

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh učebního textu pro obor Strojírenství – téma: měřidla a měření

Draft of textbook for engineering specialization – topic: gauges and measurement

STUDIJNÍ PROGRAM

Specializace v pedagogice

STUDIJNÍ OBOR

Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.

JAN

JEŽEK

2021



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Ježek** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **484235**
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**
Zadávající katedra/ústav: **Institut pedagogických a psychologických studií**
Studijní program: **Specializace v pedagogice**
Studijní obor: **Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh učebního textu pro obor Strojírenství - téma měřidla a měření

Název bakalářské práce anglicky:

Draft of a Textbook for Engineering Specialization - Topic Gauges and Measurement

Pokyny pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je vytvořit učební text pro výuku měřidel a měření pro obor Strojírenství. Bakalářská práce bude rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část se bude týkat rozvoje měřidel a měření, současnými požadavky na metrologii ve strojírenském průmyslu, vhodnými výukovými metodami a pomůckami. Praktická část bude zaměřena na tvorbu učebních textů pro výuku měřidel a měření pro obor Strojírenství.

Seznam doporučené literatury:

BUMBÁLEK.L. a kolektiv. Kontrola a měření. 1.vyd. Praha: Informatorium, 2009. ISBN 978-80-7333-072-9
ČECH, J., PERNIKÁŘ.J., PODANÝ.K., Strojírenská metrologie. 5.vyd. Brno: VÚT, 2009. ISBN 978-80-214-4010-4
FISCHER.U. a kolektiv. Základy strojnictví. 1.vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2004. ISBN 80-8670609-5
ŘÁSA.J., HANĚK.V., KAFKA.J., Strojírenská technologie 4. 1.vyd. Praha: Scienta, 2003. ISBN 80-7183-284-7
VANĚČEK, David a kolektiv. Didaktika odborných předmětů. 1.vyd. Praha: ČVUT,2016. ISBN 978-80-01-05991-3

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

doc. Ing. David Vaněček, Ph.D., katedra inženýrské pedagogiky

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **25.01.2021** Termín odevzdání bakalářské práce: **29.04.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2022**

doc. Ing. David Vaněček, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Petr Svoboda, Ph.D., ING.PAED.IGIP
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

JEŽEK, Jan. Návrh učebního textu pro obor Strojírenství-téma měřidla a měření. Praha: ČVUT 2021.
Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 19. 04. 2021

Podpis:

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu práce panu doc. Ing. Davidu Vaněčkovi, Ph.D. za vedení, ochotu, konzultace, cenné rady a připomínky při tvorbě této práce. Dále děkuji firmě Proofest International s.r.o. za poskytnutí měřidel. V neposlední řadě děkuji rodině a přátelům za podporu a trpělivost.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je vytvořit učební text pro výuku měřidel a měření pro obor Strojírenství. Bakalářská práce bude rozdělená na část teoretickou a praktickou. Teoretická část se bude týkat oboru Strojírenství, současnými požadavky na absolventy ve strojírenském průmyslu, vhodnými výukovými metodami, tvorbou textu, cíli a pomůckami. Praktická část bude zaměřena na tvorbu učebních textů pro výuku měřidel a měření pro obor Strojírenství.

Klíčová slova

Text, popis, výuková metoda, tvorba textu, cíl, rešerše, metrologie, měřidla, měření, kalibrace, kontrola, nonius.

Abstract

The aim of the bachelor thesis is to make a textbook for teaching Gauges and Measurement for Engineering specialization. The thesis is divided into theoretical and practical parts. The theoretical part contains information about Engineering specialization, current requirements for graduates in engineering, appropriate teaching methods, text creation, targets and tools. The practical part is focused on making a textbook for teaching Gauges and Measurement as a subject for Engineering specialization.

Key words

Text, description, teaching methods, text creation, target, research, metrology, gauges, measurements, calibration, inspection, nonius.

Obsah

1	Úvod	5
2	Obor Strojírenství	7
2.1	Charakteristika oboru	10
2.2	Uplatnění absolventů	10
2.3	Požadavky strojírenských podniků na absolventy	10
3	Výukové metody	12
3.1	Metody práce s učebnicí, literaturou a textem	12
4	Materiální didaktické prostředky	14
4.1	Učební texty	14
4.2	Tvorba textu	15
5	Cíle výuky a příprava učitele na výuku	18
5.1	Cíle výuky	18
5.2	Příprava na výuku	18
6	Učební materiály	20
6.1	Rešerše učebních materiálů	20
7	Metodický list práce s textem	23
8	Návrhy učebních textů	24
8.1	Metrologie	25
8.2	Měření	27
8.3	Měřidla	30
8.4	Posuvné měřítko	32
8.5	Mikrometrická měřidla	43
8.6	Posouzení učebních textů	51
9	Závěr	52
10	Seznam použité literatury	53
11	Seznam obrázků	55
12	Seznam tabulek	57

1 Úvod

Ať chceme nebo nechceme, s nějakým typem měřidla se za život setká každý z nás.

„Kontrola měření je rozsáhlá disciplína, která zasahuje do všech oblastí života“

(Bumbálek, 2009, s. 9).

Vlastně hned po narození nás dají na váhu a změří délku. Ve škole je trojúhelník s ryskou nezbytností. A v životě vůbec se setkáváme a budeme setkávat s měřidly skoro pořád. Ten, kdo si zvolí pro svou profesní oblast strojírenství, ten se s měřením bude setkávat denně.

V současné době je kladen velký důraz na rychlost, přesnost a aktuálnost. Výjimkou není ani oblast měřidel a měření.

Já osobně jsem vystudoval Střední průmyslovou školu v Pelhřimově. Po ukončení školy a absolvování základní vojenské služby jsem nastoupil do strojírenského podniku a od té doby se setkávám s měřidly každý den. Během své praxe jsem zjistil, že měřidla nejsou jen měření, ale že k tomu je potřeba daleko více úkonů, aby měření bylo akceptovatelné a validní. Dále jsem zjistil, že po absolvování střední školy jsem měl jen minimální znalosti z oblasti měřidel. V současné době je jedna z mých pracovních povinností částečně i pozice metrologa a tím jsem nucen získávat informace z této oblasti. Literatura však neobsahuje jednotný text, který by poskytoval základní informace.

Cílem mé práce proto je vytvořit výukový text pro základní ruční délková měřidla, která se v současnosti běžně používají pro kontrolu obrobků po třískovém obrábění. Ke každému měřidlu bude vypracován text, který bude obsahovat podstatné a komplexní informace o daném měřidle. Komplexními informacemi je myšleno to, že po přečtení a nastudování textu by měl získat student jasnou představu o tom, jak s měřidlem zacházet, a to nejen po stránce samotného měření, ale i z pohledu ostatních důležitých činností, jakými jsou příprava měřidla na měření, kalibrace, jejich zařazení do skupin a s tím spojené pravidelné kontroly.

Práce je rozdělena na dvě části. První teoretická část se týká definice oboru strojírenství a požadavky současného strojírenského průmyslu na absolventy tohoto oboru v oblasti metrologie. Dále se v této části zabývám vhodnými výukovými metodami pro toto téma a tvorbou učebních textů. Druhá praktická část obsahuje již zmíněné učební texty k měření a měřidlům. Tyto texty by měly posloužit ve výuce měřidel k základnímu pochopení této problematiky a měly by být plnohodnotným doplňkem k výkladu učitele. Samozřejmě je počítáno s tím, že žáci nezůstanou pouze u výkladu a výukových materiálů, ale výuka bude doplněna i praktickou částí. Bez praktického nácviku měření a bez změření stovek náměrů se není možné naučit měřit tak, aby výsledek měření byl validní.

TEORETICKÁ ČÁST

2 Obor Strojírenství

Obor strojírenství s kódovým označením 23-41-M/01 patří do kategorie vzdělání úplné střední odborné s maturitou (bez vyučení). Spadá do skupiny oborů strojírenství a strojírenská výroba a výstupním certifikátem je vysvědčení o maturitní zkoušce. (Národní pedagogický institut České republiky, ©2021).

Obsah studia je dán školním vzdělávacím programem (**ŠVP**), který je podřízen rámcovému vzdělávacímu programu (**RVP**). RVP jsou vydávány státem a určují požadavky na vzdělání v jednotlivých oborech. Požadavky jsou především na výsledky vzdělání, které má mít student na konci studia, dále pak na obsah vzdělání a realizaci vzdělání. Školy jsou RVP povinny respektovat při tvorbě vlastních ŠVP. (Národní ústav odborného vzdělávání, ©2021, s.2)

ŠVP zpracovává podrobněji klíčové kompetence žáka a výuková témata. Škola si může rozdělit obsah vzdělávání do předmětů nebo modulů.

„Školní vzdělávací program pro vzdělávání, pro nějž není vydán rámcový vzdělávací program, stanoví zejména konkrétní cíle vzdělávání, délku, formy, obsah a časový plán vzdělávání, podmínky přijímání uchazečů, průběhu a ukončování vzdělávání, včetně podmínek pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami, označení dokladu o ukončeném vzdělání, pokud bude tento doklad vydáván. Dále stanoví popis materiálních, personálních a ekonomických podmínek a podmínek bezpečnosti práce a ochrany zdraví, za nichž se vzdělávání v konkrétní škole nebo školském zařízení uskutečňuje. Školní vzdělávací program vydává ředitel školy nebo školského zařízení. Školní vzdělávací program ředitel školy nebo školského zařízení zveřejní na přístupném místě ve škole nebo školském zařízení; do školního vzdělávacího programu může každý nahlížet a požít si z něj opisy a výpisy, anebo za cenu v místě obvyklou může obdržet jeho kopii. Poskytování informací podle zákona o svobodném přístupu k informacím tím není dotčeno“. (Národní ústav pro vzdělávání, ©2021)

ŠVP pro obory se stejným názvem se na jednotlivých školách mohou lišit, protože se školy mohou v rámci daného oboru při výuce více soustředit na jinou oblast daného oboru. Níže tři vybrané školy, které vyučují obor strojírenství 23-41-M/01, ale mají různé zaměření.

1. SPŠ-SOU Pelhřimov (SPŠ-SOU Pelhřimov, ©2016)

Zaměření oboru:

Softwaru ve strojírenství

- 3D konstrukce strojních zařízení v softwaru CREO a 3D tisk dílů
- 2D kreslení (autocad)
- Tvorba CNC programů
- 3D měření

2.SPŠ strojní a stavební Tábor (SPŠ Tábor, ©2015)

Zaměření oboru:

a) počítačové aplikace pro design a technologii

Specializace: počítačová grafika

- tvorba technické dokumentace
- vizualizace a prezentace projektů (2D a 3D)

Specializace: technický software

- aplikování počítačových systémů
- automatické řízení pro výrobní celky

b) stroje a energie ve stavebnictví

Specializace: Mechanizace stavebnictví

- technologie pro stavební práce
- konstrukce, funkce a možnosti využití strojů

Technická zařízení budov

- principy vytápění a větrání budov
- využití obnovitelných zdrojů

3. SPŠ na Proseku (SPŠ Prosek, ©2017)

Zaměření oboru:

a) průmyslový design a konstrukce vozidel

- návrh a design strojních součástí vozidel
- CNC programování

b) konstrukce a technologie v letectví

- návrh a design strojních součástí letadel
- CNC programování

Jak už bylo zmíněno, **RVP** určuje rámcově jaká oblast výuky by měla v daném oboru proběhnout, ale školy dle zaměření mohou upravit, jaké předměty z této oblasti do výuky zařadí. V tabulce níže vidíme ukázkou transformace **RVP do ŠVP**. Tabulka ukazuje, jak je rámcové vzdělávací téma projektování a konstruování rozděleno do jednotlivých předmětů v ŠVP.

Tabulka 1. Transformace RVP do ŠVP (SPŠ, Prosek, ©2017)

Vzdělávací oblast v RVP	Počet hodin Týden/Celkově	Předmět v ŠVP	Počet hodin Týden/Celkově	Ročník
Projektování a konstruování	18/576	Stavba a provoz strojů	1,25/41,5	2., 4.
		Strojírenská technologie	3,5/120	1., 2.
		Mechanika	4/138	1., 2.
		Fyzika	1/34,5	1.
		Technická dokumentace	5/172	1., 2.
		Počítačové navrhování	2/69	1., 2.
		CAD v konstrukci vozidel	1,25/40	3.

V rámci ŠVP je tvořen i učební plán pro celé studium, který zobrazuje počty hodin pro jednotlivé předměty. Žák tak již před začátkem studia ví, jaké předměty budou během jeho studia vyučovány a v jakém ročníku.

Učební plán pro obor strojírenství viz. tabulka 2.

Tabulka 2. Učební plán (SPŠ-SOU Pelhřimov, ©2016)

Kategorie a názvy vyučovacích předmětů	Počet týdenních vyučovacích hodin					Počet týdenních vyučovacích hodin
	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník	celkem	
Povinné vyučovací předměty						
A. Základní vyučovací předměty	15	16	16	15	62	
Český jazyk a literatura	2	2	3	3	10	316
Cizí jazyk	3	3	3	4	13	410
Občanská nauka	-	1	1	1	3	94
Dějepis	2	-	-	-	2	94
Fyzika	2	2	-	-	4	136
Chemie	-	1	-	-	1	34
Základy ekologie	1	-	-	-	1	34
Matematika	3	3	4	3	13	418
Tělesná výchova	2	2	2	2	8	256
Práce s počítačem	-	2	2	-	4	136
Ekonomika	-	-	1	2	3	86
B. Předměty specializace	17	16	16	16	65	
Technické kreslení	4	2	-	-	6	204
Mechanika	3	2	1	-	6	204
Stavba a provoz strojů	1	4	2	4	11	342
Strojírenská technologie	4	1	1	3	9	282
Kontrola a měření	-	-	2	2	4	120
Elektronika a automatizace	2	1	1	-	4	136
Konstruování na počítači	-	1	3	1	4	274
Programování CNC strojů	-	1	3	1	4	136
Praxe	3	3	3	3	12	384
Volitelné vyučovací předměty						
Volitelný předmět	-	-	-	1	1	26
Počet hodin celkem	32	32	32	32	128	

2.1 Charakteristika oboru

Studenti tohoto oboru získají základní vědomosti z oblasti navrhování a konstruování strojních součástí, přípravků, nástrojů. Seznámí se s výrobními postupy, které se také naučí aplikovat pro výrobní účely. Pro všechny tyto činnosti budou využívat moderní informační a komunikační technologie. Při praktickém vyučování v dílnách se seznámí se základy ručního, strojního obrábění a dále se v laboratořích seznámí s technickými zkouškami materiálů a v neposlední řadě si osvojí základy **měření a metrologie**. Studenti budou seznámeni se zásadami bezpečnosti práce, s ochranou zdraví při práci a s hygienou práce. Získají povědomost o tom, jak plánovat, analyzovat a vykonávat činnosti v profesním, ale i v občanském životě (Národní pedagogický institut České republiky, ©2021).

