

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Zabezpečování jakosti

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Inovace výuky předmětu metrologie na ISŠTE Sokolov

Autor: **Josef HORVÁT**

Vedoucí práce: **Ing. Václava POKORNÁ**

Akademický rok 2011/2012

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

OBSAH

1	Úvod.....	5
2	Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii z pohledu základního členění	6
2.1	Historie metrologie.....	6
2.2	Vývoj metrologie na území České republiky	11
2.3	Metrologie.....	13
3	Specifikace základních požadavků pro výuku metrologie na ISŠTE Sokolov	14
3.1	Charakteristika školy a historie školy	14
3.2	Nabídky oborů na ISŠTE Sokolov	15
3.3	Základní požadavky na výuku metrologie	16
3.4	Koncepce metrologie	17
3.4.1	Ukázka měřicího pracoviště.....	18
3.5	Výuková laboratoř metrologie	19
3.6	Laboratorní řád.....	20
3.6.1	Bezpečnost práce v laboratoři	21
3.7	Zásady správného zacházení s přístroji a zařízením laboratoře	21
4	Posouzení současné dokumentace a návrh formulářů pro zefektivnění výuky.....	22
4.1	Struktura zprávy o měření.....	22
4.2	Současná podoba formulářů.....	24
5	Modernizace metrologické laboratoře z hlediska technického vybavení.....	25
5.1	Současné vybavení metrologické laboratoře na ISŠTE	25
5.2	Modernizace laboratoře.....	26
5.3	Metodika výběru požadovaného měřidla pro školní výuku	26
5.3.1	Postup při inventarizaci měřidel a měřících pomůcek	28
5.3.2	Vytvoření požadavku na koupi nového zařízení	29
5.3.3	Postup při výběru měřidel	30
5.3.4	Postup při výběru třmenového mikrometru	32
6	Závěr	36

7	Knižní publikace	37
8	Publikace na internetu	37
9	Seznam příloh	39
	Příloha č. 5 Normalizovaný předtisk pro zprávy podle ČSN 013049	39
	PŘÍLOHA č. 1	40
	Historický přehled školy	40
	PŘÍLOHA č. 2	43
	Laboratorní řád	43
	PŘÍLOHA č. 3	47
	Záznam o poučení bezpečnosti studentů	47
	PŘÍLOHA č. 4	49
	Ukázka současného protokolu z měření	49
	PŘÍLOHA č. 5	52
	Normalizovaný předtisk pro zprávy podle ČSN 013049	52
	PŘÍLOHA č. 6	54
	Návrh nového protokolu	54
	PŘÍLOHA č. 7	59
	Aktuální přehled vybavení metrologické laboratoře dle inventárního čísla	59

1 Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena s cílem na inovaci výuky předmětu metrologie na ISŠTE Sokolov. Měla by být součástí modernizace metrologické laboratoře z hlediska technického vybavení a zefektivnění výuky předmětu kontrola a měření.

V první části jsem se zabýval zákonem č. 505/1990 Sb., o metrologii z pohledu základního členění. Dále jsem se zabýval vznikem a vývojem metrologie, historií a metrologií jako takovou.

V druhé části práce se zaměřím na specifikaci základních požadavků pro výuku metrologie na ISŠTE Sokolov, popíši charakteristiku a historii školy, dále průběh výuky, laboratoř, ve které výuka probíhá a další části, které jsou nedílnou součástí pro výuku metrologie v laboratoři, do které zahrnuji laboratorní řád, bezpečnost práce v laboratoři a zacházení s měřicími přístroji a zařízením laboratoře.

V další části se nadále budu zabývat posouzením současné dokumentace a návrhem nových formulářů pro zefektivnění výuky, vysvětlím vše podstatné, co struktura zprávy o měření obsahuje, zhodnotím současný stav formulářů pro zpracování zprávy o měření, navrhnu a vytvořím nový formulář pro zefektivnění výuky.

Poslední část mé práce bude zaměřena na modernizaci metrologické laboratoře z hlediska technického vybavení, popíši a zhodnotím aktuální stav, vybavení metrologické laboratoře na ISŠTE Sokolov. Navrhnu patřičné řešení a cíle při modernizaci laboratoře a vytvořím postup při výběru a nákupu měřidel pro metrologickou laboratoř.

2 Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii z pohledu základního členění

Nástrojem vztahů na národní a mezinárodní úrovni je řízená oblast metrologie. Hlavním cílem je objasnění metod a zpracování naměřených hodnot pro řízení procesů, jednotek a spolupráce na podnikové, národní a mezinárodní úrovni.

Základem je mezinárodní zákon OIML č. 1 o metrologii. V České republice se metrologie řídí zákonem č. 505/1990 Sb., o metrologii ve znění novel 4/1993 Sb., 20/1993 Sb., 119/2000 Sb., 137/2002 Sb., 13/2002 Sb., 226/2003 Sb., 444/2005 Sb., 481/2008 Sb., 223/2009 Sb., 155/2010 Sb.

Celé znění zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii lze najít na <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-505-1990-sb-o-metrologii>

2.1 Historie metrologie

S dávným rozvojem společnosti se rozvíjela dělba práce a mezi lidmi tak docházelo ke vzniku směnného obchodu. Pro vyjádření množství velikosti nebo nepočitatelného zboží zavedli míry a váhy, které sloužily jako metrologické prostředky pokrývající lidskou potřebu. Již u starověkých kulturních národů se rozvíjelo měření. U zemědělských kultur, jako byli Babylóňané a Egypťané, bylo potřeba měřit plochy a délky pro výměru staveb a polí, hmotnosti zboží pro směnu a času pro předpověď periodicity, záplav a zemědělských prací. Tyto starověké kultury se často rozvíjely na březích velkých řek. Od Babylóňanů se zachovalo šedesátinné dělení, které pořád používáme u úhlu a času. Jak plyne z archeologických nálezů, Babylóňané jako první používali etalonů.

Řekové a Římané převzali metrologické poznatky od Egypťanů. Rozvíjelo se měření objemu, vážení a délek, tedy veličiny zaměřené na obchod. Některé tehdejší jednotky se v angloamerické měrové soustavě dochovaly jako například libra, unce, stopa.

