



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

Novotného lávka 200/5, 110 00 Praha 1

tel/fax: 221 082 254, 606 957 233

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

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

**Kalibrační postup**

**KP 1.1.1/06/23**

**KONTROLNÍ A RÝSOVACÍ HROTOVÉ PŘÍSTROJE**

**Praha**

říjen 2023

**Vzorový kalibrační postup** byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2023

Číslo úkolu: PRM/VII/2/23

**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

Kalibrační postup je určen pro kalibraci kontrolních a rýsovacích hrotových přístrojů podle norem uvedených v čl. 2, a to:

- kontrolního hrotového přístroje s jednou základnou do jmenovité velikosti 600 mm a 1200 mm,
- kontrolního hrotového přístroje se třemi základnami do jmenovité velikosti 300 mm a 500 mm,
- rýsovacího hrotového přístroje se třemi základnami do jmenovité velikosti 300 mm a 500 mm.

Kalibrační postup může být použit i pro kontrolní a rýsovací hrotové přístroje (dále jen hrotové přístroje) větších jmenovitých velikostí, zhotovených podle jiných norem, resp. předpisů.

Při kalibraci hrotového přístroje se používá jedna ze dvou metod:

- varianta A: pomocí souřadnicového měřicího stroje,
- varianta B: pomocí páčkového číselníkového úchylkoměru na průměrné desce.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká:

- prvotní kalibrace, resp. vstupní kontroly hrotového přístroje (dále jen PK),
- recalibrace (následné kalibrace) během používání hrotového přístroje (dále jen RK) v souladu s recalibračními lhůtami, předepsanými v metrologickém řádu nebo jiném předpisu organizace.

## 2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN 25 5550	Kontrolní hrotové přístroje s jednou základnou	[L1]
ČSN 25 5551	Kontrolní hrotové přístroje se třemi základnami	[L2]
ČSN 25 5552	Rýsovací hrotové přístroje se třemi základnami	[L3]
ČSN 25 1910	Měřidla. Měřicí trny se středními důlky	[L4]
ČSN 25 5103	Kontrolní úhelníky 90°. Typy, základní rozměry a technické požadavky	[L5]
ČSN EN ISO 3650:2000	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Etalony délek – Koncové měřky	[L6]
ČSN EN ISO 14253-1:2023	Geometrické specifikace produktu (GPS) – Kontrola součástí a měřicího vybavení měřením – Část 1: Rozhodovací pravidla pro ověření shody nebo neshody se specifikacemi	[L7]
ČSN EN ISO 14253-2:2011	Geometrické specifikace produktu (GPS) – kontrola obrobků a měřicího vybavení měřením – Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření v GPS, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výrobku	[L8]
ČSN EN ISO 9001:2016 oprava Opr.1:2018	Systémy managementu kvality – Požadavky	[L9]
ČSN EN ISO 10012:2003	Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení.	[L10]
ČSN EN ISO/IEC 17025:2018	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[L11]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní	[L12]

EA 4/02 M:2022

a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)  
Vyhodnocení nejistoty měření při kalibraci

[L13]

### 3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci hrotového přístroje 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.

## 4 Názvosloví, definice

### 1.1 Termíny

**Kontrolní hrotové přístroje** – jsou určeny ke kontrole tvaru, orientace, polohy a radiálního házení ploch těch obrobků, které je možno upnout mezi hroty přístroje. Oba koníky a deska (pro stojánek s číselníkovým úchylkoměrem) jsou posuvné po vedení podstavce a lze je v potřebné poloze zajistit šroubem a maticí. Podstavec přístroje se třemi základnami umožňuje kontrolu ve třech vzájemně kolmých rovinách.

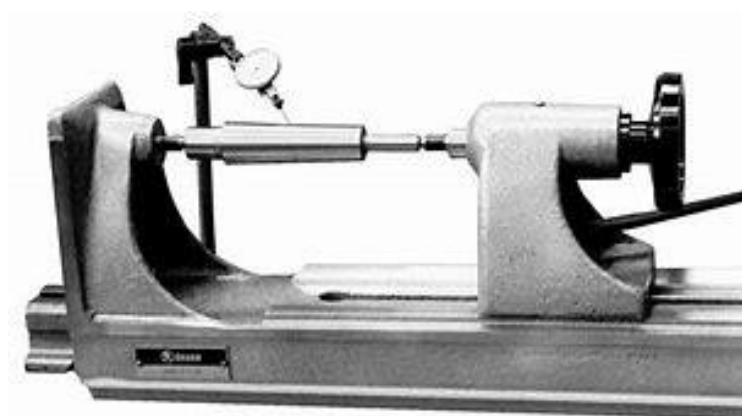
**Rýsovací hrotové přístroje se třemi základnami** – jsou určeny k orýsování těch obrobků, které je možno upnout mezi hroty přístroje a umožňují orýsování obrobku ve třech k sobě kolmých rovinách.