Student tohoto oboru je směřován tak, aby si během studia vytvořil kompetence k občanskému i profesnímu životu. Mimo jiné jsou mezi odborné kompetence zavedeny i kompetence měřit základní technické veličiny, to znamená, aby absolventi (Národní pedagogický institut České republiky, ©2021):

- používali měřidla a měřící přístroje, vhodně aplikovali běžné způsoby kontroly a měření základních technických veličin
- měřili délkové rozměry, úhly, tvary, vzájemnou polohu ploch a prvků součástí a jakost jejich povrchu
- prováděli zkoušky mechanických vlastností technických materiálů, jednoduché zkoušky jejich technologických vlastností, zkoušky vlastností provozních hmot a materiálů, kontrolu strojních součástí a nástrojů a podíleli se dílčími měřeními na komplexních měřeních a zkouškách strojů a zařízení
- vyhodnocovali výsledky uskutečněných měření a zpracovávali o nich záznamy a protokoly.

2.2 Uplatnění absolventů

Uplatnění najdou absolventi zejména v technických funkcích, hlavně ve strojírenském a automobilovém průmyslu. Mohou pracovat jako konstruktéři, výrobní technici, pracovníci údržby, technologové, mistři výroby, prodejci strojů a také jako **kontrolaři kvality**. Absolventi tohoto oboru mohou také dále studovat na vyšších anebo vysokých školách. Nejčastěji si vybírají pro další studium strojírenské obory, ale také obory dopravy, výpočetní techniky anebo zemědělství a lesnictví (Národní pedagogický institut České republiky, ©2021).

2.3 Požadavky strojírenských podniků na absolventy

V dnešních typech strojírenských podniků je kladen velký důraz na kvalitu. Oddělení kvality zpravidla bývá druhé největší hned za výrobním oddělením.

Jakost (kvalita) se řídí normami ISO, řada 9000 a opírají se o tyto zásady (Čech, Pernikář, Podaný, 2009, s. 4):

1. zaměření na zákazníka
2. vedení a řízení zaměstnanců
3. zapojování zaměstnanců

4. procesní pojetí
5. systémové pojetí managementu
6. neustálé zlepšování
7. rozhodování založené na faktech
8. vzájemně prospěšné dodavatelské vztahy

„Úspěšné vedení a fungování organizace vyžaduje, aby byla směřována a řízena systematickým a jasným způsobem. Úspěch může být výsledkem zavádění takového systému managementu, jehož cílem je neustálé zlepšování výkonnosti organizace, a to na základě potřeb zainteresovaných stran“ (Čech, Pernikář, Podaný, 2009, s. 5).

Jak je uvedeno výše, neustálé zlepšování patří neodmyslitelně k současným výrobním podnikům. Toto se týká i měřidel. Výroba je rychlá, a tak je kladen i větší důraz na rychlost měření. Stará a většinou mechanická měřidla nahrazují digitální. Nejde o to, že by starší měřidla byla nepřesná, ale u digitálních měřidel rychleji odečteme měřenou hodnotu, tím je výrobek rychleji změřen.

Technická kontrola je nedílnou součástí podnikového řízení jakosti. Nejen, že se podílí na vyřazování neshodných kusů, ale také především na předcházení chyb. Náklady, které firma vynaloží na zvýšenou technickou kontrolu, se projeví ve snížení zmetkovitosti. Můžeme ji rozdělit na **vstupní, výrobní, výstupní** a na kontrolu pracovních prostředků (Bumbálek, 2009, s. 11).

Prakticky od vstupu materiálu do výrobního podniku až po hotový výrobek je prováděno mnoho kontrol. Od absolventů strojírenských oborů se očekává, že budou mít znalost základních měřidel a jejich ovládání. Tuto znalost pak budou muset dále rozvíjet. Dnešní doba je, co se průmyslu týká označována jako **průmysl 4.0**. Jedná se v podstatě o **Čtvrtou průmyslovou revoluci**. Tato revoluce má hlavní oblast a tou je automatizace. Automatizují se výrobní procesy a také kontrolní (měřicí) procesy. Upouští se od fyzických kontrol výrobku lidmi a nahrazují je měřicí zařízení. Dochází tak k eliminaci lidského faktoru a tím i snížení reklamací od zákazníků. Z toho důvodu je důležité, aby absolvent strojírenství znal základy metrologie a mohl je tak uplatnit při zaškolování ve výrobním podniku.

3 Výukové metody

„Výuková metoda je záměrný postup nebo způsob didaktického uspořádání obsahu výuky, vyučovací činnosti učitele a učebních aktivit žáka tak, aby směřoval k dosažení stanovených cílů výuky v souladu s didaktickými zásadami a se zásadami organizace výuky“. (Vaněček, 2016, s. 153)

Správné zvolení výukové metody je nedílnou součástí přípravy každého učitele, ať už je to ten, který vyučuje teorii, tak i učitel vyučující praktickou výuku.

Pojem **metoda** pochází z řeckého *methodos* (postup, cesta, způsob) a znamená ve své podstatě manuál, který vede k vytyčenému cíli. Schopnosti a dovednosti toho, kdo podle tohoto manuálu postupuje, by neměly mít vliv na výsledek. Výukové metody patří mezi nejdůležitější části ve výuce a v komunikaci mezi studentem a učitelem. Můžeme ji brát jako výrobní postup, podle kterého postupujeme, abychom dosáhli požadovaných výsledků (Vaněček, 2016, s. 152).

3.1 Metody práce s učebnicí, literaturou a textem

Jsou to metody, které vedou žáky k samostatnosti tím, že si sami najdou potřebnou literaturu nebo text a udělají poznámky.

Práce s textem může mít povahu (Vališová, Kasíková, 2011, s.203):

a) **reproduktivní** – žák si osvojuje informace obsažené v textu

b) **produktivní** – text aktivuje tvořivost žáka:

- svým obsahem
- svým zpracováním
- samotným tvořením textu žákem

Vaněček (2016, s.162) uvádí, že práce s textem by se u žáků měla rozvíjet postupně od základních dovedností ke složitějším takto:

1. čtení krátkého textu a jeho zopakování
2. využívání obrazových materiálů při výkladu a domácí přípravě
3. čtení delších textů a odpovídání na otázky z textu plynoucí
4. čtení textu a zaznamenání hlavních myšlenek
5. popsání závěrů, které text obsahuje
6. analýza a uspořádání faktů z textu
7. osobní postoj k textu
8. porovnání dvou různých textů na stejné téma
9. použití kritického myšlení a tvorba vlastního závěru
10. vlastní rozvoj textu

Důležité v práci učitele je to, aby žák dokázal samostatně pracovat s textovým materiálem. Práci s textem zjednodušuje, když je správně graficky upraven. Tím je myšleno správné členění textu, zvýrazňování důležitých informací a vkládání obrazových materiálů (Vališová, Kasíková, 2011, s.203).

Při práci s textem může vyučující pomoci žákům, tím že pokládá otázky a úkoly takovým způsobem, aby žáci více pronikli do textu a také jim vyučující vysvětluje obraty a termíny, kterým

žáci nerozumí. Nedílnou součástí výuky je vést žáky k práci pomocnou literaturou. Musí se naučit dělat si poznámky a vypisovat důležité informace, hledat zdroje v knihovnách, umět si nové poznatky zobecnit, naučit se kritickému myšlení a umět upotřebit naučené znalosti v praktickém životě (Skalková, 2011, s.194-195).

Mezi učiteli teoretiky převládá mínění, že učebnice jsou hlavně předurčeny pro žáky a učitelé samotní je moc nepotřebují. Toto mínění však vyvrací výzkumy prováděné u nás i v zahraničí a ty dokazují, že učebnice jsou nejdůležitějším zdrojem učitelů pro plánování výuky (Průcha, 2009b, s.293).

Kvalitní výukový text je nedílnou součástí výuky jak z pohledu učitele, tak i žáka. Důležité z pozice učitele je naučit žáky s textem pracovat. Není tím myšleno zadat text žákům a chtít, aby se ho naučili mechanicky a dokázali ho slovo od slova odříkat z hlavy. Důležité je to, aby textu rozuměli a dokázali si z něho vytáhnout to podstatné. Žák by měl text chápat jako učební pomůcku, která mu velice vhodně doplní výklad učitele, a také jako zdroj nových informací.

4 Materiální didaktické prostředky

Výhoda materiálních didaktických prostředků na rozdíl od těch nemateriálních, jakými jsou například metody výuky, forma vyučování atd., je to, že lidé získávají 80 % informací zrakem, 12 % informací sluchem, 5 % informací hmatem a díky ostatním smyslům pouhá 3 procenta informací (Obst, Kalhous, 2002, s. 337).

Rozdělení prostředků materiální povahy (Vaněček, 2016, s. 255-281):

1. Učební pomůcky

- a) vizuální
- b) audio
- c) audiovizuální
- d) dotykové
- e) čichové a chuťové

2. Technické prostředky

- a) základní výukové prostory a zařízení
- b) speciální zařízení a vybavení školy
- c) technické pomůcky
 - počítače, tablety a ostatní multimediální prostředky
 - projekční, zvuková, řídicí technika a systémy
 - zobrazovací a promítací plochy
 - speciální

Průcha (2009a, s.107) uvádí, že: „každý akt vyučování využívá nějaké materiální prostředky, které zajišťují nebo zefektivňují průběh vyučování.“

Materiální a nemateriální didaktické prostředky jsou ve výuce neoddělitelné. Kdyby vyučující měl perfektní znalosti a měl výborně zvládnuté výukové metody, ale nemohl výuku doplnit o názornou ukázkou anebo nějaký text, výsledný efekt na znalosti žáka by nebyl příliš kvalitní. Jako příklad uvedu právě výuku měření. Pokud by výuka nebyla doplněna praktickou částí výuky s reálnými měřidly, žáci by se rozhodně nenaučili nic změřit, pouze by věděli, že nějaká technologie existuje, možná by teoreticky věděli, jak měřidlo použít, ale v praxi by nic nezměřili.

4.1 Učební texty

Učební text je materiální učební pomůcka vizuální. Učební texty doplňují a podtrhují verbální výuku na školách.

Učebnicím a učebním textům pro základní a střední školy uděluje schvalovací doložku Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT) na základě toho, zda jsou vytvořeny v souladu s cíli vzdělávání stanovené školským zákonem, právními předpisy a rámcovými vzdělávacími programy. Školy však mohou využívat k výuce i učebnice a učební texty, které nemají schvalovací doložku, nesmějí být v rozporu s cíli vzdělávání, s rámcovými vzdělávacími programy a právními předpisy. Musí také vyhovovat pedagogickým a didaktickým zásadám o vzdělávání (MŠMT, ©2021).

Učební text nám dává informace jak teoretické, tak i praktické a měl by nám zajistit, že tyto informace si student uchová ve formě nového poznatku. Text cílí na již vytvořené schopnosti studenta, jakými jsou schopnost zaměřit pozornost na text, schopnost čtení neverbálních symbolů, schopnost najít vztahy mezi různými obsahy textu (Höflerová, 2011, s.27).

Učební texty a učebnice jako materiální prostředek pro výuku je i s nástupem moderních technologií nezastupitelný a musí být na rozdíl od jiných textů a publikací správně strukturován a graficky zpracován (Lepil, 2010, s.14).

Důležitou vlastností textů je žáka motivovat a tím tak vytvářet postoj žáka k práci s textem, postoj k učivu a celkově k vyučovanému předmětu. Také je důležité, aby text podněcoval žákovu aktivitu jak ve výuce, tak i při přípravě v domácím prostředí. Tím jsou myšleny zejména cvičení, otázky a úkoly (Lepil, 2010, s.18).

Pokud učitel usoudí, že stávající učební text, který využívá je nedostatečný anebo neaktuální, může vytvořit text vlastní. Je však potřeba dát si pozor na pravidla, která jsou určena pro tvorbu textu.

4.2 Tvorba textu

Vytvoření nového učebního textu předchází nějaký podnět pro jeho vytvoření v tom smyslu, že dosavadní texty neobsahují potřebné informace anebo je třeba text zacílit na konkrétní skupinu anebo konkrétní situaci (Höflerová, 2011, s.27).

Z hlediska toho, aby učebnice anebo učební text měly potřebné didaktické vlastnosti musí splňovat tyto nároky (Lepil, 2010, s.17):

1. **Odborné** (text musí odpovídat vědním poznatkům z dané oblasti)
2. **Didaktické** (musí souhlasit s kurikulem)
3. **Metodické** (správně zvolené nástroje výkladu učiva)
4. **Logické** (členění a struktura učiva)
5. **Psychologické** (přiměřenost k věku žáků)
6. **Lingvistické** (stylistika a jazyková správnost)
7. **Estetické** (grafická podoba)
8. **Hygienické** (přiměřenost obsahu vzhledem k váze a kvalitě papíru)

Vlastnosti učebního textu dle Höflerové (2011, s.29)

1. **Inercialita** je zaměřenost textu. U textů učebních patří k základním věcem. Při tvorbě textu musíme vědět:
 - a) pro koho je text určený
 - b) pro jakou činnost je určený
 - c) jaké změny chceme textem dosáhnout
 - d) jakým stylem toho chceme dosáhnout

2. **Koherence** textu zaručuje, že obsažená témata jsou stejně zaměřená. Obsah textu bude zpracován tak, aby byl dobře zapamatovatelný.
3. **Koheze** textu zajišťuje účinnost textu tím, že použijeme správné vyjadřovací prostředky, které utvoří srozumitelný celek.
4. **Pojmivost** je základním tvořivým prvkem učebních textů. Zde neplatí, že by se neměli opakovat stejné pojmy.

