



**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)

**Kalibrační postup**

**VKP 4.1.2/12/24**

**ČÍSLICOVÝ WATTMETR**

**Praha**

Srpen 2024

**Vzorový kalibrační postup** byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2024

Číslo úkolu: VII/2/24

**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 kalibrace

Tento kalibrační postup se vztahuje na kalibraci číslicových (digitálních) wattmetrů s maximálním rozsahem 30 A, třídou přesnosti 0,1 a horší a s frekvenčním rozsahem 30 Hz až 500 Hz.

## 2 Související normy a metrologické předpisy

TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[L1]
ČSN EN 61010-1ed.2	Bezpečnostní požadavky na elektrická měřicí, řídicí a laboratorní zařízení – část 1: Všeobecné požadavky	[L2]
ČSN EN 60359	Elektrická a elektronická měřicí zařízení – Vyjadřování vlastností	[L3]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	
ČSN ENE ISO 10012	Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[L4]
EA-4/02 M:	Vyhodnocení nejistoty měření při kalibraci	[L5]
ILAC-G8:09/2019	Pokyny pro použití rozhodovacích pravidel a uvádění výroků o shodě	[L6]

## 3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s kalibračním postupem upraveným na konkrétní podmínky kalibrační laboratoře nebo obdobného pracoviště provádějícího kontroly měřidel a souvisejícími předpisy.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem, například osvědčením o odborné způsobilosti, osobním certifikátem apod.

Pracovníci provádějící kalibraci měřidel elektrických veličin osobami znalými pro samostatnou činnost / osobami znalými pro řízení činnosti ve smyslu zákona č. 250/2021 Sb.

## 4 Názvosloví, definice

Názvosloví a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz čl. 2), zejména v TNI 01 0115 a v publikacích věnovaných metrologické terminologii.

Definice týkající se konstrukčních vlastností měřicích přístrojů, jejich charakteristických vlastností a charakteristických hodnot, chyb a změn údajů, přesnosti, třídy přesnosti a značek elektrických měřicích přístrojů – číslicových wattmetrů - jsou zakotveny v souboru norem ČSN EN 60051.

## 5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

### 5.1 Při kalibraci lze použít některý z následujících etalonů:

- 5.1.1 Kalibrátor výkonu střídavého proudu s napětovým rozsahem do 600 V, proudovým rozsahem do 10 A, frekvenčním rozsahem (40 až 400) Hz, možností měnit účinník od -1 do +1 s krokem alespoň 0,1 a dovolenou základní chybou  $\pm (0,01 \text{ až } 0,5) \%$ .
- 5.1.2 Pro wattmetry měřící výkon stejnosměrného proudu, je možné použít dva nezávislé zdroje - kalibrátor stejnosměrného napětí s rozsahem (0 až 600) V a kalibrátor stejnosměrného proudu s rozsahem (0 až 10) A, u kterých druhá odmocnina součtu kvadrátů jejich základních chyb nepřesáhne hodnotu (0,01 až 0,5) %.
- 5.1.3 Referenční wattmetr s napětovým rozsahem do 600 V, proudovým rozsahem do 10 A, frekvenčním rozsahem (40 až 400) Hz s možností měřit účinník od -1 do +1 a dovolenou základní chybou  $\pm (0,01 \text{ až } 0,5) \%$ .

Poměr mezi specifikací kalibrovaného wattmetru a nejistotou kalibrace referenčního kalibrátoru (wattmetru) by měl být v každém zkoušeném bodě 4:1. Je-li poměr menší, je nutno hodnoty referenčního etalonu korigovat podle skutečných hodnot z jeho kalibračního listu.

Referenční wattmetr má mít možnost nastavení takového počtu číslic, aby umožňoval provádět odečet hodnot s rozlišitelností minimálně o jeden řád vyšší, než má kalibrovaný wattmetr.

Doporučené typy:

Jednofázový kalibrátor výkonu střídavého proudu Rotek, model 8000 s napětovým rozsahem 1 V až 700 V, proudovým rozsahem 0,001 A až 10 A, frekvenčním rozsahem 25 Hz až 1000 Hz a s dovolenou základní chybou od  $\pm 0,01 \%$ .

