se doporučuje zlepšit kontakt mezi elektrodami a půdou, například zvlhčit vodou místo, do kterého se má elektroda zarazit, zkoušet zarazit elektrody do různých míst nebo použít elektrody o délce 80 cm. Je také potřeba překontrolovat testovací kably takto: překontrolovat, zda jejich izolace není poškozená a zda kontakt s elektrodou (banánková zástrčka) není zkorodovaný nebo uvolněný. Ve většině případů lze dosáhnout uspokojivé základní nejistoty měření. Je však potřeba vždy dávat pozor na nejistotu, kterou je měření zatíženo.
- Je-li odpor elektrod **H** a **S** nebo jedné z nich větší než 19,9 kΩ, zobrazí se příslušné hlášení.

Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

$R_E > 999 \text{ k}\Omega$	Překročení měřicího rozsahu.
$U_N > 40 \text{ V}!$ a nepřerušovaný zvukový signál	Napětí na testovacích místech je větší než 40 V, měření je blokováno.
$U_N > 24 \text{ V}!$	Napětí na testovacích místech je větší než 24 V, ale menší než 40 V, měření je blokováno.
LIMIT!	Nejistota hodnoty odporu elektrody $> 30\%$. (Nejistoty vypočítané z měřených hodnot).
NOISE!	Příliš velký rušivý signál - výsledek může být zatížen přídavnou nejistotou.

4 Paměť

Přístroje MRU-200 / MRU-200-GPS jsou vybaveny pamětí, do které lze uložit 990 výsledků měření odporu. Jednotlivá měření se ukládají do paměťových buněk. Paměťový prostor je rozdělen do 10 paměťových bloků, z nichž každý obsahuje 99 paměťových buněk. Výsledky je možné zapisovat do zvolených paměťových buněk označených číslem a nacházejících se ve zvoleném paměťovém bloku. Tímto způsobem může uživatel přístroje podle svého uvážení přidělit čísla jednotlivých paměťových buněk určitým měřicím místům a čísla jednotlivých bloků určitým měřeným objektům. Z tohoto důvodu lze měření provádět a opakovat v jakémkoliv pořadí, aniž by to nějak ovlivnilo ostatní uložené výsledky.

Vnitřní paměť přístroje se po jeho vypnutí nevymaže. Proto lze výsledky měření později opět načíst nebo přenést do PC. Také se nemění čísla paměťové buňky nebo bloku.

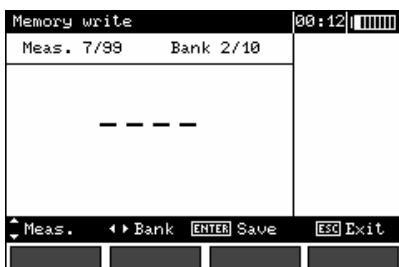
Doporučuje se paměť vymazat po přečtení dat nebo před novou sérií měření. Nové výsledky měření lze potom uložit do paměťových buněk, ve kterých se nacházely výsledky předcházející.

4.1 Ukládání výsledků měření do paměti

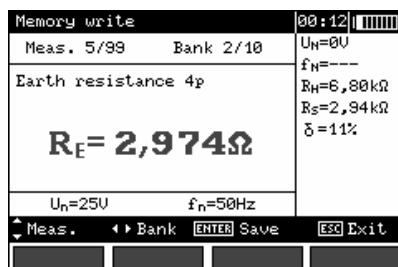
1



Po ukončení měření stiskněte tlačítko **ENTER**.



Prázdná buňka



Obsazená buňka

2

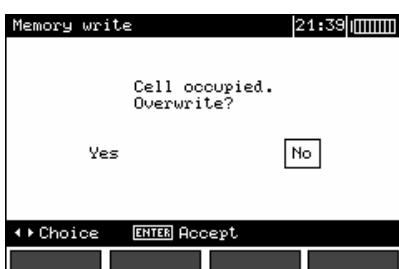
Měřená hodnota (paměťová buňka) se volí tlačítky **▲** a **▼**.

Blok paměti se volí tlačítky **◀** a **▶**.

Nový zápis do paměti provede tlačítkem **ENTER**.

3

V případě požadavku na uložení dat do obsazené buňky se zobrazí hlášení:



Buňka je obsazena. Přepsat?

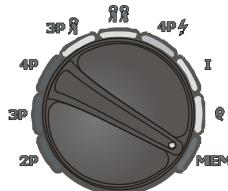
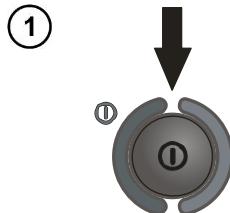
4

Tlačítky **◀** a **▶** zvolte odpověď Yes/No (ano/ne) a potvrďte ji stisknutím tlačítka **ENTER**.

4.2 Vymazání dat z paměti

Poznámka:

- Během mazání dat z paměti je zobrazen ukazatel průběhu mazání.



Přístroj zapněte.
Nastavte otočný přepínač do polohy
MEM.



