



# Česká metrologická společnost

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 1.1.3/06/13**

**TRACKER**

(Laser Tracker Leica)

**Praha**  
Říjen 2013

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

**Číslo úkolu:** VII/1/13

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

**Řešitel:** Česká metrologická společnost

**Zpracoval:** Ing. Luboš Zachoval, Bc. Ondřej Košťák

**Revize:** 2013

© 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 pouze na kalibraci Laser Trackerů od firmy LEICA Geosystems. Jedná se o speciální typy souřadnicových měřicích strojů (CMM). Laser Trackery využívají k odměřování vzdálenosti principu laserové interferometrie (IFM) a absolutního měření (ADM), ke snímání povrchu měřeného předmětu pak dotykovou (taktilní) sondu (T-PROBE), nebo bezdotykovou laserovou skenovací sondu (T-SCAN). Měřicí rozsah těchto strojů se předpokládá do 9 000 mm v měření do dálky a 2 500 mm v měření do výšky.

Tato metodika předpokládá použití 2 typů etalonů – tyče s koulemi (ballbar) a tyče s kuželi (scalebar).

Primárně doporučujeme kalibraci dle metodiky výrobce, ovšem ta je časově náročnější a jsou k ní zapotřebí speciální etalony.

Kalibrace popsaná v tomto kalibračním postupu se týká, jak vstupní přejímky tzn. vstupní kontroly, resp. prvotní kalibrace (PK), tak i rekalibrace (RK) během používání CMM.

Termín "zkouška" ve smyslu normy ČSN EN ISO 10360 se zde nahrazuje termínem "kalibrace".

## 2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN EN ISO 10360-1: 2001	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Přejímací a periodické zkoušky souřadnicových měřicích strojů (CMM) - Část 1: Slovník	[1]
ČSN EN ISO 10360-2: 2010	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Přejímací a periodické zkoušky souřadnicových měřicích strojů (CMM) - Část 2: Souřadnicové měřicí stroje používané pro měření lineárních rozměrů	[2]
VDI/VDE 2634 BLATT 1	Optical 3D measuring systems - Imaging systems with point - by - point probing	[3]
VDI/VDE 2634 BLATT 2	Optical 3D measuring systems - Optical systems based on area scanning	[4]
VDI/VDE 2634 BLATT 3	Optical 3D measuring systems - Multiple view systems based on area scanning	[5]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří	[6]

ČSN EN ISO 14253-1: 2000	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Zkoušení obrobků a měřidel měřením - Část 1: Pravidla rozhodování o prokazování shody nebo neshody se specifikacemi	[7]
ČSN EN ISO 14253-2: 2011	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Kontrola obrobků a měřicího vybavení měřením - Část 2: Návod pro odhad nejistoty měření v GPS, při kalibraci měřicího vybavení a při ověřování výrobku	[8]
ČSN EN ISO 14253-3: 2011	Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Kontrola obrobků a měřicího vybavení měřením - Část 3: Směrnice k dosažení souhlasu na základě stanovené nejistoty měření	[9]
EA 4/02	Vyjadřování nejistot měření při kalibracích	[10]
TNI 01 0115	Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM)	[11]
VDA 5 (2011)	Management kvality v automobilovém průmyslu - Vhodnost kontrolních procesů	[12]
ČSN P ENV 13005	Pokyn pro vyjádření nejistoty měření	[13]
KP1.1.3/02/13	Souřadnicový měřicí stroj (CMM) portálový	[14]
EA 4/07	Návaznost měřicího a zkušebního zařízení na státní etalony	[15]

### 3 Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci

Kvalifikace pracovníků provádějících kalibraci je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s tímto kalibračním postupem, příp. s dalšími vzorovými kalibračními postupy ČMS určenými ke kalibraci CMM a souvisejícími předpisy a normami uvedenými v článku 2.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem například osvědčením o odborné způsobilosti, osobním certifikátem, školením od výrobce/dodavatele apod.

