

Název předmětu: ODV – Strojní mechanik

Skupina: S3A

Vyučující: Ivan Kolesa, ivan.kolesa@sousvodnany.cz

Téma: Opakování měření

Pevná měřidla

Pravítka

Ocelová pravítka

Jsou to měřítka s ryskami (s čárkovou stupnicí).

Přesnost čárkové stupnice je dána mezní chybou na celou délku.

Přesnost měření je ovlivněna správnou polohou měřítka (nulového bodu) a správným odečítáním ze stupnice (kolmo na stupnici).

Přesnost odečítání je dána vzdáleností dvou sousedních rysek - nejčastěji 1 mm, v některých případech 0,5 mm.

Rozsah měření běžně používaných ocelových měřitek je od 150 mm do 600 mm.

Ocelová měřítka se používají k měření a orýsování - s ohledem na přesnost.

Nožová pravítka

Měřicí hrana je zkosená (nejčastěji pod úhlem 60°), kalená, broušená a velmi jemně lapovaná.

Rozsah stupnice nejčastěji 50 mm až 500 mm.

Používají se převážně ke kontrole přímosti a rovinnosti - na průsvit. Prostým okem můžeme rozpoznat odchylku mezi kontrolním břitem a součástí již od $1\ \mu\text{m}$.



Obr. 1: Nožové pravítko

Koncové měrky

Koncové měrky (Základní rovnoběžné měrky) patří k nejdůležitějším délkovým mírám. Mají velkou přesnost a jejich používání je poměrně jednoduché. Jsou to čtyřboké hranoly (destičky), jejichž funkční plochy jsou přesně rovinné a rovnoběžné. Rozměr měrky je dán vzdáleností dvou funkčních ploch. Následkem vysoké jakosti povrchu dojde při nasunutí měrek funkčními plochami na sebe k jejich přilnutí (způsobené molekulárními silami).

Koncové měrky se vyrábějí ze speciální oceli popřípadě keramických materiálů - teplotní stálost a odolnost proti opotřebení, keramické měrky jsou navíc odolné proti přilnutí.

Přesnost měrek je až 0,000 1 mm.

Vyrábějí se ve 4 třídách přesnosti:

K - etalony ke kalibrování základních měrek a nastavování přesných měřicích přístrojů (pro laboratorní účely, v běžné praxi se nepoužívají)

0 - pro metrologická střediska a kalibrační laboratoře jako etalony pro kalibraci koncových měrek třídy přesnosti 1 a 2, pro kalibraci přesných délkových měřidel (třmenových mikrometrů apod.)

1 - pro kontrolní pracoviště k nastavování měřicích přístrojů, pro kontrolu přesných výrobních a kontrolních přípravků. Patří k nejčastěji používaným koncovým měrkám.

2 - pro kontrolní pracoviště s menšími nároky na přesnost - nastavování dílenských délkových měřidel, kontrolních přípravků apod.

Koncové měrky jsou dodávány v sadách, kde jsou jejich rozměry odstupňovány tak, aby bylo možné složit požadované rozměry z co nejmenšího počtu měrek (maximálně 4 - 5). Styková chyba při složení dvou měrek k sobě může být 0,000 2 mm (podle stupně přesnosti) a při kládání dalších měrek se tato chyba zvětšuje.





Obr. 2: Sady koncových měrek

Příklad sady koncových měrek

Jmenovitá délka koncové měrky (mm)	Odstupňování rozměrů (mm)	Počet kusů v sadě
1,001 – 1,009	0,001	10
1,01 – 1,09	0,01	10
1,1 – 1,9	0,1	10
1 - 9	1	10
10 - 90	10	10