Tlačítka ▲ a ▼ zvolte položku „**Memory erasing**“ (vymazání paměti).



Stiskněte tlačítko **ENTER**.



(4)



Tlačítky ▲ a ▼ zvolte, zda se má vymazat celá paměť (Memory erase), paměťový blok (Bank erase) nebo buňka (Cell erase).

(5)

Postupujte podle pokynů zobrazených na displeji.

4.3 Prohlížení dat uložených v paměti

(1)

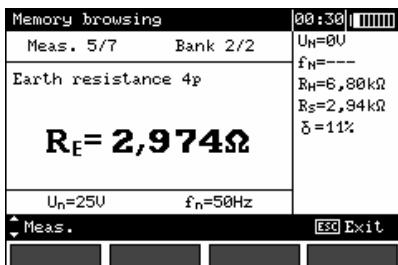


Tlačítky ▲ a ▼ zvolte položku „Memory browsing“ (prohlížení paměti).

(2)



Stiskněte tlačítko ENTER.



(3)

Tlačítky ▲ a ▼ zvolte blok paměti. Tlačítky ▲ a ▼ zvolte paměťovou buňku.

Upozornění:

- Při prohlížení paměti nelze vstoupit do prázdných paměťových míst a prázdných paměťových bloků. Hlášení „Meas. 1/20“ (měření 1/20) označuje prvních 20 měření. Paměťová místa 21 až 99 jsou prázdná a nepřístupná. Stejný princip platí pro paměťové bloky. Pokud jsou data zapsána do paměti ne za sebou, ale s vynechanými míssty, prázdná místa a prázdné paměťové bloky se při prohlížení paměti vynechávají.

5 Přenos dat

Poznámka:

- Přenos dat během nabíjení akumulátorů není možný.

5.1 Příslušenství pro připojení k počítači

Pokud má přístroj spolupracovat s počítačem, je potřeba využít přídavné příslušenství: kabel rozhraní USB nebo modul Bluetooth a příslušný software. Jestliže příslušenství nebylo součástí dodávky přístroje, je možné je objednat od výrobce nebo autorizovaného prodejce.

Toto příslušenství lze použít pro různé přístroje vyrobené společností SONEL S.A., které jsou vybaveny rozhraním USB a/nebo modulem Bluetooth.

Podrobné informace o softwaru získáte od výrobce nebo od autorizovaného prodejce.

5.2 Připojení přístroje k počítači

1. Nastavte otočný přepínač do polohy MEM.
2. Zapojte kabel do USB rozhraní počítače a USB zásuvky na přístroji.
3. Spusťte program SONEL READER.

5.3 Přenos dat s Bluetooth modulu

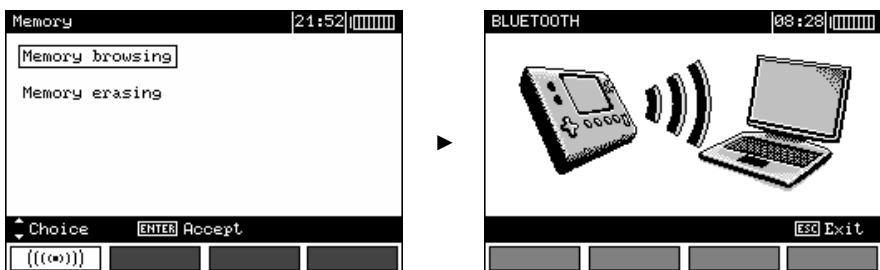
MRU-200 Od výrobního čísla E30001 je vestavěn modul BT namísto OR-1.

MRU-200-GPS Od výrobního čísla E40001 je vestavěn modul BT namísto OR-1.

1. Vyberte Bezdrátový přenos v hlavním MENU elektroměru.



nebo nastavte přepínač funkcí na **MEM** a stisknutím klávesy **F1**.



2. Připojte Bluetooth modul k USB vstupu osobního počítače (pokud není s počítačem integrovaný).
3. Během párování s počítačem je nutné zadat PIN kód shodný s PIN kódem měřiče zapsaným v nastavení.
4. Na počítači spusťte program pro zálohování dat.

Pokud PIN kód změna je nutná, zvolte Změnit PIN kód.



Nastavte požadovaný kód s kurzory.



Poznámky:



Standardní PIN pro Bluetooth je „0123“.

- Přenos lze přerušit tlačítkem **ESC** - měřič se přepne do režimu prohlížení paměti.
- Při zapnutém USB kabelu bezdrátový přenos dat nelze provést.

6 Napájení

Pozor:

Zařízení MRU-200 / MRU-200-GPS je přizpůsobeno výlučně k použití s akumulátory přiloženými ke standardnímu vybavení. K využití baterii místo akumulátoru může dojít pouze v naléhavých havarijních situacích (např. úplné vybití akumulátorů během měření elektrických sloupků v polních podmínkách), při čemž je nutné počítat s tím, že dojde k jejich rychlému vybití (několik měření) a chybnému měření při vysoké okamžité spotřebě elektrické energie.

