

Hlavní způsoby měření ve strojírenství

Autorem materiálu a všech jeho částí je Karel Laštovka.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pohyb v prezentaci:

- Z rozcestníku přímou volbou zvoleného bloku.
- Přímý návrat na rozcestník.
- Pohyb mezi jednotlivými snímky v bloku možný mezerníkem nebo myší.

Zpět do hlavní nabídky

Hlavní témata – rychlá volba

- základní pojmy
- druhy měření a měřidel
- zásady měření

- měření délek
- měření posuvným měřítkem

- měření délek
- měření mikrometrickými měřidly

- měření úhlů
- měření kalibrických rozměrů
- měření mezních rozměrů

- měření geometrických tvarů a vzájemné polohy

Měřením zjišťujeme měřenou hodnotu (např. délku, úhel, průměr...) některým z měřidel. Naměřenou hodnotu poté porovnáváme s předepsanou hodnotou.

Základní jednotkou délky je 1 metr (m)

$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm} = 1\,000\,000 \text{ }\mu\text{m}$ (mikrometrů)

Základní jednotkou délky ve strojírenství je 1 mm.

U závitů se můžeme setkat s jednotkou $1''$ (anglický palec, $1'' = 25,4 \text{ mm}$)

Základní úhlovou jednotkou je stupeň ($^{\circ}$).

$1 \text{ stupeň } (^{\circ}) = 60' \text{ (minut)} = 3600'' \text{ (vteřin)}$

Teplota stanovená pro přesné měření je 20°C.

Příčiny chyb při měření:

- nedokonalost měřeného předmětu (otřepy, ostré hrany, drsnost)
- nesprávná manipulace s měřidlem
- nepřesnost, případně poškození měřidla
- nesprávný postup při měření, vlastní chyby při použití měřidla

Chyby při měření mohou být:

- Systematické – např. nerovné plochy měřidla, vadná stupnice měřidla, deformace měřidla, chyba měření
- Náhodné – nevhodný zorný úhel při odečítání ze stupnice, nerovné přiložení měřidla, nerovnoměrná tlaková síla

Postupy měření – metody

- měření přímé – naměřenou hodnotu odečítáme přímo ze stupnice měřidla

obr. 1



- měření nepřímé (porovnávací) – zjišťujeme, zda se rozměr nachází v určitých mezích

obr. 2



Vysvětli, proč uvedený úhelník patří mezi způsoby nepřímého měření:

Druhy měřidel



- **Nastavitelná měřidla** – ke zjištění naměřené hodnoty slouží posuvné, nastavitelné zobrazovací zařízení (stupnice, nonius, digitální ukazatel)
- **Pevná měřidla** – s pevnou roztečí rysek (např. ocelové měřítko) nebo ploch (např. základní měrky)
- **Šablony a kalibry** – představují buď tvar (např. tvarový kalibr, úhelník, šablona pro měření úhlů) nebo rozměr (např. spároměr) měřeného obrobku



Základní pravidla pro měření

[Zpět do hlavní nabídky](#)

- **Před měřením vždy očistit měřící plochu.**
- **Měřidla chránit před znečištěním, nárazy, kyselinami.**
- **Při upínání obrobků do měřidel vyvíjet stejnou sílu.**
- **Obrobky měřit až tehdy, když vychladnou (ohřejí se) na pokojovou teplotu.**
- **Pro odkládání všech měřidel užíváme čistý hadřík, pryžovou podložku, příp. originální obal.**
- **Měřidla nikdy neukládat společně s nástroji.**
- **Po ukončení práce měřidla vyčistit a kovové části mírně potřít olejem nebo tukem.**

Měření délek

Posuvné měřítko

Jednoduchá délková měřidla

Pro méně přesná měření s přesností na 1 mm, s odhadem na 0,5 mm:

- skládací metr
- svinovací metr (v délkách do 10 m)
- ocelové měřítko (300 – 500 mm)



obr.3



obr. 4

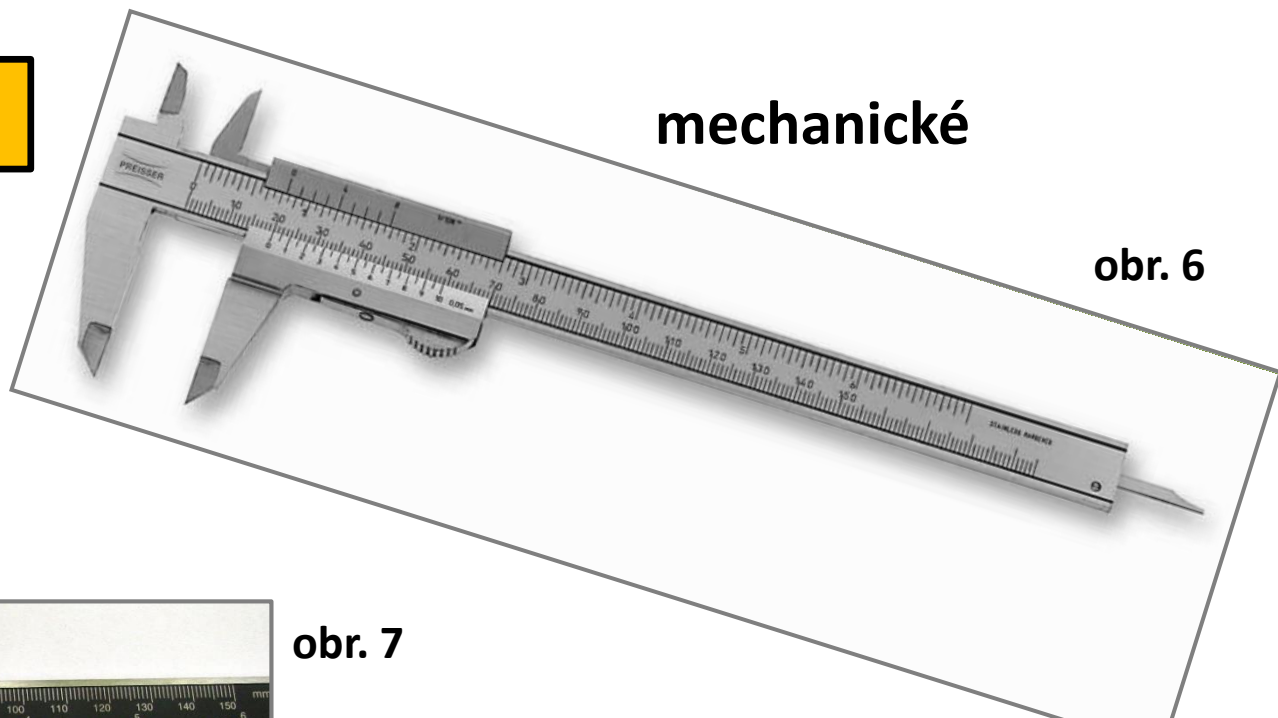


obr. 5

Posuvné měřítko

mechanické

obr. 6



digitální



obr. 7



obr. 8

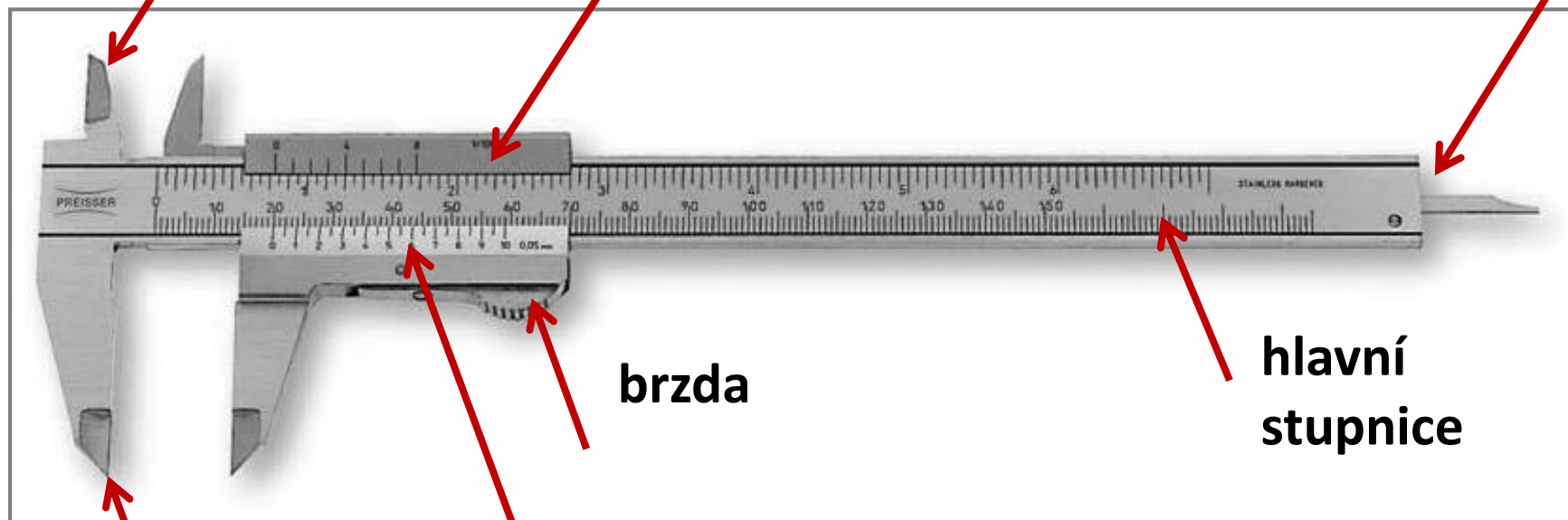
Měření – vnějších rozměrů
– vnitřních rozměrů
– hloubek

Hlavní části posuvného měřidla

pomocná (vedlejší)
ramena

posuvná část

hloubkoměr



brzda

hlavní
stupnice

nonická stupnice

hlavní měřící
ramena

obr. 9

Přesnost posuvného měřidla

obr. 10

přesnost 0,1 mm

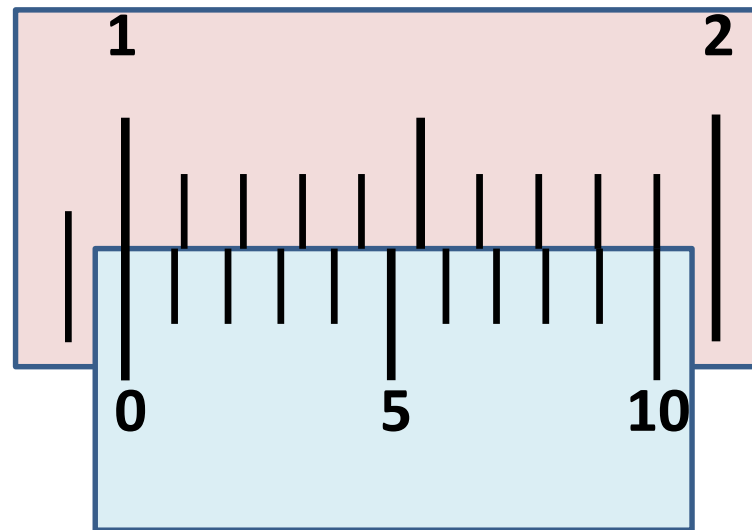
- ❖ 9 mm hlavní stupnice je rozděleno na 10 dílků nonia
 $1/10 = 0,1 \text{ mm}$

