



Česká metrologická společnost, z.s.

Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1

tel: 221 082 254

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.spolky-csvts.cz/cms

Kalibrační postup

KP 1.1.6/08/25

MIKROMETR S PRIZMATICKÝMI DOTEKY

(PRO MĚŘENÍ ZÁVITNÍKŮ S LICHÝMI DRÁŽKAMI)

Praha
Říjen 2025

Vzorový kalibrační postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2025

Číslo úkolu: PRM/VII/2/25

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

Řešitel: Česká metrologická společnost, z. s.

Zpracoval: Ing. Richard Silovský, revize 1

© 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 mikrometrů s prizmatickými doteky, určených pro měření závitníků s lichým počtem drážek (tři nebo pět). V dalším textu jsou tato zařízení označována jako „mikrometry“. Postup platí pro mikrometry se stupnicí s dělením 0,01 mm i pro mikrometry s číslíkovým krokem 0,001 mm.

Mikrometry jsou vyráběny se dvěma základními prizmatickými úhly:

- **60°** pro měření závitníků se třemi drážkami,
- **108°** pro měření závitníků s pěti drážkami.

Stoupání mikrometrického vřetene je 0,75 mm u mikrometrů s prizmatickým úhlem 60° a 0,559 mm u mikrometrů s prizmatickým úhlem 108°.

Provedení prizmatických měřicích ploch a měřicí rozsahy mikrometrů se liší podle rozlišení stupnice:

- **Mikrometry s dělením stupnice 0,01 mm:**
 - provedení s drážkami pro úhel 60°: rozsahy 1–15 mm a 10–25 mm,
 - provedení bez drážek pro úhel 60°: rozsahy 1–15 mm, 2,3–25 mm, 10–25 mm a 25–40 mm,
 - provedení s drážkami pro úhel 108°: rozsah 5–25 mm,
 - provedení bez drážek pro úhel 108°: rozsahy 2,3–25 mm, 5–25 mm a 25–45 mm.
- **Mikrometry s číslíkovým krokem 0,001 mm:**
 - provedení s drážkami pro úhel 60°: rozsahy 1–15 mm a 10–25 mm,
 - provedení bez drážek pro úhel 60°: rozsahy 1–15 mm, 10–25 mm a 25–40 mm.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká jak prvotní kalibrace v dané organizaci (např. při vstupní kontrole mikrometrů), (označované jako PK), tak i pro rekalibraci během používání mikrometru (dále označované jako RK).

2. Související normy a metrologické předpisy

ČSN EN ISO 3611:2023	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rozměrové měřicí vybavení - Konstrukce a metrologické charakteristiky mikrometrů pro vnější měření
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)
ČSN EN ISO 9001:2016 oprava Opr.1:2018	Systémy managementu jakosti – Požadavky
ČSN EN ISO 10012 :2003	Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení.
ČSN EN ISO/IEC 17025 :2018	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří
EA 4/02 M:2022	Vyhodnocení nejistoty měření při kalibraci
ILAC-G8:09/2019	Pokyny pro použití rozhodovacích pravidel a uvádění výroků o shodě.

EA 4/07
DIN 863-1:2017-02 Teil 1

Návaznost měřicího a zkušebního zařízení na státní etalony.
Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Messschrauben –
Teil 1: Bügelmessschrauben; Grenzwerte für Messabweichungen

VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt
10.1:2001-11

Inspection of measuring and test equipment – Test instructions for micrometers

3. Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci mikrometrů 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

Třmenový mikrometr (ve smyslu tohoto kalibračního postupu) je měřicí přístroj vybavený mikrometrickým šroubem, zařízením k vymezení stálé měřicí síly a ustavovacím ústrojím k zajištění mikrometrického šroubu.



Chyba měření je algebraický rozdíl mezi indikovanou hodnotou mikrometru a pravou (referenční) hodnotou měřené veličiny stanovenou etalonem.