Jednofázový kalibrátor výkonu střídavého proudu Rotek, model 800A s napětovým rozsahem 10 V až 749 V, proudovým rozsahem 0,011 A až 50 A, frekvenčním rozsahem 50 Hz, 60 Hz a 400 Hz a s dovolenou základní chybou od  $\pm 0,05 \%$ .

Třífázový kalibrátor výkonu a energie střídavého proudu Meatest, typ M-103 s napětovým rozsahem 6 V až 240 V, proudovým rozsahem 0,1 A až 10 A, frekvenčním rozsahem 40 Hz až 400 Hz a s dovolenou základní chybou od  $\pm 0,08 \%$ .

Kalibrátor Fluke, typ 5520A v režimu kalibrátoru jednofázového výkonu střídavého proudu s napětovým rozsahem 0,33 V až 1000 V, proudovým rozsahem 0,0033 A až 20 A, frekvenčním rozsahem 45 Hz až 65 Hz a s dovolenou základní chybou od  $\pm 0,07 \%$ .

Kalibrátor Fluke, typ 5101B jako DC napětový zdroj s rozsahem (0 až 1100) V s dovolenou základní chybou  $\pm 0,006 \%$  a kalibrátor Fluke, typ 5101B s proudovým zesilovačem Fluke, typ 5220A jako DC proudový zdroj s rozsahem 10  $\mu\text{A}$  až 20 A a dovolenou základní chybou  $\pm 0,025 \%$ .

Wattmetr Zimmer, typ LMG-95 s napětovým rozsahem 6 V až 600 V, proudovým rozsahem 0,15 A až 20 A, frekvenčním rozsahem DC až 1kHz a s dovolenou základní chybou od  $\pm 0,03 \%$ .

5.2 Ke kalibraci jsou dále potřebné následující přístroje a pomůcky:

- 5.2.1 Teploměr s měřicím rozsahem minimálně 20 °C až 26 °C, dílek stupnice minimálně 0,1 °C
- 5.2.2 Vlhkoměr s měřicím rozsahem (0 až 100) % relativní vlhkosti
- 5.2.3 Lupa se zvětšením min. 4x
- 5.2.4 Čisticí prostředky

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

## 6 Obecné podmínky kalibrace – referenční podmínky

Kalibrace wattmetrů se provádí za následujících referenčních podmínek:

Teplota prostředí:  $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  pro wattmetry přesnosti 0,05 až 0,3 včetně  
 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  pro wattmetry přesnosti 0,5 a horší

Vlhkost vzduchu: 40 % až 60 % relativní vlhkosti

Činitel výkyvu (crest faktor):  $\sqrt{2} \pm 0,05$  (pro měřený výkon střídavého proudu)

## 7 Rozsah kalibrace

Při kalibraci měřidla se postupuje následovně:

- a) provést částečnou kalibraci přístroje podle čl. 7.1 tohoto kalibračního postupu pro zjištění, zda je potřeba provést justování přístroje
  - b) provést justování přístroje podle dokumentace výrobce, pokud je potřeba
  - c) po justování provést kompletní kalibraci podle čl. 7.1
  - d) zaznamenávat výsledky kalibrace před i po justování přístroje, které se uvádí do kalibračních listů
- Tento kalibrační postup pojednává jen o kalibraci přístroje a nezabývá se jeho justováním.

7.1 Při kalibraci přístroje se provádějí následující zkoušky:

7.1.1 Vnější prohlídka (metodika čl. 9.2)

7.1.2 Kontrola provozuschopnosti (metodika čl. 9.3)

7.1.3 Zkouška základní chyby, hysterezní chyby a zbytkové odchylky ukazovatele od nulové značky (metodika čl. 9.4)

## 8 Předběžná kontrola wattmetru

Při přebírání přístroje ke kalibraci odpovědný pracovník metrologického pracoviště posoudí, zda typ, výrobní číslo a příslušenství dodaného přístroje odpovídá údajům uvedeným na objednávce nebo dodacím listu. Současně provede jeho předběžnou kontrolu, spočívající ve vnější prohlídce přístroje.