přesnost 0,05 mm

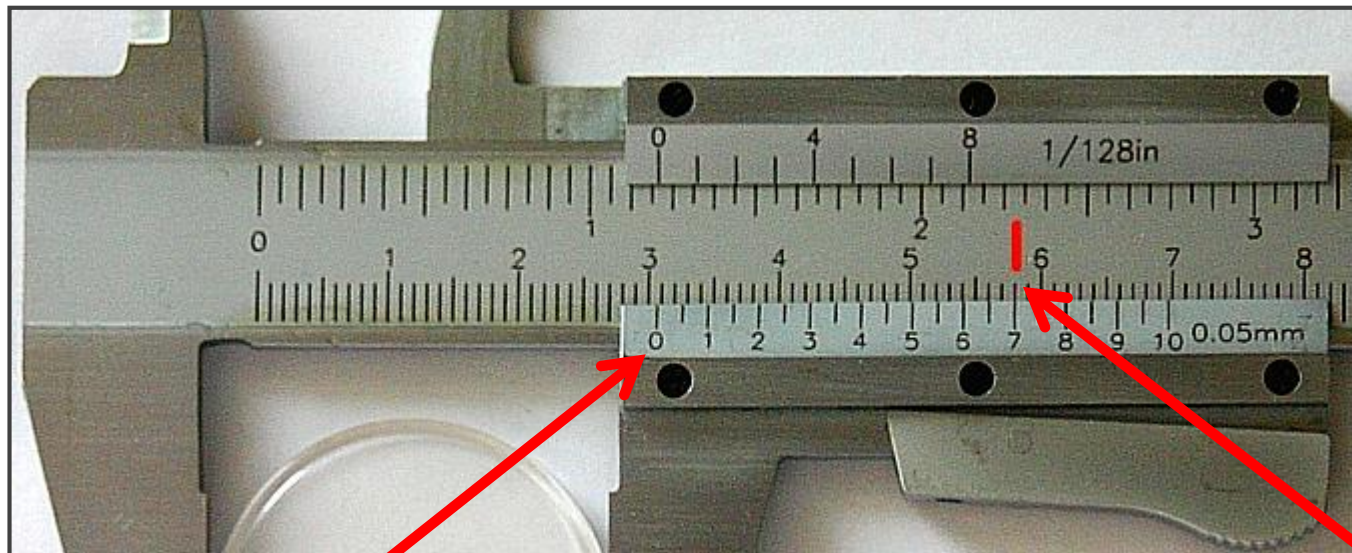
- ❖ 39 mm hlavní stupnice je rozděleno na 20 dílků nonia
 $1/20 = 0,05 \text{ mm}$

přesnost 0,02 mm

- ❖ 49 mm hlavní stupnice je rozděleno na 50 dílků nonia
 $1/50 = 0,02 \text{ mm}$



Postup při odečítání hodnoty ze stupnice



obr. 11

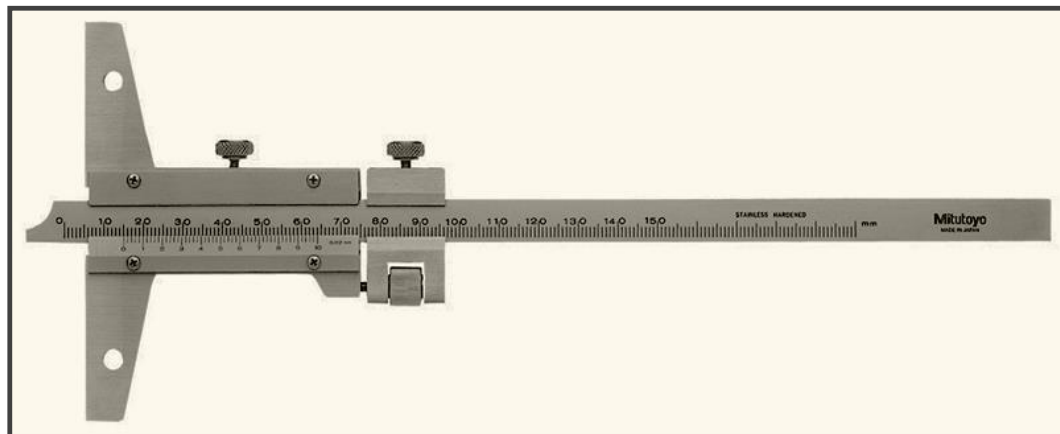
1. Nulová ryska na nonické stupnici ukazuje celé milimetry.
2. Hodnota u rysky na nonické stupnici, která se kryje s některou z rysek na hlavní stupnici, ukazuje dílčí části z milimetru.

30 mm + 0,7 mm , výsledná hodnota 30,7 mm

Další délková měřidla

Zpět do hlavní nabídky

Hloubkoměr



obr. 12

Výškoměr



obr. 13

[Zpět do hlavní nabídky](#)

Měření délek mikrometrickými měřidly

Mikrometrická měřidla nám umožňují měřit s přesností 0,01 mm, s digitálními až 0,001 mm.

Používají se pro měření vnějších a vnitřních rozměrů a pro měření hloubek.

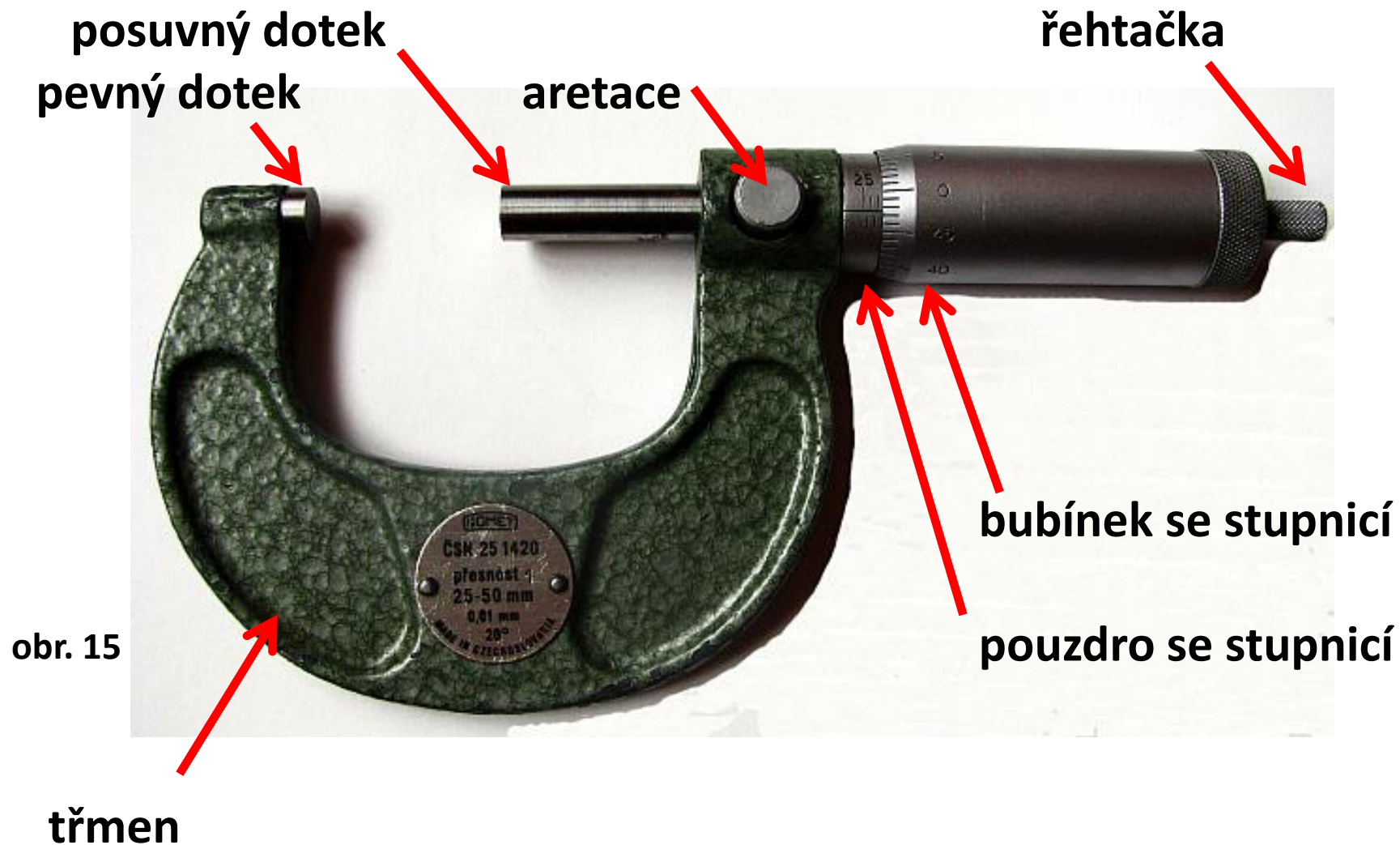
Mezi nejhlavnější patří:

- **třmenové mikrometry**
- **speciální mikrometry**
- **mikrometrické odpichy**
- **dutinoměry**
- **mikrometrické hloubkoměry**
- **pasametry**



obr. 14

Třmenový mikrometr – hlavní části



Přesnost a použití třmenového mikrometru

- Mikrometrický šroub má stoupání závitu 0,5 mm
- Při jedné otáčce mikrometrického šroubu o 360° se posuvný dotek posune o 0,5 mm
- Na bubínku je po obvodu 50 dílků
- Rozdělením 0,5 mm na 50 dílků získáme přesnost mikrometru
- **Přesnost třmenového mikrometru je tedy 0,01 mm**

Mikrometry mají rozsah měření odstupňován po 25 mm



rozsah 0 – 25 mm



rozsah 25 – 50 mm



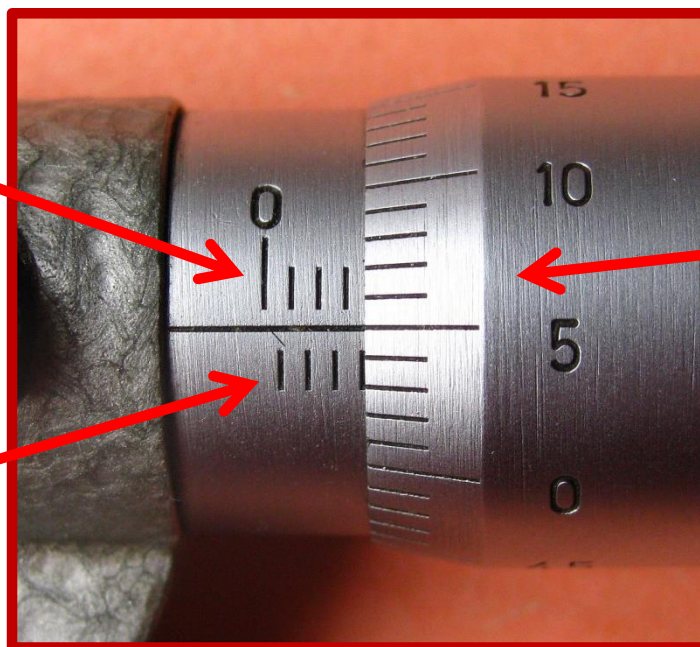
další rozsahy...?

