



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 1.1.1/20/17

**ETALONY KONTURY
(pro profiloměry – šablony)**

**Praha
říjen 2017**

Vzorový kalibrační postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2017

Číslo úkolu: VII/1/17

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

Tento kalibrační postup se vztahuje na kalibraci etalonů kontury pro profiloměry k porovnání a kalibraci přístroje a nastavení prvotních parametrů před měřením.

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

2 Související normy a metrologické předpisy

VDI/VDE 2629 Blatt 1:2008-08	Genauigkeit von Konturenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Konturenmessgeräte nach dem taktilen Tastschnittverfahren	[L1]
VDI/VDE 2629 Blatt 2:2012-06	Genauigkeit von Konturenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Ermittlung der Unsicherheit von spezifischen Konturenmessungen mit Normalen/kalibrierten Werkstücken	[L3]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[L4]
EA-4/02	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[L5]
EA 4/07	Návaznost měřicího a zkušebního zařízení na státní etalony	[L6]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří	[L7]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[L8]
ČSN EN ISO 14253-2	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	[L10]
	Katalogy a návody výrobců, prodejců a uživatelů mikroskopů	[L9]
KP1.1.3/01/13	Měřicí mikroskop (Kalibrační postup ČMS)	[L11]
MPM 1.1.2/03/17	METODIKA MĚŘENÍ MIKROSKOPY	[L12]
ČSN EN ISO 3650	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Etalony délek - Koncové měrky	[L13]
ČSN EN ISO 9001	Systémy managementu kvality - Požadavky	[L14]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[L15]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci etalonů kontury 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

Etalon kontury – podle typu je vyrobený z plně tvrzené, popouštěné a leštěné korozivzdorné oceli. Pro nastavení přesnosti a kontrolu přístrojů na měření kontury



Chyba měření - je algebraický rozdíl mezi indikovanou hodnotou a pravou (skutečnou) hodnotou měřené veličiny (tolerance).

Další pojmy a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz čl. 2), a v publikacích zaměřených na metrologickou terminologii.

5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

- Měřicí mikroskop s rozlišitelností alespoň 0,001 mm, vybavený programem pro měření geometrie v rovině,
- laboratorní profiloměr se zapisovačem známých metrologických vlastností,
- stolek s příčným posuvem (např. mikrometrickým šroubem),
- čisticí prostředky - čistý benzín, např. lékárenský, vata, optická utěrka,
- mazací a konzervační prostředky - lékárenská vazelína, popř. hodinářský olej,
- vlasový vlhkoměr, navázaný na etalon,
- tělískový teploměr s měřicím rozsahem min (16 až 26) °C s hodnotou dílku stupnice min 0,2 °C, popř. jiný teploměr obdobných parametrů, navázaný na etalon.

Poznámka: Všechna použitá měřidla a pomocná měřicí zařízení musí být navázána na

etalon vhodného rozsahu a přesnosti a musí mít platnou kalibraci.

6 Obecné podmínky kalibrace

Kalibrace etalonů kontury se provádí za těchto referenčních podmínek:

- teplota prostředí (20 ± 2) °C,
- vlhkost vzduchu max. 75% relat. (nekorozní prostředí).

Před vlastní kalibrací se etalon kontury umístí alespoň na 1 hodinu do místnosti s referenční teplotou. Relativní vlhkost vzduchu se měří vlhkoměrem před zahájením kalibrace. Účelem sledování vlhkosti je zajistit nekorozní prostředí a zabránit orosení přístroje. Závislost výsledku měření etalonů kontury na vlhkosti prostředí není známa.

7 Rozsah kalibrace

- Kontrola dodávky při vstupní kontrole (viz čl. 8.1),
- předběžná kontrola a případná úprava (viz čl. 8.2),
- měření metrologických parametrů (viz kap. 9),
- vyhodnocení kalibrace (čl. 10).

