



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 1.1.1/20/20

ZÁVITOVÉ KALIBRY HELI-COIL

Praha

prosinec 2020

Vzorový kalibrační postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2020

Číslo úkolu: VII/1/20

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

Řešitel: Česká metrologická společnost, z.s.

© ÚNMZ, ČMS

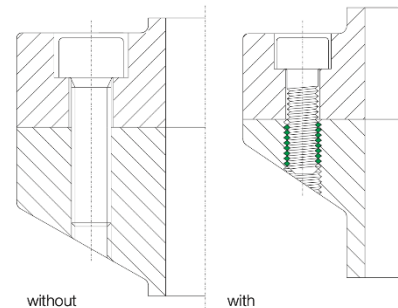
Neprodejné: Metodika je volně k dispozici na stránkách ÚNMZ a ČMS. Nesmí však být dále komerčně šířena.

1 Předmět kalibrace

Kalibrační postup se vztahuje na kalibraci mezních měřidel (mezních trnů) pro kontrolu vnitřních metrických i trubkových závitů válcových a jejich závitových vložek HELICOIL®.

Závitové vložky vytváří vysoce zatížitelná spojení v kovových materiálech nízké pevnosti. Užití především všude, kde se používají materiály s nižší pevností ve smyku (např. hliník, slitiny hliníku a hořčíku), je systém HELICOIL® nezbytný pro pancéřování závitu. K tomu patří především odvětví strojírenství, stavby investičních celků, automobilový průmysl, elektrotechnika a lékařská technika, dále pak letecká doprava a astronautika. Díky pancéřování závitu může být vyloučeno opotřebení maticového závitu dokonce i při častém používání. Vložka HELICOL slouží i pro opravu závitu ve výrobku.

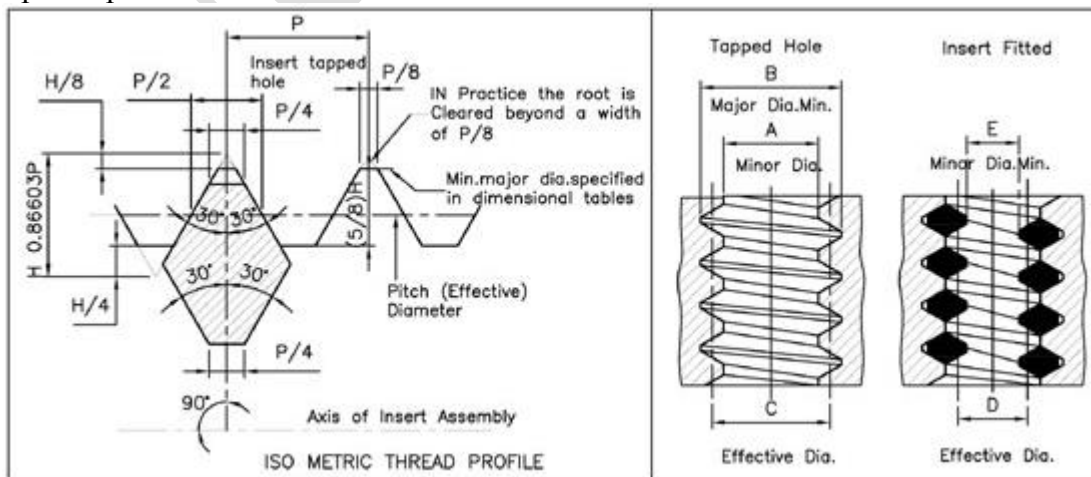
Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká jak prvotní kalibrace, resp. kalibrace v rámci vstupní kontroly měřidla (dále označované jako PK), tak i recalibrace během používání měřidla (dále označované jako RK).



Obr. č. 1: Závítová vložka HELICOIL

Obr. č. 2: Aplikace závitové vložky HELICOIL

Způsob použití:



