



Česká metrologická společnost

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 1.2.1/01/13

NOŽOVÝ ÚHELNÍK PRO 90°

Praha
Říjen 2013

Revize tohoto vzorového kalibračního postupu byla zpracována a financována ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie

Číslo úkolu: VII/2/13

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

Řešitel: Česká metrologická společnost

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

Tento kalibrační postup se vztahuje na kalibraci nožových úhelníků 90° (dále jen úhelníků) v provedení podle normy ČSN 25 5103 typ D, E, F a obdobných dle DIN 875.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká jak prvotní kalibrace, popř. vstupní kontroly úhelníků v dané organizaci (dále jen PK), tak i rekalibrace během používání (dále jen RK).

2 Související normy a metrologické předpisy

TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[1]
ČSN 25 5102	Přesnost průměrných ploch a hran ocelových pravítek a úhelníků	[2]
ČSN 25 5103	Kontrolní úhelníky 90°. Typy, základní rozměry a technické požadavky	[3]
ČSN EN ISO 3650	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Etalony délek - Koncové měřky	[4]
EA 4/02	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[5]
EA 4/07	Návaznost měřicího a zkušebního zařízení na státní etalony	[6]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří	[7]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení [L8]	[8]
DIN 875	Stahlwinkel 90° [L9]	[9]
VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 22	Prüfanweisung für Stahlwinkel 90° [L10]	[10]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci úhelníků 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

Termíny, definice a názvosloví jsou obsahem příslušných norem, které jsou uvedeny v článku č. 2.

Nožové úhelníky pro úhel 90° jsou ztělesněné úhlové míry určené pro kontrolu vzájemné

kolmosti ploch. Norma ČSN 25 5103 definuje následující typy nožových úhelníků:

- Typ D – Úhlové šablony nožové,
- Typ E – Ploché úhelníky nožové,
- Typ F – Příložné úhelníky nožové se širokou základnou.

5 Prostředky potřebné pro kalibraci

- Sada koncových měrek, pracovní etalon minimálně 4. sekundárního řádu a 1. třídy přesnosti, navázaný na hlavní etalon organizace,
- univerzální mikroskop, popřípadě souřadnicový měřicí stroj,
- úhlová měrka 90°,
- průměrná deska,
- kontrolní válec pro měření kolmosti, třída přesnosti 00,
- sada lístkových spároměrů 0,05 mm až 1 mm,
- číselníkový úchylkoměr s dělením 0,001 mm se stojánkem, (digitální),
- vlhkoměr, dotykový tělískový teploměr,
- odmagnetovací přístroj,
- lupa se zvětšením nejméně 3x,
- lapovací prostředky – lapovací kámen (arkansas, žula), lapovací brousek (Moravitcarbo),
- čisticí prostředky (čistý lékařský benzín, miska, vlasový štětec, lněná utěrka, jelenice),
- mazací a konzervační prostředky (lékárenská vazelína, hodinářský olej apod.).

Pozn.: Všechna použitá měřidla a pomocná měřicí zařízení musí být navázána na vhodný etalon s platnou kalibrací.

6 Obecné podmínky kalibrace

Kalibrace úhelníků se provádí za těchto referenčních podmínek:

- Teplota prostředí: (20 ± 2) °C,
- Změna teploty vzduchu: max. 1 °C/h,
- Relativní vlhkost vzduchu: max. 80 %RH, nekorozní prostředí (dle ČSN 25 5103)

Před vlastní kalibrací mají být kalibrované měřidlo a přístroj použitý ke kalibraci umístěny v místnosti, kde se kalibrace provádí. Kalibrace nesmí být zahájena dříve, než měřidla dosáhnou uvedené teploty. Teplota prostředí se zaznamená před zahájením kalibrace a kontroluje v průběhu kalibrace i po jejím skončení. Vlhkost vzduchu se měří před zahájením kalibrace a je určena požadavkem ČSN 25 5103 na nekorozivní prostředí.

7 Rozsah kalibrace

- Kontrola dodávky při vstupní kontrole (viz čl. 8.1),
- předběžná kontrola a případná úprava (viz čl. 8.2),
- kontrola drsnosti a tvrdosti úhelníků (viz čl. 8.3 a 8.4),
- měření metrologických parametrů (viz čl. 9).

