



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 1.1.6/05/19

ZÁVITOVÉ ŠABLONY

Nepronádejné

Praha

Říjen 2019

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

Číslo úkolu: VII/2/19

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

Řešitel: Česká metrologická společnost, z. s.

1 Předmět kalibrace

Tento kalibrační postup je určen pro kalibraci závitových šablon pro metrický závit ČSN 25 4620 a pro kalibraci závitových šablon pro Whitworthův a trubkový závit ČSN 25 4621 (dále jen šablon). Kalibrace popsána v tomto postupu se týká jak prvotní kalibrace v dané organizaci (dále označované jako PK), tak i rekalibrace šablon v pravidelných časových intervalech během jejich používání (dále označované jako RK).

2 Související normy a metrologické předpisy

TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[L1]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[L2]
ČSN EN ISO/IEC 17 025	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[L3]
PNÚ 1100.0	Československá schéma nadváznosti meradiel dl'žky	[L4]
EA 4/02	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[L5]
ČSN 25 4620	Závitová měřidla. Závitové šablony pro metrický závit (změny a, b, c)	[L6]
ON 25 3812	Závitová měřidla. Závitové šablony pro Whitworthův a trubkový závit	[L7]
ILAC-G8:03/2009	Pokyny k uvádění shody se specifikací (překlad ČIA)	[L8]
TNI 01 4109-3	Nejistoty měření – Část 3: Pokyny pro vyjádření nejistoty měření	[L9]
TNI 01 4109-4	Nejistota měření – Část 4: Úloha nejistoty měření při posuzování shody	[L10]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci pracovních měřidel je dána v odpovídajícím předpisu organizace. Příslušní pracovníci mají být seznámeni a proškoleni s tímto postupem. Pro pracovníky kalibračních laboratoří a zvláště akreditovaných kalibračních laboratoří se doporučuje se certifikace odborné způsobilosti těchto pracovníků.

4 Názvosloví, definice

Pojmy a definice jsou obsaženy v příslušných normách uvedených v článku 2 a v publikacích pojednávajících o metrologické terminologii (TNI 01 0115).

5 Prostředky potřebné pro kalibraci

- Měřicí mikroskop,
- měřicí projektor,

- průměrná deska ČSN 25 5519,
- dotykový tělískový teploměr s hodnotou dílku 0,1 °C až 0,2 °C a s rozsahem do 30 °C,
- monitorovací zařízení teploty a vlhkosti prostředí laboratoře např. termohygrograf,
- odmagnetovací přístroj,
- lupa se zvětšením 6x až 8x,
prostředky na čištění a drobné opravy (lékařský benzin, miska, vlasový štětec, lněná utěrka, jelenice, jemný smirkový a lapovací papír, speciální keramický brousek, lapovací pasta, ultrazvuková pračka atd.),
- konzervační prostředky (lékařská vazelína),
- bavlněné nebo jelenicové rukavice.

6 Obecné podmínky kalibrace

Kalibrace šablon se provádí za těchto referenčních podmínek:

- Teplota prostředí: 20 °C ±1 °C,
- změna teploty vzduchu za hodinu: 0,2 °C,
- relativní vlhkost vzduchu: 40 % až 75 % relativní, antikoroziční prostředí,
- před vlastní kalibrací se musí předmět kalibrace (šablona) s příslušným etalonem (kalibračním zařízením) temperovat v laboratoři na referenční teplotu 20 °C s přípustnou tolerancí ±1 °C,
- sleduje se průběh změny teploty temperování během kalibrace šablony s etalonem (kalibračním zařízením) v toleranci ±1 °C od referenční teploty 20 °C,
- sleduje se vlhkost vzduchu během kalibrace například termohygrografem nebo vlhkoměrem pro měření relativní vlhkosti s rozsahem do 100 %.

7 Rozsah kalibrace

Rozsah kalibrace odpovídá údajům v článku č. 1 tohoto postupu tj. pro kalibraci závitových šablon pro metrický závit, závitových šablon pro Whitworthův a trubkový závit (dále jen šablona).