2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN 25 4108	Měření závitů měřicími drátky	[L1]
ČSN ISO 724 (01 4013)	Metrické závity ISO pro všeobecné použití - Základní rozměry	[L2]
ČSN ISO 228-1 (01 4033)	Trubkové závity pro spoje netěsnící na závitech – Část 1: Rozměry, tolerance a označování	[L3]
ČSN ISO 228-2 (01 4033)	Trubkové závity pro spoje netěsnící na závitech – Část 2: Kontrola mezními závitovými kalibry	[L4]
ČSN ISO 965-1 (01 4314)	Metrické závity ISO pro všeobecné použití – Tolerance – Část 1: Zásady a základní data	[L5]
ČSN ISO 965-2 (01 4314)	Metrické závity ISO pro všeobecné použití – Část 2: Mezní rozměry vnějších a vnitřních závitů pro všeobecné použití – Střední jakost tolerance	[L6]
ČSN ISO 965-3 (01 4314)	Metrické závity ISO pro všeobecné použití – Tolerance – Část 3: Úchylky závitů	[L7]
DIN 8140-2:2005-08	Wire thread inserts for ISO metric screw threads – Part 2: Helical coil threads for inserts, thread tolerances.	[L8]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[L9]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[L10]
ČSN EN ISO 9001	Systémy managementu kvality - Požadavky	[L11]
ČSN EN ISO 14253-1	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Zkouška obrobků a měřidel měřením - Část 1: Pravidla rozhodování pro prokázání shody nebo neshody se specifikacemi	[L12]
ČSN EN ISO 14253-2	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Kontrola obrobků a měřicího vybavení měřením - Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výrobku	[L13]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník - Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[L14]
EA 4/02 M:2013	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[L15]
TNI POKYIN ISO/IEC 98-4	Nejistota měření – Část 4: Úloha nejistoty měření při posuzování shody	[L16]
ILAC-G8:03/2009	Měřidla k povinnému ověření a měřidla podléhající schválení typu	[L17]
BS 4377:1991	Specification for tapping of holes to receive wire thread inserts (ISO metric threads).	[L18]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci závitových kalibrů HELI-COIL je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s kalibračním postupem upraveným na konkrétní podmínky kalibrační laboratoře nebo obdobného pracoviště provádějícího kontrolu 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

Mezní závítové kalibry na vnitřní závit HELI-COIL (závitové trny) jsou měřidla s dobrou a zmetkovou stranou s funkčními rozměry stanovenými vzhledem k mezním rozměrům kontrolovaného závitu.

Kontrola závítovými trny zahrnuje souhrnné měření úchylek rozměrů (velký, střední a malý průměr, tvar profilu závitu, kruhovitost, házení středního průměru závitu vůči velkému průměru. Nestanoví podíl jednotlivých druhů úchylek, avšak zjistí, zda souhrn všech úchylek neovlivní funkci kontrolovaného závitu.

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

5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

- Sada koncových měrek, pracovní etalon minimálně 4. sekundárního řádu a 1. třídy přesnosti, navázaný na hlavní etalon organizace,
- měřicí délkoměr s příslušenstvím pro měření závitů,
- třmenový mikrometr se stojánkem (třmenový mikro-pasometr) příslušného rozsahu,
- drátky na měření závitů podle ČSN 25 4610.2,
- stojánek na měřicí drátky,
- 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,
- vlasový vlhkoměr, navázaný na etalon,
- odmagnetovací přístroj,
- lupa se zvětšením nejméně 3x,
- čisticí prostředky (čistý lékařský benzín, miska, vlasový štětec, lněná utěrka, jelenice),
- mazací a konzervační prostředky (lékárenská vazelína, hodinářský olej apod.).

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 – referenční podmínky

Kalibrace závítových kalibrů se provádí za normálních podmínek:

Teplota prostředí:	(20 ± 2) °C,
změna teploty vzduchu za 1 hodinu:	max. 1 °C,
relativní vlhkost vzduchu:	max. 75%.

Před vlastní kalibrací mají být mezní závítový trn a přístroj použitý ke kalibraci umístěny

v místnosti, kde se kalibrace provádí. Kalibrace nesmí být zahájena dříve, než měřidla dosáhnou uvedené teploty.

7 Rozsah kalibrace

Kalibrační úkony se člení na:

- Předběžnou kontrolu a přípravu závitového kalibru,
- stanovení mezí kalibru z tabulek dle rozměru a tolerance,
- kontrolu středního průměru rozměru přes drátky,
- vyhodnocení kalibrace a stanovení nejistoty měření,
- vystavení kalibračního listu,
- výrok o shodě, je-li vyžadován.