Odečítání naměřené hodnoty na mikrometru

- Celé milimetry a jejich poloviny se odečítají na stupnici pouzdra
- Setiny se odečítají na stupnici bubínku
- Odkryje-li bubínek na pouzdru polovinu milimetru, musíme ji přičíst k setinám

odečet celých
milimetrů

odečet polovin
milimetrů

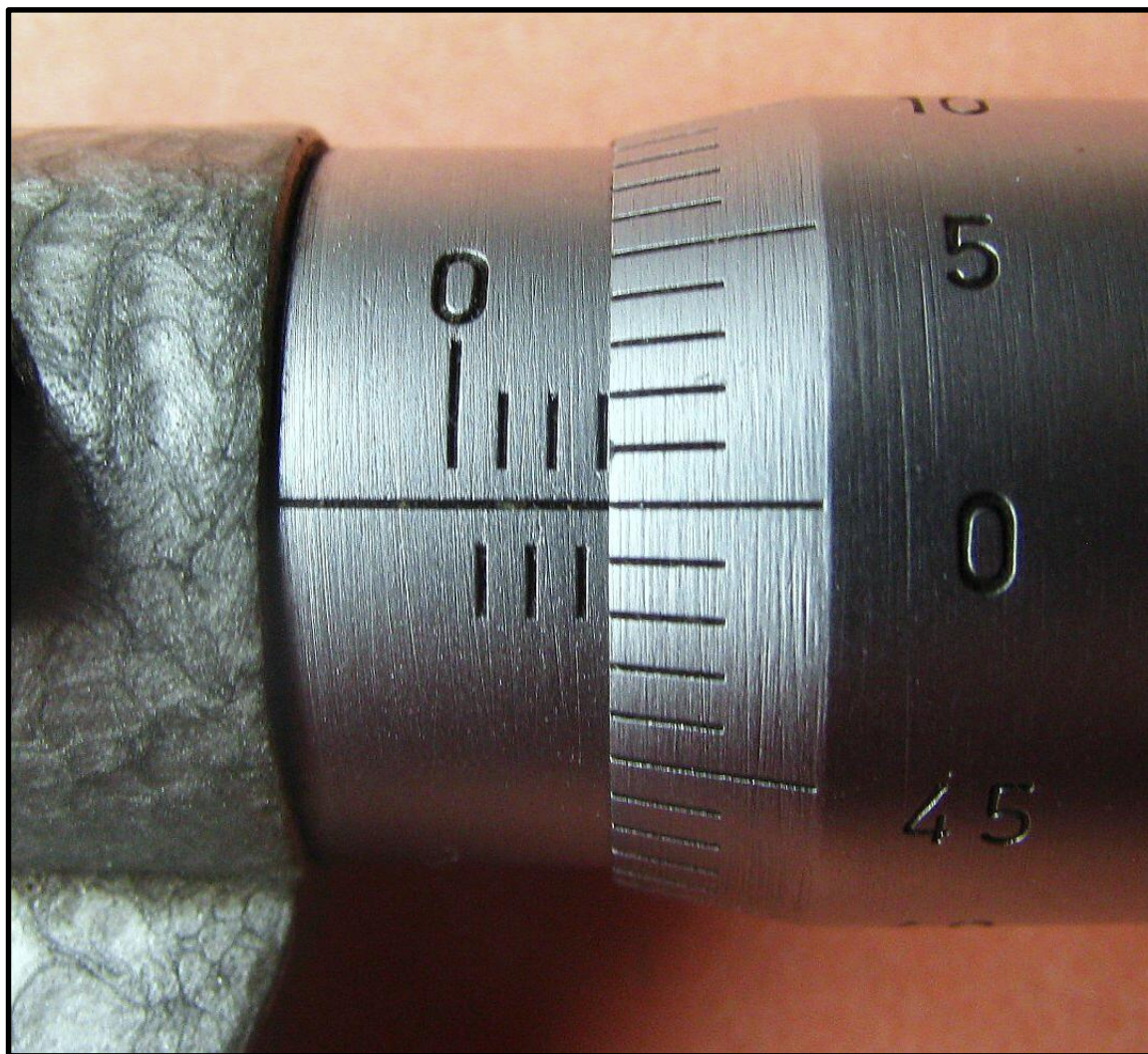


odečet setin
milimetrů

obr. 18

Velmi častá chyba – opomenutí připočíst jednu otáčku = 0,5 mm

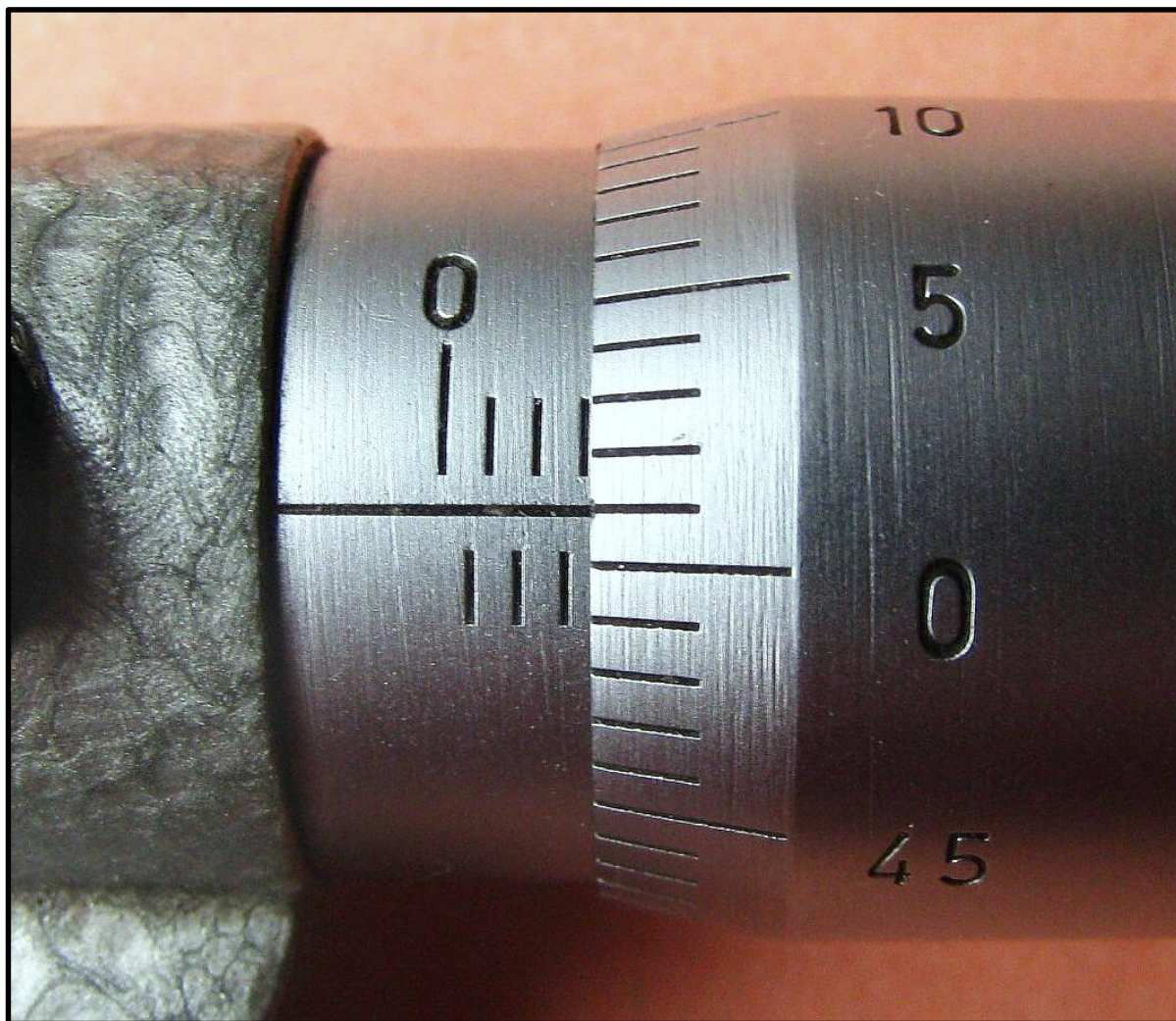
Příklady odečtu naměřené hodnoty



3,00 mm

obr. 19

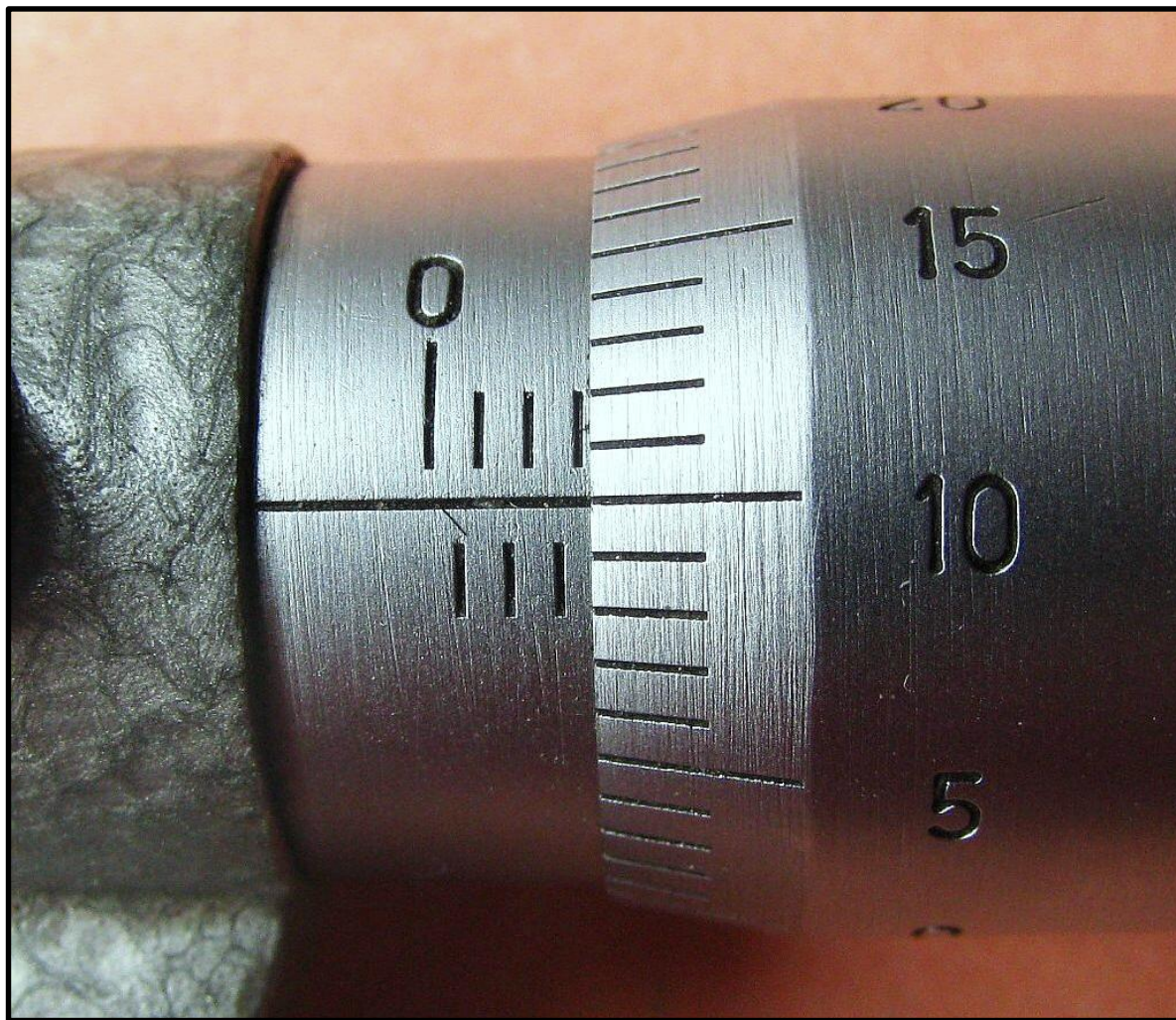
Příklady odečtu naměřené hodnoty



3,01 mm

obr. 20

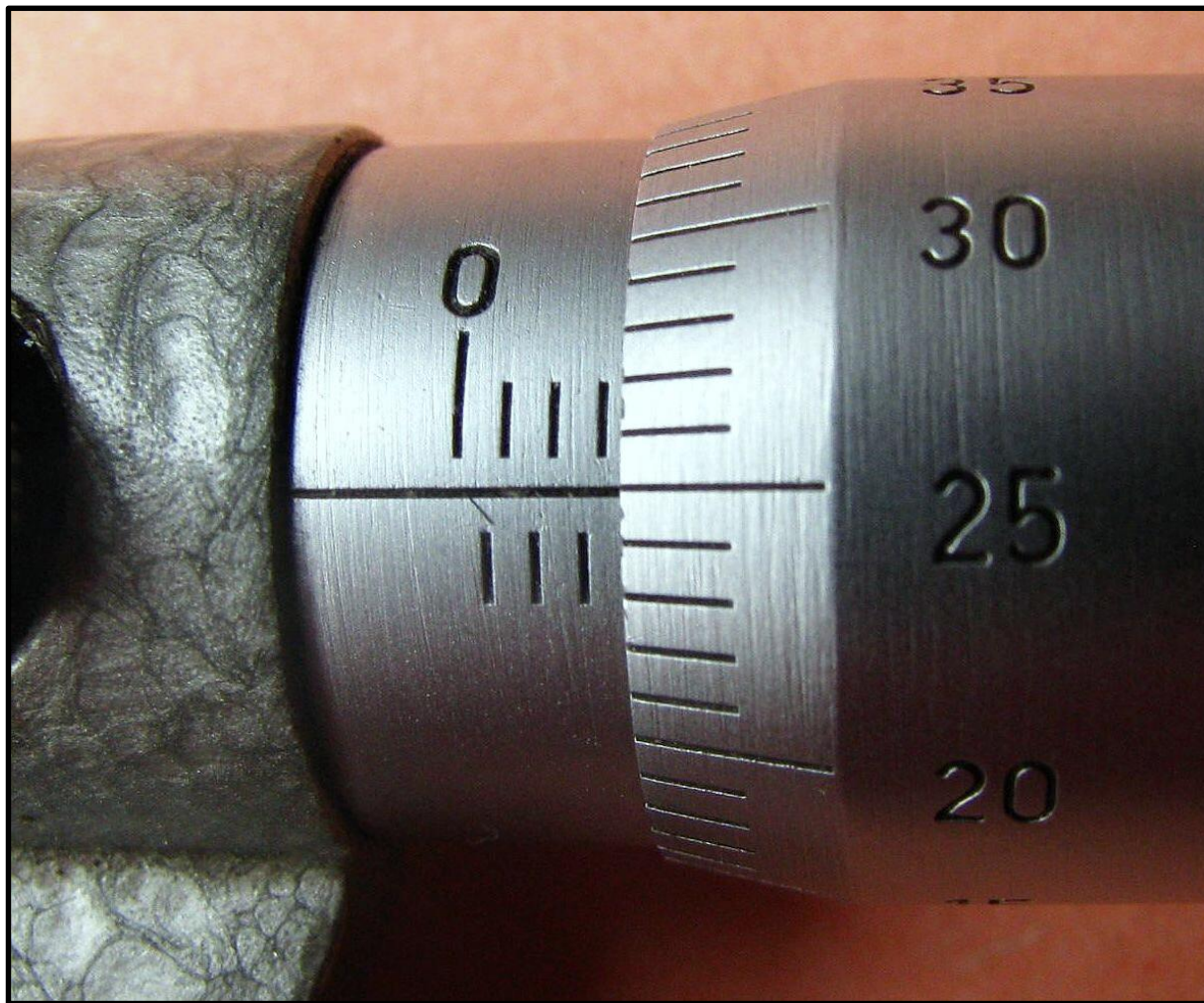
Příklady odečtu naměřené hodnoty



3,1 mm

obr. 21

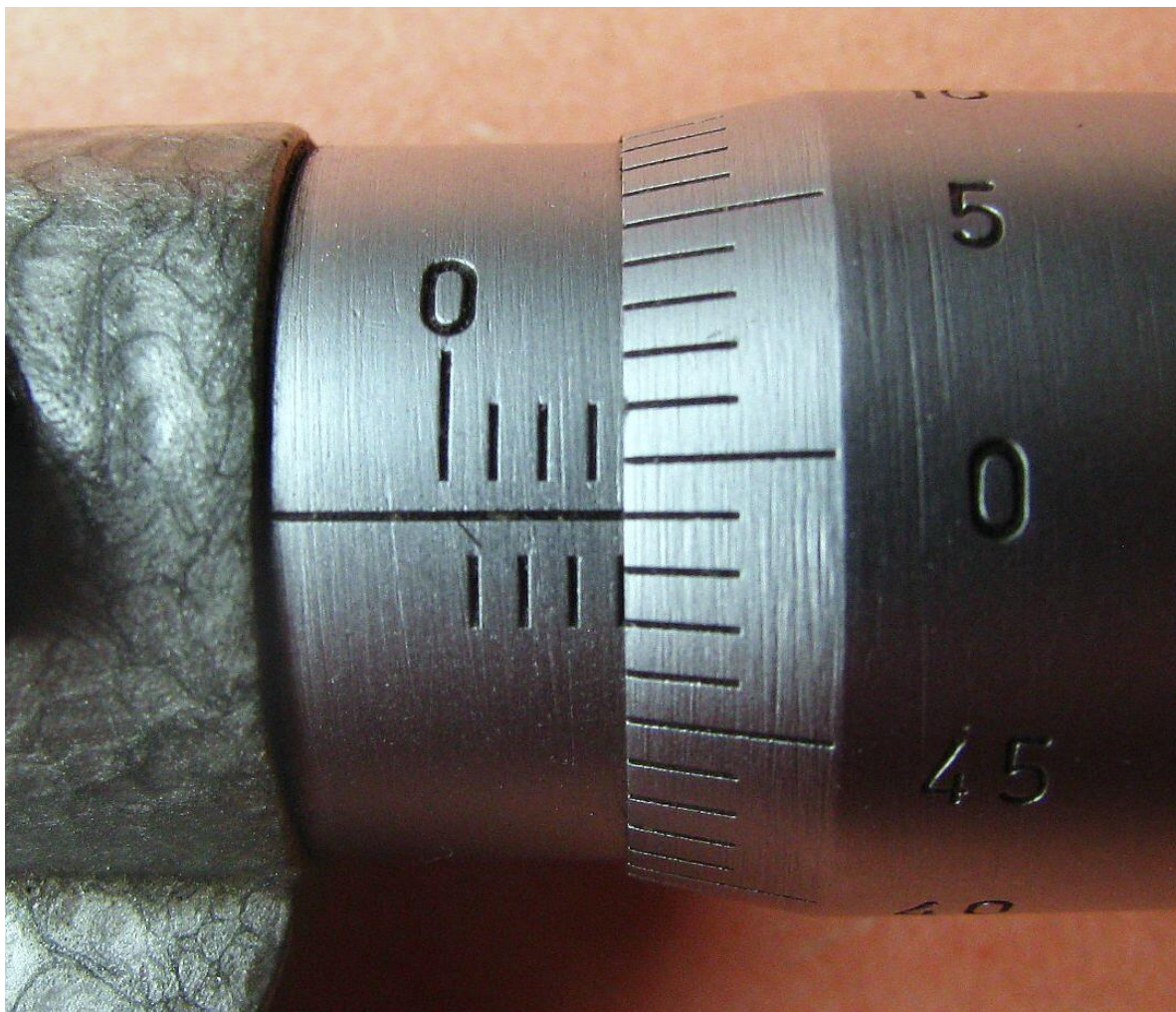