### 4 Názvosloví, definice

Pro účely tohoto kalibračního postupu platí tyto definice:

LASER TRACKER – Zařízení, které je schopné zaměřit se na laserový paprsek odražený od odražeče/reflektoru a určovat tak polohu tohoto odražeče/reflektoru vzhledem k sobě samotnému,

CMM – souřadnicový měřicí stroj,  
IFM – laserová interferometrie,  
ADM – absolutní měření vzdálenosti,  
T-SCAN – ruční zařízení, které za pomoci kamery a laseru využívá triangulační metody ke snímání tvaru měřeného předmětu,  
T-PROBE – dotyková sonda,  
T-CAM – kamera Laser Trackeru určená ke snímání orientace T-SCANu a T-PROBU,  
BALLBAR – tyč s koulemi,  
SCALEBAR – tyč s kuželi,  
MPE – maximální mezní chyba souřadnicového měřicího stroje,  
Další pojmy a definice jsou obsaženy v příslušných normách (viz článek 2), zejména v ČSN EN ISO 10360 - 1 a TNI 01 0115, a v publikacích věnovaných metrologické terminologii.

## 5 Prostředky potřebné pro kalibraci

- Ballbar se dvěma koulemi, doporučený minimální průměr koule = 50 mm,
- Scalebar s kuželi o průměru 12,7 mm, rozteč kuželů po 200 mm,
- měřické pásmo, nebo laserový dálkoměr (rozsah 8 m),
- digitální teploměr (rozlišení 0,1 °C).

*Pozn.:* Všechna použitá měřidla a pomocná měřicí zařízení musí být navázány na vhodný etalon s platnou kalibrací.

## 6 Obecné podmínky kalibrace

Rozměry prostoru potřebného ke kalibraci:	šířka 5 m délka 10 m výška 3 m,
Podlaha:	mechanicky pevná, bez vibrací,
Prostředí:	bez zdrojů silného bodového světla nebo tepla, bez fluktuace vzduchu,
Teplota prostředí:	(22 ±2) °C,
Změna teploty vzduchu:	max. 1 °C/h,
Relativní vlhkost vzduchu:	max. 80 %RH, nekorozní prostředí.

Tato zařízení jsou zpravidla vybavena meteorologickou stanicí, která si sama měří okolní teplotu, vlhkost a tlak vzduchu a pomocí nich kompenzuje výsledky měření.

## 7 Rozsah kalibrace

Kalibrace je rozčleněna do dvou kroků, při kterých se ověří přesnost odměřovacího systému (IFM/ADM) v kombinaci s danou sondou (T-SCAN/T-PROBE).

- 1) Kalibrace Laser Trackeru s T-PROBEm.
- 2) Kalibrace Laser Trackeru s T-SCANem.

## 8 Kontrola dodávky a příprava ke kalibraci

### 8.1 Kontrola dodávky.

Ověření úplnosti měřicího zařízení (Laser Tracker, T-CAM, T-SCAN, T-PROBE, kalibrační pomůcky)

### 8.2 Čištění a předběžná kontrola

Přípravu Laser Trackeru ke kalibraci provádí obsluha dle požadavků výrobce.

### 8.3 Příprava měřidla

Před počátkem kalibrace je nutné stroj zapnout a nechat minimálně 30 min zahřát na provozní podmínky. V tomto čase rovněž stroj načítá podmínky prostředí.

