

**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 1.1.1/23/23**

**KLÍNOVÉ MĚRKY**

**Praha**

říjen 2023

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

Číslo úkolu: PRM/VII/1/23

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

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

**Zpracoval:** Ing. Richard Silovský

© ÚNMZ, ČMS

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

## 1 Předmět kalibrace

Kalibrační postup se vztahuje na klínové měřky pro měření mezer a podsoustružení frézy speciální měřky klínové pro měření průměrů.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká prvotní kalibrace i rekalibrace.

## 2 Související normy a metrologické předpisy

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	[L1]
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	[L2]
ČSN EN ISO 9001:2016	Systémy managementu kvality – Požadavky	[L3]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení.	[L4]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[L5]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[L6]
EA 4/02 M:2022	Vyhodnocení nejistoty měření při kalibraci	[L7]

## 3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci měřidel kontrolních klínových měrek 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.

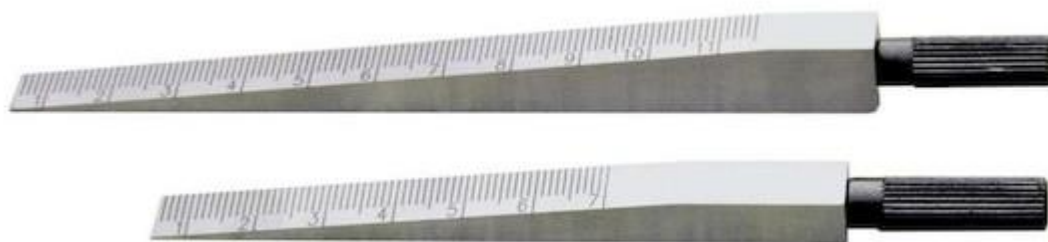
## 4 Názvosloví, definice

### 1.1 Termíny

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

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

**Klínová měřidla** pro měření vnitřních mezer se stupnicí slouží k měření vnitřních spár s přímým odečítáním měřené mezery. Měřidla mají kuželovitost 1:10 a jejich stupnice, která je vyznačená na povrchu, má dělení po 0,1 mm. Měřicí klíny jsou stupňované v rozsazích 0,5 - 7 mm; 0,5 - 11 mm.



### Měřicí klínek pro měření nerovností v rozmezí 1 - 27 mm

Měřicí klínek je praktická pomůcka pro přesné a pohodlné měření nerovností, štěrbin, spár nebo drážek v rozmezí 0 - 27 mm především ve stavebnictví a strojírenství.



### Mezerová měrka

Měření šířky h mezer se provádí kuželovou nebo plochou klínovou měrkou se stupnicí. Měrka může být buď samostatná, nebo součástí kombinované měrky.

Pro samostatné měrky je přesnost odečtu  $\pm 0,1$  mm.



## 5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

- Příměrná deska
- Číselníkový úchylkoměr s držákem
- Měřicí mikroskop s rozlišitelností alespoň 0,001 mm, vybavený programem pro měření geometrie v rovině
- Měřicí délkoměr
- Mikrometr třmenový (alternativně digitální)
- Měřicí mikroskop (alternativně)
- Čistící, mazací a konzervační prostředky: Lékárenský benzín, hodinářský olej apod.

Všechny použité etalony musí být kalibrovány s prokazatelnou návazností na státní etalon

## 6 Obecné podmínky kalibrace – referenční podmínky

Kalibrace klínových měrek se provádí za těchto referenčních podmínek a příslušných mezních odchylek:

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

Před vlastní kalibrací se musí předmět kalibrace s příslušným etalonem temperovat v laboratoři na referenční teplotu 20 °C, s přípustnou tolerancí ±1 °C.