8 Kontrola dodávky a příprava ke kalibraci

8.1 Kontrola dodávky.

Při vstupní kontrole se provede:

- posouzení typu úhelníku, porovnání počtu kusů podle objednávky, resp. její kopie nebo dodacího listu, (Prvotní kalibrace, dále jen PK)
- Při rekalibraci se kontroluje označení na měřidle a v dodaném podkladu (evidenční karta, výpis z počítačové evidence měřidel). (Rekalibrace, dále jen RK)

8.2 Čištění a předběžná kontrola

Při předběžné kontrole měřidla se provede:

- celkové očištění úhelníku pomocí kartáče a technického benzínu,
- sejmutí značek, kterými bylo měřidlo opatřeno při předchozí kalibraci (pouze RK),
- zjištění, zda úhelník nemá viditelné závady zhoršující vzhled a užitnou hodnotu (důlky, stopy koroze, poškrábaná nebo naražená místa, nečitelné označení),
- případná oprava lehce poškozených částí úhelníku za použití lapovací desky, brusného kamene nebo smirkového papíru (pouze RK),
- očištění, odmaštění a vytření úhelníku do sucha,
- případné odmagnetování.

Mají-li poškození takový charakter, že je nelze odstranit uvedeným způsobem, předepíše se úhelník k celkové opravě nebo k vyřazení.

8.3 Kontrola drsnosti povrchu

U nových úhelníků při vstupní kontrole je vhodné měření drsnosti povrchu. V případě nožových úhelníků dle ČSN 25 5103 nesmí drsnost povrchu průměrných a opěrných ploch překročit hodnoty uvedené v tab. 7 této normy:

Typ ploch:	Průměrné		Opěrné	
Třída přesnosti úhelníků:	00	0	00	0
Drsnost povrchu R_a :	0,1 μm	0,2 μm	0,2 μm	0,4 μm

Drsnost povrchu bočních ploch a zkosených hran nožových úhelníků nesmí překročit $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ (pouze PK).

8.4 Kontrola tvrdosti

Nožové úhelníky vyrobené z oceli musí být kalené. Tvrdost průměrných a opěrných ploch nožových úhelníků vyrobených z uhlíkové oceli musí být nejméně 55 HRC. Tvrdost

kalených úhelníků vyrobených z korozivzdorné oceli musí být nejméně 48 HRC. Rozdíl tvrdosti v jedné ploše úhelníku nesmí překročit 3 HRC (Pouze PK).

9 Postup kalibrace

9.1 Měření úchylek rovinnosti opěrných ploch a přímosti průměrných hran.

Pro měření přímosti průměrných hran malých úhelníků (přibližně do 100 mm) je nejlépe použít profilografu se snímačem s dlátovitým hrotem, nebo obdobného přímoměru. Pro hodnocení podle DIN 875 lze připustit též měření přímosti na mikroskopu.

Pro větší úhelníky lze použít kontrolu pomocí průměrné desky a koncových měrek. Měrná plocha (hrana) úhelníku je podložena na desce dvěma koncovými měrkami stejné jmenovité délky ve dvou bodech, jejichž vzdálenost od konců měřené plochy činí 0,223 celkové délky měřené plochy. Mezera, vzniklá mezi kontrolovanou plochou (hranou) a deskou, se proměřuje koncovými měrkami. Rozdíly naměřených hodnot udávají úchylku přímosti měřených ploch a hran.

Dovolené úchytky přímosti ploch a hran nožových úhelníků udává tab. 5 v normě ČSN 25 5103:

Délka strany mm	Úchylka přímosti μm	
	Třída přesnosti	
	00	0
32	0,8	2
40	0,8	2
63	1	2,5
100	1,2	3
160	1,6	4
250	2	5
400	2,5	6
630	3	8

Německá norma DIN 875 má mírnější požadavky zejména pro menší úhelníky a uvádí jiné jmenovité rozměry úhelníků:

Délka strany mm	Tolerance rovinnosti a přímosti μm	
	Třída přesnosti	
	00	0
40, 50, 75, 100	2	3
130	3	3
150, 165, 200	3	4
250, 300, 330	3	5
500	4	7
660	5	9
750	5	10
1000	6	12

Přímmost nožových úhelníků musí vyhovovat v rozsahu $\pm 15^\circ$ od osy souměrnosti.

