



Česká metrologická společnost, z.s.

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

tel/fax: 221 082 254

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.spolky-csvts.cz/cms

Kalibrační postup

KP 1.1.2/24/21

SOMKÁTOR

Přesné indikátory podle ČSN EN ISO 463

Praha

říjen 2021

Vzorový kalibrační postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2021

Číslo úkolu: PRM/VII/1/21

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

Tento kalibrační postup se vztahuje na kalibraci somkátorů, tj. mechanických číselníkových úchylkoměrů s částečným otáčením s hodnotou dílku stupnice 0,001 mm (případně menší) podle ČSN EN ISO 463. Tento typ úchylkoměrů může mít různé obchodní názvy, např. Somkátor, Mikrokátor, Millimes apod. Společným znakem přístrojů je nula uprostřed stupnice a souměrné dělení do kladných i záporných hodnot. Konstrukční principy mohou být různé a lišit se mohou i průměry upínací stopky. Kalibrační postup zmiňuje také přístroje digitální a ukazuje rozdíly v postupech při kalibraci analogových a digitálních přístrojů.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká jak interně prováděných kalibrací a rekalibrací, např. v rámci technické kontroly, tak i externě zadávaných kalibrací prováděných v kalibračních střediscích.

2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN EN ISO 463:2006 oprava Opr. 1:2008	GPS – Délková měřidla – Konstrukční a metrologické charakteristiky mechanických číselníkových úchylkoměrů	[L1]
ČSN EN ISO 14253-1:2018 anglicky	GPS – Zkouška obrobků a měřidel měřením – Část 1: Pravidla rozhodování pro prokázání shody nebo neshody se specifikacemi	[L2]
ČSN EN ISO 14253-2:2011	GPS – Zkouška obrobků a měřicího vybavení měřením – Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření v GPS, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výrobku	[L3]
ČSN EN ISO 3650:2000	GPS – Étalony délek – Koncové měrky	[L4]
ČSN EN ISO 9001:2016 oprava Opr.1:2018	Systémy managementu jakosti – Požadavky	[L5]
ČSN EN ISO 10012:2003	Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení.	[L6]
ČSN EN ISO/IEC 17025:2018	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[L7]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[L8]
EA 4/02 M:2013	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[L9]
KP 1.1.2/10/13	Mikrokátorové hlavice (kalibrační postup ČMS podle normy DIN)	[L10]
Různá označení	Normy a katalogy výrobců	[L11]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci úchylkoměrů s částečným otáčením (somkátorů) 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.

Názvosloví, definice

4.1 Termíny

Číselníkový úchylkoměr s částečným otáčením ukazatele (somkátor) – měřidlo, u kterého se zdvih měřicí tyčky zvětšuje pomocí vhodného mechanického systému a přenáší se na ukazatel, který se otáčí před analogovou kruhovou stupnicí s nulou uprostřed a souměrným dělením stupnice do kladných i záporných hodnot.

Největší dovolená chyba (MPE) – je extrémní hodnota chyby daná jednou dvoustrannou specifikací s konstantními symetrickými mezními hodnotami.

Největší dovolená mezní hodnota (MPL) – je extrémní hodnota metrologické charakteristiky dovolená specifikací.

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

Somkátor a obdobné přesné indikátory:



Obr. č. 1 Somkátor SOMET a obdobné přístroje jiných výrobců

5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení pro kalibraci

- Přístroj pro kontrolu úchylkoměrů nebo délkoměr,
- etalonové koncové měrky 1. třídy přesnosti a minimálně 4. sekundárního řádu, (ČSN EN ISO 3650)
- třmenový mikrometr s měřicím rozsahem (0 až 25) mm,
- posuvka s měřicím rozsahem do 160 mm,
- siloměr nebo vhodné váhy,
- dotkový teploměr s měřicím rozsahem 16 °C až 26 °C, hodnota dílku stupnice 0,1 °C nebo 0,2 °C,
- vlhkoměr,
- lupa se zvětšením min. 4x,
- čisticí prostředky, čistý benzín, např. lékárenský, vata, vlasový štětec, lněná utěrka, popř. jelenice.