Před začátkem psaní textu bychom si měli vytvořit celkový plán. Správně obsah rozčlenit a zorganizovat tak, abychom vytvořili logicky uspořádaný, smysluplný a pochopitelný text (Čmejková, Daneš, Světlá, 1999, s.148).

Členění textu (Höflerová, 2011, s.14-17)

1. Horizontální členění textu

Jedná se o stylistický název, který se zabývá tím, jak je text členěn do jednotlivých částí. Myšleno je tím například úvod, kapitoly, podkapitoly, odstavce.

2. Vertikální členění textu

V tomto případě je důležité, aby to, co má autor na mysli, bylo v textu přehledné a uspořádané a čtenář tak při jeho četbě doznal poznání.

Vertikální členění textu nám zajišťuje to, že sdělované prostředky jsou významově uspořádány. Správné vertikální uspořádání je velice důležité pro zdůraznění hlavní funkce textu a tím je sdělování. Prostředky, které se používají k tomuto členění, jsou například **velikosti a typy písma, členící znaménka** (tečky, čárky, závorky, uvozovky).

Jak je výše uvedeno, učební text musíme tvořit tak, aby odpovídal látce, kterou v hodinách budeme probírat, a měl by vlastní výklad podporovat. Informace v něm musí být validní, to znamená, že informace v něm musí být ověřené. Svou náročností musí odpovídat mentální úrovni žáků, pro které text připravujeme. Vzhledem k tomu, že se jedná o text určený pro výuku, musí být i pravopisně správný.

Velice důležitá je i **grafická podoba textu**. Text musí být správně členěn. Pokud byl text vytvořen v jednom celku, byl pro žáka nezajímavý. Je potřeba zvýrazňovat nadpisy, tvořit odstavce, pro zvýraznění důležitosti části textu používáme **tučné písmo**, *kurzívu*, podtržítka anebo můžeme text barevně označit. Velice vhodné je do textu také zařadit **piktogramy** (grafické symboly). V tomto případě je dobré na začátku textu vytvořit stránku s piktogramy a k nim vytvořit legendu. Žák se pak v textu snadněji orientuje a dokáže rychleji vyhledat potřebné informace.

Na konec určitého tematického celku je vhodné do textu zařadit **kontrolní otázky** na konkrétní části daného tématu. Tyto otázky může učitel využít k opakujícímu rozhovoru a zároveň při samostudiu si může žák pomoci ních ověřit, jestli danou látku pochopil.

Text také musí splňovat všechny náležitosti co se týká autorských práv a s nimi spojeným citováním jiných autorů. Je to dáno normou **ČSN ISO 690**.

Software pro tvorbu vlastního textu

Pro tvorbu textu používáme nejčastěji pro kancelářské programy Microsoft Office, kterými jsou:

1. **MS Word** (textový editor), který je určen především pro tvorbu textových dokumentů.
2. **MS Excel** (tabulkový procesor), ten není příliš vhodný pro dlouhé texty, ale umožňuje snadnou rychlou tvorbu například tabulek a grafů.
3. **MS PowerPoint** je asi nejvíce využívaným softwarem pro tvorbu výukových materiálů, které se používají k prezentacím. Umožňuje zapracovat do prezentace mnoho vizuálních efektů.

Samozřejmě je na trhu mnoho dalších programů, které umožňují vytváření různých výukových materiálů včetně textů, ale tyto jsou rozhodně nejpoužívanější.

5 Cíle výuky a příprava učitele na výuku

5.1 Cíle výuky

Cílem výuky je myšleno to, kam má výuka směřovat a jaký má být její výsledek.

„Cílem výuky u odborných předmětů jsou výsledné, relativně stálé změny v osobnosti žáka, ke kterým má výuka těchto předmětů na daném typu školy směřovat. Jde o žádoucí změny ve vědomí, chování a postojích žáků projevující se osvojením nových poznatků a dovedností a rozvojem žádoucích rysů osobnosti žáka“ (Vaněček, 2016, s. 112).

Cíle můžeme dělit na obecné a specifické. **Obecné cíle**, jak už je z jejich názvu patrné, určují, čeho by se mělo ve výuce dosáhnout ve společenské rovině. Měly by žáky naučit například spolupracovat s ostatními, plánovat a řídit své učení, naučit se poznávat a rozvíjet vlastní osobnost a také kritickému myšlení. **Specifické cíle** už cílí na konkrétní oblast, na konkrétní témata a tematické celky. Ze specifických cílů vyplývají **dílčí cíle**, které nám určují cíle vyučovacích hodin.

Všechny výše uvedené cíle se také dělí podle toho, na jakou oblast osobnosti žáků jsou zaměřeny. Z tohoto pohledu je dělíme na (Vaněček, 2016, s. 118):

- a) **poznávací cíle** – co by se žáci měli naučit
- b) **činnostní cíle** – jaké činnosti by si žáci měli osvojit
- c) **hodnotové cíle** – vytvářejí osobnost žáků

Učitel vždy musí vědět, jakého cíle chce dosáhnout ve svém předmětu celkově, v jednotlivých tematických celcích a konkrétních vyučovacích hodinách. Cílem odborného předmětu je mnohokrát to, spojit teoretické znalosti s praktickými. Základem je nejdříve probrat teorii a poté začít s praktickou výukou a nácvikem. Podstatou postupného rozvoje žáků v dané oblasti je začít od nejjednodušších úkonů. Mnohdy jde o reprodukci toho, jakým způsobem to provádí vyučující až po automatické ovládnutí činnosti. Konečným cílem většinou bývá, že žák má dobré znalosti a dovednosti a dokáže navrhnout jakým způsobem získané znalosti aplikovat, případně rozvíjet a kombinovat s jinými.

5.2 Příprava na výuku

Příprava na výuku je naprosto nezbytná. Nelze jít na vyučovací hodinu a nevědět, co se bude vyučovat a jakým způsobem. Pokud se v učebním textu objevují obrázky znázorňující konkrétní věc, je dobré, pokud to situace umožňuje, aby text byl doplněn i reálnými ukázkami anebo předměty.

Speciálně ve výuce spojené s praktickým nácvikem je naprosto nezbytné, aby došlo i k reálným ukázkám a žáci si mohli činnost vyzkoušet. Pouze z psaných a obrázkových podkladů by bylo osvojení vyučované látky problémové.

Učitel by si na vyučování měl připravit plán, podle kterého by měl postupovat, aby vyučování bylo efektivní a bylo probráno to, co má být probráno.

Ukázka plánu výuky teoretické a praktické na 1 hodinu:

Tabulka 3. Plán výuky (zdroj autor)

Téma výuky	- vědět co v dané hodině budeme probírat
Cíl výuky	- vědět čeho chceme výukou dosáhnout
Příprava před hodinou	- zajistit učební texty - zajistit pomůcky
Výuka	- případné opakování látky minulé hodiny - představit téma hodiny - motivace žáků = vysvětlit důležitost pro jejich obor - teoretická výuka = práce s textem + praktické ukázky - dotazy žáků (průběžně) - praktická výuka = žáci nacvičují praktickou činnost - kontrolní rozhovor se žáky = opakování - zadání úkolů k procvičení získaných znalostí a dovedností
Časová náročnost	- 1 vyučovací hodina (45 minut)

„Při hledání odpovědí na otázku, jak zajistit, aby byl vzdělávací a výchovný proces co nejefektivnější, si musí učitel v odborném vzdělávání uvědomit význam pojmu efektivní zprostředkování a obsah pojmu vzdělávací a výchovný proces“. (Vaněček, 2016, s. 224)

Jak z výše uvedeného vyplývá, není možné používat v současné době techniky vyučování používané před lety. Doba se mění a pokud chceme současné žáky zaujmout, musíme používat současné techniky vzdělávání.

6 Učební materiály

Literatury, která by se podrobně zabývala metrologií, není mnoho. Je tím myšleno odborné literatury, která by byla zpracovaná odborníky na toto téma. Na internetu můžeme najít spousty informací a také videa, ale jejich odbornost je někdy velice diskutabilní. Vyskytují se v nich neodborné výrazy a nepřesné anebo zavádějící informace.

6.1 Rešerše učebních materiálů

V této podkapitole je výběr několika učebnic, které jsou zaměřeny na výuku měření a měřidel na středních školách. Literatury na toto téma je více, ale vybral jsem tři publikace, které jsou vhodné pro výuku na středních školách a v podstatě reprezentují učebnice na toto téma. Učebnice pro vysoké školy, jsem do těchto rešerší nezahrnoval, protože učební texty jsou tvořeny pro středoškolskou výuku.

1. LEOŠ BUMBÁLEK A KOLEKTIV, *Kontrola a měření*, ISBN 978-80-7333-072-9

Tato publikace je především určena pro vyučování předmětu Kontrola a měření. V učebnici jsou popsána měření, s kterými se můžeme ve strojírenství setkat. Zahrnuje definice metrologie a procesů s ní spojených, měření fyzikálních veličin, měřidla pro měření délek a úhlů, mechanické a technologické vlastnosti materiálů a metalografii. Co se týká základních dílenských měřidel, je zde základní přehled měřidel s obrázky, díky kterým získáme přehled a vizuální představu o tom, jak měřidlo vypadá. Popis měření s měřidly je zde popsán velice stroze a bez vysvětlení anebo reálné ukázky. Bylo by velice obtížné z této publikace pochopit, jak s měřidly pracovat a odečítat náměry.

2. ULRICH FISCHER, *Základy strojírenství*, ISBN 80-86706-09-5

Kniha je překladem z německého originálu. Měřidlům je zde věnováno jen 11 stran a zbytek je věnován ostatním procesům strojírenského průmyslu. V publikaci není definována metrologie jako taková, ale z této oblasti je to zaměřeno na základní dílenská měřidla. Tento popis měřidel je zde zpracován na vysoké úrovni. Čtenář získá podrobný přehled o tom, z jakých částí se měřidlo skládá, k jakým měřením ho lze použít a také se dozví, jak hodnotu z měřidla odečíst. Velice kvalitně je zpracovaná i po grafické stránce. Z obrázků lze velice snadno poznat jak měřidla, ostatní zařízení a procesy pracují.

3. J. ŘÁSA, V. HANĚK, J.KAFKA, *Strojírenská technologie*, ISBN 80-7183-284-7

Měřidlům a měření je v této učebnici věnována jen nepatrná část. Popsáno je zde pouze pár definic z oblasti metrologie, ale co se týká konkrétních měřidel, není zde žádná zmínka. Z hlediska výuky měřidel je tato publikace nevyhovující, ale ostatní oblasti strojírenství jsou zde popsány na dobré úrovni.

Výsledek rešerší

V uvedených publikacích najdeme velice pěkně zpracované základní informace o měřidlech. Získáme přehled o měřidlech a jejich účelu použití, ale ve většině chybí informace o tom, jak měřidlo obsluhovat.

Z uvedených publikací je uživatelsky nejpříjemnější kniha **Základy strojnictví** díky svému grafickému zpracování a pokud by byla doplněna o více definic z oblasti metrologie, patřila by k nejlepším na trhu, co se dílenských měřidel týká.

Z tohoto důvodu jsem se rozhodl zpracovat právě návrh učebních textů, ve kterých budou základní informace z oblasti metrologie, přehled měřidel, ale také to, jak měřidlo správně používat.

PRAKTICKÁ ČÁST

7 Metodický list práce s textem

Učební text měřidla a měření by měl být zařazen do výuky jako učební pomůcka do vyučovacího předmětu **Kontrola měření a do praktické výuky**.

1. Praktická výuka

a) kapitoly k zařazení do této výuky:

- 8.4 Posuvné měřítko
- 8.5 Mikrometrická měřidla

b) zařadit do výuky:

- soustružení
- frézování
- pilování
- dělení materiálu

Zařadit na začátek výuky, kde se žáci budou poprvé seznamovat se zpracováním materiálu, který souvisí s nutností kontroly daným měřidlem.

c) důvod k zařazení:

- doplnění k výkladu učitele a k samostudiu
- nutnost znalosti ovládnání měřidel před kontrolou výrobků

2. Kontrola a měření

a) kapitoly k zařazení do této výuky:

- 8.1 Metrologie
- 8.2 Měřidla
- 8.3 Měření

b) zařadit do výuky:

- zařadit do prvních hodin výuky tohoto předmětu

c) důvod k zařazení:

- doplnění k výkladu učitele a k samostudiu

Metodický list vznikl v návaznosti na učební plán ŠPS a SOU Pelhřimov viz. tabulka 2. Zařazení do výuky na jednotlivých školách se může lišit s ohledem na učební plány jednotlivých škol.

8 Návrhy učebních textů

Použité grafické symboly:



Popis měřidla



Definice



Přesnost měřidla



Zajímavost



Příprava měřidla



Kontrolní otázky



Měření s měřidlem



Příklad



Chyby při měření

8.1 Metrologie



Měřidla, měření s nimi a vlastně vše okolo těchto pojmů se dá souhrnně nazvat výrazem metrologie.

„Metrologie jako nauka o měření má zásadní význam nejen při kvantifikaci různých parametrů jakosti strojírenských výrobků, ale i v dalších oblastech“. (Čech, Pernikář a Podaný 2009, s.3)

Metrologie se soustředí hlavně na (Kučera, 2018, s.39):

1. Jednotky měření

Jsou to jednotky technických a fyzikálních veličin a jejich realizace. Týká se soustavy veličin, soustavy jednotek, definice měřidel, produkce etalonu a jejich uložení. Tato oblast metrologie je nejdůležitější pro zabezpečení jednotnosti a přesnosti měření a měřidel.

2. Měření

Popisuje způsob, jak měřit. Obsahuje měřící postupy a metody. Můžeme sem zařadit teorii o chybách, zpracování náměrů, analýzu náměrů. Jednotnost měření dosáhneme hlavně ucelením metod měření a postupů.

3. Měřidla

Zahrnuje všechny měřící prostředky a s nimi související metrologické vlastnosti.

4. Provozovatelé

Je to obsluha měřidel. Zde jde hlavně o to, jak odečítají naměřené hodnoty, jejich chybovost a její eliminaci.

V metrologii je podstatné vědět co chceme změřit, jakým způsobem to budeme měřit a čím to budeme měřit. Důležité je si uvědomit, jaké měřidlo pro jaký rozměr použijeme. Dále si taky musíme uvědomit, v jakých jednotkách chceme výsledek a dle tohoto také volit měřidlo. Podstatné je také znalost obsluhy a ovládání měřidel. Pokud budeme mít nejmodernější měřidlo a nebudeme ho správně používat, naměřené hodnoty nebudou validní.

Metrologie je nenahraditelná zvláště v těchto odvětvích (Čech, Pernikář a Podaný 2009, s.3):

- aplikační vědy v souvislosti s přírodními zákony
- technologické procesy ve výrobcích (strojírenství, stavebnictví, ...)
- zkoušení a ověřování výrobků
- při kontrole poctivosti v obchodech
- ve sportu
- zabezpečení jednotnosti měření a její přesnosti
- zajišťování zdraví občanů

Důležitost metrologie ve výše uvedených oblastech je zcela opodstatněná. Bez jejího použití by nemohly vznikat nové výrobky a stavby. Nebylo by možné uvádět na trh nové výrobky. Při nakupování v obchodech by se váha zboží musela odhadovat, a tak by docházelo k šizení zákazníků

anebo obchodníků. Ve sportech, jako je například běh, mnohdy rozhodují setiny vteřiny. Pro toto vše a mnoho dalších musí být metrologie jednotná, aby měření dané veličiny probíhalo ve všech částech světa stejně.

Metrologii dělíme do třech základních sektorů (Čech, Pernikář a Podaný, 2009, s.3):

1. vědecká metrologie:

Vyskytuje se v aplikačních vědách a je nápomocná při studiu přírodních zákonů a čerpá z nových poznatků vědy. Také pojednává o etalonech.

2. legální metrologie:

Souhrn norem, předpisů a zákonů o této problematice.

3. praktická metrologie:

Zaobírá se praktickou částí a uvádí měřicí postupy pro danou oblast.

Jedna oblast bez druhé nemůže existovat a je nutné je užívat současně.

Metrologie jako věda o měření obsahuje tři hlavní aktivity (Kučera, 2018, s.20):

1. definice mezinárodně uznaných měřících jednotek (například metr)
2. realizaci jednotek měření vědeckými metodami (například měření laserovým paprskem)
3. tvorba navazujících řetězců na určení hodnot a dokumentaci přesnosti měření včetně této vědomosti (například doložení souvislosti mezi mikrometrickým šroubem v přesné výrobě a základní laboratoří pro optickou metrologii délky)



Historie definice metru (Čech, Pernikář, Podaný, 2009, s.49)

1. **1795** ve Francii byl zaveden metrický systém. Vznikl etalon z platiny, který měl obdélníkový průřez a byl uložen v Louvru.
1 metr = desetimiliontá část kvadrantu poledníku zemského
2. **1870** vyroben nový etalon metru, který měl průřez tvaru písmene X a byla pozměněná definice
1 metr = vzdálenost koncových rysek prototypu metru
3. **1960** pozměněná definice metru:
Metr je délka rovnající se 1 650 763,73 násobku vlnové délky záření šířícího se ve vakuu, které přísluší přechodu mezi energetickými hladinami 2p₁₀ a 5d₅ atomu kryptonu 86
4. **1983** vznik nejnovější definice:
Metr je délka, kterou urazí světlo ve vakuu za 1/299 792 458 s.



Kontrolní otázky:

1. Definujte pojem metrologie.
2. Vymenujte 4 základní oblasti, na které se metrologie soustředí?

8.2 Měření



Měření je operativa, pro kterou je výsledkem určit hodnotu veličiny. Měření je zdrojem dat pro technický a vědecký pokrok, zlepšování procesů, kontrolu kvality výrobků, organizaci výroby a ochranu zdraví. **Měření je zdrojem objektivních dat** a je podstatné pro správné rozhodování a rozvoj. Kdyby nebyla k dispozici přesná data z měření, nebylo by možné zajistit efektivní hospodaření ve firmách (Kučera, 2018, s.19).

Ve všech oborech, kde se měření objevuje, jsou základní pravidla po měření stejná. Velice důležitá je znalost a respektování vyhlášek a zákonů, které jsou v České republice pro metrologickou oblast vydávány Ministerstvem průmyslu a obchodu (Bumbálek, 2009, s. 9).

Správné používání a ovládání měřidel je zejména u těch ručních zcela zásadní. Měřidlo je důležité zkontrolovat, zda není nějakým způsobem poškozené. Zejména ve výrobních podnicích je nutné zkontrolovat i platnost kalibrace. Dále je nutné měřidlo před vlastním měřením nastavit, to znamená uvést ho do stavu, ze kterého chceme při měření vycházet. Týká se speciálně digitálních měřidel, které nám umožňují nastavení nulového bodu v celkovém rozsahu měřidla. Vlastní měření vyžaduje správné ovládání měřidla, jinak náměr nebude správný.

Skutečná (pravá) hodnota měření

Tuto hodnotu **nelze přesně určit**, protože přesnost měřidel není absolutní a nemůžeme k měření zajistit ani ideální podmínky. U výsledného měření se vždy kalkuluje s takzvanou **nejistotou měření** a ta určí interval, v němž se s danou pravděpodobností bude hodnota vyskytovat (Bumbálek, 2009, s. 9).

Jak je zde zmíněno, vždy musíme počítat s tím, že rozměr nebude na 100 % změřen přesně, protože každé měřidlo má svou „nepřesnost“. Při měření bychom měli mít měřící teplotu ideálně **20 °C**, protože vliv teploty na výsledný náměr může být značný, zvláště když měříme v tisícinách milimetrů. Správný postup je ten, že pokud chceme měřit s přesností na desetiny milimetru, měli bychom zvolit měřidlo, které změří v setinách milimetru.

Veličina, která je nejčastěji měřena ve strojírenských podnicích, je délka. Délka se měří při kontrole různých strojírenských součástí jakými jsou hřídele, ozubená kola, závity, podložky atd. (Bumbálek, 2009, s. 9).

Měřící metody

1. Přímá měřící metoda je taková, při které odečteme měřenou veličinu přímo a nepotřebujeme přepočít.

2. Nepřímá měřící metoda je taková, kde se měřená veličina stanovuje z přímo naměřených hodnot, které jsou svázané s nějakým fyzikálním vztahem. Je to například měření tlaku kapalinovým tlakoměrem (Kučera, 2018, s.40).

Měřicí metody z praktického hlediska

1. **Absolutní** si můžeme představit metodu, kde měříme veličiny, které definují tu výslednou. Je to například měření rychlosti změřením dráhy a času. Absolutní metoda je vždy nepřímá.

2. **Porovnávací** metoda je taková, kde porovnáváme naměřenou veličinu se známou hodnotou té stejné veličiny anebo se známou hodnotou jiné veličiny. Může být přímá i nepřímá.

Porovnávací metody (Kučera, 2018, s.41)

- a) **Přímé porovnání** známé a neznámé hodnoty stejného druhu. Například měření rozměrů čárkovanými mírami.
- b) **Porovnávací nepřímá metoda**, zde se porovnávají známé a neznámé hodnoty jiných veličin. Například měření tlaku deformačním tlakoměrem.
- c) **Substituční metoda**, zde se hodnota měřené veličiny nahradí známou hodnotou té stejné veličiny.
- d) **Kompenzační metoda**, zde účinek veličiny neznámé hodnoty kompenzujeme účinkem stejné veličiny, kterou známe. Například měření elektrického napětí kompenzátory.
- e) **Výhylková měřicí metoda**, zde pomocí vychýlení indikačního zařízení určíme hodnotu měřené veličiny. Například měření ručičkovými přístroji elektrické veličiny.
- f) **Rozdílová metoda**, zde se porovná neznámá hodnota veličiny a blízká známá hodnota veličiny. Rozdíl se stanoví danou výhylkovou metodou. Například vážení na vahách se závažím a se sklonným rozsahem.
- g) **Nulová metoda**, zde se vyrovná na nulu rozdíl známé a neznámé hodnoty stejné veličiny. Například decimální váhy.

Přesnost měření

Přesnost měření je výsledkem měření a jeho blízká shoda s pravou hodnotou měřené veličiny. V případě přesnosti mluvíme o kvalitativním pojmu, protože ho nelze kvantifikovat. Přesnost měřidla je pro nás důležitá při hodnocení kvality měřidla a je určena pro dané konkrétní podmínky, jakými jsou třeba teplota, tlak, ale také schopnosti pozorovatele (Čech, Pernikář a Podaný, 2009, s.40).

Základní charakteristiky přesnosti měřidel (Čech, Pernikář a Podaný, 2009, s.40)

1. **Rozlišitelnost** je způsobilost měřícího zařízení, která nám umožní rozlišit blízké hodnoty měření. Může být udána jako jeden dílek stupnice.
2. **Největší dovolená chyba měřidla** je povolena specifikacemi, normami a je garantovaná výrobcem. Jde o maximální chybovost měřidla.

Nejistota měření

Čech, Pernikář a Podaný (2009, s.41) uvádějí, že nejistota měření je: „*výsledek vyhodnocování měření, charakterizující rozsah hodnot, v němž leží pravá hodnota měřené veličiny, obecně s danou věrohodností*“.

Jak již bylo zmíněno, pravou hodnotu měření získat nedokážeme, a to z důvodů, že nemáme absolutně přesná měřidla a není možné zajistit ideální podmínky pro měření.

Druhy nejistot:

1. Nejistota typu A

- vyhodnocení této chyby vychází se statistické analýzy opakovatelnosti měření
- hodnota nejistoty se zmenšuje s vyšším počtem měření
- je způsobena náhodnými vlivy

2. Nejistota typu B

- vzniká z odhadnutelných a známých důvodů (údaje výrobce, zkušenosti, ..)
- nezávislá na počtu měření

3. Kombinovaná nejistota

- kombinace typu A a B
- nejčastější typ nejistoty

Chyby měření

Při měření se vždy budeme setkávat s **chybovostí**. Na výslednou hodnotu působí mnoho vlivů a vzniká tak odchylka mezi naměřenou a skutečnou hodnotou měřené veličiny.

Druhy chyb (Kučera, 2018, s.51)

1. Absolutní chyba měření je rozdíl mezi naměřenou a skutečnou hodnotou.

2. Relativní chyba je podíl hodnoty absolutní chyby a pravé hodnoty naměřené veličiny.

Chyby měření podle působení vlivů (Kučera, 2018, s.51)

1. Hrubé

Tyto chyby vznikají hrubým pochybením obsluhy měřidla. Nesprávné odečtení hodnoty anebo nesprávně zapsaná hodnota náměru.

2. Systematické

Vznikají nedokonalostí měřidel, nesprávně zvolenou měřicí metodou anebo nedokonalostí obsluhy měřidla.

Tyto chyby zkreslují výsledek stejným způsobem = opakovatelnost stejné chyby.

3. Náhodné

Vznikají náhodně a není je možné je odstranit. Při opakovatelném měření by se tato chyba projevila odlišným výsledkem od ostatních náměrů.

Milimetry a palce

V Evropě je používána **METRICKÁ soustava**, kde jsou na výkresech jednotky udávány v milimetrech. Například ve Velké Británii a USA se používá **AGLO-AMERICKÁ (imperiální)** soustava, kde jsou rozměry udávány v palcích.

Důležité pro zapamatování: 1" (palec) = 25,4 mm



Rozměry udávané v palcích:

Vzhledem k tomu, že na našem území působí mnoho zahraničních firem a můžeme se setkat s výkresovou dokumentací, kde jsou rozměry udávané v palcích. Na první pohled to nemusí být z výkresu patrné a je třeba si na toto dát pozor. Rozměr v palcích může být vyjádřen více způsoby:



$$0,625'' : 0,625 \times 25,4 = 15,875 \text{ mm}$$

$$3/8'' : 3/8 = 0,375 \Rightarrow 0,375 \times 25,4 = 9,524 \text{ mm}$$



Kontrolní otázky:

1. Co je to měření?
2. Jaké máme měřící metody?
3. Vyjmenujte druhy chyb při měření?
4. Kolik je 1 palec v milimetrech?

8.3 Měřidla



„Měřidla slouží k určení hodnoty měřené veličiny. Spolu s nezbytnými měřicími zařízeními se podle zákona č.505/1990 Sb. ve znění č.119/2020 Sb. dělí na“ (Čech, Pernikář a Podaný, 2009, s.32):

1. etalony
2. pracovní měřidla stanovená
3. pracovní měřidla nestanovená
4. certifikované referenční materiály

1. Etalon

Je rozměr, který je hmotněn, může to být i měřicí přístroj, měřidlo, referenční materiál nebo měřicí systém. Jsou určeny k uchování hodnot veličin a slouží k referenčním účelům. (Čech, Pernikář a Podaný, 2009, s.32)

2. Pracovní měřidla stanovená

Měřidla, které Ministerstvo průmyslu stanoví ve formě vyhlášky s přihlédnutím na jejich význam k povinnému kontrolování (Český metrologický institut, ©2020). Toto jsou například váhy v obchodech, kde by mohlo například docházet jejich nepřesným měřením k nedovolenému obohacování prodejců.

3. Pracovní měřidla nestanovená

Měřidla, která nejsou stanovená vyhláškou Ministerstva průmyslu a také nejsou etalonem (Český metrologický institut, ©2020).

4. Certifikované referenční materiály

Jsou takové materiály, které mají přesně dané vlastnosti a slouží například k ověřování strojů (Český metrologický institut, ©2020). Toto mohou být třeba ocelové destičky s danou tvrdostí, určené k ověřování správné funkce tvrdoměru.

Délková měřidla rozdělujeme následovně (Čech, Pernikář a Podaný, 2009, s.50):

1. koncové měřky
2. mezní a pevná měřidla (kalibry)
3. posuvná měřítka a mikrometrická měřidla
4. měřicí přístroje a měřidla s převodem
5. měřicí přístroje optické
6. měřicí stroje délkové
7. mikroskopy a profil projektory
8. měřidla na měření malých děl
9. měřidla na měření velkých rozměrů
10. aktivní sledovací měřidla
11. více-rozměrová měřidla
12. kontrolní a třídící automaty, měřicí stanice
13. souřadnicové měřicí stroje

Kalibrace měřidel

Kalibrace je periodicky se opakující kontrola přesnosti měřicích přístrojů, kterou se určuje systematická chyba mezi zobrazením hodnoty na měřidle a správnou hodnotou. Můžeme ji provádět za pomoci měřicích přístrojů s vyšší přesností anebo porovnáváním s měrkami (Fischer, 2004, s.16).

Uložení měřidel

Měřidla ukládáme vždy tak, aby nemohlo dojít k poškození. Pro uložení můžeme využít originální krabičku. Ve výrobních podnicích se často vyskytují měřicí stoly, kde jsou měřidla uložena v pěnové podložce, ve které je vyříznutý tvar měřidla, aby bylo měřidlo vždy stejném místě.

Měřidla je nutné chránit před různými vlivy jako je vlhkost a prach.

Způsobilost měřidel

Způsobilost měřidel se vyhodnocuje z toho důvodu, abychom věděli, jestli je měřidlo stabilní. Zpravidla se to ověřuje tak, že vezmeme koncovou měrku a provedeme určitý počet opakovaných měření. Počet se může lišit podle náročnosti na měřidlo, ale bývá 50 opakování. Poté se náměry vyhodnotí a určí se, zda je měřidlo pro daný typ měření vhodné. Toto zpravidla zpracovává zkušený metrolog.



Kontrolní otázky:

1. Na jaké druhy dělíme měřidla?
2. Vyjmenujte alespoň 5 délkových měřidel.
3. Co je to kalibrace měřidel?

8.4 Posuvné měřítko



Posuvné měřítko slouží k měření přesných vnějších a vnitřních délkových rozměrů. Je to nejrozšířenější dílenské měřidlo pro jeho univerzálnost. Vyrábí se v různých velikostech a provedeních dle způsobu použití.

Nejběžnější posuvné měřítko má rozsah měření 0-150mm, ale vyrábí se i větší a můžeme najít i měřítko s měřícím rozsahem 1 metr a více.

Měřítka se vyrábí nejen ve standardním provedení, ale také v provedeních, které jsou zaměřeny na určitý typ měření. Dle tohoto dělení jsou posuvná měřítka na:

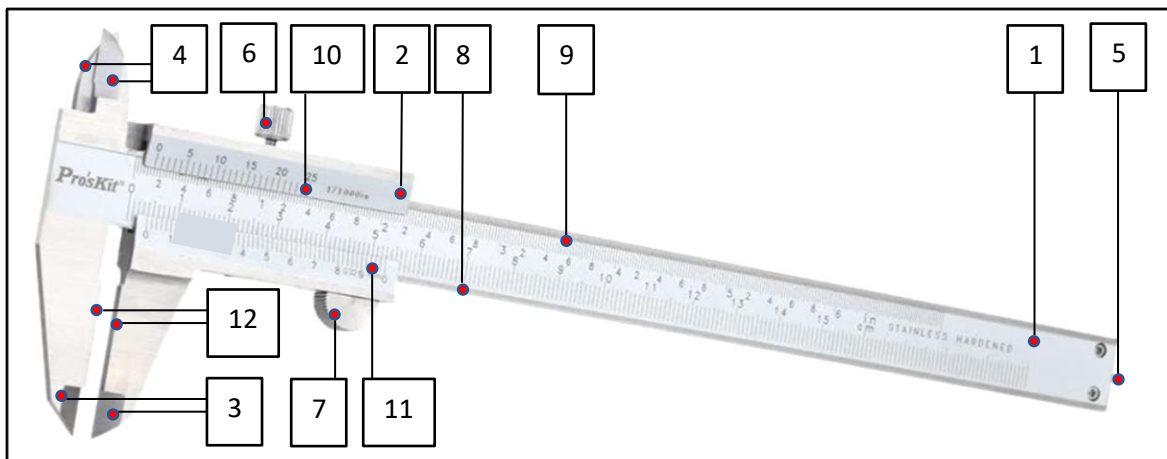
- měření hloubek (hloubkoměry)
- měření drážek
- měření zápichů
- rýsování

Mohou se vyskytovat další speciální, která jsou vyráběna přímo na konkrétní výrobu anebo určitý díl.

Způsob práce s těmito měřidly však bývá zpravidla stejný a pokud se naučíme pracovat s klasickým posuvným měřítkem, nebude nám dělat problém měření s jiným typem.



Popis analogového posuvného měřítka:



Obrázek 1: Posuvné měřítko analogové (zdroj: Distrelec.cz, ©2021. [online])

1. Pevná část; 2. Pohyblivá část; 3. Čelisti pro vnější měření; 4. Čelisti pro vnitřní měření; 5. Hloubkoměr; 6. Aretační šroub; 7. Posuvník; 8. Hlavní stupnice pro měření v milimetrech; 9. Hlavní stupnice pro měření v palcích (není na každém měřítku); 10. Pomocná stupnice NONIUS pro měření v palcích (není na každém měřítku); 11. Pomocná stupnice NONIUS pro měření v milimetrech; 12. Měřící plochy



Popis digitálního posuvného měřítka:

Princip měření s digitálním měřítkem je stejný jako s analogovým měřítkem. Rozdíl je v tom, že naměřená hodnota se přímo zobrazí na displeji (bod 5) a nemusí se složité odečítat.

Výhody jsou, že umožňuje přepínání mezi měřeními v milimetrech a palcích (bod 2), umožňuje nulování v různých pozicích měřidla (bod 3). Tlačítko ABS (bod 4) umožňuje přepínání mezi relativní a absolutní hodnotou měření. Stlačením tohoto tlačítka vynulujeme displej, ale v paměti měřidla stále zůstává původní nulový bod. Po zpětném stažení tlačítka ABS pak vidíme hodnotu náměru z výchozího nulového bodu.

Některá digitální posuvná měřítka mají i výstup pro elektronický zápis hodnot. Toto je velice vhodné při velkém množství náměrů, které potom potřebujeme zpětně analyzovat. Používá se zejména v podnicích, kde sledují stabilitu procesu.



Obrázek 2: Posuvné měřítko digitální

1. Tlačítko zapnutí/vypnutí; 2. Přepínání mm/palce; 3. Nulování měřidla; 4. ABS – přepínání mezi absolutní a relativní hodnotou; 5. Displej

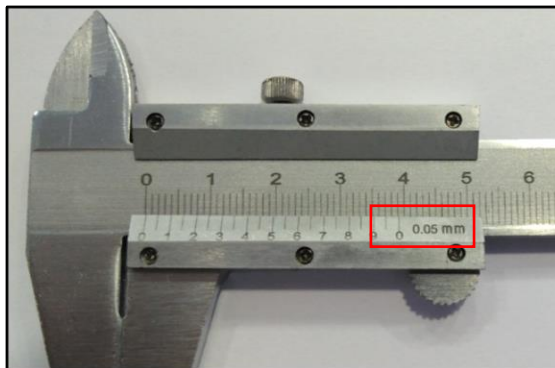


Přesnost měřidla:

1. přesnosti analogových: 0,1 mm; 0,05 mm; 0,02 mm
2. přesnosti digitálních: 0,01 mm

Přesnost daného analogového měřidla určíme:

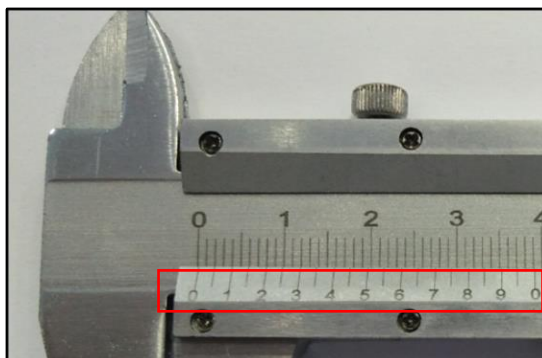
a) je přímo napsaná na měřidle viz obr.3.



Obrázek 3: Posuvné měřítko přesnost

b) musíme odvodit z počtu dílků na noniu

- Přestavme si stupnici nonia jako 1 mm rozdělený na dílky. Na obrázku 4 vidíme, že nonius má 20 dílků => $1/20 = 0,05\text{mm}$. Pokud bude mít nonius 50 dílků, jedná se o měřítko s přesností 0,02mm.
- Číslice na noniu nám označují desetiny milimetru pro rychlejší orientaci.



Obrázek 4: Posuvné měřítko nonius 2

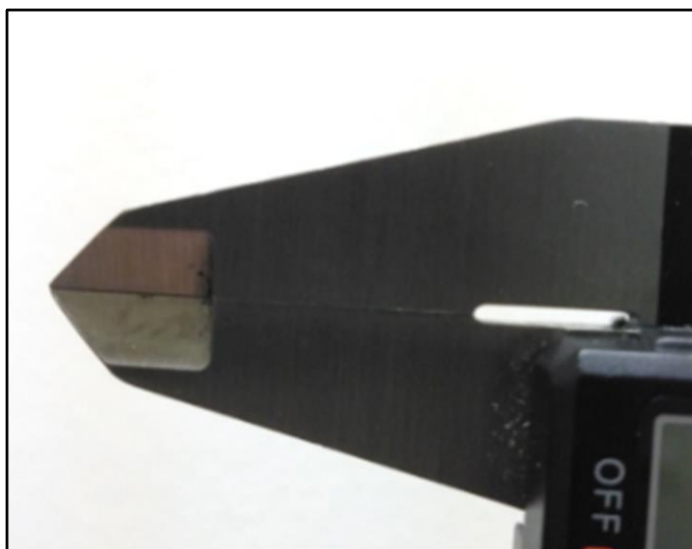


Příprava měřidla na měření

Před vlastním měřením musíme měřidlo připravit a zkontrolovat jeho stav.

1. Kontrola poškození měřidla

- zkontrolujeme, zda není měřidlo poškozené a zvláště se zaměříme na měřící plochy.
- pro rychlé ověření můžeme provést kontrolu toho, že měřící plochy na sebe dosedají, tím že stlačíme čelisti do nulové polohy a proti světlu zkontrolujeme, že měřící plochy na sebe plně dosedají. Na obrázku 5 vidíme, že měřící plochy na sobě **plně sedí** = **vyhovující stav**. Na obrázku 6 je vidět, že mezi měřícími plochami je „**průsvit**“ = **nevyhovující stav**.



Obrázek 5: Plně dosednuté čelisti



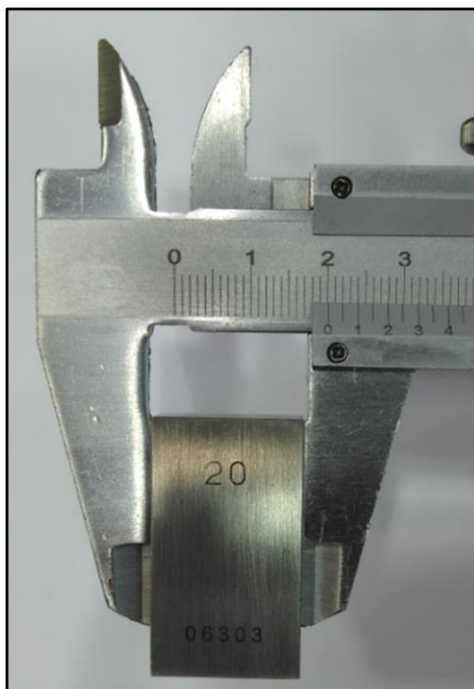
Obrázek 6: Čelisti na sobě nesedí- průsvit

- může se stát, že průsvit je způsoben pouze **nečistotou na měřících plochách**. Tu nejlépe odstraníme tím, že mezi měřící plochy vložíme papír, který nepouští vlákna a není abrazivní, čelisti sevřeme a papír tahem z čelistí vytáhneme (obr.7).



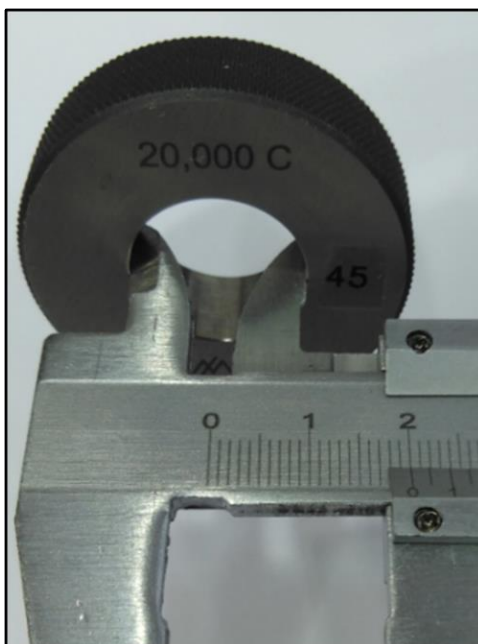
Obrázek 7: Čištění měřících ploch

- pokud i po vyčištění na sebe měřící plochy stále nedosedají, je měřidlo pravděpodobně poškozené a je nutné ho opravit. Opravu by měl provádět zkušený metrolog.
- 2. Kontrola hybnosti**
 - pohyblivá část měřidla by se po pevné části měla pohybovat volně, bez drhnutí a sekání
 - aretační šroub musí chodit volně
 - 3. Kontrola stupnic**
 - stupnice na pevné části nebo na noniu musí být čitelná
 - bez poškození
 - 4. Ověření měřidla**
 - můžeme provést uživatelské ověření měřidla tak, že měřící plochy pro měření vnějších rozměrů ověříme pomocí koncové měřky (Johansonovy měřky) tím, že měřku, která má daný rozměr změříme a náměr by měl odpovídat rozměru měřky + - tolerance měřidla (obr.8).



Obrázek 8: Ověření měřidla 1

- pro měřící plochy vnitřních rozměrů použijeme kalibrační kroužek (obr.9).



Obrázek 9: Ověření měřidla 2

5. Kontrola platnosti kalibrace

- pokud je měřidlo používáno pouze jako informativní, platná kalibrace nutná není. Pokud je používáno jako pracovní nestanovené, většinou ve výrobních podnicích, musí být vzhledem k normám kalibrované. Pro rychlou kontrolu je možno vylepit kalibrační známku.

- na kalibrační známce je označen rok a měsíc, do kterého je kalibrace platná.



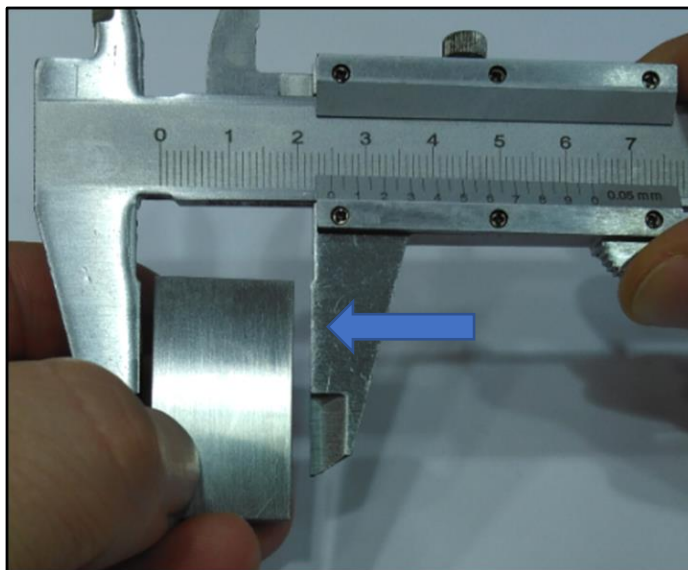
Obrázek 10: Kalibrační známka



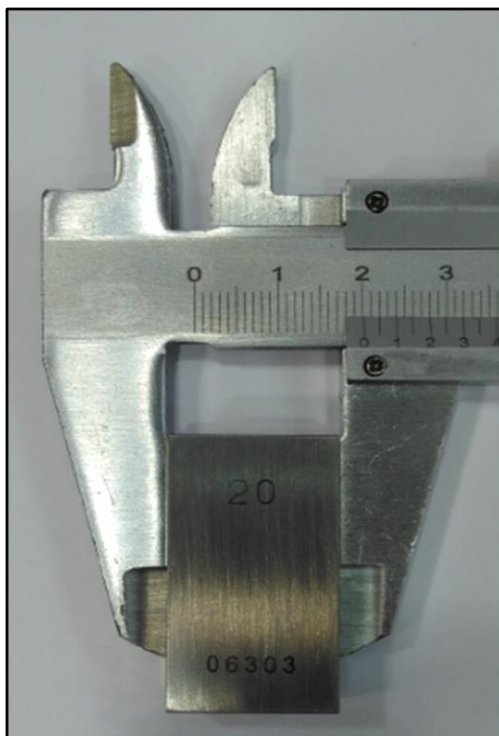
Měření s posuvným měřítkem

1. Měření vnějších rozměrů

- Vnější rozměry měříme za pomoci měřících ploch, které jsou na čelistech pro vnější měření.
- Měřený díl vložíme mezi měřící čelisti (obr.11) a posuvnou částí přitlačíme díl tak, aby obě měřící plochy plně dosedly na měřený díl (obr.12).



Obrázek 11: Měření vnějších rozměrů 1



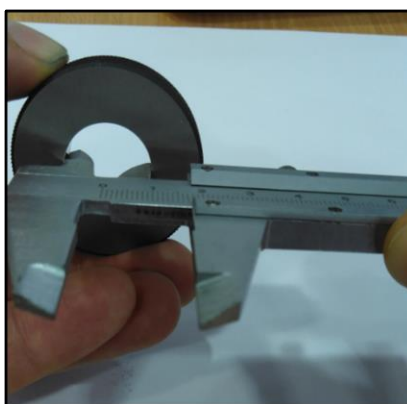
Obrázek 12: Měření vnějších rozměrů 2

- U menších dílů držíme díl v jedné ruce, druhou rukou držíme měřidlo a palcem ovládáme posuvnou část. U velkých dílů můžeme měřidlo držet oběma rukama a měřený díl máme na měřícím stole anebo jinak uložený, aby k němu byl snadný přístup pro měření. Díl pokud možno měříme **na středu čelistí**.

- **Zploštělé konce** na čelistech slouží k měření zápichu, drážek atd., které mají menší šířku, než je hlavní šířka čelistí.

2. Měření vnitřních rozměrů

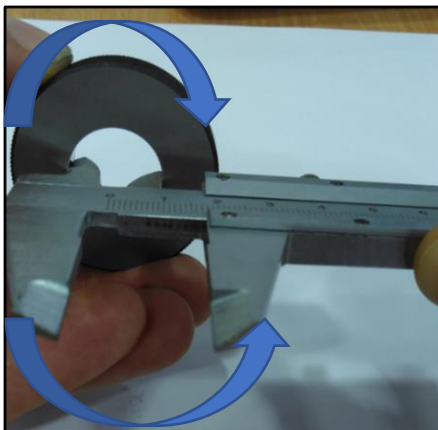
- Pro měření vnitřních rozměrů používáme měřící plochy, které jsou na čelistech pro měření vnitřních rozměrů.
- Čelisti posuvného měřítka vložíme do „otvoru“, který chceme měřit a pomocí posuvné části roztáhneme čelisti tak, aby měřící plochy dosedly plně na měřené plochy.



Obrázek 13: Měření vnitřních rozměrů

- Při měření vnitřních průměrů provedeme rotaci posuvným měřítkem anebo měřeným dílem, abychom zajistili měření v ose průměru.

- Při rotaci na měřidlo netlačíme, jemným tahem roztahujeme čelisti měřidla, aby nedošlo k jeho poškození.



Obrázek 14: Vystředění měřidla

3. Měření hloubkoměrem

Hloubkoměr slouží pro měření hloubek děr, otvorů a ostatních rozměrů, které nejsou možné změřit čelistmi. Každé posuvné měřítko není hloubkoměrem vybaveno.

Způsoby měření hloubkoměrem

- a) Měřící plochu hloubkoměru opřeme o měřenou plochu a měřící plochou měřidla sjedeme na referenční plochu (obr.15).



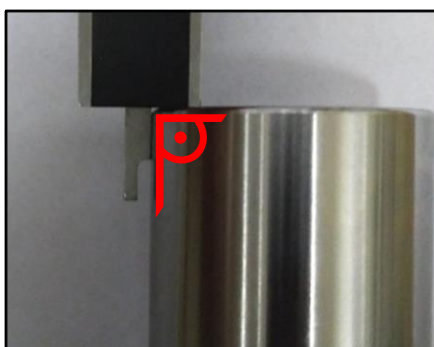
Obrázek 15: Měření hloubkoměrem varianta A

- b) Měřící plochu měřidla opřeme o referenční plochu dílu a měřící plochou hloubkoměru sjedeme na měřenou plochu.



Obrázek 16: Měření hloubkoměrem varianta B

U měření hloubkoměrem je důležité, abychom pokud možno plně využili měřící plochu měřidla. Pokud budeme využívat jen poloviční část, a tomu v některých případech nevyhneme, musíme co nejvíce **hlídat kolmost**.



Obrázek 17: Měření hloubkoměrem-kolmost

4. Odečítání hodnot

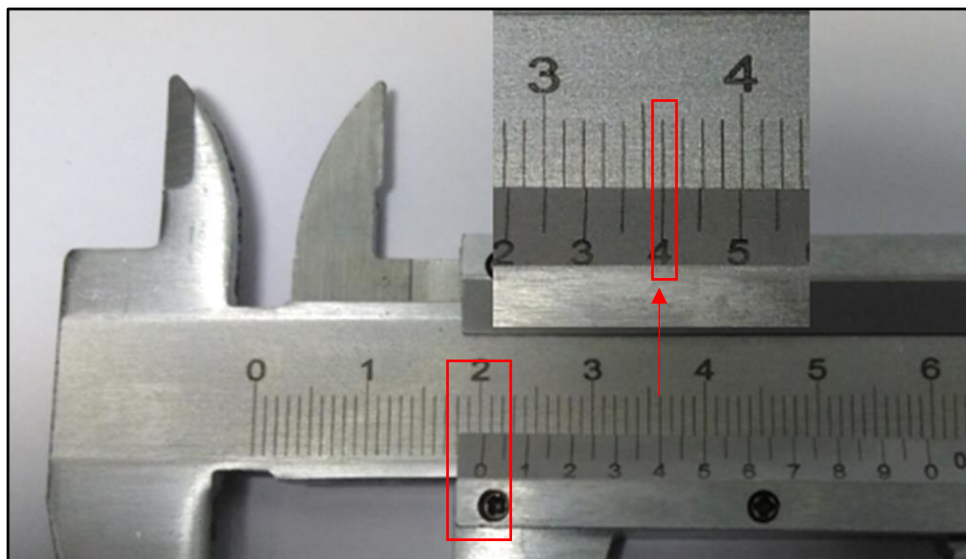
- Naměřenou hodnotu odečítáme za pomoci hlavní stupnice a nonia. Na hlavní stupnici odečítáme milimetry a na noniu desetiny a setiny milimetru.



Příklad:

Nula na noniu nám ukazuje hodnotu v mm. Na obrázku 17 vidíme, že nula je mezi 20 a 21 mm. V tuto chvíli víme, že náměr 20,xx. Desetiny odečteme tak, že hledáme rysku na noniu, která se nejvíce překrývá s nějakou ryskou na hlavní stupnici. V tomto případě se nám nejvíce překrývá ryska u číslice 4 a to znamená 0,4 mm.

Výsledný náměr je tedy 20,40 mm.



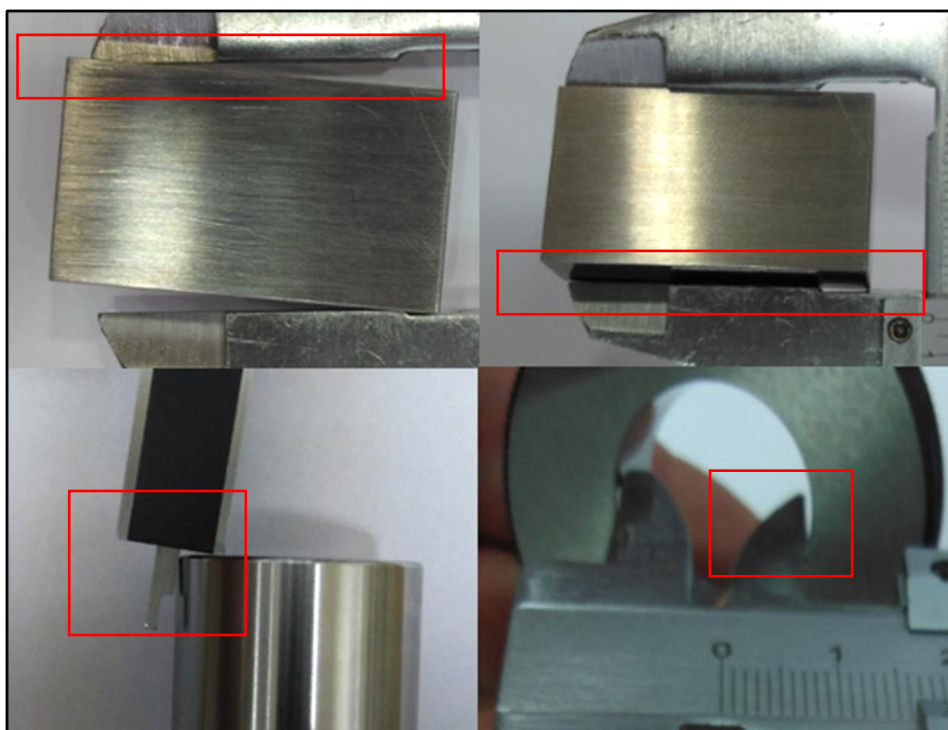
Obrázek 18: Příklad náměru

U digitálního měřidla odečteme hodnotu přímo z displeje.



5. Časté chyby při měření

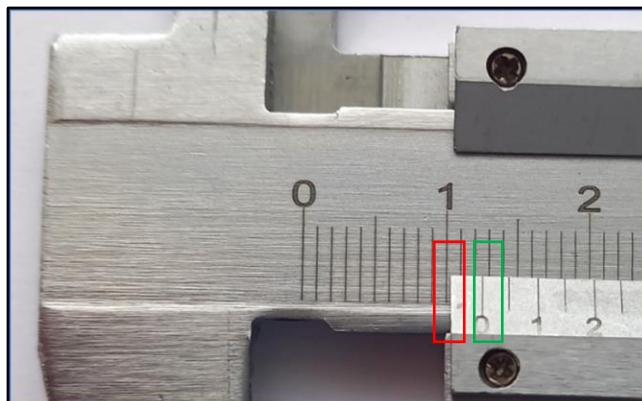
a) měřený díl plně nesedí na měřících plochách:



Obrázek 19: Nesprávné měření

b) náměr odečítáme od hrany posuvné části:

Tato chyba je velmi častá, je nutné vždy odečítat náměr od NULY!



Obrázek 20: Nesprávné odečítání náměru

- c) měření poškozeným měřidlem
- d) nesprávné vynulování měřidla u digitální varianty
- e) propadá kalibrace u měřidel, která dle zařazení musí být pravidelně kontrolována a kalibrována



Kontrolní otázky:

1. V jakých přesnostech se vyrábí posuvná měřítka?
2. Jaké úkony musíme provést před vlastním měřením?

8.5 Mikrometrická měřidla

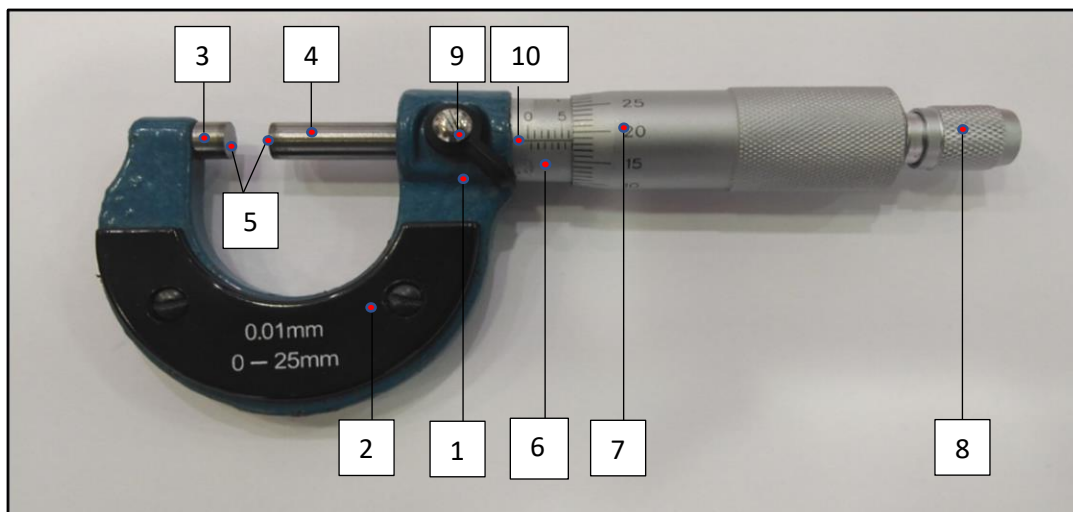


Tato měřidla jsou také nazývána jako mikrometry. Používají se k měření vnějších i vnitřních rozměrů. Z důvodu jejich konstrukce se vyrábí s rozsahy zpravidla 25 mm. Takže máme mikrometry: 0–25 mm; 25 – 50 mm; 50 –75 mm a tak dále. Je to dáno požadavky na dané měřidlo, to znamená, k jakým rozměrům měřidlo potřebujeme. Hlavní částí měřidla je mikrometrický šroub, který je přesně broušen (Bumbálek, 2009, s. 70).

Vyrábí se klasické třmenové mikrometry (nejčastější), mikrometry na měření děr, mikrometry na měření hloubek atd. Můžou mít různé tvary měřících ploch (doteků). Vyráběny jsou i digitální verze.



Popis třmenového mikrometru



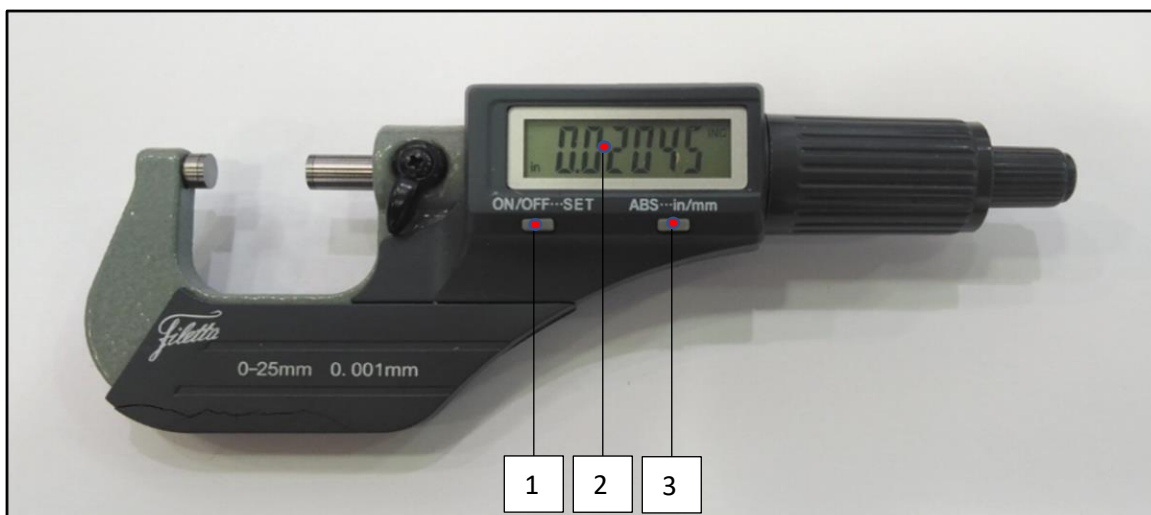
Obrázek 21: Třmenový mikrometr

1. Třmen; 2. Izolační kryt; 3. Pevný dotek; 4. Pohyblivý dotek; 5. Tvrdokovová měřicí plocha; 6. Pouzdro se stupnicí (uvnitř mikrometrický šroub); 7. Bubínek se stupnicí; 8. Řehtačka; 9. Aretační páčka (brzda); 10. Referenční čára



Popis digitálního třmenového mikrometru

Měření s digitálními mikrometrickými měřidly obecně je stejné jako s těmi analogovými. **Výhodou** je snadnější odečítání naměřených hodnot z digitálního displeje, nulování měřidla v různých pozicích měřících doteků, možnost přepínání mezi měřením v milimetrech a palcích a možnost digitálního výstupu pro sběr naměřených hodnot. Na obrázku 22 je digitální měřidlo bez analogové stupnice, vyrábí se i měřidla, která umožňují odečítání hodnot oběma způsoby.



Obrázek 22: Třmenový mikrometr digitální

1. Tlačítko zapnutí/vypnutí/nastavení nulového bodu; 2. Displej; 3. Přepínání mm/palce/ABS – přepínání mezi absolutní a relativní hodnotou

Pro nastavení nulovacího režimu a pro přepnutí mezi měřením v mm nebo palcích je třeba dané tlačítko přidržet delší dobu.



Přesnost měřidla:

1. Přesnosti analogových: 0,01 mm (výjimečně 0,001)
2. Přesnosti digitálních: 0,001 mm



Příprava měřidla na měření

1. Kontrola poškození měřidla

- vizuálně zkontrolujeme měřidlo, jestli není mechanicky poškozeno. Speciálně se zaměříme na měřící plochy.
- pro zajištění čistoty měřících ploch vložíme mezi ně papír, který nepouští vlákna, pomocí řehačky ho sevřeme doteky a papír lehce vytáhneme.

2. Kontrola hybnosti

- otáčení bubínku musí být plynulé, bez odporu. Řehačka při chodu naprázdno nesmí cvakat

3. Kontrola stupnic

- stupnice na pevné části nebo na otočné části musí být čitelná

4. Ověření měřidla

- uživatelské ověření toho že měřidlo měří správně, můžeme provést pomocí koncových měrek anebo kalibračních kroužků.

5. Kontrola platnosti kalibrace

- pokud je měřidlo zařazené do skupiny, která dle použití vyžaduje platnou kalibraci, zkontrolujeme platnost kalibrace. K nejrychlejší kontrole se využívá kalibrační známka.

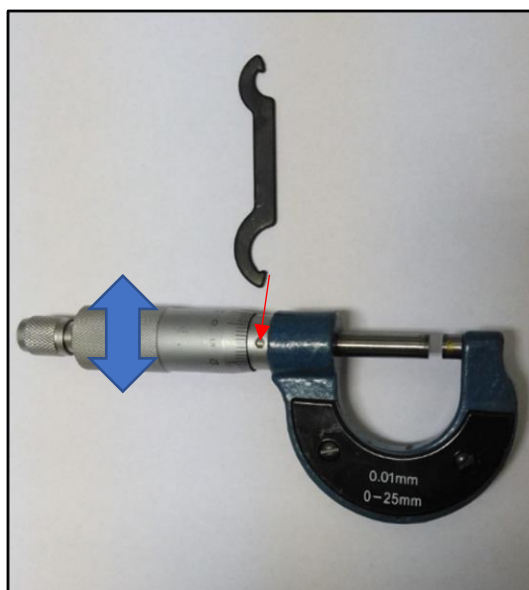
6. Nastavení měřidla

- mikrometrická měřidla lze zpravidla nastavit do nulového bodu jak u digitálních, tak u analogových měřidel. U digitálních stačí stlačit tlačítko pro nastavení nulového bodu.
- u analogových měřidel se používá klíč, kterým nastavíme měřidlo mechanicky do nulového bodu.



Obrázek 23: Klíč pro nastavení mikrometrů

- nastavení provedeme tak, že hrot klíče vložíme do otvoru, který je na pouzdře se stupnicí a otočíme tak, aby při dosednutí měřících ploch byla zobrazovaná hodnota nula.



Obrázek 24: Nastavení mikrometru

- u mikrometrů, které mají rozsah 25–50 mm musíme pro nastavení použít nastavovací kalibr (váleček).



Obrázek 25: Nastavovací váleček

- kalibr o přesné hodnotě 25 mm vložíme mezi měřící plochy a za pomoci řehťáčky sevřeme čelisti. Naměřená hodnota musí ukazovat hodnotu 25,00mm. Pokud ne, provedeme seřízení.



Obrázek 26: Nastavení mikrometru 25-50 mm



Měření s mikrometrem

Měřený díl vložíme mezi měřící plochy mikrometru a za pomoci otáčení za řehťáčku sevřeme měřený díl mezi měřící plochy. Otáčíme tak dlouho, dokud neuslyšíme „cvakání“ řehťáčky a zároveň musí měřící plochy správně dosednout na měřený díl.



Obrázek 27: Měření s mikrometrem

Důležité: otáčení za řehťáčku je zcela zásadní při měření, pokud byste otáčeli jinou částí, naměřený výsledek by nebyl správný a mohlo by dojít k poškození měřidla.

Otočná část se řehačkou není na každém mikrometru stejná. Na mikrometru viz. obr. 26 je řehačka pouze na koncové části. U jiných může být celá otočná část řešena tímto způsobem, aby se předešlo nesprávnému měření.

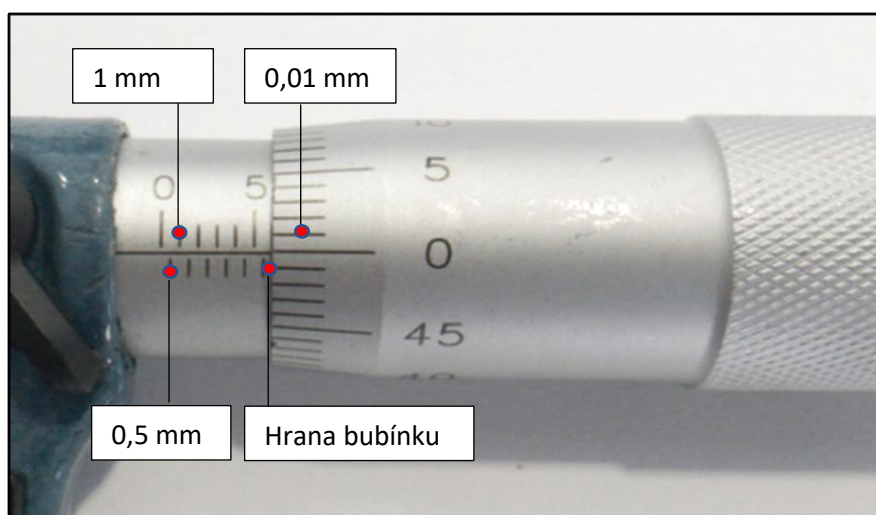
Pro měření menších dílů, kdy potřebujeme držet měřený díl v ruce, můžeme použít stojánek.



Obrázek 28: Mikrometr ve stojánku

1. Odečítání hodnot

- Naměřenou hodnotu odečítáme za pomoci hlavní stupnice a nonia. Na hlavní stupnici odečítáme milimetry a poloviny milimetrů na noniu (otočném bubínku) desetiny a setiny milimetru.
- Stupnice na pevné části je rozdělena po **0,5 mm**. Části nad ryskou jsou milimetry a v části pod ryskou poloviny milimetru.
- Stupnice na otočné části je rozdělena po 0,01 mm.
- Po obvodu bubínku je 50 dílků $50 \times 0,01 \text{ mm} = 0,5 \text{ mm}$. (jedno otočení 0,5mm)



Obrázek 29: Pevná a otočná stupnice mikrometru

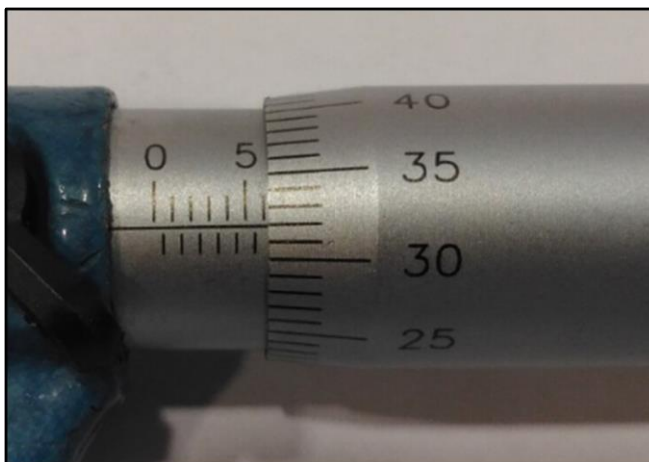
- Při odečítání hodnoty náměru nejdříve odečteme hodnotu na pevné části. Tuto hodnotu nám určí hrana bubínku a potom odečteme hodnotu na bubínku.



Příklad 1:

Na obrázku 30 vidíme, že hrana bubínku ukazuje hodnotu na pevné stupnici mezi 6 mm a 6,5 mm. Nyní odečteme hodnotu z otočné stupnice. Zde je hodnota 32 mm.

Výsledný náměř je 6,32 mm.

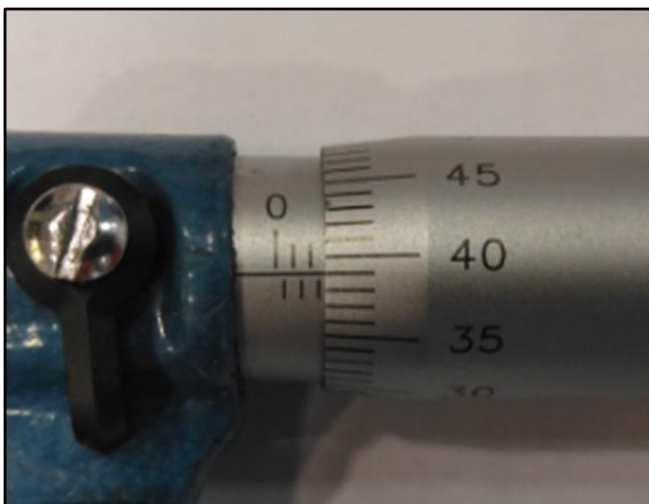


Obrázek 30: Ukázka náměru 1

Příklad 2:

Na obrázku 31 vidíme, že hrana bubínku ukazuje hodnotu na pevné stupnici mezi 2,5 mm a 3 mm. Nyní odečteme hodnotu z otočné stupnice. Zde je hodnota 39 mm.

Výsledný náměř je 2,89 mm.

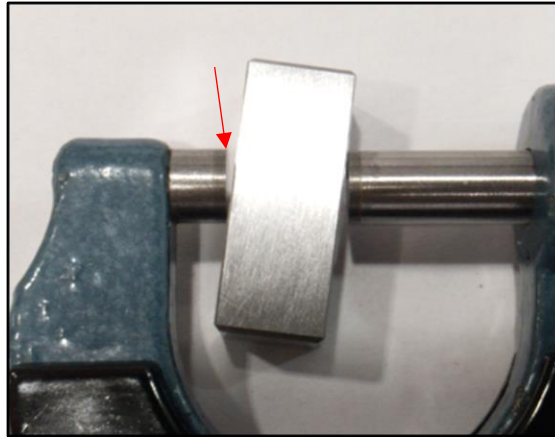


Obrázek 31: Ukázka náměru 2



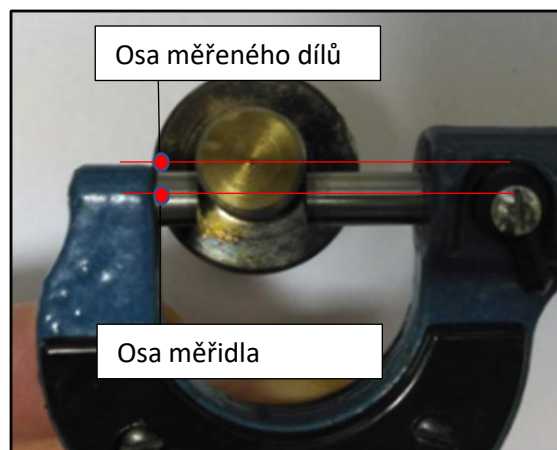
2. Časté chyby při měření

a) měřený díl nesedí plně na měřících plochách



Obrázek 32: Měření díl nesedí na měřících plochách

b) při měření průměru není osa měřících ploch v ose měřeného průměru



Obrázek 33 Měření díl není v ose měřidla

c) měření poškozeným měřidlem

d) nesprávné vynulování měřidla

e) propadá kalibrace u měřidel, která dle zařazení musí být pravidelně kontrolována a kalibrována



Kontrolní otázky:

1. V jakých přesnostech se vyrábí mikrometry?
2. Za jakou část měřidla otáčíme při měření?
3. Jak uživatelsky ověříme, že mikrometr měří správně?

8.6 Posouzení učebních textů

Učební texty byly zaslány na posouzení učitelům, kteří vyučují měřidla a práci s nimi a byli požádáni o zhodnocení kvality textů. Požádáno bylo více škol, ale odpovědi se mi dostalo od dvou učitelů, kteří vyučují převážně praktickou výuku a mají tím pádem teoretické, tak i praktické znalosti z této oblasti. Toto bylo velice vítáno, protože jsem je tvořil hlavně z toho důvodu, aby kombinovali teorii a praktickou část zastoupenou názornými obrázky, které jsou velice vhodné pro nácvik měření.

Hodnocení

Co se týká jazykového zpracování a tím je myšleno hlavně **názvosloví a odborné termíny**, jsou texty dle učitelů v pořádku, pouze u některých výrazů bylo doporučeno zvolit jednodušší vyjádření, a to hlavně z důvodu snadnějšího pochopení.

Z hlediska **obsahového** byla z jejich strany vyjádřena nějaká doporučení. Tato doporučení se týkala zejména doplnění textů o další informace. Šlo zejména o to doplnit k některým pasážím další údaje. Texty jsou však i bez těchto informací v pořádku a stálo by za zvážení při další revizi tyto informace doplnit. Velice pozitivně byly hodnoceny ukázky chyb, které mohou při používání daných měřidel vzniknout.

Grafické ztvárnění a zejména obrázky byly podle učitelů vhodně zvoleny a správně doplňují textovou část práce.

Výsledek hodnocení

Texty byly hodnoceny kladně a ze strany posuzovatelů tam nebyla žádná připomínka, díky které by texty byly nepoužitelné pro výuku. Jsou vhodné jako didaktická pomůcka jak pro teoretickou, tak i praktickou výuku.

9 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit učební text, který by poskytoval žákům oboru Strojírenství a jemu příbuzným oborům základní informace z oblasti měřidel a měření s nimi.

V teoretické části je popsán tento obor a jeho specifika. Analýzou bylo zjištěno, že obor Strojírenství má mnoho zaměření a oproti RVP obsahují ŠVP i více vyučovacích hodin. Konkrétní zaměření strojírenských oborů jsou různá, ale cíl je stejný, a to mít kvalitní absolventy, kteří si najdou uplatnění. Z toho důvodů jsou uvedeny v textu i některé požadavky současného strojírenského průmyslu. Dále jsou zde popsány výukové metody, které jsou vhodné pro práci textem. Práce obsahuje i důležité poznatky o tom, jak učební text tvořit. Jsou zde popsána specifika, která text musí splňovat, aby byl použitelný pro výuku a pro další rozvoj žáků. Pro potvrzení hypotézy, že stávající učebnice neobsahují potřebné informace jsem zpracoval rešerše několika publikací a tím jsem jí potvrdil.

Učební texty, které jsou obsaženy v praktické části této práce jsou, tvořeny tak, aby byly co nejpřehlednější a aby co nejlépe doplňovaly výklad učitele. Z učebních textů by měl student získat základní pojmy a definice z oblasti metrologie. Z konkrétních měřidel jsou zde popsána měřidla posuvné měřítko a mikrometr. Tato měřidla byla vybrána proto, že jsou základem pro každého strojaře a bez jejich znalosti se v oboru neobejde. Text je tvořen tak, aby na sebe jednotlivá témata navazovala a student tak získával nejdříve informace teoretické a pak informace, které bude potřebovat pro praktickou část výuky. Každé jednotlivé téma má na svém konci kontrolní otázky, které je možné použít pro ověření získaných znalostí. Aby texty nebyly jen o informacích, které je nutné znát, jsou některá témata doplněna o zajímavosti z tohoto oboru. Pro představu, jak by učební text měl být zhruba použit z hlediska zařazení do výuky, byl vypracován metodický list, který upřesňuje dle učebního plánu jeho využití.

Kvalita textů pro výuku byla ověřena posouzením učitelů, do jejichž odbornosti toto spadá a byly hodnoceny kladně a mohly by být použity jako vhodná pomůcka pro výuku.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem považuji cíl bakalářské práce za splněný.

10 Seznam použité literatury

- BUMBÁLEK, Leoš a kolektiv, 2009. *Kontrola a měření*. 1.vyd. Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-072-9
- ČECH, Jaroslav, Jiří PERNIKÁŘ a Kamil PODANÝ, 2009. *Strojírenská metrologie*. 5.vyd. Brno: VÚT. ISBN 978-80-214-4010-4
- ČESKÝ METROLOGICKÝ ISNTITUT, ©2020. Kalibrace-základní pojmy [online]. Brno. [cit. 17. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.cmi.cz/node/537>
- ČMEJRKOVÁ, Světa, František DANEŠ a Jindra SVĚTLÁ, 1999. *Jak napsat odborný text*. Praha: Leda. ISBN 80-85927-69-1
- FISCHER, Ulrich a kolektiv, 2004. *Základy strojnictví*. 1.vyd. Praha: Europa-Sobotáles. ISBN 80-8670609-5
- HOFLEROVÁ, Eva, 2011. *Elektronický učební text*. 1.vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-2472-7
- KALHOUS, Zdeněk, Otto OBST a kolektiv, 2002. *Školní didaktika*. Praha: Portál. ISBN 80-7178-235-X
- KUČERA, Marian, Jozef KRILEK a Milan HEXELA, 2018. *Metrológia pre technikov*. 1.vyd. Zvolen: Technická Univerzita Zvolen. ISBN 978-20-228-3138-3
- LEPIL, Oldřich, 2010. *Teorie a praxe tvorby výukových materiálů*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2489-7
- NÁRODNÍ ÚSTAV ODBORNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ, ©2021. *RVP strojírenství* [online]. Praha: NUOV. [cit. 3.1.2021]. Dostupné z: <http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%202341M01%20Strojirenstvi.pdf>
- NÁRODNÍ ÚSTAV PRO VZDĚLÁVÁNÍ, ©2021. *Rámcové vzdělávací programy* [online]. Praha: NUV. [cit. 15.1.2021]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/rvp>
- NÁRODNÍ PEDAGOGICKÝ INSTITUT ČESKÉ REPUBLIKY, ©2021. *Strojírenství* [online]. Praha: Národní pedagogický institut České republiky. [cit. 3.1.2021]. Dostupné z: <https://www.infoabsolvent.cz/Obory/KartaOboru/2341M01>
- MŠMT, ©2021. *Školský zákon. Zákon 561/2004 sb.* [online]. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. [cit. 3.1.2021]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/dokumenty-3/skolsky-zakon-ve-zneni-ucinnem-od-25-8-2020>
- PRŮCHA, Jan, 2009a. *Přehled pedagogiky*. 3.vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-567-7
- PRŮCHA, Jan, 2009b. *Moderní pedagogika*. 4.vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-503-5
- ŘÁSA, Jaroslav, Václav HANĚK a Jindřich KAFKA, 2003. *Strojírenská technologie 4*. 1.vyd. Praha: Scienta. ISBN 80-7183-284-7
- SKALKOVÁ, Jarmila, 2011. *Obecná didaktika*, 2.vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-6981-3

SPŠ-SOU PELHŘIMOV, ©2016. *Strojírenství* [online]. Pelhřimov: Střední průmyslová škola a střední odborné učiliště, ©2016. [cit. 15.1.2021]. Dostupné z: <http://www.spssou-pe.cz/strojirenstvi/>

SPŠ TÁBOR, ©2015. *ŠVP Strojírenství* [online]. Tábor: Střední průmyslová škola strojní a stavební Tábor. [cit. 13.2.2021]. Dostupné z: <https://www.sps-tabor.cz/wp-content/uploads/2019/04/STRN.pdf>

SPŠ PROSEK, ©2017. *ŠVP Strojírenství* [online]. Praha: Střední průmyslová škola na Proseku. [cit. 13.2.2021]. Dostupné z: http://www.spsprosek.cz/soubory/obory/SVP_2017/WEB/SVP_S_2017_all.pdf

VALIŠOVÁ, Alena, Hana KASÍKOVÁ a kolektiv, 2011. *Pedagogika pro učitele*. 2.vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-7518-0

VANĚČEK, David a kolektiv, 2016. *Didaktika odborných předmětů*. 1.vyd. Praha: ČVÚT. ISBN 978-80-01-05991-3

11 Seznam obrázků

Obrázek 1: Posuvné měřítko analogové (zdroj: Distrelec.cz, ©2021. [online]).....	33
Obrázek 2: Posuvné měřítko digitální	34
Obrázek 3: Posuvné měřítko přesnost.....	34
Obrázek 4: Posuvné měřítko nonius 2	35
Obrázek 5: Plně dosednuté čelisti.....	35
Obrázek 6: Čelisti na sobě nesedí- průsvit	36
Obrázek 7: Čištění měřících ploch.....	36
Obrázek 8: Ověření měřidla 1	37
Obrázek 9: Ověření měřidla 2	37
Obrázek 10: Kalibrační známka	38
Obrázek 11: Měření vnějších rozměrů 1	38
Obrázek 12: Měření vnějších rozměrů 2	39
Obrázek 13: Měření vnitřních rozměrů.....	39
Obrázek 14: Vystředění měřidla.....	40
Obrázek 15: Měření hloubkoměrem varianta A	40
Obrázek 16: Měření hloubkoměrem varianta B	41
Obrázek 17: Měření hloubkoměrem-kolmost	41
Obrázek 18: Příklad náměru.....	42
Obrázek 19: Nesprávné měření	42
Obrázek 20: Nesprávné odečítání náměru	43
Obrázek 21: Třmenový mikrometr.....	44
Obrázek 22: Třmenový mikrometr digitální.....	45
Obrázek 23: Klíč pro nastavení mikrometrů	46
Obrázek 24: Nastavení mikrometru	46
Obrázek 25: Nastavovací váleček.....	47
Obrázek 26: Nastavení mikrometru 25-50 mm	47
Obrázek 27: Měření s mikrometrem.....	47
Obrázek 28: Mikrometr ve stojánku	48
Obrázek 29: Pevná a otočná stupnice mikrometru.....	48

Obrázek 30: Ukázka náměru 1	49
Obrázek 31: Ukázka náměru 2	49
Obrázek 32: Měření díl nesedí na měřících plochách	50
Obrázek 33 Měření díl není v ose měřidla	50

Obrázky 2 – 33: zdroj autor

12 Seznam tabulek

Tabulka 1. Transformace RVP do ŠVP (SPŠ, Prosek, ©2017)	8
Tabulka 2. Učební plán (SPŠ-SOU Pelhřimov, ©2016).....	9
Tabulka 3. Plán výuky (zdroj autor).....	19