V jednotkách a měřidlech vládl ve středověku chaos. Co se týkalo definic jednotek, byly nedokonalé, míry časově nestálé a regionálně nejednotné, dokonce se lišily i podle měřeného zboží. Do užívání přecházely měrové jednotky podle toho, jak postupovala

lidská potřeba a poznání. Proto jednotky byly voleny dost nahodile, bez ohledu na vzájemnou souvislost s jinými jednotkami. Ukázalo se, že některé veličiny jsou na ostatních nezávislé, tedy mohou být považovány za základní, a naopak jiné veličiny jsou z nich odvozené. Čas a délka se považují za základní veličiny, protože vše probíhá v prostoru a v čase. K zavedení hmotnosti jako další veličiny vedla určitá nezávislost na rozměrech tělesa. Za základní veličinu byla místo hmotnosti považována i síla. Z daných základních veličin se může vybudovat soustava měrových jednotek. Další stupeň zavedení metrologie je založen na rozšiřujícím se lidském poznání a aplikace v oborech. Jako stěžejní myšlenku lze považovat výrok „Měřit vše co je měřitelné a co není měřitelné, měřitelným učinit.“ (Galileo Galilei). To je požadavek kvantifikace fyzikálních veličin, zavedení matematiky do jiných oborů, jako například do fyziky, ve které se vyjadřují vztahy mezi veličinami na matematickém základě. Tento převrat vede k rozvoji techniky a přírodních věd. Například citovaný Galileo Galilei se zabýval studii pádu těles a matematickou formulací pohybových zákonů. První sestrojil teploměr (spíše indikátor teploty).

Počátek zavedení daných měrných jednotek doprovázel zmatek a ten brzdil rozvoj obchodu. K vyřešení tohoto problému vedly snahy o zavedení měrového pořádku, které se nejvíce prosadily ve Francii, která byla vrcholem hospodářského a společenského rozvoje. Roku 1790 Národní francouzské shromáždění pověřilo francouzskou akademií věd o vypracování návrhu jednotné měrové soustavy. Významným přínosem se staly zásady, na nichž bylo vybudování měrové soustavy založeno, na opření základních jednotek o přírodní veličiny, které se nemění s časem, tedy o přírodní konstanty. Další jednotky by se z těchto základních jednotek odvíjely. Dílčí a násobné jednotky by se tvořily pomocí celistvých mocnin deseti. Tento návrh se nazval desetinná metrická soustava. Za metr se považovala 10^{-7} , část zemského kvadrantu. Přijaly se předpony kilo, hekto, deka, deci, centi a mili. Od hmotnosti 1dm^{-3} vody při teplotě tání ledu a použitím redukce vážení na vakuum byla odvozena jednotka hmotnosti kilogram.

V roce 1795 byla ve Francii legálně přijata desetinná metrická soustava. Jako prototypy jednotek hmotnosti a délky byli podle praktických měření realizovány platinové a železné etalony. Etalonem metru byla tyč 4×25 mm, jejíž konce byly vzdáleny 1 m při teplotě tání ledu. Válec o výšce a průměru 39 mm byl etalonem kilogramu a oba prototypy byly uloženy ve státním archivu. Uzákoněním a archivováním prototypů byla

opuštěna původní myšlenka využití přírodních konstant. S postupným zlepšováním měřících přístrojů se přicházelo na chyby archivovaných prototypů vzhledem k původním definicím. Pro zachování původních definic by musely být vyrobeny přesnější prototypy, musely by se opravit všechna měřidla a míry a přepočítat dosavadní měření, což by bylo nemožné. Proto se změnila definice kilogramu a metru ve prospěch prototypů a upustilo se od využití přírodních konstant.

A další státy shledaly výhody metrického systému, který spočívá v jednotnosti a logické výstavě. Metrickou konvenci podepsalo 18 států roku 1875, to znamená zavedení metrických jednotek do svých národních hospodářství. Mezi státy patřilo USA i Rakousko-Uhersko. Členem metrické konvence se v roce 1922 stalo i Československo. Česká Republika po svém vzniku pak v roce 1993. Vlastní text Metrické konvence (dohody o metru) se týkal zavedení míry a jejich dekadických násobků a dále následujících dohod:

- vybudování Mezinárodního úřadu pro míry a váhy (BIPM) jako společně stálého dotovaného vědeckého pracoviště specializovaného na otázky měř se sídlem v Paříži
- francouzskou vládou poskytnout vhodnou budovu pro tento Úřad, podřízenosti a organizaci Úřadu a dohledu nad ním
- vytvoření organizačních zásad Výboru a Konferencí
- hlavních úkolů Úřadů, zejména uchování prototypů kilogramu a metru, pracovních nových prototypů mezinárodním měřítku, porovnání s etalony starých měř apod.
- hospodářské zajištění orgánů Metrické konvence



Obr. 1 - Etalony jednotek hmotnosti a délky

V duchu Metrické konvence byly zřizovány regionální laboratoře a ústavy v oblasti státní správy, které plnily dané úkoly v oblasti legální a výkonné metrologie. Na metrologické zabezpečení si rostoucí nároky vyžádaly postupné zřizování centrálních úřadů a laboratoří. S Metrickou konvencí byly dále založeny její organizační složky:

- generální konference pro míry a váhy (CGPM)
- mezinárodní výbor pro míry a váhy (CIPM)
- mezinárodní úřad pro míry a váhy (BIPM), jako zlatá vědecká instituce

Tím došlo k zahájení vědeckých prací na vypracování nových prototypů kilogramu a metru. Prototypy byly vyrobeny z materiálu, který se jevil jako nejstálější z hlediska vlivu prostředí, ze slitiny 10 % iridia a 90 % platiny. U mezinárodního prototypu kilogramu byl ponechán stejný tvar jako u archivního kilogramu, zato mezinárodní tvar metru se změnil. Profil prototypu byl ve tvaru písmene X, přešlo se na míru tvořenou ryskami. Jako mezinárodní prototyp byl vybrán jeden ze čtyřiceti vyrobených, další se přidělily členským zemím Metrické konvence.