Příklady odečtu naměřené hodnoty



3,25 mm

obr. 22

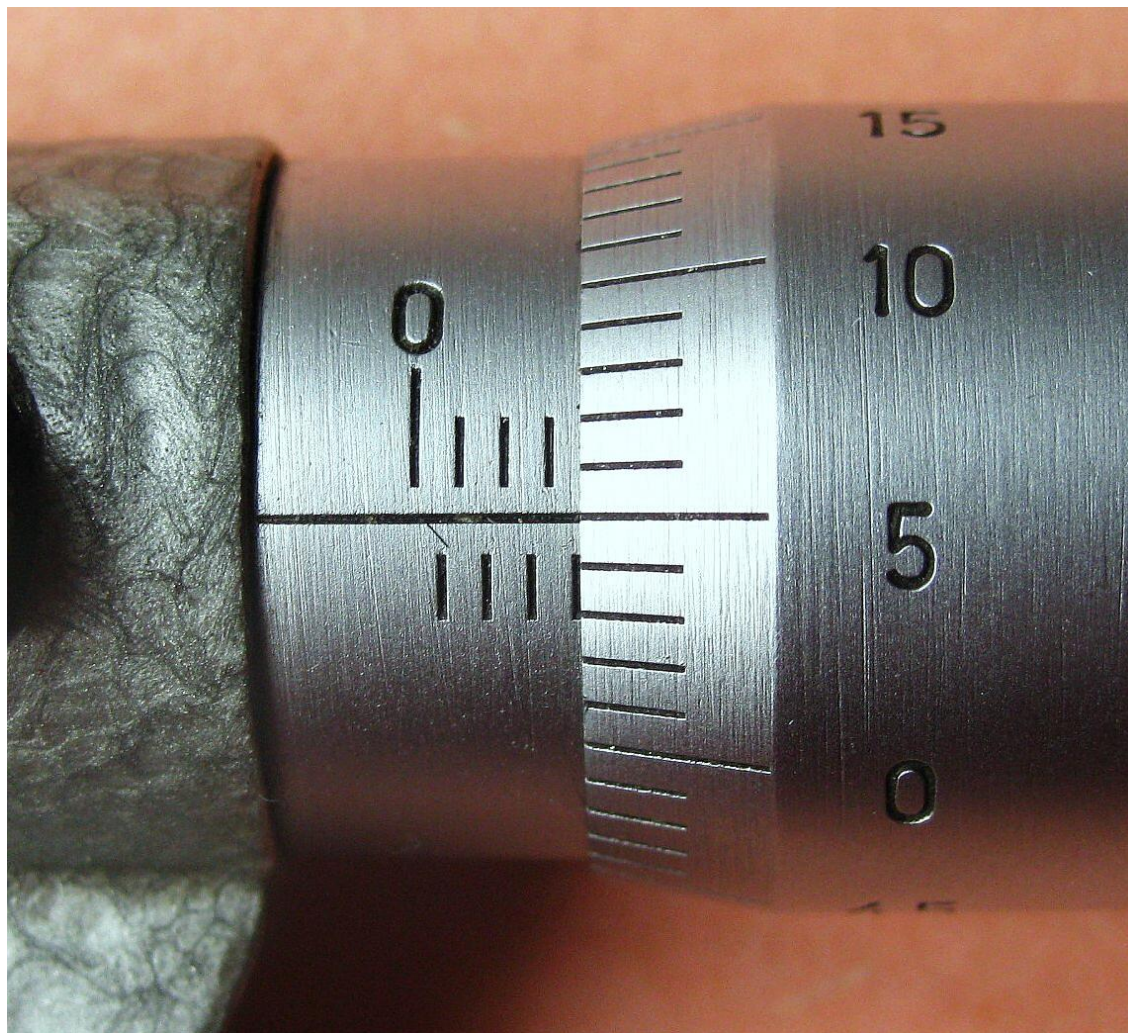
Příklady odečtu naměřené hodnoty



3,49 mm

obr. 23

Příklady odečtu naměřené hodnoty



3,55 mm

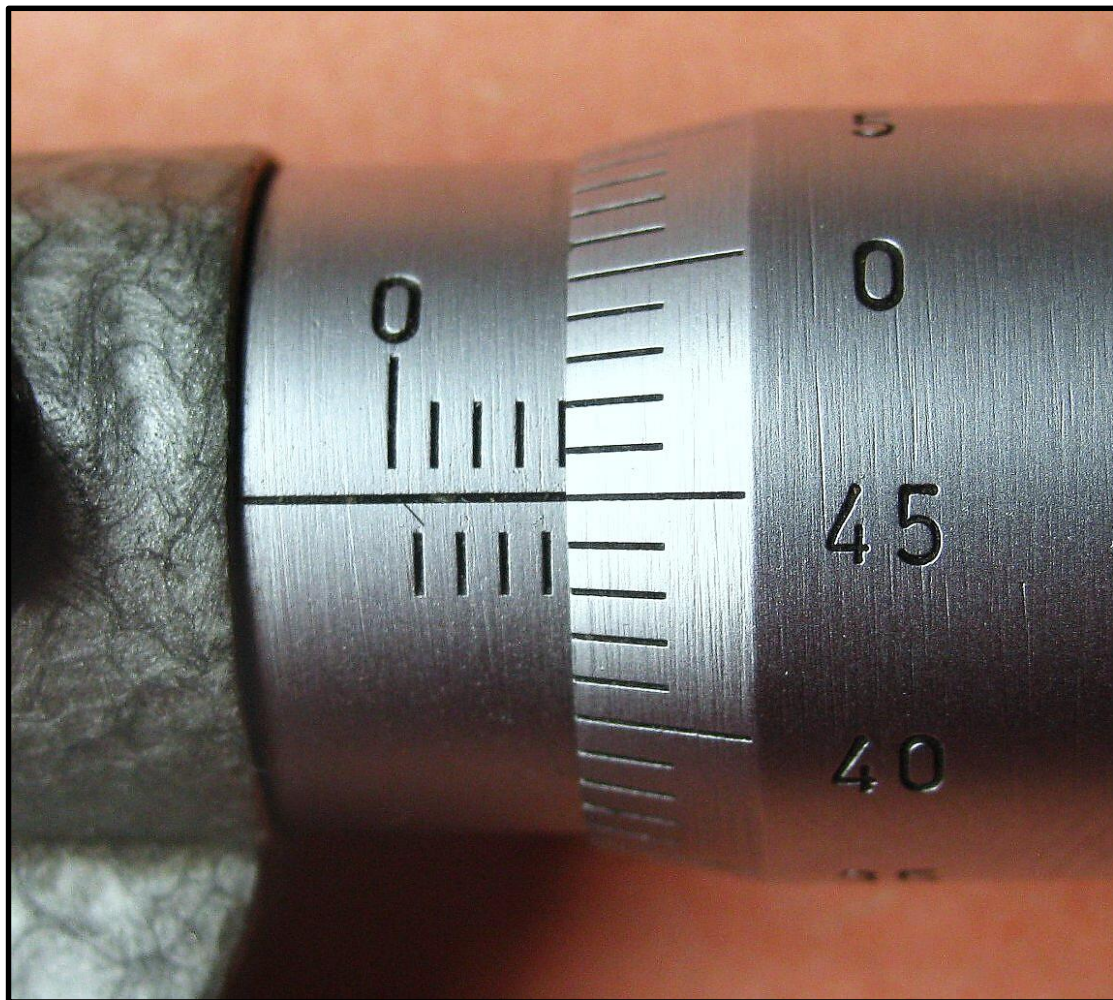
3,00 mm

0,5 mm

0,05 mm

3,55 mm

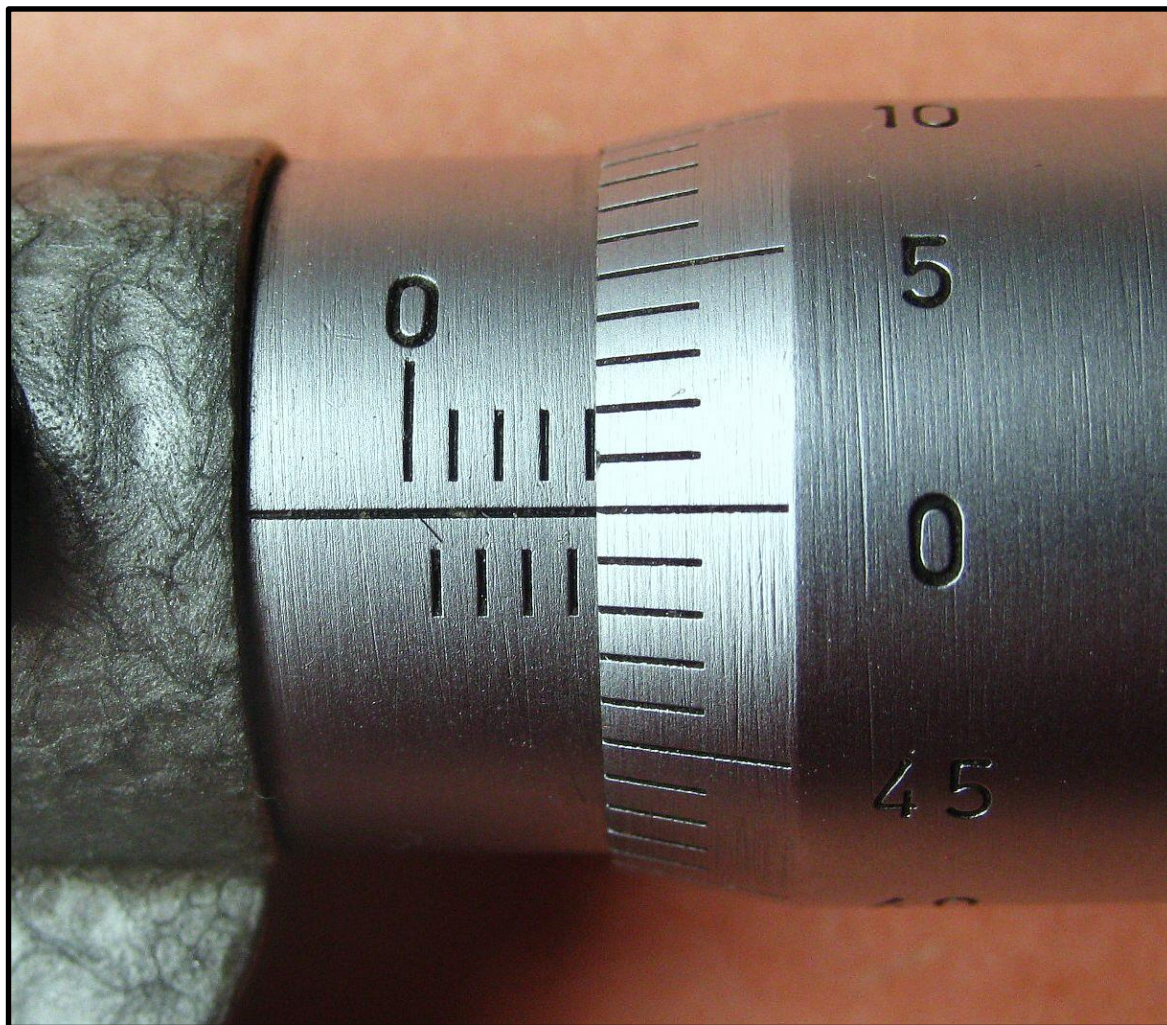
Příklady odečtu naměřené hodnoty



3,95 mm

obr. 25

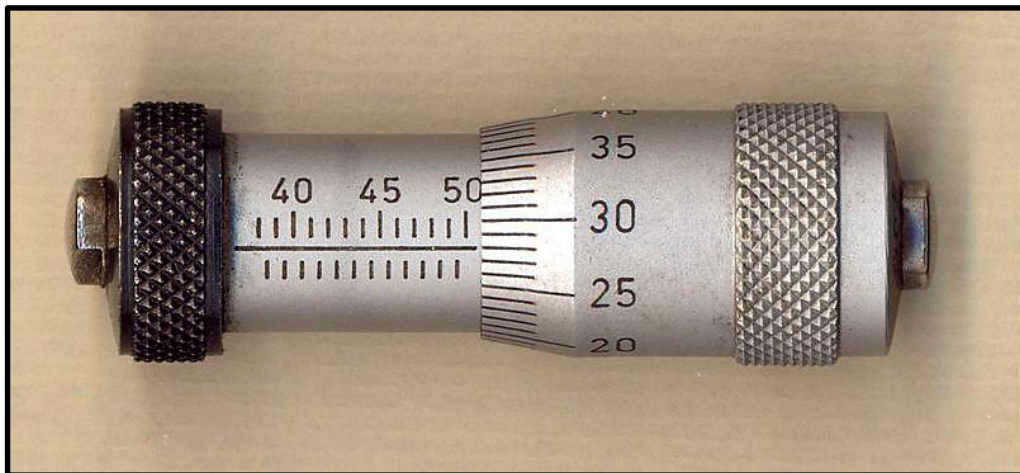
Příklady odečtu naměřené hodnoty



4,00 mm

obr. 26

Další druhy mikrometrických měřidel



vnitřní odpich

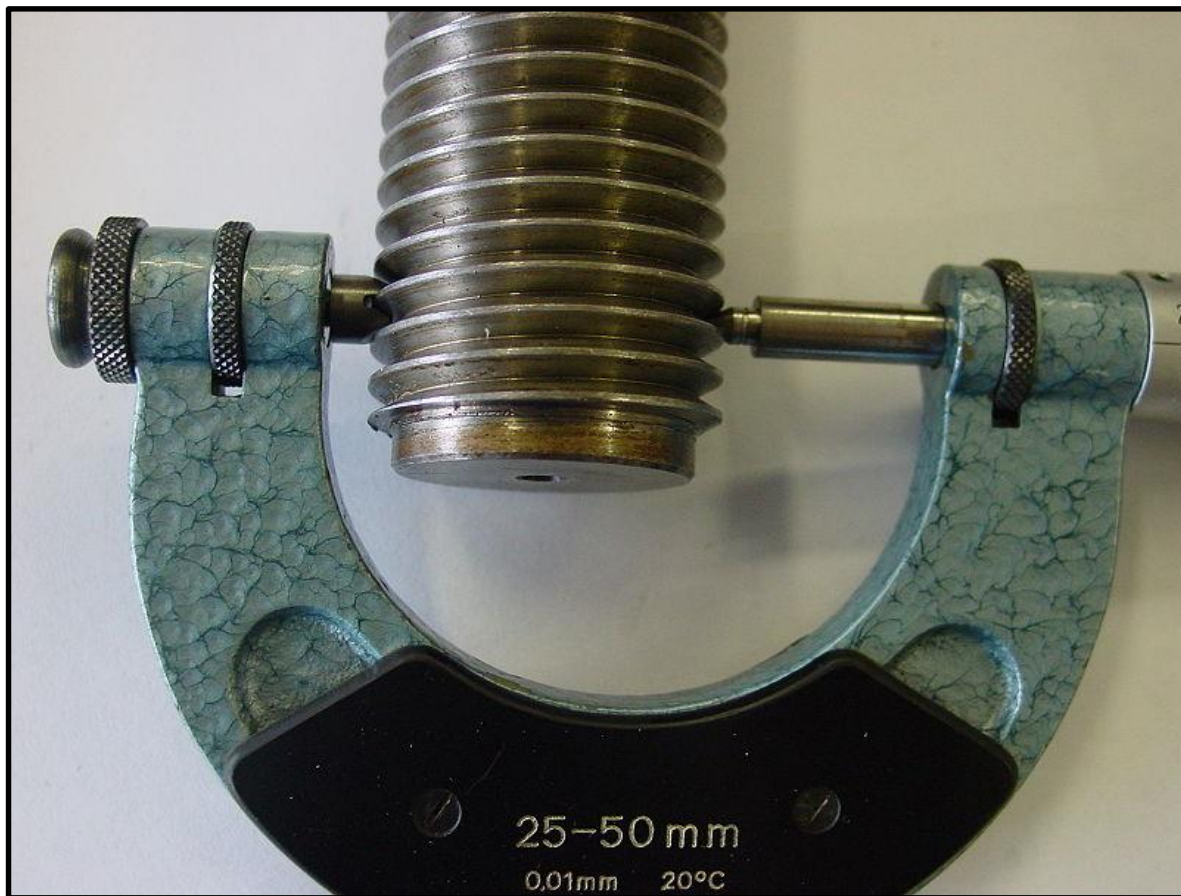
obr. 27



**mikrometr digitální
přesnost měření 0,001**

obr. 28

Další druhy mikrometrických měřidel



mikrometr závitový

obr. 29

Další druhy mikrometrických měřidel

