



**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**

**Metodika provozního měření**

**MPM 1.1.2/04/18**

**Metodika měření číselníkovými a páčkovými úchylkoměry**

**Praha**

**říjen 2018**

**Vzorový metodický postup** byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2018

Číslo úkolu: VII/3/18

**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 metodiky

Tento metodický postup se vztahuje na dílenské měření pomocí číselníkových úchylkoměrů a páčkových úchylkoměrů s dílkem stupnice analogová i digitální (0,01; 0,001) mm nebo páčkové s dělením 0,01 a 0,002 mm. Měřicí rozsah je omezený pouze rozsahem daného měřidla. Odečet hodnoty může být analogový nebo digitální. Úchylkoměry mají ve výrobě významné místo při zjišťování odchylek tvaru a polohy v měřicích přípravcích a ke kontrole házivosti. Jsou také ideálním pomocníkem k ustavování nebo středění obrobků na strojích. Základní rozdělení: úchylkoměry číselníkové, digitální a úchylkoměry páčkové. Další rozdělení je v různých modifikacích těchto druhů. Rozdíly jsou především v přesnosti, délce doteku nebo páčky a ve způsobu jejich upnutí.

## 2 Související normy a metrologické předpisy

ČSN 99 0652	Posuvná měřidla s nonickou diferencí 0,02 mm. Technické požadavky	[L1]
ČSN EN ISO 13385-1	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rozměrové měřicí vybavení - Část 1: Posuvná měřidla; Konstrukce a metrologické charakteristiky	[L2]
ČSN EN ISO 463	Geometrické specifikace výrobků (GPS) - Délková měřidla – Konstrukční a metrologické charakteristiky číselníkových úchylkoměrů	[L3]
ČSN 25 1802	Číselníkové odchýlkomery s hodnotou díleka 0,01 mm. Metody kontroly	[L4]
ČSN EN ISO 3650	Geometrické Požadavky na výrobky (GPS) - Etalony délek - Koncové měrky	[L5]
ČSN EN ISO 9001	Systémy managementu jakosti - Požadavky	[L6]
ČSN EN ISO 10012	Systémy managementu měření - Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení	[L7]
ČSN EN ISO/IEC 17025	Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří	[L9]
EA-4/02 M:2013	Vyjádření nejistoty měření při kalibracích	[L10]
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	[L11]
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	[L12]

ČSN EN ISO 1	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Referenční teplota pro specifikace geometrických a rozměrových vlastností	[L13]
ČSN 25 0051	Normální teplota pro srovnávání měřených hodnot závislých na teplotě	[L14]
TNI 01 0115	Mezinárodní slovník. Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny v metrologii (VIM)	[L15]
KP 1.1.2/03/07/N	Posuvka (Kalibrační postup ČMS)	[L16]
Katalogy	Katalog Mitutoyo CZ-19001; Ruční měřicí přístroje	[L17]

#### **Normy zrušené, které lze využít ve smyslu ČSN EN ISO 463 jako specifikace úchylkoměrů SOMET**

ČSN 25 1801	Číselníkové úchylkoměry s hodnotou dílku 0,01 mm a 0,001 mm. Technické požadavky
ČSN 25 1816	Číselníkové úchylkoměry s hodnotou dílku 0,001 mm. Základní rozměry

#### **Další potřebné dokumenty**

Katalogy a návody výrobců číselníkových úchylkoměrů obsahující specifikace metrologických charakteristik.

Příslušné podnikové směrnice a dokumenty.

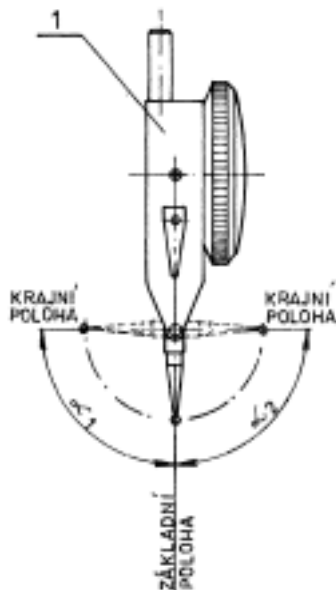
### **3 Kvalifikace pracovníků provádějících měření**

Kvalifikace pracovníků provádějících měření pomocí číselníkových úchylkoměrů a páčkových úchylkoměrů je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s metodickým postupem upraveným na konkrétní podmínky daného pracoviště provádějícího měření a případnými (interními) souvisejícími předpisy.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem, například osvědčením o interním zaškolení, o absolvování odborného kurzu, v krajním případě certifikátem odborné způsobilosti. Úroveň školení závisí na zařazení pracovníka a důležitosti prováděné měřicí operace.

## 4 Názvosloví, definice

**Číselníkový úchylkoměr** je měřidlo, u kterého se zdvih měřicí tyčky zvětšuje pomocí vhodného mechanického systému (např. ozubené tyče a pastorku) a přenáší se na ukazovatel, který se otáčí před analogovou kruhovou stupnicí (číselníkem).



