



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

**Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1**

**tel/fax: 221 082 254**

**e-mail: cms-zk@csvts.cz**

**www.csvts.cz/cms**

**Kalibrační postup**

**KP 1.1.5/01/16**

**KALIBRACE ETALONŮ DRSNOSTI POVRCHU**

**Praha**  
Říjen 2016

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

**Číslo úkolu:** VII/2/16

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

**Řešitel:** Česká metrologická společnost

## 1 Předmět kalibrace

Tento kalibrační postup se vztahuje na etalonů drsnosti povrchu. Zaměřuje se na kalibraci nastavovací etalonů drsnosti povrchu, geometrických etalonů drsnosti povrchu s periodickým a neperiodickým povrchem a kalibraci porovnávacích etalonů určených pro odhad drsnosti povrchu zrakem a hmatem.

Rozsah i postup kalibrace je shodný jak u prvotní kalibrace (dále jen PK), tak i u následných kalibrací, resp. rekalibrací (dále jen RK).

## 2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN EN ISO 5436-1	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda; Měřicí etalony - Část 1: Hmotné míry	[1]
ČSN 25 2303	Porovnávací vzorky drsnosti povrchu. Metódy skúšania pre úradné overovanie	[2]
ČSN EN ISO 4287	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Termíny, definice a parametry struktury povrchu	[3]
ČSN EN ISO 4288	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu	[4]
ČSN EN ISO 3274	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Jmenovité charakteristiky dotkových (hrotových) přístrojů	[5]
ČSN EN ISO 12179	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Kalibrace dotkových (hrotových) přístrojů	[6]
ČSN EN ISO 9001	Systémy managementu kvality - Požadavky	[7]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[8]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří	[9]
EA-4/02	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[10]
EA-4/07	Návaznost měřicího a zkušebního zařízení na státní etalony	[11]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[12]

### 3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků oprávněných provádět kalibrace etalonů drsnosti povrchu je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s kalibračním postupem a souvisejícími předpisy.

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

### 4 Názvosloví, definice

Drsnost povrchu je významným faktorem geometrické jakosti funkčních ploch. Etalonáž drsnosti povrchu má bezprostřední vazbu na uznání výrobků kontrolovaných ověřenou měřicí technikou na mezinárodním trhu

Etalony jsou určeny pro kalibraci přístrojů na měření drsnosti povrchu a dělí se na pět typů:

TYP	NÁZEV
A	Měřicí etalon hloubky
B	Měřicí etalon stavu špičky hrotu
C	Měřicí etalon rozteče
D	Měřicí etalon drsnosti povrchu
E	Měřicí etalon souřadnic profilu

Základními etalony, které slouží ke kalibraci přístrojů a k přenosu hodnot charakteristik slouží tři z uvedených typů etalonů:

- Typ A – slouží pro kontrolu vertikálního zvětšení profiloměrů a je tvořen jednou nebo několika oddělenými drážkami,
- typ C – slouží pro kontrolu převážně vertikálních složek drsnosti povrchu a je tvořen jednoduchým periodickým povrchem,
- typ D – neperiodický povrch, který slouží pro celkovou kontrolu přístrojů.

Porovnávací vzorky jsou určeny pro hmatové a vizuální porovnávání a mohou být vyrobeny přímo výrobním postupem, který představují, např. soustružení, broušení, apod., nebo jako pozitivní kopie vzorových povrchů.

Další pojmy a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz čl. 2) a v publikacích věnovaných obecné metrologii.

## 5 Prostředky potřebné ke kalibraci

*Pozn.:* Všechna použitá měřidla a měřicí prostředky musí být navázána na vhodný etalon a mít platnou dobu kalibrace.

- Laboratorní přístroj na měření drsnosti povrchu,
- stolek s příčným posuvem (např. mikrometrickým šroubem),
- teploměr s měřicím rozsahem minimálně (16 až 26) °C s hodnotou dílku stupnice min. 0,2 °C,
- vlhkoměr,
- lupa se zvětšením nejméně 3x,
- čisticí prostředky (čistý líh (lékařský), miska, vlasový štětec, lněná utěrka).