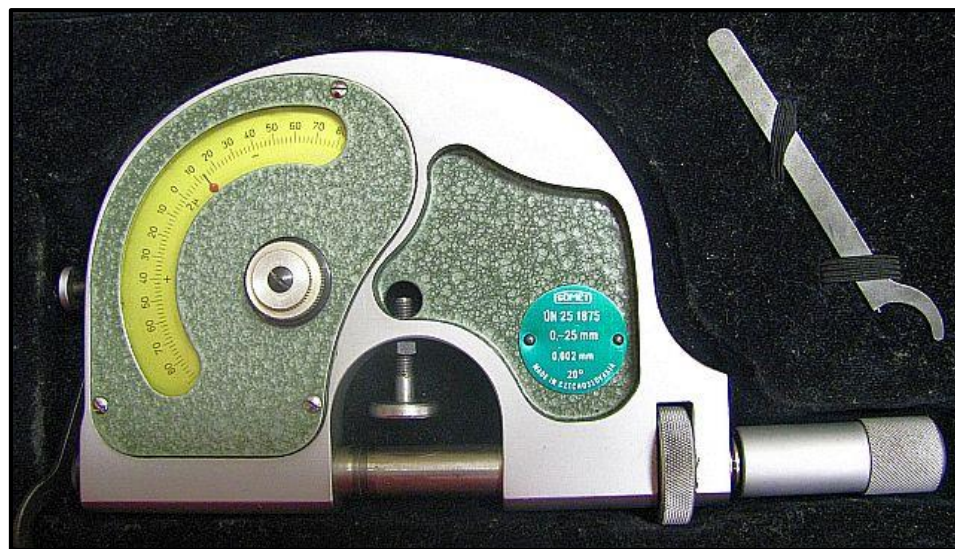
[Zpět do hlavní nabídky](#)



obr. 30

mikrometrický hloubkoměr

**pasometr – přesnost měření 0,001 mm
pro měření odchylek od předna-
staveného rozměru**



obr. 31

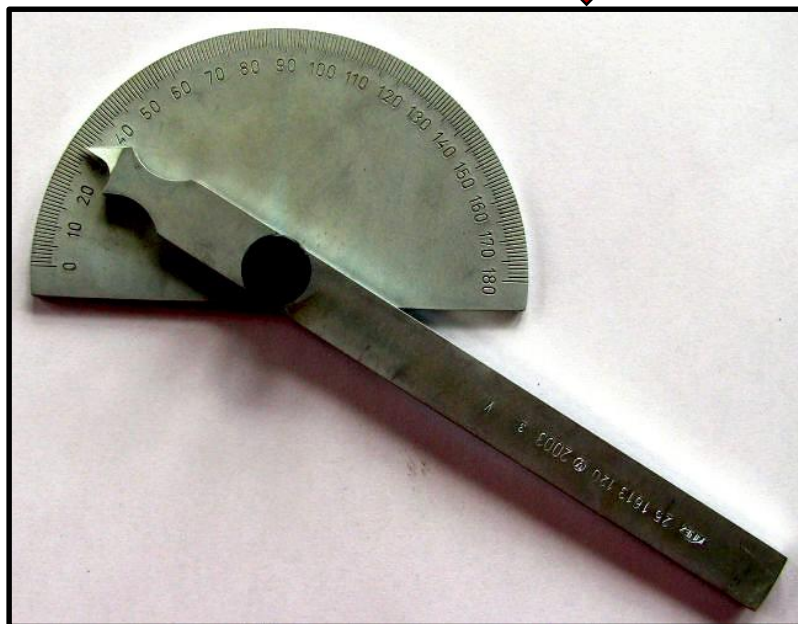
Měření úhlů, kalibrických rozměrů, mezních rozměrů

Měření úhlů

ÚHELNÍKY - pouze pro kontrolu úhlu 90°

- klasický
- příložný

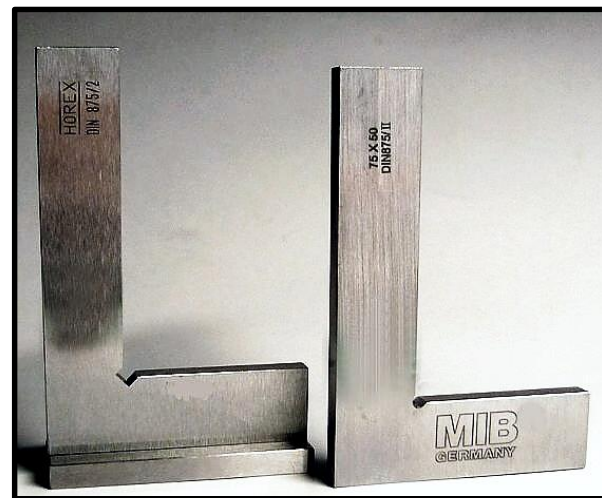
ÚHLOMĚRY – klasické a univerzální



obr. 33



obr. 34



obr. 32

Měření úhlů

SINUSOVÉ PRAVÍTKO

- Slouží k nepřímému měření úhlů
- Při této metodě odměřujeme některé vedlejší rozměry a velikost úhlu určujeme výpočtem na základě trigonometr. funkcí



obr. 35

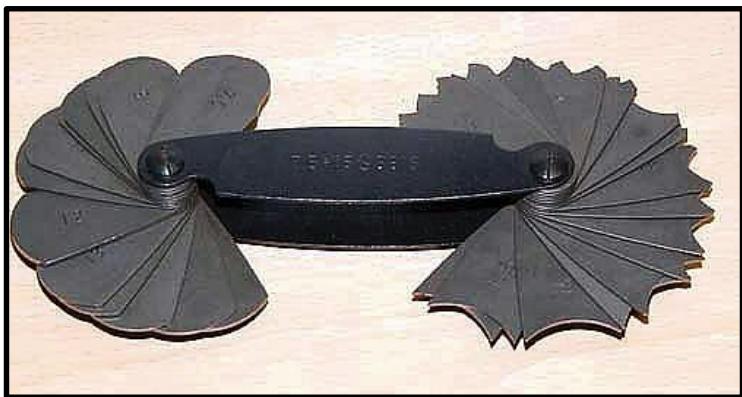