**Páčkový číselníkový úchylkoměr** je číselníkový úchylkoměr, jehož kulový měřicí dotek je umístěn na výkyvné páčce. Pohyb páčky se pomocí vhodného mechanického systému přenáší se na ukazovatel, který se otáčí před analogovou kruhovou stupnicí (číselníkem).

**Základní poloha** je poloha, při níž je osa výkyvné páčky souhlasná s podélnou osou tělesa úchylkoměru.

**Krajní poloha** je poloha výkyvné páčky přestavěné o úhel  $\alpha_1$  nebo  $\alpha_2$  od základní polohy.

**Chyba měření** je algebraický rozdíl mezi indikovanou hodnotou a pravou (skutečnou) hodnotou měřené veličiny.

**Celková dovolená chyba posuvného měřidla** zahrnuje úchyly měřicích ploch, dílčí chyby způsobené nepřesností stupnic, vůlí mezi měřítkem a posuvnou částí a jiné faktory mající vliv na výsledek měření.

**Nejistota měření** je parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptyl hodnot, které by mohly být přisuzovány měřené veličině.

**Kontrolor** (ve smyslu tohoto metodického postupu) je pracovník provádějící měření pomocí posuvného měřidla.

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

## 5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení

- Číselníkový úchylkoměr potřebného rozsahu měření a rozlišení,
- páčkový úchylkoměr potřebného rozsahu měření a rozlišení,
- držák úchylkoměrů pro uchycení nad měřeným předmětem,
- sada koncových měrek pro kontrolní nastavení před samotným měřením, sady  $0,5 \div 100$  mm, případně sada koncových měrek ( $125 \div 500$ ) mm. Jde o pracovní etalon minimálně 5. sekundárního řádu a 2. třídy přesnosti,
- lupa se zvětšením 6x,
- teploměr dotykový (tělískový) s měřicím rozsahem min (16 až 26) °C s hodnotou dílku stupnice min 0,2 °C, popř. jiný teploměr obdobných parametrů, navázaný na etalon,
- teploměr prostorový s rozsahem min (10 až 30) °C s rozlišením min 1 °C,
- čisticí prostředky: technický benzín nebo jiné odmašťovadlo, utěrka.

Poznámka: Všechna použitá měřidla a pomocná měřicí zařízení musí být navázány na etalon vhodného rozsahu a přesnosti a musí mít platnou kalibraci.

## 6 Obecné podmínky měření – veličiny ovlivňující výsledky měření

Provozní měření pomocí posuvného měřítka se provádí za těchto referenčních podmínek:

- teplota prostředí ( $20 \pm 5$ ) °C,
- teplotní rozdíl mezi měřidlem a měřeným předmětem max. 2 °C,
- klidné prostředí bez průvanu a nadměrné prašnosti,
- suché prostředí s relativní vlhkostí přibližně do 75 %.

Před měřením musí být posuvné měřidlo umístěné min. 1/2 hodiny poblíž měřeného předmětu.

Teplota měřeného předmětu a posuvného měřítka kde teplota prostředí se zjišťuje před zahájením měření a po jeho skončení, popř. se kontrolují průběžně.

Ostatní podmínky prostředí nemají v rozumných mezích přímý vliv na výsledek měření a posuzují se subjektivně podle podmínek daného pracoviště.

## 7 Metrologické meze využití metody měření

Úchylkoměry číselníkové i páčkové jsou určena pro statické měření na čistých předmětech (obrocích) případně je lze použít i na dynamické měření rotujících součástí k měření tvarových odchylek. Zpravidla se číselníkové úchylkoměry používají k měření úchylek kontrolovaného rozměru od nastaveného pomocí koncových měrek, měření úchylek tvaru a polohy, především obvodového a čelního házení a dále k vyrovnávání součástí do

předepsané polohy při obrábění nebo měření.

Drsnost povrchu by měla být do hodnoty  $R_a = 3,2 \mu\text{m}$  případně  $6,4 \mu\text{m}$ . Pro zaručení správnosti měření má být teplota měřených předmětů, měřidel i okolního prostředí blízká normální teplotě  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Odchytky od normálních podmínek měření vedou vždy k zhoršení přesnosti měření a to i v případě, že jsou používány správné postupy měření a výsledky jsou na normální podmínky korigovány.

Normální teplota pro udávání výsledků délkových měření je  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pokud nemůže být normální teplota při měření dodržena, musí být výsledky měření na tuto teplotu přepočítány. K tomu je potřebné znát součinitele teplotní roztažnosti měřeného předmětu a nastavovací měřky.

## 8 Kontrola měřidla před použitím a příprava na měření

Číselníkový úchylkoměr nebo páčkový číselníkový úchylkoměr 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 číselníkového úchylkoměru vážne, vypere se v nádobce s benzínem. Ponořit se smí pouze upínací stopka a dbát aby benzín nevníkl dovnitř úchylkoměru s číselníkem. Vřeteno se nesmí mazat olejem.