Poznámka:

Přístroj pro kontrolu úchylkoměrů, koncové měrky, třmenový mikrometr, posuvka, siloměr, dotkový teploměr a vlhkoměr musí být kalibrované.

6 Obecné podmínky kalibrace – referenční podmínky

Kalibrace somkátorů se provádí za těchto referenčních podmínek a příslušných mezních odchylek:

Teplota prostředí:	20 °C ±1 °C
Změna teploty vzduchu za 1 hodinu:	max. 0,5 °C
Relativní vlhkost vzduchu:	max. 70% relat.

Kalibrovaný somkátor a měřidla potřebná k jeho kalibraci se umístí v místnosti, kde se měřidlo kalibruje. Kalibrace se nezahájí dříve, než měřidla dosáhnou uvedené teploty (doporučuje se minimálně 2 hodiny). Teplota prostředí se měří před zahájením kalibrace a po jejím skončení, popř. i v jejím průběhu, relativní vlhkost se měří před zahájením kalibrace.

7 Rozsah kalibrace

Kalibrace somkátorů se člení na tyto úkony:

- Kontrola dodávky somkátorů předložených ke kalibraci (viz čl. 8.1),
- čištění a úpravy somkátoru (viz čl. 8.2),
- kontrola způsobilosti somkátoru pro kalibrování (viz čl. 8.3),
- kontrola vnějších rozměrů (viz čl. 8.4),
- stanovení chyby indikace (viz čl. 9.1),
- stanovení opakovatelnosti chyby indikace (viz čl. 9.2),
- stanovení hystereze chyby indikace (viz čl. 9.3),
- stanovení měřicí síly (viz čl. 9.4)
- digitální komparátory (viz čl. 9.5).

8 Předběžná kontrola dodávky a úprava somkátorů

8.1 Kontrola dodávky somkátorů předložených ke kalibraci

Zkontroluje se typ a počet dodaných somkátorů, porovná se rozsah a druh dodaného příslušenství podle objednávky nebo podle dodacího listu. Zkontroluje se označení evidenčním číslem. Provede se základní vzhledová kontrola a kontrola úplnosti a funkčnosti somkátoru.

Převzetí měřidla ke kalibraci stvrzuje pracovník kalibrační laboratoře svým podpisem na kopii objednávky nebo na formuláři k tomu určeném.

Hrubě poškozená, neopravitelná měřidla se vyřadí z evidence, nebo vrátí zákazníkovi odděleně od měřidel kalibrovaných.

8.2 Čištění a úpravy somkátoru

Somkátor se pečlivě vyčistí utěrkou, popř. vatou a benzínem, provede se jeho vizuální kontrola, zejména se zjistí případná poškození nebo koroze funkčních ploch.

Lehce poškozená místa (drobná poškození, koroze) se upraví, po úpravě znovu očistí. Pokud vřeteno somkátoru vážně, vypere se v nádobce s benzínem. Ponořit se smí pouze upínací stopka a musí se dbát, aby benzín nevnikl dovnitř měřidla. Vřeteno se nesmí mazat olejem.

8.3 Kontrola způsobilosti somkátoru pro kalibrování

Přezkouší se lehkost chodu měřicí tyčky somkátoru v celém měřicím rozsahu. Pohyb měřicí tyčky musí být plynulý, bez citelného zadírání, případná radiální vůle měřicí tyčky nesmí ovlivnit přesnost měření.

Jednotlivé čárky stupnice musí být dobře čitelné prostým okem a úplné. Ukazovatel stupnice nesmí být ohnutý, musí se pohybovat ve stále stejné výšce nad rovinou stupnice, nesmí se dotýkat skla a nesmí zachytávat o toleranční značky.