Měření mezních rozměrů

KALIBRY

- Kontrolní měřidla, kterými kontrolujeme rozměr nebo tvar
- Měřením se zjišťuje, zda se skutečný rozměr nebo tvar liší od předepsaného rozměru nebo předepsaného tvaru

TVAROVÉ KALIBRY (šablony)

obr. 37



měrka na poloměry
(rádiusy) obr. 36



měrka na kontrolu stoupání
závitů

Měření mezních rozměrů

Mezní kalibry – mají dobrou a „zmetkovou“ stranu

➤ VÁLEČKOVÉ

Slouží ke kontrole přesných, tzv. kalibrických děr

obr. 38



➤ TŘMENOVÉ

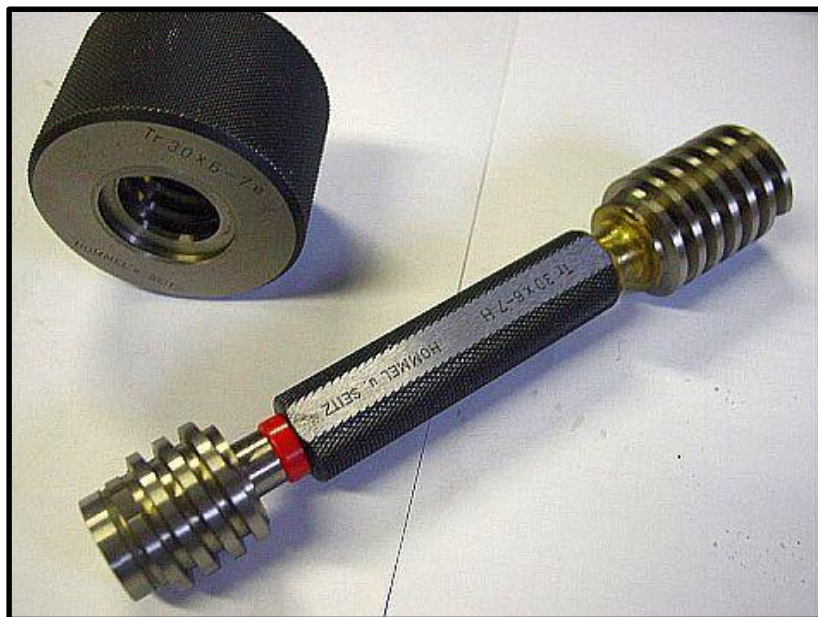
Slouží ke kontrole vnějších rozměrů – hřídelů

obr. 39

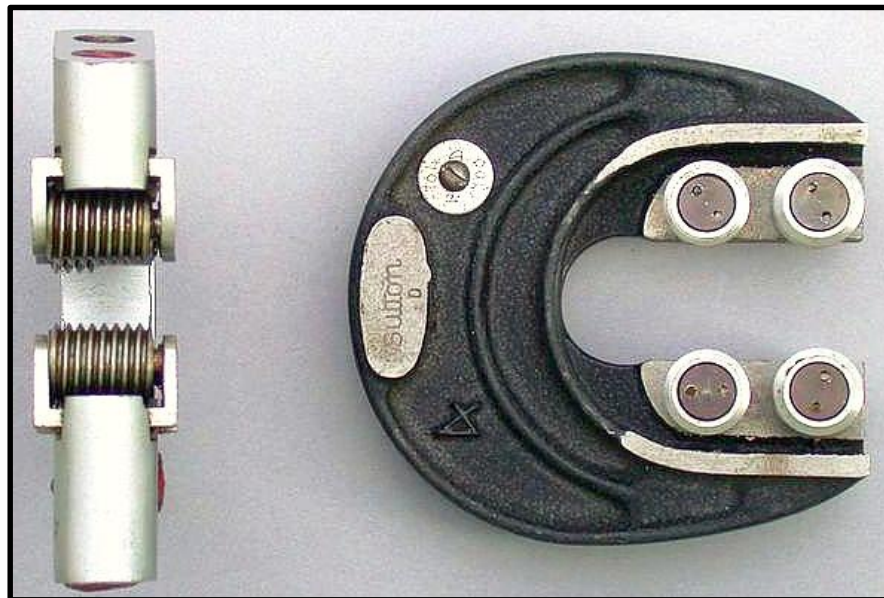


Měření mezních rozměrů

MEZNÍ KALIBRY ZÁVITOVÉ



obr. 41



obr. 40

Další typy měřidel

[Zpět do hlavní nabídky](#)