## 9 Postup kalibrace

### 9.1 Příprava přístroje ke kalibraci

Před započítáním zkoušení se musí vykonat tyto úkony:

- 9.1.1 Kalibrovaný wattmetr se umístí do laboratoře s prostředím o teplotě a vlhkosti vzduchu dle čl. 6 a ponechá se v něm po dobu nejméně 8 hodin (nepřipojuje se na síťové napětí).
- 9.1.2 Kalibrovaný wattmetr se připraví na zkoušení v souladu s jeho technickou dokumentací.
- 9.1.3 Jsou-li výrobcem specifikovány zkušební vodiče, musejí být tyto vodiče pro zkoušky použity. Jinak musí být rozměry a umístění vodičů používaných pro zkoušení voleny tak, aby neovlivňovaly výsledky zkoušek.

## 9.2 Vnější prohlídka

Zjišťuje se, zda:

- kryt wattmetru, displej, připojovací svorky a konektory nejsou poškozeny,
- wattmetr je vybaven všemi součástkami a příslušenstvím potřebným ke zkoušení,
- nápisy a technické údaje na wattmetru jsou zřetelné a jsou v souladu s technickou dokumentací.

## 9.3 Zkouška provozuschopnosti

Zjišťuje se, zda:

- síťové napětí, na které bude číslicový wattmetr připojen, odpovídá napájecímu napětí wattmetru, je-li napájen z baterií, provede se kontrola jejich stavu,
- připojovací svorky jsou spolehlivě upevněné,
- lze správně a úplně zobrazit všechna čísla a pomocné indikační prvky displeje v závislosti na nastaveném rozsahu a měřené hodnotě výkonu,
- přepínače měřicích rozsahů jsou funkční, mají správnou aretaci odpovídající zvolenému měřicímu rozsahu a zobrazené údaje na displeji odpovídají tomuto nastavení,
- jsou dosedací plochy kleští u klešťových wattmetrů čisté, souosé, a zda mají dostatečný stisk,
- správně proběhne test wattmetru po jeho zapnutí, je-li jím vybaven.

## 9.4 Temperace wattmetru

Po teplotní stabilizaci dle bodu 10.1.1 se wattmetr připojí k síťovému napětí, zapne se a nechá se po dobu stanovenou výrobcem temperovat (napěťové ani proudové svorky nejsou připojeny). Není-li výrobcem stanovena doba temperace, ponechá se wattmetr v tomto stavu po dobu 30 minut.

## 9.5 Zkouška základní chyby

Základní chyba wattmetru se zjišťuje prověřením linearity na základním rozsahu při vztažném kmitočtu a účinníku, které předepisuje výrobce. Není-li stanoven základní rozsah, kmitočet ani účinník a zákazník nespécifikoval tyto hodnoty, provádí se zkouška na napěťovém rozsahu 230 V nebo 100 V při proudovém rozsahu 1 A (nebo na rozsazích blízkých těmto hodnotám), kmitočtu 50 Hz a  $\cos \varphi = 1$ .

Na napěťové svorky zkoušeného wattmetru se přivede z referenčního kalibrátoru výkonu jmenovitá hodnota napětí základního rozsahu 230 V (100 V), která během zkoušky základní chyby zůstává konstantní.

Na proudové svorky zkoušeného wattmetru se postupně přivádějí z proudových svorek referenčního kalibrátoru výkonu takové hodnoty proudu od nuly po jeho maximální hodnotu, aby byl rovnoměrně pokryt celý zvolený rozsah výkonu. Pro 5,5 a vícemístné wattmetry se volí 10 hodnot, pro méněmístné wattmetry postačuje 5 hodnot.