6.1 Kontrola napájecího napětí

Úroveň napětí baterií nebo akumulátorů je indikována symbolem zobrazeným v pravém horním rohu displeje:



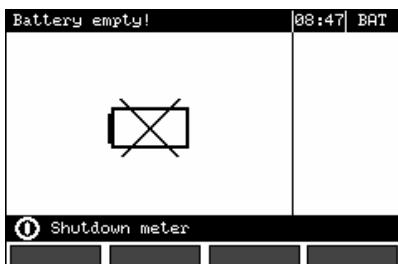
Baterie je nabité.



Baterie je téměř vybitá.

BAT

Baterie je zcela vybitá.



Baterie je vybitá, měření je zablokováno.

Upozornění:

- Zobrazený symbol **BAT** indikuje nedostatečné napájecí napětí a požadavek na nabítí akumulátoru.
- Měření provedená při nedostatečném napájecím napětí přístroje jsou zatížena přidavnými chybami, které uživatel není schopen přesně definovat, a proto výsledky měření nejsou směrodatné pro stanovení správné funkce testovaného uzemňovacího systému.

6.2 Výměna akumulátorů

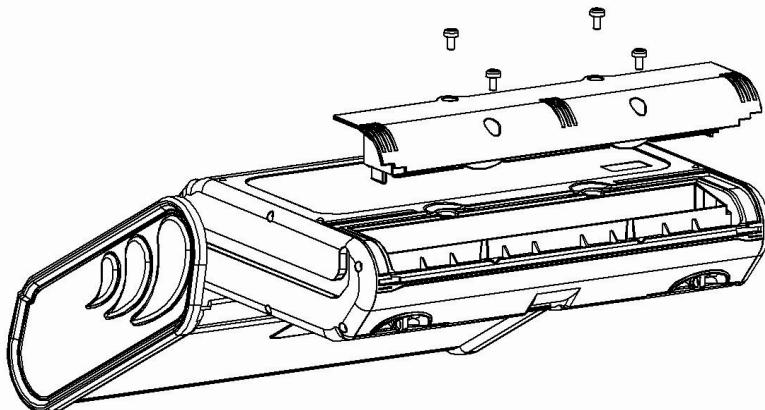
Přístroj MRU-200 / MRU-200-GPS je vybaven akumulátory NiMH a nabíječem. Akumulátory jsou umístěny v držáku akumulátorů. Nabíječ akumulátorů je vestavěn v přístroji a pracuje pouze s akumulátory dodanými výrobcem. Nabíječ se napájí z externího zdroje. Lze jej také napájet ze zásuvky zapalovače cigaret v automobilu.

VAROVÁNÍ:

Pokud by při výměně baterií nebo akumulátorů byly v zásuvkách přístroje ponechány testovací kabely, vzniká nebezpečí úrazu vlivem nebezpečného napětí.

Při výměně akumulátorů je potřeba postupovat takto:

- Ze zásuvek přístroje odpojte všechny testovací kabely a přístroj vypněte.
- Vyšroubujte 4 šrouby na držáku akumulátorů/baterií (dolní části pouzdra)
- Držák vyjměte.
- Sejměte kryt a vyjměte akumulátory.
- Vložte nové akumulátory.
- Nasadte kryt.
- Vložte držák do přístroje.
- Našroubujte zpět 4 šrouby držáku akumulátorů/baterií.



UPOZORNĚNÍ!

Přístroj nepoužívejte, pokud je držák akumulátorů vyjmutý nebo otevřený.
Přístroj nenapájejte způsobem jiným než je uvedeno v tomto návodu.

6.3 Výměna pojistek

Vyjmutí prostoru na akumulátory umožňuje přístup ke dvěma výmenným pojistkám typu:

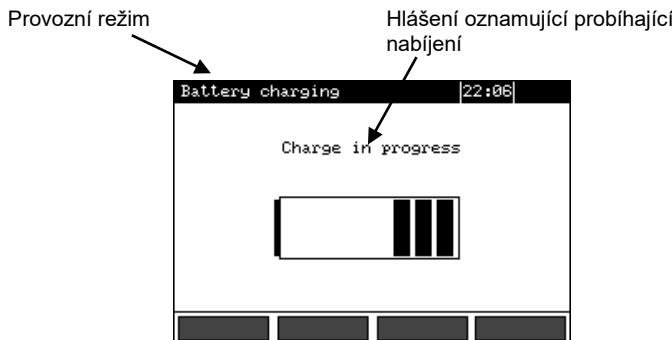
- FST 1A 250Vac, 5x20mm a
- 2A 250Vac, pomalá, 5x20mm.

V případě, že zařízení nebo nabíječka akumulátorů nebude funkční, je nutné před jejich odesláním do servisu zkontrolovat pojistky a pokud pojistka bude spálená, je nutné ji vyměnit. Pojistky se nacházejí v madle, v blízkosti středu dutiny. K vyjmutí použijte úzké náradí (např. šroubovák).