**Největší dovolená chyba (MPE)** – je extrémní hodnota chyby daná jednou dvoustrannou specifikací s konstantními symetrickými mezními hodnotami.

Další termíny a definice jsou obsaženy v uvedených normách a předpisech, zejména v TNI 01 0115 a v publikacích věnovaných metrologické terminologii.

### 1.2 Konstrukce a provedení

Kontrolní hrotové přístroje mají oproti rýsovacím přísnější výrobní tolerance a jsou navíc vybaveny deskou pro stojánek s číselníkovým úchylkoměrem.



Obr. 1 Rýsovací hrotový přístroj s třemi základnami

## 5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

- Třísouřadnicový měřicí stroj (pouze pro variantu A),
- páčkový číselníkový úchylkoměr s dělením stupnice 0,002 mm, popř. 0,001 mm,
- měřicí trn se středícími důlky ČSN 25 1910,
- průměrná deska, třída přesnosti 0,
- úhelník typu B ČSN 25 5103, třída přesnosti 0,
- sada koncových měrek podle ČSN EN ISO 3650, třída přesnosti 1,
- teploměr s měřicím rozsahem 16 °C až 26 °C, hodnota dílku stupnice 0,1 °C nebo 0,2 °C,
- vlasový vlhkoměr nebo termohydrograf,
- odmagnetovací přístroj,
- popisovací přístroj, popř. elektrické značkovací pero,
- jemný brousek, speciální keramický brousek, lapovací papír,
- čisticí prostředky: čistý benzín, např. lékárenský, vata, vlasový štětec, lněná utěrka, popř. jelenice
- mazací a konzervační prostředky: lékárenská vazelína, jemný hodinářský olej apod.

*Poznámka:* Použité etalony a přístroje mají mít platnou kalibraci. Některá uvedená zařízení jsou alternativní.

## 6 Obecné podmínky kalibrace – referenční podmínky

Kalibrace hrotových přístrojů se provádí v čisté místnosti s omezeným prouděním vzduchu za těchto podmínek:

- |                                      |                     |
|--------------------------------------|---------------------|
| • Teplota prostředí:                 | 20 °C ± 2 °C        |
| • Změna teploty vzduchu za 1 hodinu: | max. 1 °C           |
| • Vlhkost vzduchu:                   | max. 75 % relativní |

Kalibrovaný hrotový přístroj se temperuje spolu s měřicími prostředky, určenými pro jeho kalibraci, po dobu 2 hodin. Teplota se měří před zahájením kalibrace, po jejím skončení, případně i během kalibrace. Relativní vlhkost se měří před zahájením kalibrace.

## 7 Rozsah kalibrace

Při kalibraci hrotového přístroje se provádějí tyto zkoušky:

- Vnější prohlídka hrotového přístroje (čl. 8),
- metrologické parametry hrotových přístrojů (čl. 9.1),
- měření metrologických parametrů s použitím SMS (čl. 9.2),
- měření s použitím číselníkového úchylkoměru a průměrné desky (čl. 9.3).

## 8 Kontrola dodávky a příprava

### 1.3 Kontrola dodávky hrotových přístrojů předložených ke kalibraci

Hrotový přístroj předložený ke kalibraci musí být označen evidenčním číslem. Nesmí být viditelně poškozený a zkorodovaný. Proveďte se kontrola podle objednávky nebo dodacího listu a zaeviduje se přijetí ke kalibraci.

(PK, RK)

### 1.4 Čištění a předběžná kontrola

Hrotový přístroj se očistí lékařským benzínem a prohlédne a podle potřeby odmagnetuje. Přístroj nesmí být mechanicky poškozený, ani nadměrně opotřebený, nebo rezavý. Hroty musí pevně sedět v ložích, nesmějí být naražené nebo ulomené. Posuv a zajištění hrotů musí být funkční a plynulý. Není-li hrotový přístroj provozuschopný, vyřadí se.