NOŽOVÉ PRAVÍTKO kontrola rovinných ploch



obr. 42



obr.
43

SPÁROVÉ MĚRKY



ZÁKLADNÍ (Johansonovy) MĚRKY

obr. 44

Měření geometrických tvarů a vzájemné polohy

Geometrická tolerance a přesnost

- **Na správnou funkci součásti má kromě přesnosti rozměrů a struktury povrchu vliv také geometricky přesný tvar funkčních ploch.**
- **K předepsání správného geometrického tvaru se na výkrese používají geometrické tolerance, které určují přípustné odchylky skutečných tvarů a polohy.**
- **Předepisují se pouze tehdy, je-li to podstatné s ohledem na funkci součásti.**

Rozeznáváme geometrickou přesnost:

tvary

směru

polohy

háživosti



➤ vztah
k jednomu
prvku

➤ vztah „něčeho vůči něčemu“
➤ posuzujeme dva či více prvků

Druhy geometrických nepřesností

tvaru

přímost, rovinnost, kruhovitost, válcovitost,
tvar plochy a profilu

směru

rovnoběžnost, kolmost, sklon

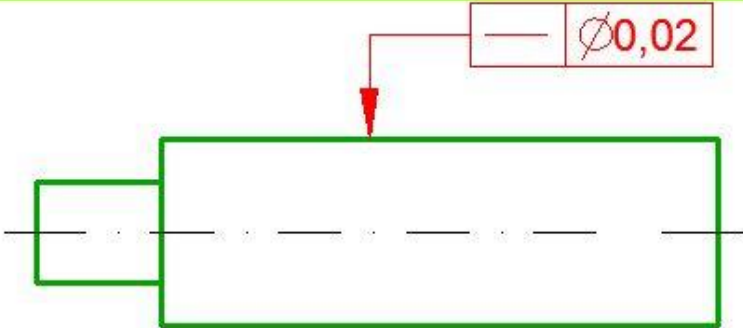
polohy

umístění, souosost a soustřednost,
souměrnost

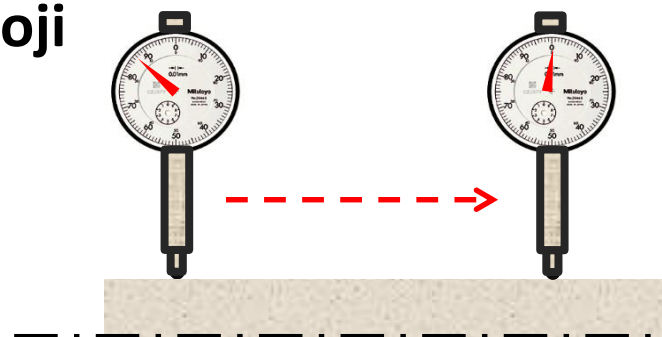
házení

čelní nebo obvodové

Tolerance přímosti a její měření


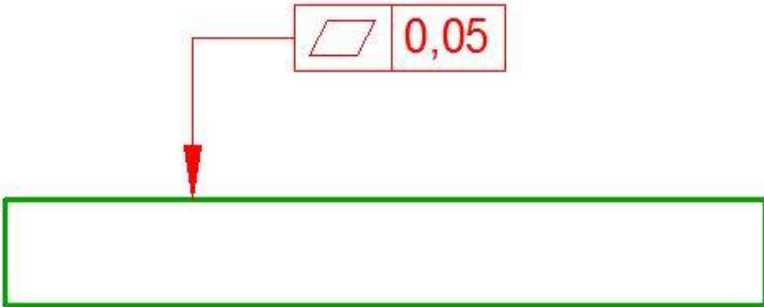
Grafický symbol	Tolerovaná vlastnost	Zadání na výkrese	Vysvětlení zadání
—	Přímost		Osa válcové části dílu musí ležet uvnitř válce o průměru $t=0,02$

- měření na průsvit pomocí nožového pravítka
- pomocí úchylkoměru (obr.)
- měření na třísouřadnicovém měřicím stroji
- strojní rámovou vodováhou

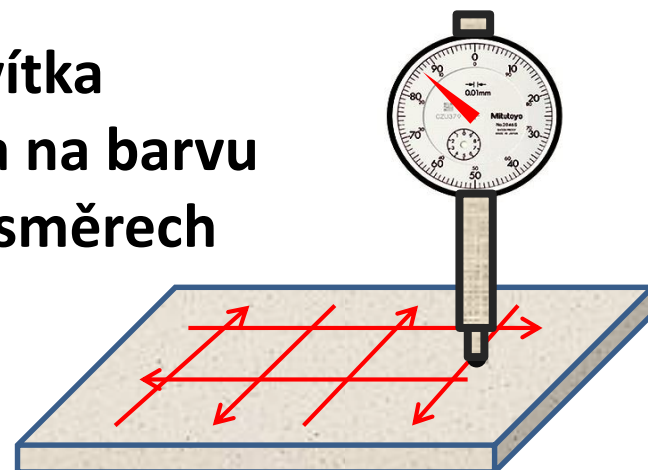


obr. 45

Tolerance rovinnosti a její měření


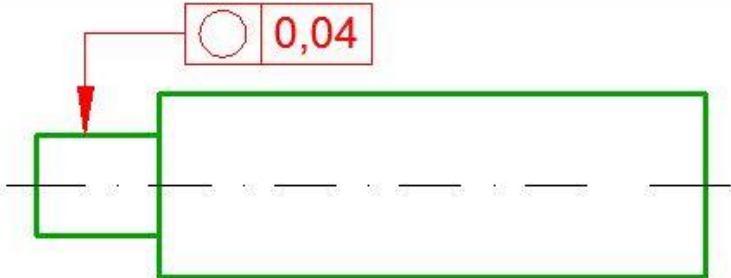
Grafický symbol	Tolerovaná vlastnost	Zadání na výkrese	Vysvětlení zadání
	Rovinnost		Tolerovaná plocha musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance $t=0,02$

- měření na průsvit pomocí nožového pravítka
- kontrola na průměrné desce, tzv. kontrola na barvu
- pomocí úchylkoměru v na sebe kolmých směrech

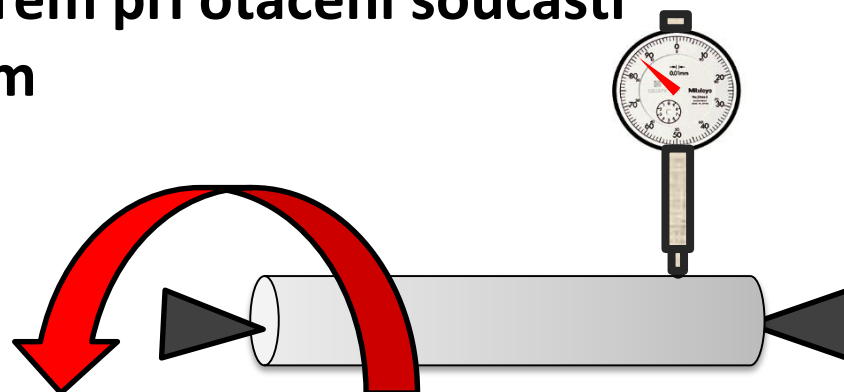


obr. 46

Tolerance kruhovitosti a její měření


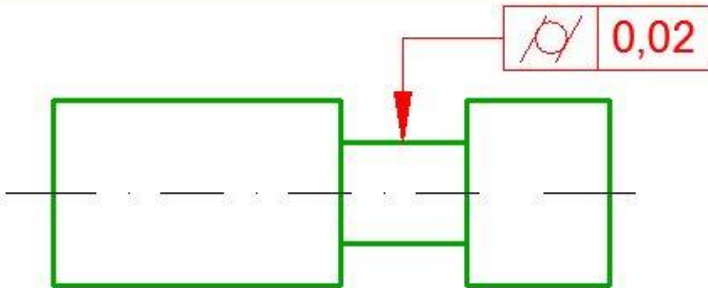
Grafický symbol	Tolerovaná vlastnost	Zadání na výkrese	Vysvětlení zadání
	Kruhovitost		Obvodová čára každého řezu musí ležet v mezikruží šířky $t=0,04$

- měření číselníkovým úchylkoměrem při otáčení součásti
- tříosým souřadnicovým měřidlem
- spec. přístrojem – kruhoměrem



obr. 47

Tolerance válcovitosti a její měření

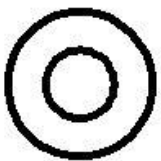
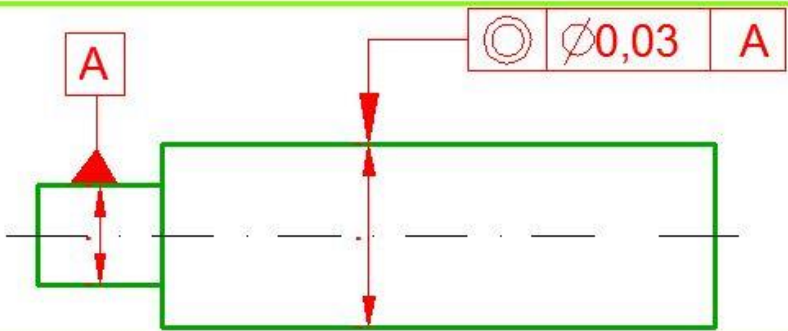
Grafický symbol	Tolerovaná vlastnost	Zadání na výkrese	Vysvětlení zadání
	Válcovitost		Tolerovaná plocha musí ležet mezi dvěma souosými válcovými plochami s radiálním odstupem $t=0,02$