8 Kontrola dodávky a příprava

8.1 Kontrola dodávky

Při vstupní kontrole se provede posouzení typu kalibru a počet dodaných ke kalibraci. Počet a typ kalibrů se porovná s údaji na objednávce, nebo podle dodacího listu a zaeviduje se přijetí ke kalibraci. Závítové kalibry předložené ke kalibraci musí být uživatelem označeno evidenčním číslem. Kontroluje se, zda označení závitových kalibrů evidenčním číslem odpovídá údajům v objednávce. Případné nesrovnalosti se řeší s objednatelem kalibrace. (PK, RK)

8.2 Čištění a předběžná kontrola

Kontroluje se celkový stav a funkčnost závitového kalibru. Zjišťuje se, zda závitový trn nemá viditelné závady (uvolněný trn v držáku, stopy koroze na funkčních plochách, vyštípnutá nebo zdeformovaná část závitu, nečitelný popis). Sejmutí značek, kterými bylo měřidlo opatřeno při předchozí kalibraci

V případě vážných nesrovnalostí se kalibrace zamítne a závitový trn se vrátí objednateli.

8.3 Příprava měřidla

Provede se případná oprava lehce poškozených částí závitu., očištění a odmaštění měřidla pomocí kartáče a technického benzínu.

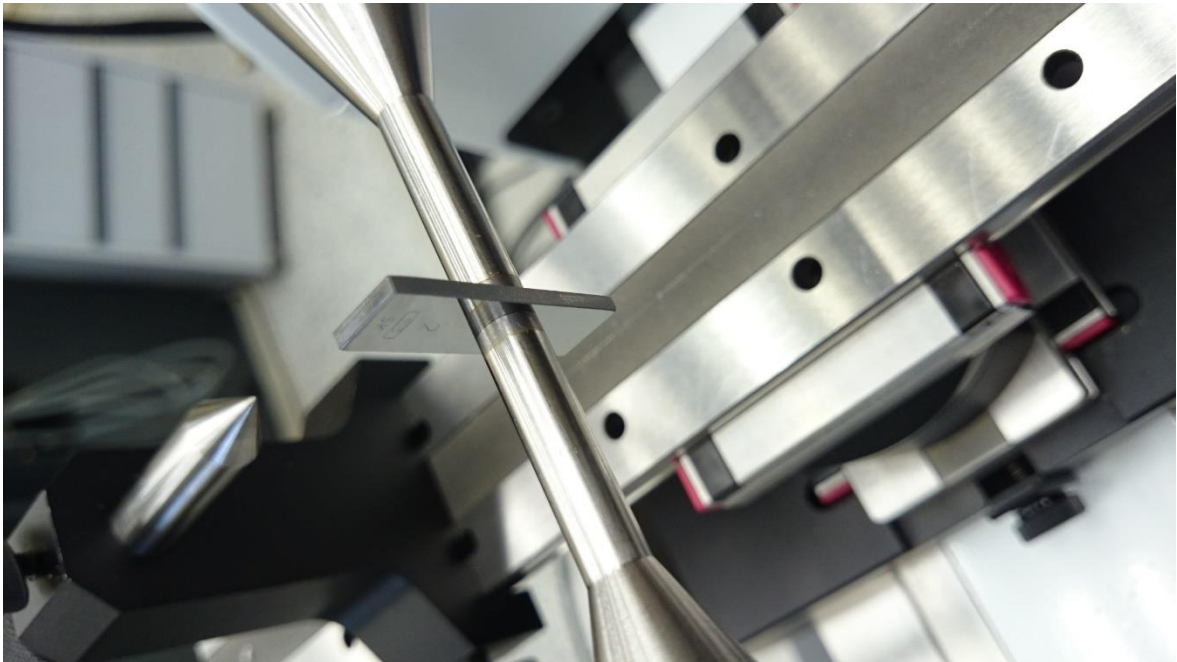
Před měřením se závitový trn teplotně stabilizuje v prostředí laboratoře po dobu přibližně 1 h v blízkosti měřené prostoru délkoměru nebo stojánku s mikrometrem. (PK, RK)

