

Skupina: POSUVNÁ MĚŘIDLA

Kalibrační postup

1. SOUVISEJÍCÍ NORMY A METROLOGICKÉ POSTUPY (platné k 16.7.2012)

České technické normy:

ČSN 25 1200 : 1980	Posuvná měřidla. Typy.
ČSN 25 1230 : 1980	Posuvky jednostranné. Základní rozměry.
ČSN 25 1233 : 1980	Posuvky oboustranné. Základní rozměry.
ČSN 25 1235 : 1985	Posuvná měřidla. Oboustranné posuvky s kruhovým číselníkem a hloubkoměrem.
ČSN 25 1238 : 1980	Posuvky oboustranné s hloubkoměrem. Základní rozměry.
ČSN 99 0652 : 1990	Posuvná měřidla s nonickou diferencí 0,02 mm
ČSN 99 0656 : 1990	Posuvky se stavítkem. Rozměry.
ČSN EN ISO 13385-1 : 2011	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rozměrové měřicí vybavení Část 1: Posuvná měřidla; Konstrukce a metrologické charakteristiky
ČSN 25 1295 : 1980	Posuvné výškoměry. Základní rozměry.
ČSN 25 1282 : 1980	Posuvné hloubkoměry s nose. Základní rozměry.
ČSN EN ISO 13385-2 : 2012	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Rozměrové měřicí vybavení; Část 2: Posuvné hloubkoměry; Konstrukce a metrologické charakteristiky

Postupy České metrologické společnosti:

KP 1.1.2/01/08/N	Posuvka I (s nonickou diferencí 0,1 a 0,05)
KP 1.1.2/02/09/N	Posuvka II (číslicové a s nonickou dif. 0,02)
KP 1.1.2/11/09/N	Posuvný hloubkoměr
KP 1.1.2/09/10/N	Výškoměr (posuvný)

Zahraniční normy a kalibrační instrukce:

DIN 862 : 1988	Posuvná měřidla (posuvky, hloubkoměry) - měřicí rozsah do 2 000 mm, s rozlišitelností (0,1 ; 0,05; 0,02) mm - měřicí rozsah do 1 000 mm, s rozlišitelností 0,01 mm
----------------	--

VDI/VDE/DGQ 2618

- část 9.1 : 2006 Posuvky pro vnější a vnitřní měření a měření hloubky
- část 9.2 : 2006 Hloubkoměry
- část 9.3 : 2006 Výškoměry

2. DEFINICE

2.1. Posuvné měřidlo

měřidlo, které slouží k měření délkových rozměrů vnějších i vnitřních, popř. roztečí a hloubek, vybavené hlavní stupnicí a pomocnou stupnicí, případně displejem.

2.2. Hlavní stupnice

stupnice na pevné části posuvného měřidla.

2.3. Pomocná stupnice

stupnice (nonická nebo kruhový číselník), příp. displej na posuvné části.

2.4. Začátek měřicích ramen

začátek měřicích ramen je blíže tělesu posuvky.

2.5. Měřicí rozsah

Měřicí rozsah je prostá hodnota rozdílu mezi dvěma mezními hodnotami jmenovitého rozsahu.

Nezahrnuje rozsah nonia.

*Příklad: poslední ryska hlavní stupnice: 350 mm
nonius 0,02 mm (tj. 49 mm)
měřicí rozsah: 300 mm*

2.6. Rozlišení

nejmenší změna veličiny, která je měřena, která způsobí rozeznatelnou změnu v odpovídající indikaci.

Pozn.: Rozlišení může záviset např. na šumu (vnitřním nebo vnějším) nebo na tření. Smí také záviset na hodnotě veličiny, která je měřena

2.7 Rozlišení zobrazovacího zařízení

nejmenší rozdíl mezi zobrazenými indikacemi, který může být prokazatelně rozlišen.

3. TECHNICKÉ POŽADAVKY NA MĚŘIDLO

3.1. Předběžná kontrola a úprava

3.1.1. Měřidlo se očistí, všechny funkční plochy se odmastí a podle potřeby se odmagnetuje (digitální měřidla se neodmagnetovávají).

3.1.2. Překontroluje se, zda měřidlo není mechanicky poškozeno a je kompletní, tj. včetně šroubků a per. Vizuálně se překontrolují měřicí plochy, včetně případné funkční plochy hloubkoměru. Šroubky na ustavujícím ústrojí nesmí být ohnuty a nesmí mít poškozený závit.