## 6 Obecné podmínky kalibrace

Podmínky, které mají vliv na výsledek kalibrace:

- Poloměr špičky snímacího hrotu,
- Vyhodnocovaná základní délka tvořená opěrnou patkou, nebo přímovodem,
- druh filtru,
- mezní vlnová délka (cut-off),
- počet a rozložení měřených hodnot,
- zpracování výsledků měření.

Teplota se v normě neuvádí, měla by se však pohybovat v rozmezí  $(20 \pm 2)$  °C, vlhkost vzduchu by měla ležet v intervalu  $(50 \pm 15)$  % RH. Zrychlení chvění v laboratoři nemá přesáhnout hodnotu  $0,05 \text{ mm/s}^2$ .

Teplota v místnosti, kde se provádí kalibrace, se měří před zahájením kalibrace a po jejím skončení, relativní vlhkost se měří před zahájením kalibrace.

## 7 Rozsah kalibrace

Typ etalonu	Rozsah vertikální	Rozsah horizontální
Etalon typu A	$(0,01 \div 100) \mu\text{m}$	$(0 \div 120) \text{ mm}$
Etalon typu C	$(0,01 \div 100) \mu\text{m}$	$(0 \div 120) \text{ mm}$
Etalon typu D	$(0,01 \div 100) \mu\text{m}$	$(0 \div 120) \text{ mm}$
Typ přístroje	Vertikální rozsah	Horizontální rozsah
všechny přístroje na měření drsnosti povrchu	$(0,01 \div 6000) \mu\text{m}$	$(0 \div 120) \text{ mm}$

Kalibrační postup řeší kalibraci všech typů etalonů i měření na hotových součástech nebo vzorcích, protože postup je totožný.

Kalibrační postup zahrnuje:

- Předběžnou kontrolu etalonu drsnosti povrchu (viz čl. 8),
- přípravu přístrojů na měření drsnosti povrchu ke kalibraci (viz čl. 9.1),
- kalibrace etalonů drsnosti povrchu (viz čl. 9.2).

## 8 Kontrola dodávky a příprava ke kalibraci

### 8.1 Kontrola dodávky

Při přejímání etalonů drsnosti ke kalibraci se kontroluje, zda jsou označeny jmenovitou hodnotou drsnosti povrchu a výrobním, popř. evidenčním číslem.

Provede se porovnání údajů vyznačených na měřidle s objednávkou nebo dodacím listem. Při rekalibraci pro vlastní organizaci se kontrolují údaje podle evidenční karty měřidla. (RK).

### 8.2 Předběžná kontrola a úprava měřidla

Etalon se nejprve vizuálně prohlédne, jestli není mechanicky poškozen. Po této kontrole se musí etalon řádně vyčistit, aby styčné plochy byly bez nečistot a cizích tělísek, které by mohly znehodnotit měření.

Je důležité, aby měřený etalon ležel na podložce tak, aby se během měření nepohnul a aby byl pohyb snímače rovnoběžný s nerovností povrchu etalonu.

## 9 Postup kalibrace

### 9.1 Příprava přístroje ke kalibraci

Přístroj má být zapnutý nejméně 30 minut před zahájením kalibrace. Standardně se používá absolutní snímač kuželovým hrotem s poloměrem zaoblení 2 $\mu$ m. U výrobků, kde není možné použít absolutní snímač, použije se snímač s kluznou patkou. Dále se nastaví vyhodnocovaná délka, mezní vlnová rozteč Cut-Off posuvová rychlost a filtr. Nutnou podmínkou pro použití přístroje je platný kalibrační list s vyznačením návaznosti na státní (primární) etalon drsnosti povrchu.

Mezní vlnová délka pro různé hodnoty parametrů se vybírá z následujících tabulek. Pokud je nutné, použít jinou mezní vlnovou délku platí, že vyhodnocovaná je pětinasobek mezní vlnové délky. K tomu se připočítává jedna nebo dvě vlnové délky na rozjezd a doběh (podle výrobce přístroje). Proto se udává u Cut-Off = 0,8 mm délka 4,8 mm.