## 9 Postup kalibrace

### 9.1 Kontrola T-SCANu pomocí ballbaru

- Ballbar postavíme kolmo k Trackeru do vzdálenosti 2 m (viz 9. 3. IV) od Trackeru,
- T-SCANem nasnímáme povrch koule A, přitom dbáme na to, aby byl T-SCAN ve správné vzdálenosti od snímání koule (skenuje se v rovině, která tvoří tečnu ke kouli) a zároveň se snažíme kouli nasnímat ze 4 základních pohledů (faců), tak aby koule byla co nejkompletnější. V každém z těchto pohledů provedeme 2 skeny, přičemž je vždy nutné využít zadní reflektor T-SCANu (z důvodu kompletnosti koule – vyhodnocení středu),
- totožný postup jako v bodě *b* provedeme u snímání koule B,
- v měřicím softwaru vyhodnotíme průměry nasnímaných koulí a zároveň polohy jejich středů včetně vzájemné vzdálenosti,
- měření a vyhodnocení (body *b* až *d*) opakujeme 3x pro danou polohu,
- body *b* až *e* opakujeme ve vzdálenostech 4 m a 6 m opět v kolmé poloze etalonu k Trackeru.
- Vzhledem k tomu, že polohu ballbaru vůči Trackeru nemůžeme z důvodu kompletnosti naskenování koulí nějak výrazně měnit (důvodem je vyloučení chyby polohování T-CAMu), doporučujeme před kalibrací T-SCANu nejprve provést kalibraci T-PROBu (viz 9. 1. g).

### 9.2 Kontrola T-PROBE pomocí scalebaru

- Do T-PROBu vložíme kalibrační dotek ( $\varnothing$  12,7 mm – výrobcem určený ke kalibraci), který zároveň nastavíme v softwaru,
- scalebar položíme kolmo k Trackeru do vzdálenosti 2 m (viz kapitola 9. 3. I) před Tracker. Nejprve proměříme kužel ve vzdálenosti 0 mm, poté provedeme měření na kuželu ve vzdálenosti 400 mm. Při snímání dbáme na to, aby se T-PROBE nacházel v ideální poloze (svítí pouze prostřední zelená dioda). Toto opakujeme 5x,
- po každém měření vyhodnotíme v softwaru vzdálenosti středů kuželů,
- ve stejné vzdálenosti scalebaru od Trackeru opět 5x proměříme vzdálenost (0 – 800) mm,
- ve stejné vzdálenosti scalebaru od Trackeru opět 5x proměříme vzdálenost (0 – 1200) mm,
- ve stejné vzdálenosti scalebaru od Trackeru opět 5x proměříme vzdálenost (0 – 1600) mm,

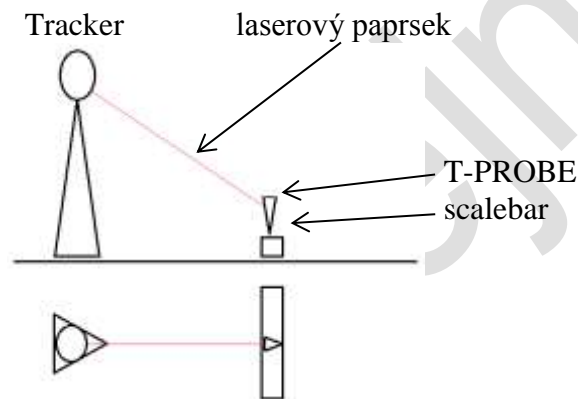
- g) Z důvodu vyloučení možné chyby polohování T-CAMu se důrazně doporučuje provést ve vzdálenosti 2 m od Trackeru kroky *b* až *f* i v jiné než pouze kolmé poloze scalebaru k Trackeru. (doporučené polohy scalebaru viz kapitola 9. 3. II a III),
- h) body *b* až *f* opakujeme ve vzdálenostech 4 m a 6 m opět v kolmé poloze etalonu k Trackeru.

Pozn.: Pásmo, nebo laserový dálkoměr používáme k orientačnímu odměřování správné vzdálenosti etalonů od Trackeru. Vzdálenost pak odměřujeme od T-CAMu v místech odkud vychází laserový paprsek (s přesností  $\pm 40$  mm). Teploměrem měříme teploty etalonu na začátku a na konci kalibrace, příp. během kalibrace.