(PK, RK)

Mírně korodovaná místa se přešetří jemným leštícím papírem, jemným brouskem se opraví naražené hrany a hroty, případně ve spolupráci s majitelem hrotového přístroje se zabezpečí jejich výměna.

(pouze RK)

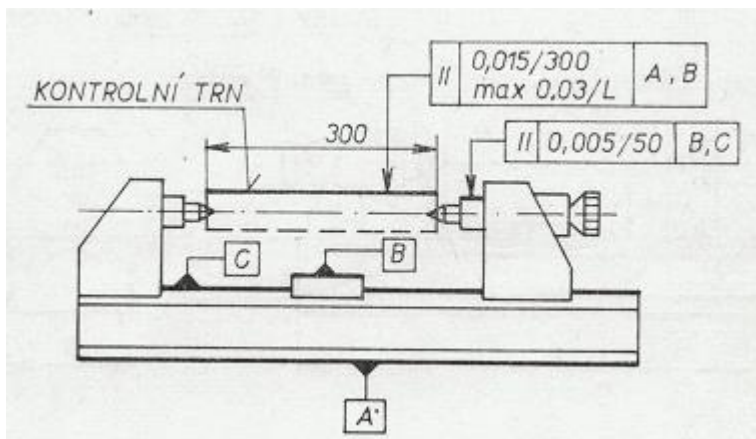
### 1.5 Příprava hrotových přístrojů ke kalibraci

Po provedení případných úprav se hrotový přístroj znovu umyje lékařským benzínem a přešetří utěrkou. Před měřením se přístroj dostatečně dlouhou dobu teplotně stabilizuje položením na průměrnou desku, společně s etalony používanými při kalibraci.

(PK, RK)

## 9 Postup kalibrace

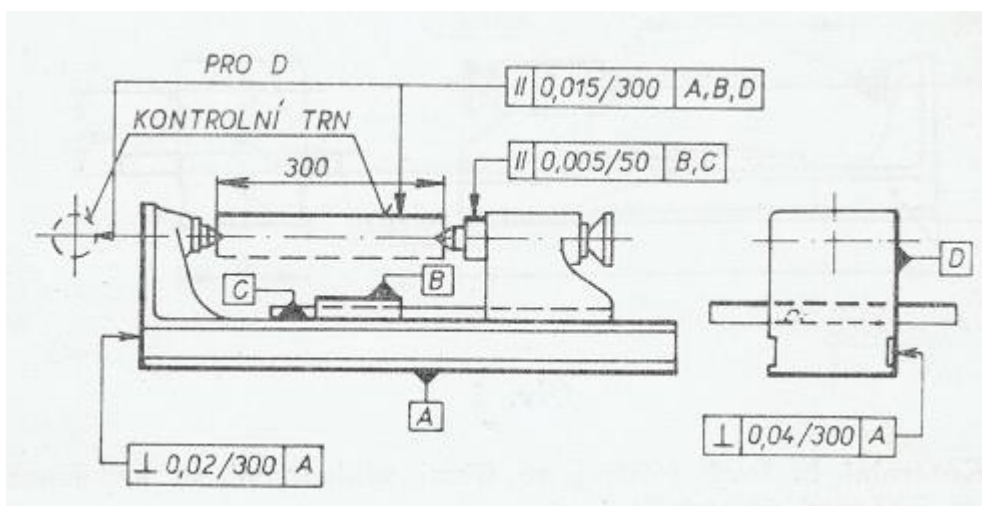
### 1.6 Metrologické parametry hrotových přístrojů



**Kontrolní hrotový přístroj s jednou základnou dle ČSN 25 5550**

U hrotového přístroje s jednou základnou se měří tyto parametry:

- Úchylka rovnoběžnosti osy hrotů se spodní základnou (// A),
- úchylka rovnoběžnosti osy hrotů k desce pro stojánek (// B),
- úchylka rovnoběžnosti osy pohyblivého hrotu k desce pro stojánek (// C),
- úchylka rovnoběžnosti osy pohyblivého hrotu k vedení podstavce (// C).