Koncem 19. století byla pozornost soustředěna metrologickým pracím, které se zabývaly dalšími veličinami, jako byl tlak a teplota. Snaha o mezinárodní upřesnění a sjednocení se rozšířila na veličiny v oblasti magnetismu, elektřiny a záření. Však vývoj magnetických a elektrických jednotek byl příliš složitý. Pro tyto veličiny se užívalo asi do poloviny 19. století řady různých jednotek. K tvorbě jednotné soustavy přispěla komise, která byla jmenována britskou asociací pro rozvoj věd, ve které

pracovala řada odborníků. Doporučením komise byla přijata soustava LMT (to je délka, hmotnost, čas). Roku 1881 rozhodl první elektrotechnický kongres v Paříži zavést soustavu CGS (cm, g, s), která se nazývala též absolutní. V oblasti elektřiny se tato soustava rozšířila do třech variant. Časem se však ukázalo, že většina magnetických a elektrických jednotek měla nevhodnou velikost. Postupně proto byly zavedeny tzv. praktické jednotky s názvy, které vycházely ze jmen významných badatelů, jako byli představitelé Volt, Ohm, Ampér, Henry, Farad, Watt, Joule, Gauss, Tesla, Oersted, Maxwell, Weber. Tyto praktické jednotky byly definovány jako vhodně zvolené dekadické násobky nebo díly jednotek CGS. Realizace těchto praktických jednotek, magnetických a elektrických veličin na základě definičního vztahu k jednotkám CGS byla nepřesná a obtížná. Proto čtvrtým mezinárodním kongresem byly roku 1893 v Chicagu stanoveny experimentální způsoby realizace ampérů, ohmů a voltů. Těmito primárními etalony dostaly definované jednotky název „internacionální“, stejně tak i jednotky z nich odvozené. Jako odpor rtuťového sloupce byl realizován internacionální ohm, internacionální ampér byl realizován jako proud, který za sekundu vyloučí určité množství stříbra v roztoku stříbrného a šestinovým článkem byl posléze realizován internacionální volt. Dříve pro zavedení internacionálních jednotek byla možnost realizace primárních etalonů v každé dobře vybavené laboratoři, což bylo nemožné s absolutními jednotkami. Časem se ukázalo, že zavedení definice internacionálních jednotek nezaručují dostatečnou stálost a přesnost, zatímco přesnost absolutních jednotek se neustále zvyšovala. Roku 1933 se dohodlo, že se přejde zpět od internacionálních jednotek k jednotkám absolutním, což způsobilo rozsáhlé experimentální práce pro stanovení převodních součinitelů mezi těmito jednotkami. Příslušná jednání a práce byly přerušeny válkou, byly tedy ukončeny až v roce 1948.

Roku 1993 bylo dohodnuto také přejít od soustavy CGS k soustavě MKS (m, g, s). 1954 byla rozhodnutím přidána čtvrtá základní jednotka ampér a soustava dostala název MKSA. Po dalším doplnění základními jednotkami (kandelou pro svítivost, kelvinem pro teplotní rozdíl) byla tato měrová soustava označena jako mezinárodní měnová soustava SI. Doporučena jako celosvětová mezinárodní soustava byla v roce 1960. V ČSSR byla uzákoněna zákonem č. 35/1962 sb. a rozpracována byla v normě ČSN 011300 a dalších. Do soustavy SI byla v roce 1974 přidána poslední sedmá základní jednotka pro látkové množství, mol. Tato měrová soustava platí dodnes.

V roce 2008 Metrická konvence sčítala 78 států buď v přidruženém, nebo řádném členství. K této konvenci přistoupila asi před 15 lety Velká Británie. Spojené státy podepsaly také Metrickou konvenci v době jejího vzniku, jen zavedení konvence se předpokládá teprve budoucnosti.

Nastolený vývoj a současný pohled do oblasti metrologie se od začátku 2. poloviny minulého století začíná prosazovat nový směr elektroniky, spojování atomistiky, optiky a mechaniky s cílem dosáhnout přesnější definice a realizace jednotek základních veličin. Tak byly převedeny na kvantový základ jednotky délky a času, také jednotky odporu a elektrického napětí. Předmětem intenzivního mezinárodního výzkumu je převedení dalších fyzikálních veličin na kvantový základ.

2.2 Vývoj metrologie na území České republiky

Z historie vyplývá, že patřičná pozornost byla věnována otázce metrologie vždy, kdy na území Čech, Moravy a Slezska docházelo k hospodářskému rozkvětu. Měřených veličin bylo poměrně málo a zvláště sledovanou sférou byl obchod, zemědělství a pozemkové vlastnictví. Decentralizovaný byl dohled nad mírou a váhou, panovníkův výnos byl základním normativem. Na starost v obcích to měli rychtáři, kteří při vyměřování pozemků využívali služeb tzv. měřičů (dnešních geodetů), měřiči byli často povoláni ze zahraničí. Od Přemysla Otakara II. pochází první historicky známý výnos o metrologii na našem území z roku 1268. Zavedl délkovou jednotku „pražský loket“ (pražský loket = 594mm, 1 loket = 10 palcům a 1 palec = 4 zrnům ječmene) a vydal nařízení o váhách a mírách, nařídil obnovit a svým znakem označit míry a váhy.

Úpravou měrového pořádku a snahou rozšířit pražské míry do celého království se také zabýval císař Karel IV. Byly vydány knihy o měření v 17. a 18. století, které se převážně týkaly měření ploch a pozemků. Byla vydávána mnohá usnesení zemských sněmů s cílem sjednocení regionálně a komoditně roztrášených jednotek. Za vlády Habsburků tyto snahy a činnosti pokračovaly se střídavými úspěchy s císařskými patenty. Soustavnější pozornost je věnována organizaci metrologie teprve v 19. století při postupném prosazování metrické soustavy. Společenský význam měření se především projevoval v obchodě. V bývalém Rakousko-Uhersku se o tento obchod staralo ministerstvo obchodu, jak je tomu doposud v řadě západních zemí. Již v roce

1871 byla zavedena metrická soustava, tedy před Metrickou konvencí, kdy byly zavedeny dvě základní jednotky kilogram a metr.