- odchylka zahrnující odchylku kruhovitosti a rovnoběžnosti
- měření se provádí pomocí speciálního měřicího stroje
- lze využít i číselníkový úchylkoměr a pasometr, měření je celkem složité

obr. 48

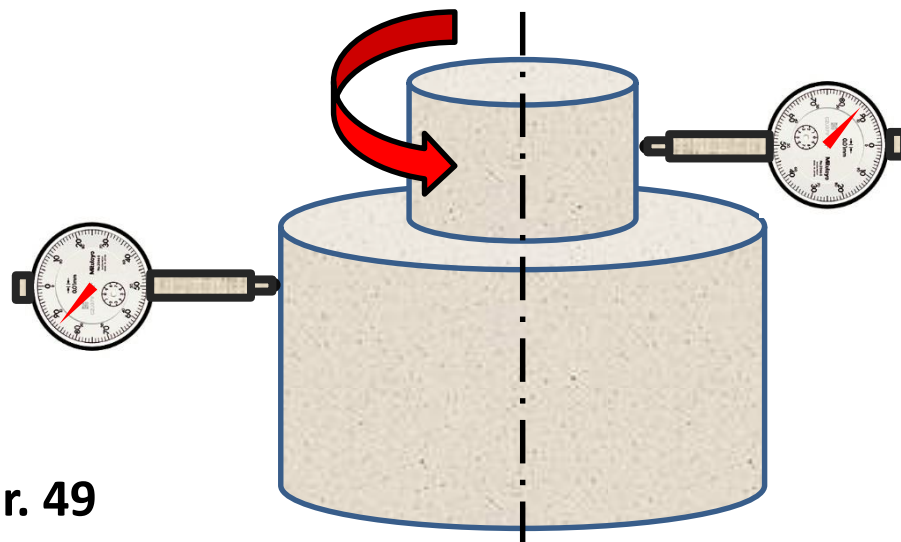


Tolerance souososti a soustřednosti

Grafický symbol	Tolerovaná vlastnost	Zadání na výkrese	Vysvětlení zadání
	Souosost		Osa tolerované části hřídele musí ležet uvnitř válce kolem vztažné osy s průměrem $t=0,03\text{mm}$


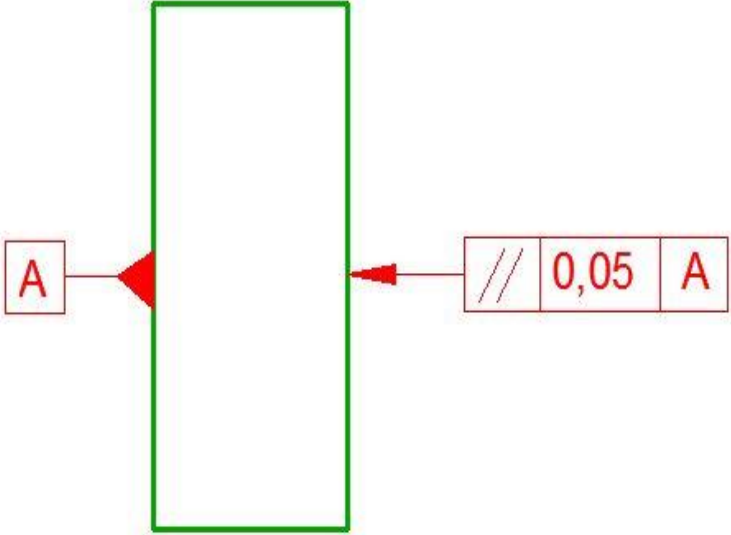
Měření je možné provádět :

- číselníkovým úchylkoměrem
- kolimátorem (zaměřovačem)
- souřadnicovým přístrojem



obr. 49

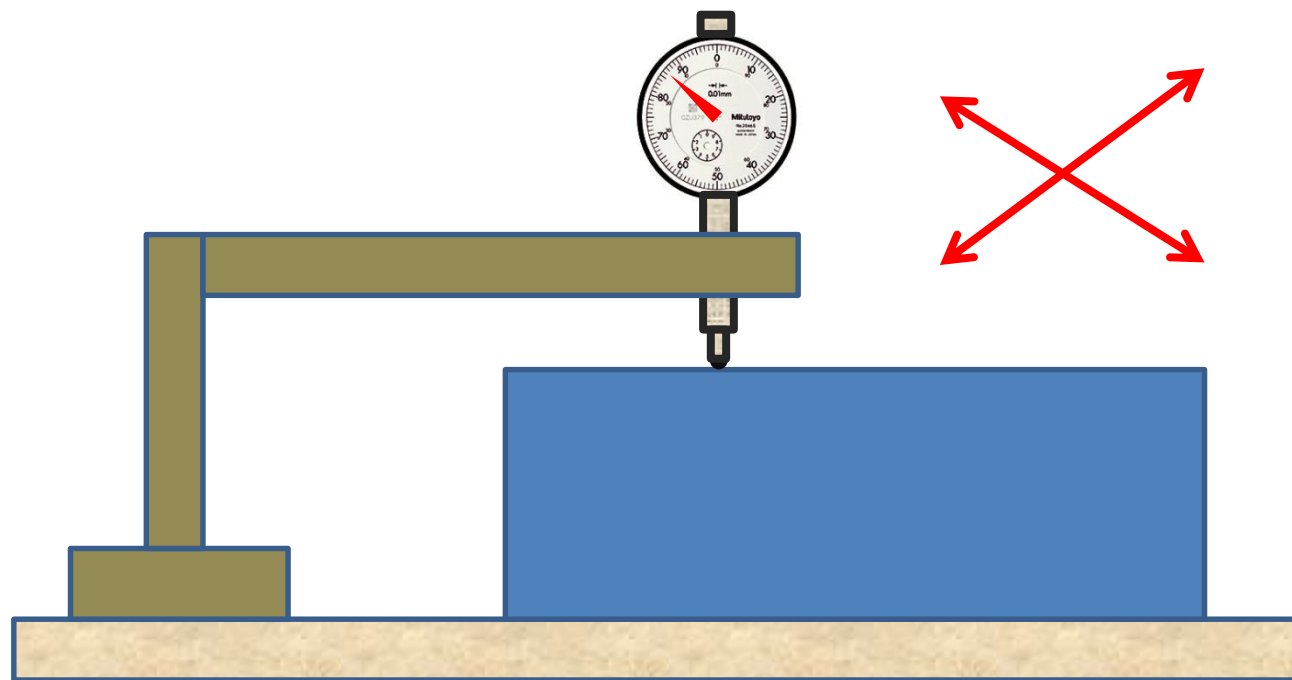
Tolerance rovnoběžnosti a její měření

Grafický symbol	Tolerovaná vlastnost	Zadání na výkrese	Vysvětlení zadání
	Rovnoběžnost		Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance $t=0,05\text{mm}$ a rovnoběžnými se základní rovinou A



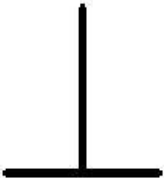
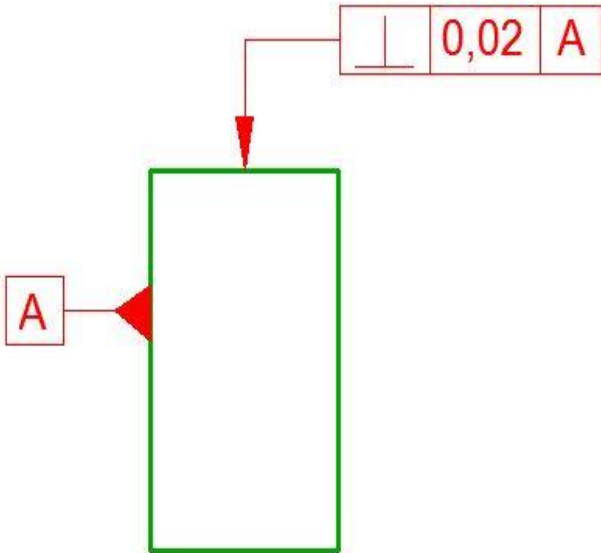
Tolerance rovnoběžnosti a její měření

- při měření rovnoběžnosti rovinných ploch se rovnější z obou ploch volí jako vztažná rovina
- po měřené ploše se v několika bodech přejíždí číselníkovým úchylkoměrem umístěným na stojánku
- úchylka rovnoběžnosti je daná rozdílem výšky nejvyššího a nejnižšího místa



obr. 50

Tolerance rovnoběžnosti a její měření

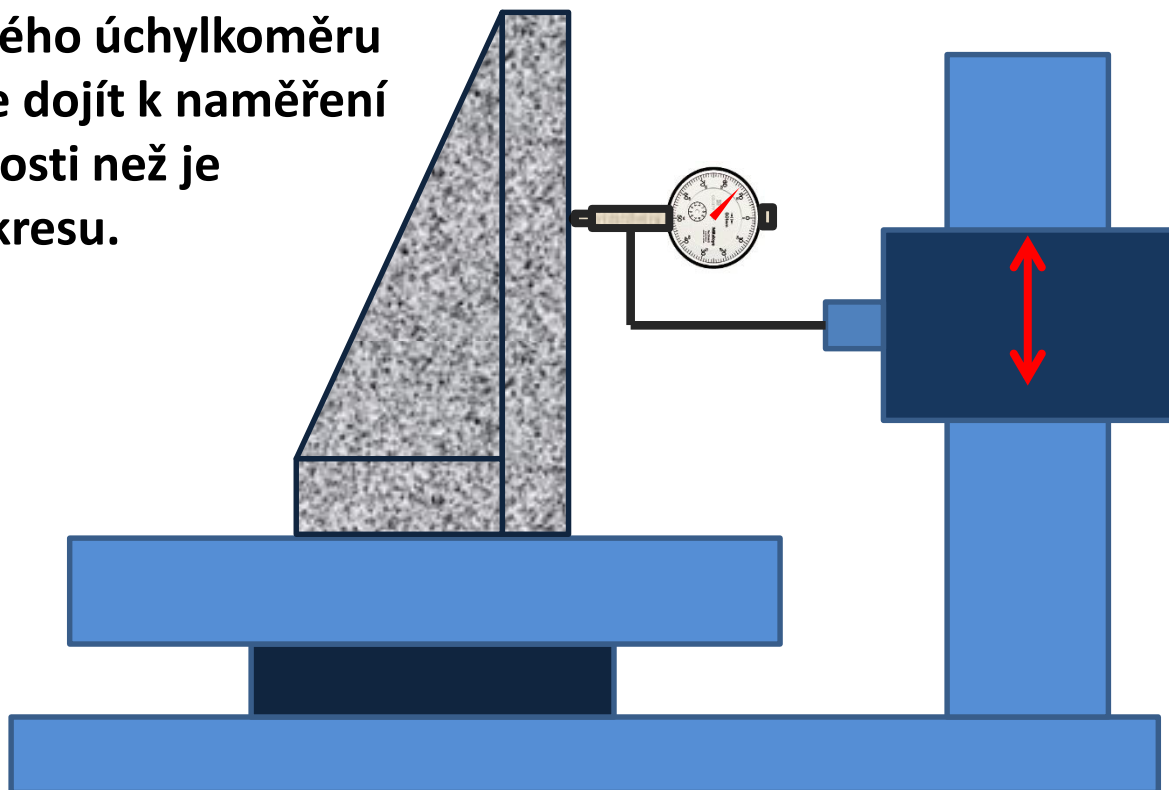
Grafický symbol	Tolerovaná vlastnost	Zadání na výkrese	Vysvětlení zadání
	Kolmost		<p>Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance kolmosti $t=0,02\text{mm}$ a kolmými k základní rovině A</p>



Tolerance rovnoběžnosti a její měření

[Zpět do hlavní nabídky](#)

Měření kolmosti je analogické měření rovinnosti. K měření jsou potřeba dvě roviny svírající úhel 90° , po jedné z těchto rovin se pohybuje číselníkový úchylkoměr, na druhé rovině je ustavený úhelník. Pohybem dotyku číselníkového úchylkoměru nesmí na celé měřené ploše dojít k naměření větší hodnoty úchyly kolmosti než je předepsaná hodnota na výkresu.



obr. 51

Měření a kontrola přesného geometrického tvaru

Vnitřní číselníkový úchylkoměr – supito

obr. 52



obr. 53