Chyba indikace je rozdíl mezi hodnotou odečtenou na mikrometru (kombinace hlavní stupnice na pouzdru a stupnice na bubínku) a odpovídající hodnotou určenou etalonem. Maximální chyba indikace je největší zjištěná odchylka v celém měřicím rozsahu mikrometru.

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

PK – prvotní kalibrace; RK – rekaliibrace

5. Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

Poznámka: Všechna použitá měřidla a měřicí prostředky musí být navázána na vhodný etalon a musí mít platnou dobu kalibrace.

Pro kalibraci mikrometrů s prizmatickými doteky se používají zejména:

- sada přesných měřicích trnů (etalonů) o průměrech 1,0 mm; 2,3 mm; 2,5 mm; 5,1 mm; 7,7 mm; 10,0 mm; 10,3 mm; 12,9 mm; 15,0 mm; 17,6 mm; 20,2 mm; 22,8 mm; 25,0 mm; 27,6 mm; 30,2 mm; 32,8 mm; 35,4 mm; 38,0 mm; 40,6 mm; 43,2 mm; 45,0 mm (tolerance $\pm 1 \mu\text{m}$),
- stojánek na třmenové mikrometry,
- interferenční sklo $\varnothing$ 25 mm, jmenovitý rozměr 11 mm,
- kontrolní stanice pro měření úchylek tvaru a polohy,
- nožové pravítko,
- sada úhlových měrek (33 kusů, 39 úhlů),
- univerzální délkoměr s rozlišením lepším než $1 \mu\text{m}$,
- souřadnicový měřicí stroj,
- univerzální mikroskop,
- siloměr do 20 N (např. MKP 1500, HALDEX Švédsko apod.),
- teploměr s měřicím rozsahem 16–26 °C a dílkem stupnice max. 0,2 °C,
- žulová deska,
- vlhkoměr, nejlépe se záznamem,
- lupa se zvětšením min. 3 $\times$,
- odmagnetovací přístroj,
- šroubováky různých šířek (0,9–3,5 mm),
- čisticí prostředky (čistý lékařský benzín, miska, vlasový štětec, lněná utěrka, jelenice),
- lapovací destička, lapovací prášek a petrolej,
- mazací a konzervační prostředky (lékárenská vazelína, hodinářský olej apod.).

6. Obecné podmínky kalibrace

Kalibrace mikrometrů se provádí za těchto referenčních podmínek:

- Teplota prostředí: $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$,
- Teplotní rozdíl mezi etalonem a kalibrovaným mikrometrem max. 0,5 °C,
- Relativní vlhkost vzduchu max 75% RH

Před vlastní kalibrací musí být kalibrovaný mikrometr a příslušný etalon umístěn v laboratoři na průměrné žulové desce v takovém časovém intervalu, ve kterém dojde k vyrovnání teplot mezi mikrometrem a etalonem na referenční teplotu v požadované toleranci, kterou laboratoř garantuje.

Teplota kalibrovaného mikrometru, etalonů a prostředí se měří před zahájením kalibrace, po jejím skončení a podle potřeby i v průběhu měření.

Relativní vlhkost vzduchu se změří vlhkoměrem před zahájením kalibrace za účelem prokázání splnění podmínek prostředí dle ČSN EN ISO/IEC 17025. Vliv vlhkosti na výsledek kalibrace mikrometru je při dodržení těchto podmínek zanedbatelný.

7. Rozsah kalibrace

- předběžná kontrola a případná úprava mikrometru (viz čl. 8),
- kontrola dodávky při vstupní kontrole (viz čl. 8.1),
- vzhledová kontrola mikrometru (viz čl. 9.2),
- funkční kontrola mikrometru (viz čl. 9.3),
- měření metrologických parametrů mikrometru (viz čl. 9.4).