U páčkových úchylkoměrů se kontroluje utažení kontaktu ramene páčky, kontrola plynulosti pohybu ručky po číselníku a kompletnost příslušenství měřidla. Příslušenství zpravidla obsahuje upínací stopku a někdy též výměnné páčky s kuličkami. Délka páčky je pro určitý typ úchylkoměru pevně daná a nelze jí měnit. Změna délky páčky se projeví větší chybou měřidla.

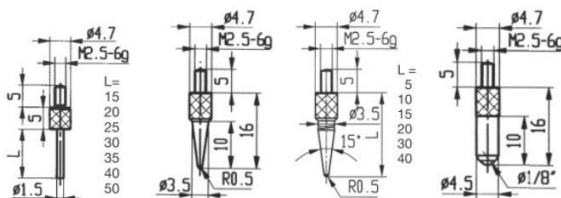


Přezkouší se lehkost chodu měřicí tyčky úchylkoměru v celém měřicím rozsahu. Pohyb měřicí tyčky musí být plynulý, bez citelného zadírání. Jednotlivé čárky stupnice musí být dobře čitelné prostým okem a úplné. Ukazovatel stupnice nesmí být ohnutý, musí se pohybovat ve stále stejné výšce nad rovinou stupnice, nesmí se dotýkat skla číselníku a nesmí zachytávat o toleranční značky.

Ukazovatel ve výchozí poloze musí být nejméně  $1/10$  otáčky před nulovým údajem,

ukazovatel na konci své dráhy musí být nejméně 1/10 otáčky za horní mezí pracovního rozsahu.

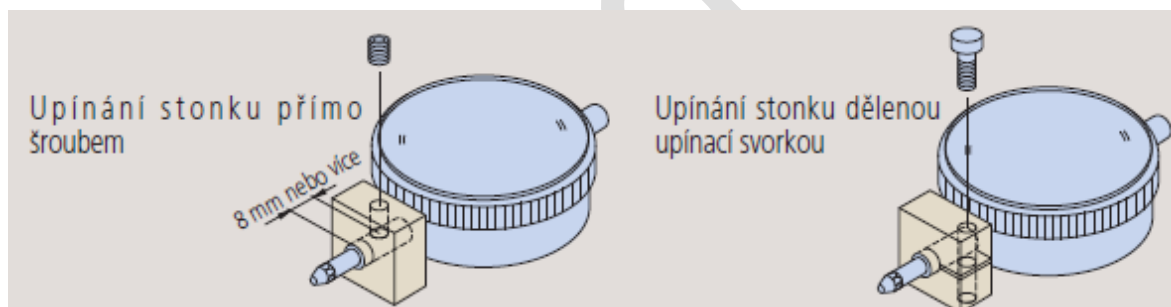
Měřicí doteky u číselníkového úchylkoměru musejí být vyměnitelné, závit v měřicí tyčce i měřicím doteku nesmí být poškozen. Provede se vizuální a funkční kontrola závitu. Měřicí dotyk lze měnit dle typu zvolené úlohy měření.



Měřidlo, které vykazuje nedostatky, nelze dále k měření používat.

## 9 Postup měření

Přezkouší se lehkost chodu měřicí tyčky úchylkoměru v celém měřicím rozsahu. Pohyb měřicí tyčky musí být plynulý, bez citelného zadírání. Upnutí za stopku číselníkového úchylkoměru větší silou může ovlivnit pohyb vřetene a způsobit tak chybu 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 číselníku a nesmí zachytávat o toleranční značky.

Hodnota na číselníkovém úchylkoměru se odčítá kolmo na stupnici k ukazateli. Na obrázku je vidět chyba čtené hodnoty způsobená paralaxou. Při větší úhlu čtení dochází k větším chybám čtené hodnoty na úchylkoměru.