8 Kontrola dodávky a příprava

8.1 Kontrola dodávky

Převzetí etalonů kontury k prvotní kalibraci nebo k re-kalibraci stvrzuje pracovník kalibrační laboratoře svým podpisem na kopii objednávky nebo na formuláři k tomu určeném. Při přebírání etalonů kontury se překontroluje, zda typ, evidenční číslo, výrobní číslo odpovídají údajům na objednávce nebo na dodacím listu, dodaném podkladu (evidenční karta, výpis z počítačové evidence měřidel). (RK)

8.2 Čištění a předběžná kontrola

Při předběžné kontrole měřidla se provede:

- Sejmutí značek, kterými byl etalon kontury označen při předchozí kalibraci (pouze RK),
- zjištění, zda nemá etalon kontury viditelné závady znemožňující kalibraci, hrubé vrypy, korozi na funkční ploše kontury, příliš drsný povrch etalonu a jiné vady které by ovlivnily výsledek kalibrace etalonu kontury.

Případná oprava lehce poškozených částí etalonu kontury se provádí pomocí lapovacího kamene, popřípadě lapovacím papírem, s minimálním přitlakem k funkční ploše.

Celkové očištění etalonu kontury provedeme lékárenským benzínem.

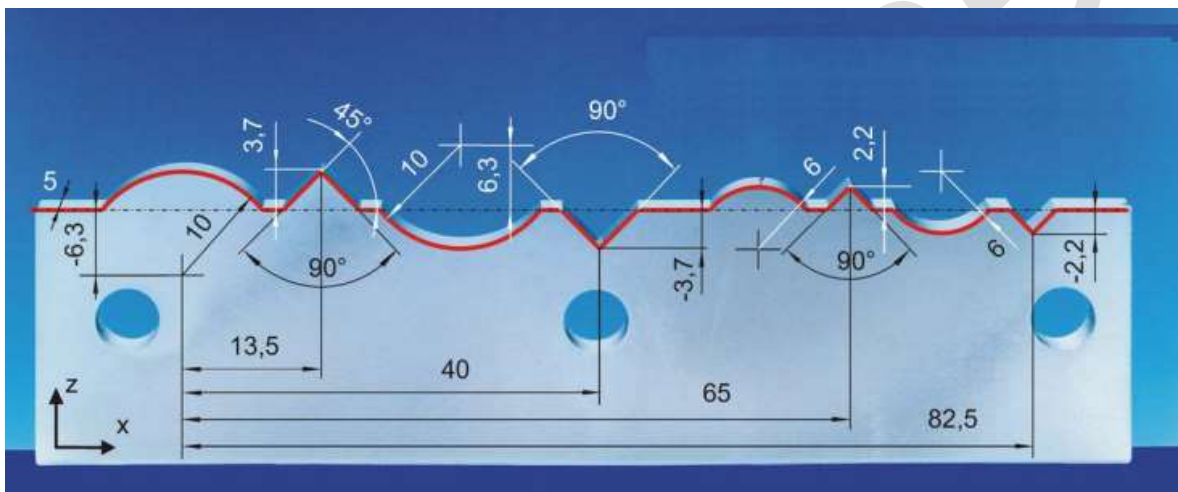
Mají-li poškození takový charakter, že je nelze odstranit uvedeným způsobem, předepíše se etalon kontury k celkové opravě nebo k vyřazení.

8.3 Příprava měřidla

Měřidlo etalon kontury necháme společně s měřicím mikroskopem nebo profiloměrem v kontrolovaném prostředí na 1 hodinu v laboratoři s referenční teplotou vhodnou ke kalibraci v rozmezí $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

9 Postup kalibrace

Měření provedeme optickou metodou pomocí měřicího mikroskopu s využitím programu pro měření geometrie v rovině. Etalon kontury, vyrovnáme podélně v obecné poloze. Osa etalonu a jeho profilu je co nejvíce rovnoběžná s rovinou měření měřicího mikroskopu a směrem podélného pohybu mikroskopu. Měřicím mikroskopem zjistíme skutečnou polohu etalonu kontury.