8. Kontrola dodávky a příprava při kalibraci

8.1 Kontrola dodávky mikrometru předloženého ke kalibraci

Před zahájením kalibrace se ověří dodávka mikrometru podle objednávky nebo dodacího listu. Každý mikrometr musí být označen evidenčním číslem a podroben vizuální kontrole. Ověřise úplnost dodávky a příslušenství, zda mikrometr není mechanicky poškozen nebo zkorodován. Mikrometr nesmí mít poškozený třmen, bubínek, hlavní stupnici ani měřicí plochy. Mikrometry, které nevyhovují těmto požadavkům, se vracejí zadavateli k opravě nebo k vyřazení. Vyhovující mikrometry se zaevidují a převezmou ke kalibraci.

(PK, RK)

8.2 Čištění a předběžná kontrola mikrometru

Před kalibrací se mikrometr očistí lékařským benzínem a jemnou utěrkou. Měřicí plochy musí být bez rýh, vyštípnutí nebo jiných vad. Ověří se čitelnost stupnice na hlavním pouzdru i na bubínku a plynulost chodu mikrometrického šroubu. Mechanismus k vymezení měřicí síly musí pracovat spolehlivě a nesmí docházet k samovolnému posuvu.

(PK, RK)

8.3 Příprava mikrometru ke kalibraci

Pokud jsou měřicí plochy lehce znečištěné nebo zoxidované, provede se jejich šetrné vyčištění a případné přeleštění. Mikrometr se před kalibrací uloží v měřicí laboratoři společně s etalonem a přípravky na dobu potřebnou k teplotní stabilizaci. Teplota mikrometru, etalonů a prostředí musí být vyrovnána v souladu s požadavky kapitoly 6 tak, aby rozdíly teplot neovlivnily výsledek kalibrace. Obsluha zajistí, aby při manipulaci nedošlo k ohřevu mikrometru.

Při rekaliibraci se dále ověřuje označení mikrometru evidenčním číslem porovnáním s evidenčním listem nebo jiným dokladem a kontroluje se výrobní značení, zda odpovídá deklarovaným technickým parametrům.

(Pouze RK)

9. Postup kalibrace

9.1 Kontrola dodávky při vstupní kontrole

Při prvotní kalibraci se ověří počet, typ a provedení mikrometrů a úplnost jejich příslušenství podle objednávky nebo dodacího listu.

(Pouze PK)

Současně se provádějí i kroky uvedené v čl. 9.2, 9.3 a 9.4

9.2 Vzhledová kontrola mikrometru

Stupnice mikrometru musí být v celém rozsahu dobře čitelná. Čárky a číslice se kontrolují prostým okem. Povrch měřicích ploch mikrometru a nastavovacích měrek se kontroluje lupou; nesmí být poškrábány, vyštípnuty ani jinak poškozeny.

(PK, RK)

9.3 Funkční kontrola mikrometru

- chod mikrometrického šroubu musí být v celém rozsahu plynulý a bez znatelné vůle,
- bubínek se nesmí při otáčení vychylovat ani zachytávat o pouzdro (trubku), mezi bubínkem a pouzdrům musí být předepsaná vůle,
- při zajištění mikrometrického vřetene se nesmí změnit vzdálenost měřicích ploch o více než 2 μm ,
- zařízení k vymezení stálé měřicí síly musí pracovat spolehlivě a nesmí docházet k samovolnému posuvu,
- po odjištění ustavovacího zařízení se musí mikrometrický šroub otáčet rovnoměrně vlivem tohoto zařízení.

(PK, RK)

9.4 Měření metrologických parametrů mikrometru

9.4.1 Příprava měření

Před zahájením měření se měřicí doteky mikrometru pečlivě očistí, aby se odstranily nečistoty a současně identifikovala případná poškození. Konečné očištění se provede jelenicí.