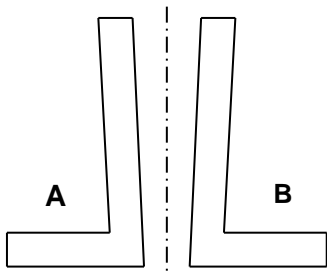
9.2 Měření úchylek rovnoběžnosti opěrných a příměrných ploch

Úchylky rovnoběžnosti opěrných a příměrných ploch (hran) lze měřit na mikroskopu, pokud je vybaven vhodným programem pro vyhodnocení. Jinou možností je měření pomocí příměrné desky a stojánku s číselníkovým úchylkoměrem. Jedna z opěrných ploch úhelníku leží na ploše desky. Dotyk úchylkoměru je ve styku s druhou plochou. Ze změn údaje úchylkoměru při přejíždění měřené plochy se určí úchylka rovnoběžnosti obou ploch. Úchylky rovnoběžnosti měřicích ploch i nožových hran lze zjistit také pomocí pasometru.

Dovolené úchylky rovnoběžnosti opěrných a příměrných ploch jsou podle ČSN 25 5103 číselně shodné s dovolenými úchylkami kolmosti a jsou uvedeny v tabulce č. 2 uvedené normy.

9.3 Měření úchylek kolmosti příměrných ploch k opěrným plochám a bočních ploch k opěrným plochám.

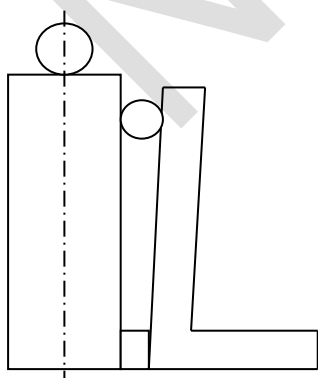
9.3.1 Měření kolmosti opěrných a příměrných ploch na mikroskopu nebo souřadnicovém měřicím stroji



Na mikroskopu nebo na souřadnicovém měřicím stroji lze určit úchylku kolmosti vnitřních i vnějších ramen úhelníku. Výhodné je použití software pro měření geometrie v rovině, neboť odpadá nutnost přesného vyrovnávání v měřicích osách. Při měření úchylek kolmosti je vhodné měřit úhelník v základní poloze **A** a výsledek porovnat s výsledkem měření v reverzibilní poloze **B**. Jsou-li výsledky obou měření shodné co do velikosti i směru měřené úchylky, je měření správné. V opačném případě je podezření na nekolmost os odměřovacího systému stroje. Nožové

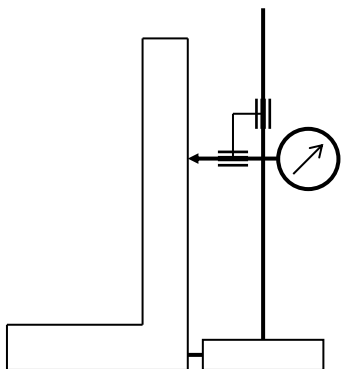
úhelníky se širokou základnou je nutné vyrovnat podložením v rovině měření. Při kontaktním měření je třeba volit dotyk tak, aby nezkresloval výsledek měření na nožové hraně.

9.3.2 Měření kolmosti opěrných a příměrných ploch pomocí kontrolního válce



Vnější opěrná plocha kontrolovaného úhelníku se položí na příměrnou desku. Příměrná plocha se přikládá ke kontrolnímu válci. Pozoruje se průsvit mezi povrchem válce a příměrnou plochou úhelníku. Úchylka kolmosti se odměří pomocí koncových měrek nebo kombinací koncové a válcové měrky. Úchylka kolmosti vnitřních ploch se měří na válci položeném na desce v prizmatických podložkách nebo pomocí úhlové měrky.

9.3.3 Měření kolmosti opěrných a příměrných ploch pomocí přístroje na kontrolu úhelníků



Přístroj na kontrolu úhelníků se vyrovná pomocí příměrného válce nebo etalonového úhelníku. Rozdíly hodnot naměřených úchylkoměrem na začátku a na konci příměrné plochy udávají úchylku kolmosti příměrných a opěrných ploch a hran.

Při měření na nožové hraně je nutné volit vhodný typ doteku, který nezkrusí výsledek měření.

9.3.4 Měření kolmosti bočních ploch

Kolmost bočních ploch lze měřit podobně jako kolmost příměrných ploch pomocí přístroje na kontrolu úhelníků. Protože je dovolená úchylka kolmosti bočních ploch šestinásobkem úchylek kolmosti příměrných ploch, vystačí se v praxi s pomocným úhelníkem nebo kontrolním válcem.