3.1.3. Lehce poškozené plochy se upraví, např. lapovacím papírem, poškozené hrany vodicích ploch tělesa posuvného měřidla se upraví jemným pilníkem a dočistí lapovacím kamenem, místa napadená korozí se očistí smirkovým plátnem.

3.1.4. Měřidlo musí být označeno výrobním anebo evidenčním anebo inventárním číslem.

3.1.5. Na funkčních plochách jsou povolena pouze taková poškození, vzniklá běžným používáním, která neovlivní hodnotu měřené veličiny. Koroze ani rýhy zachytitelné nehtem na funkčních plochách nejsou dovoleny.

3.2 Kontrola vzhledu

3.2.1. U posuvných měřidel s noniem:

- čárková stupnice a její číslice musí být dobře čitelné, čárky musí být kolmé k ose měřidla (kontrola se provede vizuálně).

3.2.2. U posuvných měřidel s kruhovým číselníkem:

- ukazatel nesmí být ohnutý a musí se pohybovat v konstantní výšce nad číselníkem, zkontroluje se plynulost chodu ukazatele a stabilní zajištění nulové polohy číselníku,
- ukazatel musí mít stejnou tloušťku jako čárky stupnice, čárky musí směřovat do středu otáčení.

3.2.3. U posuvných měřidel digitálních:

- při pomalém posuvu se zkontroluje správné zobrazování hodnot v celém rozsahu stupnice,
- všechny dekády se (postupně) nastaví na "8" nebo "0" a pak na "2",
- číslice musí být úplné (všechny segmenty) a dobře čitelné,
- v libovolné poloze posuvné části musí být měřená hodnota indikována jednoznačně.

3.3. Funkční zkouška

Pohyb posuvné části musí být plynulý, bez zadržování a pouze s minimální vůlí v celém měřicím rozsahu. Při zaaretování posuvné části se nesmí hodnota nastavená na stupnici změnit.

3.4. Nekompletní, poškozená a velmi opotřebená měřidla se nekalibrují.

4. PODMÍNKY PROSTŘEDÍ A TEMPERACE MĚŘIDEL

Níže uvedené hodnoty jsou pouze doporučené, skutečné teplotní podmínky musí být součástí analýzy nejistot měření.

Teplota okolí: $(20 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$

Teplota by neměla v prostředí laboratoře kolísat více než $1 \text{ }^{\circ}\text{C/h}$.

Vlhkost vzduchu: $50 \pm 15 \%$

Nemá přímý vliv na měření - v kalibračním listě se neuvádí.

Minimální doba temperace kalibrovaného měřidla volně uloženého v prostředí laboratoře:
 $2 \text{ h (do } 500 \text{ mm vč.)} / 4 \text{ h (nad } 500 \text{ mm)}$

Za předpokladu, že etalony jsou umístěny v laboratoři trvale.

5. POSTUP KALIBRACE - POSUVKA

5.1. Zjištění předkalibračního stavu měřidla

Vzhledem k tomu, že se jedná o měřidla s možností nastavení nuly, předkalibrační stav se zjišťuje pouze na výslovný požadavek zákazníka.

5.2 Způsoby měření

a) koncovými měrkami a nastavovacími kroužky

- koncové měrky navázané minimálně ve 4. sekundárním řádu,
- nastavovací kroužky bez kruhovitosti.

b) délkoměrem - nevhodné;

v naměřených hodnotách se nezohlední přítlačná síla ani vůle v mechanismu (tento způsob měření je v rozporu s praktickým použitím posuvky),

c) optickým měřením stupnice - nevhodné;

v naměřených hodnotách se nezohlední přítlačná síla ani vůle v mechanismu (tento způsob měření je v rozporu s praktickým použitím posuvky).

5.3 Před vlastní kalibrací se provede kontrola:

- kolmosti ramen na osu měřidla (pomocí nožového úhelníku),
- rovinnosti a rovnoběžnosti vodící části tělesa (příčného a podélného průhybu) (pomocí nožového pravítka, pasametru anebo třmenového mikrometru),
- rovinnosti hloubkoměru (na rovinné ploše, např. příměrné desce),
- rovinnosti a kolmosti měřicí plochy hloubkoměru na tělese posuvky (pomocí nožového úhelníku).

Pozn.: Tyto úchytky tvaru by mohly negativně ovlivnit další měřené parametry. Velikost těchto úchylek se nezjišťuje, pokud jsou však deformace měřidla viditelné okem, měřidlo se dále nekalibruje.