(PK, RK)

9.4.2 Měření rovinnosti měřicích ploch

Rovinnost měřicích ploch mikrometru se kontroluje interferenčním sklem a vyhodnocuje se podle interferenčních proužků. Skleněná měrka se postupně přikládá k měřicí ploše vřetena a k prizmatickým dotekům tak, aby počet viditelných proužků byl co nejmenší. Pro lepší zřetelnost se může použít monochromatický zdroj světla.

Úchylka rovinnosti měřicích ploch musí být menší než 1 μm , tj. na ploše se nesmí objevit více než čtyři interferenční proužky téže barvy. U prizmatických doteků je z důvodu obtížnosti této zkoušky vhodnější kontrola na stanici pro měření úchylek tvaru a polohy, případně nožovým pravítkem.

(PK, RK; u prizmatických doteků pouze RK)

9.4.3 Měření prizmatického úhlu

Prizmatický úhel se u mikrometrů s většími rozsahy kontroluje sadou úhlových měrek. Úhlová měrka, případně složená sada měrek na hodnotu odpovídající jmenovitému prizmatickému úhlu, se vloží mezi měřicí plochu prizmatického doteku a měřicí plochu vřetena. Pomocí zařízení k vymezení měřicí síly se vyvozuje přítlak tak, aby se měrky mezi doteky ustavily v pracovní poloze. Vizuálně se následně kontroluje průsvit mezi plochou úhlové měrky a plochou prizmatického doteku. Hodnocení se provádí tak, že průsvit nesmí být patrný, případně musí odpovídat mezím stanoveným výrobcem mikrometru.

U mikrometrů s menšími měřicími rozsahy nelze sadu úhlových měrek použít, protože se měrky mezi dotek a vřeteno nevejdou. V těchto případech se měření prizmatického úhlu provádí na univerzálním mikroskopu nebo na souřadnicovém měřicím stroji. Tyto přístroje umožňují přímé geometrické měření úhlu se srovnatelnou nebo vyšší přesností než metoda s úhlovými měrkami.

Měření prizmatického úhlu se provádí při prvotní kalibraci mikrometru a dále vždy po opravě nebo výměně měřicích ploch.

(PK a po každé opravě měřicích ploch)

9.4.4 Kontrola měřicí síly

Měřicí síla se vyvodí zařízením integrovaným v mikrometru (ráčnou, třecí spojkou nebo jiným mechanismem) a její velikost se změří vhodným siloměrem. Síla působící mezi měřicími plochami musí být v rozsahu 5 N až 15 N, není-li zadavatelem stanoveno jinak. V celém měřicím rozsahu mikrometru má být měřicí síla přibližně konstantní. V případě odchylky je nutné mechanismus pro vymezení měřicí síly seřídit nebo opravit.

(PK, RK)

9.4.5 Zjištění chyby nastavovacích měrek

Nastavovací měrky používané ke kontrole a justování mikrometrů se ověří na univerzálním délkoměru, kde se určí jejich jmenovité průměry. Úchyly tvaru se zjišťují na stanici pro měření úchylek tvaru a polohy. Výrobci mikrometrů obvykle uvádějí dovolenou úchytku průměru nastavovacích měrek 1 μm , která se považuje za mezní požadavek. Měrky nevyhovující této hodnotě se vyřazují nebo opravují.

(PK, RK)

9.4.6 Kontrola nulového nastavení

Na dolní mezi měřicího rozsahu se ověří nulové nastavení mikrometru. Postupuje se tak, že se mezi měřicí plochy vloží příslušná nastavovací měrka nebo se doteky mikrometru přiloží přímo k sobě (podle konstrukce přístroje). Odečet musí odpovídat hodnotě nula s tolerancí $\pm 2 \mu\text{m}$. Pokud se tato podmínka nesplní, mikrometr se seřídí prostřednictvím nastavovací měrky a seřizovacího zařízení. Po seřízení se kontrola nuly zopakuje

(PK, RK)

9.4.7. Kontrola deformace třmenu

Kontrola deformace třmenu se u mikrometrů s prizmatickými doteky s měřicím rozsahem do 45 mm neprovádí, protože vliv deformace třmenu na výsledek měření v tomto rozsahu je zanedbatelný.