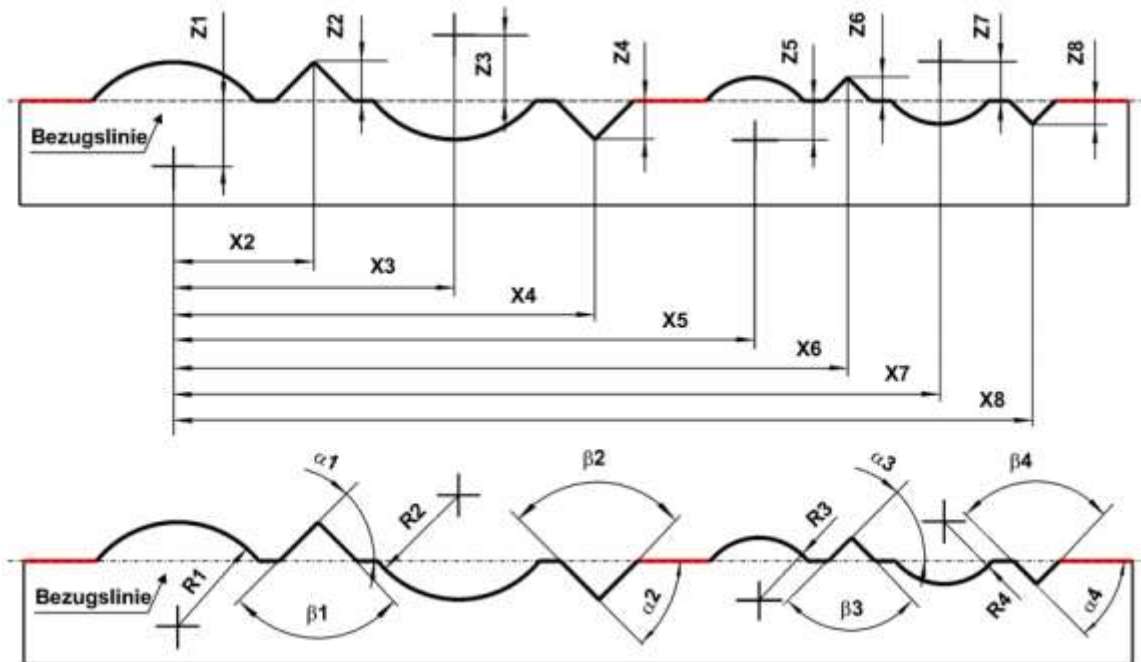


Najížděním nitkového měřicího kříže mikroskopu na zaostřený obrys (hranu) etalonu profilu, zaneseme jednotlivé měřené body povrch etalonu jako přímky nebo rádiusy v souřadném systému měřicího mikroskopu. Pro každý zaostřený obrys (hranu) snímáme minimálně 5 bodů. Moderními způsoby vyhodnocování v programu pro měření geometrie v rovině vyhodnotíme přímost jednotlivých hran, rádiusy profilu a vzájemnou vzdálenost jejich průsečíků. Jelikož je šablona etalonu kontury nezanedbatelné tloušťky 5 mm je nutné měření opakovat o točení o 180 stupňů v ose měření x. Porovnáme měřená data, vyhodnotíme střední hodnoty pro každý rozměr. Porovnáme měřená data s předpisem etalonu profilu a vyhodnotíme úchylku. Pro kontrolu změříme i drsnost povrchu.

Messgröße	Abstand in mm	Messgröße	Abstand in mm	Messgröße	Radius in mm	Messgröße	Winkel in °
-	-	z1	-6,29	R1	10	α_1	45
x2	13,48	z2	3,71	R2	10	α_2	-45
x3	26,96	z3	6,29	R3	6	α_3	45
x4	40,44	z4	-3,71	R4	6	α_4	-45
x5	55,81	z5	-3,78			β_1	90
x6	64,69	z6	2,22			β_2	90
x7	73,57	z7	3,78			β_3	90
x8	82,45	z8	-2,22			β_4	90

Tabulka naměřených hodnot

Profil etalonu po měření na mikroskopu.