Je-li tyčka v klidové poloze, musí ukazovatel ležet alespoň 3 dílky před měřicím rozsahem. Chod překračující měřený rozsah musí být jen takový, aby ukazatel nemohl dosáhnout pozice, kterou má v klidové poloze. Avšak rozsah za měřicím rozsahem musí být alespoň 3 dílky.

Měřicí doteky musí být vyměnitelné. Pokud jsou doteky upevněné pomocí závitu, nesmí být závit v měřicí tyčce i na měřicím doteku poškozen. Provede se vizuální a funkční kontrola závitu.

Měřená hodnota v každé poloze měřicí tyčky musí být jednoznačně identifikovatelná. Toleranční značky se musí posouvat v celém rozsahu s minimálním odporem a musí zaručovat nastavenou polohu proti neúmyslnému posunutí.

8.4 Kontrola vnějších rozměrů

Překontrolují se vnější rozměry třmenovým mikrometrem, popř. posuvkou, zejména

- upínací průměr somkátoru,
- délka upínací části,
- případně ostatní rozměry (podle údajů výrobce).

Kontrola rozměrů se provádí pouze u nově dodaných somkátorů.

9 Postup kalibrace

9.1 Stanovení chyby indikace (největší chyby v celém měřicím rozsahu)

Chyba indikace somkátoru se zjišťuje přístrojem pro kontrolu úchytkoměrů nebo na délkoměru. Měří se v obou polovinách stupnice a vychází se vždy od nastavené nuly. Odečítá se při pohybu ručky od nuly do maxima a zpět, přičemž maximální hodnota se přejede asi o tři dílky pro určení hystereze. Při zjišťování největší chyby a hystereze se nesmí měnit směr pohybu. Při této zkoušce se nastaví ukazovatel přesně na příslušnou čárku stupnice kalibrovaného somkátoru. Přitom se doporučuje ke zvýšení přesnosti nastavení použít lupu s min. čtyřnásobným zvětšením. Odpovídající hodnota se čte na přístroji pro kontrolu číselníkových úchytkoměrů nebo délkoměru. Chyba naměřená na kalibrátoru se bere se záporným znaménkem. Doporučuje se provádět kalibraci nejméně v pěti bodech v každém směru měřicího rozsahu a vynášet naměřené hodnoty do grafu.

9.2 Stanovení opakovatelnosti chyby indikace

Opakovatelnost se vyhodnotí jako rozdíl indikace kalibrátoru při opakovaném najetí stejného bodu stupnice měřeného indikátoru při zachování stejného směru najetí. Opakovatelnost se kontroluje na nule, v polovině a na konci měřicího rozsahu v každém směru měření indikátoru.

9.3 Stanovení hystereze chyby indikace (chyby reverzibility)

Chyba hystereze indikace se zjišťuje jednou ze dvou metod:

- a) vyhodnotí se z diagramu naměřených hodnot (viz čl. 9.1) jako rozdíl hodnoty měřené při zasunující se a vysunující se tyčce v místě stupnice, kde obě hodnoty se nejvíce liší,
- b) zjišťuje se jako rozdíl dvou měření v určitém místě měřicího rozsahu při vzestupném a zpětném pohybu měřicí tyčky. Doporučuje se měřit na počátku, ve středu a na konci měřicího rozsahu v obou směrech. Za chybu reverzibility se považuje největší ze zjištěných rozdílů.



9.4 Stanovení měřicí síly

Měřicí síla se měří ve třech místech měřicího rozsahu (na počátku a na konci rozsahu v obou směrech) při pomalém zasouvání a vysouvání měřicí tyčky. Přitom se zjišťuje hodnota měřicí síly i chyba reverzibility měřicí síly.

Pokud se použijí pro stanovení měřicí síly váhy,

přepočtou se gramy na sílu vynásobením konstantou tíhového zrychlení podle vzorce:

$$1 \text{ g} = (9,81/1000) \text{ N}$$

Nejistota měření se odhadne podle přesnosti vah.