5.4. Měření rovnoběžnosti a přímosti měřicích ploch

(ramen na vnější i vnitřní měření a pomocných ramen na vnější měření)

5.4.1. Velikost úchytky rovnoběžnosti ramen pro vnější měření se zjistí:

- měřením jedné koncové měrky, příp. válečkové měrky na začátku a konci měřicích ramen, nebo
- na průsvit, a následně sevřením koncové měrky 1 mm měřicími rameny v místě, kde jsou měřicí plochy v kontaktu (obvykle na začátku ramen) a zkoušení případné vůle vkládáním setinových koncových měrek (obvykle na konci ramen),

Rovnoběžná poloha měřicích ramen musí zůstat zachována i po zatažení ustavujícího ústrojí.

Pozn.: Vzhledem k tomu, že poměr šířky měřené plochy k její délce je u měřicích ploch pro vnější měření velmi malý, upouští se od měření rovinnosti měřicích ploch (je nahrazeno měřením rovnoběžnosti).

5.4.2. Velikost úchytky rovnoběžnosti ramen pro vnitřní měření (u jednostranné posuvky) se zjišťuje pomocí dvojice nastavovacích kroužků (\varnothing 4 mm a libovolný další kroužek průměru mezi 15 mm a 30 mm).

Velikost úchytky rovnoběžnosti osazených konců hlavních ramen pro vnější měření (u oboustranné posuvky) se zjišťuje pomocí třmenového mikrometru (pasometr není vhodný z důvodu velkého průměru měřicích doteků).

5.5. Zjištění chyby vnějšího měření (ramen na vnější měření a pomocných ramen na vnější měření)

5.5.1. Při měření musí být měřicími plochami ramen na vnější měření sevřena celá délka funkční plochy koncové měrky. V případě, že jsou ramena delší než funkční plocha koncové měrky, měrka se umístí přibližně uprostřed délky měřicích ramen a opět tak, aby byla sevřena celá délka její funkční plochy.

Všechna měření musí být provedena za použití přiměřené a konstantní přítlačné síly.

5.5.2. Obecně je třeba dodržet zásadu, že kalibrace by měla být provedena minimálně v těchto místech

měřicího rozsahu:

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu,

a dále:

- do 400 mm včetně v dalších dvou místech,
- nad 400 mm do 1 000 mm včetně v dalších třech místech,
- nad 1 000 mm do 3 000 mm včetně v dalších čtyřech místech.

5.5.3. Doporučená místa měření při zjišťování chyby měření **analogových posuvek**:

rozměry v [mm]

MÍSTO MĚŘENÍ	HORNÍ MEZ MĚŘICÍHO ROZSAHU					
	do 250 vč.	nad 250 do 400 vč.	nad 400 do 500 vč.	nad 500 do 1 000 vč.	nad 1 000 do 2 000 vč.	nad 2 000 do 3 000 vč.
nulová poloha	X	X	X	X	X	X
horní mez měřicího rozsahu	X	X	X	X	X	X
41,3	X	X	X			
131,4	X		X	X	X	X
243,5		X	X	X	X	
481,1				X	X	X
1 000					X	X
2 000						X

5.5.4. Doporučená místa měření při zjišťování chyby měření **digitálních posuvek**:

Posuvky s horní mezí měřicího rozsahu nad 100 mm (v závislosti na horní mezí měřicího rozsahu):

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu, a dále
- 10 mm,
- 30 mm,
- 50 mm,
- 125 mm,

- 250 mm,
- 500 mm.

Posuvky s horní mezí měřicího rozsahu do 100 mm včetně:

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu, a dále
- 10 mm,
- 30 mm,
- 50 mm.

Pozn.: Při kalibraci digitálních posuvek mohou být využita stejná místa měření jako u analogových.

5.5.4. Při kalibraci posuvek s horní mezí měřicího rozsahu nad 500 mm musí měřidlo i koncová měřka ležet celou plochou na rovné ploše (příměrná desce, kameninovém nebo ocelovém stole). Pro posuvky s horní mezí měřicího rozsahu do 500 mm je toto ustanovení pouze doporučené.

5.5.5. U posuvek s horní mezí rozsahu nad 2 000 mm se měřicí místa nad tento rozměr kontrolují pomocí koncových měrek upnutých v držáku nebo mikrometrickým odpichem nastaveným na délkoměru.

5.5.6. U posuvek s pomocnými rameny na vnější měření se navíc těmito rameny provede měření v libovolném jednom místě měřicího rozsahu.

5.6. Zjištění chyby vnitřního měření

Určení chyby vnitřního měření se provede v jednom místě měřicího rozsahu pomocí nastavovacího kroužku.

Pozn.: Doporučený jmenovitý průměr nastavovacího kroužku je 25 mm pro posuvky s horní mezí měřicího rozsahu do 500 mm vč. a 75 mm pro posuvky s horní mezí měřicího rozsahu nad 500 mm.

5.7. Zjištění chyby měření hloubkoměru

U posuvek opatřených hloubkoměrem se provede kontrola v jednom místě měřicího rozsahu dvojicí koncových měrek téže jmenovité hodnoty, na příměrné desce.

Pozn.: Doporučená jmenovitá délka koncových měrek je (2×) 50 mm.

5.8. Zjištění chyby při měření osazení

U posuvek konstruovaných pro měření osazení se provede kontrola v jednom místě měřicího rozsahu libovolnou koncovou měrkou, na příměrné desce.

5.9. Zjištění chyby vnějšího měření posuvek se smršťovacím dělením

Chyba měření posuvek se zjišťuje koncovými měrkami v následujících místech měřicího rozsahu (v závislosti na horní mezi měřicího rozsahu):

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu,
- 10 mm,
- 50 mm,
- 200 mm,
- 300 mm.

5.10. Zjištění chyby vnějšího měření poměrových posuvek

Chyba měření posuvek se zjišťuje koncovými měrkami v následujících místech měřicího rozsahu:

Základní měření:

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu, a dále
- 48,9 mm,
- 71,4 mm.

Poměrové měření:

- nulová poloha
- 48,9 mm (což odpovídá poměrovému rozměru: 16,3 mm),
- 71,4 mm (což odpovídá poměrovému rozměru: 23,8 mm),
- 159 mm (což odpovídá poměrovému rozměru: 53 mm).

5.11. Zjištění chyby vnějšího měření lesnických posuvek (průměrek)

Chyba měření posuvek se zjišťuje koncovými měrkami v následujících místech měřicího rozsahu v závislosti na horní mezi měřicího rozsahu):

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu, a dále
- 100 mm,
- 250 mm,
- 500 mm.

6. POSTUP KALIBRACE - POSUVNÝ HLOUBKOMĚR

6.1. U posuvných hloubkoměrů se zkosením i nosem se provede kalibrace obou stupnic. Kalibrace stupnice pro měření hloubky se provede na průměrné desce pomocí dvojice koncových měrek stejné jmenovité délky.

Kalibrace stupnice pro měření vnějších rozměrů se provede pomocí jedné koncové měrky.

6.1.1. Obecně je třeba dodržet zásadu, že kalibrace by měla být provedena minimálně v těchto místech měřicího rozsahu:

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu,

a dále:

- do 400 mm včetně v dalších dvou místech,
- nad 400 mm do 1 000 mm včetně v dalších třech místech.

Doporučená místa měření při zjišťování chyby měření **analogových hloubkoměrů**:

rozměry v [mm]

MÍSTO MĚŘENÍ	HORNÍ MEZ MĚŘÍCIHO ROZSAHU		
	do 260 vč.	nad 260 do 400 vč.	nad 400 do 1 000 vč.
nulová poloha	X	X	X
horní mez měřicího rozsahu	X	X	X
41,3	X		
131,4	X	X	X
243,5		X	X
500			X

Doporučená místa měření při zjišťování chyby měření **digitálních hloubkoměrů**:
(v závislosti na horní mezi měřicího rozsahu):

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu,
- 10 mm,
- 30 mm,
- 50 mm,
- 125 mm,
- 250 mm,
- 500 mm.

Pozn.: Při kalibraci digitálních hloubkoměrů mohou být využita stejná místa měření jako u analogových.

6.2. Úchylka rovinnosti průměrné plochy (můstku) hloubkoměru se zjistí na průměrné desce tak, že se libovolnou dvojicí koncových měrek stejné jmenovité délky podloží postupně oba kraje, středy a vnitřní části mostku.

7. POSTUP KALIBRACE - POSUVNÝ VÝŠKOMĚŘ

Pozn.: S výjimkou elektronických výškoměrů.

7.1. Kalibrace se provede na průměrné desce pomocí koncových měrek, vkládaných pod rýsovací jehlu nebo číselníkový úchylkoměr, který je svorkou pevně přichycen k posuvné části výškoměru.

7.1.1. Obecně je třeba dodržet zásadu, že kalibrace by měla být provedena minimálně v těchto místech měřicího rozsahu:

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu,

a dále:

- do 400 mm včetně v dalších dvou místech,
- nad 400 mm do 1 000 mm včetně v dalších třech místech.

Doporučená místa měření při zjišťování chyby měření **analogových výškoměrů**:

rozměry v [mm]

MÍSTO MĚŘENÍ	HORNÍ MEZ MĚŘICÍHO ROZSAHU		
	do 260 vč.	nad 260 do 400 vč.	nad 400 do 1 000 vč.
nulová poloha	X	X	X
horní mez měřicího rozsahu	X	X	X
41,3	X	X	
131,4	X	X	X
243,5			X
500			X

Doporučená místa měření při zjišťování chyby měření **digitálních výškoměrů**: (v závislosti na horní mezi měřicího rozsahu):

- nulová poloha,
- horní mez měřicího rozsahu,
- 10 mm,
- 30 mm,
- 50 mm,
- 125 mm,
- 250 mm,
- 500 mm.

Pozn.: Při kalibraci digitálních výškoměrů mohou být využita stejná místa měření jako u analogových.

8. Nejistota měření

8.1 Příspěvky k nejistotě

Nejistota měření musí být vypočítána v souladu s dokumentem EA 4/02.

1) Nejistota typu A

Zjišťuje se výběrová směrodatná odchylka z opakovaných měření. Pripouští se použití sdílené směrodatné odchylky, její stanovení by mělo být dokumentováno.

Skutečný počet opakovaných měření je započten do rozpočtu nejistot.

2) Nejistota etalonu

Nejistota etalonu se bere z aktuálního kalibračního listu etalonu.

3) Korekce etalonu

Neplatí, pokud je při kalibraci započítávána korekce etalonu během měření nebo pokud je korekce zanedbatelná (max. do 10 % přesnosti odečtu hodnoty během kalibrace). Pokud není korekce zanedbatelná a není započítávána do měřených hodnot, musí být její velikost započítána do nejistoty měření s respektováním rovnoměrného rozdělení.

4) Vliv rozlišení kalibrovaného měřidla

U digitálních měřidel se bere hodnota posledního digitu, u měřidel s noniem hodnota dělení nonia.

5) Teplotní vlivy

Analýza teplotních vlivů se vždy doporučuje. Analýza může v případě posuvných měřidel dokázat zanedbatelnost teplotních vlivů, záleží však na konkrétních podmínkách.

<i>veličina</i>	<i>výpočetní vztah</i>
Standardní nejistota rozdílu teplot	$u_{\Delta t} = \frac{\Delta t}{\sqrt{3}} =$
Standardní nejistota rozdílu koeficientů teplotní roztažnosti	$u_{\Delta \alpha} = \frac{\Delta \alpha}{\sqrt{3}} =$
Standardní nejistota průměrné odchylky teploty od 20 °C	$u_{\Delta t_{20}} = \frac{\Delta t_{20}}{\sqrt{3}} =$
Člen 1. řádu	$L \cdot \alpha \cdot u_{\Delta t} =$
Člen 2. řádu	$L \cdot u_{\Delta t_{20}} \cdot u_{\Delta \alpha} =$
Standardní nejistota délky vlivem teplotní roztažnosti	$u_{L_t} = \sqrt{(L \cdot \alpha \cdot u_{\Delta t})^2 + (L \cdot u_{\Delta t_{20}} \cdot u_{\Delta \alpha})^2} =$

6) Další vlivy

Další vlivy by měly být spíše vyloučeny správným provedením kalibrace, výsledek měření může být ovlivněn:

- nesprávná manipulace s měřidlem
- špatný stav měřidla
- použití nepřiměřené měřicí síly
- šikmo vložená koncová měřka
- nečistota na měřicích plochách
- naražené hrany měřicích ploch

9. SHRNUTÍ

9.1. Proces kalibrace zahrnuje:

- Vyčištění, odmaštění a případné odmagnetování měřidla (dle doporučení výrobce).
- Předběžnou kontrolu a úpravu lehce poškozených funkčních ploch.
- Kontrolu vzhledu měřidla.
- Funkční zkoušku měřidla.
- Temperaci měřidla.
- Zjištění úchylek tvaru měřidla (před vlastní kalibrací).
- Měření rovnoběžnosti a přímosti všech měřicích ploch. (posuvka)
- Zjištění chyby rovinnosti průměrné plochy. (posuvný hloubkoměr)
- Zjištění chyby vnějšího měření. (posuvka a posuvný výškoměr)
- Zjištění chyby vnitřního měření. (posuvka a posuvný hloubkoměr)
- Zjištění chyby měření hloubkoměru. (posuvka)
- Zjištění chyby při měření osazení. (posuvka)
- Konzervaci po provedené kalibraci (v souladu s doporučením výrobce).