(PK)

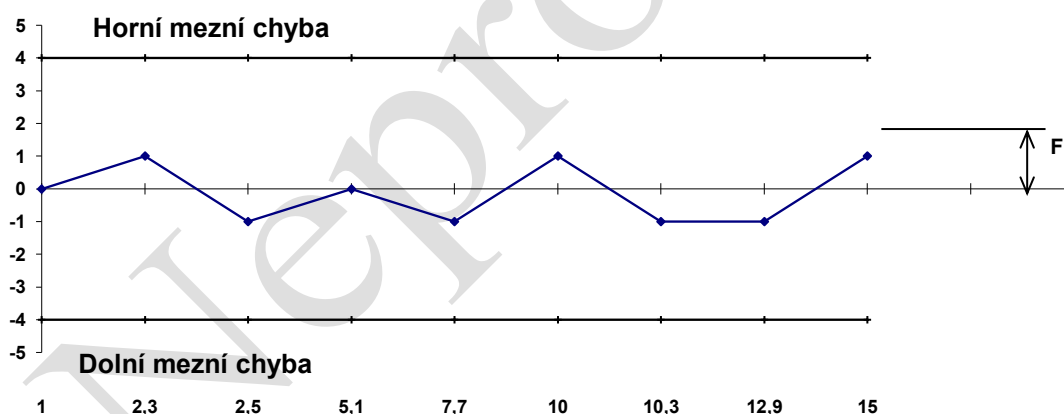
9.4.8 Chyba měření v každém bodu měřicího rozsahu

Úchylka chodu mikrometrického šroubu se kontroluje pomocí sady přesných měřicích trnů, které pokrývají celý měřicí rozsah mikrometru. Trny se volí tak, aby byly rovnoměrně rozloženy po rozsahu a aby umožňovaly ověřit správnou funkci i v kritických bodech. Pro mikrometr s prizmatickým úhlem 60° , měřicím rozsahem (1–15) mm a dělením stupnice 0,01 mm se například použijí trny o průměrech 1,0 mm; 2,3 mm; 2,5 mm; 5,1 mm; 7,7 mm; 10,0 mm; 10,3 mm; 12,9 mm a 15,0 mm.

Každý trn se změří zkoušeným mikrometrem a údaj se porovná s jeho jmenovitou hodnotou. Rozdíl mezi etalonem a indikací mikrometru představuje chybu indikace. Naměřené odchylky se zaznamenávají do tabulky nebo grafu. Doporučuje se odečíst s odhadem na desetinu dílku stupnice (tj. 0,001 mm u mikrometru s rozlišením 0,01 mm).

Tab. 1: Tabulka naměřených úchylek v celém měřicím rozsahu (1-15) mm

Jmenovitá hodnota měřky [mm]	1	2,3	2,5	5,1	7,7	10	10,3	12,9	15
Naměřená úchylka [μm]	0	+1	-1	0	-1	+1	-1	-1	+1



Největší zjištěná úchylka F musí být v absolutní hodnotě menší nebo rovna největší dovolené chybě F_{max} . Aktuální vydání ČSN EN ISO 3611:2023 hodnoty F_{max} neuvádí. Pro účely tohoto kalibračního postupu se proto přebírají z předchozího vydání ČSN ISO 3611, případně z normy DIN 863-1:2017-02, popř. z technické dokumentace výrobce mikrometru. Pokud není stanoveno jinak, považuje se za rozhodující hodnotu $\pm 4 \mu\text{m}$ pro mikrometry s měřicím rozsahem do 50 mm.

Poznámka: Technické katalogy výrobců (např. Mitutoyo, Mahr, Tesa) zpravidla přebírají mezní chyby uvedené v příslušných normách (DIN 863-1, dřívější ISO 3611). Pokud výrobce specifikuje odlišné nebo přísnější hodnoty, použijí se při kalibraci tyto hodnoty.