## 7 Rozsah kalibrace

Kalibrace klínových měrek na měření vnitřních mezer se provádějí tyto úkony:

- Kontrola dodávky klínových měrek předložených ke kalibraci (viz čl. 8.1)
- Čištění a předběžná kontrola klínových měrek (viz čl. 8.2)
- Příprava měrek ke kalibraci (viz čl. 8.3)
- Kalibrace klínové měrky (viz čl. 9.1)

## 8 Kontrola dodávky a příprava

### 8.1 Kontrola dodávky klínových měrek předložených ke kalibraci

Provede se kontrola dodávky podle objednávky nebo dodacího listu. Měrka předložená ke kalibraci musí být označena evidenčním číslem. Provede se vizuální kontrola funkčních ploch a stupnic měrky. Nesmí být viditelně hrubě poškozené a zkorodované. Pokud stav neodpovídá požadavkům, vrátí se měrka objednateli k opravě nebo vyřazení. U vyhovujících měrek se zaeviduje přijetí ke kalibraci.

## 8.2 Čištění a předběžná kontrola měrek

Klínová měrka se očistí lékařským benzínem a prohlédne. Měrka nesmí být mechanicky poškozená, ani nadměrně opotřebovaná nebo rezavá. Měřicí a dosedací plochy musí být bez viditelných vrypů.

## 8.3 Příprava měrek ke kalibraci

Mírně korodovaná místa se přeleští jemným leštícím papírem, jemným pilníkem se opraví naražené hrany. Tento zásah se musí provádět opatrně, aby se nepoškodila stupnice. Po provedení úprav se měrka znovu umyje lékařským benzínem a přeleští utěrkou. Před měřením se měrka teplotně stabilizuje položením na průměrnou desku společně s etalony a přípravky potřebnými pro kalibraci.

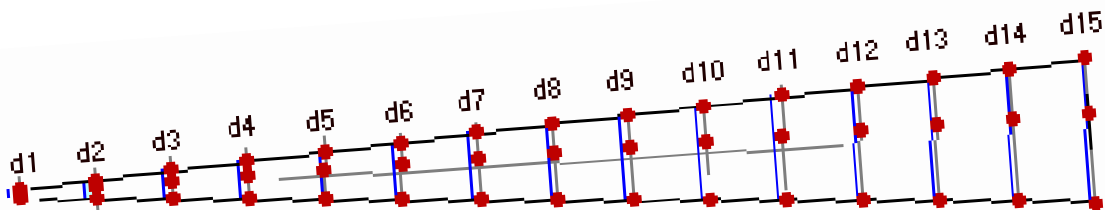
# 9 Postup kalibrace

## 9.1 Klínová měrka

### 9.1.1 Kalibrace klínové měrky optickou metodou pomocí měřicího mikroskopu s využitím programu pro měření geometrie v rovině.

Předpoklad kalibrace mikroskopem je, aby stupnice byla viditelná na boku klínové měrky. Klínová měrka se položí na měřicí sklo mikroskopu, plochá hrana je co nejvíce rovnoběžná s rovinou měření měřicího mikroskopu a směrem podélného pohybu mikroskopu. Měřicím mikroskopem zjistíme skutečnou polohu klínové měrky. Najížděním nitkového měřicího kříže na zaostřený obrys (hranu) měrky bez stupnice, zaneseme jednotlivé body površky klínové měrky v souřadném systému měřicího mikroskopu. Pro každý zaostřený obrys (hranu) snímáme minimálně 5 bodů. Moderními způsoby vyhodnocování v programu pro měření geometrie v rovině vyhodnotíme přímot jednotlivých hran měrky, kuželovitost měrky a vytvoříme jeho osu. Kuželovitost klínové měrky (1:10) je předepsaná výrobcem.

Měřením jednotlivých rysek měřítka klínové měrky a geometrickou projekcí na vyhodnocený obrys (hranu), získáme chybu měření vztahenou k výšce klínové měrky. Toto vyhodnocení se provádí již pomocí PC v programu pro měření geometrie v rovině.



9.1.2 Kalibrace klínové měrky dotykově pomocí průměrné desky a úchylkoměrem umístěným ve stojánku.

Příprava: vyrovnání klínové měrky na průměrné desce nastavení úchylkoměru na počátek měření od plochy průměrné desky. Zajištění kolmosti měření úchylkoměrem k ploše desky. Měření se provádí dotykem úchylkoměru na stupnici klínové měrky vyrovnané na průměrné desce, kdy hrot úchylkoměru je na středu rysky klínové měrky. Odečet měřené tloušťky klínové měrky k jmenovité tloušťce se protokoluje do záznamu o měření.