### 9.3 Kalibrační polohy

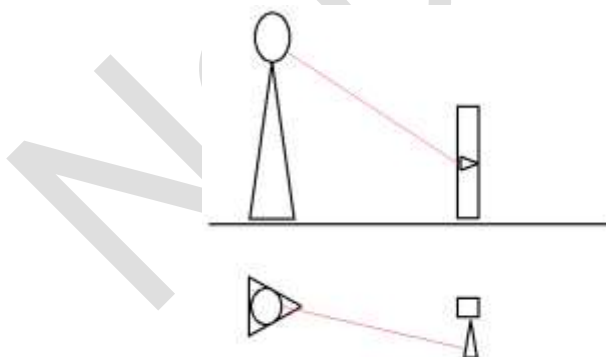
#### I) Kolmo

(základní kalibrační poloha scalebaru při kalibraci T-PROBu)

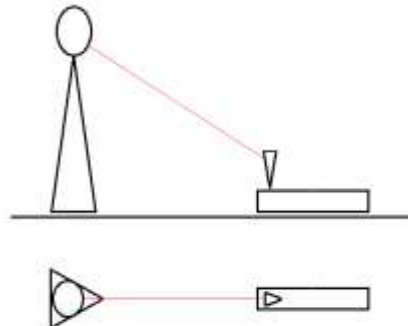


#### II) Svisle

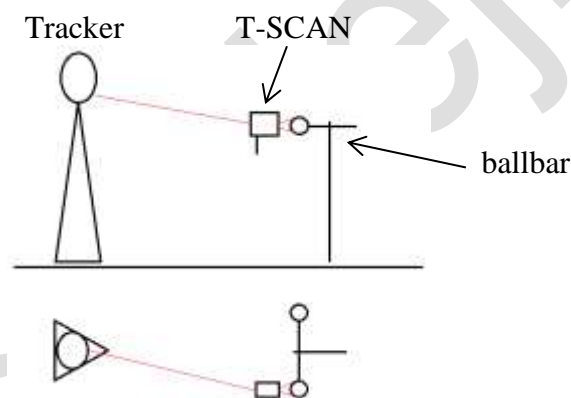
(poloha scalebaru při kalibraci T-PROBu)



III) Podélně  
(poloha scalebaru při kalibraci T-PROBu)



IV) Kolmo (základní kalibrační poloha ballbaru při kalibraci T-SCANu)



## 10 Vyhodnocení kalibrace

### 10.1 Vyhodnocení výsledků měření (postup)

Provedeme vyhodnocení měření vzdáleností středů koulí ballbaru/kuželů scalebaru. Všechny naměřené hodnoty vyhodnocujeme podle předpisů normy ČSN EN ISO 10360, popř. VDI/VDE 2617. Naměřené hodnoty porovnáváme s předepsanými parametry Trackeru (CMM), které jsou dány vzorcem:  $MPE \leq A$ . Tento vzorec se většinou vztahuje na rozšířenou nejistotu (mezní chybu) 95 %, tj. pro  $k = 2$ .

Naměřené hodnoty, resp. úchytky od skutečné hodnoty, a vypočtené hodnoty zapisujeme do tabulky, která je součástí kalibračního protokolu. Zjištěné maximální úchytky a opakovatelnost se porovnají s dovolenou chybou (tolerancí) CMM.

Příklad zápisu tabulky naměřených a vypočtených hodnot:

Tracker:  $MPE \leq 60 \mu\text{m}$ , pro měрку 1000 mm je mezní chyba  $MPE \leq 60 \mu\text{m}$



Etalon mm	osa poloha	1. měření	2. měření	3. měření	tolerance Trackeru	maximální úchylna	opakovatelnost
		mm					
1000,0015	X střed	999,995	1000,008	1000,010	$\pm 60,0$	8,5	15,0

Porovnáním všech hodnot definujeme výsledek měření:

**VYHOVUJE** - jsou-li všechny naměřené hodnoty v toleranci předepsané výrobcem (požadované uživatelem).

**OMEZENÉ POUŽITÍ** - Tracker vyhovuje po dohodě s uživatelem, to znamená, že byly naměřeny některé hodnoty mimo toleranci předepsanou výrobcem, ale ještě vyhovují uživateli.