V roce 1872 vydalo ministerstvo obchodu cejchovní řád a v roce 1875 zřídilo cejchovní komisi a vydalo zákon zabývající se měřením. Vzniklé normativy zůstaly platné velmi dlouho, nezměnily se obsahem ani po vzniku československého státu a některé byly zrušeny až při vydání zákona o měrové službě č. 35/1962 sb. Vznikem samostatného československého státu byl i nově vytvořen ústřední inspektorát pro cejchovní službu v Praze. V roce 1919 byly vládním nařízením zřízeny tři inspektoráty a vlastní cejchovní úřady zůstaly v okresních sídlech politických správ. Na počátku 50. let do vytvoření krajského zřízení bylo 107 okresních úřadů, počet pracovníků a vybavenost byly většinou skromné. Pracoviště byla součástí UNM až do roku 1981. Poté byla přiřazena k Československému metrologickému ústavu (ČSMÚ), protože tehdejší státní komise pro vědu a techniku (SKUT) nesouhlasila s vytvořením samostatného pracoviště pro výukovou metrologii. Vedení odborné výukové metrologie bylo při tomto zásahu převedeno do Brna.

Ministerstvem financí byl v 50. letech 20. století vytvořen Úřad pro míry, váhy a drahé kovy, který řídil cejchovní službu a vydával potřebné normativy. Tento úřad byl v r. 1959 zrušen a přidělen k Úřadu pro normalizaci, k ministerstvu hutnictví tak přešla problematika drahých kovů. V r. 1962 měrové laboratoře u ústředí Úřadu kapacitně nestačily, rozhodlo se o vytvoření rozšíření pracovišť jako novou samostatnou organizaci. Od r. 1966 počal Státní metrologický ústav pracovat v Praze, jeho vytvoření bylo podmíněno přestěhováním jeho centra do Bratislavy od r. 1968. V Praze přitom měla zůstat pobočka s delimitovanou náplní. 1969 byla pobočka zrušena, v roce 1989 obnovena nebyla a byl dokonce záměr i po této pobočce zlikvidovat zbylá pracoviště. Po přestěhování sídla metrologického ústavu do Bratislavy musela být předána většina technického vybavení včetně státních prototypů kilogramu a metru. Z Českého metrologického ústavu v Bratislavě byl v roce 1990 vyčleněn úsek výkonné metrologie a zřízen státní metrologický inspektorát s ředitelstvím v Brně a jednotlivými územními pracovišti v Plzni, Praze, Českých Budějovicích, Liberci, Brně, Opavě a Pardubicích.

Od vzniku Československého metrologického ústavu v Bratislavě se charakter prací přesouval postupně od prací vývojových směrem k základnímu výzkumu. Ústav byl podřízen federálnímu úřadu pro měření a normalizaci, který plnil celostátně funkci na

území legální metrologie. Tuto funkci dnes plní Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v Praze, a je podřízen Ministerstvu průmyslu a obchodu.

Při plnění úloh státní metrologie pracoval Československý metrologický ústav s pracovišti SAV, ČSAV, vysokými školami, ústavy a podniky. Za jednotnost a správnost měření v celém státě odpovídal spolu s výkonnou metrologií. Ústav spolupracoval na úkolech OIML. V České republice dnes plní jeho funkci Český metrologický institut se sídlem v Brně.

2.3 Metrologie

Metrologie je vědní obor zabývající se kontrolou a měřením, zahrnující veškeré poznatky a činnosti z oblasti měření. Kontrola a měření je disciplína zasahující téměř do všech oblastí života. Měření se netýká jen strojírenství, správně a spolehlivě se musí měřit také ve stavebnictví, lékařství, sportu, dopravě, v obchodu a mnoha dalších oborech. Pro všechny obory platí základní podmínky správného měření. Základním předpokladem je respektování a znalost všech vyhlášek a zákonů, které jsou vydávány Ministerstvem průmyslu a obchodu pro oblast metrologie v České republice. V metrologii se zákonnými opatřeními a vyhláškami, které platí v České republice, zabývá legální metrologie. Legální metrologie je upravena normou, vyhláškou, nařízením a zákonem. Tyto předpisy udělují povinnosti a úkoly podnikové i státní metrologii. Legální metrologie je dále definována jako část metrologie, která se vztahuje k měřidlům, jednotkám a metodám z hlediska předepsaných technických a právních náležitostí, jejich hlavním úkolem je poskytovat veřejnou záruku bezpečnosti a vhodné přesnosti měření.

Metrologie má specifický význam pro průmyslové činnosti ve strojírenství z pohledu technického rozvoje a jakosti. Měření a tím pevně spojená potřeba kalibrace používaných měřidel je pro mnohá průmyslová odvětví nezbytným předpokladem zvyšování jakosti produkce a velkou měrou to ovlivňuje i konkurenční postavení.

Metrologie jako stěžejní předmět technických oborů

Stěžejním prvkem osnov technických oborů je předmět kontrola a měření, jejíž hlavním představitelem je samotná metrologie. Studenti po ukončení středoškolského vzdělání by měli najít uplatnění na trhu práce v technicko-průmyslových oborech. S ohledem na

dnešní trend přesné výroby ve strojírenství je proto velmi důležité u studentů vypěstovat základní znalosti a dovednosti z oblasti měření, které následně mohou studenti v praxi uplatnit.

3 Specifikace základních požadavků pro výuku metrologie na ISŠTE Sokolov

3.1 Charakteristika školy a historie školy

Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov patří mezi největší střední školy v Karlovarském kraji. Škola je vedena jako příspěvková organizace s právní subjektivitou a její činnost je řízena platnými právními normami. ISŠTE je státní školou, nadřízeným orgánem a zřizovatelem školy je Karlovarský kraj, znamená to, že studium je bezplatné.