## 9.6 Zkouška přesnosti

Zkouška přesnosti wattmetru se provádí ve třech bodech (cca 10 %, 50 % a 100 %) na každém rozsahu výkonu wattmetru, to je v každém rozsahu napětí v kombinaci s každým rozsahem proudu kromě rozsahu zkoušeného dle bodu 10.5

Máme-li např. wattmetr s rozsahy 220 V, 440 V, 550 V / 1 A, 5 A, 10 A, provede se zkouška přesnosti na následujících rozsazích:

220 V/5 A, 220 V/10 A, 440 V/1 A, 440 V/5 A, 440 V/10 A, 550 V/1 A, 550 V/5 A a 550 V//10 A. Zkouška se provádí na jmenovité hodnotě napěťového rozsahu wattmetru při vztažném kmitočtu 50 Hz a  $\cos \varphi = 1$ , pokud výrobce nebo zákazník nepředepisuje jinak. Proud z kalibrátoru výkonu je

volen tak, aby jeho hodnota výstupního výkonu byla v (10, 50 a 100)% daného rozsahu výkonu zkoušeného wattmetru.

### 9.7 Zkouška závislosti na velikosti účinníku

Tato závislost se zjišťuje na základním rozsahu při vztažném kmitočtu - viz bod 10.5.

Prověřují se následující hodnoty jak kapacitního (LEAD, fázor proudu předbíhá fázor napětí) tak induktivního (LAG, fázor proudu se zpožďuje za fázorem napětí) účinníku:

- a)  $\cos \varphi = 0,8$  kap.     $\cos \varphi = 0,5$  kap.     $\cos \varphi = 0,1$  kap.  
b)  $\cos \varphi = 0,8$  ind.     $\cos \varphi = 0,5$  ind.     $\cos \varphi = 0,1$  ind.

### 9.8 Zkouška frekvenční závislosti

Frekvenční závislost se zjišťuje na základním rozsahu při vztažném účinníku - viz bod 10.5.

Prověřují se čtyři hodnoty frekvence rovnoměrně rozložené v daném frekvenčním pásmu wattmetru.

Máme-li např. wattmetr s frekvenčním rozsahem od 40 Hz do 400 Hz, provedeme zkoušku na frekvencích 40 Hz, 100 Hz, 200 Hz a 400 Hz.

## 10 Vyhodnocení kalibrace

### 10.1 Postup vyhodnocení

Vyhodnocení kalibrace se v kalibračních laboratořích provádí ručně nebo pomocí výpočetní techniky.

Naměřené hodnoty na zkoušeném wattmetru a jim odpovídající skutečné hodnoty z referenčního kalibrátoru, chyby zjištěné na těchto hodnotách a povolené chyby dané technickou dokumentací wattmetru jsou uvedeny v kalibračním listě spolu s vypočítanými nejistotami. Vyhodnocení spočívá v porovnání zjištěných chyb zvýšených o rozšířenou nejistotu měření "U" s dovolenými chybami uvedenými ve specifikaci wattmetru.

Chyba wattmetru  $\delta_0$  vyjádřená v procentech z naměřené hodnoty se pro každou zkoušenou hodnotu vypočítá ze vztahu:

$$\delta_0 = \frac{A_N - A_S}{A_S} \cdot 100 \quad (\%)$$

kde:

$A_N$  - naměřená hodnota na kalibrovaném wattmetru

$A_S$  - hodnota (skutečná) referenčního kalibrátoru výkonu

Na žádné zkoušené hodnotě nesmí zjištěná chyba převyšovat hodnotu specifikované chyby kalibrovaného wattmetru.

**Pozor!** Pro porovnání zjištěné chyby je nutno specifikovanou chybu uváděnou u číslicových wattmetrů většinou jako chybu z rozsahu + chybu z hodnoty + další aditivní chybu převést na chybu z hodnoty.

### 10.2 Postup v případě neshody

V případě, že kalibrovaný wattmetr nevyhověl na některém měřicím rozsahu a je možnost provést jeho justaci (změnu kalibračních konstant), provede se dostavení parametrů podle postupu výrobce a

kalibrace se po té opakuje. Kalibrační list pak v tomto případě musí obsahovat jak hodnoty před dostavením, tak po něm.

Je-li zjištěná chyba větší než specifikovaná a nelze-li wattmetr dojustovat nebo nevyhově-li wattmetr jiným požadavkům, je odstraněn z wattmetru kalibrační štítek a kalibrační laboratoř předává zákazníkovi návrh na opravu, případně na vyřazení wattmetru.

## 11 Kalibrační list

Výsledky měření by měly být uváděny v souladu s normou ČSN EN ISO 17025 a jejího článku 7.8 – Uvádění výsledků. Jednou z forem je kalibrační list.

