

ÚLOHA Č.2

PRACOVNÉ MERADLÁ - MERANIE POSUVNÝM A MIKROMETRICKÝM MERADLOM

Ernst Abbé formuloval **základné vety pre meranie vzdialenosti** plôch resp. pre meranie na plochách

- 1. Abbého veta** pri meraní má byť meraný predmet a stupnica za sebou v tej istej osi, vyhneme sa tým chybám I. rádu.
Pri posuvnom meradle je táto veta porušená pri meraní vonkajších a vnútorných rozmerov, nie pri meraní hĺbky. Pri mikrometri je dodržaná.
- 2. Abbého veta** pri meraní je výhodnejšie pohybovať predmetmi než meradlami. Nebýva vždy dodržaná, ale odklon od tejto zásady treba vždy dôsledne technologicky aj ekonomicky zdôvodniť.

Posuvné meradlo je najčastejšie používané meradlo vo výrobní praxi, pretože je jednoduché, ľahko sa ovláda, nie je náročné na údržbu a jeho presnosť je pre väčšinu rozmerov dostatočná. Používa sa na meranie vonkajších a vnútorných rozmerov, prípadne hĺbkových mier (obr. 2.1). Patrí medzi tzv. nónické pracovné meradlá (ďalšími nónickými meradlami sú hĺbkomery a výškomery).

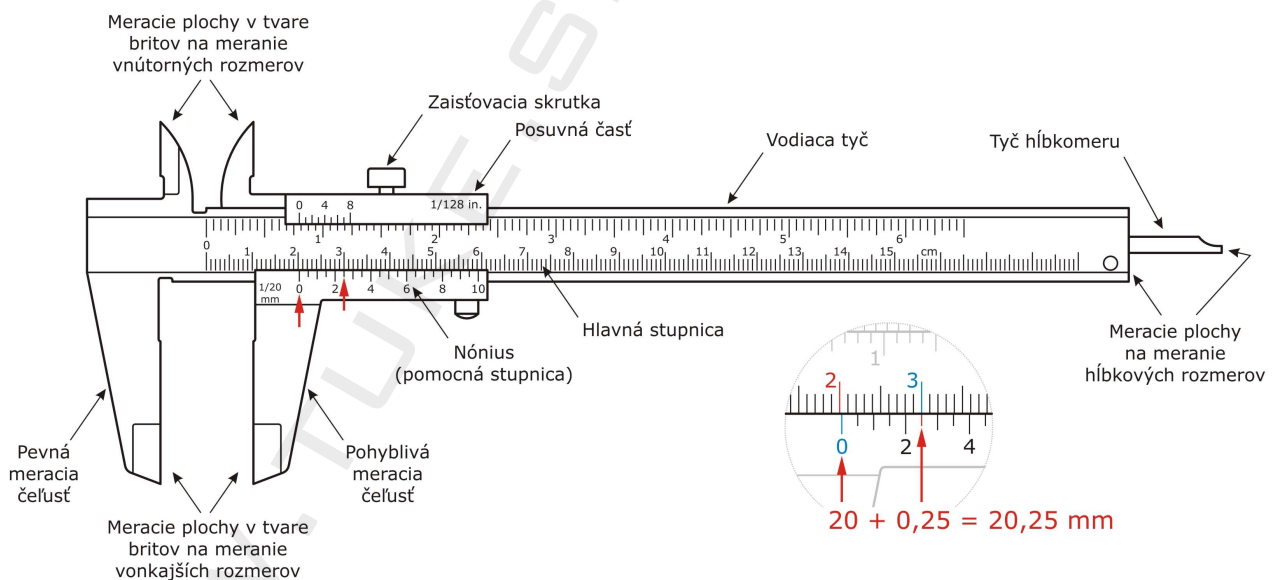
Skladá sa z dvoch meracích čelustí, na pevnej meracej čelusti je hlavná stupnica s delením 1 mm a na pohyblivej meracej čelusti je pomocná stupnica, tzv. *nónius* (niekedy nazývaný aj vernier), s ktorej pomocou je možné odčítať s presnosťou na 0,1 mm; 0,05 mm alebo 0,02 mm. Závisí to od delenia nónia, pri delení

1/10 má 10 dielikov nónia dĺžku 9 mm (resp. 19 mm), takže 1 dielik nónia je oproti dĺžke 1 dielika hlavnej stupnice kratší o 1/10 mm (presnosť 0,1 mm),

1/20 má 20 dielikov nónia dĺžku 19 mm (resp. 39 mm), takže 1 dielik nónia je oproti dĺžke 1 dielika hlavnej stupnice kratší o 1/20 mm (presnosť 0,05 mm),

1/50 má 50 dielikov nónia dĺžku 49 mm, takže 1 dielik nónia je oproti dĺžke 1 dielika hlavnej stupnice kratší o 1/50 mm (presnosť 0,02 mm),

Posuvné meradlá s presnosťou 0,02 mm sa využívajú ako kontrolné. Bežné meracie rozsahy posuvného meradla sú (0-150) mm, (0-200) mm, (0-300) mm.



Obr. 2.1 Schéma posuvného meradla

Spôsob odčítania na posuvnom meradle je možné vidieť na obr. 2.1. Poloha nulovej rysky nónia definuje na hlavnej stupnici hodnotu celých dielikov. Hodnotu za desatinnou čiarkou udáva tá ryska nónia, pre ktorú platí koincidencia s ryskou hlavnej stupnice v danom rozsahu nónia.

V dnešnej dobe sa čoraz viac presadzujú digitálne posuvné meradlá, ktorých presnosť je 0,01 mm (daná digitálnym odmeriavaním), avšak ich cena je v porovnaní s klasickými mechanickými posuvnými meradlami rádovo vyššia.

Maximálna dovolená nepresnosť posuvného meradla podľa nónickej diferenciácie pre delenie

$$1/10 \text{ je } Z_{\max} = \pm(75 + 0,05L) \text{ } [\mu\text{m}] \quad (2.1)$$

$$1/20 \text{ je } Z_{\max} = \pm(50 + 0,05L) \text{ } [\mu\text{m}] \quad (2.2)$$

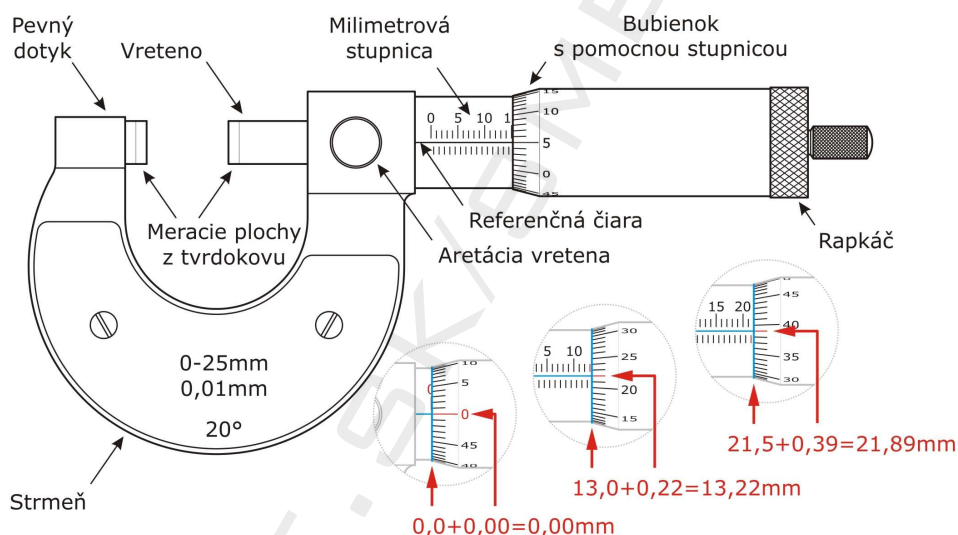
$$1/50 \text{ je } Z_{\max} = \pm(24 + 0,02L) \text{ } [\mu\text{m}] \quad (2.3)$$

kde L je meraná dĺžka v [mm],

znamienko \pm udáva hranice intervalu, v ktorom sa nachádza skutočná hodnota meranej veličiny.

Mikrometrické meradlo patrí medzi najpoužívanejšie meradlá v strojárstve, tzv. pracovné meradlá. Podľa konštrukcie sa dá použiť na meranie vonkajších rozmerov, vnútorných rozmerov a hĺbkových mier. Vyrába sa aj so špeciálne upravenými dotykmi napr. na meranie ozubených kolies, závitov, hrúbky plechov atď.. Využíva skrutkový prevod pomocou mikrometrickej skrutky, ktorú si dal v roku 1948 patentovať francúz Jean-Louis Palmer. Mikrometrické skrutky sa z dôvodu dosiahnuteľnej presnosti stúpania vyrábajú v dĺžkach 25 mm a preto sú mikrometrické meradlá odstupňované (0-25) mm, (25-50) mm, (50-75) mm atď..

Najpoužívanejším mikrometrickým meradlom je **strmeňový mikrometer** pre meranie vonkajších rozmerov (obr. 2.2).



Obr. 2.2 Schéma strmeňového mikrometra

Meranie mikrometrom sa deje tak, že sa súčiastka vsunie medzi meracie dotyky a otáčaním bubienka sa posúva pohyblivý dotyk (vreteno). Doťahovanie sa deje pomocou mechanizmu na konci bubienka, tzv. rapkáča (v princípe ide o trečiu alebo zubovú spojku), ktorý slúži na udržanie stálej meracej sily, ktorá býva (7 ± 2) N.

Spôsob odčítania na mikrometrickom meradle je možné vidieť na obr. 2.2. Na pevnej časti, ktorá tvorí jeden celok so strmeňom, je hlavná stupnica s delením 1 mm a vedľajšia stupnica taktiež s delením 1 mm, ktorá je však voči hlavnej posunutá o 0,5 mm. Na bubienku je pomocná stupnica delená na 50 dielikov. Pri stúpaní mikrometrickej skrutky 0,5 mm sa jedna otáčka rovná 50 dielikom teda presnosť mikrometra je 0,01 mm.

Pomocou klasického mechanického mikrometra je možné merať aj s presnosťou 0,001 mm vtedy ak nad hlavnou stupnicou je umiestnený pomocný nónius delený na 10 dielikov, ktorý umožňuje, spôsobom ako pri posuvnom meradle, odčítať tisícinu milimetra (obr. 2.3).



Obr. 2.3 Pomocný nónius

V dnešnej dobe sa čoraz viac presadzujú digitálne mikrometre, ktorých presnosť je 0,001 mm (daná digitálnym odmeriavaním), avšak ich cena je v porovnaní s klasickými mechanickými mikrometrami rádovo vyššia.

Maximálna dovolená nepresnosť stúpania mikrometrickej skrutky je podľa STN 251401 pre

$$\text{I. triedu presnosti} \quad Z_{\max} = \pm 4 [\mu\text{m}] \quad (2.4)$$

$$\text{II. triedu presnosti} \quad Z_{\max} = \pm 10 [\mu\text{m}] \quad (2.5)$$

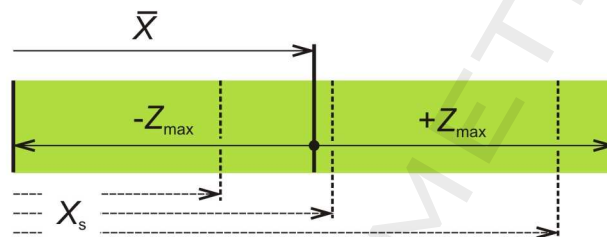
znamienko \pm udáva hranice intervalu, v ktorom sa nachádza skutočná hodnota meranej veličiny.

Výsledok merania bez udania chyby, odchýlky, nepresnosti, neistoty nemá žiaden význam. Keďže úlohou merania nie je len nájsť samotnú hodnotu meranej veličiny, ale aj odhadnúť chyby a neistoty ktorých sa pri meraní dopúšťame je potrebné tieto zahrnúť do výsledku merania. V tejto úlohe je možné určiť maximálnu dovolenú nepresnosť meradla a preto sa výsledok zapíše v tvare

$$X_v = (\bar{X} \pm Z_{\max}) \text{ mm} \quad (2.6)$$

kde \bar{X} predstavuje odhad meranej veličiny resp. pravdepodobnú hodnotu meranej veličiny (výberový priemer),

Z_{\max} definuje hranice intervalu, v ktorom sa nachádza skutočná hodnota meranej veličiny X_s (obr. 2.4).



Obr. 2.4 Maximálna nepresnosť a skutočná hodnota meranej veličiny

Zaokrúhľovanie je dôležité pre sprehľadnenie a lepšiu orientáciu pri interpretovaní výsledkov merania. Pri zaokrúhľovaní platia všeobecne platné predpisy (STN ISO 31-0:1997-07 (01 1301) Veličiny, jednotky a rovnice. Spoločné ustanovenia) alebo zaužívané pravidlá. Platí, že

- najprv sa vyčíslujú chyby, odchýlky, nepresnosti, neistoty maximálne na **dve platné číslice** (prvou platnou číslicou je prvá nenulová číslica), vždy sa zaokrúhľuje nahor, okrem prípadu ak je za platnou číslicou 0,
príklad: - vypočítaná maximálna nepresnosť $Z_{\max} = 0,01223 \text{ mm}$,
- zaokrúhlenie na prvú platnú číslicu: prvou platnou (nenulovou) číslicou je 1, za ňou je 2 takže sa zaokrúhľuje nahor $Z_{\max} = 0,02 \text{ mm}$,
- zaokrúhlenie na dve platné číslice $Z_{\max} = 0,013 \text{ mm}$,
- potom sa hodnota nameranej veličiny zaokrúhľuje na toľko desatinných miest ako chyba, odchýlka, nepresnosť, neistota, pričom platia základné pravidlá,
- od 1 do 4 nadol; 12,564 mm potom 12,56 mm,
- od 6 do 9 nahor; 12,567 mm potom 12,57 mm,
- pre 5 nadol, ak je pred ňou párna číslica; 12,565 mm potom 12,56 mm
- pre 5 nahor, ak je pred ňou nepárna číslica; 12,575 mm potom 12,58 mm

Príklad: - nezaokrúhlený výsledok merania $(11,32658 \pm 0,051264) \text{ mm}$
- po zaokrúhlení na dve platné číslice $(11,326 \pm 0,052) \text{ mm}$