Obr. č. 2 Stanovení měřicí síly



Obr. č. 3 Digitální komparátory

Kde:

CH - chyba měřidla

M - čtení měřidla

E - čtení etalonu

Bere se chyba odečítaná na kalibrovaném digitálním měřidle kladně, kdežto chyba odečítaná na etalonu, jako v případě kalibrace analogových měřidel, se bere se záporným znaménkem.

10 Vyhodnocení kalibrace

10.1 Vyhodnocení výsledků kalibrace podle ČSN EN ISO 463

Měřené hodnoty a další údaje, charakterizující podmínky zkoušky, se zapisují do záznamu o měření. Záznam slouží k vypracování kalibračního listu.

Výrobce musí specifikovat metrologické charakteristiky MPE a MPL indikátoru podle tabulky 1. Pro účely ověřování po prodeji mají zákazníci volnost ve stanovení vlastních MPE a MPL podle potřeb organizace. Pokud není stanoveno výrobcem jinak, musí indikátor splňovat hodnoty hystereze, opakovatelnosti a MPE a MPL v jakékoliv poloze.

Měřené hodnoty se porovnávají s mezními dovolenými chybami. Jako kritérium se berou hodnoty mezních chyb podle specifikace výrobce, nebo z dřívějších norem (např. ČSN 99 0687 apod.). Měřidlo vyhoví, leží-li měřená hodnota, zvětšená o nejistotu měření

9.5 Digitální komparátory

Při náhradě analogových přístrojů digitálními je třeba uvažovat o dovolené chybě přístroje. Pro rovnocennou náhradu je zpravidla nutné, aby měl digitální přístroj rozlišení o jeden řád větší, než je velikost dílku analogového přístroje.

Postup při kalibraci digitálního přístroje se liší v tom, že se příslušné kalibrační body nastavují na kalibrátoru a chyby se čtou na kalibrovaném digitálním přístroji. Protože platí vztah:

$$CH = M - E$$

U , v mezích dovolených chyb.

Typické metrologické charakteristiky indikátorů s dělením 0,001 mm uvádí tabulka 1

Charakteristika		MPE nebo MPL	
Hystereze chyby indikace		0,5	μm
Opakovatelnost chyby indikace		0,5	
Chyba indikace v celém měřicím rozsahu		1	
Měřicí síla	maximální	1	N
	minimální	-	
	hystereze	-	

Tab. č. 1: Informativní hodnoty největších dovolených chyb indikátorů 0,001 mm

10.2 Postup v případě neshody

Pokud není jiná dohoda mezi dodavatelem a zákazníkem, použije se pro rozhodnutí o shodě nebo neshodě se specifikacemi ČSN EN ISO 14253-1

Pokud by měřená hodnota zvětšená o nejistotu měření ležela vně těchto mezí, ale sama měřená hodnota ležela v těchto mezích, nelze v takovém případě prokázat shodu ani neshodu a v kalibračním listě se uvede pouze výsledek měření (Y) a příslušná nejistota měření (U) ve tvaru $Y \pm U$. Zadavatel kalibrace musí být upozorněn na závažné překročení požadavku normy a na neodstranitelná poškození.