9 Postup kalibrace

9.1 Zařízení na kalibraci závitových kalibrů

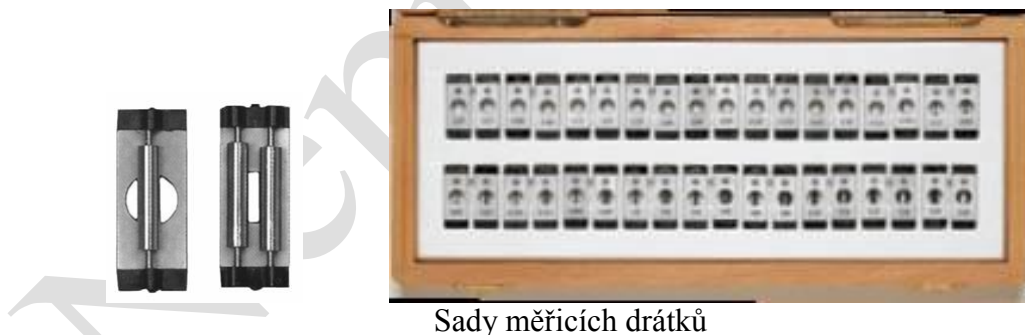
Kalibrace závitových kalibrů zahrnuje sled operací od nastavení měřicího zařízení, měření, vyhodnocení a zpětné kontrolní měření. Kalibrace se provádí zpravidla na laboratorních délkoměrech (alternativně pomocí třmenového mikrometru nebo třmenového mikro-

pasametry) v ustálených podmínkách s teplotou blízkou 20°C.



Prvotní nastavení délkoměru s prodlužovacími kontakty.

Na začátku kalibrace se nastaví na délkoměru měřicí síla 2,5N. Nastaví se na etalonové měřce hodnota etalonu pro měření a zkontroluje se rovnoběžnost prodloužených kontaktů. Pro kalibraci se používají prodlužující kontakty s možností nasazení měřících drátků v držáku pro měření rozměru středního průměru přes drátky – Md_2 .

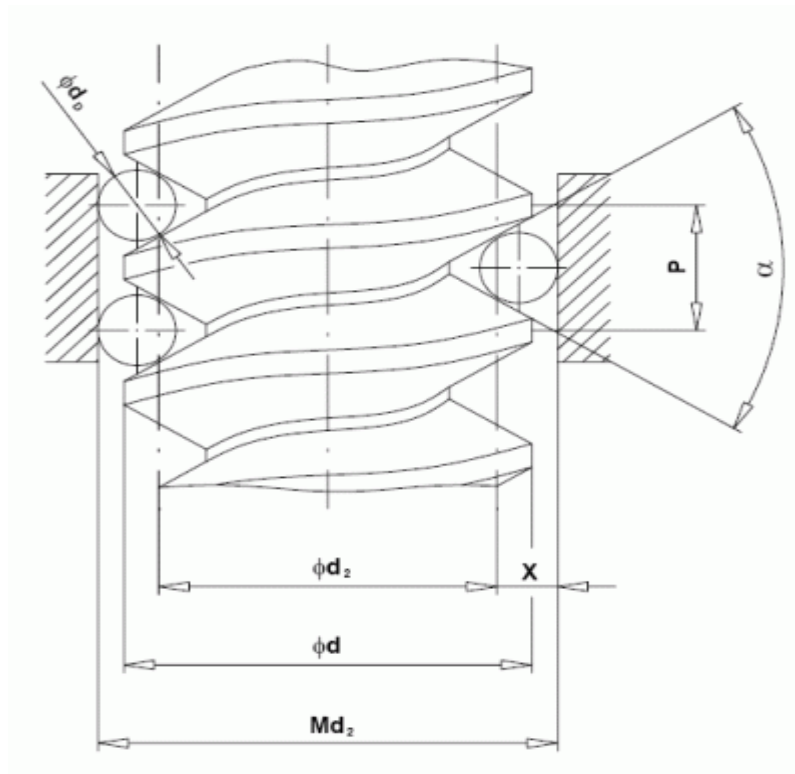


Sady měřících drátků

Dle stoupání závitu se použijí vhodné drátky pro měření středního průměru závitového trnu dobré i zmetkové části. Protokolu je se rozměr středního průměru přes drátky.