Měření profilu mikroskopem.

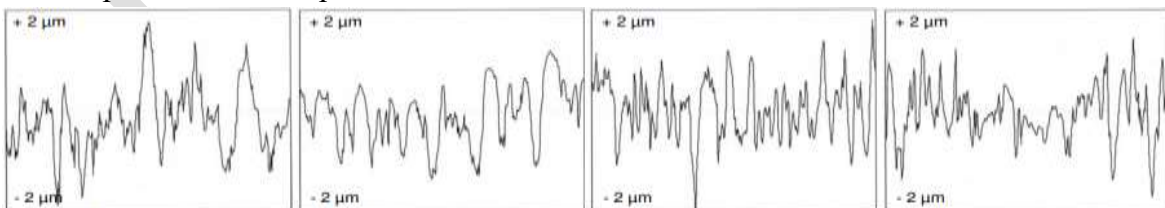


Bild 1
neben der Spur
 $R_t = 3,5 \mu\text{m}$

Bild 2
auf der Spur
 $R_t = 3,2 \mu\text{m}$

Bild 3
über die Spur
 $R_t = 3,2 \mu\text{m}$

Bild 4
über die Spur
 $R_t = 3,3 \mu\text{m}$

10 Vyhodnocení kalibrace

10.1 Postup vyhodnocení

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 etalon kontury nevyhoví včetně rozšířené nejistoty měření požadavkům normy, předpisu výrobce nebo požadavku zákazníka, označí kalibrační laboratoř měřidlo jako nevyhovující a předá zadavateli kalibrace odděleně od vyhovujících měřidel.

11 Kalibrační list

Výsledky měření by měly být uváděny v souladu s normou ČSN EN ISO 17025 a jejího článku 5.10 – Uvádění výsledků. Jednou z forem je kalibrační list. Pokud nelze s ohledem na nejistotu měření jednoznačně prohlásit shodu nebo neshodu se specifikací, je nejlepší formou uvádění výsledků kalibrační tabulka a (nebo) kalibrační graf.

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 etalonu kontury,
- e) datum přijetí etalonu kontury 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 1.1.1/20/17),
- 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 měřenými 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 (příklad výpočtu)

Nejistota kalibrace je stanovena pro měření etalonu kontury mikroskopem s optickým najížděním podle odstavce 9. Mikroskop má základní nejistotu $\mu\text{m} = \pm 1,5 + 3 \cdot L \mu\text{m}$ (pro $L = m$). Uvažuje se normální teplota prostředí (20 ± 1)°C, teplotní rozdíl mezi mikroskopem a měřeným etalonem kontury nejvýše 0,5 °C a normální součinitel délkové teplotní roztažnosti ($11,5 \pm 1$) $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ pro mikroskop i etalon kontury.

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	0,8 μm	norm. $k = 1$	0,8 μm	1	0,8 μm
Nejistota přímosti měřených površek	L_p	1 μm	rovnom. $\sqrt{3}$	1,73 μm	1	0,6 μm
Mikroskop - základní nejistota $U = 1,5 + 3L \mu\text{m}; L = m$	L_d	1,8 μm	norm. $k = 2$	0,9 μm	1	0,9 μm
Teplotní rozdíl mezi mikroskopem a měřeným etalonem – odhad 0,5°C	Δt	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 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 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	rovnom. $\sqrt{3}$	0,6 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $L = 0,02 \text{ m}$	0,12 μm
Výsledná kombinovaná nejistota kalibrace etalonu kontury	D_x	Nejistota kalibrace u pro $k = 1$				1,34 μm
		Rozšířená nejistota kalibrace U pro $k = 2$				2,68 μm

Rozšířená nejistota kalibrace etalonu kontury na vzdálenosti x3 26,96 mm je naměřená hodnota 26,9609 mm ± 0,0027 mm.

Postup předpokládá využití tabulkového kalkulátoru, (např. EXCEL), kde je možno v uvedených tabulkách spočítat výsledek a vyhodnotit nejistoty automaticky v průběhu měření.

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.

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).