$Ra$ [ $\mu\text{m}$ ]	Základní délka drsnosti $lr$ [mm]	Vyhodnocovaná délka drsnosti $ln$ [mm]
$0,006 < Ra \leq 0,02$	0,08	0,4
$0,02 < Ra \leq 0,1$	0,25	1,25
$0,1 < Ra \leq 2$	0,8	4
$2 < Ra \leq 10$	2,5	12,5
$10 < Ra \leq 80$	8	40
$Rz^{1)}, RzI_{max}^{2)}$ [ $\mu\text{m}$ ]	Základní délka drsnosti $lr$ [mm]	Vyhodnocovaná délka drsnosti $ln$ [mm]
$0,025 < Rz, RzI_{max} \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < Rz, RzI_{max} \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < Rz, RzI_{max} \leq 10$	0,8	4
$10 < Rz, RzI_{max} \leq 50$	2,5	12,5
$50 < Rz, RzI_{max} \leq 200$	8	40
<sup>1)</sup> $Rz$ je použito při měření $Rz, Rv, Rp, Rc$ a $Rt$ <sup>2)</sup> $RzI_{max}$ je použito jen při měření $RzI_{max}, RvI_{max}, RpI_{max}$ a $RcI_{max}$		

$RSm$ [ $\mu\text{m}$ ]	Základní délka drsnosti $lr$ [mm]	Vyhodnocovaná délka drsnosti $ln$ [mm]
$0,013 < RSm \leq 0,04$	0,08	0,4
$0,04 < RSm \leq 0,13$	0,25	1,25
$0,13 < RSm \leq 0,4$	0,8	4
$0,4 < RSm \leq 1,3$	2,5	12,5
$1,3 < RSm \leq 4$	8	40

## 9.2 Kalibrace etalonů drsnosti povrchu

Kalibrovaný etalon se upevní na měřicím stolku s příčným mikrometrickým posuvem a provede se měření nejméně ve dvanácti řezech rovnoměrně rozložených po funkční části vzorku. Není-li funkční část na vzorku vyznačena, měří se u skleněných nastavovacích vzorků zpravidla ve střední třetině vzorku.

Před začátkem měření se provede kontrolní měření na referenčním etalonu. Pokud se naměřená hodnota charakteristiky  $Ra$  neliší od jmenovité hodnoty o více, než 3% může se přikročit k měření kalibrovaného etalonu. Na začátku každého měření se musí provést vyrovnání rovnoběžnosti posuvu snímače s povrchem etalonu, poté se může začít s vlastním měřením. Na etalonu se provede zvolený počet měření tak, aby byl obsáhnut pokud možno celý povrch etalonu.

Rozteče jednotlivých měření a posunutí jednotlivých drah se volí podle velikosti měřených povrchů, které se na etalonech liší podle výrobce, popřípadě podle toho, jestli je etalon kovový nebo skleněný.

## 10 Vyhodnocení kalibrace

### 10.1 Postup vyhodnocení

Z naměřených hodnot potom program v přístroji vypočítá střední hodnotu jednotlivých charakteristik, vyhodnotí max. a min. a vypočítá směrodatnou odchylku. Tyto hodnoty se porovnají s hodnotami uvedenými na etalonu a vyhodnotí se nejistota měření.

Takto kalibrované etalony slouží ke kalibraci dotykových přístrojů na měření drsnosti povrchu v průmyslových podnicích.

Příklad vyhodnocení výsledků měření je uveden v **tabulce č. 1**.

Parametr	Jmenovitá hodnota: [μm]	Naměřená střední hodnota: [μm]	Rozšířená nejistota měření: [μm]	Největší měřená hodnota: [μm]	Nejmenší měřená hodnota: [μm]
Ra	2,97	3,00	0,11	3,01	2,99
Rz	9,4	10,0	0,7	11,3	9,8
Rz (DIN)	-	9,8	0,6	10,0	9,7

**Tabulka č. 1:** Vyhodnocení výsledku měření

Porovnávací vzorky jsou vyrobeny v řadách jmenovitých hodnot. Střední naměřená hodnota musí ležet v toleranci (-17 až 12) % jmenovité hodnoty.

### 10.2 Postup v případě neshody

U kalibračních etalonů se pracuje s pravou střední hodnotou a nejistotou. Etalon se vyřadí pouze v případě hrubého poškození. Porovnávací vzorek se vyřadí též v případě, že střední naměřená hodnota leží mimo stanovenou toleranci.