Obr. 2 - Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov

Ke dni 01.09.2009 se ISŠTE Sokolov sloučila s SPŠ Královské Poříčí a může se pyšnit více jak 1100 studenty a 100 zaměstnanci. ISŠTE Sokolov poskytuje vzdělání v 11 oborech s výučním listem a 10 oborech středního vzdělání s maturitní zkouškou. Škola dále zajišťuje výuku ve vlastní akreditované svářecí škole a dále poskytuje různé druhy rekvalifikačních kurzů pro Úřad práce v Sokolově a další subjekty jako je například Sokolovská uhelná. Nadále bylo na ISŠTE zřízeno odloučené pracoviště Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

- Strojní mechanik
- Obráběč kovu
- Automechanik
- Elektrikář
- Instalatér
- Malíř
- Montér suchých staveb
- Obkladač
- Tesař
- Truhlář
- Zedník

3) Střední vzdělání

- Strojírenská výroba

4) Nástavbové studium

- Elektrotechnika (2leté – denní studium)
- Elektrotechnika (3leté – dálkové studium)
- Podnikání (2leté – denní studium)
- Podnikání (3leté – dálkové studium)
- Provozní technika (2leté – denní studium)
- Provozní technika (3leté – dálkové studium)

3.3 Základní požadavky na výuku metrologie

Znalosti aplikace z oblasti metrologie se promítají do studijních oborů, jako jsou

- Strojírenství
- Mechanik strojů a zařízení
- Silniční doprava
- Řízení jakosti ve strojírenství
- Technické lyceum

Základním požadavkem při výuce metrologie v učebním předmětu kontrola a měření je u studenta vypěstovat základní zručnost při práci s měřicími přístroji a naučit je

základním metodám kontroly a měření. Dále se studenti učí zpracovávat a vyhodnocovat výsledky jednotlivých měření a orientovat se v odborné literatuře.

3.4 Koncepce metrologie

Výuka je rozdělena na dvě části, část teoretickou a část praktickou. V teoretické části výuky jsou studenti seznámeni s probíranou látkou, ve které jim je vysvětlena problematika daného tématu, popřípadě doplněné ukázkami zkoušek, principů měření, způsobů měření, použití měřidel a měřících zařízení. Dle vybavenosti laboratoře jsou studentům jednotlivá měřidla a měřicí přístroje ukázány a předvedeny jejich použití.

Obecně lze popsat způsob aplikace metrologie v praktickém cvičení následovně:

Studenti vypracovávají jednotlivé úlohy z měření na dané téma, které bylo předem probráno v teoretické části výuky. Studenti si připraví měřidla, přístroje a zařízení dle pokynu učitele a technických návodů. Ve chvíli, kdy mají studenti vše připravené k měření v rámci zadání, nahlásí tuto skutečnost učiteli, který zkontroluje správnost přípravy. Pouze s jeho souhlasem mohou studenti začít vlastní měření. Po skončení etapy měření, si studenti zjišťují žádané míry podle ověřených postupů, podle kterých posoudí, jestli se nedopustili při měření chyb. S výsledky měření seznámí učitele. Ten schválí a zkontroluje jejich získané výsledky a následuje kontrola měřících přístrojů, poté mohou studenti přístroje rozebrat a uklidit na patřičné místo. Pokud však výsledky nejsou vyhovující, je třeba celý postup měření průběžně opakovat. V průběhu měření si studenti naměřené hodnoty a ostatní záznamy zapisují do pracovního sešitu, záznamy v pracovním sešitě jsou následně podkladem pro vypracování zprávy o měření, kterou studenti zpracovávají v hodině.



Obr. 4 - Stanoviště pro kontrolu přesnosti mikrometru a posuvného měřítka

3.5 Výuková laboratoř metrologie

V současné době se škola pyšní nově postavenou školní budovou, která však není ještě zcela hotová. Nová školní budova by měla učitelům a hlavně studentům poskytnout nové technologicky moderní výukové třídy pro jednotlivé studijní obory. Dosud probíhaly hodiny kontroly a měření pouze v jedné metrologické laboratoři, ve které probíhala veškerá měření, která laboratoř umožnila. V době výstavby nové školní budovy je metrologická laboratoř pouze provizorní. V současnosti se rozhoduje o umístění nové metrologické laboratoře a jejího uspořádání. Kontrola a měření by se měly provádět ve dvou typech školních laboratořích:

- a) **V laboratoři technologické**, ve které se studenti zabývají zkouškami materiálu, kontrolou rozměrů, tvarů součástí a kontrolou jakosti povrchu.
- b) **V laboratoři strojnické**, ve které se studenti zabývají zkoušením strojů, mazadel a paliv. Dále se zabývají měřením veličin potřebných pro ověřování, kontrolu a ovládání činnosti strojních zařízení a strojů.

Laboratoře jsou vybaveny podle účelu měření. Kontrolu a měření součástí se provádí pomocí měřidel a měřících přístrojů na laboratorních stolech. Na každý druh měření se používá předem vyhrazené pracoviště, které je vybaveno potřebnými přístroji a pomůckami pro měření.

Materiál se zkouší na speciálních strojích, které jsou pro daný typ zkoušky zkonstruovány. Pro měření na strojích se musí použít vhodně upravená místnost, co se týče instalace strojů na vhodných základech s vhodným přívodem elektrické energie, paliva, vody, a u spalovacích motorů vhodným odvodem výfukových plynů a odhlučněním od ostatních prostorů.

Pro zkoušky, pro jejichž účely se používá rentgen a práce s radioaktivními látkami je přikázáno užívat samostatné místnosti, které jsou ke zkouškám vhodně upraveny a určeny. Je to zejména z hlediska bezpečnosti práce. Pro měření fyzikálních veličin, jako jsou zkoušky mazadel, paliv, hustoty, využíváme laboratorní stoly, které jsou vybaveny vhodnými přípravky na upevnění přístrojů. Požadavky pro vybavení laboratoře jsou různé, záleží, k jakému účelu laboratoř bude sloužit, a proto je třeba pro laboratorní cvičení více specializovaných pracovišť. Což je na druhou stranu problémem z hlediska velikosti a uspořádání pracoviště.