8 Kontrola dodávky a příprava ke kalibraci

Dodané šablony se zkontrolují dle dodacího listu nebo jiného dokumentu vystaveného dodavatelem a porovnají s objednávkou vystavenou objednatelem (kompletnost, správnost).

Dále se provede vizuální kontrola funkčních a ostatních ploch šablon a vnějšího tvaru šablon ve složeném stavu. Funkční plochy výstupků musí být hladké, čisté, beze skvrn a ostatní plochy nesmějí mít ostré hrany. Vnější tvar šablon musí být ve složeném stavu shodný, jednotlivé listy nesmějí navzájem přechřívát a případná nestejnost nesmí být pouhým okem patrna. Celkový počet listů v soupravě šablon musí být **24** pro metrický závit a pro Whitworthův a trubkový závit **16**. Jednotlivé listy šablon musí být rovné a v soupravě v každé poloze samosvorné. Nezbytná je kontrola značení soupravy a samotných listů. Na každém listu šablony musí být zřetelně vyznačeno stoupání v mm.

Obsahem značení soupravy je:

- ochranná známka nebo značka výrobce,
- písmenová značka závitu (M nebo W),
- číslo ČSN 25 4620 nebo ČSN 25 4621 (místo celého čísla mohou být jen poslední čtyři číslice,
- místo značky ČSN může být znak vhodné velikosti podle ČSN 01 0850).

Pokud vše odpovídá požadavkům objednatele, šablony se důkladně očistí od konzervační vazelíny lékařským benzínem a otrou se lněnou utěrkou. V případě potřeby se odmagnetují, vyperou se v ultrazvukové pračce a poté se rozloží na průměrnou desku za účelem temperování před prvotní kalibrací. Pokud stav neodpovídá předem stanoveným požadavkům, objednatel provede reklamační řízení dle platné legislativy.

9 Postup kalibrace

- Vnější prohlídka šablony - u prvotní kalibrace se již neprovádí,
- příprava šablony ke kalibraci,
- měření metrologických parametrů,
- stanovení chyby u jednotlivých metrologických parametrů včetně vyjádření nejistoty měření při kalibraci,
- vyhodnocení výsledku kalibrace,
- závěr kalibrace.

9.1 Vnější prohlídka

Šablony se převezmou dle platných metrologických předpisů organizace a platných předpisů kalibrační laboratoře (ve vztahu k normě ČSN EN ISO/IEC 17025). Při převzetí se dbá na čistotu šablon a jejich celkový stav. Provede se kontrola celkového stavu, to znamená, že se zjišťují viditelné vady a mechanická poškození a dále se kontroluje předepsané značení dle příslušné normy a evidenční číslo. Při zjevném poškození se ihned držitel upozorní.

9.2 Příprava šablony ke kalibraci

- Provede se celkové očištění soupravy včetně všech listů závitových šablon lékařským benzínem,
- případně korozi napadená místa se očistí jemným lapovacím papírem,
- jsou-li na šabloně naražené hrany funkčních ploch výstupků závitu, opraví se ručně brouskem nebo lapovacím kamenem,
- šablony se opětovně očistí lékařským benzínem a lněnou utěrkou nebo v ultrazvukové pračce,
- šablony se odmagnetují a položí na průměrnou desku temperovat.

9.3 Měření metrologických parametrů

Před vlastní kalibrací se soupravy nebo jednotlivé šablony temperují na průměrné desce na referenční teplotu, viz čl. 6. Vhodné kalibrační zařízení (etalony) kalibrační laboratoř volí s ohledem na svoji vybavenost, na velikost dovolených úchylek, které se při kalibraci zjišťují a na požadovanou spjatou nejistotu měření při kalibraci.

Kontrola úchylek rozteče t (stoupání s) a úhlu $\alpha/2$:

Pro zjištění úchylek rozteče závitu a vrcholového úhlu závitu lze použít měřicího mikroskopu nebo měřicího projektoru. Pracovník provádějící měření na takovýchto zařízeních musí mít odpovídající znalosti a dovednosti pro zvládnutí jejich obsluhy. Úchylky rozteče (stoupání) se zjišťují mezi dvěma libovolnými profily u sebe ležícími na dané délce závitové šablony. Do-

volená úchylka rozteče je $\pm 0,005$ mm. Dovolené úchyly úhlu $\alpha/2$ pro jednotlivá stoupání udává příslušná norma.

9.4 Stanovení chyby u jednotlivých metrologických parametrů včetně vyjádření nejistoty měření při kalibraci

Výsledkem kalibrace je zjištění úchylek (chyb) rozteče t (stoupání s) a úhlu $\alpha/2$. Úchylka se určí jako rozdíl mezi naměřenou hodnotou rozteče t (stoupání s) nebo úhlu $\alpha/2$ a jmenovitou hodnotou rozteče t (stoupání s) a úhlu $\alpha/2$. Naměřené úchyly se zaznamenají do „Protokolu o měření“. Při použití měřicího zařízení, které je vybaveno PC, jsou úchyly vyhodnocovány speciálním softwarem. Výstupem je „Protokol o měření“ z tiskárny PC.

Vyjádření nejistoty měření při kalibraci se provádí se v souladu s dokumentem EA 4/02. Příklad výpočtu rozšířené nejistoty měření při kalibraci šablony je uveden v článku 14 tohoto postupu.

10 Vyhodnocení kalibrace

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 úchylce, vyjádří se shoda v kalibračním listě.

Musí platit: **naměřená úchylka** + $U_{k=2} < u$

Neshodu v kalibračním listě nevyjadřujeme, ale uvedeme skutečně naměřené hodnoty.

Poznámka : u je v tomto případě úchylka rozteče t nebo úhlu $\alpha/2$, nesmí být zaměněno za u , kterým se vyjadřuje nejistota měření – $u(y)$ značí kombinovanou standardní nejistotu

11 Kalibrační list

11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat tyto 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 závitové šablony,
- datum přijetí závitové šablony ke kalibraci, datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.6/05/19),
- podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- měřidla použitá při kalibraci,
- obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,

- výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření, nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací,
- jméno pracovníka, který závitovou šablonu kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

Součástí kalibračního listu je též prohlášení, že uvedené výsledky se týkají pouze kalibrované závitové šablony a kalibrační list nesmí být bez předběžného písemného souhlasu kalibrační laboratoře reprodukován jinak než celý.

11.2 Protokolování

Originál kalibračního listu se předá zadavateli kalibrace. Kopii kalibračního listu si ponechá kalibrační laboratoř a archivuje ji po dobu nejméně 5 roků současně se záznamem o měření (pracovním protokolem). Výsledky kalibrace se mohou v souladu s případnými firemními metrologickými dokumenty zanášet do evidenčních karet měřidel nebo ukládat do vhodné elektronické paměti.

11.3 Umístění kalibrační značky

Po úspěšné kalibraci se závitové šablony opatří viditelně kalibračním štítkem, na němž je uvedeno datum provedené kalibrace, číslo kalibračního listu a identifikace kalibrační laboratoře.

V případě, že je výsledek kalibrace nevyhovující, je ze závitové šablony kalibrační štítek odstraněn.

12 Péče o kalibrační postup

Originál kalibračního postupu je uložen u jeho zpracovatele, další vyhotovení jsou předána příslušným pracovníkům podle rozdělovníku (viz čl. 12.1 tohoto postupu). Všechna vydání kalibračního postupu musí podléhat režimu řízené dokumentace.

