

Délková měření ve strojírenství

Metodický materiál

Ivana Čípová

Tento materiál byl vytvořen v rámci projektu CZ.1.07/1.1.07/03.0027
Tvorba elektronických učebnic

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

O projektu Rozvoj 2014

Základní údaje o projektu:

Název projektu:	Rozvoj přírodovědného a technického vzdělávání na SOŠ a SOU v Kopřivnici
Název operačního programu:	OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
Prioritní osa:	7.1 Počáteční vzdělávání
Oblast podpory:	7.1.1 Zvyšování kvality ve vzdělávání
Předkladatel:	Vyšší odborná škola, Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Kopřivnice, příspěvková organizace
Partner projektu:	Porgest, a.s.
Rozpočet projektu:	9 288 965,12 Kč
Doba realizace:	14. 02. 2012 - 31. 12. 2014 (44 měsíců)

Cílem projektu, zkráceně nazvaného Rozvoj 2014, je zvýšení kvality výuky přírodovědných i technických předmětů a odborného výcviku na VOŠ, SOŠ a SOU Kopřivnice prostřednictvím inovací obsahu příslušných vzdělávacích modulů, tvorby nových výukových i metodických materiálů a pořízení moderního vybavení pro výuku odpovídajících předmětů.

Projekt je řešen v těsné spolupráci s podniky - zaměstnavateli v regionu, abychom dosáhli co nejužšího propojení výuky s praxí. Využíváme zkušenosti partnera projektu – firmy Porgest, a. s. i dalších podniků, které projeví zájem s námi spolupracovat.

Modernizace výuky je zaměřena na tři oblasti:

- svařování,
- strojírenství,
- přírodní vědy (fyzika, chemie, biologie).

V období realizace projektu bylo vytvořeno celkem 10 vzdělávacích modulů zahrnujících metodické texty pro učitele, výukové texty pro žáky, prezentace i videosekvence. Bylo obnoveno vybavení svářečské dílny a strojní laboratoře, doplněno vybavení chemické laboratoře a vybudována nová učebna přírodovědných předmětů.

Další informace a výstupy projektu jsou k dispozici na stránkách projektu www.voskop.cz/rozvoj.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Vysvětlivky

1 Obsah

Vysvětlivky	4
2 Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace měřidel, odečty nastavených hodnot	6
2.1 Posuvné měřidlo (Metrologická příručka MITUTOYO str. 15 – 18)	8
2.2 Výškoměr (Metrologická příručka MITUTOYO str. 18 – 20)	16
(Metrologická příručka MITUTOYO str. 4 – 10)	19
2.3 Třmenový mikrometr (Metrologická příručka MITUTOYO str. 4 – 10)	21
Zásady pro práci s třmenovým mikrometrem	21
3 Praktická měření základními koncovými měrkami	31
(Metrologická příručka MITUTOYO str. 20)	31
4 Praktická měření digitálním (číselníkovým) úchylkoměrem (Metrologická příručka MITUTOYO str. 21 - 23)	34
5 Praktická měření pasametrem	38
6 Praktická měření meotastem	42
7 Praktická měření s optikátorem	44
8 Praktická měření s dutinoměrem (Metrologická příručka MITUTOYO str. 14)	47
9 Praktická měření s profilprojektorem (Metrologická příručka MITUTOYO str. 31)	51
10 Přílohy	55
11 Seznam obrázků	69
12 Literatura a zdroje	70

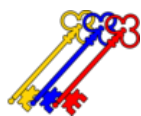
Vysvětlivky

Vysvětlivky



CÍLE

Na začátku každého tématu jsou uvedeny cíle. Formulují konkrétní vědomosti, to, co se od vás očekává a co si vyzkoušíte, co budete znát a umět v hodinách kontroly a měření.



KLÍČOVÁ SLOVA

Jsou to slova, která jsou klíčová pro danou kapitolu. Klíčová slova jsou technické termíny, které musíte znát a používat je i v dalších navazujících předmětech.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

U těchto kontrolních otázek si zkontrolujete, jak jste pochopili a osvojili si důležité informace z předvedeného učiva. Zda dokážete správně a bezpečně aplikovat učivo při řešení praktických a teoretických problémů.

Vysvětlivky



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

V těchto příkladech si ověříte, zda jste učivo zvládli, procvičíte a zdokonalíte se v měření.



PŘÍLOHY

Na konci této „Metodiky měření“ najdete výkresovou dokumentaci, tabulky, protokoly. Kalibrační listy jsou vloženy v závěru. (Součástí k této dokumentaci, měřidla, jsou uložena v dílnách školy v laboratoři kontroly a měření).

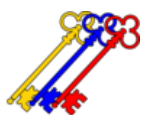
Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

2 Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace měřidel, odečty nastavených hodnot



CÍLE

Praktická cvičení měření s délkovými měřidly, kalibrace měřidel a odečty naměřených hodnot.



KLÍČOVÁ SLOVA

Posuvné mechanické měřidlo, digitální posuvné měřidlo, výškoměr, třmenový mikrometr, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

- 1/ Jaká znáte základní délková měřidla? Vyjmenujte je!
- 2/ Popište mechanické posuvné měřidlo a předvedte, k jakému měření je můžete použít!
- 3/ Za jakých podmínek můžeme použít skládací metr k měření rozměrů?
- 4/ K jakému měření používáte výškoměr?

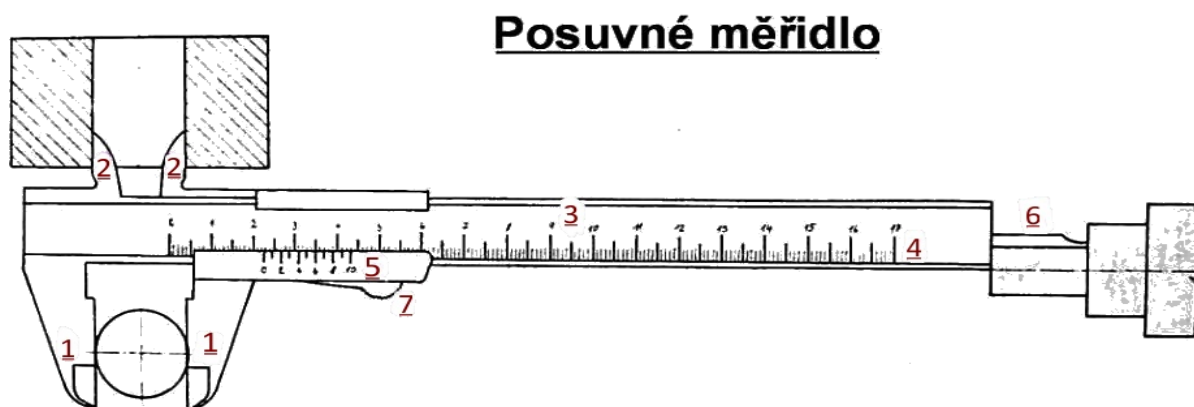
Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

1/ Jaká znáte základní délková měřidla? Vyjmenujte je!

Skládací metr, svinovací metr, ocelové měřítko, posuvná měřidla, posuvné hloubkoměry a výškoměry, mikrometrická měřidla.

2/ Popište mechanické posuvné měřidlo a předved'te, k jakému měření je můžete použít!

Jaký je rozdíl mezi mechanickým posuvným měřidlem a digitálním měřidlem?



Hlavní části posuvného měřidla:

- ramena (1),
- pomocná ramena (2),
- hlavní měřítko (3),
- hlavní stupnice (4),
- nonius *pomocná stupnice* (5),
- hloubkoměr (6),
- výstředník (7).

3/ K jakému měření používáte výškoměr?

Používají se pro měření dutin, výškových a délkových rozměrů součástí. Běžně se vyrábějí s jehlovým dotykem a nose.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

2.1 Posuvné měřidlo (Metrologická příručka MITUTOYO str. 15 – 18)

Základní pravidla pro práci s posuvnými měřidly

Měříme s citem a opatrně. Správný tlak – cit a opatrnost je na přesnost měření velmi důležitý. Při měření musíme posuvné rameno na měřítku posouvat bez vůle, jinak nám vzniknou chyby měření.

Vnější rozměry neměříme špičkami ramen, ale celou plochou ramen, aby se měřicí břity zbytečně neopotřebovávaly!

Drážky, zápichy a všechny přístupné vnější rozměry v obrobku měříme břity měřicích ramen, jinak vzniknou chyby v měření.

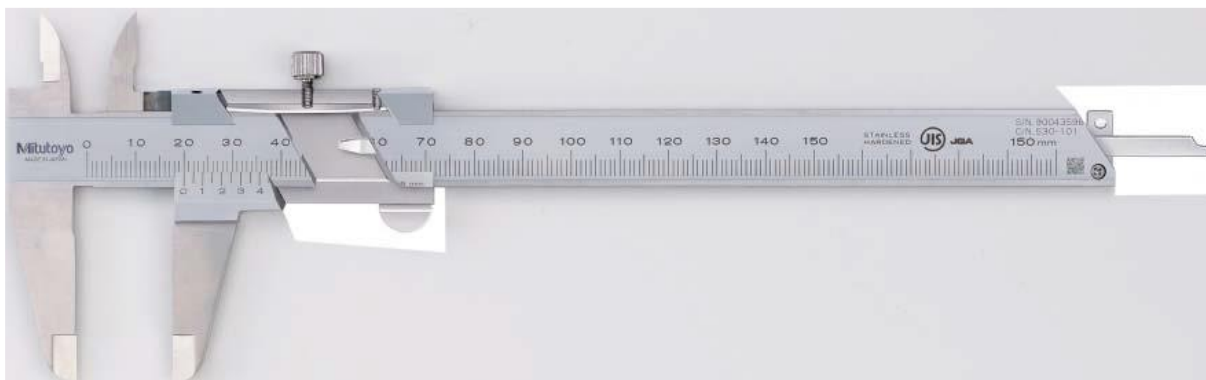
Nastavené posuvné měřítko neposunujeme zbytečně s pevně zajištěným posuvem ramen (zajištění šroubem) po obrobku!

Před sejmutím měřidla ze součásti uvolníme tlak na posuvné rameno, jinak postupně dochází ke zbytečnému opotřebování měřicích ploch a tím k chybám měření a zmetkovitosti!

Kontrola posuvného měřítka:

Všechny měřicí ramena i hloubkoměr musí být v nulové poloze a vzájemně doléhat bez průsvitu.

Při měření hloubek dorazovou plochu hloubkoměru přitlačíme k obrobku, hloubkoměr vedeme směrem tak, až měřicí hloubkoměr narazí na osazení, na dno drážky, zápichu, otvoru apod.



Obr. 1 Posuvné měřítko (mechanické), (Metrologická příručka MITUTOYO str. 15)

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace



Obr. 2 Absolute Digimatic posuvné měřítko (Metrologická příručka MITUTOYO str. 15)

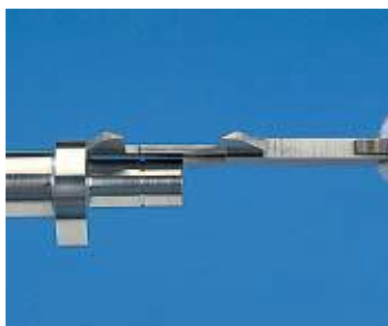
Příklady měření s posuvným měřidlem (Metrologická příručka MITUTOYO str. 15):



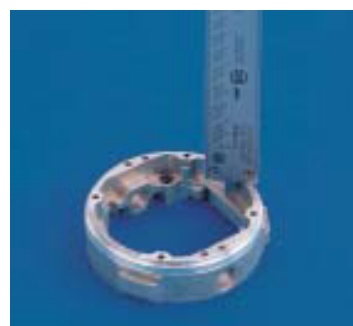
Obr. 3 Měření vnějších rozměrů



Měření vnitřních rozměrů



Obr. 4 Měření odstupňovaných rozměrů



Měření hloubky

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Měření vnitřních rozměrů posuvným měřítkem s odstupňovanými čelistmi:

měřicí plochy pro vnitřní měření posuvného měřítka jsou na špičkách čelistí rovnoběžné, jsou významně ovlivněny měřicí silou a to je důležitým faktorem v dosažitelné přesnosti měření. Na rozdíl od standardního posuvného měřítka s posuvným měřítkem s odstupňovanými čelistmi nemůžeme měřit velmi malý průměr otvoru, protože je omezeno velikostí odstupňování čelistí. Poloměr zaoblení měřicích ploch pro vnitřní měření je vždy dost malý na to, aby umožnil správné měření průměru otvoru až do správné nejnižší krajní polohy (uzavření čelistí).

Např. Mitutoyo posuvné měřítko s odstupňovanými čelistmi je na posuvné části vybaveno doplňkovou stupnicí pro vnitřní měření, takže lze odečítat přímo, bez nutnosti výpočtu, stejně jako pro vnější měření. Tato užitečná funkce eliminuje možnost vzniku chyby, ke které dochází při korekci vnitřní tloušťky čelisti u jednoduché stupnice posuvného měřítka.

Vnitřní měření:

Čelisti pro vnitřní měření vložíme tak hluboko, jak jen to je před měřením možné.

Odečteme maximální zobrazovanou hodnotu při vnitřním měření.

Odečteme minimální zobrazovanou hodnotu při měření šířky drážky.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Měření hloubky:

Odečtěme minimální zobrazovanou hodnotu během měření hloubky.

Přesvědčte se, zda umíte správně měřit posuvným měřidlem.

Paralaxní chyba při odečítání stupnice:

Dívejme se přímo na rysku noniové stupnice při kontrole zarovnání rysky noniové stupnice vůči rysce hlavní stupnice.

Pokud se díváme na rysku noniové stupnice ze šikmého směru, je zdánlivá pozice zarovnání zkreslena hodnotou X , vzhledem k paralaxnímu jevu způsobenému výškou schodu mezi rovinami noniové stupnice a hlavní stupnice, což má za následek chybu odečtení naměřené hodnoty.

Manipulace:

Čelisti posuvného měřítka jsou ostré, a proto s přístrojem musíme zacházet opatrně, aby nedošlo ke zranění osob.

Zabraňme poškození stupnice digitálního posuvného měřítka a negravírujte identifikační číslo nebo jiné informace o něm elektrickým popisovačem.

Zabraňme poškození posuvného měřítka nárazem tvrdými předměty nebo pádem na stůl nebo na podlahu!!!

Údržba kluzných ploch vedení a měřicích ploch:

Otřeme prach a nečistoty z kluzných ploch a měřicích ploch měkkým suchým hadříkem před použitím posuvného měřítka.

Kontrola a nastavení počátku před použitím:

Vyčistíme měřicí plochy uchopením listu čistého papíru mezi čelisti pro vnější měření a následně jej pomalu vytáhneme. Zavřeme čelisti a zajistíme, aby noniová stupnice (nebo displej) zobrazovaly nulu

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

před použitím posuvného měřítka. Při používání DIGIMATIC posuvného měřítka obnovíme počátek (tlačítko ORIGIN) po výměně baterie.

Manipulace po použití posuvného měřítka:

Po použití posuvného měřítka úplně otřeme vodu a olej. Pak lehce aplikujeme antikorozi oleje a necháme jej uschnout před uskladněním.

Stejně tak otřeme vodu z voděodolného posuvného měřítka, protože může také způsobit korozi.

Skladování:

Vyhnete se přímému slunečnímu záření, vysokým teplotám, nízkým teplotám a vysoké vlhkosti během skladování.

Pokud digitální posuvné měřítko nebudeme používat po více než tři měsíce, vyjmeme baterii před uskladněním.

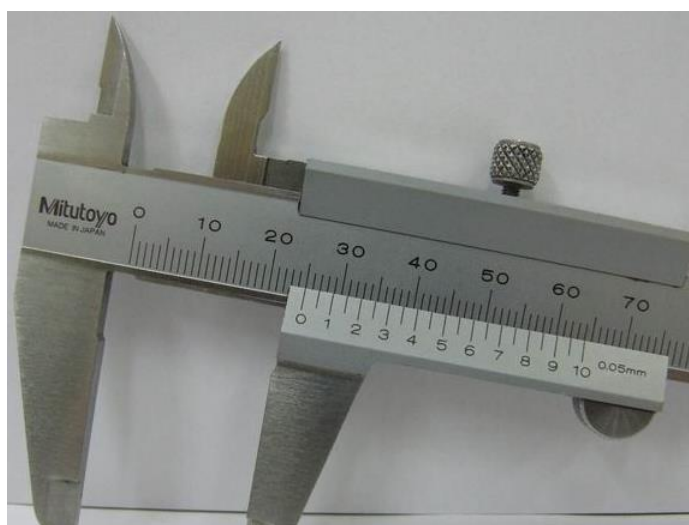
Během skladování nenecháváme čelisti posuvného měřítka zcela uzavřené.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

Příklad 1: Odečtěte nastavenou hodnotu.

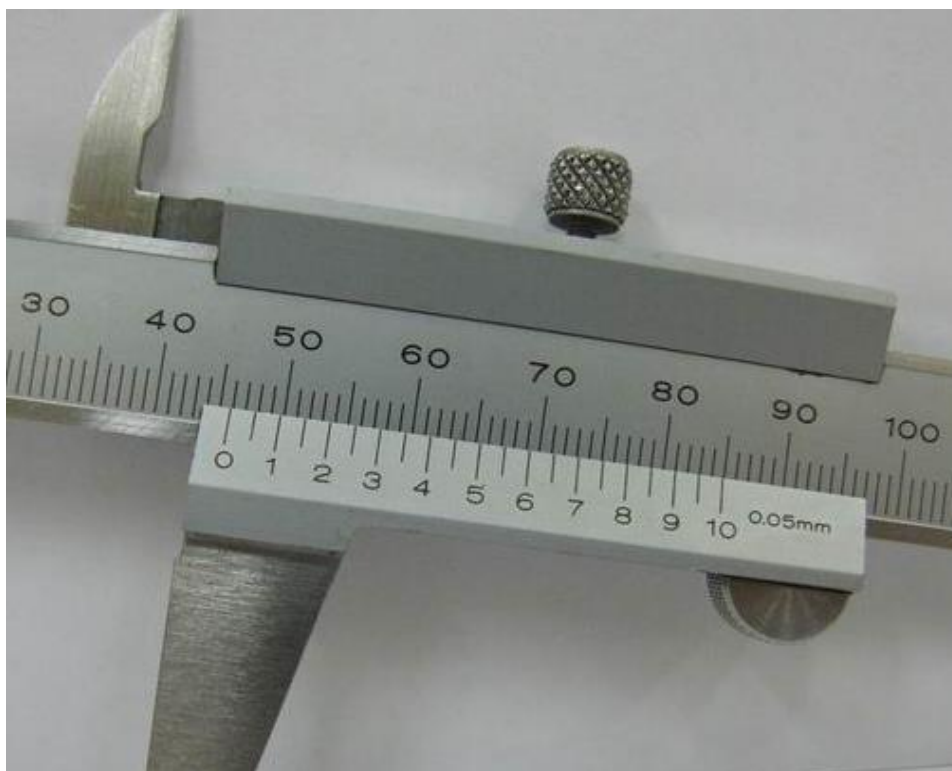


Příklad 2: Odečtěte nastavenou hodnotu.



Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Příklad 3: Odečtěte nastavenou hodnotu



Správné odečty nastavených hodnot:

Úkol č. 1	25,0 mm
Úkol č. 2	42,5 mm
Úkol č. 3	45,8 mm

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Příklad 4: Provedte kontrolu součásti

1. **Kontrola součásti posuvným (digitálním) měřidlem:** (provedte kontrolu součásti digitálním, posuvným měřidlem)

1. Vyjmenujte hlavní části posuvného a digitálního měřidla a vysvětlete jejich funkci.
2. Popište, jak postupujeme při měření posuvným a digitálním měřidlem?
3. Nakreslete hřídel se slepým otvorem a stupnici posuvného měřidla s noniem v poloze, která vyjadřuje naměřenou hodnotu 28,25 mm. (Jaká hodnota bude na displeji digitálního měřidla)?

Provedte délkové měření rozměrů zadané součásti a zkontrolujte, zda vyhovuje předepsaným tolerancím.

1. Nakreslete a okótujte měřenou součást. Zakreslete tabulku rozměrů a tolerancí (viz Příloha tab. č.1).
 2. Pomocí posuvného (digitálního) měřidla změřte rozměry.
- Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru zapište do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
3. Provedte zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a zapište.
 4. Vše zapište a vyhodnoťte v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).
 5. Na PC zpracujte graf, porovnávající tolerance zadané se skutečnými.

Postup měření:

- 1/ Překontrolujeme posuvné měřidlo (digitální) pro vlastní měření (koncové měrky).
- 2/ Nastavení posuvného (digitálního) měřidla (vynulování digitálního měřidla).
- 3/ Vlastní měření zadané součásti.
- 4/ Zpracování a vyhodnocení naměřených dat.
- 5/ Vypsání protokolu o měření.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

2.2 Výškoměr (Metrologická příručka MITUTOYO str. 18 – 20)

Hrot – rýsovací jehla - rýsovacího ostří je zakalený.

Nastavení měřidla může být s přesností:

0,1 mm;

0,05 mm;

0,02 mm.

Nastavení výškoměru na požadovaný rozměr:

Od základní roviny rýsovací desky – jednoduchý výškoměr.

Od libovolné roviny obrobku nebo libovolného orýsování (přímky) na obrobku – výškoměr s nastavitelnou 0.

Potenciální příčiny chyby:

Stejně jako posuvné měřítko, chybové faktory obsahují paralaxní účinky, chybu, způsobenou nadměrnou měřicí silou vzhledem k tomu. Existují další chybové faktory způsobené strukturou výškoměru. Zejména je třeba si dát pozor na chybové faktory, související se zakřivením referenční hrany a instalací rýsovací jehly před použitím.

Instalaci rýsovací jehly (nebo páčkového úchylkoměru) musíme důkladně zvážit, protože ovlivňuje velikost jakékoli chyby v důsledku zakřivení referenčního sloupu, a to zvětšením. V případě, že se používá dlouhá rýsovací jehla (zvl. příslušenství) nebo páčkový úchylkoměr, chyba měření se zvětší.

Vztah mezi přesností a teplotou:

Výškoměry jsou vyrobeny z různých materiálů. Některé kombinace materiálu obrobku, teploty v místnosti a teploty obrobku mohou ovlivnit přesnost měření, pokud tento účinek není povolen provedením korekce výpočtu.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Hrot rýsovací jehly výškoměru je velmi ostrý a musíme s ním zacházet opatrně, aby se zabránilo zranění osob.

Nesmíme poškodit digitální pravítko výškoměru gravírováním identifikačního čísla nebo jiné informace pomocí elektrického popisovače.

S výškoměrem zacházíme opatrně, abychom jej neupustili nebo s ním do něčeho nenarazili.

Používání výškoměru:

1. Udržíme sloup, který vodí posuvnou část, čistý. Pokud se na něm hromadí prach či nečistoty, stane se posuv obtížným, což vede k chybám při nastavování a měření.
2. Při rýsování, bezpečně zaaretujeme posuvnou část v dané poloze pomocí aretace. Po upnutí jen potvrdíme nastavení.
3. Rovnoběžnost mezi měřicí plochou rýsovací jehly a základní referenční plochou musí být 0,01 mm nebo lepší.

Před měřením při instalaci rýsovací jehly nebo páčkového úchylkoměru odstraníme veškerý prach a otřepy na montážním povrchu. Udržíme rýsovací jehlu a jiné části bezpečně upevněné na místě během měření.

4. Pokud hlavní stupnice výškoměru může být přesunuta, přesuneme ji podle potřeby pro nastavení nulového bodu a pevně dotáhneme upevňovací maticí.
5. Chyby způsobené paralaxní chybou nejsou zanedbatelné. Při odečítání hodnoty se vždy díváme přímo na stupnici.

Manipulace po použití:

Zcela otřeme vodu a olej. Lehce nanese tenkou vrstvu antikoroziního oleje a necháme zaschnout před uskladněním.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Skladování:

Vyhněme se přímému slunečnímu záření, vysokým teplotám, nízkým teplotám a vysoké vlhkosti během skladování.

Pokud digitální výškoměr nebudeme používat více než tři měsíce, vyjme před uskladněním baterii.

Pokud je k dispozici ochranný kryt, použijeme jej během skladování, abychom zabránili ulpívání prachu na sloupu.



Obr. 5 Měření s elektrickým kontaktním snímačem



Obr. 6 Digitální výškoměr

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

(Metrologická příručka MITUTOYO str. 4 – 10)



Obr. 7 Výškoměr s nastavitelnou 0



Základní výškoměr



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

Příklad 5_Kontrola součásti výškoměrem:

Provedte délkové měření rozměrů zadané součásti a zkontrolujte, zda vyhovuje předepsaným tolerancím.

1. Nakreslete a okótujte měřenou součást.
Zakreslete tabulku rozměrů a tolerancí (viz Příloha tab. č. 1).
2. Pomocí výškoměru změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru zapište do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
3. Provedte zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a zapište (viz příloha tab. č. 1).
4. Vše zapište a vyhodnoťte v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Postup měření:

- 1/ Překontrolujeme výškoměr pro vlastní měření.
- 2/ Nastavení výškoměru (vynulování digitálního měřidla).
- 3/ Ustavení a vlastní měření zadané součásti.
- 4/ Zpracování a vyhodnocení naměřených dat.
- 5/ Vypsání protokolu o měření.

Příklad 6 Provedte kalibraci a kontrolu vašeho vlastního posuvného měřidla.

Hodnoty napište do tabulky a vypište kalibrační list:

(provedte kontrolu a kalibraci digitálního posuvného měřidla a porovnejte skutečnost)

Postup měření:

- 1/ Nachystejte si potřebná měřidla a pomůcky.
- 2/ Postupně podle zjištění zapisujte údaje a naměřené hodnoty do kalibračního listu a tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
- 3/ Překontrolujte funkčnost a vzhled posuvného měřidla, očistěte měřidlo od nečistot.
- 4/ Provedte kontrolu všech ramen a hloubkoměru.
- 5/ Vyhodnoťte kalibraci posuvného měřidla a vše zapište do kalibračního listu a překontrolujte správnost údajů (viz Příloha tab. č. 2).
- 6/ Ošetřete, zakonzervujte, popřípadě nalepte kalibrační značku na měřidlo.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

2.3 Třmenový mikrometr (Metrologická příručka MITUTOYO str. 4 – 10)

Zásady pro práci s třmenovým mikrometrem

Základní postup měření:

1. Pečlivě zkontrolujeme typ, rozsah měření, přesnost a další specifikace výběru vhodného modelu pro danou aplikaci.
2. Před provedením měření ponechte mikrometr a obrobek při pokojové teplotě tak dlouho, dokud se jejich teploty nevyrovnají před provedením měření.
3. Měřicí plochu pevného doteku a vřetena otřete papírem nepouštějícím vlákna a před měřením nastavte počáteční (nulový) bod.
4. Setřete veškerý prach, piliny a jiné nečistoty z obvodu a měřicí plochy vřetena jako součást denní údržby. Kromě toho dostatečně otřete veškeré nečistoty a otisky prstů na každé části suchým hadříkem.
5. Používejte správnou konstantní sílu přístroje tak, aby měření byla prováděna správnou měřicí silou.
6. Při upevňování mikrometru do stojanu by stojan měl upínat mikrometr za střed rámu. Neupínejte jej příliš pevně.
7. Dávejte pozor, abyste neupustili nebo nenarazili mikrometrem na cokoli. Neotáčejte bubínkem mikrometru použitím nadměrné síly. Pokud se domníváte, že mikrometr může být poškozen v důsledku náhodného nesprávného zacházení, zajistěte, aby byla provedena kontrola jeho přesnosti před dalším použitím.
8. Po dlouhé době skladování nebo pokud není vidět ochranný olejový film, zlehka naneste na mikrometr antikorozi oleji namočeného.
9. Obrobek upneme mezi měřicí plochy.
10. Mikrometrický šroub nastavujeme – šroubujeme řehtačkou, dokud se neprotáčí.
11. Třmenový mikrometr zafixujeme stavěcím kroužkem.
12. Třmenový mikrometr klouzavým pohybem vytáhneme z obrobku.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

13. Při odečítání proti bubínku s dělením se na základní rysku díváme přímo. Pokud jsou rysky stupnice pozorovány pod úhlem, správné zarovnání pozic rysek nelze odečíst v důsledku paralaxní chyby.
14. Odečteme naměřenou hodnotu na noniu třmenového mikrometru.

a/ ryska shora,



b/ přímý pohled na rysku,



c/ ryska zdola



Obr. 8 a/b/c/ Metrologická příručka MITUTOYO str. 9

Nastavení nulového bodu:

- 1/ Normál a měřicí plochu důkladně otřeme.
- 2/ Ujistíme se, že obě měřicí plochy a normál se lehce dotýkají, otočíme řehťáčkou pro dosažení konstantní měřicí síly a přečteme stupnici.
- 3/ Máme – li přečtenou hodnotu 0 nebo se liší od vloženého normálu, provedeme následující nastavení.

1a/ Chyba nulového bodu je zhruba $\pm 0,01\text{mm}$ nebo menší.

Vložíme klíč (součást měřidla) do otvoru v pouzdře na protější straně rysek a otočíme pouzdem tak, aby se srovnala ryska s nulovou ryskou stupnice bubínku.

2a/ Chyba nulového bodu je zhruba $\pm 0,01\text{mm}$ nebo větší.

Uvolníme řehťáčku pomocí klíče.

Zatlačíme bubínek směrem ven (ve směru řehťáčky) tak, aby se mohl volně pohybovat. Potom srovnáme nulovou rysku stupnice bubínku s ryskou stupnice pouzdra.

Upevníme bubínek dotáhnutím řehťáčky pomocí klíče, dokud není utažená do původní pozice.

Není-li správně nastaven nulový bod, postupujeme podle postupu v bodu (1) pro nastavení.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Správné držení třmenového mikrometru!!!

Třmenový mikrometr musíme držet pouze za třmen nebo jej musíme držet opřený o část dlaně pod palcem a palcem nebo ukazováčkem otáčet bubínkem se stupnicí nebo řehtačkou.

Chyby měření!

Abychom vyloučili chyby při měření způsobené teplem rukou, mikrometr upínáme do přidržovacího stojánu.

Mrtvý chod v závitě mikrometrického šroubu!

Matice šroubu v třmenovém mikrometru je v části drážkována a můžeme ji utáhnout pomocí šroubu se závitem.

Šroub se závitem dosedá na kuželovitý vnější závit matice.

Tak odstraníme vůle v závitě.



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

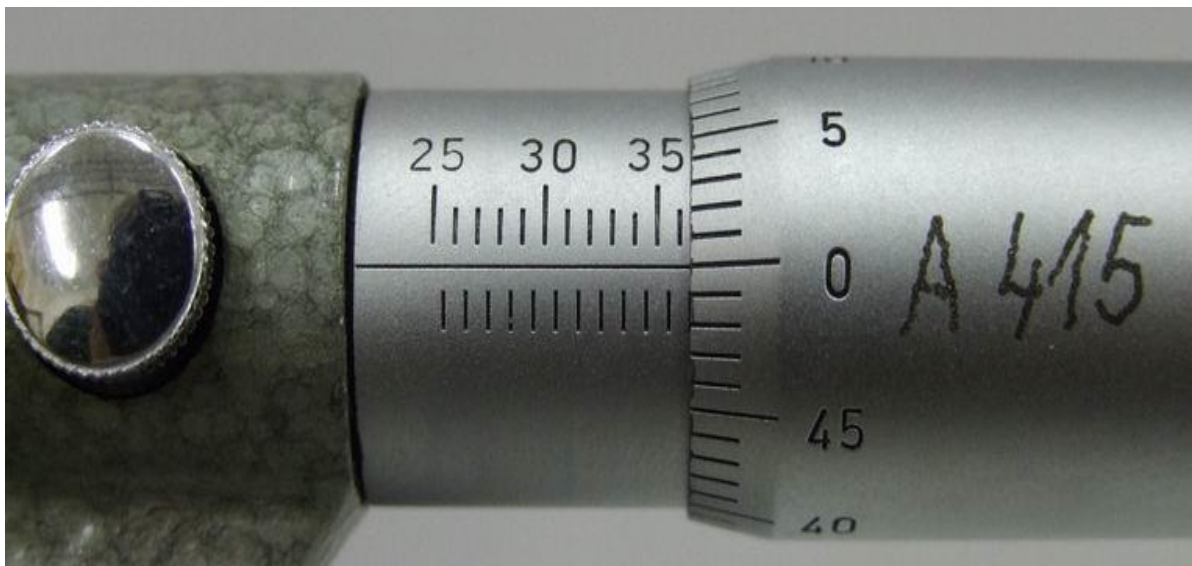
Příklad 7: Odečtěte zobrazenou hodnotu



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Příklad 8: Odečtěte zobrazenou hodnotu



Příklad 9: Odečtěte zobrazenou hodnotu

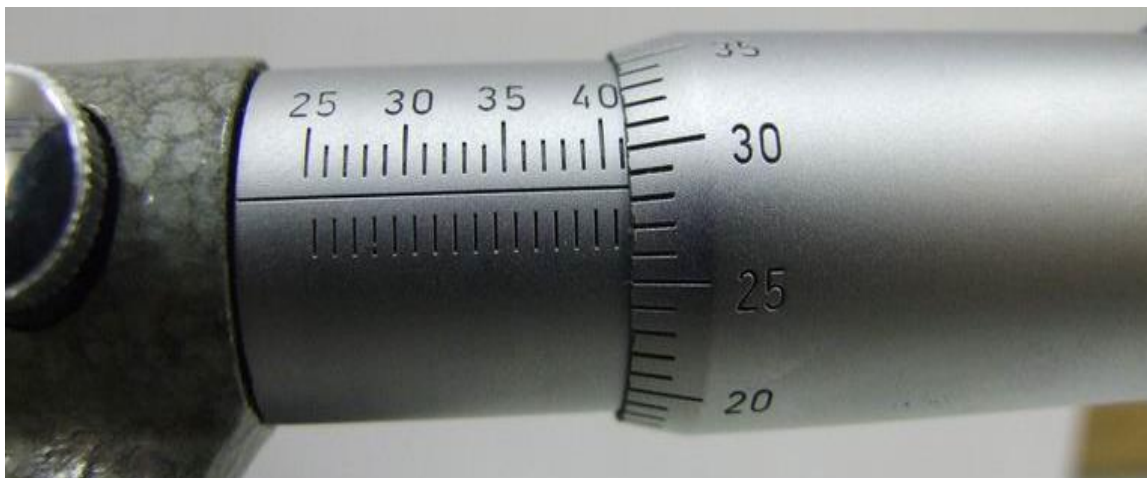


Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Příklad 10: Odečtěte zobrazenou hodnotu



Příklad 11: Odečtěte zobrazenou hodnotu



Příklad 12: Odečtěte zobrazenou hodnotu

Správné odečty nastavených hodnot:

Úkol č. 1	31,00 mm
Úkol č. 2	36,50 mm
Úkol č. 3	33,275 mm
Úkol č. 4	34,92 mm
Úkol č. 5	41,285 mm

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Příklad 13: Provedte kalibraci a kontrolu třmenového mikrometru.

Hodnoty napište do tabulky a vypište kalibrační list:

(Provedte kontrolu a kalibraci digitálního třmenového mikrometru a porovnejte skutečnost).

Postup měření:

- 1/ Nachystejte si potřebná měřidla a pomůcky.
- 2/ Překontrolujte funkčnost a vzhled třmenového mikrometru, očistěte měřidlo od nečistot.
- 3/ Provedte kontrolu.
- 4/ Postupně podle zjištění zapisujte údaje a naměřené hodnoty do kalibračního listu a tabulky (viz Příloha tab. č. 1, 2).
- 5/ Vyhodnoťte kalibraci třmenového mikrometru, vše zapište do kalibračního listu a překontrolujte správnost údajů (viz Příloha tab. č. 2).
- 6/ Ošetřete, zakonzervujte, popřípadě nalepte kalibrační značku na měřidlo.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Příklad 14: Provedte kontrolu součásti třmenovým mikrometrem.

Hodnoty uveďte do tabulky a spočítejte aritmetický průměr a směrodatnou odchylku.

(Provedte kontrolu součásti s digitálním třmenovým mikrometrem).

Provedte délkové měření rozměrů zadané součásti a zkontrolujte, zda vyhovuje předepsaným tolerancím.

1. Nakreslete a okótujte měřenou součást. Zakreslete tabulku rozměrů a tolerancí (viz Příloha tab. č. 1).
2. Pomocí třmenového mikrometru změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru запиšte do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
3. Provedte zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a запиšte.
4. Vše запиšte a vyhodnoťte v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).

Postup měření:

- 1/ Překontrolujte třmenový mikrometr (digitální) pro vlastní měření (koncové měrky).
- 2/ Nastavte měřidlo (vynulování digitálního měřidla).
- 3/ Provedte vlastní měření zadané součásti.
- 4/ Zpracujte a vyhodnoťte naměřená data.
- 5/ Vypište protokol o měření.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

Příklad 15:

Provedte měření složitější součásti. Součást nakreslete a třmenovým mikrometrem změřte všechny její délky (každou 10x).

Hodnoty uveďte do tabulky a spočítejte aritmetický průměr a směrodatnou odchylku.

Provedte délkové měření rozměrů zadané součásti a zkontrolujte, zda vyhovuje předepsaným tolerancím.

1. Nakreslete a okótujte měřenou součást. Zakreslete tabulku rozměrů a tolerancí (viz Příloha tab. č. 1)
2. Pomocí třmenového mikrometru změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru zapište do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
3. Provedte zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a zapište.
4. Vše zapište a vyhodnoťte v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).

Postup měření:

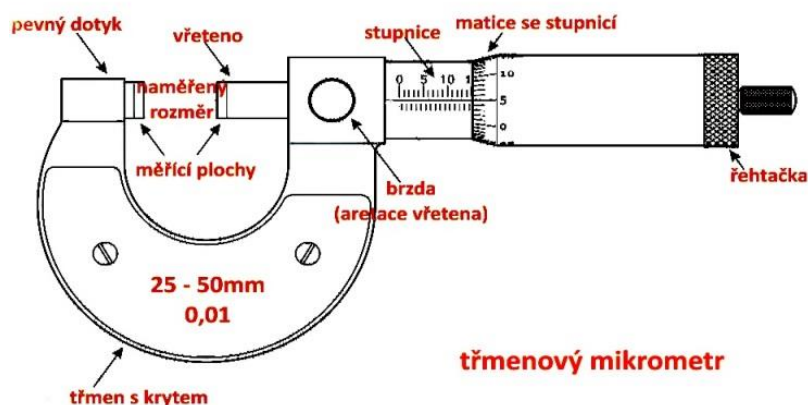
- 1/ Překontrolujte třmenový mikrometr (digitální) pro vlastní měření (koncové měrky).
- 2/ Nastavte měřidlo (vynulování digitálního měřidla).
- 3/ Provedte vlastní měření zadané součásti.
- 4/ Zpracujte a vyhodnoťte naměřená data.
- 5/ Vypište protokol o měření.

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

1. Vyjmenujte hlavní části mikrometru.
 2. Jak postupujeme při měření mikrometrem?
 3. Jaký je rozsah měření mikrometrických měřidel?
1. Vyjmenujte hlavní části mikrometru.



2. Jak postupujeme při měření mikrometrem?

Před vlastním měřením musíme mikrometr seřídít na nulovou hodnotu pomocí přiloženého klíčku. To se provede tak, že se pomocí řehtačky zlehka dotknou oba dotyky a pomocí klíčku se natočí hlavní stupnice.

Změřený rozměr odečítáme na dvou stupnicích. Jedna je vodorovná a dvojité s vzájemným přesazením o polovinu dílku. Naměřenou hodnotu nejprve odečítáme na vodorovné stupnici v celých milimetrech, pokud se ukáže také ryska spodního dílku, připočítáme ještě 0,5 mm. K tomu musíme ještě připočítat údaj na stupnici po obvodu bubínku. Na horní stupnici se odkrylo celé číslo, na spodní

Praktická měření délkových rozměrů, kalibrace

stupnici další čárka vidět není, což znamená, že měřený rozměr bude ležet mezi celým číslem a 50mm. Na otočném bubínku je však celých 25 dílků, což odpovídá hodnotě 0,25 mm, tedy už máme celkovou hodnotu. Pokud se však podíváme pozorně, tak vidíme, že vodorovná čárka hlavní stupnice neukazuje přesně např. na 0,25 mm, ale do mezery mezi 0,25 – 0,26 mm. Přesnou polohu nelze určit, takže se pouze odhadne, že se nacházíme v polovině, což odpovídá hodnotě 0,005 mm. Po připočtení k předchozí hodnotě dostaneme výslednou velikost.

Shrnutí: na hlavní stupnici v její horní polovině se odečítají celé milimetry, na spodní polovině poloviny milimetru (0,5 mm) a na otočném bubínku setiny milimetru (0,01 mm). Jejich vzájemným sečtením dostaneme konečný rozměr.

3. Jaký je rozsah měření mikrometrických měřidel?

Vyrábějí se v rozsazích 0 - 25 mm, 25 - 50 mm, 50 - 75 mm, atd. Tedy jsou odstupňovány po 25 mm (0–25, 25–50 až do 200). Pro měření velkých průměrů jsou odstupňovány po 100 mm až po 1000 mm. Používají se pro kontrolu délek a vnějších průměrů obrobků.

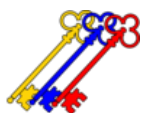
Praktická měření základními koncovými

3 Praktická měření základními koncovými měrkami (Metrologická příručka MITUTOYO str. 20)



CÍLE

Praktická cvičení měření s koncovými měrkami, sestavení požadovaných rozměrů měrek, kalibrace měřidel a odečty naměřených hodnot.



KLÍČOVÁ SLOVA

Základní koncové měrky, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

1. Kolik koncových měrek můžeme použít, aby byla zaručena přesnost rozměru?
2. Jak se skládají měrky?

1. Kolik koncových měrek můžeme použít, aby byla zaručena přesnost rozměru?

Rozměr ze základních měrek skládáme z co nejmenšího počtu měrek. Maximální doporučený počet složených měrek s ohledem na přesnost je 5.

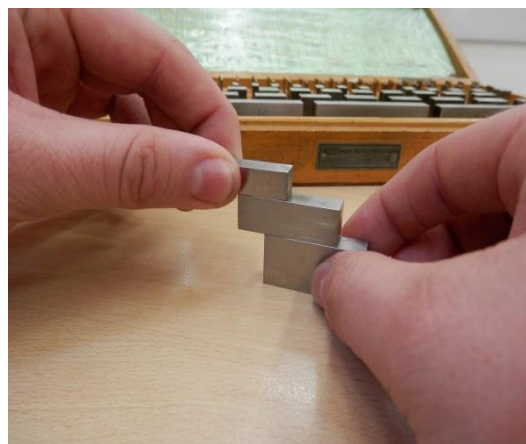
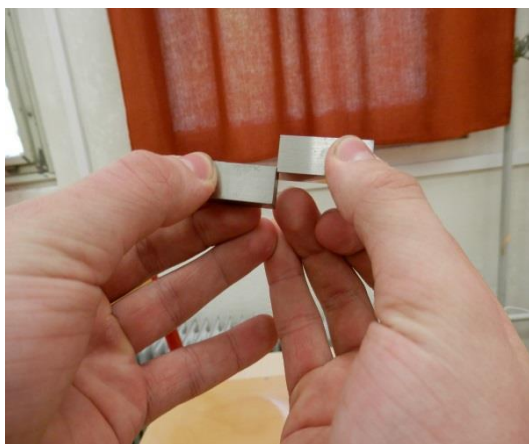
Praktická měření základními koncovými

2. Jak se skládají měrky?

Měrky do sebe pomalu a lehce zasouváme. Měrky vlivem podtlaku spolu drží. Při sestavování rozměru se vychází z posledních desetinných míst. Základní měrky musí být při sestavování uspořádány vedle sebe tak, aby všechny číslice byly postaveny stejně. Sestavené měrky mohou být spojené maximálně 1 hodinu.

Práce s koncovými měrkami:

1. Namačkávání – nasouvání koncových měrek bychom měli vždy provádět v čistém prostředí na měkké podložce.
2. Z koncové měrky měkkým hadříkem a např. petrolejovým etherem otřeme olejový film.
3. Nikdy na čištění nepoužíváme alkohol nebo běžný benzín. Běžný benzín obsahuje příliš mnoho nečistot a alkohol má vždy složky vody, které mohou způsobit korozi.
4. Nejvhodnější pro utírání koncových měrek jsou tkaniny z mikrovláknů.
5. Očištěné koncové měrky zkontrolujeme vůči korozi a škrábancům.
6. Pokud se na měřicí ploše vyskytnou nějaké otřepy, odstraníme je opatrně pomocí speciálního lapovacího kamene (ceraston) pro koncové měrky. Suchou koncovou měrkou pohybujeme po cerastonu s vynaložením velmi nízkého tlaku.
7. V případě, že měřicí plochy jsou v dobrém stavu, ale namáčknutí je stále ještě obtížné, můžeme je otřít lékařskou vatou. Její olejové složky vytvoří jemný film, a tím zlepší přilnavost měřicích ploch.



Obr. 9 Nasouvání koncových měrek

Praktická měření základními koncovými**PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ**

Příklad 16: Ze sady měrek zvolte jednotlivé měrky tak, aby byl sestaven požadovaný rozměr 42,53 mm.

1. Nastavte na třmenovém mikrometru rozměr 22,65 mm a pomocí koncových měrek provedte kontrolu přesnosti mikrometru.

(Provedte stručný popis měření - měřicí metodu, potřebné nákresy, postup měření).

Postup měření:

- 1/ Nachystejte si potřebná měřidla a pomůcky.
- 2/ Překontrolujte funkčnost a vzhled měřidla, měrek a očistěte je od nečistot a konzervace.
- 3/ Postupně podle zjištění zapisujte údaje a naměřené hodnoty do kalibračního listu a tabulky (viz Příloha tab. č. 1,2)
- 4/ Provedte kontrolu zápisu.
- 5/ Vyhodnoťte kalibraci třmenového mikrometru a vše zapište do kalibračního listu a překontrolujte správnost údajů (viz Příloha tab. č. 2).
- 6/ Ošetřete, zakonzervujte, popřípadě nalepte kalibrační značku na měřidlo.
- 7/ Koncové měrky po skončení měření měrky patřičně ošetřete a uložte do kazety.

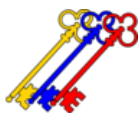
Praktická měření digitálním (číselníkovým)

4 Praktická měření digitálním (číselníkovým) úchylkoměrem (Metrologická příručka MITUTOYO str. 21 - 23)



CÍLE

Praktická cvičení měření s digitálním – číselníkovým úchylkoměrem, nastavení požadovaných rozměrů, kalibrace měřidla.



KLÍČOVÁ SLOVA

Digitální úchylkoměr, číselníkový úchylkoměr, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

- 1/ Popište digitální (číselníkový) úchylkoměr!
- 2/ S jakou přesností měří číselníkový úchylkoměr?
- 3/ Vysvětlete výhody měření úchylkoměrem!
- 4/ Popište digitální (číselníkový) úchylkoměr!

Praktická měření digitálním (číselníkovým)

Číselníkový, digitální úchylkoměr se vyrábí s mechanickou stupnicí nebo digitálním ukazatelem. Vynulování číselníkového úchylkoměru se provádí natočením kruhové stupnice (ručičková verze). Měřicí rozsah je 10 mm a pracovní rozsah je dán výškou stojanu. Zaručená přesnost je 0,01 mm. Velmi často tvoří součást jiného měřidla. Bývá nejčastěji upevněn do stojánků a používá se nejčastěji k měření obvodové nebo čelní házivosti (sklíčidel, trnů, obrobků) s přesností 0,01 mm.

Nula je na stupnici posouvateľná, a proto je možné nastavit relativní nulu ve kterékoliv poloze dotyku. Nejběžněji se můžeme setkat s úchylkoměry s nejmenším dílkem 0,01 mm, vyrábí se však i tisícinové (nejmenší dílek 0,001 mm) a přesnější. Dotyky úchylkoměrů jsou vyměnitelné a lze si vybrat z celé řady tvarů, velikostí a délek. Dotyk se vybírá zpravidla tak, aby byl bodový dotyk s měřenou součástí přitlačován silou, kterou mu uděluje vratná pružina.

Úchylkoměr se skládá z těchto částí:

Upevňovacího šroubu, rukojeti, trubky, hlavice, pevného doteku, pohyblivého doteku, střeďiče.

2/ S jakou přesností měří číselníkový úchylkoměr?

Zaručená přesnost je 0,01 mm a větší.

3/ Vysvětlete výhody měření úchylkoměrem!

Vysoká přesnost, snadná měřitelnost, možnost měření jak malých tak také velkých obrobků, možnost měření upnutého obrobku přímo ve stroji.

Praktická měření digitálním (číselníkovým)



Obr. 10 Metrologická příručka MITUTOYO str. 21

Práce s úchylkoměrem:

Provádíme-li měření s vřetenem horizontálně nebo kontaktním prvkem směrem vzhůru, měřicí síla je menší než v případě, kdy je kontaktní prvek směrem dolů.

V tomto případě překontrolujte funkci a opakovatelnost úchylkoměru nebo digitálního displeje.

Při nastavování nulového bodu nebo určité hodnoty musíme zvednout vřeteno nejméně o 0,2 mm od konce zdvihu.

Specifikace v rozmezí od 0,2 mm od konce zdvihu není zaručena pro digitální úchylkoměry.

Vřeteno úchylkoměru:

1. Vřeteno nemažeme. Mohlo by dojít k usazování prachu, což bude mít za následek poškození.
2. Pokud je pohyb vřetena špatný, otřeme horní a dolní plochy vřetena suchým nebo alkoholem nasáklým hadříkem.
3. Před provedením měření nebo kalibrace se ujistíme, že vřeteno se pohybuje hladce nahoru a dolů a zkontrolujeme stabilitu nulového bodu.

Praktická měření digitálním (číselníkovým)



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

Příklad 17: Popište a proveďte měření házivosti součásti (např. vrtací pouzdro) – vnitřního otvoru a vnějšího povrchu.

Do tabulky запиšte způsob práce měření házivosti vnitřního otvoru a vnějšího povrchu.

Odpovězte na uvedené otázky.

- 1/ S jakou přesností pracují digitální úchylkoměry?
- 2/ Jaký by měl být styk dotyku s měřenou součástí?

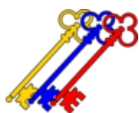
Praktická měření pasametrem

5 Praktická měření pasametrem



CÍLE

Praktická cvičení měření s pasametrem, nastavení požadovaných rozměrů, kalibrace měřidla.



KLÍČOVÁ SLOVA

Pasametr, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

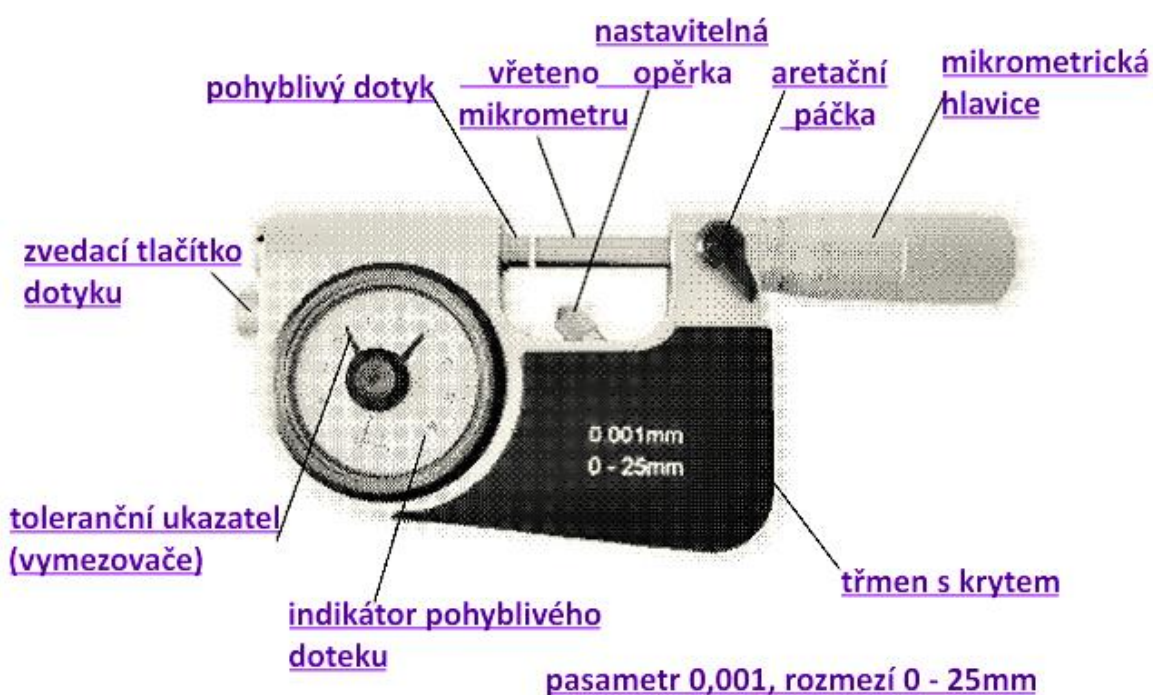
- 1/ Popište měřidlo pasametr!
- 2/ Vysvětlete a popište měření pasametrem!
- 3/ Jaké zásady při práci s měřidlem musíte dodržovat?

Pasametr je komparační měřidlo s kombinovaným pákovým a ozubeným převodem. Není nutno používat stojánku. Seřizovací hodnota se nastavuje mezi pevný (pravý) dotyk a pohyblivý (levý) dotyk. Třetí dotyk je vymezovací. Měřicí rozsah 0 až 25 mm, 25 až 50 mm, 50 až 75 mm a 75 až 100 mm. Na jmenovitý rozměr se nastavují základní měrky nebo vzorky. Měřicí rozsah pasametru je $\pm 0,08$ mm a dělení stupnice 0,002 mm.

Praktická měření pasametrem

Pasametr se skládá z těchto částí:

Pohyblivý dotyk, včetně mikrometru, nastavitelná opěrka, aretační páčka, mikrometrická hlavice, zvedací tlačítko dotyku, toleranční ukazatel – vymezovač, indikátor pohyblivého doteku, mikrometrická hlavice, třmen s krytem.



Obr. 11 Pasametr s popisem

2/ Vysvětlete a popište měření pasametrem!

Dotykové a měřicí plochy nejprve důkladně očistíme. Překontrolujeme a nastavíme měřidlo. Uvolníme aretační páčku a otáčíme mikrometrickou hlavici, dokud se měřicí plochy nesevrou a ručička indikátoru se nezastaví na nule. Překontrolujeme mikrometrickou hlavici, zda je také ustavena na nulu. Pokud není, otočíme pevnou částí mikrometrické hlavice a nulu nastavíme pomocí klíčku (je součástí měřidla).

Uvolníme aretační páčku a otáčíme mikrometrickou hlavici, až na ní nastavíme měřený rozměr např. 1 a zaaretujeme.

Praktická měření pasametrem

Pro velice přesné měření používáme základní měrky a pomocí klíčku přednastavujeme požadovaný měřený rozměr. Takto dosahujeme velice přesného měření, kde se počítá jen s odchylkou indikátoru.

3/ Jaké zásady při práci s měřidlem musíte dodržovat?

1/ Měřidlo udržujeme vždy čisté a bez jakýchkoliv nárazů. Vždy mají vliv na nepřesnost měřidla!

2/ Měřidlo nedržíme za měřicí plochy a měřicí plochy používáme jen k měření!

3/ Dotykové plochy konzervujeme!

4/ Měřidlo nepoužíváme v blízkosti magnetického pole (perfektor, magnetický stůl). Vždy je příčinou nepřesnosti měřidla!

5/ Měřidlo udržujeme suché, čisté. Nesmí přijít do styku s vodou, olejem či jinou kapalinou nebo chemickou látkou!

Praktická měření pasametrem



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

Příklad 18: Pomocí pasametru změřte na 10x na různých místech určený rozměr součásti, spočítejte aritmetický průměr naměřených hodnot, pravděpodobnou chybu výsledku a celkový výsledek.

Odpovězte na uvedené otázky.

- 1/ Nakreslete a okótujte měřenou součást.
- 2/ Pomocí pasametru změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru запиšte do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
- 3/ Proved'te zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a запиšte.
- 4/ Vše запиšte a vyhodno'te v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).
- 5/ Popište postup měření a nakreslete pasametr.

Příklad 19: Pomocí pasametru změřte 10x na různých místech dobrou a zmetkovou stranu kalibru, např. 38H10, spočítejte aritmetický průměr naměřených hodnot, pravděpodobnou chybu výsledku a celkový výsledek.

- 1/ Nakreslete a okótujte měřenou součást.
- 2/ Pomocí pasametru změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru запиšte do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
- 3/ Proved'te zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a запиšte.
- 4/ Vše запиšte a vyhodno'te v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).
- 5/ Popište postup měření.

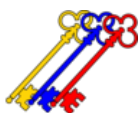
Praktická měření meotastem

6 Praktická měření meotastem



CÍLE

Praktická cvičení měření s meotastem, nastavení požadovaných rozměrů, kalibrace měřidla, cvičné příklady.



KLÍČOVÁ SLOVA

Meotast, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

1/ S jakou přesností měří meotast?

2/ Popište nastavení měření s meotastem!

1/ S jakou přesností měří meotast?

Měřidlo meotast měří se zaručenou přesností 0,001 mm.

Praktická měření meotastem

2/ Popište nastavení měření s meotastem!

Měřidlo se skládá z pevné litinové konstrukce, na které je připevněn přesně broušený pracovní stůl pro pokládání měřených součástí. V zadní části je upevněn sloup s lichoběžníkovým závitem. Na tomto sloupu se pohybuje konzola, ve které je uchycen měřicí dotek a půlkruhová stupnice.

Hrubé seřízení přístroje se provádí zespodu konzoly upevněnou kruhovou maticí. Hrubý zdvih se zajistí zezadu umístěným přitlačným šroubem. Jemné vynulování se provádí otáčením šroubu na spodní straně stupnice.

Pracovní rozsah měřené součásti je dán výškou sloupu.



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

Příklad 20: Pomocí meotastu změřte na 10x různých místech průměr a rovinnost součásti, spočítejte aritmetický průměr naměřených hodnot, pravděpodobnou chybu výsledku a celkový výsledek.

Odpovězte na uvedené otázky.

- 1/ Nakreslete a okótujte měřenou součást.
- 2/ Pomocí meotastu změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisících milimetru запиšte do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
- 3/ Proved'te zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a запиšte.
- 4/ Vše запиšte a vyhodno'te v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).
- 5/ Popište postup měření a nakreslete meotastu.

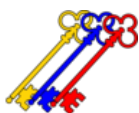
Praktická měření s optikátorem

7 Praktická měření s optikátorem



CÍLE

Praktická cvičení měření s optikátorem, nastavení požadovaných rozměrů, kalibrace měřidla, cvičné příklady.



KLÍČOVÁ SLOVA

Optikátor, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

- 1/ K jakému měření používáte optikátor?
- 2/ Vymenujte hlavní části optikátoru!
- 3/ Popište nastavení a seřízení hodnot optikátoru!

Praktická měření s optikátorem

1/ K jakému měření používáte optikátor?

Optikátor je komparační měřidlo, které má zaručenou přesnost 0,000 1 mm. Slouží k zjišťování odchylky od skutečného rozměru, k zjištění toleranční hranice a k rychlé kontrole dobrých či zmetkových kusů ve výrobě.

2/ Vyjmenujte hlavní části optikátoru!

Optikátor se skládá: z tuhého podstavce (stojanu) s kolmo osazeným sloupem, z ramene a měřicí hlavy.

Hlavní části optikátoru:

- litinový stůl,
- sloup s pohybovým závitem a konzolou,
- matice pod konzolou,
- otočný stůl, umístěný na horní ploše stolu,
- měřicí dotek s optickým odměřováním, umístěný na spodní ploše konzoly, okulár, zrcátko a uvnitř vertikální stupnice.

Zrcátko slouží k nasvícení stupnice pomocí odrazu světla do štěrbin.

3/ Popište nastavení a seřízení hodnot optikátoru!

Hrubé seřízení provádíme pomocí matice pod konzolou nastavením 0 (nebo +-5 dílků) a zajistíme zezadu šroubem.

Jemné seřízení provádíme posunutím stupnice ve vertikálním směru šroubem za okulárem.

Pracovní rozsah odpovídá maximálnímu zdvihu konzoly. Měřicí rozsah +-0,1mm.

Praktická měření s optikátorem



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

Příklad 21: Pomocí optikátoru změřte na 10x různých místech průměr a rovinnost součásti, spočítejte aritmetický průměr naměřených hodnot, pravděpodobnou chybu výsledku a celkový výsledek.

Odpovězte na uvedené otázky.

- 1/ Nakreslete a okótujte měřenou součást.
- 2/ Pomocí optikátoru změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru запиšte do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
- 3/ Proveďte zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a запиšte.
- 4/ Vše запиšte a vyhodnoťte v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).
- 5/ Popište postup měření a nakreslete optikátor.

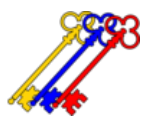
Praktická měření s dutinoměrem (Metrologická

8 Praktická měření s dutinoměrem (Metrologická příručka MITUTOYO str. 14)



CÍLE

Praktická cvičení měření s dutinoměrem, nastavení požadovaných rozměrů, kalibrace měřidla, cvičné příklady.



KLÍČOVÁ SLOVA

Dutinoměr, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

1/ K jakým měřením používáte dutinoměr?

2/ Popište hlavní části dutinoměru!

3/ Popište postup měření dutinoměrem!

1/ K jakým měřením používáte dutinoměr?

Slouží k měření dutin, průměrů, čili otvorů. Dutinoměry jsou srovnávací měřidla, kterými zjišťujeme průměry otvorů a jejich úchyly od požadovaného tvaru (kuželovitost, oválnost...).

Praktická měření s dutinoměrem (Metrologická

2/ Popište hlavní části dutinoměru!

Jejich základem je úchylkoměr (který již znáte a umíte s ním měřit). Od úchylkoměru vede delší držák – táhlo a na konci tohoto táhla je měřicí dotek. Často je konstrukce dutinoměrů zhotovena tak, aby do otvoru vedl jako tříbodový dotyk. A z toho jeden tento dotyk je posuvný a tento posuv je převeden na táhlo k úchylkoměru. Dotyky jsou u měřidla vyměnitelné pro větší variabilitu měření průměrů.

Druhý typ dutinoměru, se kterým je možné se setkat, je dvoubodový dutinoměr. Dotyky tohoto měřidla přenáší informace na táhlo úchylkoměru. Tento typ se nejčastěji používá na měření malých otvorů (od 2mm).

3/ Popište postup měření dutinoměrem!

1/ Pracovník nastaví úchylkoměr dutinoměru na nulu nebo na danou hodnotu (nastavovací kroužky, pomocné přípravky pro nastavení dutinoměrů, základní měrky, mikrometr...) – záleží na přesnosti.

2/ Po nastavení hodnoty vložíme měřidlo do měřeného otvoru a kývavým (citlivým) pohybem najdeme bod a odečteme odchylku od nastavené hodnoty.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Praktická měření s dutinoměrem (Metrologická



Obr. 12 Dutinoměr s nástavci



Obr. 13 Dutinoměr

Praktická měření s dutinoměrem (Metrologická

Chyba měření z důvodu změn teploty mikrometru

Přenos tepla od obsluhy na měřidlo bychom měli minimalizovat, abychom zamezili jakékoli významné chybě měření v důsledku teplotního rozdílu mezi obrobkem a měřidlem. Pokud měřidlo při měření držíme přímo rukou, používáme rukavice nebo jej držíme za tepelně izolační kryt (pokud je namontován).



PŘÍKLADY PRO NÁCVIK MĚŘENÍ

Příklad 22: Pomocí dutinoměru změřte na 10x různých místech průměr a rovinnost součásti, spočítejte aritmetický průměr naměřených hodnot, pravděpodobnou chybu výsledku a celkový výsledek.

Odpovězte na uvedené otázky.

- 1/ Nakreslete a okótujte měřenou součást.
- 2/ Pomocí dutinoměru změřte rozměry. Každou hodnotu změřte 10x, odečtené hodnoty v tisícinách milimetru zapište do tabulky (viz Příloha tab. č. 1).
- 3/ Proved'te zpracování naměřených hodnot i s pravděpodobnostní chybou a zapište.
- 4/ Vše zapište a vyhodno'te v protokolu o měření (viz Příloha tab. č. 3).
- 5/ Popište postup měření a nakreslete dutinoměr.

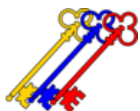
Praktická měření s profilprojektorem

9 Praktická měření s profilprojektorem (Metrologická příručka MITUTOYO str. 31)



CÍLE

Praktická cvičení měření s profilprojektorem, nastavení požadovaných rozměrů, cvičné příklady.



KLÍČOVÁ SLOVA

Profilprojektor, zpracování naměřených hodnot, chyby měření, zpracování a vyhodnocení naměřených dat, protokol o měření.



KONTROLNÍ OTÁZKY A JEJICH SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ

- 1/ Vysvětlete, co je to profilprojektor!
- 2/ K jakým měřením se používáte profilprojektor?
- 3/ Vysvětlete, co je to diaprojekce a epiprojekce!
- 4/ Vysvětlete, co je to profilograf a k čemu se používá!

1/ Vysvětlete, co je to profilprojektor!

Profilprojektor je optický přístroj, který promítá obraz reálné součásti na matnici nebo promítací plochu.

Praktická měření s profilprojektorem

2/ K jakým měřením se používáte profilprojektor?

Nejčastěji jej používáme na kontrolu tvarově složitých součástí, popř. na kontrolu malých rozměrů.

Mezi měřené součásti na tomto přístroji bývají vyráběné a kontrolované měrky, měřidla, kalibry, velice přesné části různých přístrojů.

3/ Vysvětlete, co je to diaprojekce a epiprojekce!

Diaprojekce (pozorování procházejícím světlem) je častěji používaná metoda, ale je vhodná spíše pro ploché součástky. Obrys součásti se promítne na matnici jako stínový obraz.

Při epiprojekci (pozorování odraženým světlem) je potřebné osvětlit kontrolovanou stranu silným zdrojem světla ze strany objektivu. Tato metoda je vhodná pro plochy kolmé k optické ose.

4/ Vysvětlete, co je to profilograf a k čemu se používá!

Je to přístroj na měření geometrických vlastností povrchu. Profilograf indikuje a zapisuje tvar profilu tělesa. Nerovnosti povrchu sleduje diamantový hrot, který pohybem nahoru a dolů budí v cívice napětí, které je zesíleno a vedeno do zařízení, zakreslujícího samočinně tvar profilu.



Obr. 14 Profilograf

Praktická měření s profilprojektorem

Přímý obraz a převrácený obraz:

Obraz objektu promítaného na matnici máme přímý, pokud jej orientujeme stejným způsobem jako objekt na stole. Pokud obraz obrátíme shora dolů, zleva doprava, posuv je s ohledem na objekt na stole, je označován jako převrácený obraz (také známý jako reverzní obraz, který je pravděpodobně přesnější).

Přesnost zvětšení:

Přesnost zvětšení projektoru při používání určitého objektivu stanovujeme promítnutím obrazu referenčního objektu a porovnáváním velikosti obrazu tohoto objektu, měřené na matnici, s očekávanou velikostí (vypočtena ze zvětšení objektivu) tvořící vzorec procentuální přesnosti zvětšení.

Referenční objekt máme často ve formě skleněného pravítka s malým dělením nazývaným "objektivový mikrometr" nebo "standardní pravítko" a jeho promítaný obraz měříme

pomocí většího skleněného pravítka známého jako "odečítací pravítko".

(Povšimněte si, že přesnost zvětšení není stejná jako přesnost měření).

Typ osvětlení:

Procházející osvětlení - způsob osvětlení pro pozorování obrobku v průchozím světle, který používáme převážně pro měření zvětšeného obrazu kontury obrobku.

Dopadající osvětlení - způsob osvětlení, kdy je obrobek osvětlen světlem přenášeným koaxiálně k objektivu pro pozorování/měření povrchu.

(Nutné je polopropustné nebo promítací objektiv s vestavěným polopropustným zrcátkem).

Šikmé osvětlení - způsob osvětlení obrobku šikmým osvětlením. Tento způsob nám zajišťuje zvýšený kontrast obrazu, což je třeba dodržovat při trojrozměrném a jasném pozorování. Musíme si uvědomit, že s touto metodou osvětlení může dojít k chybě při měření rozměrů.

(Nutné je šikmé zrcátko. Např. modely série PJ-H30 jsou dodávány se šikmým zrcátkem).

Praktická měření s profilprojektorem

Telecentrický optický systém:

Optický systém je založený na principu, že hlavní paprsek je rovnoběžný s optickou osou umístění dorazu objektivu do ohniska na straně obrazu.

Jeho funkční vlastnost je to, že se obraz nebude lišit velikostí, ačkoli se obraz rozostří a jako objekt je posunut podél optické osy.

Pro měřicí projektory a měřicí mikroskopy je identický efekt získaný umístěním vlákna žárovky do ohniska kondenzoru namísto dorazu objektivu, takže objekt je osvětlen paralelními paprsky.

Průměr zorného pole:

Maximální průměr obrobku, který lze promítnout použitím konkrétního objektivu.

Průměr zorného pole (mm) = průměr matnice profilprojektoru.

Zvětšení použitého promítacího objektivu:

Příklad: Pokud se používá objektiv s 5X zvětšením pro projektor s matnicí o 500 mm:

Průměr zorného pole je dán podle $\frac{500 \text{ mm}}{5} = 100 \text{ mm}$.

Přílohy

10 Přílohy



Tabulka č. 1 Pro záznam naměřených hodnot

Měření č. n	X mm	X - \bar{x}	
		+	-
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
Aritmetický průměr \bar{x}			
Směrodatná odchylka δ_x			

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

Tabulka č. 2 Pro kalibraci posuvného měřidla

	Jmenovitá hodnota	Naměřená hodnota
	mm	mm
Hlavní ramena		
Pomocná ramena		
Hloubkoměr		

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

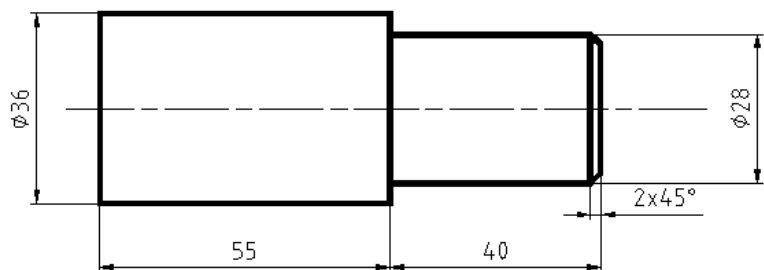
Přílohy

Tabulka č. 3 Protokol o měření

PROTOKOL O MĚŘENÍ			Razítko firmy
Datum přijetí	Datum měření	Číslo protokolu	
Název + číslo výkresové dokumentace součásti			
Jmenovitý rozměr součásti			
Podmínky měření			
Použitá měřidla			
Výsledek měření			
Měření provedl + podpis + datum			
Tabulka naměřených hodnot			
Číslo kóty	Hodnoty rozměrů uvádět v mm		Vyhovuje výkresové dokumentaci (č. výkres.dokumentace)
	Jmenovitý rozměr dle výkresové dokumentace	Naměřený rozměr	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
Poznámky o měření			

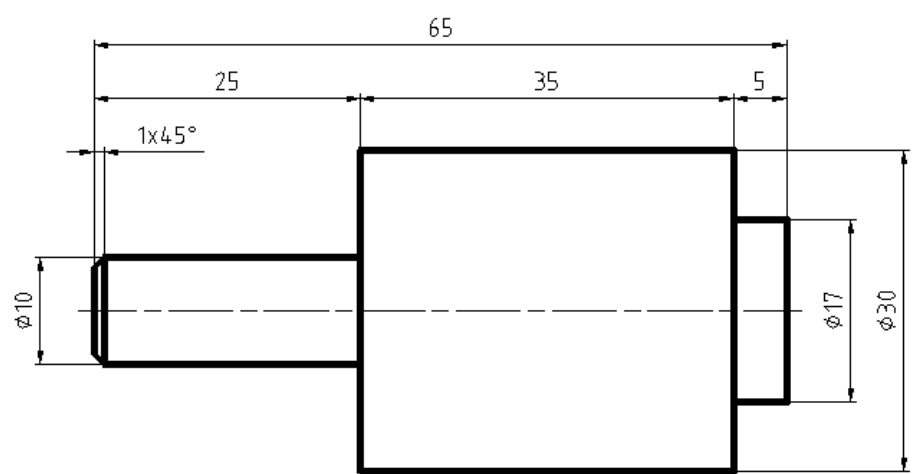
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

1	2	3	4																																											
A				A																																										
B				B																																										
C				C																																										
D				D																																										
E				E																																										
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">INDEX</td> <td style="width: 30%;">ZMĚNA</td> <td style="width: 10%;">DATUM</td> <td style="width: 10%;">PODPIS</td> <td colspan="2" style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">HMOTNOST kg</td> <td style="width: 20%;">MĚŘ.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">ČSN</td> <td style="width: 20%;">TR.Č.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">POZN.</td> <td style="width: 20%;">Č. KUSOVNIKU</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">STARŠ. V.</td> <td style="width: 20%;">Č.V.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="2" style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">Lístů</td> <td style="width: 20%;">Líst</td> </tr> </table>			INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE						HMOTNOST kg	MĚŘ.					ČSN	TR.Č.					POZN.	Č. KUSOVNIKU					STARŠ. V.	Č.V.											Lístů	Líst	F
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																										
				HMOTNOST kg	MĚŘ.																																									
				ČSN	TR.Č.																																									
				POZN.	Č. KUSOVNIKU																																									
				STARŠ. V.	Č.V.																																									
				Lístů	Líst																																									
1	2	3	4																																											

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

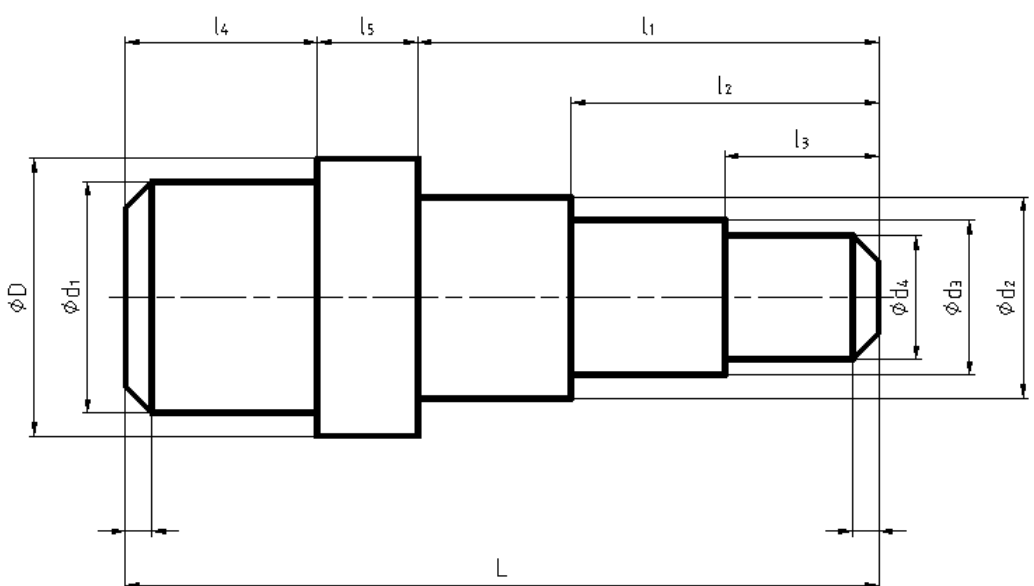
Přílohy

1	2	3	4																																																						
A			A																																																						
B			B																																																						
C			C																																																						
D			D																																																						
E			E																																																						
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">INDEX</td> <td style="width: 30%;">ZMĚNA</td> <td style="width: 10%;">DATUM</td> <td style="width: 10%;">POPOPIS</td> <td colspan="2" style="text-align: center; color: red;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td>ZN.MAT.</td> <td></td> <td></td> <td>I.O.</td> <td>HMOTNOST kg</td> <td>MÉR.</td> </tr> <tr> <td>ROZM.-POLOH.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ČSN</td> <td>TRČ.</td> </tr> <tr> <td>PDM. ZAŘ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>POZN.</td> <td>Č. KUSOVNIKU</td> </tr> <tr> <td>VYPR.</td> <td>NORM.REF.</td> <td></td> <td></td> <td>STARÝ V.</td> <td>Č.V.</td> </tr> <tr> <td>PŘEZK.</td> <td>SCHVÁLIL</td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>TECHNOL.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NÁZEV</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: right;">Líst</td> <td style="text-align: right;">Líst</td> </tr> </table>		INDEX	ZMĚNA	DATUM	POPOPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE		ZN.MAT.			I.O.	HMOTNOST kg	MÉR.	ROZM.-POLOH.				ČSN	TRČ.	PDM. ZAŘ.				POZN.	Č. KUSOVNIKU	VYPR.	NORM.REF.			STARÝ V.	Č.V.	PŘEZK.	SCHVÁLIL					TECHNOL.						NÁZEV										Líst	Líst	F
INDEX	ZMĚNA	DATUM	POPOPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																																					
ZN.MAT.			I.O.	HMOTNOST kg	MÉR.																																																				
ROZM.-POLOH.				ČSN	TRČ.																																																				
PDM. ZAŘ.				POZN.	Č. KUSOVNIKU																																																				
VYPR.	NORM.REF.			STARÝ V.	Č.V.																																																				
PŘEZK.	SCHVÁLIL																																																								
TECHNOL.																																																									
NÁZEV																																																									
				Líst	Líst																																																				
1	2	3	4																																																						

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

1	2	3	4
A			A
B			B
C			C
D			D
E			E
F			F

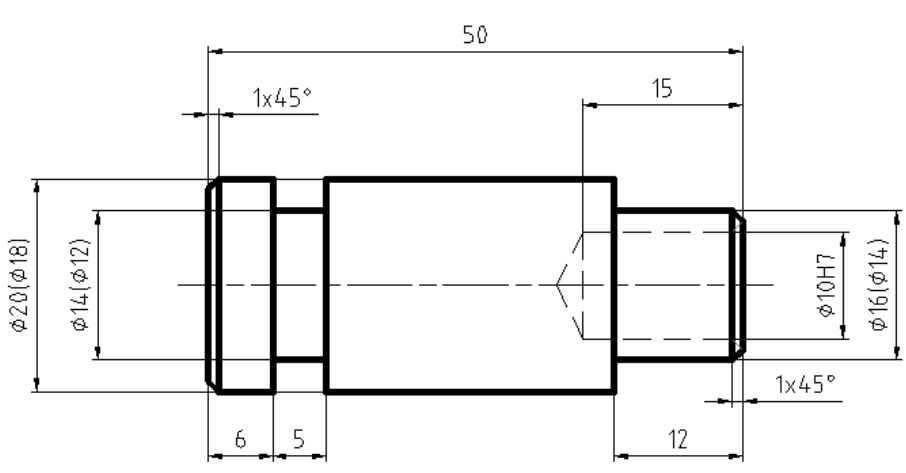


INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	<h3 style="color: red;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</h3>	
ZN. MAT.		T.O.		HMOTNOST kg	MĚŘ.
ROZM. - POLOT.				ČSN	JŘ.Č.
POM. ZAR.				POZN.	Č. KUSOVNIKU
VYPR.		NORM. REF.		STARÝ V.	Č. V.
PŘEZK.				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Listů List </div>	
TECHNOL.		SCHVÁLIL			
NÁZEV					

1	2	3	4
---	---	---	---

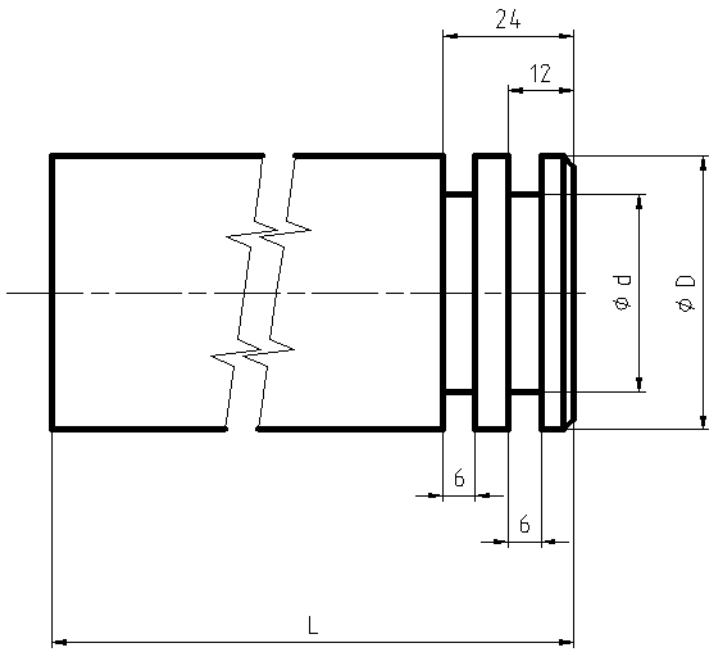
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

1	2	3	4																																																												
A			A																																																												
B			B																																																												
C			C																																																												
D			D																																																												
E			E																																																												
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">INDEX</td> <td style="width: 30%;">ZMĚNA</td> <td style="width: 10%;">DATUM</td> <td style="width: 10%;">PODPIS</td> <td colspan="2" style="text-align: center; color: red;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="width: 20%;">HMOTNOST kg</td> <td style="width: 20%;">MĚR.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ZN.MAT.</td> <td colspan="2">T.O.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ROZM. - POLOH.</td> <td colspan="2">ČSN</td> </tr> <tr> <td colspan="4">POM. ZAŘ.</td> <td colspan="2">TR.Č.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VYPR.</td> <td colspan="2">NORM.REF.</td> <td colspan="2">POZN.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PŘEZK.</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Č. KUSOVNÍKU</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TECHNOL.</td> <td colspan="2">SCHVÁLIL</td> <td colspan="2">STARÝ V.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NÁZEV</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Č.V.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Listů List </div> </td> </tr> </table>		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE						HMOTNOST kg	MĚR.	ZN.MAT.				T.O.		ROZM. - POLOH.				ČSN		POM. ZAŘ.				TR.Č.		VYPR.		NORM.REF.		POZN.		PŘEZK.				Č. KUSOVNÍKU		TECHNOL.		SCHVÁLIL		STARÝ V.		NÁZEV				Č.V.						<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Listů List </div>		F
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																																											
				HMOTNOST kg	MĚR.																																																										
ZN.MAT.				T.O.																																																											
ROZM. - POLOH.				ČSN																																																											
POM. ZAŘ.				TR.Č.																																																											
VYPR.		NORM.REF.		POZN.																																																											
PŘEZK.				Č. KUSOVNÍKU																																																											
TECHNOL.		SCHVÁLIL		STARÝ V.																																																											
NÁZEV				Č.V.																																																											
				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Listů List </div>																																																											
1	2	3	4																																																												

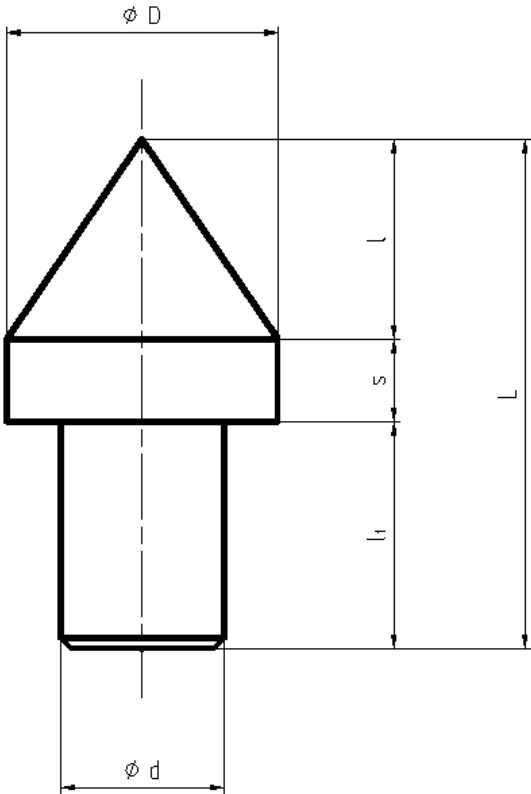
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

1	2	3	4																																																																								
A			A																																																																								
B			B																																																																								
C			C																																																																								
D			D																																																																								
E			E																																																																								
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">INDEX</td> <td style="width: 30%;">ZMĚNA</td> <td style="width: 10%;">DATUM</td> <td style="width: 10%;">PODPIS</td> <td colspan="2" style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="width: 20%;">HMOTNOST kg</td> <td style="width: 20%;">MĚR.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ZN.MAT.</td> <td style="width: 20%;">ČSN</td> <td style="width: 20%;">TR.Č.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ROZM.-POLOT.</td> <td style="width: 20%;">POZN.</td> <td style="width: 20%;">Č. KUSOVNIKU</td> </tr> <tr> <td colspan="4">POM. ZAŘ.</td> <td style="width: 20%;">STARÝ V.</td> <td style="width: 20%;">Č.V.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">VYPR.</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">NORM.REF.</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">PŘEZK.</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">TECHNOL.</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SCHVÁLIL</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">NÁZEV</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Listů List</td> </tr> </table>		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE						HMOTNOST kg	MĚR.	ZN.MAT.				ČSN	TR.Č.	ROZM.-POLOT.				POZN.	Č. KUSOVNIKU	POM. ZAŘ.				STARÝ V.	Č.V.	VYPR.						NORM.REF.						PŘEZK.						TECHNOL.						SCHVÁLIL						NÁZEV										Listů List		F
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																																																							
				HMOTNOST kg	MĚR.																																																																						
ZN.MAT.				ČSN	TR.Č.																																																																						
ROZM.-POLOT.				POZN.	Č. KUSOVNIKU																																																																						
POM. ZAŘ.				STARÝ V.	Č.V.																																																																						
VYPR.																																																																											
NORM.REF.																																																																											
PŘEZK.																																																																											
TECHNOL.																																																																											
SCHVÁLIL																																																																											
NÁZEV																																																																											
				Listů List																																																																							
1	2	3	4																																																																								

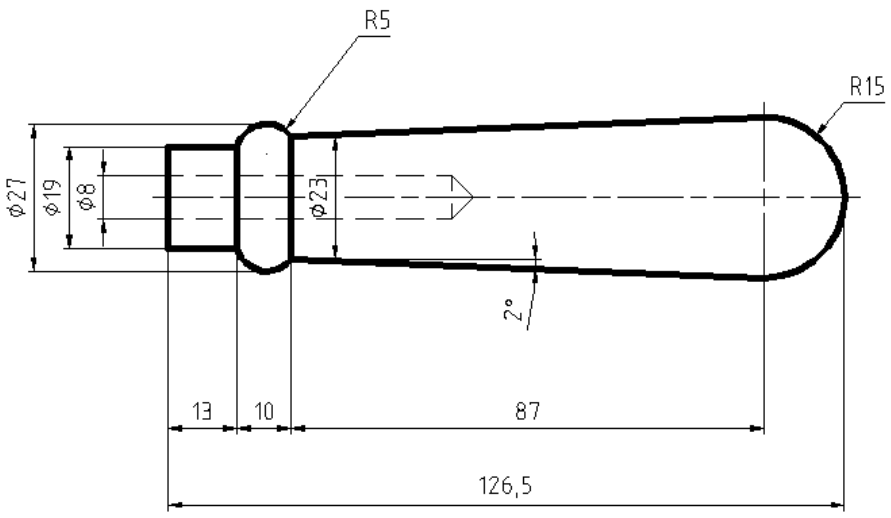
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

1	2	3	4																																																				
A			A																																																				
B			B																																																				
C			C																																																				
D			D																																																				
E			E																																																				
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">INDEX</td> <td style="width: 35%;">ZMĚNA</td> <td style="width: 15%;">DATUM</td> <td style="width: 15%;">POPOPIS</td> <td colspan="2" style="text-align: center; color: red;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="width: 20%;">HMOTNOST kg</td> <td style="width: 20%;">MĚŘ.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ZN.MAT.</td> <td>ČSN</td> <td>TR.Č.</td> </tr> <tr> <td colspan="4">ROZM.-POLOH.</td> <td>POZN.</td> <td>Č. KUSOVNIKU</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VYPR.</td> <td>NORM.REF.</td> <td></td> <td>STARÝ V.</td> <td>Č.V.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PŘEZK.</td> <td>SCHVÁLIL</td> <td></td> <td colspan="2" rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TECHNOL.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">NÁZEV</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: right;">Listů</td> <td style="text-align: right;">List</td> </tr> </table>		INDEX	ZMĚNA	DATUM	POPOPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE						HMOTNOST kg	MĚŘ.	ZN.MAT.				ČSN	TR.Č.	ROZM.-POLOH.				POZN.	Č. KUSOVNIKU	VYPR.		NORM.REF.		STARÝ V.	Č.V.	PŘEZK.		SCHVÁLIL				TECHNOL.				NÁZEV										Listů	List	F
INDEX	ZMĚNA	DATUM	POPOPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																																			
				HMOTNOST kg	MĚŘ.																																																		
ZN.MAT.				ČSN	TR.Č.																																																		
ROZM.-POLOH.				POZN.	Č. KUSOVNIKU																																																		
VYPR.		NORM.REF.		STARÝ V.	Č.V.																																																		
PŘEZK.		SCHVÁLIL																																																					
TECHNOL.																																																							
NÁZEV																																																							
				Listů	List																																																		
1	2	3	4																																																				

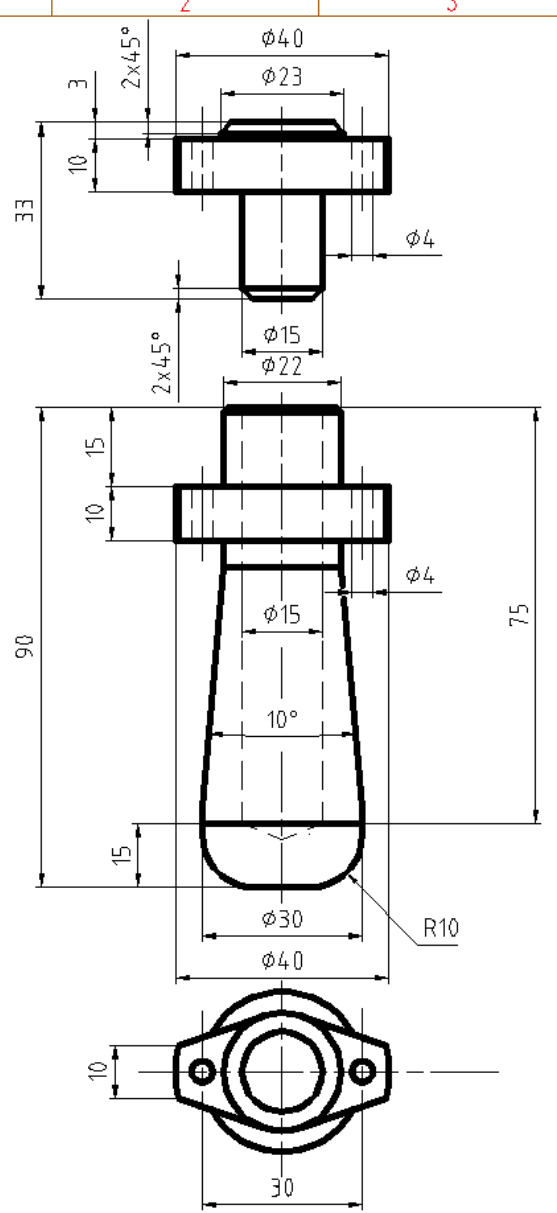
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

1	2	3	4																																																						
A			A																																																						
B			B																																																						
C			C																																																						
D			D																																																						
E			E																																																						
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">INDEX</td> <td style="width: 40%;">ZMĚNA</td> <td style="width: 10%;">DATUM</td> <td style="width: 10%;">PODPIS</td> <td colspan="2" style="text-align: center; color: red;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ZN. MAT.</td> <td>T.O.</td> <td>HMOTNOST kg</td> <td>MÉR.</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ROZM. - POLOH.</td> <td></td> <td>ČSN</td> <td>TR.Č.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">POM. ZAŘ.</td> <td>NORM. REF.</td> <td>POZN.</td> <td colspan="2">Č. KUSOVNÍKU</td> </tr> <tr> <td>VYPR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>STARÝ V.</td> <td>Č.V.</td> </tr> <tr> <td>PŘEZK.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>TECHNOL.</td> <td>SCHVÁLIL</td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NÁZEV</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>Listů</td> <td>List</td> </tr> </table>		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE		ZN. MAT.			T.O.	HMOTNOST kg	MÉR.	ROZM. - POLOH.				ČSN	TR.Č.	POM. ZAŘ.		NORM. REF.	POZN.	Č. KUSOVNÍKU		VYPR.				STARÝ V.	Č.V.	PŘEZK.						TECHNOL.	SCHVÁLIL					NÁZEV										Listů	List	F
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																																					
ZN. MAT.			T.O.	HMOTNOST kg	MÉR.																																																				
ROZM. - POLOH.				ČSN	TR.Č.																																																				
POM. ZAŘ.		NORM. REF.	POZN.	Č. KUSOVNÍKU																																																					
VYPR.				STARÝ V.	Č.V.																																																				
PŘEZK.																																																									
TECHNOL.	SCHVÁLIL																																																								
NÁZEV																																																									
				Listů	List																																																				
1	2	3	4																																																						

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

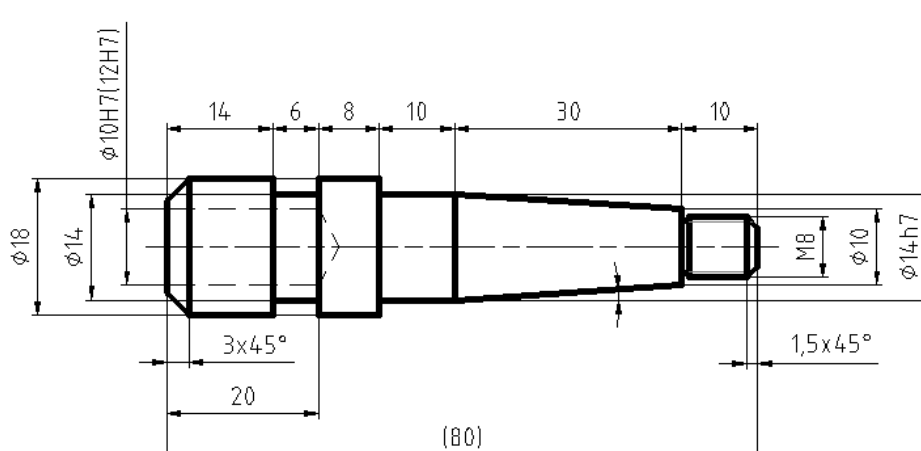
1	2	3	4																																													
A				A																																												
B				B																																												
C				C																																												
D				D																																												
E				E																																												
F	<table border="1"> <tr> <td>INDEX</td> <td>ZMĚNA</td> <td>DATUM</td> <td>PODPIS</td> <td colspan="2" rowspan="2">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td>ZN.MAT.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ROZM.-POLOH.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>HMOTNOST kg</td> <td>MĚŘ.</td> </tr> <tr> <td>POM. ZAŘ.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ČSN</td> <td>TR.Č.</td> </tr> <tr> <td>VYPR.</td> <td>NORM.REF.</td> <td></td> <td></td> <td>POZN.</td> <td>Č. KUSOVNIKU</td> </tr> <tr> <td>PŘEZK.</td> <td>SCHVÁLIL</td> <td></td> <td></td> <td>STARÝ V.</td> <td>Č.V.</td> </tr> <tr> <td>TECHNOL.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" rowspan="2"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Listů List </div> </td> </tr> <tr> <td>NÁZEV</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE		ZN.MAT.				ROZM.-POLOH.				HMOTNOST kg	MĚŘ.	POM. ZAŘ.				ČSN	TR.Č.	VYPR.	NORM.REF.			POZN.	Č. KUSOVNIKU	PŘEZK.	SCHVÁLIL			STARÝ V.	Č.V.	TECHNOL.				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Listů List </div>		NÁZEV				F
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																												
ZN.MAT.																																																
ROZM.-POLOH.				HMOTNOST kg	MĚŘ.																																											
POM. ZAŘ.				ČSN	TR.Č.																																											
VYPR.	NORM.REF.			POZN.	Č. KUSOVNIKU																																											
PŘEZK.	SCHVÁLIL			STARÝ V.	Č.V.																																											
TECHNOL.				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Listů List </div>																																												
NÁZEV																																																
1	2	3	4																																													

Přílohy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přílohy

1	2	3	4																																				
A			A																																				
B			B																																				
C			C																																				
D			D																																				
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">INDEX</td> <td style="width: 40%;">ZMĚNA</td> <td style="width: 10%;">DATUM</td> <td style="width: 10%;">PODPIS</td> <td colspan="2" style="text-align: center; color: red;">VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">HMOTNOST kg</td> <td style="width: 20%;">MĚŘ.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">ČSN</td> <td style="width: 20%;">TR.Č.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">POZN.</td> <td style="width: 20%;">Č. KUSOVNIKU</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="width: 20%;">STARÝ V.</td> <td style="width: 20%;">Č.V.</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="height: 40px; vertical-align: bottom;">NÁZEV</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE						HMOTNOST kg	MĚŘ.					ČSN	TR.Č.					POZN.	Č. KUSOVNIKU					STARÝ V.	Č.V.	NÁZEV						E
INDEX			ZMĚNA	DATUM	PODPIS	VOŠ, SOŠ, SOU KOPŘIVNICE																																	
				HMOTNOST kg	MĚŘ.																																		
				ČSN	TR.Č.																																		
				POZN.	Č. KUSOVNIKU																																		
				STARÝ V.	Č.V.																																		
NÁZEV																																							
F	F																																						
1	2	3	4																																				

Seznam obrázků

11 Seznam obrázků

Obr. 1 Posuvné měřítko (mechanické), (Metrologická příručka MITUTOYO str. 15)	8
Obr. 2 Absolute Digimatic posuvné měřítko (Metrologická příručka MITUTOYO str. 15)	9
Obr. 3 Měření vnějších rozměrů Měření vnitřních rozměrů	9
Obr. 4 Měření odstupňovaných rozměrů Měření hloubky	9
Obr. 5 Měření s elektrickým kontaktním snímačem Obr. 6 Digitální výškoměr	18
Obr. 7 Výškoměr s nastavitelnou 0, Základní výškoměr	19
Obr. 8 a/b/c/ Metrologická příručka MITUTOYO str. 9	22
Obr. 9 Nasouvání koncových měrek.....	32
Obr. 10 Metrologická příručka MITUTOYO str. 21	36
Obr. 11 Pasametr s popisem	39
Obr. 12 Dutinoměr s nastavci.....	49
Obr. 13 Dutinoměr	49
Obr. 14 Profilograf.....	52

Literatura a zdroje

12 Literatura a zdroje

- [1] BENEŠ, V., et al.: *Dílenské tabulky*. 1. vyd. Úvaly: ALBRA, 2008. 881 s. ISBN 80-7361062-0.
- [2] BOTHE, O.: *Strojírenská technologie IV*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984. 96 s.
- [3] HAVLÍČEK, J., et al.: *Dílenská praxe*. 2. vyd. Praha: SPN, 1962. 266 s.
- [4] MITUTOYO_Metrologická příručka_ pro přesné měřicí přístroje
- [5] Portál strojírenské metrologie TUKE v Košiciach. [online] [cit. 2011-01-21] dostupný na <http://www.tuke.sk/smetrologia>
- [6] PETŘKOVSKÁ, Lenka a Lenka ČEPOVÁ. *STROJÍRENSKÁ METROLOGIE: Studijní opora „Strojírenská metrologie“* [online]. první. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011 [cit. 2014-09-01].
- [7] ČECH, J.-PERNIKÁŘ, J.-JANÍČEK, L. : *Strojírenská metrologie*. Skripta VUT, 1998.
- [8] PERNIKÁŘ, Jiří. *TECHNICKÁ MĚŘENÍ* [online]. Brno, 2002 [cit. 2014-09-02]. Studijní opora pro obor 23-07-7 Strojírenská metrologie. Vysoké učení technické v Brně.
- [9] MARTINÁK, M. *Kontrola a měření pro 3. ročník SPŠ strojnických*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1989.

[1] Fotografie a obrázky vytvořeny autorem příručky

[2] MITUTOYO_Metrologická příručka_ pro přesné měřicí přístroje

Použité kliparty

[1] <http://www.clker.com/>