9.2 Kalibrace a měření závitového trnu

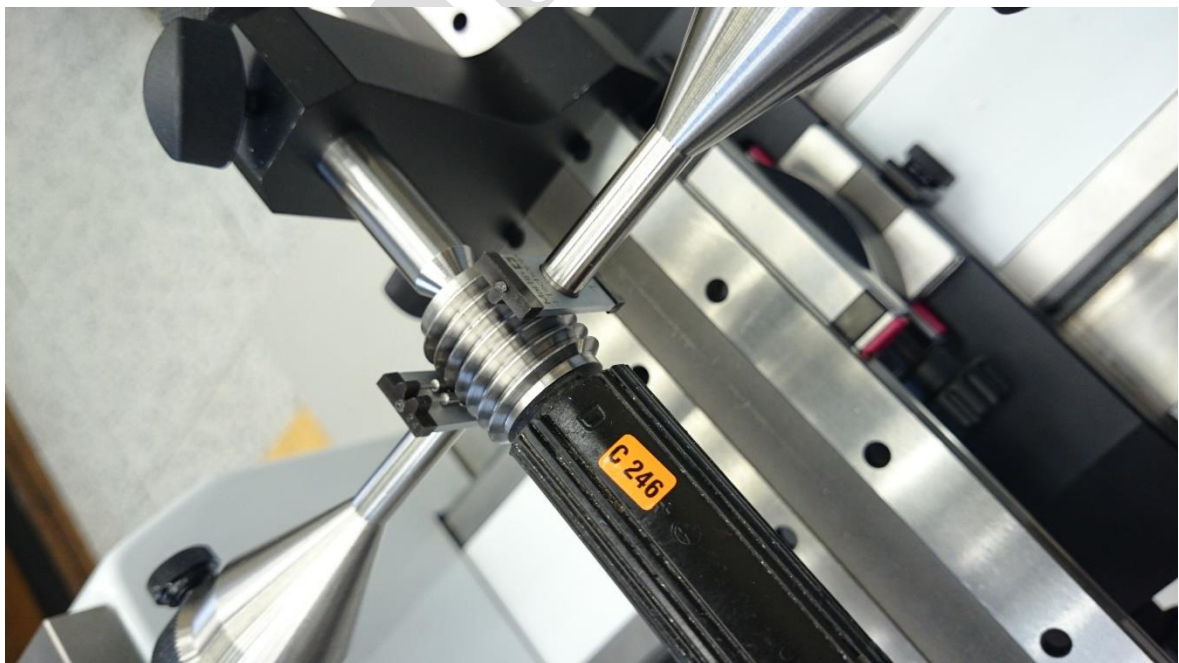
Rozměr středního průměru závitového trnu Md_2 se měří pomocí drátků dle daného stoupání. Místa měření se volí optimálně, aby se pokryl celý profil závitu na počátku, ve středu a na konci závitového trnu. Závitový trn se současně při měření v jednotlivých bodech pootáčí po obvodu závitového kalibru.



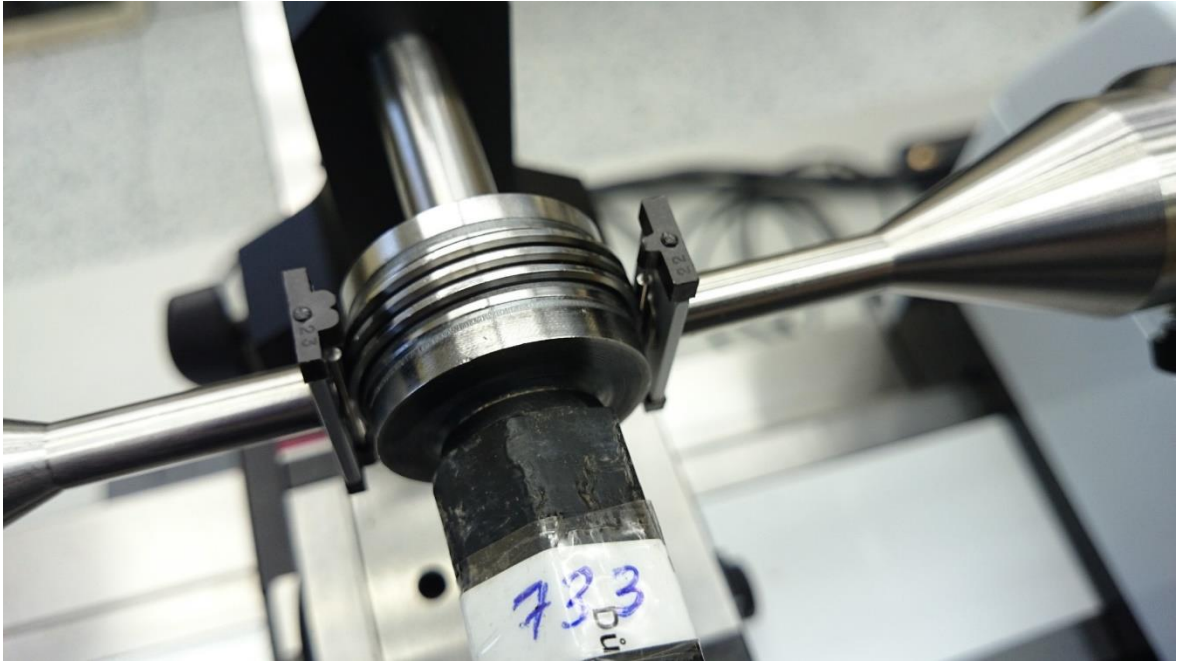
Měření středního průměru pomocí měřicích drátků.