6.4 Nabíjení akumulátorů

Akumulátory se začnou nabíjet ihned po připojení vnějšího napájecího zdroje k přístroji bez ohledu na to, zda je přístroj zapnutý nebo vypnutý. Zobrazení na displeji během napájení je uvedeno na následujícím obrázku. Nabíjení akumulátorů probíhá postupem „rychlého nabíjení“ - proces nabíjení je zkrácen na dobu přibližně 4 hodin. Konec nabíjení je signalizován hlášením **Charging**

concluded (nabíjení ukončeno). Pro vypnutí přístroje je potřeba odpojit zástrčku vnějšího napájecího zdroje z přístroje.



Postup nabíjení je indikován změnou plochy vyplnění symbolu akumulátoru.

Upozornění:

- Vlivem rušení v síti se může stát, že proces nabíjení akumulátorů se ukončí příliš rychle. Pokud je tedy doba nabíjení akumulátorů příliš krátká, je potřeba odpojit zástrčku napájení a potom začít nabíjet znova.

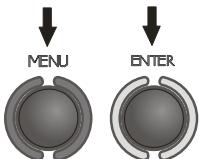
Doplňující informace zobrazované na displeji přístroje

Hlášení	Příčina	Náprava
Battery connection error! (chyba připojení baterie)	Příliš velké napětí na akumulátoru během nabíjení.	Překontrolujte kontakty akumulátoru. Pokud problém přetravává, akumulátor vyměňte.
No battery! (chybí baterie)	Chybí spojení s řídícím obvodem akumulátoru nebo vložen držák baterií.	Překontrolujte kontakty akumulátoru. Pokud problém přetravává, akumulátor vyměňte. Vložte držák akumulátoru místo baterií.
Battery temperature too low! (příliš nízká teplota baterie)	Okolní teplota je nižší než 10 °C.	Při této teplotě není možné akumulátor spolehlivě nabít. Umísťte přístroj do teplejšího prostředí a začněte nabíjet znova. Toto hlášení se může zobrazit i při velkém vybití akumulátoru. Potom je vhodné zapínat nabíječ opakováně.
Precharge error (chyba prvního nabíjení)	Poškozený nebo značně vybitý akumulátor.	Toto hlášení se zobrazí na krátkou dobu a potom se znova zahájí proces prvního nabíjení. Pokud se po několika pokusech zobrazí hlášení „ Battery temperature too high “ (teplota baterie je příliš vysoká), akumulátor vyměňte.

6.5 Vybijení akumulátorů

Z důvodu zajištění správné funkce akumulátorů (indikace nabití) a prodloužení jejich životnosti se doporučuje je občas nabíjet ze stavu úplného vybití. Pro vybití akumulátorů je potřeba postupovat takto:

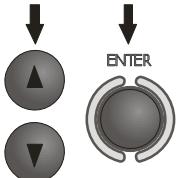
1



Stiskněte tlačítko **MENU** a zvolte položku **Meter Settings** (nastavení přístroje). Stiskněte tlačítko **ENTER**.



2



Tlačítka **▲** a **▼** zvolte položku **Battery discharging** (vybijení baterie) a potvrďte ji tlačítkem **ENTER**.

Přečtěte a potvrďte text zobrazený na displeji.

Vybijení, které může podle stavu nabití akumulátoru trvat až 10 hodin, je signalizováno následujícím hlášením: **Discharging of accumulators in progress** (probíhá vybijení akumulátorů).

6.6 Všeobecné zásady používání akumulátorů Ni-MH

- Pokud přístroj delší dobu nepoužíváte, je vhodné akumulátory vyjmout a uskladnit odděleně od přístroje.
- Akumulátory skladujte na suchém, chladném a dobře větraném místě a chráňte je před přímým slunečním světlem. Teplota pro dlouhodobé skladování akumulátorů nesmí být větší než 30 °C. Pokud jsou akumulátory dlouhodobě skladovány při vysoké teplotě, probíhající chemické procesy mohou zkrátit jejich životnost.
- Akumulátory NiMH snesou běžně 500-1000 nabíjecích cyklů. Nejvyšší kapacity se dosáhne po jejich naformátování (2-3 cykly nabití a vybití). Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím životnost akumulátorů je úroveň jejich vybijení. Čím více se akumulátor vybijí, tím je jeho životnost kratší.
- Paměťový efekt je u akumulátorů NiMH potlačen. Tyto akumulátory lze nabíjet při jakémkoliv stavu vybití bez výraznějších následků. Doporučuje se však akumulátory vždy po několika cyklech úplně vybit.
- Během skladování akumulátorů NiMH dochází k jejich samovolnému vybijení rychlostí přibližně 30 % za měsíc. Pokud jsou akumulátory skladovány při vyšší teplotě, proces vybijení se urychlí dokonce až na 100 %. Aby se předešlo nadmernému vybití akumulátorů, po kterém je potřeba je znova naformátovat, doporučuje se akumulátory občas nabít (i když se nepoužívají).
- Moderní nabíječe s rychlým nabíjením umí detekovat příliš nízkou a příliš vysokou teplotu akumulátorů a odpovídajícím způsobem na tyto stavy reagovat. Při příliš nízké teplotě nedovolí zahájit