10 Vyhodnocení kalibrace

10.1 Postup vyhodnocení

Výsledky měření přímosti, rovinnosti, rovnoběžnosti a kolmosti se zapisují do příslušného formuláře nebo kalibračního listu a porovnávají s dovolenými hodnotami (tolerancemi) příslušných parametrů.

Délka strany mm	Úchylky kolmosti příměrných ploch μm	
	Třída přesnosti	
	00	0
32	2	4
40	2	4
63	2,5	5
100	3	6
160	4	8
250	5	10
400	6	12
630	8	16

Dovolené úchylky kolmosti příměrných ploch podle ČSN 25 5103, tab. 2 (výťah)

Úchylky kolmosti bočních ploch k opěrným plochám u nožových úhelníků musí odpovídat šestinásobku úchylek kolmosti příměrných ploch.

Norma DIN 875 uvádí tolerance volnější pro úhelníky do délky strany 100 mm

Délka strany mm	Tolerance kolmosti μm	
	Třída přesnosti	
	00	0
do 100	3	7
150	4	8
200	4	9
250	5	10
300	5	11
500	7	15

Tolerance kolmosti podle DIN 875 tab. 3 (výťah)

Měřené hodnoty, resp. úchyly od jmenovité hodnoty se zanesou do záznamu o kalibraci, resp. do kalibračního listu. Zjištěné úchyly zvětšené o rozšířenou nejistotu měření U se porovnají s celkovými dovolenými chybami.

10.2 Postup v případě neshody

V případě, že kalibrovaný úhelník nevyhoví včetně rozšířené nejistoty měření požadavkům normy, předpisu nebo požadavku zákazníka, označí kalibrační laboratoř měřidlo jako nevyhovující a předá zadavateli kalibrace odděleně od vyhovujících měřidel.

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, resp. zákazníka,
- název a identifikační číslo kalibrovaného měřidla, popřípadě jméno výrobce,
- datum přijetí úhelníků ke kalibraci, datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.2.1/01/13),
- podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- měřidla použitá při kalibraci,
- obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (etalony použité při kalibraci),
- výsledky měření a s nimi spojenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací,
- jméno pracovníka, který měřidlo (úhelník) kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede přidělenou kalibrační značku a odkaz na 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. I v tomto případě však musí kalibrační laboratoř zpracovat 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. Kalibrační lhůtu uvádí laboratoř jen na kalibračních listech nebo štítcích pro vlastní organizaci, kdy je s ní seznámena interním předpisem. Pro externí zákazníky může laboratoř kalibrační lhůtu jen doporučit na základě znalosti způsobu použití měřidla, nebo pokud je lhůta kalibrace uvedena zákazníkem v například v kupní smlouvě.

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

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 (příklad výpočtu)

Předmětem kalibrace je měření kolmosti vnější plochy průměrné k vnější ploše opěrné úhelníku 90° vyrobeného z oceli o délce průměrné plochy 250 mm, označení E250 ČSN 25 5103.00.

Kalibrace kolmosti obou ploch provádíme na jednoúčelovém přístroji pro kontrolu úhelníků, jehož odměřovacím systémem je mikrokátorová hlavice (možno použít somkátor, digitální úchylkoměr nebo číselníkový úchylkoměr s dělením 0,001 mm) nastavená pomocí etalonu úhlu 90°.

Výchozí rovnice pro úchylku indikace úhlu somkátorem má tento zjednodušený tvar:

$$E_x = l_a + l_s + l_{pv} + l_{pd} + l_e + \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

kde:

- l_a měřená úchylka kolmosti kalibrovaného nožového úhelníku
- l_s základní chyba čtení somkátoru, digitálního úchylkoměru s dělením 0,001 mm
- l_{pv} naměřený rozdíl přímostí výškoměrem
- l_{pd} naměřený rozdíl rovinnosti průměrné desky
- l_e nastavení etalonu 90° (kontrolního válce třída přesnosti 00)
- Δt odchylka od normální teploty
- α součinitel délkové roztažnosti
- L délka delší hrany úhelníku (největší rozsah měření)