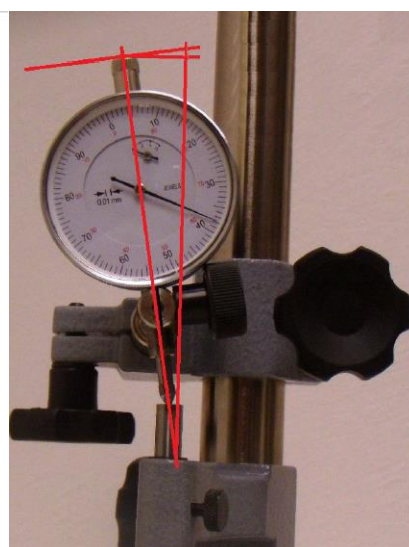


*Chyba čtení měřené hodnoty způsobená paralaxou*

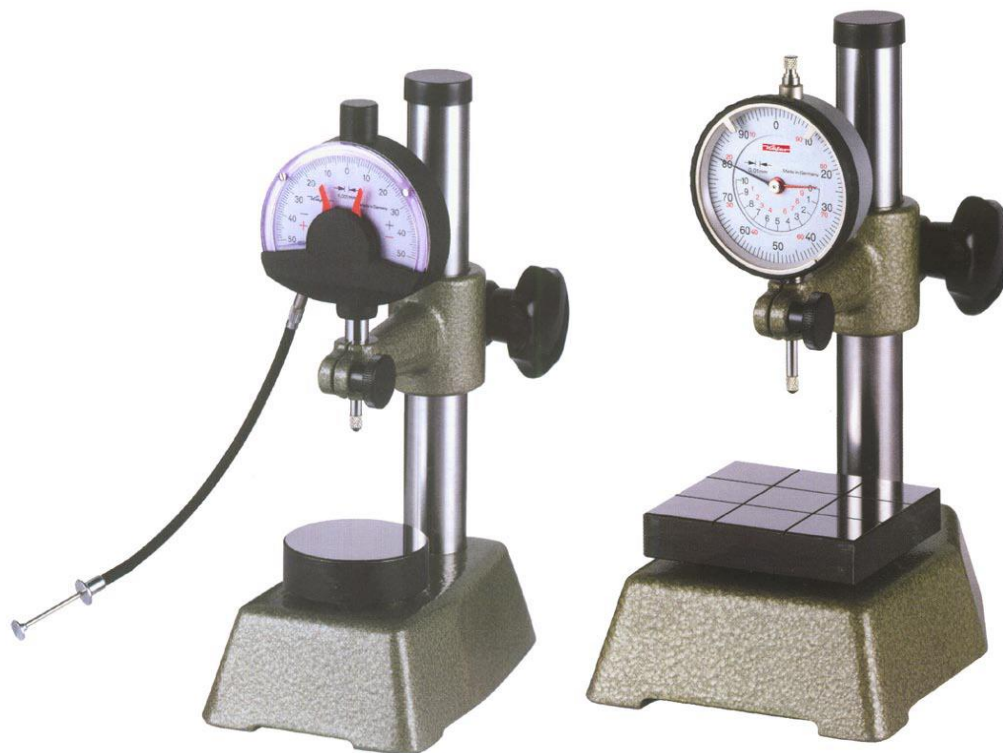
Ukazovatel číselníkového úchylkoměru musí být ve výchozí poloze nejméně 1/10 otáčky před nulovým údajem, ukazovatel na konci své dráhy musí být nejméně 1/10 otáčky za horní mezí pracovního rozsahu. Jde o vyvození správné měřicí síly. Vlivem orientace polohy úchylkoměru dochází ke změně měřicí síly.

Provádí-li se měření s vřetenem horizontálně nebo kontaktem směrem vzhůru je vyvozená měřicí síla nižší a je nutné při tomto měření překontrolovat správnou funkci úchylkoměru a jeho opakovatelnost. Výrobce Mitutoyo k nastavení nulového bodu úchylkoměru doporučuje 1/5 otáčky tedy 0,2 mm u rozlišení měřidla 0,01 mm a zdvihu 10 mm.

Při měření je nutné zabránit kosinově chybě při nedodržení kolmé polohy vřeten vzhledem k směru pohybu obrobku (ose měření). Chyby měření může způsobovat taktéž nerovnost vlivem textury drsnosti povrchu a nečistot vzniklé po obrábění.



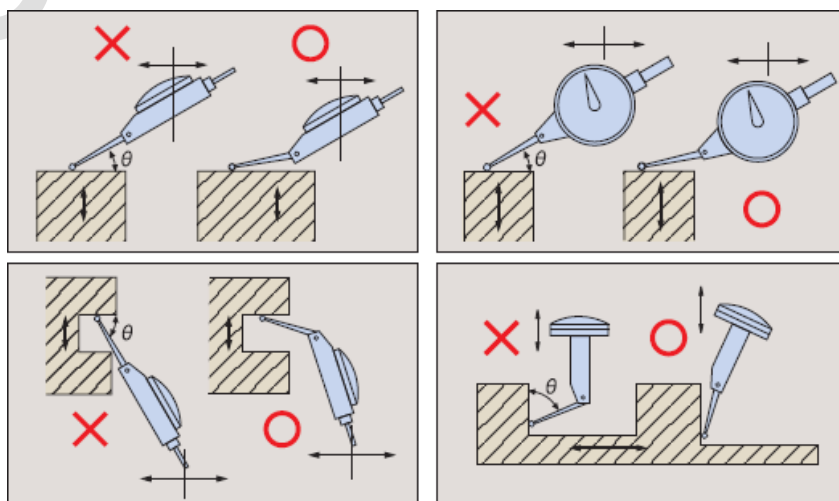
*Příklady špatného uchycení úchylkoměrů*



*Příklady správného uchycení úchylkoměrů s použitím dálkové spouště pro zdvih.*

Upnutí páčkového úchylkoměru v základní poloze se provádí na kalibračním zařízení, nebo stojánku na průměrné desce nebo speciální kalibrátor. Pokud nelze páčkový úchylkoměr upnout v základní poloze, je třeba otočit páčku tak, aby byla co nejvíce kolmá na směr pohybu doteku měřicího stroje.