nabíjení, protože by mohlo dojít k nevratnému poškození akumulátoru. Zvýšení teploty akumulátoru je signálem pro ukončení nabíjení, což je typickým jevem. Avšak nabíjení při vysoké teplotě okolí nejenže zmenšuje životnost akumulátoru, ale také zapříčiní zrychlený nárůst teploty akumulátoru, který se potom nenabije na celou svoji kapacitu.

- Pamatuje na to, že při rychlém nabíjení se akumulátor nabíjí přibližně na 80 % své kapacity. Lepších výsledků se dosáhne, pokud se v procesu nabíjení pokračuje. Nabíječ přejde do režimu nabíjení malým proudem a po několika dalších hodinách nabíjení budou akumulátoru nabity na plnou kapacitu.

- Akumulátory nenabíjejte ani nepoužívejte při extrémních teplotách. Extrémní teploty zmenšují životnost baterií a akumulátorů. Neumísťujte přístroje napájené z akumulátorů do prostředí s vysokou teplotou. Je potřeba důsledně dodržovat jmenovitou provozní teplotu.

7 Čištění a údržba

UPOZORNĚNÍ!

Při údržbě postupujte výhradně podle pokynů uvedených výrobcem v tomto návodu.

Pouzdro přístroje se může čistit pouze jemnou vlhkou tkaninou s použitím všech běžných saponátů. Nepoužívejte žádná ředidla nebo čisticí prostředky, které by mohly poškrabat pouzdro přístroje (prášky, pasty atd.).

Pomocné elektrody očistěte vodou a osušte ji. Budete-li sondu delší dobu skladovat, naneste na ni před uložením vrstvičku jakéhokoliv mazacího prostředku určeného pro stroje.

Cívky a testovací kabely je potřeba očistit vodou se saponátem a potom osušit.

Elektronické části přístroje nevyžadují žádnou údržbu.

8 Skladování

- Od přístroje odpojit všechny testovací kably.
- Přístroj a veškeré příslušenství pečlivě vyčistit.
- Dlouhé testovací kably navinout na cívky.
- Pokud bude přístroj skladován dlouhou dobu, vyjmout z něj baterie.
- Aby při dlouhém skladování nedošlo k úplnému vybití akumulátorů, je vhodné je občas dobít.

9 Vyřazení z provozu a likvidace

Opotřebená elektrická a elektronická zařízení je potřeba shromažďovat odděleně od odpadu jiného druhu.

Opotřebená elektrická a elektronická zařízení musí být předána do sběrného střediska v souladu s předpisy o likvidaci opotřebených elektrických a elektronických zařízení.

Před jejich předáním do sběrného střediska je nerozebírejte.

Dodržujte místní předpisy o likvidaci balicích materiálů, použitých baterií a akumulátorů.

10 Technické údaje

- Přesnost specifikace se týká hlavně svorek měřiče.
- Zkratka "m.h." ve specifikacích přesnosti označuje měřenou hodnotu

10.1 Základní údaje

Měření rušivého napětí U_N (efektivní hodnoty)

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0...100 V	1 V	$\pm(2\% \text{ m.h.} + 3 \text{ digity})$

- Měření pro kmitočty f_n 15...450 Hz
- Rychlosť měření - nejméně 2 měření za sekundu

Měření rušivého kmitočtu f_n

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
15...450 Hz	1 Hz	$\pm(1\% \text{ m.h.} + 2 \text{ digity})$

- Měření pro rušivé napětí $> 1 \text{ V}$ (pro rušivé napětí $< 1 \text{ V}$ se zobrazí: $f = \dots$)

Měření odporu zemnících kabelů a vyrovnávacích kabelů (2P)

Měřicí metoda: podle normy IEC 61557-4

Rozsah měření podle normy IEC 61557-4: $0,045 \Omega \dots 19,99 \text{ k}\Omega$

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ m.h.} + 4 \text{ digity})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ m.h.} + 2 \text{ digity})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	$\pm(5\% \text{ m.h.} + 2 \text{ digity})$
4,00...19,99 $\text{k}\Omega$	0,01 $\text{k}\Omega$	

* - V rozsahu 0,000...0,045 Ω není specifikována přesnost.

Měření odporu uzemnění – 3-pólová (R_{E3P}) a 4-vodičová (R_{E4P})

Měřicí metoda: technická podle normy IEC 61557-5

Rozsah měření podle normy IEC 61557-5: $0,100 \Omega \dots 19,99 \text{ k}\Omega$

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ m.h.} + 4 \text{ digity})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ m.h.} + 2 \text{ digity})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	$\pm(5\% \text{ m.h.} + 2 \text{ digity})$
4,00...19,99 $\text{k}\Omega$	0,01 $\text{k}\Omega$	

* - Pro 3-pólové měření v rozsahu 0,000...0,045 Ω není specifikována přesnost.