9.2 Mezerová měrka

Mezerová měrka podle obr. 4 (případně obr. 5) bývá provedena jako kuželová nebo plochá měrka se stupnicí. Kalibrace se provádí měřicím mikroskopem s optickým měřením (Alternativně délkoměrem, třmenovým mikrometrem, případně posuvným měřítkem, nejlépe digitálním). Kalibrace se provádí obvykle v místech měřicího rozsahu na celých mm, případně v místech znatelného opotřebení. Nastavení doteků na jmenovitý rozměr klínové měrky nebo v místech rysek klínové měrky.

10 Vyhodnocení kalibrace

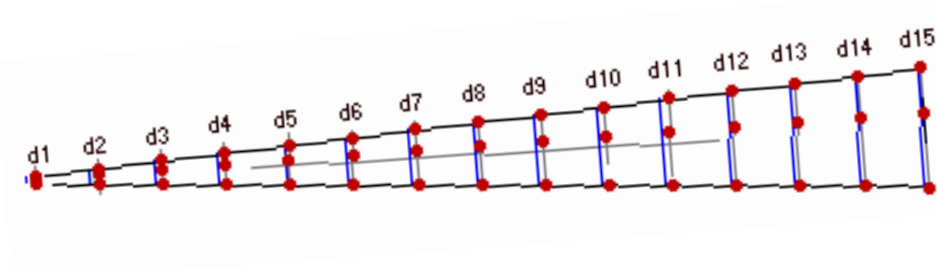
10.1 Postup vyhodnocení

Podle záznamu o měření se určí největší naměřené chyby na měřicím rozsahu klínové měrky a uvedou se v kalibračním listu.

Zjištěná naměřená hodnota se zaznamená do „Záznamu o měření“, ze kterého se následně vyhotoví „kalibrační list“. Při použití měřicího zařízení mikroskopu jsou úchytky vyhodnocovány speciálním softwarem. Výstupem je „Protokol o měření“ z tiskárny PC.

Označení	Jmenovitá hodnota	Naměřená hodnota
D1	1,0	1,005
D2	2,0	2,005
AŽ	-	-
D13	13,0	13,011
D14	14,0	14,011
D15	15,0	15,012

Jmenovité a naměřené hodnoty v mm  
 Rozšířená nejistota výsledku kalibrace **U = 0,010 mm**



## 10.2 Stanovení nejistoty měření

Vzhledem k charakteru klínových měrek se nejistoty měření stanovují zjednodušeným způsobem ve smyslu dokumentu EA 4/02 M. Vychází se z nejistot, případně mezních chyb použitých kalibračních měřidel a etalonů, z možné přesnosti odečtu a z odhadu chyb příložením. Teplotní vlivy bývají zpravidla zanedbatelné.

## 10.3 Postup v případě neshody

Pokud není jiná dohoda mezi dodavatelem a zákazníkem, použije se pro rozhodnutí o shodě nebo neshodě se specifikacemi ILAC-G8:9/2019. Pokud by měřená hodnota zvětšená o nejistotu měření ležela vně těchto mezí, ale sama měřená hodnota ležela v těchto mezích, nelze v takovém případě prokázat shodu ani neshodu a v kalibračním listě se uvede pouze výsledek měření ( $Y$ ) a příslušná nejistota měření ( $U$ ) ve tvaru  $Y \pm U$ . Zadavatel kalibrace musí být upozorněn na závažné překročení požadavku normy a na neodstranitelná poškození.

Chyby, které připouští technická specifikace, platí pro nové měrky. U používaných dílenských klínových měrek může technolog rozhodnout o rozšíření dovolených chyb. Takové rozšíření však musí být podchyceno v kalibračním postupu a u externě prováděných kalibrací je předmětem smlouvy. Klínové měrky, které nevyhovují specifikaci, předá kalibrační laboratoř zákazníkovi odděleně od vyhovujících.

