

**Výsledok merania** (viď teoretické minimum – úloha č.1, definícia podľa VIM3) bez udania 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 najväčšiu (maximálnu) dovolenú chybu meradla a preto sa výsledok zapíše v tvare

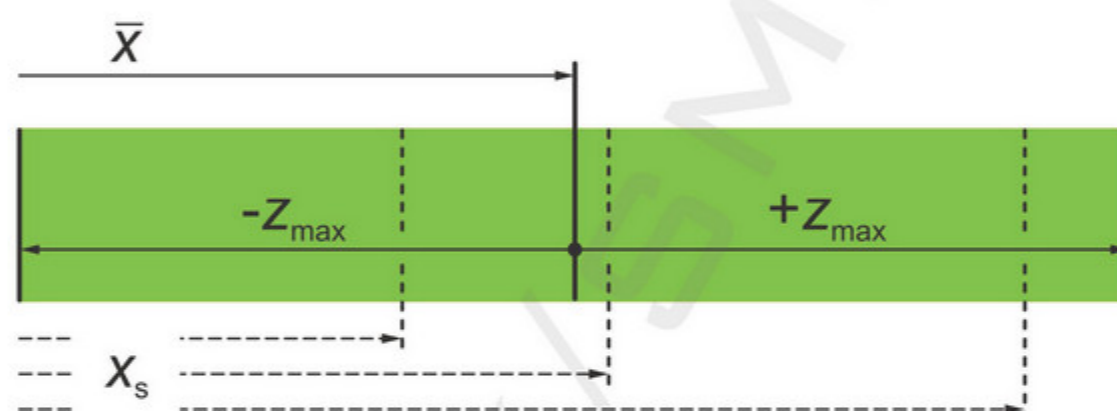
$$x_v = (\bar{x} \pm z_{\max}) \text{ mm} \quad (2.1)$$

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

$z_{\max}$  je maximálna dovolená chyba meradla, ktorá pre toto meranie definuje hranice intervalu v ktorom sa nachádza skutočná hodnota meranej veličiny  $x_s$  (Obr.2.1).

**Celková dovolená chyba meradla** je súčtom všetkých čiastkových chýb, spôsobených nepresnosťou stupníc, vôľou a nepresnosťou pracovných častí meradla, nepresnosťou meracích plôch, nepresnosťou využívaných porovnávacích mierok, chybami spôsobenými zaistením pohyblivých častí apod. Celková dovolená chyba nesmie prekročiť hodnoty najväčšej (maximálnej) dovolenej chyby.

**Najväčšia (maximálna) dovolená chyba meradla** je extrémna hodnota chyby prípustná pre dané meradlo v súlade s jeho špecifikáciou.



Obr.2.1 Maximálna dovolená chyba a skutočná hodnota meranej veličiny

**Zaokrúhľovanie** je dôležité pre prehľadnosť a lepšiu orientáciu pri interpretovaní výsledkov merania. Pri zaokrúhľovaní platia všeobecne platné predpisy [37] alebo zaužívané pravidlá. Platí, že

- najprv sa vyčíslujú chyby, odchýlky a 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 dovolená chyba  $z_{\max} = 0,01223 \text{ mm}$ ,
  - 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, neistota, pričom platia základné pravidlá,
  - od 0 do 4 nadol; 12,564 mm potom 12,56 mm,
  - od 5 do 9 nahor; 12,567 mm potom 12,57 mm.

Príklad:
 

- nezaokrúhlený výsledok merania  $(11,32658 \pm 0,051264) \text{ mm}$ ,
- po zaokrúhlení na dve platné číslice  $(11,327 \pm 0,052) \text{ mm}$ .