10. Vyhodnocení kalibrace

10.1 Postup vyhodnocení

Naměřené hodnoty, tj. odchylky od jmenovitých rozměrů etalonů, se zapisují do záznamu o kalibraci a následně do kalibračního listu. Každá odchylka se vyhodnocuje spolu s rozšířenou nejistotou měření U , stanovenou pro koeficient rozšíření $k = 2$, což odpovídá přibližně 95% hladině spolehlivosti.

Vyhodnocení spočívá v porovnání zjištěné odchylky zvětšené o rozšířenou nejistotu měření s největší dovolenou chybou $F_{\max}$. Pokud je tato hodnota menší nebo rovna $F_{\max}$, je výsledek považován za vyhovující. Pokud je větší než $F_{\max}$, je mikrometr považován za nevyhovující.

Největší dovolená chyba $F_{\max}$ se stanovuje podle čl. 9.4.8 tohoto postupu. Pokud zákazník nestanoví jiné požadavky, použijí se hodnoty uvedené v předchozím vydání ČSN ISO 3611, případně v normě DIN 863-1:2017-02 nebo v technické dokumentaci výrobce. Pro mikrometry s měřicím rozsahem do 50 mm je touto hodnotou $\pm 4 \mu\text{m}$.

Poznámka: Pro měření, která nemohou ovlivnit kvalitu výrobků ani výrobního procesu, může organizace používat třmenové mikrometry s omezeným použitím. Tato kategorie musí být vymezena v příslušném organizačním předpisu (např. Řád podnikové metrologie). Největší dovolené chyby mikrometrů s omezeným použitím stanoví organizace a tato měřidla musí být zřetelně označena, aby se předešlo jejich nesprávnému použití.

10.2 Postup v případě neshody

Pokud kalibrovaný mikrometr nevyhoví požadavkům uvedeným v čl. 9.4, může vedoucí kalibrační laboratoře navrhnout jeho přerazení do skupiny měřidel s omezeným použitím, doporučit jeho opravu, nebo navrhnout jeho vyřazení.

11. Kalibrační list, označení mikrometr s prizmatickými doteky

11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat minimálně následující 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 kalibrovaného mikrometru,
- e) datum přijetí měřicího mikrometru 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 1.1.6/08/25).
- g) podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- h) měřidla použita při kalibraci,

- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (pracovní 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 mikrometr kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka který schválil kalibrační list, razítko kalibrační laboratoře.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede číslo laboratoře a odkaz na osvědčení o akreditaci. Součástí kalibračního listu je také prohlášení, že uvedené výsledky se týkají pouze kalibrovaného předmětu a že kalibrační list nesmí být bez předběžného písemného souhlasu kalibrační laboratoře publikován jinak než celý (viz EA-4/02 M:2022)

Pokud největší naměřená chyba včetně rozšířené nejistoty měření je v absolutní hodnotě menší než dovolená chyba stanovená výrobcem nebo zákazníkem, lze v kalibračním listu uvést shodu s tímto požadavkem. Tento výrok o shodě musí být formulován v souladu s **ILAC G8:09/2019** a musí obsahovat odkaz na použítá rozhodovací pravidla (decision rules).

Výrok o shodě:

Naměřené hodnoty vyhovují specifikaci ve shodě s normou / s požadavky zákazníka.

Pro výrok o shodě **byla zohledněna nejistota měření** při kalibraci uvedená v tomto kalibračním listu s pravděpodobností pokrytí 95 % ($k = 2$). Zákazník a laboratoř sdílejí rizika spojená s chybným rozhodnutím v souladu s ILAC G8:09/2019, kap. 4.2.2 (binární výrok s ochranným pásmem; $w = 1U$).

Respektive:

Naměřené hodnoty **vyhovují** specifikaci ve shodě s normou / s požadavky zákazníka.