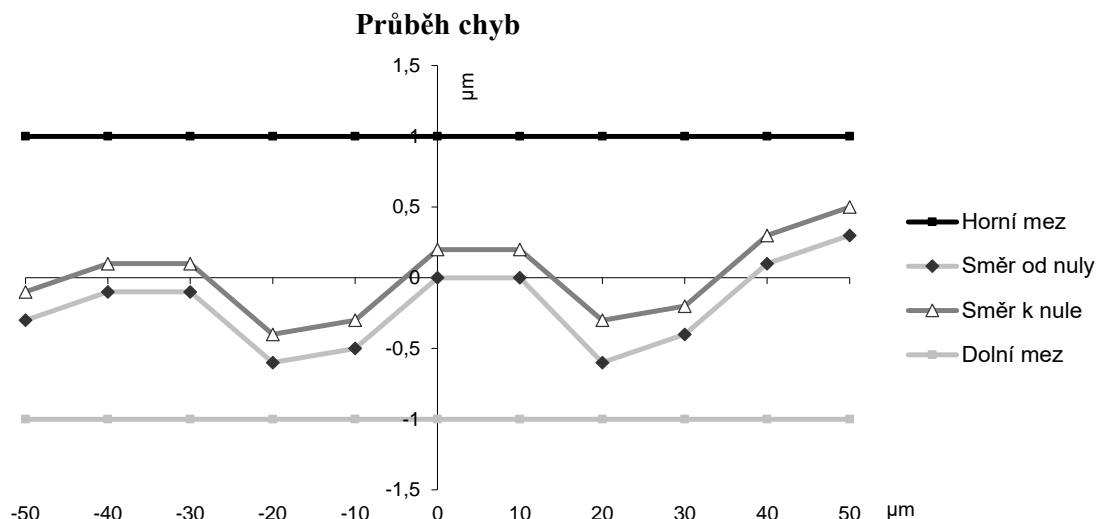
11 Kalibrační list

Výsledky kalibrace lze přehledně uvádět tabulkovou formou:

Charakteristika	Chyba		Nejistota měření U
	dovolená MPE (MPL)	naměřená	
Hystereze chyby indikace (μm)	0,5	0,3	0,2
Opakovatelnost chyby indikace (μm)	0,5	0,2	0,2
Chyba indikace v celém měřicím rozsahu (μm)	1	-0,6	0,3
Měřicí síla	maximální (N)	1	0,1
	minimální (N)	-	
	hystereze (N)	-	

Tab. č. 2 Příklad uvedení výsledku v kalibračním listu

Norma ČSN EN ISO 463 upřednostňuje hodnocení pomocí největší dovolené chyby (MPE). Hodnocení podle největší dovolené chyby umožňuje sestavit přehledný graf chyb (viz Obr. 4) v pevných a souměrných mezích. Zpravidla se hodnotí nejprve celý rozsah a potom dílčí rozsahy v místech, kde průběh celkové chyby naznačuje problémy.



Obr. č. 4: Grafické vyhodnocení největší dovolené chyby

Uvádění výsledků musí být v souladu s požadavky článku 7.8 normy ČSN EN ISO/IEC 17025. Dále jsou uvedeny pouze základní informace požadované normou.

Výsledky musí být před vydáním přezkoumány a schváleny, musí být uváděny přesně, jasně jednoznačně a objektivně. Musí rovněž obsahovat informace dohodnuté se zákazníkem a všechny informace nezbytné pro interpretaci vyžadované použitou metodou.

11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat tyto údaje:

- a) titul (Kalibrační list, Protokol o zkoušce apod.),
- b) název a adresu kalibrační laboratoře,
- c) místo provádění kalibrační činnosti (u zákazníka, v místě instalace apod.),
- d) pořadové číslo kalibračního listu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran, s jasným udáním konce dokumentu
- e) jméno a adresu zadavatele, popř. zákazníka,
- f) název, typ, výrobce a identifikační číslo kontrolní podložky,
- g) datum přijetí kontrolní podložky ke kalibraci (nepovinné), datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- h) určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.2/24/21) a prohlášení, že uvedené výsledky se vztahují pouze ke zkoušeným nebo kalibrovaným položkám,
- i) podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňujících veličin apod.),
- j) měřidla a jednotky použité při kalibraci,
- k) odchylky nebo vyloučení z metody,
- l) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (etalony použité při kalibraci),
- m) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s určitou metrologickou specifikací, či požadavkem zákazníka,
- n) údaje o nejistotách měření ve stejné jednotce jako měřená veličina,

- o) výsledky před a po každé adjustaci nebo opravě, pokud jsou k dispozici,
- p) Tam, kde je to relevantní nebo požadované zákazníkem výrok o shodě s požadavky nebo specifikacemi, případně názory a interpretace výsledků, jeli to nezbytné,
- q) Nesmí být uváděna žádná doporučení týkající kalibračního intervalu, pokud to nabylo dohodnuto se zákazníkem,
- r) jméno pracovníka, který kontrolní podložky kalibroval, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko kalibrační laboratoře.