3.6 Laboratorní řád

Práce v laboratoři musí být zorganizována tak, aby v předepsaném čase bylo možné provést měření se správným využitím měřících přístrojů a zařízení za dodržení předpisů bezpečnosti. Na začátku školního roku je povinnost učitele seznámit studenty s laboratorním řádem. Řád je vypracován podle místních podmínek laboratoře a měl by obsahovat organizační pokyny, pokyny pro manipulaci se zařízením laboratoře a pokyny bezpečnosti práce. Podrobněji jsou studenti poučeni o zásadách bezpečnosti práce před začátkem daného měření. Studenti náplň a rozsah poučení potvrdí svým podpisem do záznamu o poučení bezpečnosti studentů. Laboratorní řád je vyvěšen v laboratoři na dostupném a viditelném místě. Veškeré vybavení v laboratoři kontroly a měření je evidováno ve školní evidenci spolu s vyučujícím. Má přiřazeno evidenční číslo, podle kterého je dané zařízení nebo měřidlo možno dohledat. Za uvedené měřidlo zodpovídá příslušný vyučující.

Laboratorní řád viz. příloha č. 2

Záznam o poučení bezpečnosti studentů viz. příloha č. 3

3.6.1 Bezpečnost práce v laboratoři

Laboratorní cvičení se liší od teoretické výuky tím, že je vykonávaná praktická činnost. V laboratoři je větší pohybová aktivita a samostatnost studentů, a proto se musí dodržovat požadavky s důrazem na bezpečnost práce, pracovního pořádku a hygieny. Bezpečnost práce se zvyšuje vhodnou organizací pracoviště a tudíž i úroveň laboratorního měření. Studenti si sami pod dohledem učitele zorganizují pracovní místo na měřicím stole tak, aby na něm nebylo nic zbytečného, co by bránilo ve správném používání přístrojů a pomůcek, které jsou potřeba pro zpracování zadané úlohy. Než studenti začnou s vlastním měřením, zkontrolují si přístroje, měřicí zařízení, součásti a pomůcky. Aby byla v laboratoři zajištěna bezpečnost práce, vyžaduje se dodržování pracovní kázně a pozornosti. Dále je zapotřebí v laboratoři používat předepsané pracovní a ochranné pomůcky (ochranné brýle, rukavice a další bezpečnostní prostředky). Nastane-li i přes veškerá bezpečnostní opatření v laboratoři úraz, je důležité neprodleně poskytnout poraněnému první pomoc a zařídit lékařské ošetření. Každý pracovní úraz se musí nahlásit bezpečnostnímu technikovi školy a vedoucímu laboratoře měření.

Studenti odborných středních škol jsou proti následkům úrazům pojištěni po celou dobu jejich výchovy a vyučování. Studenti jsou povinni nahlásit jakoukoliv zjištěnou závadu ohrožující jejich bezpečnost.

3.7 Zásady správného zacházení s přístroji a zařízením laboratoře

S vyšším stupněm přesnosti měřidel měřicích přístrojů a zařízení stoupá jejich citlivost i cena, a proto je s nimi požadováno správné zacházení.

V laboratoři udržujeme měřicí zařízení a přístroje podle pokynu učitele a návodu výrobce. Šetrné zacházení vyžadují hlavně jemné mechanické části, při manipulaci s ovládacími prvky musíme dbát zvýšené opatrnosti, měřidla a zařízení bychom mohli poškodit vlivem použití nadměrné síly nebo nárazu, při používání nebo přemísťování.

Přístroje a měřicí zařízení musíme udržovat v čistotě a po skončení měření podle potřeby chráníme proti korozi korozním přípravkem. Před okolními vlivy chráníme měřidla a zařízení ukládáním do vhodných pouzder, nebo je chráníme vhodnou pokrývkou. Než začneme měřit, případný protikorozní nátěr odstraníme a překontrolujeme funkci přístroje. Při měření se zbytečně nedotýkáme funkčních ploch.

U součástek, které mají vyrobeny funkční plochy s vysokou přesností, chráníme před stykem s pokožkou vhodnými rukavicemi. Nejčastější příčinou koroze měřících přístrojů jsou nečistoty a pot.

Studenti hlásí učiteli veškeré poškození přístroje, aby se mohla zajistit jeho včasná oprava a předešlo se zbytečné manipulaci s přístrojem a jeho dalšímu poškození. Při přesném měření je potřeba v laboratoři udržovat předepsanou vlhkost vzduchu a teplotu. (Martinák, 1989, s. 15)

4 Posouzení současné dokumentace a návrh formulářů pro zefektivnění výuky

Jak již bylo uvedeno v kapitole číslo 2.4, součástí měření je vypracování takzvané zprávy či měřeného protokolu.

4.1 Struktura zprávy o měření

Zpráva o měření musí obsahovat vše podstatné, abychom mohli vytvořit dokonalý přehled o průběhu měření. Obsah zprávy o měření je pro všechny studijní obory, které mají v osnovách zahrnut předmět kontrola a měření stejný. Zpráva o měření se může mezi jednotlivými studijními obory lišit pouze v druhu zadání měřené úlohy. Zadání se odvíjí dle probrané látky, která je stanovena podle učebních osnov daného oboru.

Protokol o měření obsahuje nejčastěji tyto body:

- 1) Zadání** – téma zadání je přiděleno učitelem. Na každé měření je několik témat, které se studenti po několika vyučovacích hodinách mezi sebou vymění. Učitel určí rozsah měření a formu žádaného výsledku. Aby úloha byla přehledná, skládá se z jednotlivých bodů, které tak obvykle už určí postup měření.
- 2) Pomůcky a přístroje** – v protokolu o měření jsou zaznamenány všechny údaje o přístrojích, strojích, pomůckách a objektech měření jako jsou přesný technický stav, výrobce, typ, výrobní číslo a parametry.
- 3) Schéma zapojení pomůcek a přístrojů** – schéma nám v protokolu znázorňuje použití a zapojení pomůcek a přístrojů, které při měření používáme. Příslušné schéma by mělo obsahovat popis jednotlivých měřících přístrojů, zařízení nebo schémat.