## 11 Kalibrační list

### 11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat minimálně následující údaje:

- název a adresu kalibrační laboratoře,
- pořadové číslo kalibračního listu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- jméno a adresu zadavatele, popř. zákazníka,
- název, typ, výrobce a identifikační číslo kalibrovaného etalonu drsnosti povrchu,
- datum přijetí etalonu ke kalibraci, datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.5/01/16),
- podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- měřidla použita při kalibraci,
- obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,
- výsledky měření a s nimi spjatou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací,
- jméno pracovníka, který vzorek drsnosti povrchu kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede název/logo akreditačního orgánu, číslo osvědčení o akreditaci, údaje o oprávnění, na jehož základě je kalibrační list vydán,



prohlášení, že kalibrační list nesmí být bez písemného schválení kalibrační laboratoře rozmnožován jinak než celý.

Pokud provádí kalibrační laboratoř kalibraci pro vlastní organizaci, může být kalibrační list zjednodušen, popř. vůbec nevystavován (výsledky kalibrace mohou být uvedeny např. v kalibrační kartě vzorku drsnosti povrchu nebo na vhodném nosiči, např. v elektronické paměti). I v tomto případě však musí kalibrační laboratoř archivovat záznam o měření s uvedenými měřenými hodnotami.

### 11.2 Protokolování

Originál kalibračního listu se předá zadavateli kalibrace. Kopii kalibračního listu si ponechá kalibrační laboratoř a archivuje ji po dobu minimálně 5 roků nebo po dobu stanovenou zadavatelem kalibrace zároveň se záznamem o měření. Doporučuje se archivovat záznamy o měření 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 nebo magnetické paměti.

### 11.3 Umístění kalibrační značky

Po provedené kalibraci může kalibrační laboratoř označit kalibrovaný vzorek drsnosti povrchu kalibrační značkou, např. kalibračním štítkem. Pokud to není výslovně uvedeno v některém podnikovém metrologickém předpisu nebo jako požadavek externího zadavatele s uvedením lhůty kalibrace, nesmí kalibrační laboratoř uvádět na kalibrační štítek datum příští kalibrace.

## 12 Péče o kalibrační postup

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

Změny, popř. revize kalibračního postupu je oprávněn provádět jeho zpracovatel, změny schvaluje vedoucí zpracovatele (zpravidla vedoucí kalibrační laboratoře nebo metrolog organizace).

## 13 Rozdělovník, úprava a schválení, revize

### 13.1 Rozdělovník

Kalibrační postup		Převzal		
výtisk číslo	obdrží útvar	jméno	podpis	datum

### 13.2 Úprava, schválení

Kalibrační postup	jméno	podpis	Datum
Upravil			
úpravu schválil			

### 13.3 Revize

Strana	popis změny	zpracoval	schválil	datum

## 14 Stanovení nejistoty měření (příklad výpočtu)

Nejistota měření je parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptyl hodnot, které by mohly být důvodně přisuzovány k měřené veličině.

Jako měřená veličina je při kalibraci označována jako výstupní veličina  $Y$  závislá na určitém počtu vstupních veličin  $X_i$  dle funkční závislosti:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$$

Tato funkce reprezentuje postup měření a metodu stanovení a popisuje, jak jsou hodnoty výstupní veličiny  $Y$  stanovovány z hodnot vstupních veličin  $X_i$ .

### 14.1 Základní rozdělení nejistot měření

Nejistoty měření se rozdělují na dvě základní skupiny:

**Nejistota typu A** – je založena na stanovení nejistoty statistickou analýzou série pozorování. V tomto případě je standardní nejistota výběrovou směrodatnou odchylkou průměru vycházející z výpočtu nebo příslušné regresní analýzy.

**Nejistota typu B** – je založena na stanovení nejistoty jiným způsobem než statistickým vyhodnocením série pozorování. V tomto případě vychází stanovení standardní nejistoty z nějaké jiné odborné znalosti.