Měřítka číselníkového úchylkoměru tedy závisí na úhlu mezi směry pohybu doteku a měřeného obrobku. Z hlediska vyloučení závažné chyby to v praxi znamená, že pokud je úhel doteku při měření na hodnotě menší než  $10^\circ$ , potom je vliv chyby nastavení doteku do 2% měřené hodnoty. Pro úhel do  $20^\circ$  je chyba měřené hodnoty do 6%.



Při nedodržení tohoto požadavku vzniká tzv. kosinová chyba:  $P = O \cos \alpha$

Kde:

$P$  = Konvenčně pravá hodnota (skutečná)

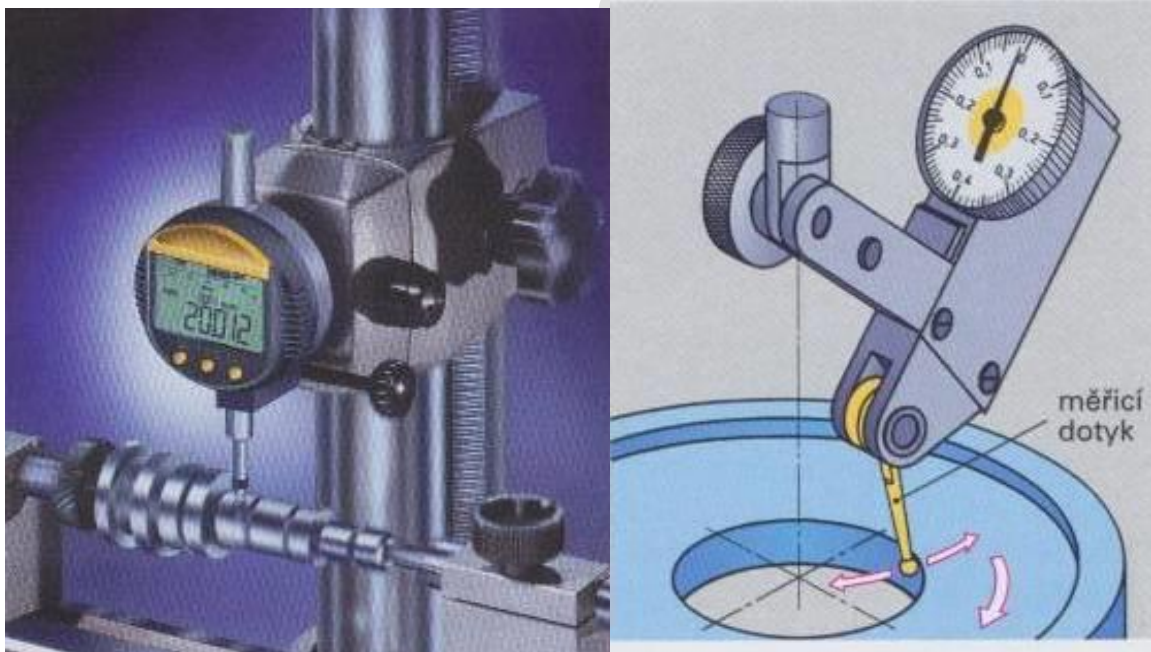
$O$  = Odečtená hodnota na stupnici úchylkoměru

$\alpha$  = Chybový úhel

Při měření pomocí víceotáčkových páčkových úchylkoměrů, se úhel  $\alpha$  mění. Proto je někdy třeba správnou výchozí polohu páčky určit zkusmo tak, aby chyba měření v celém rozsahu byla co nejmenší.

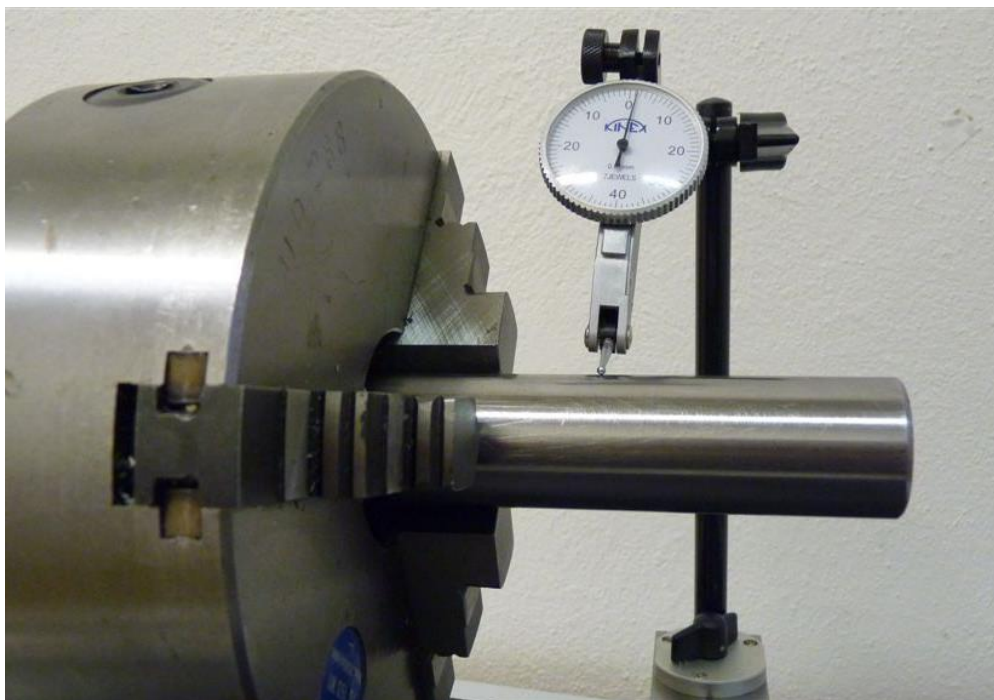
Měření jakýmkoliv úchylkoměrem a jejich odečítání měřené hodnoty nebude reprezentovat přesné měření, jestliže směr měření není shodný s osou měření tedy není vyrovnaná dráha pohybu předmětu s měřidlem. U páčkových úchylkoměrů se musí velice dbát na to, aby páčka úchylkoměru byla co nejvíce kolmá.