Pokud při měření zjistíme v krajních místech kalibru, že došlo k nadměrnému opotřebení vlivem používání, je nutné kalibr vyřadit.

Doporučení: proškolení uživatele měřidla o správném používání závitových kalibrů ke kontrole vnitřních závitů.



Měření středního průměru dobrého závitového trnu.



Měření středního průměru zmetkového závítového trnu.

10 Vyhodnocení kalibrace

10.1 Vyhodnocení výsledků kalibrace

Z naměřených hodnot na počátku, ve středu a na konci délky závítového trnu se vypočítá střední hodnota středního průměru přes drátky Md_2 a hodnota se zaokrouhlí na tisíciny milimetru. Pokud některé z těchto tří měření není v toleranci (např. opotřebené krajní závity), je to důvod k vyřazení kalibru.

Pokud všechna měření vyhovují, určí se konečný výsledek jako střední hodnota z těchto měření a zaokrouhlí na tisíciny milimetru. Počet měření na závítovém trnu se volí optimálně pro pokrytí celé délky závitu tak i průměru.

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 pro 95% $k = 2$ se porovnají s celkovými dovolenými chybami.

Pokud je vyžadováno vyhodnocení kalibrace do kalibračního listu, uvádí se výrok o shodě dle pravidel ILAC-G8:09/2019, ve shodě s normou ČSN EN ISO/IEC 17025 a TNI 01 4109-4. V případě kdy výsledek a nejistota přesahuje dovolenou mez, výrok o shodě/neshodě uvádíme se zohledněním rizika dohodnutým s uživatelem měřidla bez přihlídnutí k nejistotě měření.

Příklady vyhodnocení měření závítového kalibru:

M6 - 5H - HELI-COIL Strana dobrá:	Tolerance míry přes drátky Ø 0,62 mm podle DIN 8140-2	<input type="checkbox"/> Výrobní tolerance <input type="checkbox"/> Dovolené opotřebení <input type="checkbox"/> Nadměrné opotřebení		Střední naměřená hodnota mm	Rozšířená nejistota měření mm
Horní výrobní mez:	7,656			7,654	0,003
Dolní výrobní mez:	7,647				
Mez opotřebení:	7,639				

M6 - 5H - HELI-COIL Strana zmetková	Tolerance míry přes drátky Ø 0,62 mm podle DIN 8140-2	<input type="checkbox"/> Výrobní tolerance <input type="checkbox"/> Dovolené opotřebení <input type="checkbox"/> Nadměrné opotřebení		Střední naměřená hodnota mm	Rozšířená nejistota měření mm
Horní výrobní mez:	7,747			7,745	0,003
Dolní výrobní mez:	7,738				
Mez opotřebení:	7,732				

Grafické hodnocení střední měřené hodnoty s vnesením nejistoty měření pro dobrou a zmetkovou stranu závítového kalibru.

10.2 Postup v případě neshody

V případě, že kalibrovaný mezní závítový trn nevyhoví požadavkům, uvedeným v čl. 8.1; 10.1, zaznamená to kalibrační laboratoř do dokumentace měřidla, nebo kalibračního listu a předá zadavateli kalibrace nevyhovující měřidlo odděleně od měřidel vyhovujících.

Pokud při měření v krajních místech dochází k nadměrnému opotřebení, je nutné kalibr vyřadit z používání.

Doporučení: proškolení uživatele měřidla o správném používání závítových kalibrů ke kontrole vnitřních závítů.

M6 - 5H - HELI-COIL Strana dobrá:	Tolerance míry přes drátky Ø 0,62 mm podle DIN 8140-2	<input type="checkbox"/> Výrobní tolerance <input type="checkbox"/> Dovolené opotřebení <input type="checkbox"/> Nadměrné opotřebení		Střední naměřená hodnota mm	Rozšířená nejistota měření mm
Horní výrobní mez:	7,656			7,648	0,012
Dolní výrobní mez:	7,647				
Mez opotřebení:	7,639				

Nadměrně opotřebovaný počátek dobré strany závítového kalibru.