## ÚLOHA Č.2

### PRACOVNÉ MERADLÁ - MERANIE POSUVNÝM A MIKROMETRICKÝM MERADLOM

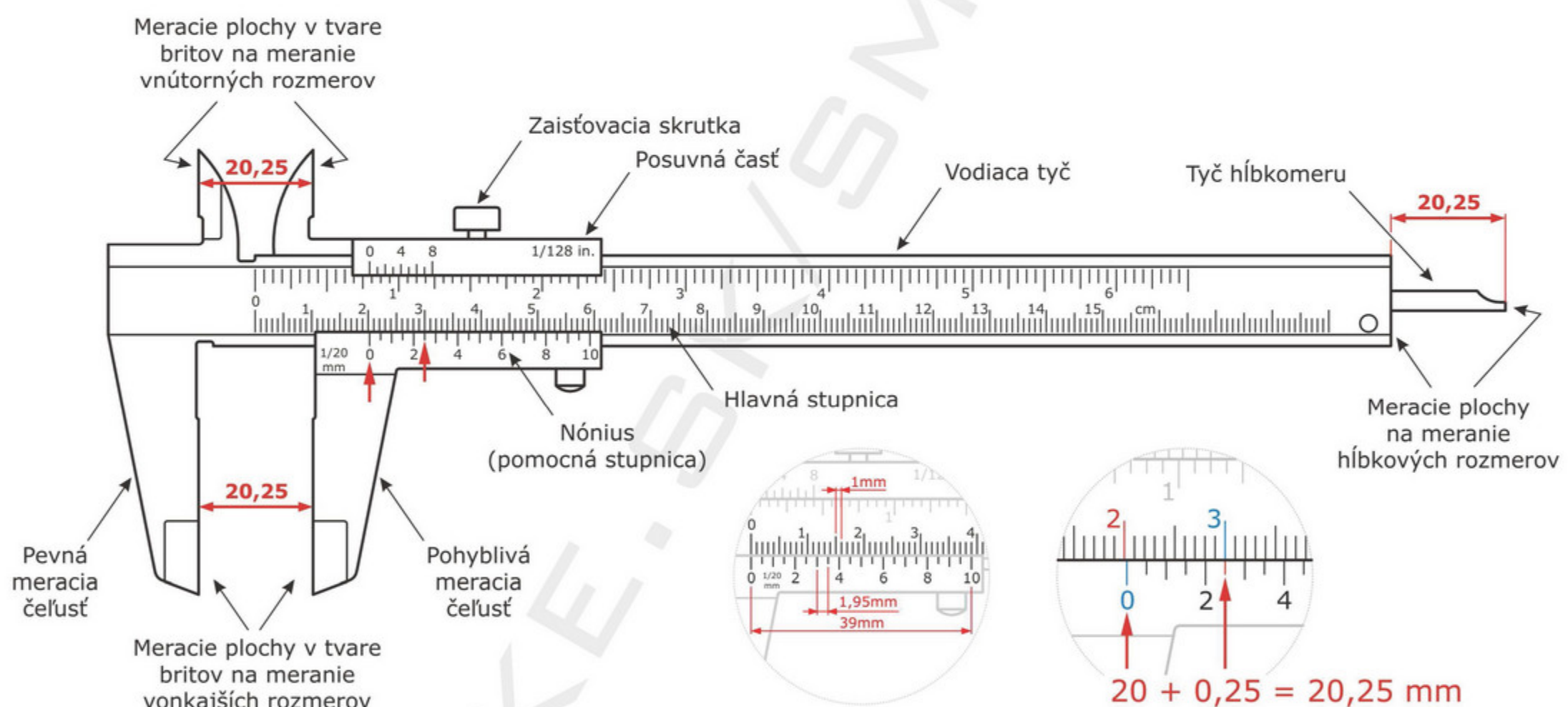
**Posuvné meradlo** je najčastejšie používané meradlo vo výrobní praxi, pretože je jednoduché, ľahko sa ovláda, nie je náročné na údržbu a jeho presnosť je pre väčšinu rozmerov dostatočná. Používa sa na meranie vonkajších a vnútorných rozmerov, prípadne hĺbkových mier (Obr.2.2). Patrí medzi tzv. nónické 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. Na pohyblivej meracej čelusti je pomocná stupnica, tzv. *nónius* (niekedy nazývaný aj vernier), s ktorej pomocou je možné odčítať s najmenším dielikom 0,1 mm; 0,05 mm alebo 0,02 mm. Závisí to od delenia nónia, pričom 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 (najmenší dielik 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 (najmenší dielik 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 (najmenší dielik 0,02 mm),

Posuvné meradlá s najmenším dielik 0,02 mm sa využívajú ako kontrolné (nónická diferencia je pomer veľkosti jedného dielika hlavnej stupnice k celkovému počtu dielikov nónickej stupnice).

Bežné meracie rozsahy posuvného meradla sú (0-150) mm, (0-200) mm, (0-300) mm.



Obr.2.2 Schéma posuvného meradla

**Spôsob odčítania** na posuvnom meradle je možné vidieť na Obr.2.2. 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 rozlíšiteľnosť je 0,01 mm (daná digitálnym odmeriavaním), avšak ich cena je v porovnaní s klasickými mechanickými posuvnými meradlami rádovo vyššia.