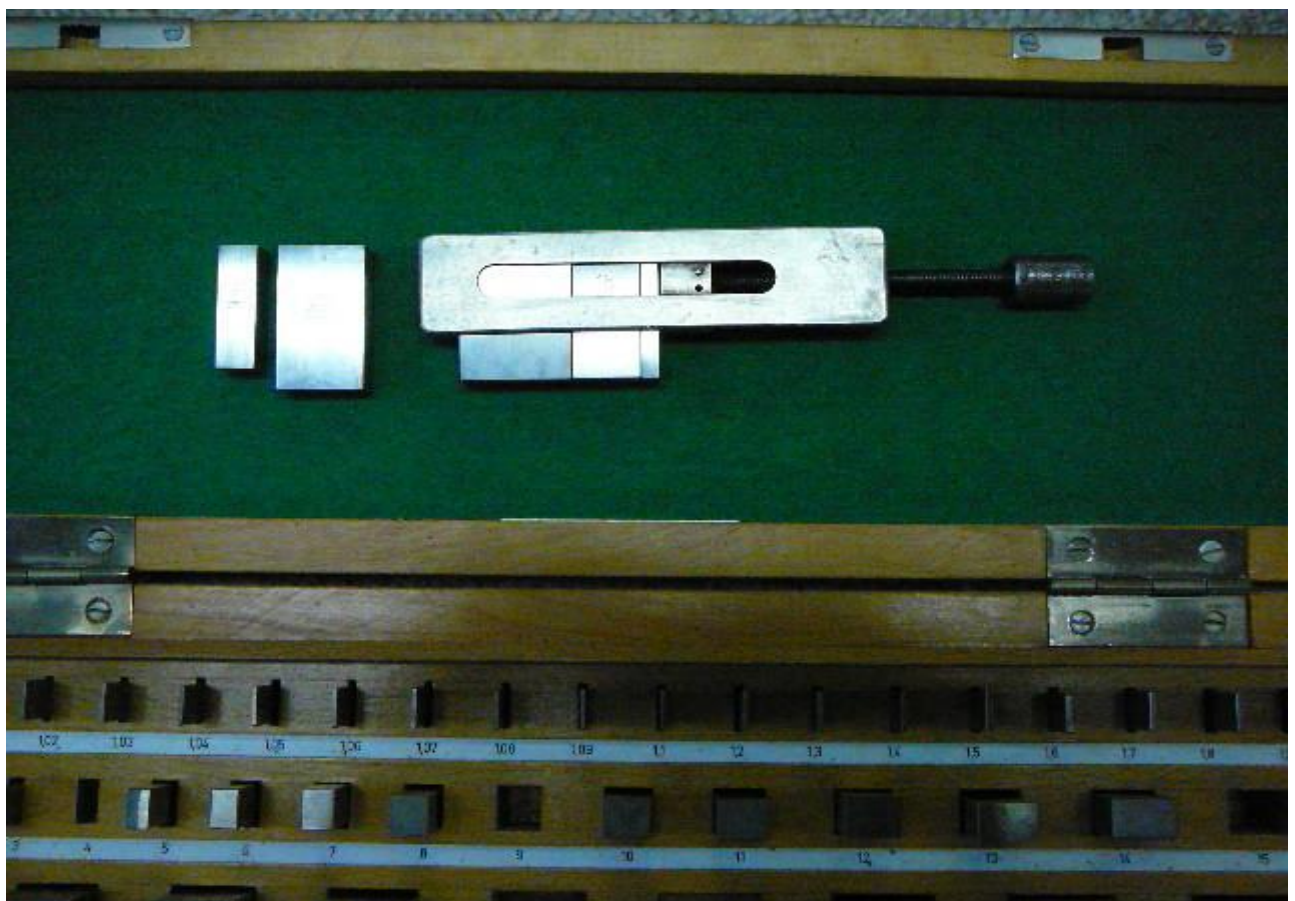
Příklad sestavy koncových měrek

Rozměr *9,545 mm* lze složit z těchto měrek:

1,005 mm, 1,04 mm, 1,5 mm, 6 mm

Při skládání rozměru z koncových měrek se postupuje tak, že se nejprve složí měrky nejmenších rozměrů a k nim se po stranách přidávají měrky větších rozměrů.

V případě použití krycích měrek (jmenovitá hodnota 1 mm, 1,5 mm, 2 mm) se umístí po stranách složeného bloku, aby chránily ostatní koncové měrky před opotřebením - o jejich rozměr se pak musí zmenšit rozměr složeného bloku.



Obr. 3: Držák sestavy koncových měrek

Zásady práce s koncovými měrkami

Pro zachování přesnosti měření a prodloužení životnosti měrek je třeba dodržovat pravidla týkající se čistoty a konzervace měrek, přikládání měrek k sobě a jejich odsouvání, používání příložených (krycích) měrek, dodržování teploty při měření apod. Ocelové měrky by neměly být k sobě přiloženy dlouho, aby nedošlo k jejich studenému svaru.

Kalibry

Kalibry jsou kontrolní měřidla, kterými kontrolujeme vyráběný rozměr nebo tvar. Umožňují rychlou kontrolu často se opakujících rozměrů nebo tvarů.

Kalibry rozdělujeme na rozměrové a tvarové.

Rozměrové kalibry

Dělí se na sadové a mezní.

Sadové kalibry

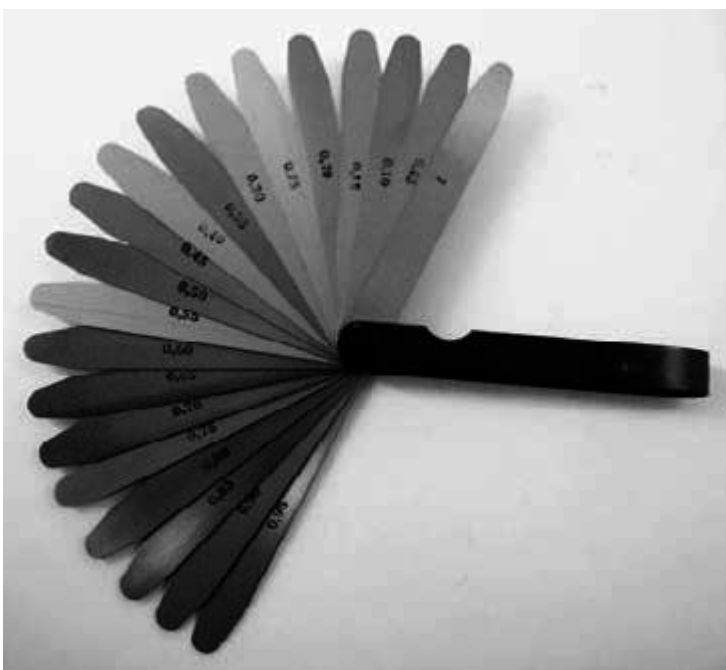
Vyrábějí se v odstupňovaných sadách, u nichž se postupně zvětšuje měřený rozměr. Jsou to například spároměry, měrky na měření tloušťky plechu nebo drátu, měrky na trysky, měřicí dráty, měřicí čepy apod. Jako sadové kalibry můžeme použít i koncové měrky.

