



**Česká metrologická společnost, z.s.**

**Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1**

**tel/fax: 221 082 254**

**e-mail: [cms-zk@csvts.cz](mailto:cms-zk@csvts.cz)**

**[www.csvts.cz/cms](http://www.csvts.cz/cms)**

**Metodika provozního měření**

**MPM 4.5.1/01/20**

**METODIKA MĚŘENÍ S MĚŘIDLY PRO ELEKTROREVIZE**

**Praha**

**říjen 2020**

**Vzorový metodický postup** byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie VII/3/2020

Číslo úkolu:

**Zadavatel:** Česká republika – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, organizační složka státu

**Řešitel:** Česká metrologická společnost, z.s.

© ÚNMZ, ČMS

**Neprodejné:** Metodika je volně k dispozici na stránkách ÚNMZ a ČMS. Nesmí však být dále komerčně šířena.

## 1 Předmět metodiky

Tento metodický postup se vztahuje na měření parametrů elektrických sítí a elektrických spotřebičů revizními přístroji. Většinou se jedná o multifunkční přístroje sdružující několik funkcí:

- Měření impedance ochranné smyčky (mezi fázovým vodičem L a ochranným vodičem PE) a měření impedance sítě (mezi fázovým vodičem L a pracovním nulovým vodičem N) – kontrola nepřerušitelnosti vodičů nebo spojů, kdy v případě poruchy by nedošlo vybavení jističe.
- Měření proudových chráničů – přístroje měří rozdílový vybavovací proud chrániče, vybavovací čas chrániče a dotykové napětí při vybavení chráničů.
- Měření přechodového odporu – měření odporu ochranného vodiče PE stejnosměrným proudem 200 mA nebo střídavým proudem 10 A nebo 25 A.
- Měření izolačního odporu - měření izolačního odporu mezi pracovními vodiči L, N a ochranným vodičem PE nebo krytem spotřebiče, napětím (50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000) V.
- Měření unikajícího proudu – měření střídavého proudu unikajícího od pracovních vodičů přes spotřebič ochranným vodičem nebo na kryt spotřebiče.
- Měření zemního odporu – kontrola hromosvodů a ostatních zemnicích vodičů.
- Kontrola přepětových ochran – měření průrazného napětí varistorů a přepětových ochran.
- Přístroje pro zkoušky přiloženým napětím – zdroje střídavého nebo stejnosměrného vysokého napětí, které obvykle měří i unikající proud.

## 2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN 33 2000-4-41 ed.3	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem	[L1]
ČSN 33 2000-6 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize	[L2]
ČSN 33 1600 ed.2	Revize a kontroly elektrických spotřebičů během používání	[L3]
Vyhláška č.50/1978 Sb	Vyhláška č. 50/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice.	[L4]
ČSN EN ISO 9001	Systémy managementu kvality - Požadavky	[L5]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[L6]
EA-4/02 M:2013	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[L7]
ČSN EN 61187	Elektrická a elektronická měřicí zařízení. Průvodní dokumentace	[L8]

## 3 Kvalifikace pracovníků provádějících měření

Pracovníci provádějící revize elektrických instalací nebo spotřebičů musí mít osvědčení dle paragrafu §9 vyhlášky č. 50/78 Sb. Některé přístroje však mohou v rámci pouze některých zkoušek výrobků nebo zařízení používat i pracovníci výrobních nebo opravárenských organizací. Pak tito pracovníci musí mít podle téže vyhlášky kvalifikaci dle paragrafu §6 vyhlášky č. 50/78 Sb. Takoví pracovníci by měli být pravidelně proškolení v rámci příslušných předpisů organizací na případné změny norem nebo příslušných předpisů.

## 4 Názvosloví, definice

Názvosloví a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz čl. 2), a v publikacích věnovaných metrologické terminologii

## 5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení

- Multifunkční revizní přístroje určené pro revize elektrických sítí (např. METREL Eurotest, GOSEN METRAWATT Profitest, Chauvin-Arnoux 61xx, atd.),
- multifunkční revizní přístroje určené pro revize elektrických spotřebičů (např. GOSEN–METRAWATT Secutest xxx, Chauvin-Arnoux MIxxxx),
- přístroje určené pro měření impedance smyčky,
- přístroje určené pro měření proudových chráničů,
- přístroje určené pro měření izolačních odporů,
- přístroje určené pro měření přechodových odporů,

- přístroje určené pro měření zemních odporů,
- zdroje / zkoušečky vysokého napětí,
- přístroje určené pro měření přepětových ochran.