### 11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat tyto údaje:

- a) název a adresu kalibrační laboratoře,
- b) pořadové číslo kalibračního listu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- c) jméno a adresu zadavatele, popř. zákazníka,
- d) název, typ, výrobce a identifikační číslo kalibrovaného wattmetru,
- e) datum přijetí wattmetru ke kalibraci (nepovinné), datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- f) určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 4.1.2/12/24),
- g) podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- h) měřidla použitá při kalibraci,
- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (etalony použité při kalibraci),
- j) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací,
- k) jméno pracovníka, který měřidlo kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede přidělenou kalibrační značku, číslo laboratoře a odkaz na osvědčení o akreditaci. Součástí kalibračního listu je též prohlášení, že uvedené výsledky se týkají pouze kalibrovaného předmětu a kalibrační list nesmí být bez předběžného písemného souhlasu kalibrační laboratoře publikován jinak než celý.

Pokud provádí kalibrační, resp. metrologická laboratoř kalibraci pro vlastní organizaci, může být kalibrační list zjednodušen, případně vůbec nevystavován (výsledky kalibrace mohou být uvedeny např. v kalibrační kartě měřidla nebo na vhodném nosiči, popř. v elektronické paměti). V tomto případě je vhodné kalibrační laboratoř zpracovala záznam o měření (s uvedenými měřeními hodnotami) a archivovat jej.

### 11.2 Protokolování

Originál kalibračního listu se předá zadavateli kalibrace. Kopii kalibračního listu si ponechá kalibrační laboratoř a archivuje ji po dobu nejméně pěti let nebo po dobu stanovenou zadavatelem zároveň se záznamem o kalibraci. Doporučuje se archivovat záznamy a kalibrační listy chronologicky. Výsledky kalibrace se mohou v souladu s případnými podnikovými metrologickými dokumenty zanášet do kalibrační karty měřidla nebo ukládat do vhodné elektronické paměti.



### 11.3 Umístění kalibrační značky

Po provedení kalibrace může kalibrační laboratoř označit kalibrované měřidlo kalibrační značkou, popř. kalibračním štítkem nejčastěji s uvedením čísla kalibračního listu, datem provedení kalibrace, případně s logem laboratoře. Pokud to není výslovně uvedeno v některém interním podnikovém metrologickém předpisu nebo kupní smlouvě se zákazníkem, nesmí kalibrační laboratoř uvádět na svém kalibračním štítku datum příští kalibrace, protože stanovení kalibrační lhůty měřidla je právem a povinností uživatele.

### 12 Péče o kalibrační postup

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

Změny, popř. revize kalibračního postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele (vedoucí kalibrační laboratoře 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

Kalibrační postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

#### 13.2 Úprava a schválení

Kalibrační postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

#### 13.3 Revize

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

## 14 Stanovení nejistoty měření při kalibraci (příklad)

### 14.1 Výchozí údaje

Rozbor nejistot:

Číslicový wattmetr (ČW), typ D4155, s 4½-místným zobrazením a s přesností  $\pm 0,1\%$  z jmenovitého rozsahu výkonu je kalibrován na hodnotě 110 W (rozsah 110 V, 1 A,  $\cos \varphi = 1$ ,  $f = 50$  Hz) přímou metodou pomocí referenčního kalibrátoru výkonu Rotek 811A (KR), jehož přesnost je na výše uvedených hodnotách:  $\pm 0,05\%$  z hodnoty, což při 110 W odpovídá hodnotě  $\pm 0,055$  W. Standardní nejistota  $\delta W_S = 0,0318$  W.

Teplota okolí je  $23\text{ }^\circ\text{C} \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$  a rel. vlhkost  $49\% \pm 10\%$ . Napájecí síťové napětí a frekvence je v požadovaných tolerancích.

KR je kalibrován s jednoroční periodou,

Rozšířená nejistota jeho kalibrace na výše uvedených hodnotách je  $\pm 0,03\%$ , což odpovídá hodnotě 0,033 W pro  $k = 2$  ( $\delta W_{Snej} = 0,017$  W pro  $k = 1$ ).