Měření odporu pomocných elektrod R_H a R_S

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0...999 Ω	1 Ω	$\pm 5\% (R_E + R_H + R_S)$ $\pm 8 \text{ digitů}$
1,00...9,99 $\text{k}\Omega$	0,01 $\text{k}\Omega$	
10,0...19,9 $\text{k}\Omega$	0,1 $\text{k}\Omega$	

Měření odporu uzemnění – 3-pólová s doplňkovými kleštěmi (RE3P+C)

Rozsah měření podle normy IEC 61557-5: 0,120 Ω...1999 kΩ

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	±(8% m.h. + 4 digity)
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...1999 Ω	1 Ω	±(8% m.h. + 3 digity)

Měření odporu uzemnění – metoda dvojími kleštěmi (2C)

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	±(10% m.h. + 3 digity)
20,0...149,9 Ω	0,1 Ω	±(20% m.h. + 3 digity)

Měření rezistivity půdy (ρ)

Měřící metoda: Wennerova, $\rho = 2\pi LR_E$

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0,0..199,9 Ωm	0,1 Ωm	Závisí na přesnosti 4P měření R_E , ale ne méně než ±1 digit.
200..1999 Ωm	1 Ωm	
2,00..19,99 kΩm	0,01 kΩm	
20,0..99,9 kΩm	0,1 kΩm	
100..999 kΩm	1 kΩm	

- vzdálenost mezi měřicími elektrodami (L): 1...50 m

Měření impedance uzemnění – impulsní metodou (RE4P)

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0,0..99,9 Ω	0,1 Ω	±(2,5% m.h. + 3 digity)
100..199 Ω	1 Ω	
200..299 Ω ¹	1 Ω ¹	±(5% m.h. + 3 digity) ¹

¹ - MRU-200 od sériového čísla E31441, MRU-200-GPS od sériového čísla E40435

- Tvar impulsu: 4/10 μs, 8/20 μs nebo 10/350 μs
- Impulsní měřicí proud: asi 1 A
- Špičkové napětí: asi 1500 V

Měření svodového proudu (RMS)

Rozsah	Rozlišení	Přesnost
0,1..99,9 mA ¹	0,1 mA	±(8% m.h. + 5 digitů)
100..999 mA ¹	1 mA	
1,00..4,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	±(5% m.h. + 5 digitů) ^{1,3,4} nespecifikováno ² nespecifikováno pro 0..2 A ³ nespecifikováno pro 0..1 A ⁴
5,00..9,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	
10,0..99,9 A ^{1,2,3,4}	0,1 A	
100 ... 300 A ^{1,2,3,4}	1 A	
		±(5% m.h. + 5 digitů)

¹ – kleštová sonda (průměr 52 mm) – C-3

² – kleštová sonda – série F

³ – kleštová sonda – FS-2

⁴ – kleštová sonda – FSX-3

• rozsah kmitočtu: 45...400Hz

10.2 Další technické údaje

a)	typ izolace podle EN 61010-1 a IEC 61557	dvojitá
b)	kategorie měření podle EN 61010-1 (pro 2000 m n.m.)	IV 300 V
c)	krytí pouzdra přístroje podle EN 60529	IP54
d)	maximální rušivé napětí (stejnosměrné + střídavé), při kterém lze měřit	24 V
e)	maximální měřené rušivé napětí	100 V
f)	maximální rušivý proud, při kterém lze měřit odpor uzemnění pomocí klešťových sond (efektivní hodnota)	3 A
g)	kmitočet měřicího proudu.....	125 Hz pro sítě 16 2/3 Hz 50 Hz pro sítě 400 Hz, 150 Hz, 60 Hz
h)	měřicí napětí a proud pro 2P	U < 24 V RMS, I ≥ 200 mA pro R ≤ 2 Ω
i)	měřicí napětí pro R _E 3P, R _E 4P	25 V nebo 50 V
j)	měřicí proud (zkratový proud) pro R _E 3P, R _E 4P	> 200 mA
k)	maximální odpor měřicích elektrod	20 kΩ
l)	signalizace nedostatečného proudu klešťovou sondou při	≤ 0,5 mA
m)	napájení přístroje	akumulátor SONEL NiMH 4,8 V 4,2 Ah
n)	parametry nabíječky akumulátorů	100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
o)	počet měření pro 2P	> 1500 (1 Ω, 2 měření/minutu)
p)	počet měření pro R _E 3P, R _E 4P	> 1200 (R _E =10 Ω, R _H =R _S =100 Ω, 2 měření/minutu)
q)	doba trvání měření odporu 2-pólovou metodou	< 6 sekund
r)	doba trvání měření odporu a měrného odporu ostatními metodami	< 8 sekund
s)	MRU-200-GPS přesnost polohy (za dobrých povětrnostních podmínek a viditelnosti satelitů) ..3 m (50%CEP)	
t)	rozměry	288 x 223 x 75 mm
u)	hmotnost přístroje s akumulátory	asi 2 kg
v)	pracovní teplota	-10°C...+50°C
w)	rozsah provozních teplot pro nabíječku baterií	+10°C...+35°C
x)	teplota, u které se přeruší nabíjení akumulátorů	<+5°C a ≥ +50°C
y)	jmenovitá teplota	+23°C ± 2°C
z)	skladovací teplota	-20°C...+80°C
aa)	relativní vlhkost	20...90%
bb)	relativní vlhkost nominální	40...60%
cc)	nadmořská výška	≤2000 m*
dd)	jakostní norma	konstrukce a výroba dle ISO 9001
ee)	výrobek splňuje požadavky EMC podle těchto standardů	EN 61326-1 and EN 61326-2-2