- 4) **Postup provedení úlohy** – v postupu provedení úlohy je vysvětlen princip měření a následně podrobně popsán vlastní postup, tak jak jsme při měření postupovali. Podle potřeby můžeme jednotlivými náčrtly vysvětlit schéma zapojení. Vysvětlit postup při manipulaci s měřidly, zapojení měřící aparatury, způsob získání naměřených veličin, odchylek, varianty zapojení, způsob jakým je stroj aktivován a ukončení měření. Z popisu měřící metody by měl být jasný pracovní postup při měření, teoretický princip a způsob získávání výsledků.
- 5) **Přehled a zpracování výsledků** – naměřené hodnoty jsou zapisovány do tabulek, které jsou přehledné, a můžeme se v nich dobře orientovat. Nad horní okraj tabulky zapisujeme potřebné neměnné veličiny, které jsou pro dané měření konstantní. Hodnoty, které změříme, zapíšeme do sloupců pod sebe nebo vedle sebe do řádků. Do podsloupců nebo řádků zapisujeme vypočítané hodnoty, obvykle je oddělujeme výraznou čarou. Pod nebo vedle tabulky se uvede příklad výpočtu. Z naměřených nebo vypočítaných matematických hodnot se sestrojí grafické závislosti, je-li to požadované v zadání. Pomocí grafu často objevíme chyby při měření a zpracování naměřených hodnot.
- 6) **Vypracování doplňkového úkolu** – Doplňkový úkol je vždy zaměřen na dané téma měření a jeho cílem je ověření znalostí studenta s teoretickou částí výuky případně schopnosti studenta vypořádat se s daným problémem za použití literatury, tabulek, normativů a logického myšlení. Doplňkový úkol nemusí být vždy součástí zadání úlohy.
- 7) **Zhodnocení měření** - mělo by obsahovat kritické zhodnocení vlastní práce. Mohly by to být chyby nebo malá přesnost použitých měřidel a přístrojů, málo přesná metoda měření, různé okolnosti, které způsobí odchylky naměřených hodnot od hodnot známých nebo předpokládaných. V protokolu by se mělo vždy zaznamenat, s jakou přesností probíhá měření, studenti dále zaznamenávají poznatky, které získali měřením i neočekávané jevy. Pokud provádíme cvičení, při kterém musíme dodržet provozní bezpečnost a hygienické předpisy, uvedeme důležité části těchto předpisů a případně i vlivy, které by mohly nastat nedodržením některých předpisů. S předpisy a příslušnými normami jsou studenti povinni se seznámit na začátku měření a měli by je zahrnout jako nedílnou součást úlohy. Studenti uvedou v závěru zprávy seznam norem, předpisů a literatury, které souvisí se zadanou úlohou.

Ukázka současného protokolu z měření viz. příloha č. 4

4.2 Současná podoba formulářů

Protokoly o měření zpracovávají studenti jednotnou formou podle pokynů, které jsou uvedeny v laboratorním řádu, který obsahuje již zmíněna příloha B. V současné době studenti zpracovávají protokol o měření písemně do Normalizačních předtisků pro zprávy podle ČSN 013049.

Normalizovaný předtisk pro zprávy podle ČSN 013049 viz. příloha č. 5

Normalizační předtisk se skládá z rozměrové tabulky a základních údajů. Veškeré údaje o měření musí studenti doplnit do předtisku a tím vytvořit zprávu o měření, která by měla být přehledná a vystihující pro daný typ měření. Studenti na provedení daného měření a následné vytvoření zprávy o měření mají dle obtížnosti měření úlohy daný časový interval, do kterého musí vypracovanou zprávu o měření odevzdat a obhájit. Záleží jen na studentovi a jeho znalostech a dovednostech, jak zprávu o měření vytvoří. Mnohdy studenti vytvoří velmi podprůměrné zprávy o měření, ať už se to týká samotné zprávy o měření, tak i celkového vzhledu vytvořeného protokolu.

Návrh formuláře pro zefektivnění výuky

Nové formuláře pro zpracování protokolu o měření byly vytvořeny za účelem zefektivnění výuky s cílem pomoci žákům při vytvoření protokolu z měření z pohledu správnosti měření a celkové úpravy a vzhledu zprávy o měření. Nový protokol by měl studentům být nápomocen při vytvoření zprávy o měření v jednotlivých bodech a časové náročnosti. Zároveň důvodem vytvoření nového formuláře pro zpracování protokolu bylo i to, že ISŠTE přijala systém na řízení a vedení jednotné dokumentace. Ohlas studentů na vytvoření nových formulářů pro měření byl kladný, a zároveň se studenty proběhla konzultace, kde hlavním cílem bylo, aby studenti vyjádřili svůj vlastní názor, co by v novém formuláři uvítali a i naopak, co by se jim jevilo jako nevhodné.

Návrh nového protokolu viz. příloha č. 6

5 Modernizace metrologické laboratoře z hlediska technického vybavení

5.1 Současné vybavení metrologické laboratoře na ISŠTE

Z pohledu dnešní moderní techniky a trendu přesné výroby je podle mého názoru v současné době vybavení metrologické laboratoře průměrné až podprůměrné. Mnohé přístroje jsou velmi zastaralé, poškozené a mnohdy i nefunkční. Pro výuku chybí i velká škála měřidel a měřících zařízení, studenti proto nemohou absolvovat veškerá praktická měření a jsou o daná měření ochuzeni a pouze teoreticky informováni. Dnešní ceny měřidel, pomůcek a měřících zařízení jsou dosti vysoké a proto kompletní modernizace metrologické laboratoře je pro školu z důvodu finančních prostředků nedostupná. Školní rozpočet není tak velký, aby škola mohla uvolnit tolik finančních prostředků pouze na vybavení metrologické laboratoře, proto se jednotlivá měřidla a pomůcky pro metrologickou laboratoř dokupují dle finančních možností školy postupně. Myslím si, že celková modernizace metrologické laboratoře by byla možná pouze za vytvoření určitého projektu za účelem podpory výuky a vzdělání studentů.