Pro výrok o shodě, **nebyla brána v úvahu nejistota měření** při kalibraci, která je uvedena v kalibračním listu. Zákazník a laboratoř sdílejí rizika spojená s chybným rozhodnutím v souladu s ILAC G8:09/2019 kap. 4.2.1 (binární výrok jednoduchého přijetí; $w = 0$).

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 uloženy v elektronické podobě. V takovém případě je nutné, aby laboratoř zpracovala záznam o měření (s uvedenými měřenými hodnotami) a tento záznam archivovala po stanovenou dobu.

11.2 Protokolování

Originál kalibračního listu se předává zadavateli kalibrace. Kalibrační laboratoř si ponechá kopii kalibračního listu a archivuje ji spolu se záznamem o měření po dobu minimálně 5 let, pokud není legislativou, požadavky zákazníka nebo vnitřním předpisem stanovena doba delší (např. v leteckém či jaderném průmyslu po dobu životnosti zařízení).

Archivace se provádí chronologicky v listinné nebo elektronické podobě tak, aby byla zajištěna čitelnost, dohledatelnost a ochrana proti ztrátě či neoprávněným zásahům. Výsledky kalib-

race mohou být rovněž zaneseny do kalibrační karty měřidla nebo do vhodného elektronického systému evidence měřidel.

11.3 Umístění kalibrační značky

Po provedení kalibrace může kalibrační laboratoř označit kalibrovaný mikrometr 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 přidělena příslušným pracovníkům podle rozdělovníku (viz čl. 13.1 tohoto postupu). Změny, popřípadě revize kalibračního postupu je oprávněn provádět jeho zpracovatel; změny schvaluje vedoucí zpracovatele (zpravidla 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, schválení

Kalibrační postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravitel			
Úpravu schválil			

13.3 Revize

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

14. Stanovení nejistoty při kalibraci třmenového mikrometru (příklad)

Kalibrace mikrometru s prizmatickými doteky, dělením stupnice 0,01 mm a s měřicím rozsahem (1 až 15) mm se provádí přesnými měřicími trny (dále trny) o průměrech 1,0 mm; 2,3 mm; 2,5 mm; 5,1 mm; 7,7 mm; 10,0 mm; 10,3 mm; 12,9 mm; 15,0 mm. Mikrometr i trny jsou vyrobeny z oceli. Před vlastní kalibrací byly mikrometr a trny ponechány v laboratoři na průměrné žulové desce v takovém časovém intervalu, ve kterém se teplotně vyrovnaly co nejbližší k referenční teplotě 20 °C. Předpokládá se mezi trny a mikrometrem teplotní nevyrovnanost $\pm 0,5$ °C.

Cílem kalibrace je stanovit pro každý kalibrační bod korekci δL :

$$\delta L = L_s - L_i + L_{\max} \cdot \alpha \cdot \delta t$$

kde: $L_s = D_s$ - jmenovitý průměr trnu

δt - zbytkový rozdíl teplot mezi trnem a mikrometrem

$L_i = D_i$ - délka naměřená mikrometrem = naměřený průměr mikrometrem

α - koef. teplotní roztažnosti, stejný pro měrky i mikrometr $11,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

$L_{\max}$ - měřicí rozsah mikrometru 0,015 m

Citlivostní koeficient pro přepočtení vlivu teploty na délku:

$$L_{\max} \cdot \alpha = 0,015 \cdot 11,5 = 0,17 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$$