POZOR

*Informace o používání měřiče v nadmořské výšce 2000 až 5000 m n.m.

Pro vstupy napětí E, ES, S, H je třeba vycházet z toho, že kategorie měření bude snížena na hodnotu CAT III 300 V k zemi (maximálně 300 V mezi vstupy napětí) nebo CAT IV 150 V k zemi (maximálně 150 V mezi vstupy napětí). Označení a symboly umístěné na přístroji musí být považovány za závazné během jeho používání ve výšce pod 2000 m.

EN55022 Pozor:

MRU-200 / MRU-200-GPS je zařízením třídy A. V domácím prostředí může tento produkt způsobovat rádiové poruchy, což může od uživatele vyžadovat příslušná opatření (např. zvýšení vzdálenosti mezi zařízeními).

10.3 Doplňující údaje

Doplňující údaje o nejistotách jsou užitečné v případě použití přístroje v nestandardních podmínkách a v metrologických laboratořích při kalibraci.

10.3.1 Vliv sériového rušivého napětí U_z na měření odporu ve funkcích R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}

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

10.3.2 Vliv sériového rušivého napětí U_z na měření odporu půdy ve funkci p

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

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

10.3.3 Vliv pomocných elektrod na měření odporu uzemnění ve funkcích R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}

R_E	R_H, R_S	Přídavná nejistota [%]
0,000... ...3,999 Ω	$R_H \leq 500 \Omega$ a $R_S \leq 500 \Omega$	v rozsahu přesnosti
	$R_H > 500 \Omega$ nebo $R_S > 500 \Omega$ nebo R_H a $R_S > 500 \Omega$	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + (1 + \frac{1}{R_E}) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$
	$R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ a $R_S \leq 1 \text{ k}\Omega$	v rozsahu přesnosti
>3,999 Ω	$R_H > 1 \text{ k}\Omega$ nebo $R_S > 1 \text{ k}\Omega$ nebo R_H a $R_S > 1 \text{ k}\Omega$	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ a $R_H[\Omega]$ jsou hodnoty zobrazované přístrojem.

Pro měření s použitím adaptéra ERP-1

R_E	R_H, R_S	Přídavná nejistota pro $U = 25 \text{ V}$ [%]
0,000 Ω ..3,999 Ω	$R_H \leq 500 \Omega$ a $R_S \leq 500 \Omega$	v rozsahu přesnosti
	$R_H > 500 \Omega$ nebo $R_S > 500 \Omega$ nebo R_H a $R_S > 500 \Omega$	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + (1 + \frac{1}{R_E}) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4})$
	$R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ a $R_S \leq 1 \text{ k}\Omega$	v rozsahu přesnosti
>3,999 Ω	$R_H > 1 \text{ k}\Omega$ nebo $R_S > 1 \text{ k}\Omega$ nebo R_H a $R_S > 1 \text{ k}\Omega$	$\pm (\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 20 \cdot 10^{-4})$

R_E	R_H, R_S	Přídavná nejistota pro U = 50 V [%]
0,000 Ω ..3,999 Ω	R _H ≤500 Ω a R _S ≤500 Ω	v rozsahu přesnosti
	R _H >500 Ω nebo R _S >500 Ω nebo R _H a R _S >500 Ω	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E} \right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	R _H ≤1 kΩ a R _S ≤1 kΩ	v rozsahu přesnosti
	R _H >1 kΩ nebo R _S >1 kΩ nebo R _H a R _S >1 kΩ	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 15 \cdot 10^{-4} \right)$

R_E[Ω], R_S[Ω] a R_H[Ω] jsou hodnoty zobrazované přístrojem.

10.3.4 Vliv pomocných elektrod na měření odporu uzemnění ve funkci p

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

R_E[Ω], R_S[Ω] a R_H[Ω] jsou hodnoty zobrazované přístrojem.