Tracker se označí nálepkou **OMEZENÉ POUŽITÍ**.

**NEVYHOVUJE** - u Trackeru byly při kalibraci zjištěny výsledky mimo toleranci.

Tracker se označí nálepkou **MIMO PROVOZ** nebo **NEPOUŽÍVAT**.

## 10.2 Rozhodnutí o výsledku kalibrace

Na základě zkoušek (uvedených v článku 9) a jejich vyhodnocení (uvedených v článku 10.1) rozhodne odpovědný pracovník, popř. vedoucí metrologického střediska, zda kalibrovaný Tracker vyhovuje či nevyhovuje stanoveným požadavkům. Výsledek rozhodnutí se zanesse do protokolu o kalibraci.

Nevyhoví-li Tracker při prvotní kalibraci požadavkům uvedeným ve smlouvě (technickém zadání), resp. v dodacím listu pro daný Tracker, předá se tento Tracker k reklamačnímu řízení.

Nevyhoví-li Tracker při rekalibraci požadavkům uvedeným v technické dokumentaci Trackeru, resp. požadavku (definici) uživatele Trackeru, předá se Tracker k servisnímu seřízení.

Uživatel (majitel) Trackeru dále určí dobu platnosti kalibrace (na základě četnosti jeho používání, změn měřených úchylek v porovnání s předchozími kalibracemi, s přihlédnutím k účelu a způsobu jeho používání), pokud již není tato doba stanovena jiným metrologickým předpisem, např. řádem podnikové metrologie.

Platnost kalibrace zaniká, a tím je i Tracker vyřazen z používání, jestliže:

- Uplynula doba platnosti kalibrace,
- byly provedeny úpravy Trackeru, zejména korekčních faktorů, které mohou ovlivnit jeho metrologické vlastnosti, dále změny snímacího systému nebo měřicích SW,
- Tracker byl poškozen tak, že mohl ztratit některou vlastnost rozhodnou pro kalibraci,
- byla znehodnocena nebo odstraněna kalibrační značka,
- je zjevné, že i při neporušené kalibraci ztratil Tracker požadované metrologické vlastnosti.

## 11 Kalibrační list

### 11.1 Náležitosti kalibračního listu

Kalibrační list by měl obsahovat minimálně následující údaje:

- název a adresu kalibrační laboratoře,
- pořadové číslo kalibračního listu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- jméno a adresu zadavatele, resp. zákazníka,

- d) název a identifikační číslo kalibrovaného měřidla, popřípadě jméno výrobce,
- e) datum přijetí Trackeru ke kalibraci, datum provedení kalibrace a datum vystavení kalibračního listu,
- f) určení specifikace uplatněné při kalibraci nebo označení kalibračního postupu (v tomto případě KP 1.1.3/06/13),
- g) podmínky, za nichž byla kalibrace provedena (hodnoty ovlivňující veličiny apod.),
- h) měřidla použítá při kalibraci,
- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření (etalony použité při kalibraci),
- j) výsledky měření a s nimi spjatou 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.

Poznámka: Pokud se Tracker kalibruje mimo stálé prostory kalibrační laboratoře, uvede se v kalibračním listě místo, kde byl Tracker kalibrován.

Akreditovaná kalibrační laboratoř navíc uvede přidělenou kalibrační značku a odkaz na 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. I v tomto případě však musí kalibrační laboratoř zpracovat 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. Pokud to není výslovně uvedeno v některém podnikovém metrologickém předpisu, nesmí kalibrační laboratoř uvádět na kalibrační štítek datum příští kalibrace.