*Příklady použití číselníkových úchylkoměrů a páčkových úchylkoměru při měření*

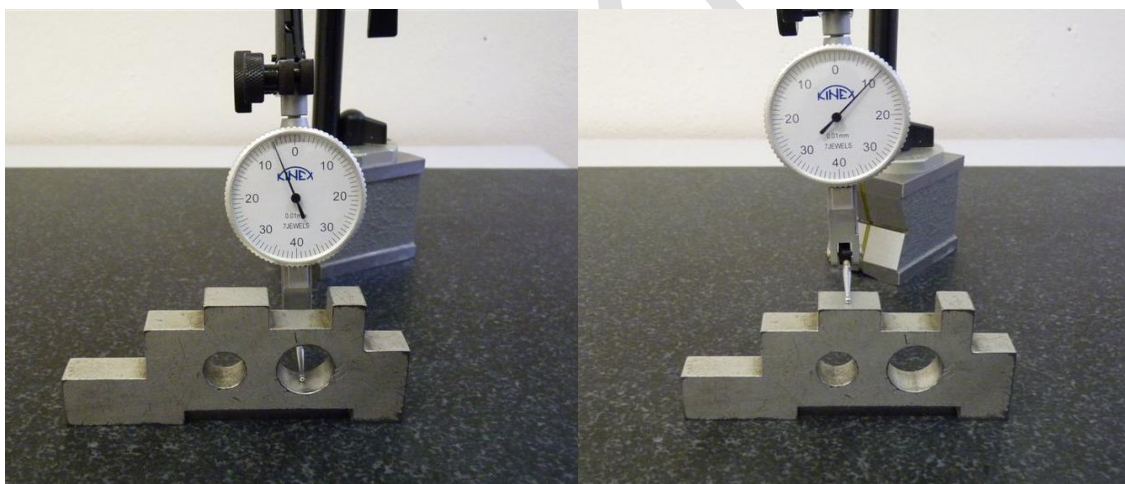


Centrování dílu pomocí páčkového úchylkoměru



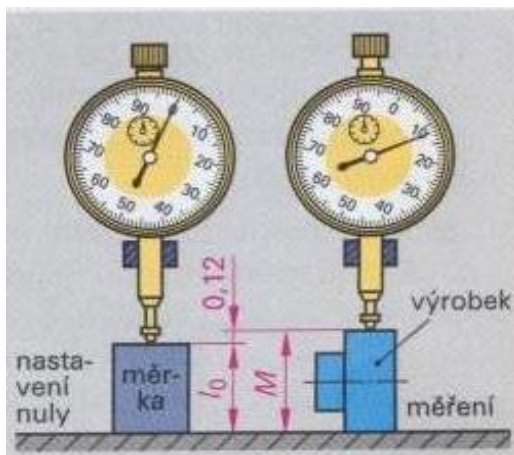


Využití při hromadné kontrole součástí



Diferenciální měření

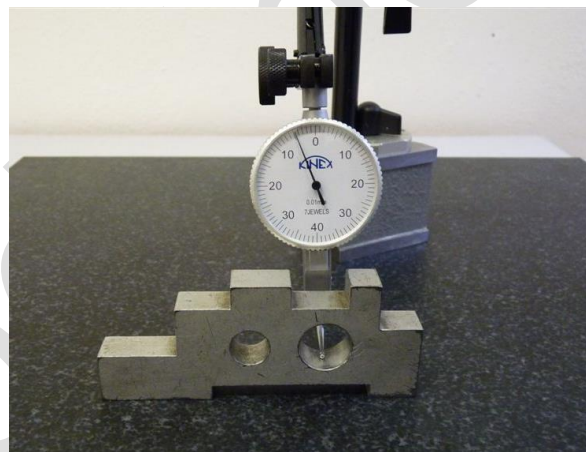
Měření se provádí se zpravidla pomocí stojánku, do kterého upneme správně číselníkový úchylkoměr a nastavíme nulový bod měření na etalonovou koncovou měrku známé délky. Měřená hodnota součásti je součtem délky etalonové měrky a odečtené odchylky pomocí úchylkoměru a přičtení nejistoty měření.