Spároměry

Spároměry (Listové měrky) jsou ocelové listy v odstupňovaných tloušťkách uložené v sadách, které mají různé měřicí rozsahy. Požadovaný rozměr lze složit z více listů.

Například sada o rozsahu 0,03 mm - 1 mm (nejtenčí a nejtlustší měrka) obsahuje 22 měrek. Používají se buď jednotlivě, nebo jako kombinace více měrek.

Slouží ke kontrole vůle kluzných vedení, ventilů apod.



Obr. 4: Listové měrky



Obr. 5: Použití listových měrek



Obr. 6: Měřicí dráty



Obr. 7: Měrky na trysky



Obr. 8: Kalibr pro měření průměru drátu a tloušťky plechu

Mezní kalibry

Mají dvě funkční části sloužící ke kontrole mezních rozměrů hřídelů a děr

- HMR - horní mezní rozměr
- DMR - dolní mezní rozměr

Dobrá strana musí projít dírou (přes hřídel), zmetková nesmí. Zmetková strana bývá odlišena, případně ještě označena červenou barvou.

Podle účelu použití se mezní kalibry dělí na:

- dílenské - používané ve výrobě
- porovnávací - sloužící ke kontrole dílenských kalibrů

Konstrukční provedení mezních kalibrů na díry

Mezní kalibry na díry:

- válečkové trny do \varnothing 100 mm (jednostranné, oboustranné)
- ploché kalibry od 80 mm do 250 mm (jednostranné, oboustranné)
- odpichy s kulovými konci do 800 mm

Mezní válečkové kalibry

Používají se ke kontrole vnitřních rozměrů - děr.

Dobrá část - DMR - musí projít dírou, zmetková - HMR - nesmí. Délka zmetkové části je u oboustranných kalibrů o třetinu kratší než dobré části.





Obr. 9: Válečkové kalibry



Obr. 10: Ploché kalibry

Mezní kalibry pro hřídele:

- mezní kontrolní kroužky
- mezní třmenové kalibry (jednostranné, oboustranné)

Mezní třmenové kalibry

Používají se ke kontrole vnějších rozměrů - hřídelů.

Dobrá strana - HMR - musí projít přes hřídel, zmetková - DMR - nesmí.



Obr. 11: Třmenové kalibry



Obr. 12 a, b: Kontrolní kroužky

Zásady práce s mezními kalibry

Při kontrole musí válečkový kalibr svou vlastní tíhou projít dobrou stranou do díry, u třmenových kalibrů přes hřídel.

Kontrola zmetkovou stranou se musí provádět s citem.

Kalibry podléhají opotřebení, proto se musí jejich rozměry pravidelně kontrolovat.



Obr. 13: Použití třmenového kalibru

Tvarové kalibry (šablony)

Pomocí tvarových kalibrů se kontroluje tvar součástí na principu průsvitu světla mezerou mezi měrkou a kontrolovaným povrchem.

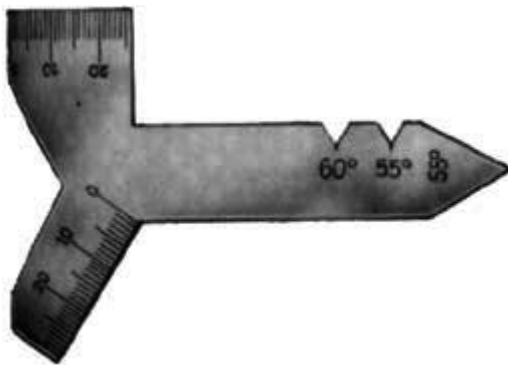
Jsou to například úhelníky, poloměrové šablony (rádiusové měrky) pro kontrolu vnějších a vnitřních rádiusů, závitové hřebínkové měrky, šablony ke kontrole úhlů břitů náradí, často se opakujících úhlů nebo tvarů apod.