## 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****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)****Stanovení nejistoty měření při kalibraci Laser Trackeru – T-PROBE****14.1 Výchozí údaje:**

Kalibrovaný Tracker:  $MPE \leq 60 \mu m$

Použitá měřidla: Scalebar – kuželi o průměru 12,7 mm, 8 x 200 mm, (zkalibrovaný rozměr na 800 mm je 800,162 mm),  $U = (1,3 + 1,95 * L)$ , kde  $L$  je v m  
Pásma, nebo laserový dálkoměr (rozsah 8 m)  
digitální teploměr ( $R = 0,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $U = 0,25 \text{ } ^\circ\text{C}$ )

Související normy a dokumenty:

ČSN P ENV 13005: Pokyn pro vyjádření nejistoty měření,  
EA 4/02: Vyjadřování nejistot měření při kalibracích,  
ISO 10 360: Řada norem pro kalibraci CMM.

Referenční podmínky: (viz článek 6)

Naměřené hodnoty:

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření	$\bar{x}$	$\sum(x_i - \bar{x})^2$	$s$
mm					mm	mm	$\mu\text{m}$
800,174	800,169	800,177	800,166	800,168	800,1708	0,000 082 8	4,549 725

### 14.2 Model měření

Scalebar byl umístěn kolmo k Trackeru ve vzdálenosti 6 m. Po vytemperování bylo provedeno pět měření na kuzelech ve vzdálenostech 0 mm a 800 mm.

### 14.3 Stanovení rozšířené nejistoty:

**Stanovení standardní nejistoty typu A**  $u_A$ : z  $n$  opakovaných měření při stejných podmínkách

Nejistota typu A je určena statistickou analýzou série  $n$  měření:

$$u_A = \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right) * k_n$$

$s_x$  .... směrodatná odchylka měření

$s_{\bar{x}}$  .... směrodatná odchylka průměrné hodnoty výběru

$n$  .... počet měření (za stejných podmínek);  $n = 5$

$k_n$  .... koeficient závislosti na počtu měření; pro  $n = 5$ ,  $k_n = 1,4$

$\bar{x}$  .... výběrový aritmetický průměr  $\bar{x} = \sum \frac{x_i}{n}$

$x_i$  .... naměřené hodnoty ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

Směrodatná odchylka rozdělení výběru:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - X_i)^2}{(n-1)}}$$

Směrodatná odchylka průměrné hodnoty výběru:

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - X_i)^2}{n * (n-1)}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}$$

**Stanovení standardní nejistoty typu B  $u_B$  :**

Je dána geometrickým součtem nejistot způsobených vlivy měření:

$$u_B = \sqrt{u_E^2 + u_P^2 + \dots}$$

$$u_E \dots \text{nejistota etalonu} \quad u_E = \frac{U_k}{2}$$

$$u_P \dots \text{nejistota z mezní chyby CMM} \quad u_P = \frac{U_p}{\sqrt{3}}$$

V rámci  $MPE_E$  stroje je zahrnuta teplotní kompenzace i rozlišitelnost.

**Tabulka standartních nejistot měření**

Veličina	Odhad	Standartní nejistota	Pravděpodobnostní rozdělení	Citlivostní koeficient	Příspěvek k nejistotě
Nejistota typu A		2,85 $\mu\text{m}$	normální	1,0	2,85 $\mu\text{m}$
Vliv etalonu		1,43 $\mu\text{m}$	normální	1,0	1,43 $\mu\text{m}$
Vliv mezní chyby Trackeru		34,64 $\mu\text{m}$	rovnoměrné	1,0	34,64 $\mu\text{m}$
Výsledná nejistota					34,79 $\mu\text{m}$

Stanovení kombinované standardní nejistoty

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

Stanovení rozšířené nejistoty:

$$U = u_c * \kappa$$

$k$  .... koeficient rozšíření pro 95% ( $k = 2$ )

Výsledek kalibrace Laser Trackeru v kombinaci s T-PROBem pomocí scalebaru na rozměru 800,162 mm v dané poloze/vzdálenosti je 800,1708 mm s nejistotou měření  $U = 0,07$  mm.

## 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).

Neprodáváme