Veličina		Meze nejistot	Typ rozdělení	Standardní nejistota	Koefic. citlivosti	Příspěvek k nejistotě
Nejistota z opakovaných měření $u_A = 2,5 \mu\text{m}$	u_A	2,5 μm	normální $k = 1$	2,5 μm	1	2,5 μm
Nejistota přímosti měřených příměrných ploch a nožové hrany Nejistota rovinnosti průměrné desky	u_{pv} u_{pd}	5 μm	rovnoměr. $\sqrt{3}$	2,9 μm	2	5,8 μm
Somkátor (digitální úchylkoměr) – základní nejistota měření $U = 5 \mu\text{m}$	u_s	3 μm	normální $k = 2$	1,5 μm	1	1,5 μm
Mezní chyba etalonu 90° příměrného válce třídy přesnosti 00	u_e	3 μm	normální $k = 2$	1,5 μm	1	1,5 μm
Teplotní rozdíl mezi mikroskopem a měřeným nožovým úhelníkem – odhad 0,5 °C	Δt	0,5 °C	rovnoměr. $\sqrt{3}$	0,29 °C	$\alpha = 11,5$ $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ $L = 0,25 \text{ m}$	0,76 μm
Vliv rozdílu teplotní roztažnosti stejný materiál, délka 250 mm, $\alpha = 11,5 \pm 1 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ teplota okolí (20 ± 1) °C	α	1 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	rovnoměr. $\sqrt{3}$	0,6 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $L = 0,25 \text{ m}$	0,15 μm
Výsledná úchylka kolmosti nožového úhelníku měřená somkátorem	E_x	Kombinovaná nejistota kalibrace u pro $k = 1$				6,71 μm
		Rozšířená nejistota kalibrace U pro $k = 2$, pokryje 95 % pravděpodobnost				13,42 μm
		Uvádění nejistoty k výsledku kalibrace				14 μm

Nejistota kalibrace je stanovena pro měření nožového úhelníku E250 ČSN 25 5103 mikroskopem s optickým najížděním. Mikroskop má základní nejistotu (4 + 7.L) μm (pro $L = m$). Uvažuje se normální teplota prostředí (20 ± 1) °C, teplotní rozdíl mezi mikroskopem a měřeným nožovým úhelníkem je nejvýše 0,5 °C a normální součinitel délkové teplotní roztažnosti (11,5 ± 1) $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ pro mikroskop i nožový úhelník.

Výchozí rovnice pro úchylku indikace úhlu mikroskopem má tento zjednodušený tvar:

$$E_x = l_a + l_m + l_{pm} + \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

kde:

- l_a měřená úchylka kolmosti kalibrovaného nožového úhelníku
- l_m základní chyba čtení mikroskopu
- l_{pm} naměřený rozdíl přímostí (mikroskopem)
- Δt odchylka od normální teploty
- α součinitel délkové roztažnosti
- L délka delší hrany úhelníku (největší rozsah měření)

Veličina		Meze nejistot	Typ rozdělení	Standardní nejistota	Koefic. citlivosti	Příspěvek k nejistotě
Nejistota z opakovaných měření $u_A = 2,5 \mu\text{m}$	u_A	2,5 μm	normální $k = 1$	2,5 μm	1	2,5 μm
Nejistota přímosti měřených průměrných ploch a nožové hrany	u_{pm}	2,5 μm	rovnoměr. $\sqrt{3}$	1,45 μm	2	2,9 μm
Mikroskop - základní nejistota $U = 5 \mu\text{m}$	u_m	5 μm	normální $k = 2$	2,5 μm	1	2,5 μm
Teplotní rozdíl mezi mikroskopem a měřeným nožovým úhelníkem – odhad 0,5 °C	Δt	0,5 °C	rovnoměr. $\sqrt{3}$	0,29 °C	$\alpha = 11,5 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ $L = 0,25 \text{ m}$	0,76 μm
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	α	1 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	rovnoměr. $\sqrt{3}$	0,6 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	$\Delta t = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ $L = 0,25 \text{ m}$	0,15 μm
Výsledná úchylna kolmosti nožového úhelníku měřená mikroskopem	E_x	Kombinovaná standardní nejistota u pro $k = 1$				4,63 μm
		Rozšířená nejistota kalibrace U pro $k = 2$, pokryje 95% pravděpodobnost				9,26 μm
		Uvádění nejistoty měření k výsledku kalibrace, je možné pouze na stejný počet desetinných míst k měřené hodnotě, max. 2 platné číslice				±9,3 μm <i>nebo</i> ±10 μm

15 Validace

Kalibrační metody podléhají validaci v souladu s normou ČSN EN ISO/IEC 17025, čl. 5.4. Validační zpráva je uložena v archivu sekretariátu ČMS.

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 a validaci použité metody.

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).