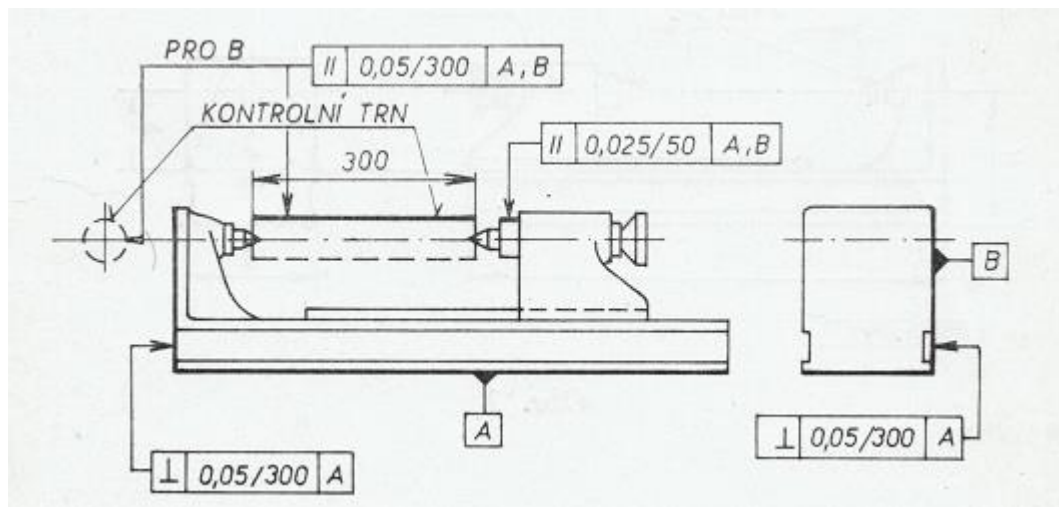


**Kontrolní hrotový přístroj s třemi základnami dle ČSN 25 5551**

U hrotového přístroje se třemi základnami se měří tyto parametry:

- Úchylka rovnoběžnosti osy hrotů ke spodní základně (// A),
- úchylka rovnoběžnosti osy hrotů k desce pro stojánek (// B),
- úchylka rovnoběžnosti osy hrotů k boční základně (// D),
- úchylka rovnoběžnosti osy pohyblivého hrotu k desce pro stojánek (// B),

- úchylka rovnoběžnosti osy pohyblivého hrotu k vedení podstavce ( $// C$ ),
- úchylka kolmosti čelní základny ke spodní základně ( $\perp A$ ),
- úchylka kolmosti boční základny ke spodní základně ( $\perp A$ ).



Rýsovací hrotový přístroj s třemi základnami dle ČSN 25 5552

Mezní dovolené hodnoty uvedených úchylek jsou uvedeny v normách ČSN 25 5550, ČSN 25 5551 a ČSN 25 5552. Pro rýsovací hrotové přístroje jsou tolerance volnější, než pro přístroje kontrolní.

#### 1.7 Měření metrologických parametrů s použitím třísouřadnicového měřicího stroje (varianta A)

Hrotový přístroj se umístí na pracovní stůl měřicího stroje. Zkalibrovaný měřicí trn se středícími důlky (ČSN 25 1910) se upne do hrotového přístroje. Postupně se měří jednotlivé parametry, resp. úchylky podle příslušné ČSN.

#### 1.8 Měření s použitím páčkového číselníkového úchylkoměru a příměrné desky (Varianta B)

Hrotový přístroj se umístí na příměrnou desku a mezi hroty se upne zkalibrovaný měřicí trn se středícími důlky (ČSN 25 1910). Jednotlivé úchylky rovnoběžnosti předepsané příslušnou normou ČSN se zjišťují pomocí páčkového číselníkového úchylkoměru upnutého do stojánku. Úchylky kolmosti u přístrojů se třemi základnami se zjišťují vkládáním koncových měrek mezi kontrolovanou základnu a kontrolní úhelník typ B ČSN 25 5103.



## 10 Vyhodnocení kalibrace

### 1.9 Postup vyhodnocení

Měřené hodnoty, resp. úchyly od jmenovité hodnoty se zanesou do záznamu o kalibraci, resp. do kalibračního listu. Nejistoty měření se stanovují v souladu s dokumentem EA 4/02 -viz kap. č. 14 tohoto kalibračního postupu. Zjištěné úchyly zvětšené o rozšířenou nejistotu měření  $U$  se porovnají s dovolenými mezními úchyly uvedenými v ČSN (viz čl. 9) Pokud kalibrovaný hrotový přístroj vyhovuje příslušné ČSN, označí jej kalibrační technik kalibrační značkou, jemně jej nakonzervuje a odloží na místo pro výdej měřidel.