**Poznámka:** Všechna použitá měřidla a pomocná měřicí zařízení musí být navázána na etalon vhodného rozsahu a přesnosti a musí mít platnou kalibraci.

## 6 Obecné podmínky měření – veličiny ovlivňující výsledky měření

Podmínky prostředí, ve kterých je možné používat dané měřidlo, jsou určeny výrobcem měřidla nebo normami příslušnými pro dané měřidlo. Nedodržení těchto podmínek je nutné brát v potaz při vyhodnocení přesnosti měření nebo výpočtu nejistoty měření, případně je nutné použít jiný typ měřidla.

Pro měřidla obsahující v konstrukci elektroniku obvykle výrobce měřidel určuje rozsah použití teploty v rozmezí  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ , pro teploty mimo tento rozsah výrobce určuje tzv. teplotní koeficient, který je nutné připočítat při výpočtu přesnosti měření.

Pro přístroje napájené z elektrické sítě je nutné, aby napětí sítě bylo v rozmezí dle specifikace výrobce, pro přístroje napájené z baterií nebo akumulátorů obdobně.

U elektronických měřidel vyšší přesnosti dále výrobce určuje tzv. dobu náběhu (warm-up), což je doba, po kterou musí být přístroj zapnut, než dosáhne plné přesnosti. Měření je nutné zahájit až po uplynutí této doby

Ostatní podmínky prostředí (např. vnější elektrické nebo magnetické pole) nemají ve většině průmyslových aplikací přímý vliv na výsledek měření a posuzují se subjektivně podle podmínek daného pracoviště.

## 7 Metrologické meze využití metody měření

Rozsahy měření jsou dány rozsahem použitého měřidla. Měřidla je nutné používat s příslušenstvím dodaným nebo doporučeným výrobcem měřidla. Nevhodné měřicí šňůry nebo měřicí sondy mohou ovlivnit výsledek měření. Pokud není příslušenství měřidel určeno výrobcem, musí být rozměry a umístění vodičů takové, aby neovlivňovalo výsledky měření a bylo bezpečné pro zařízení i obsluhu.

## 8 Kontrola měřidla před použitím a příprava na měření

Měřicí přístroj se připraví pro měření v souladu s technickou dokumentací nebo údaji uvedenými na přístroji. Provede se vnější prohlídka přístroje:

- kryt přístroje a kryt stupnice nejsou poškozeny,
- přístroj je vybaven všemi součástkami a příslušenstvím potřebným k měření,
- všechny technické údaje o přístroji uvedené na stupnici, přepínači rozsahů,

svorkách a krytu přístroje jsou zřetelné.

Dále se provede kontrola provozuschopnosti:

- připojovací svorky jsou spolehlivě upevněné a nepoškozené,
- přepínače měřicích rozsahů jsou funkční a mají správnou aretaci odpovídající zvolenému měřicímu rozsahu,
- zjistí se, zda všechny ovládací prvky mechanicky správně pracují,
- zjistí se, zda přístroj na všech jeho kalibrovaných funkcích elektricky správně pracuje,
- u přístrojů vybavených vnějšími kalibračními regulačními prvky se zjistí, zda je lze nastavit ve stanovených mezích.

Měřidlo, které vykazuje nedostatky, nelze dále k měření používat.

## 9 Postup měření

**Měření impedance ochranné smyčky** (mezi fázovým vodičem L a ochranným vodičem PE) a **měření impedance sítě** (mezi fázovým vodičem L a pracovním nulovým vodičem N) – kontrola nepřerušitelnosti vodičů nebo spojů, kdy v případě poruchy by nedošlo k vybavení jističe. Přístroje měří velkým proudovým impulsem (cca 5 A – 20 A) s časem obvykle jedné vlny nebo půlvlny napětí síťové frekvence. V případě, kdy je v instalaci zapojen proudový chránič, dojde k jeho vybavení. Je proto nutné na přístroji nastavit rozsah bez vybavení chrániče, případně pokud to přístroj neumožňuje, proudový chránič vyřadit z činnosti jeho přepojením.