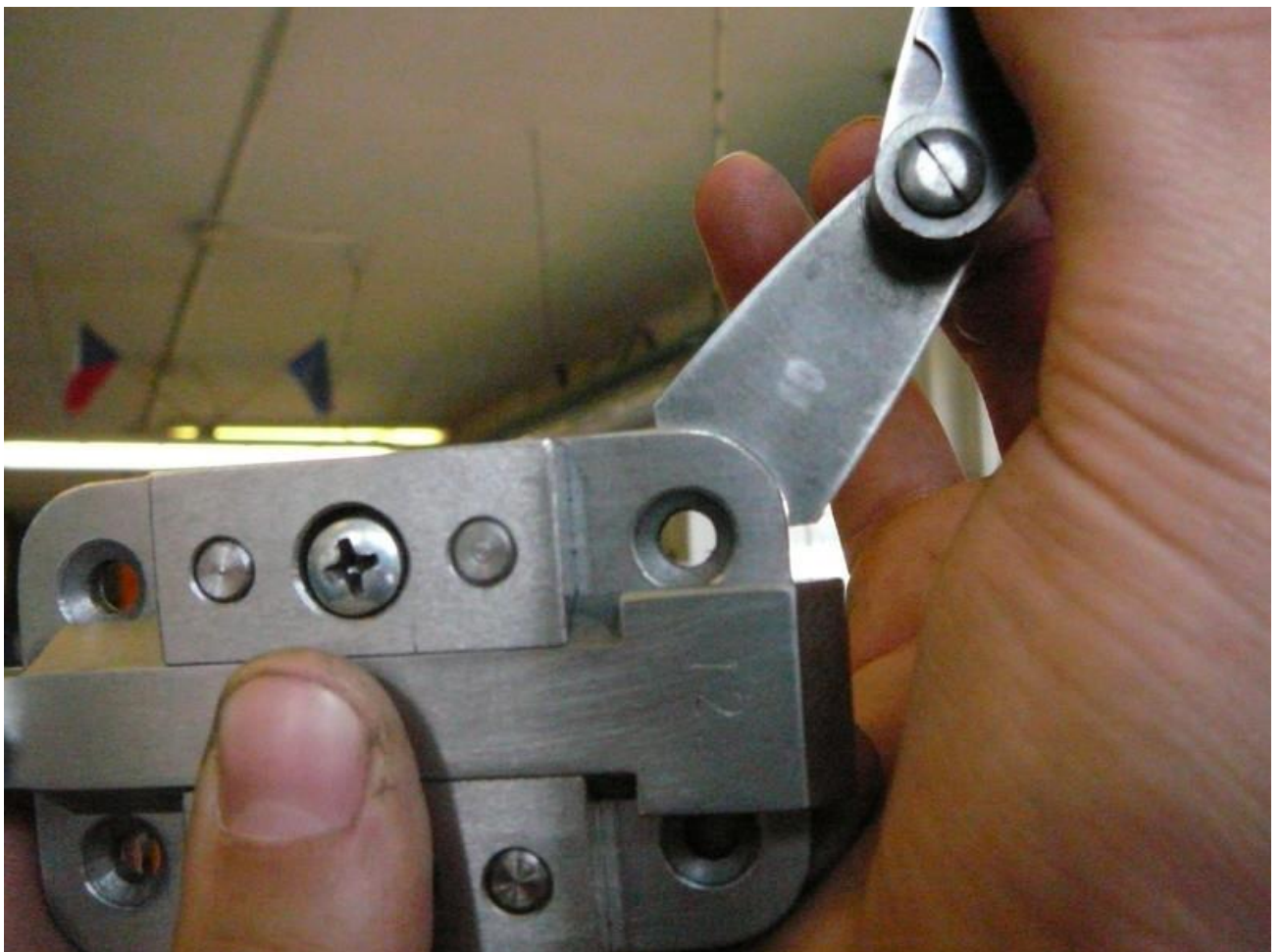
Obr. 14: Úhelník 90°



Obr. 15: Úhelník 135°



Obr. 16: Šablona ke kontrole úhlů břitů náradí





Obr. 17: Rádiové měrky

Jsou to ocelové destičky s odstupňovaným poloměrem, který je na každé měrce uveden.

Závitové hřebínkové měrky

Každá měrka v sadě představuje profil závitů o určitém stoupání.



Obr. 18: Závitové hřebínkové měrky

Posuvná měřidla

Představují rozsáhlou skupinu jednoduchých měřidel, která slouží k přímému měření délkových rozměrů. Patří zde posuvná měřítka, posuvné hloubkoměry, posuvné výškoměry, posuvná měřítka na měření tloušťky zubu u ozubených kol, na měření tloušťky stěn, na měření zápichů a jiné.

Zobrazení naměřené hodnoty:

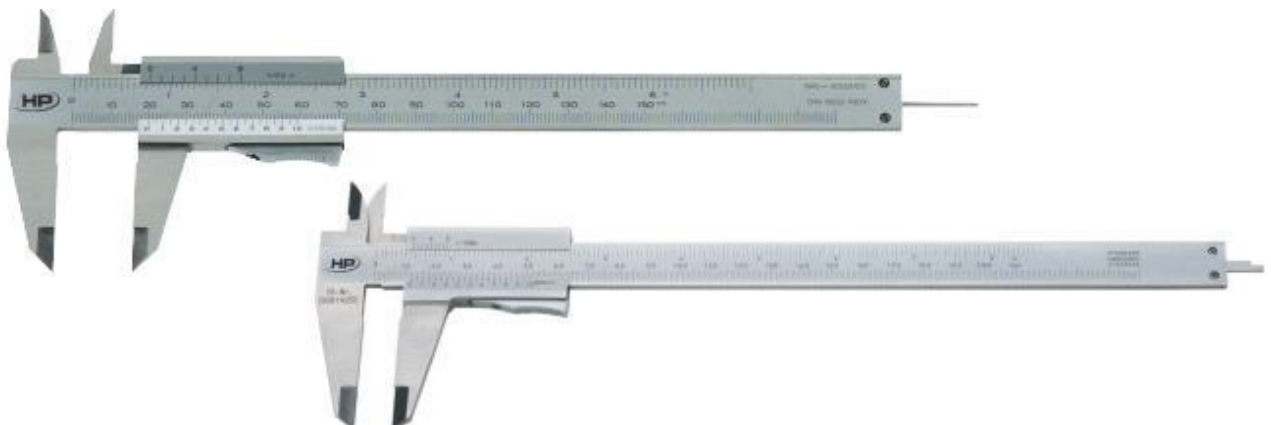
- pomocí nonia - přesnost odečítání 0,1 mm, 0,05 mm nebo 0,02 mm
- číslicová posuvná měřidla mají elektronický odměřovací systém s krokem 0,01 mm

Posuvné měřítko (Posuvka)

Posuvná měřítka jsou v průmyslové výrobě nejrozšířenější dílenská měřidla. Jsou univerzální, slouží k měření průměrů hřídelů a děr, vzdáleností, roztečí a hloubek, k měření geometrických úchylek.

Běžné posuvné měřítko má rovnoběžné rovinné měřicí plochy jak na pevné, tak na posuvné měřicí části, které umožňují měření vnějších rozměrů. Dále může být vybaveno měřicími břity pro měření vnitřních rozměrů a měřicí tyčinkou uloženou v hlavním ramenu pro měření hloubek. Na pevné části měřidla je milimetrová stupnice, na posuvné části je přesná noniová stupnice. Nonius umožňuje odečítání s přesností 0,1 mm, 0,05 mm nebo 0,02 mm - dle typu noniové stupnice.

Měřicí rozsahy posuvek se pohybují v širokém rozsahu: od 160 mm do cca 2 000 mm.

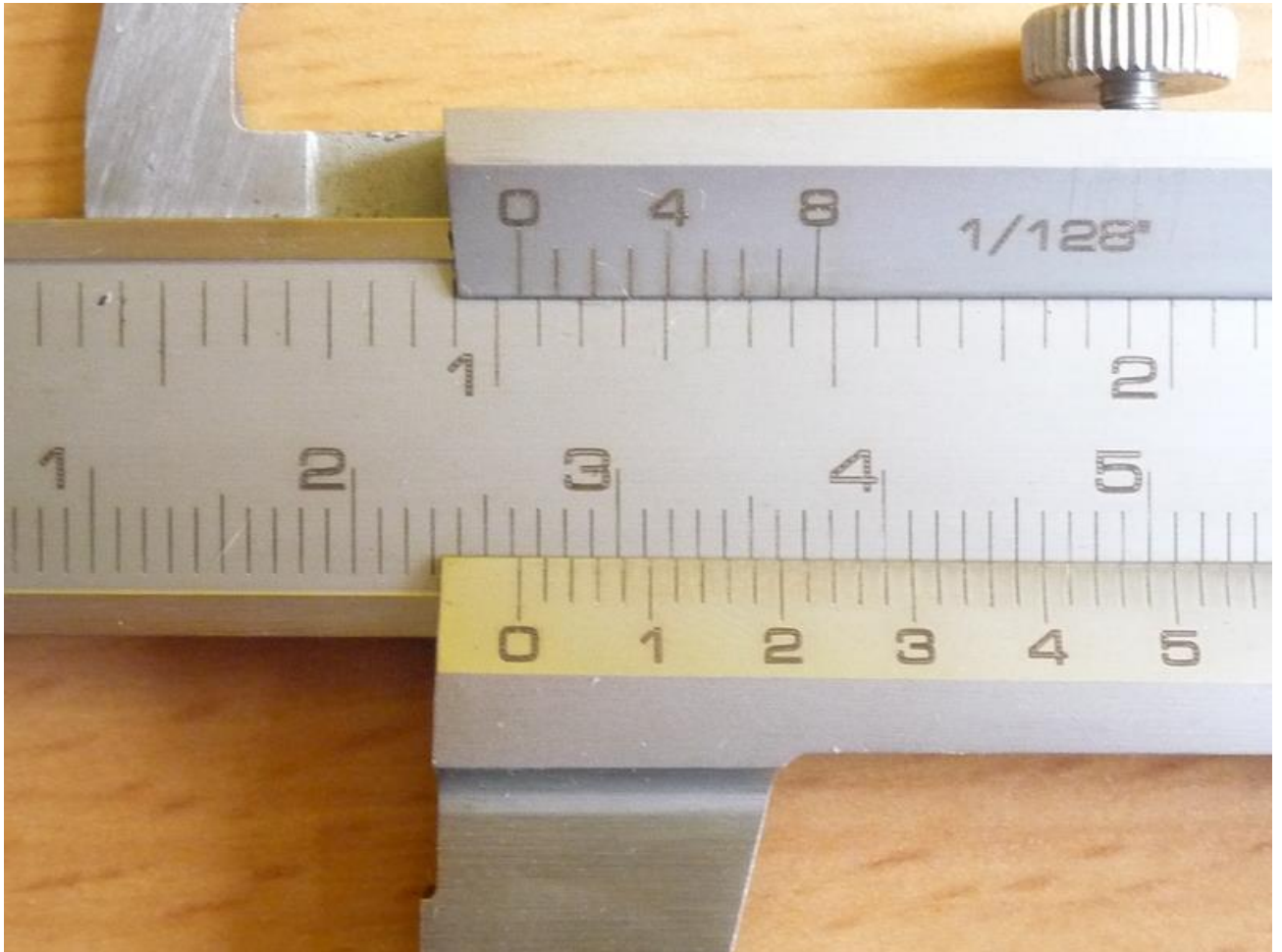




Obr. 19 a, b: Posuvná měřítka

Postup při měření

Součást vložíme mezi měřicí hroty co nejbliž hlavnímu rameni. Pohybem posuvné části přitiskneme součást mezi čelisti a aretační pružinou zajistíme polohu pohyblivé čelisti proti uvolnění. Nejprve odečteme na pevné stupnici rozměr v celých milimetrech - odečítáme od nuly po rysku kryjící se s počátkem nonia. Potom zjišťujeme, který dílek noniové stupnice se kryje s dílkem na hlavní stupnici. Tento údaj pak připočteme k hodnotě na hlavní stupnici. Na obr. 20 má měřidlo rysky nonia vzdáleny o $1/50$ mm (0,02 mm). Zobrazený údaj je pak 26,34 mm (na pevné stupnici 26 mm, na noniové stupnici se kryje 2. dílek za hodnotou 3).



Obr. 20: Odečítání na stupnici posuvného měřítka

Posuvné měřítko s kruhovým číselníkem

Usnadňuje odečítání měřených hodnot. Dělení stupnice kruhového číselníku je 0,1 mm, 0,05 mm, 0,02 mm nebo 0,01 mm.

Tato měřidla mají jemný ozubený hřeben s převodem na ukazatel.



Obr. 21: Posuvné měřítko s kruhovým číselníkem

Digitální posuvné měřítko

Měřená hodnota se odečítá na displeji s číslicovým krokem 0,01 mm.



Obr. 22: Digitální posuvné měřítko

Zásady měření pomocí posuvných měříttek

- pravidelná kontrola posuvného měřítka
- obě měřicí ramena musí k sobě v nulové poloze doléhat bez průsvitu
- měřit s citem - správný tlak při měření
- při měření se musí měřicí rameno posouvat bez vůle
- drážky a zápichy měřit bříty měřicích ramen
- správná poloha měřicích ramen vůči měřeným plochám

Přesnost posuvného měřidla

Přesnost posuvného měřidla se ověřuje při základní teplotě 20 °C a nevztahuje se na okrajové pásmo šířky 0,2 mm měřené od okraje měřicí plochy (kromě plochy pro vnitřní a vnější měření v místech, kde jsou měřicí plochy zeslabeny). Přesnost posuvného měřidla je dána dělením na posuvném noniu. Dílek tohoto nonia je buď 0,1 mm, 0,02 mm, 0,05 mm, (u digitálních 0,01 mm).

Celková chyba posuvky zahrnuje především:

- úchytky měřicích ploch
- dílčí chyby způsobené nepřesností stupnic
- vůli mezi měřítkem (pevná část) a posuvnou částí

Největší dovolená chyba pro posuvná měřidla s nonickou diferenciací 0,05 mm a pro 1. tř. přesnosti s nonickou diferenciací 0,1 mm je: $\pm (50 + 0,1 \times L) \mu\text{m}$, kde L - měřicí rozsah v mm. Pro posuvná měřidla s nonickou diferenciací 0,02 mm je velikost chyby $\pm (20 + 0,05 \times L) \mu\text{m}$.

Posuvný hloubkoměr

Hloubkoměr je posuvné měřítko bez pevného ramene. Dorazová plocha má tvar můstku - při měření se přitlačí na obrobek a poté se vysouvá měřicí dotyk (tyčinka), který může mít různý tvar.