Změny, popř. revize kalibračního postupu je oprávněn provádět 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	jméno	podpis	datum

13.2 Úprava a schválení

Kalibrační postup	jméno	podpis	datum
upravil			
schválil			

13.3 Revize

strana	popis změny	zpracoval	schválil	datum

14 Stanovení nejistoty měření (příklad výpočtu)

Kalibraci soupravy závitových šablon M ČSN 25 4620, šablony roztečí $t = 2$ mm:

Provádí se měření metrologického parametru – úchylky rozteče $t = 2$ mm závitové šablony. Vlastní měření se provádí v klimatizované laboratoři nejlépe při teplotě prostředí $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Pro kalibraci se použije měřicí mikroskop. Teplotní vlivy se v tomto případě zanedbají, protože se předpokládá, že osoba pracující v laboratoři provádějící kalibraci řádně soupravu s měřicím zařízením vytemperovala a během vlastní kalibrace pečlivě sleduje průběh změny teploty, která nepřekročí za 1 hodinu $0,2\text{ °C}$ od referenční teploty 20 °C .

Zdroje standardních nejistot:

z_1 kalibrace měřicího mikroskopu - z kalibračního listu

z_2 mezní chyba měřicího mikroskopu - udává příslušný metrologický předpis

Tabulka č. 1 – Stanovení příspěvků k nejistotě

Zdroje nejistot Veličina	Meze nejistot \pm	Typ rozdělení	Standardní nejistota	Koeficient citlivosti	Příspěvek k nejistotě	
Kalibrace měřicího mikroskopu - z kalibračního listu	l_E	$U = 1$ μm	$k = 2$	0,5 μm	1	0,5 μm
Mezní chyba měřicího mikroskopu	Δl_E	0,9 μm	rovnoměrné $1/\sqrt{3}$	0,52 μm	1	0,52 μm
	$u_B = \sqrt{0,5^2 + 0,52^2} = 0,72\text{ }\mu\text{m}$					

Tabulka č. 2 – Stanovení standardní nejistoty typu A

Naměřená hodnota mm	Střední hodnota mm	Směrodatná odchylka mm	Nejistota typu A $u_A = s/\sqrt{n}$; mm
1,995 2,000	2,000	0,004	0,002 = $2\text{ }\mu\text{m}$

2,005			
-------	--	--	--

npočet měření

Kombinovaná standardní nejistota

$$u(y) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = \sqrt{2^2 + 0,72^2} = 2,13 \text{ } \mu\text{m}$$

Rozšířená nejistota, normální rozdělení a konfidenční úroveň 95 %

$$U = k \cdot u(y) = 2 \cdot 2,13 = 4,26 \text{ } \mu\text{m} \sim 5 \text{ } \mu\text{m}$$

15 Validace

Metody použité v tomto kalibračním postupu byly validovány. Doklad o validaci je uložen v České metrologické společnosti, z. s.

Upozornění

Tento kalibrační postup byl revidován a posouzen v rámci úkolu rozvoje metrologie, řešeného pro Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví pod číslem VII/2/19. Šíření a využívání tohoto kalibračního postupu nebo jeho částí jakýmkoli komerčním způsobem je nepřipustné. Tento vzorový kalibrační postup je k dispozici ke stažení zdarma na webu ČMS (www.csvts.cz/cms).

Tento kalibrační postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům a doplnila s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky kalibrace.

16 Příloha

Základní skupiny sad měrek užívaných v průmyslu

Koncové měrky

Koncové (Johanssonovy) měrky jsou kalené ocelové kvádříky se dvěma protilehlými, přesně rovnoběžnými a vybroušenými (lapovanými) stranami.

Spárové měrky

Jsou ocelové planžety, sloužící ke stanovení mezery mezi dvěma předměty v rozmezí (0,01 – 1,00) mm.

Rádiusové měrky

Rádiusové měrky jsou porovnávací měřidlo pro měření rádiusů. Mají dvojitý provedení pro vypouklý či vydutý rádius.

Závitové měrky

Závitové měrky jsou porovnávací měřidlo profilu závitu. Užívá se ke stanovení druhu závitu (metrický, Whitworthův, trubkový a další) a zejména k zjištění stoupání závitů. Tyto měrky jsou předmětem tohoto vzorového kalibračního postupu.



Obr. č. 1: Sady závitových šablon (Zdroj Wikipedie)

Nepronodějně