Z KR byla přivedena na ČW skutečná hodnota výkonu 110 W a z displeje ČW byla odečítána naměřená hodnota. Z deseti odečtů byla zjištěna průměrná naměřená hodnota  $W_X = 110,02$  W a vypočtena nejistota typu A, jejíž velikost je  $u_A = 0,025$  W ( $\delta W_{XnejA} = 0,025$  W).

ČW má specifikovaný vnitřní odpor na napěťovém rozsahu 660 k $\Omega$  a úbytek napětí na vstupních proudových svorkách ČW při 1 A nepřevyší povolenou max. hodnotu 4 V (na rozsahu 1 A je ohmický odpor 0,01  $\Omega$ ). Porovnáním se specifikací KR impedanční zatížení ČW tedy neovlivní výstupní hodnotu kalibrátoru.

Rozlišitelnost ČW na rozsahu 110 W je 0,01 W. Standardní nejistota  $\delta W_{XROZ} = \pm 0,0029$  W.

$W_X$  naměřená hodnota výkonu na kalibrovaném wattmetru  $W_X = 110,02$  W

$$\delta W_{XnejA} = 0,025 \text{ W}$$

$W_S$  skutečná (referenční) hodnota výkonu z etalonového kalibrátoru  $W_S = 110,00$  W

$$\delta W_{Snej} = 0,017 \text{ W}$$

$\delta W_{XROZ}$  korekce na rozlišitelnost ČW  $\delta W_{XROZ} = 0,003$  W

$\delta W_S$  korekce na přesnost KR (ostat.vlivy)  $\delta W_S = 0,032$  W

Chyba údaje  $E_x$  na kalibrovaném ČW:

$E_x = \text{naměřená} - \text{skutečná (referenční)}$

$$E_x = (W_X + \delta W_{XROZ}) - (W_S + \delta W_S)$$

$$E_x = (110,02 + 0) - (110,00 + 0) = 0,02 \text{ W}$$

**Přehled nejistot**

Veličina $X_i$	Odhad $x_i$	Standardní nejistota $u(x_i)$	Pravděpodobnostní rozdělení	Citlivostní koeficienty $c_i$	Příspěvek k nejistotě $u_i(y)$
$W_X$	110,02 W	0,025 W	normální	1,0	0,025 W
$W_S$	110,00 W	0,017 W	normální	-1,0	-0,017 W
$\delta W_{XROZ}$	0,00 W	0,003 W	rovnoměrné	1,0	0,003 W
$\delta W_S$	0,00 W	0,032 W	rovnoměrné	-1,0	-0,032 W
$E_X =$	0,02 W	Kombinovaná standardní nejistota		$u_{W_X} =$	0,045 W

Kombinovaná standardní nejistota:  $u(E_X) = \sqrt{0,025^2 + (-0,017)^2 + 0,003^2 + (-0,032)^2} = 0,045 \text{ W}$

Odhad efektivních stupňů volnosti podle Welch-Satterthwaitova vztahu  $\nu_{\text{eff}} = 87$ , z čehož vyplývá koeficient rozšíření  $k = 2$ . Postup výpočtu  $\nu_{\text{eff}}$  je uveden v příloze E dokumentu EA 4/02.

Rozšířená nejistota:  $U = k \cdot u(E_X) = 2 \cdot 0,045 = 0,09 \text{ W}$

Změřená chyba  $E_X$  údaje číslicového wattmetru je při skutečné hodnotě 110 W (při  $U = 110 \text{ V}$ ,  $I = 1 \text{ A}$ ,  $\cos \varphi = 1$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ) následující:

$$E_X = (0,02 \pm 0,09) \text{ W}$$

Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem kombinované standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření  $k = 2$ , což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02.

**15 Validace**

Kalibrační metody podléhají validaci v souladu s normou ČSN EN ISO/IEC 17025 čl. 7.2. Validační zpráva je uložena v archivu sekretariátu ČMS.

**Upozornění**

Kalibrační postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky. V případě, že střediskem provádějícím kalibraci je akreditovaná kalibrační laboratoř, měl by být kalibrační postup navíc upraven podle příslušných předpisů (zejména MPA a EA).