### 14.2 Stanovení nejistoty typu A

Postup stanovení nejistoty typu A lze použít tehdy, pokud bylo za stejných podmínek provedeno několik nezávislých měření. Nejistota typu A se pak vypočte ze vztahu:

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Kde je:

$n$  počet měření

$x_i$  i-té měření

$\bar{x}$  průměrná hodnota z naměřených hodnot

### 14.3 Stanovení nejistoty typu B

Postup pro stanovení nejistoty typu B je založen na stanovení nejistoty vztahující se k odhadu  $x_i$  vstupní veličiny  $X_i$  jiným způsobem než statistickou analýzou série

pozorování. Příslušná standardní nejistota je určena odborným úsudkem na základě všech dostupných informací o možné variabilitě veličiny  $X_i$ . Nejistoty náležící do této kategorie mohou být odvozeny na základě:

- údajů z dříve provedených měření,
- zkušenosti s chováním a vlastnostmi příslušných materiálů a zařízení nebo jejich obecné znalosti,
- údajů výrobce,
- údajů uváděných v kalibračních listech nebo jiných certifikátech,
- nejistot referenčních údajů převzatých z příruček.

#### 14.4 Uspořádání všech nejistot v tabulce

Všechny zdroje nejistoty se uspořádají do tabulky, kde standardní nejistota výsledků měření  $u(y)$  uvedená v pravém spodním rohu tabulky je dána druhou odmocninou součtu druhých mocnin příspěvků k nejistotě uvedených v tomto sloupci.

Veličina $X_i$	Odhad $x_i$	Nejistota $u(x_i)$	Koeficient citlivosti $c_i$	Příspěvek k nejistotě $u_i(y)$
$X_1$	$x_i$	$u(x_i)$	$c_1$	$u_1(y)$
:	:	:	:	:
$X_N$	$x_n$	$u(x_N)$	$c_N$	$u_N(y)$
$Y$	$y$			$u(y)$

#### 14.5 Výpočet rozšířené nejistoty

$$U = k \cdot u$$

kde  $k$  je koeficient rozšíření

$$u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

#### 14.6 Nejistoty při kalibraci etalonů drsnosti povrchu

Při měření drsnosti je lepší uvádět složky nejistoty v %. V kalibračním listě uvádíme pro rychlejší vyhodnocení nejistotu v  $\mu\text{m}$ .

Nejistota pro nastavovací etalon typu A

$$U_c = 2\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2}$$

Kde:

$u_1$  – nejistota poloměru zaoblení z kalibračního listu nebo z dokumentace výrobce

$u_2$  – nejistota dodržení měřicí dráhy z dokumentace výrobce

$u_3$  – nejistota kalibrace přístroje na měření etalonu typu A z platného kalibračního listu.

$u_4$  – neznámé faktory

$u_5$  – rozlišovací schopnost z literatury výrobce přístroje

Veličina $X_i$	Odhad $x_i$	Nejistota $u(x_i)$	Typ rozdělení	Koeficient citlivosti $c_i$	Příspěvek k nejistotě $u_i(y)$
$X_1$ [%]	$x_1$	$u_1$	Normální	1	$u_1(y)$
$X_2$ [%]	$x_2$	$u_2$	Normální	1	$u_2(y)$
$X_3$ [%]	$x_3$	$u_3$	Normální	1	$u_3(y)$
$X_4$ [%]	$x_4$	$u_4$	Normální	1	$u_4(y)$
$X_4$ [%]	$x_5$	$u_5$	Normální	1	$u_5(y)$
Standardní nejistota $u$					$u$
Rozšířená standardní nejistota $U$ pro $k = 2$					$U$

Nejistota pro geometrické etalonů typ C a D

$$U_c = 2\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2}$$

Kde:

$u_1$  – nejistota poloměru zaoblení z kalibračního listu nebo z dokumentace výrobce

$u_2$  – nejistota dodržení měřicí dráhy z dokumentace výrobce

$u_3$  – nejistota kalibrace přístroje na měření etalonu typu C nebo D z platného kalibračního listu.