## 11 Kalibrační list

Naměřené hodnoty úchylek spjaté s rozšířenou nejistotou měření při kalibraci pro  $k = 2$  se porovnají s dovolenými úchyly uvedenými v příslušných normách. Pokud součet vyhovuje dovolené chybě, lze vyjádřit shodu v kalibračním listě.

### 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 a identifikační číslo kalibrované měrky, popřípadě jméno jejího výrobce,
- e) datum přijetí klínové měrky 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 1.1.1/23/23),
- 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 klínové měrky 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 (bližší viz EA 4/02 M).

Pokud největší naměřená chyba včetně rozšířené nejistoty měření je v absolutní hodnotě menší než chyba dovolená výrobcem, lze uvést v kalibračním listu shodu s předpisem (normou) výrobce.

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.

## 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 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.

## 11.3 Umístění kalibrační značky

Po provedení kalibrace může kalibrační laboratoř označit kalibrovanou měrku 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 Příklad stanovení nejistoty při kalibraci klínových měrek

Nejistota kalibrace je stanovena pro měření klínových měrek mikroskopem s optickým najížděním podle odstavce 9. Mikroskop má základní nejistotu  $4 + 7 \cdot L \mu\text{m}$  (pro  $L = \text{m}$ ). Uvažuje se normální teplota prostředí  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ , teplotní rozdíl mezi mikroskopem a měřenou klínovou měrkou nejvýše  $0,5^\circ\text{C}$  a normální součinitel délkové teplotní roztažnosti  $(11,5 \pm 1) \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$  pro mikroskop i klínová měrka.

Výchozí rovnice má tento zjednodušený tvar:

$$L_x = L_d + L_p + \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

kde:

- $L_x$  výška kalibrované klínové měrky
- $L_d$  základní chyba čtení mikroskopu
- $L_p$  naměřený rozdíl přímostí (mikroskopem)
- $\Delta t$  odchylka od normální teploty
- $\alpha$  součinitel délkové roztažnosti
- $L$  délka měřítka klínové měrky (největší rozsah měření)

Veličina		Meze nejistot	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Koefic. citlivosti	Příspěvek k nejistotě
Nejistota z opakovaných měření $u_A = 2,5 \mu\text{m}$	$u_A$	2,5 $\mu\text{m}$	norm. $k = 1$	2,5 $\mu\text{m}$	1	2,5 $\mu\text{m}$
Nejistota přímostí měřených površek	$L_p$	3 $\mu\text{m}$	rovnom. $\sqrt{3}$	1,73 $\mu\text{m}$	2	3,5 $\mu\text{m}$
Mikroskop - základní nejistota $U = 5 \mu\text{m}$	$L_d$	5 $\mu\text{m}$	norm. $k = 2$	2,5 $\mu\text{m}$	1	2,5 $\mu\text{m}$
Teplotní rozdíl mezi mikroskopem a měřenou klínovou měrkou – odhad 0,5°C	$\Delta t$	0,5°C	rovnom. $\sqrt{3}$	0,29°C	$\alpha = 11,5 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ $L = 0,02 \text{ m}$	0,067 $\mu\text{m}$
Vliv rozdílu teplotní roztažnosti stejný materiál, délka 20 mm, $\alpha = 11,5 \pm 1 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ teplota okolí (20 ± 1)°C	$\alpha$	1 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	rovnom. $\sqrt{3}$	0,6 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $L = 0,02 \text{ m}$	0,012 $\mu\text{m}$
Výsledná výška klínové měrky	$D_x$	Nejistota kalibrace $u$ pro $k = 1$				4,98 $\mu\text{m}$
		Rozšířená nejistota kalibrace $U$ pro $k = 2$				10 $\mu\text{m}$

## 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

Tento kalibrační postup byl zpracován a posouzen v rámci úkolu rozvoje metrologie, řešeném pro Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví pod číslem PRM VII/1/23. Vzhledem k tomu nesmí být rozmnožován ani předáván jiným organizacím bez souhlasu České metrologické společnosti.

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