M6 - 5H - HELI-COIL Strana zmetková	Tolerance míry přes drátky Ø 0,62 mm podle DIN 8140-2	<input type="checkbox"/> Výrobní tolerance <input type="checkbox"/> Dovolené opotřebení <input type="checkbox"/> Nadměrné opotřebení		Střední naměřená hodnota mm	Rozšířená nejistota měření mm
Horní výrobní mez:	7,747			7,730	0,004
Dolní výrobní mez:	7,738				
Mez opotřebení:	7,732				

Nadměrně opotřebovaná zmetková strana závítového kalibru.

11 Kalibrační list

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 závítového kalibru,
- e) datum přijetí závítového kalibru ke kalibraci, datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- f) určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.1/20/20),
- g) podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- h) zařízení a pracovní etalony použité 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 prováděl kalibraci, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, který kalibraci schválil, razítko kalibrační laboratoře.

Pokud je se uzavřena dohoda dle normy 17025 kap. 7.1.3, uvede laboratoř i výrok o shodě/neshodě s požadavky normy nebo zvolenými mezemi zákazníka dle dohodnutého pravidla hodnocení k přihlídnutí míře rizika chybného rozhodnutí s ohledem na nejistotu měření.

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 stavu v jakém byl přijat, Déle že 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 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 kalibrovaný závítový trn 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 při kalibraci (příklad)

14.1 Stanovení nejistoty kalibrace závítového trnu pomocí třmenového mikrometru

Závítový trn se kalibruje měřením přes drátky pomocí digitálního třmenového mikrometru. Mikrometr s rozsahem 25 mm. Drátky vyhovují stupni přesnosti II podle ČSN 25 4610.

Uvažuje se normální teplota prostředí $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. a normální součinitel délkové teplotní roztažnosti $\alpha = 11,5 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$. Podle uvedeného postupu se provede $n = 9$ měření, ze kterých se určí střední hodnota míry přes drátky a směrodatná odchylka S .

Nejistota z opakovaných měření se určí ze vztahu:

$$u_A = S / \sqrt{n} = S / 3$$

Při výpočtu nejistoty uvažujeme pro jednoduchost metrický profil závitu. Výchozí rovnice má tento zjednodušený tvar:

$$D_2 = M_d - 3 \cdot D_d + K + \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

kde:

D_2	střední průměr závitu
M_d	míra přes drátky
D_d	jmenovitý průměr drátku
K	korekce (všeho druhu)
Δt	odchylka od normální teploty
α	součinitel délkové roztažnosti
L	měřicí rozsah mikrometru (největší rozsah měření)

Veličina	Meze nejistot	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Koeficient	Příspěvek k nejistotě
Nejistota z opakovaných měření $u_A = 0,95 \mu\text{m}$	u_A 0,95 μm	norm. $k = 1$	0,95 μm	1	0,95 μm
Měřicí zařízení – digitální mikrometr - mezní odchylka 2 μm	M_d 2 μm	rovnom. $\sqrt{3}$	1,15 μm	1	1,15 μm
Drátky na závity – mezní odchylka – 0,5 μm	D_d 0,5 μm	rovnom. $\sqrt{3}$	0,29 μm	2	0,58 μm
Korekce na všechny vlivy - asi 3 μm do nejistoty je zahrnuta odhadem 1/3	K 1 μm	rovnom. $\sqrt{3}$	0,58 μm	1	0,58 μm
Odchylka od normální teploty $\pm 2^\circ\text{C}$ Měřicí rozsah mikrometru $L = 0,025 \text{ m}$ Teplotní součinitel $\alpha = 11,5 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$	Δt 2 $^\circ\text{C}$	rovnom. $\sqrt{3}$	1,15 $^\circ\text{C}$	$\alpha \cdot L = 0,29 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$	0,33 μm
Výsledná míra přes drátky	M_d	Nejistota kalibrace u pro $k = 1$			1,48 μm
		Rozšířená nejistota kalibrace U pro $k = 2$			2,97 μm

Při zaokrouhlování na tisíce milimetru je rozšířená nejistota měření $U = 0,004 \text{ mm}$

15 Validace

Kalibrační metody podléhají validaci v souladu s normou ČSN EN ISO/IEC 17025 čl. 7.2.2. 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).