$u_4$  – neznámé faktory

$u_5$  – rozlišovací schopnost z literatury výrobce přístroje

Při měření drsnosti je lepší uvádět složky nejistoty v %. V kalibračním listě uvádíme pro rychlejší vyhodnocení nejistotu v  $\mu\text{m}$

Veličina $X_i$	Odhad $x_i$	Nejistota $u(x_i)$	Typ rozdělení	Koeficient citlivosti $c_i$	Příspěvek k nejistotě $u_i(y)$
$X_1$ [%]	$x_1$	$u_1$	Normální	1	$u_1(y)$
$X_2$ [%]	$x_2$	$u_2$	Normální	1	$u_2(y)$
$X_3$ [%]	$x_3$	$u_3$	Normální	1	$u_3(y)$
$X_4$ [%]	$x_4$	$u_4$	Normální	1	$u_4(y)$
$X_4$ [%]	$x_5$	$u_5$	Normální	1	$u_5(y)$
Standardní nejistota $u$					$u$
Rozšířená standardní nejistota $U$ pro $k = 2$					$U$

### 14.7 Příklad výpočtu

Příklad výpočtu se týká měření charakteristiky  $Ra$ .

Naměřené hodnoty

0,629	0,652	0,655	0,654	0,651	0,654
0,649	0,647	0,648	0,647	0,652	0,655

Nejistota typu A

$$\bar{Ra} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Ra_j = \frac{7,793}{12} = 0,649$$

$$s_{Ra} = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (Ra_j - \bar{Ra})^2} = 0,007$$

$$u_A = \frac{s_{Ra}}{\sqrt{n}} = \frac{0,007}{\sqrt{15}} = 0,002 \mu\text{m}$$

Veličina $X_i$	Odhad $x_i$	Nejistota $u(x_i)$	Typ rozdělení	Koeficient citlivosti $c_i$	Příspěvek k nejistotě $u_i(y)$
$X_1$ [%]	$x_1$	0,6	Normální	1	0,6
$X_2$ [%]	$x_2$	0,6	Normální	1	0,6
$X_3$ [%]	$x_3$	1,2	Normální	1	1,2
$X_4$ [%]	$x_4$	0,3	Normální	1	0,3
$X_4$ [%]	$x_5$	0,3	Normální	1	0,3
Standardní nejistota $u$					$u$
Rozšířená standardní nejistota $U$ pro $k = 2$					$U$

Veličina $X_i$	Odhad $x_i$	Nejistota $u(x_i)$	Typ rozdělení	Koeficient citlivosti $c_i$	Příspěvek k nejistotě $u_i(y)$
Poloměr zaoblení	$x_1$	0,004 [ $\mu\text{m}$ ]	Normální	1	0,004 [ $\mu\text{m}$ ]
Nejistota dodržení měř. dráhy	$x_2$	0,004 [ $\mu\text{m}$ ]	Normální	1	0,004 [ $\mu\text{m}$ ]
Nejistota kalibrace přístroje	$x_3$	0,008 [ $\mu\text{m}$ ]	Normální	1	0,008 [ $\mu\text{m}$ ]
Neznámé faktory	$x_4$	0,002 [ $\mu\text{m}$ ]	Normální	1	0,002 [ $\mu\text{m}$ ]
Rozlišovací schopnost	$x_5$	0,002 [ $\mu\text{m}$ ]	Normální	1	0,002 [ $\mu\text{m}$ ]
Nejistota a typu A					0,002 [ $\mu\text{m}$ ]
Standardní nejistota $u$ [ $\mu\text{m}$ ]					0,010
Rozšířená standardní nejistota $U$ pro $k = 2$ [ $\mu\text{m}$ ]					0,020

## Výsledek měření zapisujeme

Charakteristika	Naměřená hodnota[ $\mu\text{m}$ ]	Maximální hodnota [ $\mu\text{m}$ ]	Minimální hodnota[ $\mu\text{m}$ ]	Nejistota[ $\mu\text{m}$ ]
<i>Ra</i>	0,649	0,655	0,629	0,020

Dále připojíme poznámku:

Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření  $k = 2$ , což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti 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 17 025 čl. 5.4.

### Změny proti předchozímu vydání

Tento kalibrační postup byl upraven s přihlédnutím k novým metrologickým předpisům a normám a podle připomínek uživatelů. Dále byl doplněn o příklad stanovení nejistoty měření při kalibraci.

### Upozornění

Tento kalibrační postup byl revidován a posouzen v rámci úkolu rozvoje metrologie, řešeném pro Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví pod číslem VII/2/12. Nesmí být rozmnožován ani předáván jiným organizacím bez souhlasu ÚNMZ a ČMS.

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).

-