**Měření proudových chráničů** – přístroje měří rozdílový vybavovací proud chrániče, vybavovací čas chrániče a dotykové napětí při vybavení chráničů. Postup kontroly je následující:

- 1) Měří se vybavovací proud chrániče postupně narůstajícím proudem až do jeho vybavení, zároveň se měří dotykové napětí.
- 2) Měří se  $\frac{1}{2}$  jmenovitého vybavovacího proudu chrániče, chránič nesmí vybavit. Zároveň se měří dotykové napětí.
- 3) Měří se jmenovitým vybavovacím proudem chrániče čas, za který chránič vybaví. Zároveň se měří dotykové napětí.

Měření se provádí přímo v rozvaděči, v němž je chránič umístěn, nebo v zásuvce instalace.

**Měření přechodového odporu** – u spotřebičů se jedná o měření odporu ochranného vodiče PE mezi vidlicí přívodu, případně svorkovnicí připojení, a ochranným kovovým krytem spotřebiče nebo stroje. U instalací se měří přechodový odpor vodivého pospojování (např. v koupelnách). Měří se stejnosměrným proudem 200 mA nebo střídavým proudem 10 A nebo 25 A.

**Měření izolačního odporu** - měření izolačního odporu mezi pracovními vodiči L, N a ochranným vodičem PE nebo krytem spotřebiče. Měření se provádí výstupním napětím revizního přístroje (50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000) V. Nejčastěji se měří výstupním napětím 500 V, nižší hodnoty výstupního napětí se používají u zařízení obsahující

přepět'ové ochrany nebo citlivou elektroniku, vyšší hodnoty napětí se používají pro vysokonapět'ové zařízení

**Měření unikajícího proudu** – měření střídavého proudu unikajícího od pracovních vodičů přes spotřebič ochranným vodičem nebo na kryt spotřebiče. Měření je obdobou měření izolačního odporu, avšak výstupní napětí revizního přístroje je střídavé. Měřicí metody jsou následující:

- 1) Náhradní unikající proud – výstupní střídavé napětí je generováno revizním přístrojem.
- 2) Přímá metoda – výstupní napětí je přímo napětí sítě.
- 3) Měření proudu ochranným vodičem – měří se proud, který protéká ochranným vodičem PE při chodu měřeného spotřebiče.
- 4) Rozdílová metoda – měří se rozdíl proudů protékajících pracovními vodiči.

**Měření zemního odporu** – měří se zemní odpor hromosvodů a ostatních zemních vodičů konstrukcí staveb. Měření se provádí střídavým signálem, obvykle o frekvenci 125 Hz nebo 128 Hz. Měřicí metoda je třísvorková nebo čtyřsvorková. Jedna proudová a jí odpovídající napět'ová svorka se připojí na zemnič odpojený od zbytku zemnicí soustavy, druhá proudová svorka se umístí do země 40 m od měřeného zemniče, druhá napět'ová svorka se umístí do země 20 m od měřeného zemniče. Některé multifunkční přístroje měří metodou dvou kleští, kdy se kleště umístí na vodiče spojené zemní soustavy alespoň 1 m od sebe.

**Kontrola přepět'ových ochran** – měří se průrazné napětí varistorů nebo přepět'ových ochran. Měření se provádí proudovým impulsem 1 mA

**Zkouška přiloženým napětím** – měření obdobné jako měření izolačního odporu, výstupní napětí revizního přístroje je ale vysoké, obvykle střídavé napětí 4 kV. Pracovní postup organizace však může předepisovat jinou hodnotu napětí, případně napětí stejnosměrné. Přístroje zároveň měří svodový proud na kryt zkoušeného zařízení.

## 10 Stanovení nejistoty při měření napětí (příklad)

### Příklad výpočtu nejistot měření pro digitální měřicí přístroj:

(Měření impedance ochranné smyčky revizním přístrojem s rozlišením 3 ½ digitu).