Tabulka pro výpočet nejistoty mikrometru (1 až 15) mm

Tab. 2

Veličina		Meze ovl. veličin	Typ rozdělení	Standardní nejistota	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě u
Etalonové měřicí trny z kraj. chyby $\pm 1\mu\text{m}$	L_s	$\pm 1\mu\text{m}$	$\sqrt{3}$ rovnom	$0,58\ \mu\text{m}$	1	$0,58\ \mu\text{m}$
Krajní teplotní rozdíl v průběhu kalibrace $\pm 0,5\ ^\circ\text{C}$	δt	$\pm 0,5^\circ\text{C}$	$\sqrt{3}$ rovnom.	$0,29\ ^\circ\text{C}$	$0,17\ \mu\text{m}$ $^\circ\text{C}^{-1}$ $(\alpha \cdot L_{max})$	$0,05\ \mu\text{m}$
Při čtení bubínku se odhaduje desetina dílku, tj. $\pm 1\mu\text{m}$	L_i	$\pm 1\ \mu\text{m}$	$\sqrt{3}$ rovnom.	$0,58\ \mu\text{m}$	1	$0,58\ \mu\text{m}$
Korekce v každém bodě	δL	Kombinovaná standardní nejistota $k = 1\ u(\delta L)$				$0,82\ \mu\text{m}$

Rozšířená nejistota, normální rozdělení $k = 2$:

$$U = k \cdot u(\delta L) = 2 \cdot 0,82 = 1,64 \mu\text{m}$$

Při uvedení v kalibračním listu se nejistota stanovení celkové chyby mikrometru (0 až 15) mm zaokrouhlí nahoru:

$$U = 2 \mu\text{m} \text{ pro } k = 2, \text{ normální rozdělení}$$

Pro jiné měřicí rozsahy je nutno vypočítat nejistotu zvlášť. Pokud vyplníme tabulku nejistot pro obecný rozsah mikrometru L bude vypadat takto:

Tabulka pro výpočet nejistoty stanovení chyby mikrometru s horním rozsahem L

Tab. 3

Veličina		Meze ovl. veličin	Typ rozdělení	Standardní nejistota	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě u
Etalonové měřicí trny z kraj. chyby $\pm 1 \mu\text{m}$	L_s	$\pm 1 \mu\text{m}$	$\sqrt{3}$ rovnom	$0,58 \mu\text{m}$	1	$0,58 \mu\text{m}$
Krajní teplotní rozdíl v průběhu kalibrace $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$	δt	$\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$	$\sqrt{3}$ rovnom.	$0,29 \text{ }^\circ\text{C}$	$11,5 L$ $^\circ\text{C}^{-1}$	$3,3 L \mu\text{m}$
Při čtení bubínku se odhaduje desetina dílku, tj. $\pm 1 \mu\text{m}$	L_i	$\pm 1 \mu\text{m}$	$\sqrt{3}$ rovnom.	$0,58 \mu\text{m}$	1	$0,58 \mu\text{m}$
Korekce v každém bodě	δL	Kombinovaná standardní nejistota $u(\delta L)$ pro $k = 1$				$\approx (0,8 + 3,3 L) \mu\text{m}$

Kombinovanou standardní nejistotu lze přibližně vyjádřit vztahem $u(\delta L) \approx (0,8 + 3,3 \cdot L) \mu\text{m}$, kde L je horní měřicí rozsah mikrometru v metrech, $k = 1$

$$u(\delta L) = \pm (0,8 + 3,3 L) \mu\text{m} \text{ pro } k = 1$$

Rozšířená nejistota kalibrace celkové chyby mikrometru má pak obecný tvar:

$$U = \pm (2 + 7 L) \mu\text{m} \text{ pro } k = 2, \text{ normální rozdělení}$$

kde: L - horní měřicí rozsah mikrometru v metrech

Tab. 4

Měřicí rozsah mikrometru [mm]	F_{max} [μm]	$U (k = 2)$ [μm]
0 až 25	4	2
25 až 50	4	2
50 až 75	5	3
75 až 100	6	3

Z tabulky je patrné, že nejistota kalibrace dosahuje poloviny dovolené chyby při splnění velmi přísných podmínek kalibrace - odečítání desetiny dílku bubínku a vyrovnaní rozdílu teplot měrek a měřidla na 0,5 °C.

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/2/25. 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 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).