*Příklady použití číselníkových úchylkoměrů a páčkových úchylkoměru při měření*



Kalibrace páčkového úchylkoměru pomocí koncových měrek na jmenovitý rozměr



Měření rozměru součásti přesuneme měřicí dotek na měřenou plochu a na stupnici odečteme odchylku od jmenovitého rozměru (nastaveného pomocí koncových měrek)

### 9.1 Korekce naměřené hodnoty

Doposud jsme předpokládali, že měřený předmět i posuvné měřidlo jsou ze stejného materiálu. Posuvná měřidla se až na výjimky vyrábějí z uhlíkové oceli se součinitelem délkové teplotní roztažnosti  $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , neboli  $11 \mu\text{m/m } ^\circ\text{C}$ .

Materiál měřených kusů může být různý a součinitele teplotní roztažnosti pro nejběžnější materiály uvádí tabulka:

Materiál	Součinitel délkové teplotní roztažnosti $10^{-6} \text{ K}^{-1} (\mu\text{m/m} \cdot ^\circ\text{C})$
Ocel uhlíková a nízkolegovaná	11 až 12
Ocel vysoko legovaná (25% Ni)	18 až 21
Mosaz	19
Slitiny hliníku	23 až 24
Olovo, Zinek	29

Poznámka: Hodnoty součinitele délkové teplotní roztažnosti  $\alpha$  jsou informativní a mohou se u konkrétních slitin poněkud lišit od hodnot uvedených v tabulce.

Při měření materiálů, které mají jiný součinitel délkové teplotní roztažnosti a než použité měřidlo je důležitá také odchylka teploty kusu a měřidla od teploty normální, která musí být zahrnuta do výpočtu korekce. Pouhé vyrovnání teploty měřidla a měřeného kusu nestačí. Způsob výpočtu korekce je ukázán v tabulce pro výpočet nejistoty měření.

## 10 Stanovení nejistoty při měření výšky výrobku číselníkovým úchylkoměrem (příklad)

Měříme výšku obrobku  $L = (80 \pm 0,03)$  mm pomocí číselníkového úchylkoměru v dílenských podmínkách. Obrobek je vyrobený z vysoce legované oceli, součinitel teplotní roztažnosti přibližně  $\alpha = (14 \pm 3) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Měření se bude opakovat vždy 3x ve dvou sériích. Po každé sérii 3 měření se kontroluje nastavení nulového bodu kontrolou na nastavenou měrku. Před měřením se teplotně stabilizuje měrka i číselníkový úchylkoměr minimálně půl hodiny přiložením vedle měřeného výrobku. Teplota měřeného obrobku a měřidel se kontroluje dotykovým teploměrem. Informativně se změří teplota prostředí.

### Použitá měřidla:

- Číselníkový úchylkoměr (0-10)/0,01 mm, kalibrováný s nejistotou  $U = 0,004$  mm, ocelový, součinitel teplotní roztažnosti přibližně  $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,
- nastavovací měrka 80 mm, kalibrována s nejistotou  $U = 0,001 \mu\text{m}$ ,  $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- dotykový teploměr s rozlišením min.  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ , kalibrováný,
- prostorový teploměr (informativní).

### Podmínky při měření:

- teplota obrobku  $23^\circ\text{C}$ ,
- teplota měřidel  $23^\circ\text{C}$  při zahájení měření, do konce měření nepřesáhne  $24^\circ\text{C}$ ,
- teplota okolního vzduchu  $23^\circ\text{C}$ .

**Naměřené hodnoty úchylek k nastavení nulového bodu jmenovité hodnotě měřky:**

## I. Série měření

Měřená odchylka	0,012	0,023	0,015
Měřená hodnota	80,012	80,023	80,015

## II. Série měření

Měřená odchylka	0,018	0,014	0,012
Měřená hodnota	80,018	80,014	80,012

Střední naměřená hodnota:  $D_M = 80,0164 \text{ mm}$ Směrodatná odchylka:  $s = 3,83 \text{ } \mu\text{m}$ **Stanovení standardní nejistoty typu A  $u_A$ :**

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot k_A = \frac{3,83}{\sqrt{6}} \cdot 1,3 = 2,22 \text{ } \mu\text{m}$$

kde:  $s$  - směrodatná odchylka určená na kalkulátoru (někdy označená  $s_{(n-1)}$ ) $n$  - počet měření $k$  - koeficient určený v závislosti na počtu měření podle následující tabulky:

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9
$k$	7,0	2,3	1,7	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2

Pro zjednodušení přidáme nejistotu  $u_A$  do tabulky pro odhad nejistoty.**Stanovení standardní nejistoty typu B  $u_B$ :**

Výchozí rovnice má pro tento případ tvar:

$$L_C = L_M + \Delta t \cdot \alpha \cdot L + \Delta \alpha \Delta T \cdot L$$

kde:

 $L_C$  - délka obrobku korigovaná na normální podmínky $L_M$  - délka naměřený číselníkovým úchylkoměrem $\Delta t$  - rozdíl teploty měřidla a obrobku (ohřátí měřidla během měření)  $2^\circ\text{C}$  $\Delta T$  - odchylka teploty obrobku od normální teploty  $23 - 20 = 3^\circ\text{C}$  $L$  - jmenovitý délka výrobku $\Delta \alpha$  - rozdíl součinitelů teplotní roztažnosti úchylkoměru a obrobku  $\Delta \alpha = 11 - (18 \pm 3) = -7 \pm 3 \text{ } \mu\text{m/m} \cdot ^\circ\text{C}$  ( $-7$  korigujeme,  $\pm 3$  zahrneme do nejistoty) $\alpha \cdot L$  - citlivostní koeficient  $11 \cdot 0,08 = 0,88 \text{ } \mu\text{m}/^\circ\text{C}$

$$\Delta T \cdot L \quad \text{citlivostní koeficient } 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ m} \cdot ^\circ\text{C}$$

Korekce naměřené hodnoty ve sloupci Odhad veličin:

$$\Delta \alpha \cdot \Delta T \cdot D = -7 \cdot 2 \cdot 0,08 = -1,68 \text{ } \mu\text{m} = -0,00168 \text{ mm}$$

Faktor rozdělení **b** je převrácenou hodnotou koeficientu rozdělení, viz [L10]:

- normální rozdělení:  $b = \frac{1}{2} = 0,5$
- rovnoměrné rozdělení:  $b = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,6$

### Tabulka standardních nejistot

Zdroje nejistot	Ozn.	Odhad veličiny mm	Meze nejistoty $\mu\text{m}$	Faktor rozdělení b	Citlivostní koeficient k	Příspěvek k nejistotě $\mu\text{m}$
Číselníkový úchylkoměr $U = 4 \text{ } \mu\text{m}$ Etalonová měrka $U = 1 \text{ } \mu\text{m}$	$L_M$	80,0164	5	0,5	1	2,50
Tepl. rozdíl obrobku - měřidla max. $2^\circ\text{C}$ v průběhu měření	$\Delta t$	-	1	0,6	0,88	0,53
Rozdíl tepl.roztažn.-( $7 \pm 3$ ) $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ Odchylka teploty od normální $3^\circ\text{C}$	$\Delta \alpha$	-0,0011	2	0,6	0,24	0,29
Rozlišitelnost použitého Číselníkový úchylkoměr 1/10 dílku		-	1	0,5	1	0,50
Nejistota typu A z opakovaných měření	$u_A$	-	2,22	1	1	2,22
Měřená délka obrobku	$L_C$	80,0153	Nejistota u (k=1) $\mu\text{m}$			3,44

### Stanovení rozšířené nejistoty:

Za předpokladu, že výsledné rozdělení pravděpodobnosti je normální, koeficient rozšíření  $k=2$ , vyjde po zaokrouhlení nahoru rozšířená nejistota:

$$U = 2 \cdot 3,44 = 6,88 \text{ } \mu\text{m} = 0,007 \text{ mm}$$

### Výsledek měření:

Po zaokrouhlení je výsledná délka obrobku přepočtená na normální teplotu:

$$L_C = (80,015 \pm 0,007) \text{ mm}$$

Naměřená hodnota včetně nejistoty vyhovuje předpisu. Stanovená nejistota měření čerpá přibližně třetinu tolerance. Postup měření i výsledek lze prohlásit za vyhovující.



## 11 Záznamy o měření

*Pokud má organizace stanoveny konkrétní záznamy o měření, využijí se. Úroveň záznamu je dána důležitostí měřicí operace a jeho rozsah stanoví odpovědný pracovník subjektu (technolog, metrolog atd.)*

**Tyto záznamy mohou obsahovat například:**

- a) identifikace pracoviště provádějícího měření,
- b) pořadové číslo záznamu, očíslování jednotlivých stran, celkový počet stran,
- c) informace o měřidle,
- d) veličiny ovlivňující měření v okamžiku měření a způsob jejich kompenzace,
- e) název výrobní operace,
- f) datum měření, (případně i čas),
- g) označení použité metodiky měření (v našem případě např. MPM 1.1.2/04/18)
- h) měřidla použitá při měření,
- i) obecné vyjádření o návaznosti výsledků měření,
- j) výsledky měření a s nimi spjatou rozšířenou nejistotu měření a/nebo prohlášení o shodě s danou technologickou tolerancí,
- k) jméno pracovníka, provádějícího měření, jméno a podpis odpovědného (vedoucího) pracovníka, razítko pracoviště.

## 12 Péče o metodický postup

Originál metodického postupu je uložen u jeho zpracovatele, další vyhotovení jsou předána příslušným pracovníkům podle rozdělovníku (viz čl. 13.1 tohoto postupu).

Změny, popř. revize metodického postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele 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

Metodický postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

**13.2 Úprava a schválení**

Metodický postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

**13.3 Revize**

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

**Upozornění**

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