### 1.10 Postup v případě neshody

V případě, že kalibrovaný hrotový přístroj vykazuje větší úchyly, než připouštějí uvedené ČSN (viz čl. 9), kalibrační značka se nevydává, hrotový přístroj se označí červenou značkou (např. lihovým fixem) a kalibrační laboratoř navrhne vlastníkovvi hrotového přístroje další postup (úpravu nebo jeho vyřazení).

*Poznámka:* Akreditovaná kalibrační laboratoř postupuje podle specifických předpisů.

## 11 Kalibrační list

### 1.11 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 hrotového přístroje,
- e) datum přijetí hrotového přístroje 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 1.1.1/06/23),
- 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 hrotový přístroj kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede 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, aby kalibrační laboratoř zpracovala záznam o měření (s uvedenými měřenými hodnotami) a archivovala ho.

#### 1.12 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 archiovat 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.

#### 1.13 Umístění kalibrační značky

Po provedení kalibrace může kalibrační laboratoř označit kalibrovanou podložku 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.

#### 1.14 Rozdělovník

Kalibrační postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

1.15 Úprava a schválení

Kalibrační postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

1.16 Revize

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

**14 Stanovení nejistoty měření při kalibraci kontrolního hrotového přístroje do jmenovité délky 500 mm**

Příklad stanovení nejistoty při měření rovnoběžnosti hrotů a ploch pomocí páčkového číselníkového úchylkoměru na průměrné desce – varianta B (viz čl. 9).

Kalibrační zařízení:

- Páčkový číselníkový úchylkoměr s dělením stupnice 0,002 mm,
- kontrolní trn 300 mm, popř. 500 mm,
- průměrná deska žulová, stupeň přesnosti 00.

Monitorovací zařízení:

- Dotykový tělískový teploměr,
- termohydrograf.

Podmínky měření:

- Teplota:  $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ,
- vlhkost vzduchu relativní: 40 % až 60 %.

Teplota hrotového přístroje a příslušných etalonů byla vyrovnána, součinitelé délkové roztažnosti se předpokládají stejné, takže případnou chybu způsobenou vlivem teploty lze zanedbat.

Stanovení nejistoty typu A by bylo zavádějící pro velmi malou variaci údajů páčkového úchylkoměru. Místo toho se uvažuje složka nejistoty, odvozená od mezní chyby úchylkoměru.

Odhad nejistoty při kalibraci hrotového přístroje páčkovým úchylkoměrem

Zdroj nejistoty	Meze nejistot	Faktor rozdělení	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
Mezní chyba páčkového úchylkoměru	1 μm	0,5 norm.	1	0,50
Odhad čtení ¼ dílku stupnice úchylkoměru	0,5 μm	0,577 rovn.	1	0,29
Úchylka válcovitosti kontrolního trnu	0,8 μm	0,5 norm.	1	0,40
Úchylka rovinnosti průměrné desky ± 2 μm	2 μm	0,5 norm.	1	1,00
Nejistota u pro pravděpodobnost P=68 %				1,22

Rozšířená nejistota:

$$U = k \cdot u = 2 \cdot 1,22 \approx 2,5 \mu\text{m}$$

Uvedená rozšířená nejistota měření je vyjádřena jako standardní nejistota měření vynásobená koeficientem  $k = 2$ , což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí  $P = 95 \%$ .

*Poznámka:*

Při stanovení nejistoty kalibrace pomocí třísořadnicového měřicího stroje (viz varianta A) se postupuje obdobně. Teplotní chyby jsou korigovány korekčním systémem stroje. Nejistota typu A je vzhledem k malé variaci údajů zanedbatelná.

Jako dílčí složky nejistoty se v tomto případě berou v úvahu:

- Hodnoty z kalibračního listu stroje,
- složka odvislá z maximální dovolené chyby stroje (převzato z dokumentace stroje),
- složka charakterizující kontrolní trn (údaj z kalibračního listu a největší dovolená chyba válcovitosti trnu).

## 15 Validace

Kalibrační metody podléhají validaci v souladu s normou ČSN EN ISO/IEC 17025 čl. 7.7.2 Validační zpráva je uložena v archivu sekretariátu ČMS.

## Upozornění

Kalibrační postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby ho 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).

### **Změny proti předchozímu vydání z roku 2008**

V revidovaném vydání kalibračního postupu byla provedena formální úprava podle současného vzoru ČMS, aktualizována normativní základna a doplněny příklady měřidel a převzaty vysvětlující náčrtky z příslušných ČSN. Dále byl upraven a zjednodušen příklad stanovení nejistoty měření při kalibraci.