#### Výpočet nejistoty typu A:

Je proveden v souladu s dokumentem EA-4/02 M:2013

$$\text{Průměrná hodnota: } \bar{V} = \frac{\sum V_i}{n}$$

$$\text{Směrodatná odchylka: } s_V = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (V_i - \bar{V})^2}$$

Odhad rozptylu: 
$$s_x^2 = \frac{1}{n} s_V^2$$

Nejistota typu A: 
$$u_A = \sqrt{s_x^2}$$

Průměrná hodnota by podle výše uvedeného dokumentu měla být počítána alespoň z 10 odměřů.

Poznámka: V běžné průmyslové praxi je takové měření nereálné z důvodu velké časové náročnosti nebo neopakovatelnosti měřeného děje. Pak je nutné nejistotu typu A odhadnout na základě zkušenosti nebo na základě výpočtu obdobných typů měření, kde bylo možné alespoň 10 odměřů provést.

$$u_A = \sqrt{s_x^2} = 0,1 \% \text{ (odhad)}$$

### Nejistoty typu B.

- $u_{B1} = 5,0 \%$  - přesnost revizního přístroje; zjištěno z technické dokumentace měřidla
- $u_{B2} = 0,66 \%$  - zjištěno z kalibračního listu revizního přístroje jako hodnota pro koeficient rozšíření  $k = 2$
- $u_{B3} = 0,042 \%$  - zdroj nejistoty vyjadřující konečnou rozlišovací schopnost revizního přístroje při rozlišení 3 ½ dig.

$$u_B = \sqrt{\left(\frac{u_{B1}}{\sqrt{3}}\right)^2 + u_{B2}^2 + \left(\frac{u_{B3}}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{5,0}{\sqrt{3}}\right)^2 + 0,33^2 + \left(\frac{0,29}{\sqrt{3}}\right)^2} = 2,9 \%$$

$$U_{k=2} = 2u_B = 2 \cdot 2,9 = 5,8 \%$$

Přehled nejistot:

Zdroj nejistot	Odhad	Pravděpo-dobnost rozdělení	Standardní nejistota	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
$u_A$	0,1 %	normální	0,1 %	1	0,1 %
$u_{B1}$	5,0 %	rovnoměrné	2,9 %	1	0,33 %
$u_{B2}$	0,66 %	normální	0,33 %	1	0,05 %
$u_{B3}$	0,29 %	rovnoměrné	0,17 %	1	0,024 %
<b><math>U</math></b>					<b>5,8 %</b>



## 11 Záznamy o měření

Pokud má organizace stanoveny konkrétní záznamy o měření, využijí se. Úroveň záznamu je dána důležitostí měřicí operace a jeho rozsah stanoví odpovědný pracovník subjektu (technolog, metrolog atd.)

Tyto záznamy mohou obsahovat například:

- a) identifikace pracoviště provádějícího měření,
- b) pořadové číslo záznamu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- c) informace o měřidle,
- d) veličiny ovlivňující měření v okamžiku měření a způsob jejich kompenzace,
- e) název výrobní operace,
- f) datum měření, (případně i čas),
- g) označení použité metodiky měření (v našem případě např. MPM 4.5.1/01/20)
- h) měřidla použitá při měření,
- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,
- j) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s danou technologickou tolerancí,
- k) jméno pracovníka, provádějícího měření, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko pracoviště.

## 12 Péče o metodický postup

Originál metodického postupu je uložen u jeho zpracovatele, další vyhotovení jsou předána příslušným pracovníkům podle rozdělovníku (viz čl. 13.1 tohoto postupu).

Změny, popř. revize metodického postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele nebo metrolog organizace.

## 13 Rozdělovník, úprava a schválení, revize

Uvedený příklad je pouze orientační a subjekt si může tuto dokumentaci upravit podle interních předpisů o řízení dokumentů.

### 13.1 Rozdělovník

Metodický postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

**13.2 Úprava a schválení**

Metodický postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

**13.3 Revize**

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

**Upozornění**

Tento metodický postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky.