

Bakalářská práce

2006

Jiří Rout

Prohlašuji že jsem bakalářskou práci na téma Vybraná délková měření v laboratorních podmínkách, vypracoval samostatně a použil jen pramenů, uváděných v bibliografii.

V Českých Budějovicích dne 20. května 2006

Studijní obor : Měřicí a výpočetní technika

**Vybraná délková měření
v laboratorních podmínkách
Bakalářská práce**

Autor : Jiří Rout

Vedoucí absolventské práce : PaedDr. Bedřich Veselý

Tímto bych chtěl poděkovat PaedDr. Bedřichovi Veselému za odborné vedení, připomínky a cenné rady při vypracování bakalářské práce.

1 ÚVOD.....	7
1.1. CÍL A ZAMĚŘENÍ PRÁCE.....	7
2 TEORETICKÉ SEZNÁMENÍ.....	8
2.1. POSUVNÉ MĚŘÍTKO.....	8
2.1.1 <i>Způsoby měření</i>	10
2.1.2 <i>Kalibrační sada</i>	11
2.1.3 <i>Hloubkoměrné můstky pro posuvná měřítka</i>	11
2.2. MIKROMETR	12
2.2.1 <i>Mezní chyba G</i>	14
2.2.2 <i>Správné odečítání na mikrometru</i>	15
2.2.3 <i>Zkoušky rovinosti a rovnoběžnosti</i>	16
2.3. PASAMETR	17
2.3.1 <i>Měření na pasametru</i>	18
2.4. OPTIMETR ZEIS.....	19
2.5. CHYBY MĚŘENÍ	21
3 DRUHY POSUVNÝCH MĚŘÍTEK.....	24
3.1 POSUVNÉ MĚŘÍTKO.....	24
3.2 DIGITÁLNÍ POSUVNÉ MĚŘÍTKO	27
3.3 POSUVNÉ MĚŘÍTKO S KRUHOVÝM ČÍSELNÍKEM	31
3.4 ZVLÁŠTNÍ POSUVNÁ MĚŘÍTKA.....	31
4 DRUHY MIKROMETRŮ	35
4.1 TŘMENOVÝ MIKROMETR.....	35
4.2 DIGITÁLNÍ TŘMENOVÝ MIKROMETR	37
4.3 TŘMENOVÝ MIKROMETR VE ZVLÁŠTNÍM PROVEDENÍ.....	38
4.4 PASAMETR	40
4.5 VNITŘNÍ MIKROMETR	41
4.6 PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO TŘMENOVÉ MIKROMETRY	42
5 PROTOKOLY MĚŘENÍ	46
5.1 KONTROLA POSUVNÉHO MĚŘÍTKA.....	46
5.2 MĚŘENÍ PASAMETREM.....	52
5.3 MĚŘENÍ NA OPTIMETRU ZEIS	57
6 ANOTACE PRÁCE.....	61
7 ZÁVĚR.....	61
8 LITERATURA	62

1 ÚVOD

1.1 CÍL A ZAMĚŘENÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je přiblížit a osvětlit studentům práci se základními strojírenskými měřicími pomůckami jako jsou koncové měřky, posuvné měřítko, mikrometr, pasometr, milimez. Cílem této práce je představit známé i méně obvyklé druhy těchto měřících pomůcek, správné jejich použití a technické parametry. Díky široké škále, kterou se snažím zachytit v této bakalářské práci, bych chtěl studentům zabývajícím se strojírenským oborem usnadnit výběr měřící pomůcky pro daný typ měření.

Nabízí se otázka, proč potřebuje člověk měřit na tisíce milimetru, velikost, kterou téměř okem nazachytí?

Přesnost je požadavkem našeho věku. Její míra však zůstává stále relativní. Přesnost, která dříve dostačovala např. při stavbě obráběcích strojů, nestačí dnes mnohdy ani k výrobě předmětů denní potřeby. Požadavky soudobé techniky na přesnost výrobních, řídicích nebo měřících mechanismů stále vzrůstají.

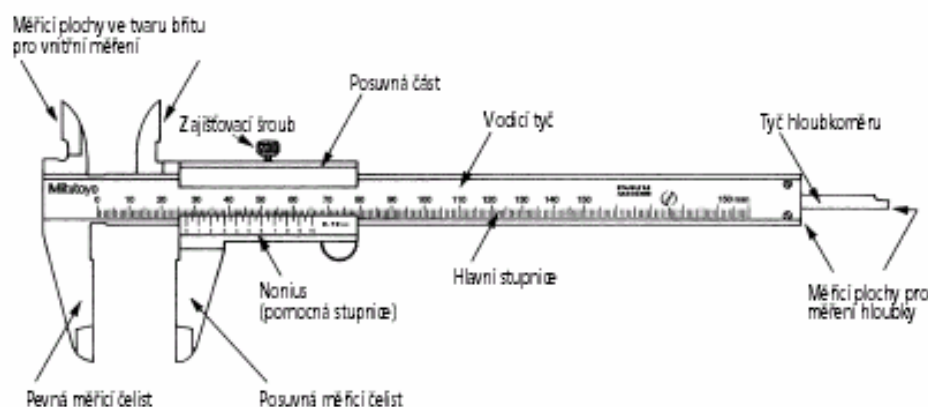
K absolutní rozměrové přesnosti se přibližujeme asymptoticky, jsme jí stále blíže, ale pokud pracujeme s hmotou, nikdy ji úplně nedosáhneme, protože dilatace, pružnost, pnutí, jakost povrchu a jiné vlivy to nedovolí.

Obor, v němž nejvyšší přesnost mechanického pohybu je samozřejmým a nutným požadavkem, je např. konstrukce dělicích strojů, sloužících k rytí optických ohybových (difrakčních) mřížek.

2 TEORETICKÉ SEZNÁMENÍ

2.1 POSUVNÉ MĚŘÍTKO

Často potřebujeme měřit věci s větší přesností, než nám umožňují svinovací metry nebo pravítka. Takovým nejobvyklejším měřidlem, které toto umožňuje, je tzv. posuvné měřítko. Už sám název sám přesně vyjadřuje podstatu tohoto měřidla. To se skládá ze 2 částí, z jedné pevné a druhé posuvné. Na každé z nich jsou pak dotyky (čelisti), kterými se měří. Na posuvném měřítku bývají 2 stupnice, dolní v milimetrech, horní v palcích. Posuvné měřítko je uzpůsobeno pro měření vnějších a vnitřních rozměrů i hloubek. Podle typu (a také ceny) posuvného měřítka lze měřit s přesností na 0,1 mm, 0,05 mm nebo 0,02 mm. Běžným posuvným měřítkem můžeme měřit rozměry do 150 mm, jsou však i posuvná měřítka s větším rozsahem.



Obrázek 1: Popis posuvného měřítka

K měření vnějších rozměrů - což je nejčastější - slouží 2 větší, spodní čelisti. Ty rozevřeme a po vložení měřené součásti zase k sobě posuneme až na doraz. Na stupnici pak můžeme přečíst měřený rozměr.



Obrázek 2: Měření vnějších rozměrů

K měření vnitřních rozměrů (nejčastěji děr) slouží dvojice čelistí v horní části měřidla. Naměřenou hodnotu odečítáme opět na stupnici. Přesněji řečeno, měřítko má pro měření v milimetrech i v palcích vždy 2 stupnice. Kromě té po celé délce měřítka má ještě krátkou stupnici, které se odborně říká nonius. Kombinace čtení na obou stupnicích nám umožňuje měřit s udanou přesností. Přesnost, s jakou můžeme měřit, je dána provedením právě onoho nonia. Princip měření spočívá v tom, že celé milimetry odečítáme na hlavní, dlouhé stupnici a desetiny, popř. setiny milimetru pak odečítáme na noniu (platí ten údaj, kdy se shoduje ryska na hlavní stupnici a ryska na noniu)



Obrázek 3: Měření vnitřních rozměrů

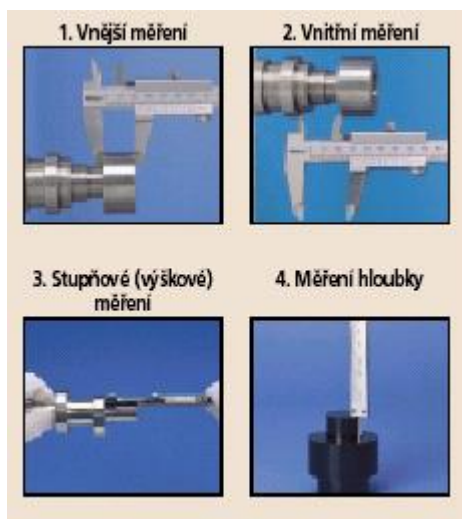
Pro měření hloubek jsou posuvná měřítka na pravé straně vybavena hloubkoměry. Hloubkoměr se zasune na doraz měřené hloubky a pak se posune tělo posuvného měřítka na doraz vnějšího povrchu. Výslednou hodnotu odečítáme obvyklým způsobem na stupnici.



Obrázek 4: Měření hloubek

2.1.1 Způsoby měření

Jak vidíme z obrázku 5 posuvné měřítko je velmi flexibilní měřítko. Pomocí něho můžeme změřit vnější, vnitřní, hloubkové a stupňové rozměry.



Obrázek 5: Způsoby měření

2. 1. 2 Kalibrační sada

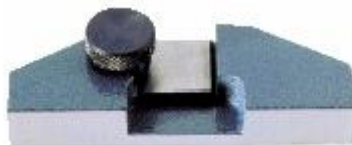
Kalibrační sada na kontrolu mezní chyby posuvných měřítek podle DIN 862 obsahuje: 2 ks koncových měrek a 1 nastavovací ocelový kroužek včetně výrobního certifikátu. Zacházení s těmito koncovými měrkami vyžaduje skutečně zvýšenou pozornost. Jak vidíme (viz obrázek 6) patří k sadě i benzínový čistič pro mytí ploch a konzervační prostředek Vaseline Album. Při práci s měrkami si musíme uvědomit, že pracujeme s velmi přesným nástrojem. Pokud je nutné nastavovat dvě měrky na sebe, nasouvají se na sebe po ploše a měrky na sebe přilnou.



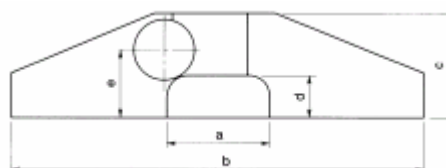
Obrázek 6: Kalibrační sada

2. 1. 3 Hloubkoměrné můstky pro posuvná měřítka

Doplňující vybavení všech posuvek, posuvek s úchylkoměry a analogových posuvných měřítek s hloubkoměrem a měřícím rozsahem 150, 200, 300 mm.



Obrázek 7: Hloubkoměrný můstek



Obrázek 8: Hloubkoměrný můstek návrh



Obrázek 9: Aplikace hloubkoměrného můstku

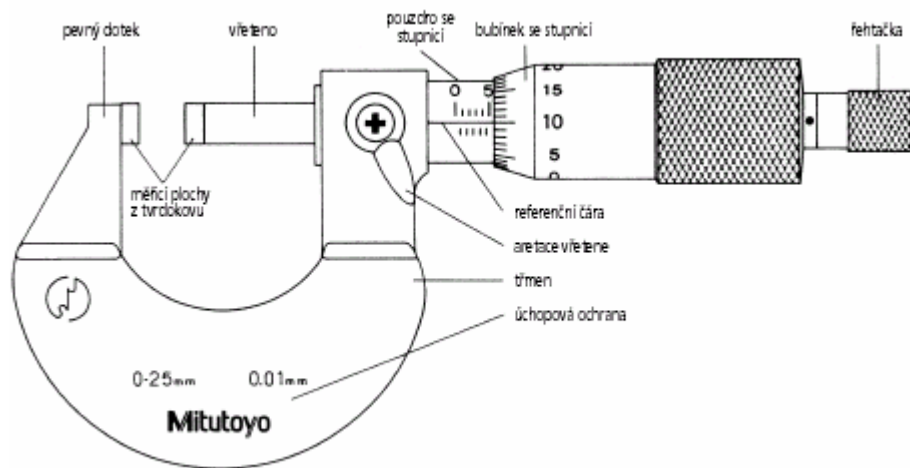
Rozměr měřicí plochy mm	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm
75x12 (pro rozsah měření 100 mm, 150 mm a 200 mm)	25	75	245	90	16
100x12 (pro rozsah měření 100 mm, 150 mm a 200 mm)	25	100	245	90	16
125x14 (pro rozsah měření jen 300 mm)	30	125	285	11,5	20

Tabulka 1: Technické parametry hloubkoměrného můstku

2. 2 MIKROMETR

Ve většině případů stačí vyrábět a měřit s předností 1 desetiny milimetru (0,1 mm), popřípadě na několik setin milimetru. V takovém případě zcela vyhoví

posuvné měřítko. Můžeme s ním měřit třeba i tloušťku papíru. Pokud však budeme chtít znát např. rozdíly v tloušťkách jednotlivých papírů, tak už nám posuvné měřítko asi nebude stačit. V takovém případě bude lépe použít měřidlo přesnější, jako je např. mikrometr. Ten měří s přesností na 1 setinu milimetru (0,01 mm), přičemž ještě můžeme odhadnout i pět setin milimetru (0,005 mm). Měřidlo má dva doteky, z nichž jeden je pohyblivý. Ten se posouvá se otáčením válcové části na pravé straně, tzv. bubínku. Chceme-li rychle posouvat čelisti, otáčíme malým vroubkovaným průměrem, při pomalém posuvu, když chceme s cílem sevřít měřenou součást, použijeme vroubkování na bubínku. To má i tu výhodu, že bubínek je opatřen spojkou, která vyvine tlak potřebný k měření a při větším začne prokluzovat. Při každém měření je tak vyvozován stejný tlak doteků.



Obrázek 10: Popis mikrometru

Měření mikrometrem je velmi přesné. Dnes se už vyrábějí i mikrometry s digitální stupnicí, tak že i odečítání je jednodušší. Nicméně vždy je nevýhoda v tom, že mikrometry mají malý rozsah měření, pouze 25 mm. Pokud tedy chci měřit větší rozměr, musím použít jiný mikrometr, např. ten na obrázku, který má rozsah 25-50 mm. Pokud bych chtěl měřit ještě větší rozměr, musel bych použít mikrometr 50-75 mm nebo větší.

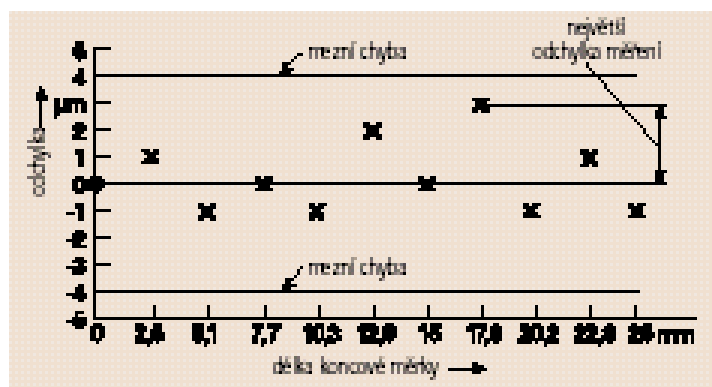


Obrázek 11: Digitální mikrometr

2. 2. 1 Mezní chyba G

Mezní chyba G musí být dodržena při nastavení indikace na libovolném místě rozsahu (viz obrázek 12)

Dodržení mezní chyby G lze kontrolovat paralelními koncovými měrkami třídy 1 podle DIN ISO 3650. Kombinace koncových měrek je třeba volit tak, aby umožňovaly kontrolu včetně mikrometru jak v polohách odpovídajících násobku celých čísel jmenovitého stoupání, tak v mezipolohách. Vhodné jsou např. následující kombinace koncových měrek: 2,5; 5,1; 7,7; 10,3; 12,9; 15,0; 17,6; 20,2; 22,8; 25 mm



Obrázek 12: Diagram mezní chyby G

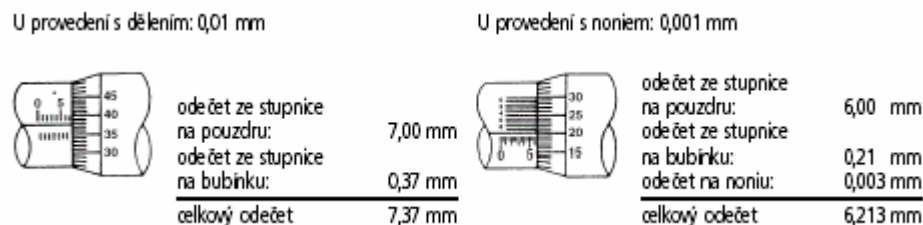
Rozsah měření	Mezní chyba G	Tolerance rovnoběžnosti měřících ploch při měřící síle 10 N
mm	μm	μm
0 - 25	4	2
25 - 50	4	2
50 - 75	5	3
75 - 100	5	3
100 - 125	6	3
125 - 150	6	3
150 - 175	7	4
175 - 200	7	4
200 - 225	8	4
225 - 250	8	4
250 - 275	9	5
275 - 300	9	5
300 - 325	10	5
325 - 350	10	5
350 - 375	11	6
375 - 400	11	6
400 - 425	12	6
425 - 450	12	6
450 - 475	13	7
475 - 500	13	7

Tabulka 2: Mezní chyba G

2. 2. 2 Správné odečítání na mikrometru

Změřený rozměr odečítáme na dvou stupnicích. Jedna je vodorovná a dvojitá s vzájemným přesazením o polovinu dílku. To proto, že druhá stupnice - po obvodu bubínku - má pouze 50 dílků (pro posun o 1 mm musíme tedy otočit 2krát kolem dokola). Naměřenou hodnotu nejprve odečítáme na vodorovné stupnici v celých milimetrech (v našem případě 3 mm), pokud se ukáže také ryska spodního dílku (jako v našem případě), připočítáme ještě 0,5 mm (celkem tedy 3,5 mm). K tomu

musíme ještě připočítat údaj na stupnici po obvodu bubínku (v našem případě 4 dílky, tj. 4 setiny, tedy celkem 3,54 mm).



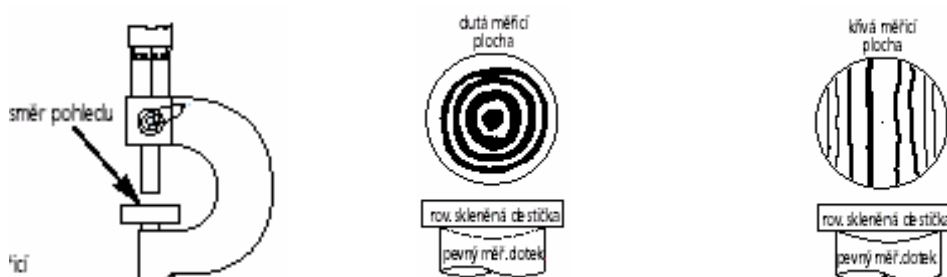
Obrázek 13: Ukázka odečítání na mikrometru

2. 2. 3 Zkoušky rovinnosti a rovnoběžnosti

Tyto zkoušky se provádějí optickými rovinnými sklíčky, která se přitlačují na zkoušenou plochu. Díky tenké vzduchové vrstvě mezi skleněnou destičkou a měřenou plochou vznikají interferenční proužky, jejichž středy jsou od sebe vzdálené o 0,32 μm (při uvažované vlnové délce světla 640 nm).

Rovinnost měřících ploch

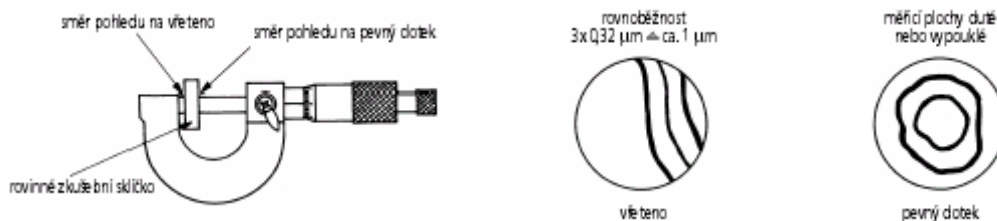
Rovinnost měřících ploch se zkouší rovinnou skleněnou destičkou, která je uzpůsobená tak, aby byl počet interferenčních pruhů nebo kroužků co nejmenší, resp. aby se tvořily uzavřené křivky. Okrajová oblast max. 0,4 mm není ve zkoušce zahrnuta.



Obrázek 14, 15, 16: Zkouška rovinnosti měřících ploch

Rovnoběžnost měřících ploch

Rovnoběžnost měřících ploch třmenových mikrometrů s měřicími rozsahy 0 - 25 mm, 25 - 50 mm, 50 - 75 mm a 75 - 100 mm lze ověřit třemi nebo čtyřmi rovinnými sklíčky, jejichž délka se liší zhruba o třetinu resp. o čtvrtinu stoupání vřetene, takže se zkouška může provést na třech resp. na čtyřech místech celé otáčky vřetene. Rovinné sklíčko se má přikládat na měřenou plochu pomocí přilnutí. Opatrným pohybem zkušebního sklíčka mezi měřenými plochami se vyhledá na měřené ploše nejmenší počet interferenčních kroužků nebo pruhů a k tomu se připočítá počet interferenčních kroužků nebo pruhů na protilehlé měřící ploše. Zkouška nepostihuje okrajovou oblast o rozsahu maximálně 0,4 mm.



Obrázek 17, 18, 19: zkouška rovnoběžnosti měřících ploch

2. 3 PASAMETR

Pasametr vypadá téměř jako mikrometr. Nemá však mikrometrický šroub a proto nemůže měřit rozměry přímo (jako mikrometr). Je to porovnávací měřidlo, které měří pouze odchylky od nastaveného rozměru. Je to "daň" dané přesností měřidla: měří s přesností na 0,002 mm! Pro představu: tloušťka vlasu je kolem 0,05 mm. Tzn., že pasametr měří s přesností 25krát větší než je tloušťka lidského vlasu!



Obrázek 20: Pasametr

2. 3. 1 MĚŘENÍ NA PASAMETRU

I když je to trochu složitější, je to vyváženo přesností. Předně si musíme pasametr nastavit na určitý rozměr. Nastavení provedeme např. pomocí základních rovnoběžných měrek vyrobených v jednom z nejvyšších stupňů přesnosti. Měřidlo se nastavuje buď na jmenovitý rozměr podle výkresu nebo se součást předběžně změří (např. posuvným měřítkem). V příkladu na fotografii je pasametr nastaven na rozměr 14 mm. Nastavení se provádí posouváním pravé čelisti šroubem a maticí. Při správném nastavení ukazuje ručička na 0 (prostřední ručička).



Obrázek 21: Nastavení pasametru

Pak se stlačením uvolňovacího tlačítka (zcela vlevo) čelisti uvolní a měrka vyjme. Místo ní se mezi čelisti vloží měřená součást a tlačítko se uvolní. Prostřední ručička ukáže odchylku od

nastaveného rozměru, vpravo do mínusu (menší rozměr), vlevo do plusu (větší rozměr). V našem případě je ručička vychýlena vpravo o 20 dílků, tzn. že měřený rozměr je o 0,02 mm menší (o necelou polovinu vlasu) než nastavený (14 mm). Naměřený rozměr je tedy 13,98 mm. Protože každá součást se vyrábí v určité toleranci (nic nelze vyrobit zcela přesně), lze si ručičkami vpravo a vlevo nastavit tuto výrobní toleranci a pak při výrobě jen sledovat, zda při měření součástí je prostřední ručička mezi těmito dvěma krajními, červenými (jako v našem případě).



Obrázek 22: Nastavení tolerance pasametru

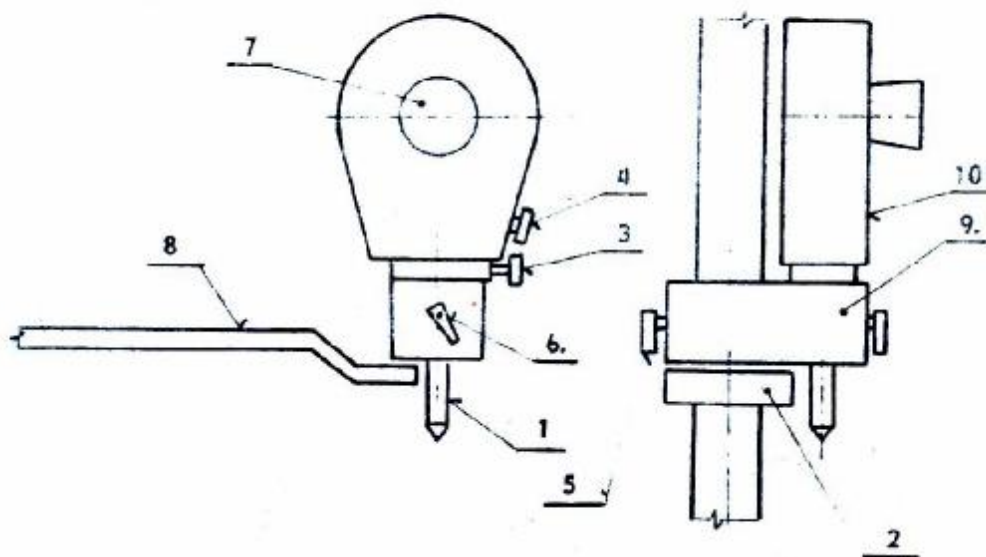
2. 4 OPTIMETR ZEIS

Optimetry patří k vysoce přesným přístrojům pro měření délkových rozměrů. Používají se zejména při kontrole jiných měřidel, měří porovnávací metodou tzn. měří úchylky. Základní hodnotu je nutno nastavit vynulováním stupnice podle normálu zpravidla základní měrky vyšší přesností. Principem optimetru je mechanicko-optický převod. Běžně pracují s přesností na mikrometry, v našem případě s přesností na 0,2 mikrometru.



obrázek 23: Stupnice optimetru

Popis optimetru



Obrázek 24: Popis optimetru Zeis

1. Měřicí klobouček měřidla. Je nasazen na dotykový kolík měřidla, který svým horním koncem vychyluje zrcátko mechanicko-optického převodu
2. Stavěcí matice. Jejím otáčením je celá měřící hlava přístroje svisle přestavována
3. kotouč pro excentrické nastavení. Zvedá pomocí vestavěného excentru těleso přístroje při nulování
4. kotouč pro jemné nastavení. Slouží přesnému ustavení stupnice při vynulování
5. páčka aretace pro svislé přestavení celé měřící hlavy
6. páčka aretace polohy tělesa přístroje oproti nosnému rameni. Zajišťuje polohu dosaženou kotoučem pro excentrické nastavení
7. matnice přístroje. Na ni se promítá obraz stupnice a pevná značka pro odečítání hodnot
8. zdvihací páka. Její pomocí je zdvižen hrot měřícího kloboučku od měřeného předmětu při opakovaném měření
9. nosné rameno přístroje
10. těleso přístroje

2. 5 CHYBY MĚŘENÍ

Vlivem nepřesnosti vlastního měřícího zařízení, nedodržením konstantních podmínek, případně i dalšími vlivy vzniká mezi naměřenou a skutečnou hodnotou rozdíl, který označujeme jako chybu měření. Chyby se udávají v jednotkách měřené veličiny nebo se vyjadřují jako relativní chyby.

$$\text{Relativní chyba} = \frac{\text{Skutečná hodnota} - \text{jmenovitá hodnota}}{\text{Jmenovitá hodnota}}$$

Chyby měření se dělí na:

- a) hrubé (omyly)
- b) systematické
- c) náhodné

Chyby hrubé jsou obvykle velké a spočívají v nesprávném provedení měření (nesprávné čtení údajů, vadný přístroj, nesprávná manipulace s měřícím přístrojem apod.) Projevují se jako velké rozdíly v měřených hodnotách a při zpracování výsledku měření tyto hodnoty vylučujeme.

Chyby systematické (soustavné) jsou způsobeny vlivy, které působí stále stejně co do smyslu i velikosti. Je pro ně charakteristické, že jejich velikost může být pro daný případ stanovena. Systematické chyby jsou o s o b n í (zaokrouhlování, paralakční chyba) a věcné, způsobené nepřesnostmi přístrojů.

Chyby náhodné (nahodilé) se odstraňují obtížněji, jejich velikost i smysl se při každém měření mění. Při opakovaném měření téže veličiny se výsledky liší, což je způsobeno vlivy, které nemůžeme vyloučit. Kolísání výsledků však podléhá jisté zákonitosti, kterou objevil Gauss. Výsledky měření při velkém počtu měření jsou rozloženy podle

N o r m á l n í h o z á k o n a r o z d ě l e n í (Gaussova). Chyby nemůžeme vyloučit, můžeme však stanovit meze, v kterých leží správná hodnota. Vzdálenost těchto mezí charakterizuje přesnost měření.

Můžeme psát:

$$x = x_0 + \Delta_s + \Delta_n$$

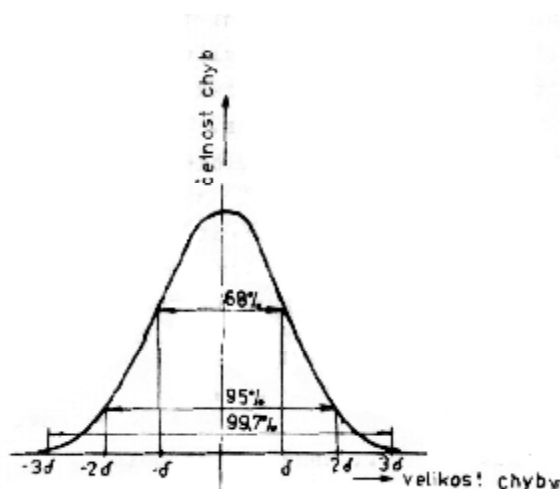
x	naměřená hodnota
x_0	skutečná hodnota
Δ_s	systematická chyba
Δ_n	náhodná chyba.

Rovnice gaussovy křivky je: $y = y_0 * e^{-h^2 x^2}$

$$y_0 = \frac{h}{\sqrt{p}} \quad \text{největší četnost}$$

$$h = \frac{1}{d\sqrt{2}} \quad \begin{array}{l} \text{míra přesnosti} \\ \text{střední chyba (směrodatná} \\ \text{odchylka)} \end{array}$$

Na vodorovnou osu vynášíme velikost chyb, na svislou osu jejich četnost. Z rozboru křivky vyplývá, že kladné chyby se vyskytují stejně často jako záporné. Čím jsou chyby menší tím se vyskytují častěji



Graf 1: Velikost chyby měření

jsou stejně pravděpodobné, bude se správné hodnotě nejvíce blížit aritmetický průměr měření. Při opakovaných měření dostaneme postupně hodnoty $x_1, x_2, \dots, x_n$. Protože chyby kladné i záporné

$$x = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

Počítáme jen na takový počet desetinných míst, na kolik bylo měřeno.

Podle Gaussova rozložení chyb se nejpravděpodobněji vyskytne taková chyba J , kdy polovina chyb bude menší a polovina chyb větší než J . Ta chyba se nazývá: Pravděpodobná chyba.

$$J = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n-1}} \quad \text{pro jednotlivá měření}$$

$$J = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n(n-1)}} \quad \text{pro aritmetický průměr}$$

x_i naměřená hodnota

x aritmetický průměr naměřených hodnot

n počet měření

Výraz $\sum (x_i - x)^2$ značí součet čtverců odchylek. Výsledek měření uvádíme jako aritmetický průměr s připojením pravděpodobné chyby, tedy

$$x_0 = x \pm J$$

3 DRUHY POSUVNÝCH MĚŘÍTEK

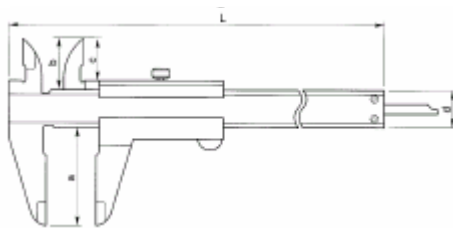
3. 1 POSUVNÉ MĚŘÍTKO

Posuvné měřítko s aretačním šroubkem nahoře

- - s hloubkoměrem
- - vodící drážka a posunutá část z kalené nerez oceli
- - měřítko a nonius matně chromovány, snadné odečítání nonius pod úhlem 14°
- - lapované měřicí plochy
- - zvýšené vodící dráhy
- - přesnost DIN 862



Obrázek 25: Posuvné měřítko s aretačním šroubkem



Obrázek 26: Technický návrh

Rozsah měření mm	Délka čelistí mm	Nonius		L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	Hmotnost g
		nahole	dole						
0-150	40	1/128"	0,05 mm	231	40	210	165	16	143
0-200	50	1/128"	0,05 mm	288	50	245	200	16	180
0-300	64	1/128"	0,05 mm	403	64	275	220	20	355

Tabulka 3: Technické parametry posuvného měřítka s aretačním šroubem

Posuvné měřítko DIAMOND

- - díky vedení dvojitém prizmatem leží stupnice s čárkami a nonius v jedné rovině, proto je čtení bezparalaxní
- - vodící drážka a posuvná část z kalené nerez oceli
- - měřítko a nonius matně chromovány
- - přesnost DIN 862



Obrázek 27: Posuvné měřítko DIAMOND

Délka čelistí mm	Nonius		a	b	c	d	e	f	g	h	Hmotnost g
	nahore	dole	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
40	–	0,05 mm	229	77,5	17	40,5	53,5	30	15	21	145
40	1/128"	0,05 mm	229	77,5	17	40,5	53,5	30	15	21	145

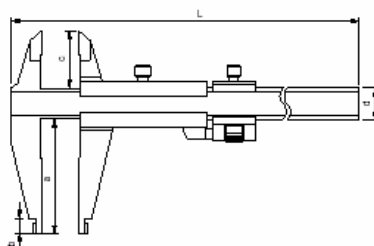
Tabulka 4: Technické parametry posuvného měřítka DIAMOND

Dílské posuvné měřítko

- s nahoře umístěným offset-nonius pro přímé čtení u vnitřních měření bez přičítání tloušťky měřících čelistí



Obrázek 28: Dílské posuvné měřítko



Obrázek 29: Technický popis

Rozsah měření mm	Nonius	Mazní chyba mm	L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	Vnitřní měření od mm	Hmotnost g
0– 200	0,05	0,05	294	60	8	30	16	10	220
0– 300	0,05	0,08	410	90	10	40	20	10	370
0– 500	0,05	0,10	680	150	15	56	25	20	1200
0– 750	0,05	0,12	963	150	15	56	25	20	1500
0– 1000	0,05	0,15	1230	150	20	56	32	20	3300

Tabulka 5: Technické parametry dílského posuvného měřítka

3. 2 DIGITÁLNÍ POSUVNÉ MĚŘÍTKO

Funkce

- ON / OFF = zapnuto / vypnuto
- ORIGIN = přednastavení počáteční hodnoty absolutního měřicího rozsahu
- ZERO = nastavení nuly
- ZERO / ABS = nastavení nuly pro srovnávací měření / zobrazení aktuální měřené hodnoty, která je ve vztahu k přednastavené hodnotě počátku měřicího rozsahu (normální režim)
- OFFSET = vyvolání pevně uložené hodnoty, např. při vnitřním měření
- INCH / MM = palec / mm
- PRESET = přednastavení počáteční hodnoty měřicího rozsahu nebo libovolné hodnoty pro srovnávací měření
- HOLD = poslední zobrazená hodnota zůstává na displeji (zastavení)



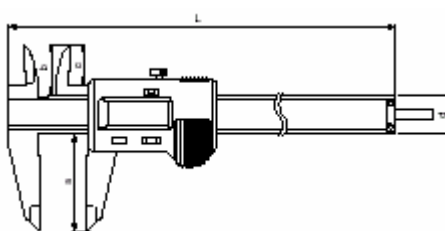
Obrázek 30: Displej digitálního posuvného měřítka

Posuvné měřítko DIGIMATIC ABSOLUTE

- první elektronické posuvné měřítko s absolutním měřicím systémem na světě
- jednorázové nastavení nulové polohy, která zůstává až do následující výměny baterie absolutním nulovým bodem
- vysoká přesnost měření při vysoké rychlosti posuvu
- snadné čtení číslic
- přesnost DIN 862
- číslicový krok 0,01 mm



Obrázek 31: Posuvné měřítko DIGIMATIC ABSOLUTE



Obrázek 32: Technický popis

Rozsah měření mm	Posuvníka	L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	Hmotnost g
0-150	s kruhovým hloubkoměrem Ø 1,9 mm	231	40	21	16,5	16	164

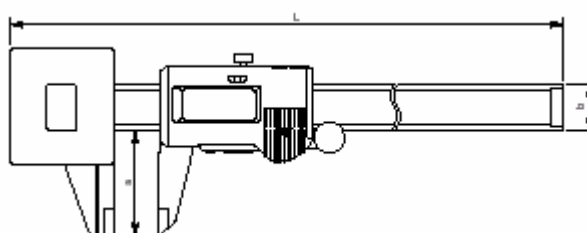
Tabulka 6: Technické parametry DIGIMATIC ABSOLUTE

Posuvné měřítko s konstantní silou na měření měkkého materiálu

- Přesnost dle výrobní normy
- Číslicový krok 0,01 mm
- Měřicí síla 0,5 – 1 N



Obrázek 33: Posuvné měřítko s konstantní silou



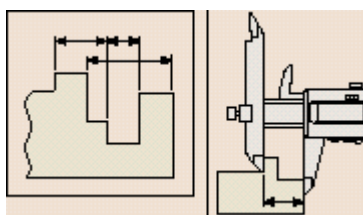
Obrázek 34: Technický popis

Rozsah měření mm	Č	Mezní chyba mm	L mm	a mm	b mm	Hmotnost g
0-180	573-191-10	0,05	312	40	16	247

Tabulka 7: Technické parametry posuvného měřítka s konstantní silou

Posuvná měřítka s posuvnou měřicí čelistí

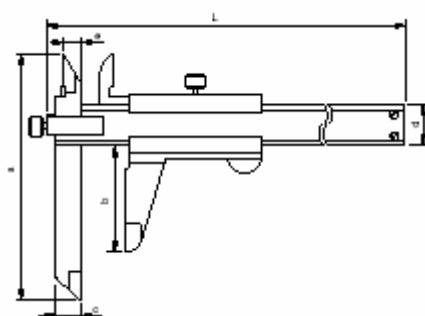
- Přesnost dle výrobní normy
- Číslicový krok 0,01 mm
- Nonius 0,05 mm



Obrázek 35: Ukázka měření



Obrázek 36: Posuvné měřítko s posuvnou měřicí čelistí



Obrázek 37: Technický popis

Rozsah měření mm	Délka čelistí mm	Nonius		L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	Hmotnost g
		nahole	dole						
0-150	40	1/128"	0,05 mm	231	40	21,0	16,5	16	143
0-200	50	1/128"	0,05 mm	288	50	24,5	20,0	16	180
0-300	64	1/128"	0,05 mm	403	64	27,5	22,0	20	355

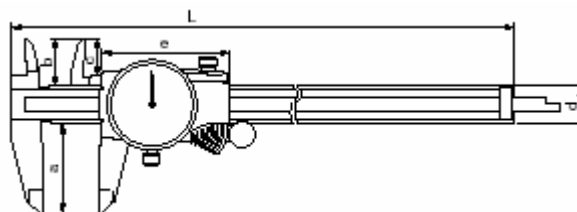
Tabulka 8: Technické parametry měřítka s posuvnou měřicí čelistí

3. 3 POSUVNÉ MĚŘÍTKO S KRUHOVÝM ČÍSELNÍKEM

- vysoká přesnost dle výrobní normy
- jedna otáčka 1 mm pro snadné čtení 0,01 mm



Obrázek 38: Posuvné měřítko s kruhovým číselníkem



Obrázek 39: Technický popis

Rozsah měření mm	Dělení stupnice mm	Délka čelistí mm	Mezní chyba mm	L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	Hmotnost g
0-150	0,01	40	0,03	231	40	21,0	16,5	16	57,2	176
0-150	0,02	40	0,03	231	40	21,0	16,5	16	57,2	175
0-150	0,02	40	0,03	231	40	21,0	16,5	16	57,2	175
0-200	0,01	50	0,03	288	50	24,5	20,0	16	57,2	186
0-200	0,02	50	0,03	288	50	24,5	20,0	16	57,2	185
0-300	0,02	64	0,04	403	64	27,5	22,0	20	70,2	370

Tabulka 9: Technické parametry měřítka s kruhovým číselníkem

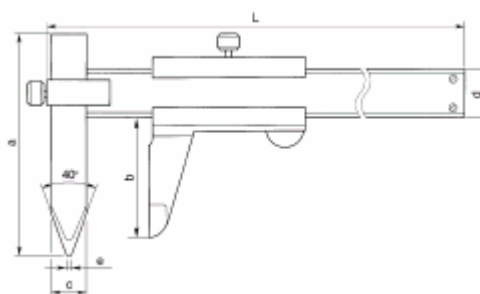
3. 4 ZVLÁŠTNÍ POSUVNÁ MĚŘÍTKA

Posuvné měřítko na měření vzdálenosti střed otvoru / hrana

- Vysoká přesnost dle výrobní normy
- Nonius 0,05 mm



Obrázek 40: posuvné měřítko na měření vzdálenosti střed otvoru / hrana



Obrázek 41: Technický popis

Rozsah měření mm	Misní chyba mm	L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	e Ø mm	Hmotnost g
5-300	0,05	393	100	64	10	20	1	320

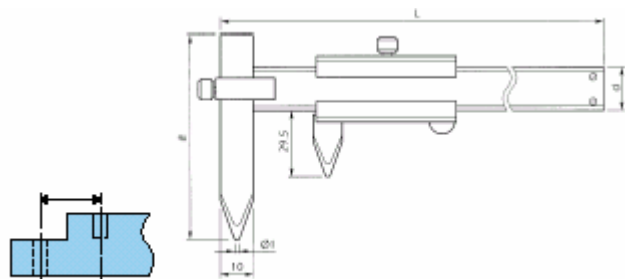
Tabulka 10: Technické parametry měřítka na měření střed otvoru / hrana

Posuvná měřítka s posuvnou měřicí čelistí na měření vzdálenosti otvorů

- Přesnost dle výrobní normy
- Číslicový krok 0,01 mm
- Čelisti pro vnější a vnitřní měření malých otvorů a úzkých drážek
- Stěrka nečistot na posuvné části



Obrázek 42: Posuvné měřítko na měření vzdálenosti otvorů



Obrázek 43: Technický popis a způsob měření

Rozsah měření mm	Č.	Mezní chyba mm	L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	Hmotnost g
10–150	573–105–10	0,03	229	75	30	10	16	1	147
10–200	573–106–10	0,03	282	75	30	10	16	1	167

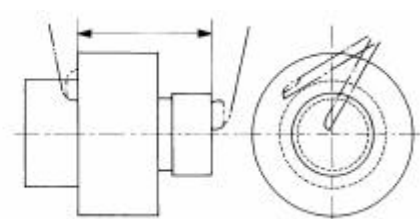
Tabulka 11: Technické parametry měřítka na měření vzdálenosti otvorů

Posuvné měřítko s výkyvnou čelistí

- Na měření složitých tvarů výrobků (viz. Obrázek 45)
- Nonius 0,05 mm



Obrázek 44: Posuvné měřítko s výkyvnou čelistí



Obrázek 45, 46: Příklad použití

Rozsah měření mm	Mezní chyba mm	Nonius mm	Vytočení °	Hmotnost g
0–200	0,05	0,05	± 90°	190

Tabulka 12: Technické parametry měřítka s výkyvnou čelistí

Posuvné měřítko na vnitřní příčné drážky

- Přesnost dle výrobní normy
- Nonius 0,02 mm



Obrázek 47: Měřítka na vnitřní příčné drážky

Rozsah měření mm	Mezní chyba mm	Nonius mm	L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	Hmotnost g
vnější 0–200; vnitřní 10–200	0,03	0,02	320	12	28	4	11	5	170

Tabulka 13: Technické parametry měřítka na vnitřní příčné drážky



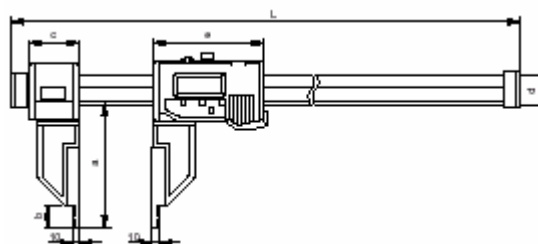
Obrázek 48: Příklad použití měřítka na vnitřní příčné drážky

Dílenské měřítko

- přesnost dle výrobní normy
- číslíkový krok 0,01 mm
- vzdálenost měřících ploch pro vnitřní měření 20 mm
- maximální rychlost posuvu 1600 mm/s



Obrázek 49: Dílenské posuvné měřítko



Obrázek 50: Technický popis

Rozsah měření mm	Délka měř. čelistí mm	Měrná chyba mm	L mm	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	Hmotnost g
0-450	100	0,05	640	100	18	41,2	25	91,8	600
0-600	100	0,05	790	100	18	41,2	25	91,8	670

Tabulka 14: Technické parametry dílenského posuvného měřítka

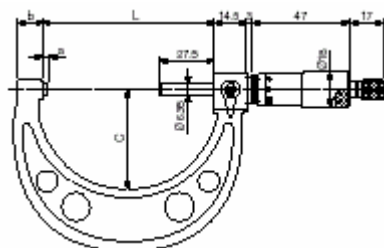
4 DRUHY MIKROMETRŮ

4. 1 TŘMENOVÝ MIKROMETR

- dělení stupnice 0,01 mm
- vřeteno stoupání vřetene 0,5 mm s aretací
- měřící síla 5 – 10 N (od 100 mm 5 – 15 N)



Obrázek 51: Třmenový mikrometr



Obrázek 52: Technický návrh třmenového mikrometru

Rozsah měření mm	L mm	a mm	b mm	c mm	Hmotnost g
Přesnost: DIN 863-1					
0- 25	30,3	28	9	28	175
25- 50	55,3	28	10	38	215
50- 75	80,3	28	12	49	315
75-100	105,3	28	14	60	375
100-125	132,8	5,3	17	79	515
125-150	158,2	5,7	19	94	665
150-175	183,6	6,1	20	106	720
175-200	208,8	6,3	19	118	920
200-225	234,2	6,7	18	130	1080
225-250	258,0	5,5	18	143	1255
250-275	284,0	6,5	18	156	1405
275-300	309,0	6,5	18	169	1565
300-325	353,0	18,0	28	187	1985
325-350	378,0	18,0	28	199	2155
350-375	403,0	18,0	28	212	2305
375-400	428,0	18,0	28	224	2455
400-425	453,0	18,0	28	236	2715
425-450	478,0	18,0	28	248	2965
450-475	503,0	18,0	28	261	3215
475-500	528,0	18,0	28	273	3450
Přesnost: výrobní norma; Mezní dyba: $(1 + L/75) \mu m$ L je max. měřid délka v mm					
500-525	575,0	40,0	28	307	4060
525-550	575,0	15,0	28	307	4080
550-575	625,0	40,0	28	332	4500
575-600	625,0	15,0	28	332	4525
Třecí bubínek; Přesnost: DIN 863-1					
0- 25	30,3	28	9	28	175
25- 50	55,3	28	10	3	215

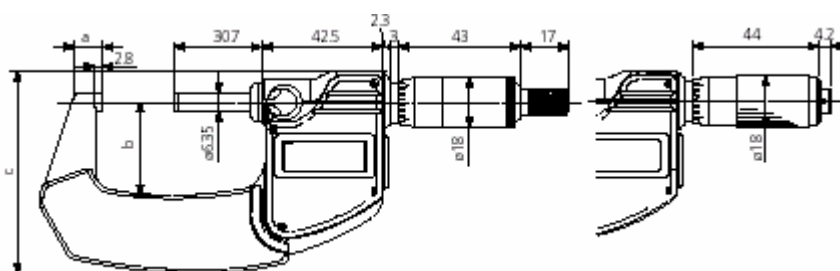
Tabulka 15: Technické parametry třmenového mikrometru

4. 2 DIGITÁLNÍ TŘMENOVÝ MIKROMETR

- přesnost dle DN 863 – 1
- číslíkový krok 0,001 mm
- měřící síla 5 – 10 N



Obrázek 53: Digitální mikrometr



Obrázek 54: Technický návrh digitálního mikrometru

Rozsah měření	Číselný krok	Mezní chyba*	Rehtačka	Bubínková rehtačka	Tříd bubínek	Výstup dat
mm	mm	μm				
0- 25	0,001	2				
25- 50	0,001	2				
50- 75	0,001	3				
75-100	0,001	3				
0- 25	0,001	2				
25- 50	0,001	2				
50- 75	0,001	3				
75-100	0,001	3				
0- 25	0,001	2				
Sady						
0- 50	0,001					
0- 75	0,001					
0-100	0,001					

Tabulka 16: Technické parametry digitálneho mikrometru

4. 3 TŘMENOVÝ MIKROMETR VE ZVLÁŠTNÍM PROVEDENÍ

Mikrometr s výměnými měřicími doteky pro variabilní měřicí rozsah



Obrázek 55: mikrometr s výměnými doteky

- Přesnost dle výrobní normy, mezní chyba 4 μm
- Číslicový krok 0,001 mm
- Měřicí síla 5 – 10 N (10 –14 N nad 300 mm)
- Stupnice $\varnothing$ 18 mm (do 300 mm)
- $\varnothing$ 21 mm (nad 300 mm)
- Vřeteno $\varnothing$ 6,35 mm (do 300 mm)
- $\varnothing$ 8 mm (nad 300 mm)

stoupání vřetene 0,5 mm

Rozsah měření mm	Výměnné doteky	Nastavovací měřky	Hmotnost kg
0– 150	6	5	1,35
150– 300	6	6	2,65
300– 400	4	4	3,31
400– 500	4	4	4,81
500– 600	4	4	6,35
600– 700	4	4	7,72
700– 800	4	4	9,08
800– 900	4	4	10,41
900–1000	4	4	11,78

Tabulka 17: Technické parametry mikrometru s výměnými doteky

Mikrometr s osazenými měřicími plochami

- Na měření drážek, zápichů, drážkovaných hřídelů, tvarovaných dílů
- Přesnost dle výrobní normy
- Dělení stupnice 0,01 mm
- Měřicí síla 5 – 10 N



Obrázek 56: Mikrometr s osazenými měřicími plochami

Rozsah měření mm	č.	$\varnothing/d$ mm	Hmotnost g
0– 25	111–115	10/3	205
25– 50	111–116	10/3	305
50– 75	111–117	10/3	370
75–100	111–118	10/3	500
0– 25	111–215	5/2	205

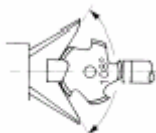
Tabulka 18: Technické parametry mikrometru s osazenými měřicími plochami

Mikrometr pro měření nástrojů s pěti břity

- Přesnost dle výrobní normy
- Dělení stupnice 0,01 mm
- Prizmatický úhel pro nástroje se třemi břity: 108°
- Měřicí síla 5 – 10 N



Obrázek 57: mikrometr pro měření nástrojů s pěti břity



Obrázek 58: Způsob měření

4. 4 PASAMETR

Pasametr lze označit jako nastavitelnou obkročnou měрку, kterou lze používat jak pro sériové měření rotačně symetrických dílů jako jsou hřídele, osy, čepy atd., ale také na měření tloušťky a délky.

Pasametr s přesným úchylkoměrem

- přesnost dle výrobní normy
- mezní chyba 1 μm
- dělení stupnice 0,001 mm
- rozsah zobrazení úchylkoměru $\pm 0,06$ mm
- rovinnost 0,3 μm
- měřicí síla 5 – 10 N



Obrázek 59: Pasometr s přesným úchylkoměrem

Rozsah měření mm	Rovnoběžnost μm	L mm	D mm	Hmotnost g
0–25	0,6	31	25,0	740
25–50	0,6	56	35,0	840
50–75	1,0	81	47,5	950
75–100	1,0	106	62,0	1080

Tabulka 19: Technické parametry pasometru s přesným úchylkoměrem

4. 5 VNITŘNÍ MIKROMETR

- přesnost dle výrobní normy
- dělení stupnice 0,01 mm
- stoupání vřetene 0,5 mm
- měřicí síla 5 – 10 N
- mezní chyba 5, 6 μm



Obrázek 60: Vnitřní mikrometr analogový



obrázek 61: Vnitřní mikrometr digitální

4. 6 PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO TŘMENOVÉ MIKROMETRY

Nastavovací měrky

- Na kontrolu a nastavení třmenových mikrometrů všech typů s rozsahem měření od 25 mm
- Rovinnost $0,3 \mu\text{m}$
- Rovnoběžnost $2 \mu\text{m}$



Obrázek 62: Nastavovací měrky

Zkušební sady pro třmenové mikrometry



Obrázek 63: Zkušební sada

Vložky a měřicí drátky na měření závitu

- Vložky se nasazují na vřeteno a měřicí dotek třmenového mikrometru
- Třídrátový způsob měření slouží pro určení střední závitu a patří k nejpřesnějším měřicím metodám
- Tolerance průměru $\pm 1 \mu\text{m}$
- Obsahuje 18 párů vložek od $\varnothing 0,170 \text{ mm}$ do $\varnothing 3,200 \text{ mm}$
- Pro kontrolu odchylek mikrometrů podle DIN 863
- Jmenovitý rozměr: 2,5; 5,1; 7,7; 10,3; 12,9; 15,0; 17,6; 20,2; 22,8; 25
- Počet v sadě 10
- V sadě optické rovinné sklíčko o rozměru 12 mm a $\varnothing 30 \text{ mm}$



Obrázek 64: vložky a měřicí drátky

Interferenční skla

- Na kontrolu rovnoběžnosti měřících ploch
- Rovinnost 0,1 μm
- Rovnoběžnost 0,2 μm
- Průměr 30 mm



Obrázek 65: Interferenční skla



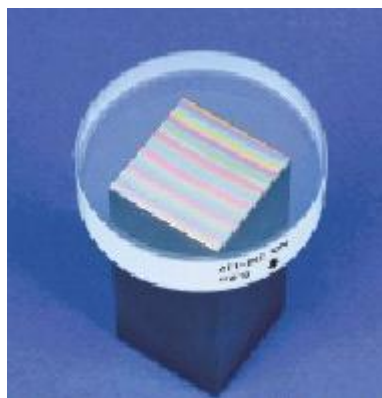
Obrázek 66: Použití interferenčních skel

Optické měrky

- Na kontrolu rovinnosti ploch
- Rovinnost 0,1 μm



Obrázek 67: Optické měrky



Obrázek 68: Použití optických měrek

5 PROTOKOLY MĚŘENÍ

5. 1 Kontrola posuvného měřítka

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta pedagogická
Katedra fyziky
Ústav technické výchovy
Na sádkách 55, České Budějovice 370 10

JCU-PF
Laboratoř:j217
Semestr:3ZS
Rok:2006
Číslo úlohy:3

Laboratoř j217

Kontrola posuvného měřítka

Jiří Rout

10. března 2006

Měření provedeno:	2006-02-23
Vedoucí práce:	PaedDr. Bedřich <u>Veselý</u>
Měření provedl:	Jiří <u>Rout</u>
Zpracoval:	Jiří <u>Rout</u>

ABSTRAKT

Cílem měření je stanovit přesnost posuvného měřítka. Měření se provádí s posuvným měřítkem a základními měrkami.

OBSAH

TITULNÍ LIST	1
ABSTRAKT	2
OBSAH	2
0. ZADÁNÍ	3
1. TEORETICKÝ ROZBOR	3
2. POSTUP MĚŘENÍ	4
2.1 POMŮCKY	4
3. NAMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ HODNOTY	4
3.1 GRAF	5
4. ZÁVĚR PROTOKOLU	6

0. ZADÁNÍ

- a) Určit přesnost posuvného měřítka
- b) Provést kontrolu rovnoběžnosti a kolmosti měřících čelistí a kontrolu rovnosti hlavního měřidla
- c) Zkontrolovat přesnost základní stupnice nóniů pomocí základních měrek, vypočíst chybu měření a určit korekční křivku
- d) Stanovit rozměry daného tělesa a vypočíst chybu měření

1. TEORETICKÝ ROZBOR

Provedeme kontrolu základního měření daného rozměru, sestojíme korekční křivku. Rozměry tělesa určíme z 10 měření. Dle daných vztahů určíme aritmetický průměr a chybu měření.

Aritmetický průměr:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Prabděpodobná chyba:

$$v = \pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i)^2}{n}}$$

Výsledná chyba:

$$X = x \pm v$$

2. POSTUP MĚŘENÍ

2.1 POMŮCKY

Posuvné měřítko, základní měrky, zkušební těleso

3. NAMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ HODNOTY

1) Hlavní stupnice

Měřený rozměr	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Výsledný rozměr	14	29,5	44	59,95	74	8,9	104,5	119	134	149,5
Úchylka stupnice	-1	-0,5	-1	-0,05	-1	-0,1	-0,5	-1	-1	-0,5

2) Nónius

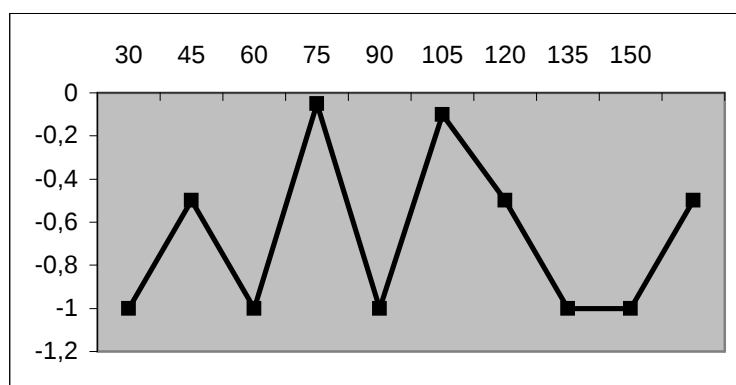
Měřený rozměr	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3
Výsledný rozměr	2,05	2,15	2,25	2,35	2,45	2,55	2,65	2,75	2,85	2,95
Úchylka stupnice	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05

3) Výsledky naměřených hodnot

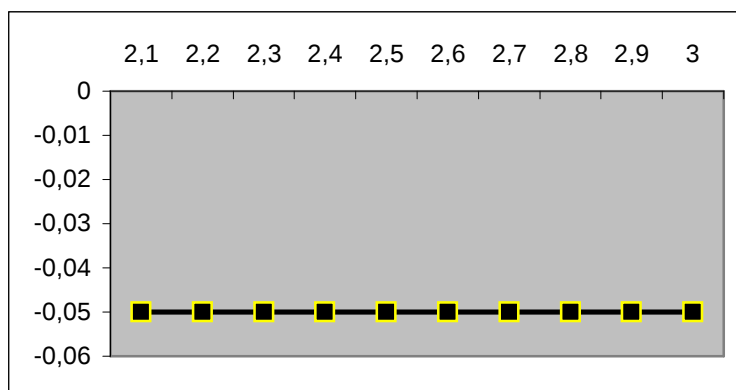
Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x
Naměřené hodnoty	31,9	31,8	31,95	31,85	31,85	31,9	31,95	31,8	31,9	31,95	31,885
x_i^2	0,015	-0,085	0,065	-0,035	-0,035	0,015	0,065	-0,085	0,015	0,065	x
x_i^2	$2,25 \cdot 10^{-4}$	$7,225 \cdot 10^{-3}$	$4,225 \cdot 10^{-3}$	$1,225 \cdot 10^{-3}$	$1,225 \cdot 10^{-3}$	$2,25 \cdot 10^{-4}$	$4,225 \cdot 10^{-3}$	$7,225 \cdot 10^{-3}$	$2,25 \cdot 10^{-4}$	$4,225 \cdot 10^{-3}$	0,03025

3.1 GRAF

1) Pro hlavní stupnici (korekční křivka)



2) Pro nónius (korekční křivka)



4. ZÁVĚR PROTOKOLU

Při kontrole rovnoběžnosti a kolmosti jsme zjistili, že měřidlo je nevyhovující. Při měření na průsvit je možno vidět nepřesnosti. Z korekční křivky je patrné, že posuvné měřítko ukazuje rozdílné hodnoty než ve skutečnosti.

Rozměr vzorku při měření tímto měřidlem je $31,885 \pm 0,0122$

5. 2 Měření pasametrem

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta pedagogická
Katedra fyziky
Ústav technické výchovy
Na sádkách 55, České Budějovice 370 10

JCU-PF
Laboratoř:j217
Semestr:3ZS
Rok: 2006
Číslo úlohy: 2

Laboratoř j217

Měření pasametrem

Jiří Rout

10. března 2006

Měření provedeno:	2006-03-01
Vedoucí práce:	PaedDr. Bedřich <u>Veselý</u>
Měření provedl:	Jiří <u>Rout</u>
Zpracoval:	Jiří <u>Rout</u>

ABSTRAKT

Cílem měření je vybrat v řady destiček ty, které vyhovují danému rozměru. Měření se provádí na pasametru.

OBSAH

TITULNÍ LIST	1
ABSTRAKT	2
OBSAH	2
0. ZADÁNÍ	3
1. TEORETICKÝ ROZBOR	3
2. POSTUP MĚŘENÍ	4
2.1 POMŮCKY	4
3. NAMĚŘENÉ HODNOTY	4
4. ZÁVĚR PROTOKOLU	5

0. ZADÁNÍ

Z řady destiček (č. 1 – 36) vyberte pro měření ty, které vyhovují danému rozměru s požadovanou tolerancí (např. $5,7 \pm 0,03 \text{ mm}$)

1. TEORETICKÝ ROZBOR

Pasometr patří mezi měřidla s mechanickými úchylkoměry, která se skládají z vlastního úchylkoměru a zařízení, umožňujícího vlastní snímání měřeného rozměru součásti. Tato měřidla se dělí podle konstrukce mechanismu úchylkoměru. Podle účelu použití se rozdělují na měřidla pro vnější rozměry, vnitřní rozměry a pro zvláštní účely.

Pasometr (ÚN 25 1875) je stavitelné měřidlo pro vnější délkové rozměry které má obě měřicí čelisti pohyblivé. Jedna čelist je přestavitelná pomocí mikrometrického šroubu a posuv druhé pohyblivé části se přenáší na ručičku vestavěným pákovým a ozubeným převodem. Naměřená úchylka se odečítá (ve zvětšeném poměru) na číselníku. Měřicí rozsah úchylkoměru je 0,08 mm. Dovolená chyba úchylkoměru je $\pm 1,5 \mu\text{m}$.

Pasometrů se používá při sériové a hromadné výrobě k rychlé kontrole vnějších rozměrů porovnávacím způsobem. K nastavení požadovaného rozměru se použije základních měrek rovnoběžných nebo vzorku.

2. POSTUP MĚŘENÍ

- 1) Pomocí základních měrek rovnoběžných provedeme nastavení pasometru tak, že mezi měřicí čelisti vložíme měrky s požadovaným rozměrem (např. 5,7 mm) a posouvací maticí otáčíme tak dlouho, až ručička úchylkoměru ukazuje na nulu. V této poloze se stavitelná (posouvací) čelist zajistí dotažením další tvz. Přitažné matice. Pomocí tlačítka několikrát odlehčíme druhou, pohyblivou čelist a tak zkontrolujeme stálost nastaveného rozměru. Základní měrky i měřené součásti se vkládají i vyjímají pouze při stlačeném tlačítku !!!
- 2) Na číselníku nastavíme pomocí dvou malých pohyblivých značek požadovanou toleranci + 0,02 a – 0,03 mm.
- 3) Provedeme kontrolu rozměrů daných destiček č. 1 – 36. Požadovanému rozměru vyhovují ty, u nichž ručička na číselníku leží mezi nastavenou tolerancí.
- 4) Zapišeme čísla destiček , jejichž rozměry (tloušťka) jsou v mezích požadované tolerance, menších a větších než povolují mezní úchylnky

2.1 POMŮCKY

Základní měrky rovnoběžné nebo vzorek , stojánek pro upnutí pasometru.

3. NAMĚŘENÉ HODNOTY

M – menší rozměr
V – větší rozměr
T – v toleranci

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
M	V	V	V	M	T	M	M	M	V	M	V	M	M	T	M	V	M	M	T	V	V	V	M	T	M	M	M	T	V	V	V	V	T	M	M

4. ZÁVĚR PROTOKOLU

V této úloze jsme si vyzkoušeli práci s passametrem, provedli jsme jeho nastavení a kontrolu destiček. Změření vzorků č. 1 – 36 jsme zjistili, že :

- 1) vzorky v toleranci – 6, 15, 20, 25, 29, 34
- 2) vzorky menší – 1, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 24, 26, 27, 28, 35, 36**
- 3) vzorky větší – 2, 3, 4, 10, 12, 17, 21, 22, 23, 30, 31, 32, 33**

tyto vzorky jsou rovněž vyhovující – po dalším opracování

Z výsledků měření je zřejmé, že z celkového počtu 36 kontrolovaných destiček je plně vyhovující (v toleranci) 6.

5. 3 Měření na optimetru ZEIS

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta pedagogická
Katedra fyziky
Ústav technické výchovy
Na sádkách 55, České Budějovice 370 10

JCU-PF
Laboratoř:j217
Semestr:3ZS
Rok:2006
Číslo úlohy:1

Laboratoř j217

Měření na optimetru ZEIS

Jiří Rout

10. března 2006

Měření provedeno:	2006-03-08
Vedoucí práce:	PaedDr. Bedřich <u>Veselý</u>
Měření provedl:	Jiří <u>Rout</u>
Zpracoval:	Jiří <u>Rout</u>

ABSTRAKT

Cílem měření je stanovit rozptyl přístroje pomocí základních měrek. Měření se provádí na optimetru ZEIS.

OBSAH

TITULNÍ LIST	1
ABSTRAKT	2
OBSAH	2
0. ZADÁNÍ	3
1. TEORETICKÝ ROZBOR	3
2. POSTUP MĚŘENÍ	3
2.1 POMŮCKY	3
2.2 POUŽITÉ VZORCE	3
3. NAMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ HODNOTY	4
3.1 VÝSLEDNÉ HODNOTY	5
4. ZÁVĚR PROTOKOLU	5

0. ZADÁNÍ

1. Zjistit rozptyl přístroje pomocí základních měrek. Na témž místě měrku změřit desetkrát a podle vzorce určit rozptyl. Rozptyl přístroje nemá překročit 0,1 milimetru.
2. Provést kontrolu rovnoběžnosti základních měrek. Měrku proměřit postupně na obou koncích a potom uprostřed měrky, opět měření provést desetkrát. Na všech místech vypočítat aritmetický průměr a porovnat s ostatními.
3. Zkontrolovat rozměry několika měrek srovnáním s normálem. Jednotlivou měrku použít jako normál a soustavu několika měrek o stejné celkové hodnotě jako normál. Opakovaným měřením normálu i soustavy měrek (opět desetkrát), určit odchylku vzniklou skládáním rovnoběžných měrek od normálu.

1. TEORETICKÝ ROZBOR

Optimetry patří k vysoce přesným přístrojům pro měření délkových rozměrů. Používají se zejména při kontrole jiných měřidel, měří porovnávací metodou. Principem optimetru je mechanicko-optický převod. Běžně pracují s přesností na mikrometry, v našem případě s přesností na 0,2 mikrometru.

2. POSTUP MĚŘENÍ

2.1 POMŮCKY

optimetr, základní měrky

2.2 POUŽITÉ VZORCE

rozptyl:
$$R = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

aritmetický průměr normálu x_{1N} , x_{2N} a sestavy x_v střední hodnota z obou řad měření normálu:

$$\bar{x}_N = (x_{1N} + x_{2N}) / 2$$

odchylka rozměru zlomku od skutečné hodnoty normálu:

$$D = x_v - \bar{x}_N$$

3. NAMĚŘENÉ A VYPOČTENÉ HODNOTY

1.

Měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odchylka v	0,1	0,4	0	0,1	0,2	0	0,1	0	0,1	0

$$R = \pm 0,1 \text{ mm}$$

2.

Měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odchylka 1	0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	0	-0,1	-0,1	0
Odchylka 2	0	-0,2	-0,1	-0,2	0	-0,1	-0,1	0	-0,1	-0,1
Odchylka 3	0	-0,1	-0,1	0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0

Odchylka 1 = 1 konec $x = 0,1 \text{ mm}$

Odchylka 2 = střed..... $x = 0,2 \text{ mm}$

Odchylka 3 = 2 konec..... $x = 0,1 \text{ mm}$

3.

Jmenovitá hodnota normálu: 3 mm

Skladba měrek: 2 mm + 1 mm = 3 mm

Měření odchylky normálu

Měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odchylka	0	0,2	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0	0,1	0,1

Aritmetický průměr..... $x_{1N} = 0,1 \text{ mm}$

Měření odchylky sestavy

Měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odchylka	1,4	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2

Aritmetický průměr..... $x_s = 1,3 \text{ mm}$

Měření odchylky sestavy

Měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odchylka	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6	2	1,8	2	2

Aritmetický průměr..... $x_{2N} = 1,82 \text{ mm}$

3.1 VÝSLEDNÉ HODNOTY

$$x_N = (x_{1N} + x_{2N}) / 2 = \underline{\underline{0,96 \text{ mm}}}$$

$$\Delta = x_s - x_N = \underline{\underline{0,34 \text{ mm}}}$$

4. ZÁVĚR PROTOKOLU

Nastavení přístroje i samotné měření jsou velmi citlivá. Proto jsou měření poměrně pracná a velmi snadno dojde k nepřesnostem při měření.

Zjistili jsme rozptyl měření, který odpovídá stanovené mezi. Vzhledem k naměřené chybě v prvním úkolu můžeme měрку považovat za rovnoběžnou.

V tomto měření jsme zjišťovali odchylku sestavy měrek od měřky základní a ta činí 0,34 μm.

6 ANOTACE PRÁCE

Tato práce byla vypracována jako metodická pomůcka, která pomůže studentům lépe pochopit práci s přesnými měřicími pomůckami. Tato práce zahrnuje protokoly měření v nové evropské normě. Předpokladem této práce je umístění na E – Learning studijního serveru Jihočeské univerzity E – Amos.

This labor has been elaboration like methodical facilitation, that give the glad hand student better understand labor with exact square. This labor covers proceeding measuring in new European standard specifications. Groundwork these labor is placed on E – Learning study server Jihoceske university E – Amos.

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá principem měření velmi přesnými měřidly. Představuje zacházení a správné odečítání z posuvného měřítka, mikrometru, pasometru a optimetru. Dále ukazuje nedílné součásti těchto měřidel, které zajišťují jejich kontrolu přesného měření, a práci s nimi. Jsou to koncové měrky, kalibry, hloubkoměrné můstky, měřící drátky na měření závitu, interferenční skla a optické měrky. Přesnost měřidel je v této bakalářské práci udávána v normě DIN jelikož české normy nejsou v tomto zaměření přesně definované a vychází právě z normy DIN. Jádro této bakalářské práce tvoří dobrou pomůcku pro studenty při laboratorních měření. Tvoří metodický návod na jednotlivá délková měření. Návod vychází z dlouhodobé zkušenosti laboratoře KOVO pedagogické fakulty norem evropské unie. V metodických návodech je kladen důraz na přehlednost, jednoznačnost a názornost. Do metodických návodů byli použity typické obrázky pro daná měření. Metodika zpracování na měření dat a jejich prezentaci. Problematika byla konzultována s odborníky z praxe a konfrontována s odbornou literaturou.

8 LITERATURA

- | | | |
|-----|--|---|
| [1] | Hansa, M.: | Nejpřesnější mechanismy, státní nakladatelství
technické literatury, Praha, 1964, DT 621.8 - 23 |
| [2] | Tatar, M.: | Ultrazvuk ve strojírenství, státní nakladatelství
technické literatury, Praha, 1962, DT 620.179.16 |
| [3] | TESA RENENS : | Přesné měřicí přístroje, 1965, |
| [4] | Hruška, K. : | Přehled požadavků na uspořádání technické zprávy a
výsledků měření podle mezinárodních normativních
předpisů. VUT, Brno, 2001, ISBN 80-214-1874-5 |
| [5] | www.mitutoyo.cz | - katalog měřících přístrojů novinky
2005 |
| [6] | www.presnemereni.cz | |