10.3.5 Vliv pomocných elektrod na měření odporu uzemnění při měření impulsní metodou (R_E4P !)

R_H	Z_E	Nejistota [%]
R _H ≤ 150 Ω	0,0...199 Ω	v rozsahu přesnosti
R _H > 150 Ω	0,0...4,9 Ω	$\pm \left(\frac{R_H - 100}{Z_E} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \right)$
	5,0...199 Ω ¹ 5,0...300 Ω ²	$\pm ((R_H - 100) \cdot 7 \cdot 10^{-3})$

¹ - MRU-200 do sériového čísla E31440, MRU-200-GPS do sériového čísla E40434

² - MRU-200 od sériového čísla E31441, MRU-200-GPS od sériového čísla E40435

Z_E [Ω] a R_H[Ω] jsou hodnoty zobrazované přístrojem.

10.3.6 Vliv rušivého proudu I_Z na hodnotu odporu uzemnění metodou třípolovou metodou s přídavnými kleštěmi R_E3P+C

Měření přístrojem MRU-200 / MRU-200-GPS lze provádět za předpokladu, že efektivní hodnota rušivého proudu není větší než 3 A a jeho kmitočet se shoduje s hodnotou nastavenou v nabídce funkcí (MENU).

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

Pokud je efektivní hodnota rušivého proudu větší než 3 A, měření je zablokováno.

10.3.7 Vliv rušivého proudu na hodnotu odporu uzemnění metodou dvojími kleštěmi (2C)

Měření přístrojem MRU-200 / MRU-200-GPS lze provádět za předpokladu, že efektivní hodnota rušivého proudu není větší než 3 A a jeho kmitočet se shoduje s hodnotou nastavenou v nabídce funkcí (MENU).

R_E	Nejistota [Ω]
0,00...4,99 Ω	v rozsahu přesnosti
5,00...19,9 Ω	$\pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^3)$
20,0...149,9 Ω	$\pm(6 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^3)$

Pokud je efektivní hodnota rušivého proudu větší než 3 A, měření je zablokováno.

10.3.8 Vliv poměru odporu měřeného klešťovými sondami ve vícenásobné uzemňovací věti k výslednému odporu (R_E3P+C)

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

$R_C[\Omega]$ je hodnota odporu měřená klešťovými sondami ve věti zobrazená přístrojem, $R_w[\Omega]$ je hodnota výsledného vícenásobného odporu uzemnění.

10.3.9 Přidavné nejistoty podle IEC 61557-4 (2P)

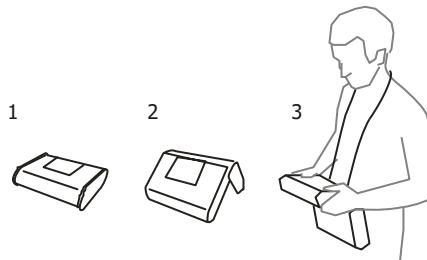
Ovlivňující parametr	Označení	Přidavná nejistota	
Poloha	E ₁	0%	
Napájecí napětí	E ₂	0% (indikátor BAT nesvítí)	
Teplota	E ₃	$R \leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3 \text{ digit}/^\circ\text{C}$
		$R > 3,999 \Omega$ $a < 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,2 \text{ digit}/^\circ\text{C}$
		$R \geq 1 \text{k}\Omega$	$\pm 0,07\%/\text{C}$ $\pm 0,2 \text{ digit}/^\circ\text{C}$

10.3.10 Přidavné nejistoty podle IEC 61557-5 (R_E3P , R_E4P , R_E3P+C)

Ovlivňující parametr	Označení	Přidavná nejistota	
Poloha	E ₁	0%	
Napájecí napětí	E ₂	0% (indikátor BAT nesvítí)	
Teplota Sériové rušivé napětí	E ₃	$R \leq 3,999 \Omega$	$\pm 0,3 \text{ digit}/^\circ\text{C}$
		$R > 3,999 \Omega$ $a < 1 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,2 \text{ digit}/^\circ\text{C}$
		$R \geq 1 \text{k}\Omega$	$\pm 0,07\%/\text{C}$ $\pm 0,2 \text{ digit}/^\circ\text{C}$
Poloha	E ₄	Podle vztahu v kap. 10.2.1 ($U_z = 3 \text{ V}$ 50/60/400/16 2/3 Hz)	
Napájecí napětí	E ₅	Podle vztahu v kap. 10.2.3	

11 Polohy krytu měřiče

Pohyblivý kryt umožňuje použití zařízení v různých polohách.



1 – Spodní kryt měřiče

2 – Kryt jako stojánek

3 – Kryt v pozici umožňující pohodlné použití měřice během nošení na krku

12 Výrobce

Výrobcem zařízení a subjektem poskytujícím záruční a pozáruční servis je společnost:

SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Poland

tel. +48 74 884 10 53 (Customer Service)

e-mail: customerservice@sonel.com

web page: www.sonel.com

Pozor:

K poskytování servisních služeb je oprávněn pouze výrobce.

POZNÁMKY



SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polsko

Zákaznický servis

tel. +48 74 884 10 53

e-mail: customerservice@sonel.com

www.sonel.com