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 kalibrační list nesmí být bez předběžného písemného souhlasu kalibrační laboratoře publikován jinak než celý.

Pokud provádí kalibrační, resp. metrologická laboratoř kalibraci pro vlastní organizaci, nebo po dohodě se zákazníkem, 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 ho.

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 somkátor 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 somkátoru (příklad)

Kalibrace somkátoru s měřicím rozsahem $\pm 50 \mu\text{m}$ a hodnotou nejmenšího dílku $1 \mu\text{m}$ se provádí na kalibrátoru úchylkoměrů o nejistotě $U_k = 0,2 \mu\text{m}$ (pro $k = 2$). Vliv nejistoty typu A z opakovaného odečítání se vyhodnocuje zvlášť jako opakovatelnost a do nejistoty měření se nezahrne. Nevyrovnání teploty mezi somkátorem a kalibrátorem předpokládáme nejvýše $0,5^\circ\text{C}$. Teplotní změny se mohou projevit na tyčce doteku o délce $L = 20 \text{ mm}$. Součinitele teplotní roztažnosti somkátoru i kalibrátoru jsou shodné a blízké normálnímu $\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Za těchto podmínek má výchozí rovnice tvar

$$l_x = l_n - l_c + \Delta t \cdot \alpha \cdot L$$

kde: l_n délka nastavená na etalonovém zařízení
 l_c délka čtená na somkátoru
 Δt zbytkové nevyrovnání teploty

- α součinitel teplotní roztažnosti
- l_x korekce v kalibrovaném místě stupnice somkátoru

Při výpočtu nejistoty v tabulkové formě předpokládáme, že stejný vztah jako pro veličiny platí i pro jejich nejistoty. Citlivostní koeficient pro přepočet teplotních změn na délku se vypočte ze vztahu:

$$\alpha \cdot L = 11,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,02 = 0,23 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$$

Tab. č. 3

Veličina		Meze nejistot	Typ rozdělení	Dílčí nejistota	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
Etalonová zařízení Kalibrátor $U_k = 0,2 \mu\text{m}$ ($k = 2$)	l_n	0,2 μm	$k = 2$	0,10 μm	1	0,10 μm
Při čtení stupnice se odhaduje pětina dílku, tj. $\pm 0,1 \mu\text{m}$	l_c	0,1 μm	$\sqrt{3}$ rovnom.	0,06 μm	1	0,06 μm
Krajní teplotní rozdíl v průběhu kalibrace $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$	Δt	0,5 $^\circ\text{C}$	$\sqrt{3}$ rovnom.	0,29 $^\circ\text{C}$	0,23 $\mu\text{m}/^\circ\text{C}$ ($\alpha \cdot L$)	0,07 μm
Korekce v kalibrovaném bodě	l_x	Kombinovaná standardní nejistota $u(y)$				0,14 μm

Rozšířená nejistota

$$U = k \cdot u = 2 \cdot 0,14 \approx 0,3 \mu\text{m} \quad \text{pro } k = 2$$

Koeficient rozšíření $k = 2$ platí pro pravděpodobnost normálního rozdělení $P = 95\%$.

Vypočtená nejistota se vztahuje k chybě indikace v celém rozsahu. Nejistota z opakovaných měření (u_A) není do výpočtu zahrnuta, neboť opakovatelnost se vyhodnocuje jako chyba samostatně. Nejistoty dílčích chyb se stanovují odhadem z opakovaných měření, nebo se bere základní chyba kalibrátoru.

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 ho 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).

Změny proti předchozímu vydání

Tento kalibrační postup byl nově zpracován podle normy ČSN EN ISO 463 z roku 2006 a podle vzoru kalibračního postupu ČMS.