**Maximálna dovolená chyba** posuvného meradla podľa nónickej diferencie je pre delenie

$$1/10 \quad z_{\max} = (75 + 0,05 \cdot L) \mu\text{m} \quad (2.2)$$

$$1/20 \quad z_{\max} = (50 + 0,05 \cdot L) \mu\text{m} \quad (2.3)$$

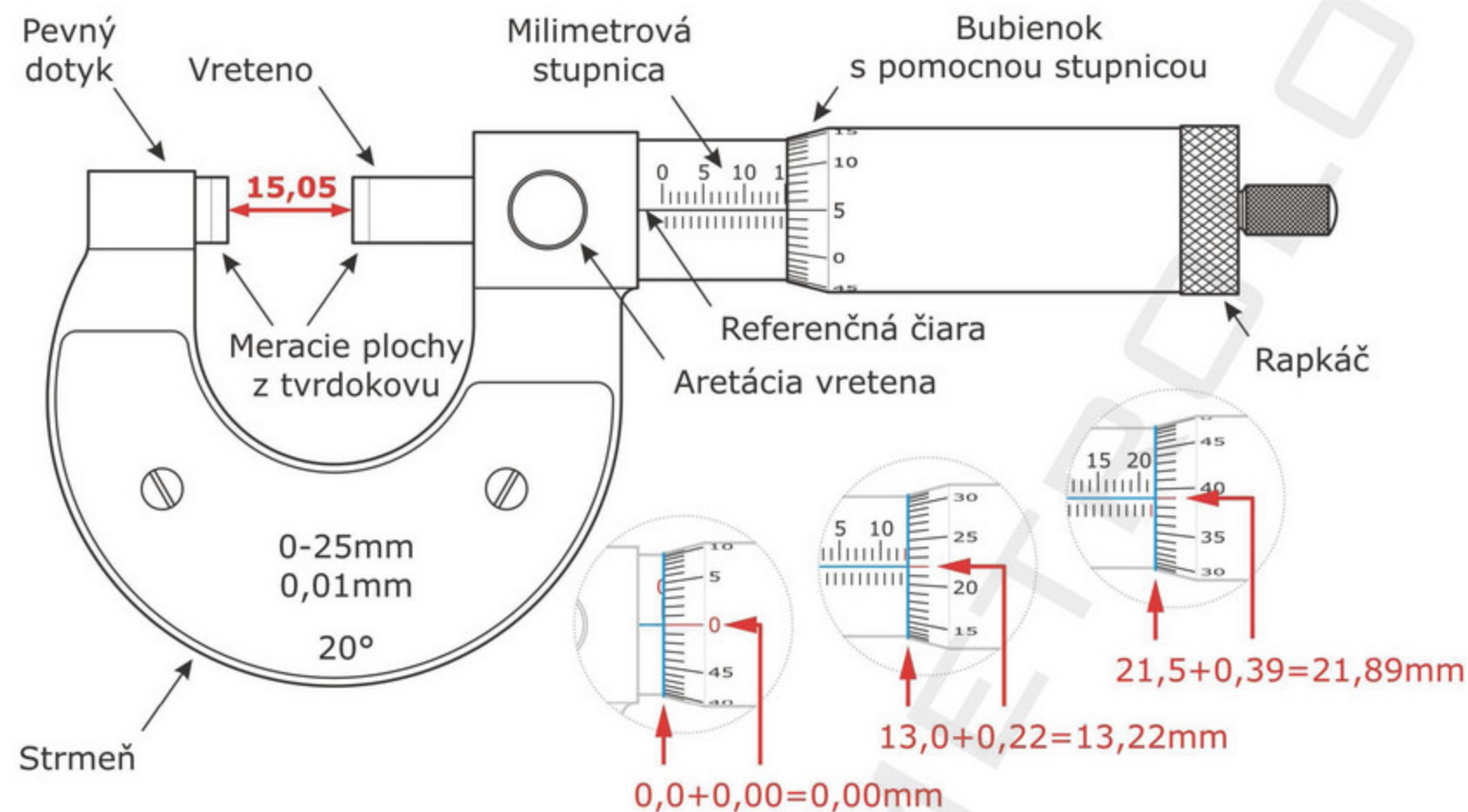
$$1/50 \quad z_{\max} = (24 + 0,02 \cdot L) \mu\text{m} \quad (2.4)$$

kde  $L$  je meraná dĺžka v mm.



**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.2.3).



Obr.2.3 Schéma strmeňového mikrometra

**Meranie strmeňovým mikrometrom** sa vykonáva tak, že sa súčiastka vsunie medzi meracie dotyky a otáčaním bubienka sa posúva pohyblivý dotyk (vretno). 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  $(7 \pm 2)$  N.

**Spôsob odčítania** na mikrometrickom meradle je možné vidieť na Obr.2.3. 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 rozlíšiteľnosť mikrometra je 0,01 mm.

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

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

**Maximálna dovolená chyba** mikrometrického meradla je podľa STN 25 1401 [41] pre

$$\text{I. triedu presnosti} \quad z_{\max} = \left( 4 + \frac{L}{100} \right) \mu\text{m} \quad (2.5)$$

$$\text{II. triedu presnosti} \quad z_{\max} = \left( 10 + \frac{L}{50} \right) \mu\text{m} \quad (2.6)$$

kde  $L$  je horný rozmer meracieho rozsahu v mm.

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.