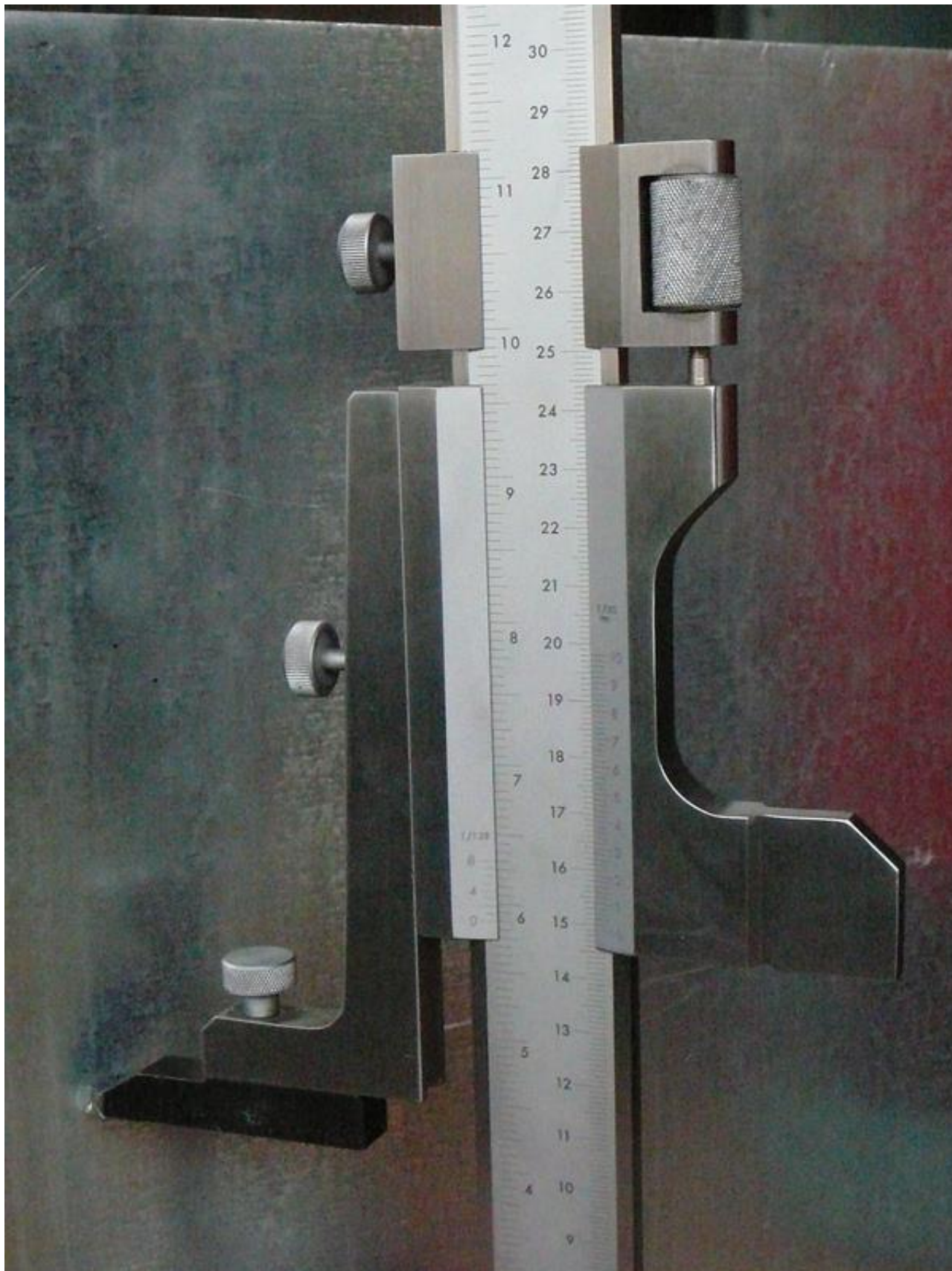
Obr. 23: Posuvné hloubkoměry

Posuvný výškoměr

Slouží k měření a orýsování délkových rozměrů součástí.

Odečítání nejčastěji analogové pomocí nonia nebo digitální.





Obr. 24: Posuvné výškoměry

Mikrometrická měřidla

Mikrometrická měřidla jsou přístroje umožňující měření vnějších i vnitřních rozměrů. Měřicím prvkem je mikrometrický šroub délky nejčastěji 25 mm (měřicí rozsah), který má stoupání 0,5 mm (posun měřicího dotyku na 1 otáčku měřicího bubínku). Maximální úchylnost stoupání závitu je $\pm 3 \mu\text{m}$. Stálý tlak pohyblivého dotyku na součást zajišťuje spojka s pružinou.

Analogová měřidla - podélná stupnice mikrometru je dělena po 0,5 mm, otočný bubínek má 50 dílků. Při otočení bubínku o 1 dílek se posune měřicí dotyk o $0,5/50 = 0,01$ mm.

Digitální mikrometrická měřidla jsou vybavena elektronickým odměřovacím systémem. Hodnota číslicového kroku je 1 μm . Digitální přístroje umožňují vynulování v jakémkoliv poloze (pro rozdílová měření), ukládání naměřených hodnot, výstup dat na počítač za účelem dalšího zpracování.

Mikrometrická měřidla mohou mít různé provedení, liší se mimo způsob zobrazení měřicím rozsahem, provedením, tvarem dotyků apod. Patří zde třmenové mikrometry, mikropasametry (třmenové mikrometry s úchylkoměrem), mikrometrické hloubkoměry, mikrometrické odpichy, dutinoměry, speciální mikrometry. Mikrometrické hlavice (samostatné měřicí části mikrometru bez třmenu a pevného doteku) se používají jako měřicí prvky v různých kontrolních a měřicích přípravcích nebo jako odměřovací prvky u měřicích mikroskopů, profiloprojektorů apod.

Třmenové mikrometry

Používají se pro měření vnějších rozměrů.

Jsou konstruovány pro různé měřicí rozsahy odstupňované po 25 mm (0 - 25; 25 - 50; 50 - 75; 75 - 100, 100 - 125; ...) mm.









Obr. 25: Třmenové mikrometry

Hlavní části třmenového mikrometru:

- třmen s pevným měřicím dotykem
- mikrometrický šroub s pohyblivým dotykem
- pouzdro se stupnicí, bubínek, řehačka

Postup při měření

- před měřením nejprve zkontrolovat nulovou polohu pouzdra a bubínku se stupnicí (základní měrkou)
- obrobek se vloží kolmo mezi měřicí plochy a potom se pohybuje mikrometrickým šroubem pomocí řehačky, dokud neprokluzuje mikrometrický šroub se pak zafixuje pomocí stavěcího kroužku, sundá z obrobku a odečte hodnota
- měřidlo se musí při měření držet za třmen, popřípadě upevnit za třmen do stojánku (zamezení přenosu tepla ruky na třmen)



Obr. 26: Třmenový mikrometr upevněný ve stojánku

Mikrometrický hloubkoměr

Používá se k přesnému měření hloubky děr, drážek, výstupků apod.

Analogové hloubkoměry mají přesnost měření 0,01 mm. Vyměnitelné měřicí vložky jsou odstupňovány po 25 mm.

Při měření se přikládá základní plocha mikrometru na plochu obrobku. Poté se pomocí řehtačky posouvá měřicí dotyk k měřené ploše. Po zajištění stavěcím šroubem se vyjme a odečte hodnota.



Obr. 27 a, b: Mikrometrický hloubkoměr

Mikrometrický odpich

Slouží k měření velkých otvorů, drážek apod.

Vyrábějí se pro různé měřicí rozsahy. Jeden dotyk je pevný a druhý se pohybuje pomocí mikrometrického šroubu. Při měření je třeba zajistit polohu měřicích dotyků kolmo na měřicí plochy.



Obr. 28: Mikrometrický odpich

Mikrometr pro vnitřní příčné drážky

Jedná se o mikrometrická měřidla bez třmenu - stupnice se nachází na otočné stupnici.



Obr. 29: Mikrometr pro vnitřní příčné drážky

Mikrometr na vnitřní otvory

Jeden dotyk je pevný, druhý pohyblivý pomocí mikrometrického šroubu. Různé měřicí rozsahy.





Obr. 30: Mikrometr na vnitřní otvory

Mikrometrická hlavice

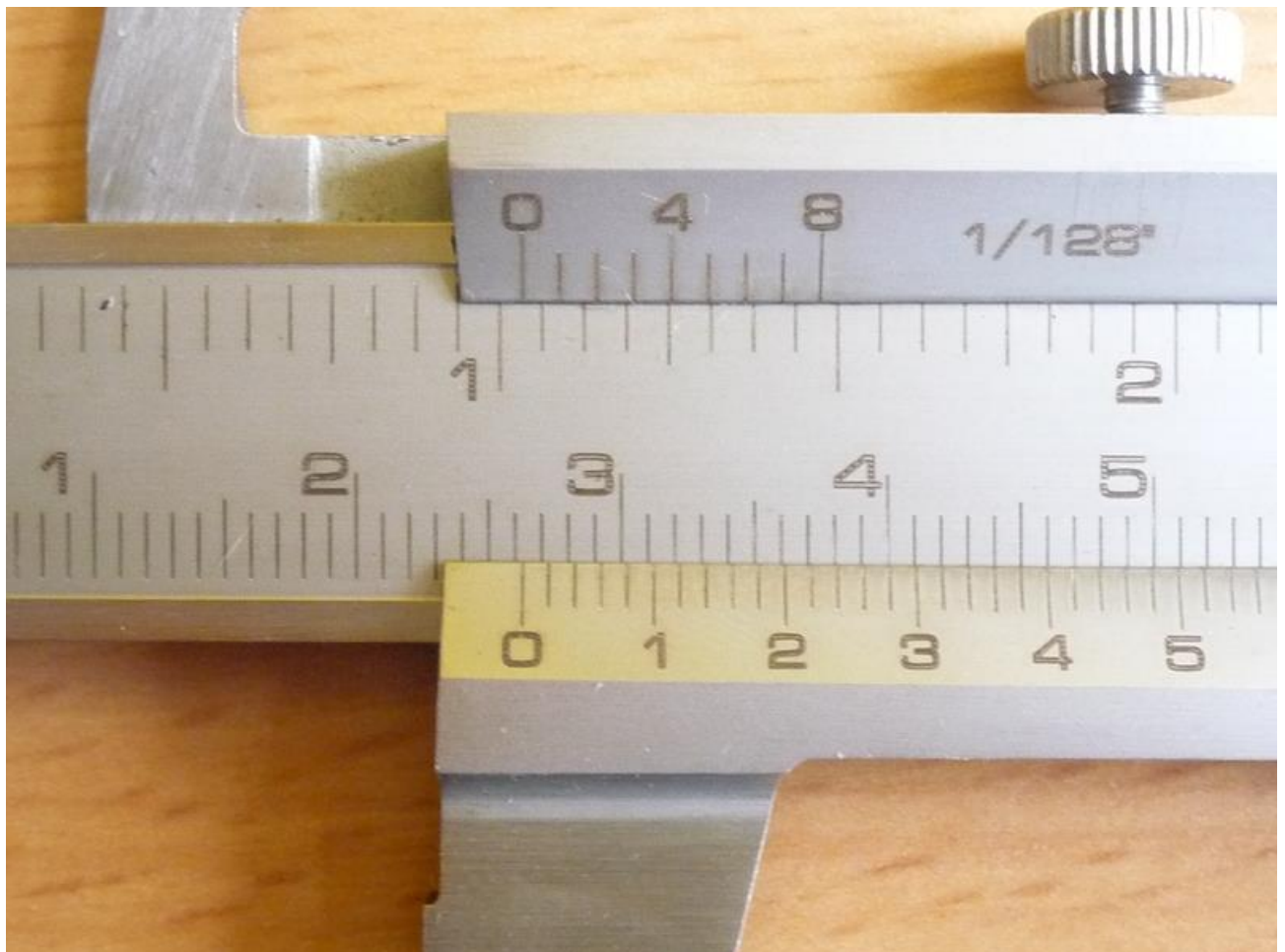
Používá se v různých měřicích přípravcích. Liší se měřicím rozsahem a způsobem zobrazení (analogové, digitální).



Obr. 31: Mikrometrická hlavice

Otázky:

1. Uveďte, k čemu lze použít válečkový kalibr.
2. K čemu slouží základní měřky a jaké jsou zásady práce s nimi?
3. Vyjmenujte druhy kalibrů a jejich použití.
4. Válečkový kalibr má na zmetkové straně HMR nebo DMR?
5. Popište zásady měření s posuvnými měřidly.
6. Uveďte, k čemu se dá použít mikrometrické měřidlo.
7. Uveďte, jaké je stoupání mikrometrického šroubu.
8. Popište postup měření třmenovým mikrometrem.
9. K čemu slouží mikrometrický odpich?
10. Jakou velikost má naměřená hodnota posuvným měřítkem – viz následující obrázek.



**Odpovědi na otázky vypracujte do pátku
23.10.2020 do 12.00 hodin a odešlete je na
email: ivan.kolesa@sousvodnany.cz.**