Laboratoř by měla z technického hlediska studentům poskytnout zázemí, kde získají znalosti a praktické dovednosti z oblasti měření a naučí se správně zacházet s měřidly a měřícími pomůckami. Jak již bylo uvedeno dříve v kapitole č. 2.5, metodická laboratoř je nyní z důvodu výstavby nové školní budovy pouze provizorní. Po ukončení stavebních prací by měla být přidělená vhodná výuková místnost, ze které bude vytvořena metrologická laboratoř. Laboratoř se musí z hlediska vybavení navrhnout tak, aby byla pro výuku co nejefektivnější. Laboratoř bude uspořádána na jednotlivá pracoviště, kde budou probíhat jednotlivá měření. Výběr a uspořádání pracovišť se musí zvolit s ohledem na vybavenost laboratoře přístroji a důležitosti měření. Z důvodu rozlohy učebny je nemožné mít na všechna měření zvláštní pracoviště. Osobně bych zvolil jako základním cílem vytvoření a zároveň vybavení pracovišť pro měření délek a úhlů. Po absolvování měření délek a úhlů by se jednotlivá stanoviště uklidila a byla vytvořena nová pracoviště dle aktuálního typu měření např. stanoviště pro měření teplot, hustoty, tvrdosti ...

Postup výběru vhodné specifikace a typu měřidla

Krok	Postup při výběru
1.	Provedení komplexní inventury současných měřidel
2.	Posouzení stavu měřidel
	Počet vyřazených měřidel Výběr na možnou repasi
3.	Zhodnocení, které z typu měřidel v závislosti na zadávání úloh a aplikace teorie v praxi je nutné doplnit.
4.	Výběr podle specifikace, technických parametrů, ale i ceny.
5.	Selekce nabízených měřidel v katalogích nebo na internetu.
6.	Doporučení vhodných typů měřidel pro výuku.
7.	Zpracování souhrnné zprávy pro projednání zástupců vedení školy.

Na základě tohoto postupu bych jako nejzákladnější prioritu volil modernizaci délkových měřidel a měřidel pro měření úhlu a nadále dle finančních možností školy bych metrologickou laboratoř postupně dovybavil o potřebná měřidla a pomůcky. Školní laboratoř by potřebovala dovybavit zejména o pomůcky, které v laboratoři chybí nebo jsou již zastaralé a poškozené. Jedná se například o tyto pomůcky:

- Třmenové mikrometry
- Třídítkové dutinoměry
- Mikrometrické odpichy
- Číselníkový úchylkoměr
- Pasometr
- Mikrokátor
- Úhlové měrky
- Univerzální úhlooměry

Jedná se o měřidla, která jsou nedílnou součástí pro laboratorní měření, a je jimi vybaveno každé měřící stanoviště v metrologické laboratoři. Dle finančních prostředků a postupného dokupování pomůcek a měřidel můžeme takto dosáhnout postupné modernizace metrologické laboratoře.

Při každoroční inventarizaci měřidel se posuzuje jejich stav a měřidla se rozdělují do tří skupin.

- a) Měřidla vyhovující
- b) Měřidla vyřazená
- c) Měřidla vhodná k repasi


Měřidla, která jsou zařazena do skupiny vyřazených měřidel, se odepíše a vyřadí z inventárního seznamu. Poté co budou odepsána, tak jednotlivému vyučujícímu odpadají nároky na jeho zodpovědnost. Měřidla poté slouží pouze jako vizuální učební pomůcky nebo při příliš velkém poškození se likvidují.

U měřidel, která jsou určena k repasi, se zváží cena, za kterou je možné přístroj repasovat. Pokud je cena za repasi příliš vysoká a přibližuje se cenové relaci nového měřidla, tudíž je pro školu repase nevýhodná a měřidlo poté spadá do skupiny měřidel vyřazených.

Při inventarizaci a posouzení měřidel se dále hodnotí, který typ měřidla popřípadě měřicího zařízení je nutné doplnit z hlediska zadávání úloh při laboratorním měření a aplikace teorie v praxi.

5.3.2 Vytvoření požadavku na koupi nového zařízení

Vyučující, který potřebuje pro výuku metrologie nové školní pomůcky nebo při inventuře a kontrole měřidel, přístrojů zjistí na měřidlech a přístrojích závady, které měřidlo zařazují do skupiny vyřazených a jsou tudíž nevyhovující pro výuku metrologie, na základě toho vytvoří požadavek na koupi nového zařízení. Vyučující vybere měřidlo, které pro výuku metrologie potřebuje (postup výběru bude popsán v následující kapitole) a vyplní požadavkový list, který je veden ve školní dokumentaci na ISŠTE Sokolov.

 INTEGROVANÁ STŘEDNÍ ŠKOLA TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ SOKOLOV POŽADAVKOVÝ LIST ČÍSLO:				
oddesílající úsek	jméno žadatele	určení (zakázka , TV, PV, ..)	termín zajištění	celková cena
Text požadavku a předpokládaná cena za ks				
Jméno a podpis žadatele:		Datum vystavení:		
Předběžná řídicí kontrola před vznikem výdajů				
Připravovaná operace byla schválena příkazcem operace :		Připravovaná operace byla schválena správce rozpočtu		
Jméno a příjmení:		Jméno a příjmení:		
Podpis příkazce operace:		Podpis správce rozpočtu:		
Datum:		Datum:		
Datum převzetí požadavku:		Jméno a podpis příjemce:		

Obr. 6 – Požadavkový list na koupi nového zařízení

Po vyplnění požadavkového listu, se tento list předá zástupci pro praktickou a teoretickou výuku, který se k nákupu nových školních pomůcek podle konkrétní situace a důležitosti kladně nebo záporně vyjádří. Po kladném vyjádření zástupce nadále putuje tento list na školní ekonomický úsek, který dle finančních možností školy nákup schválí či nikoliv, popřípadě sdělí termín, ve kterém by mohl být nákup dle finančních možností realizován.

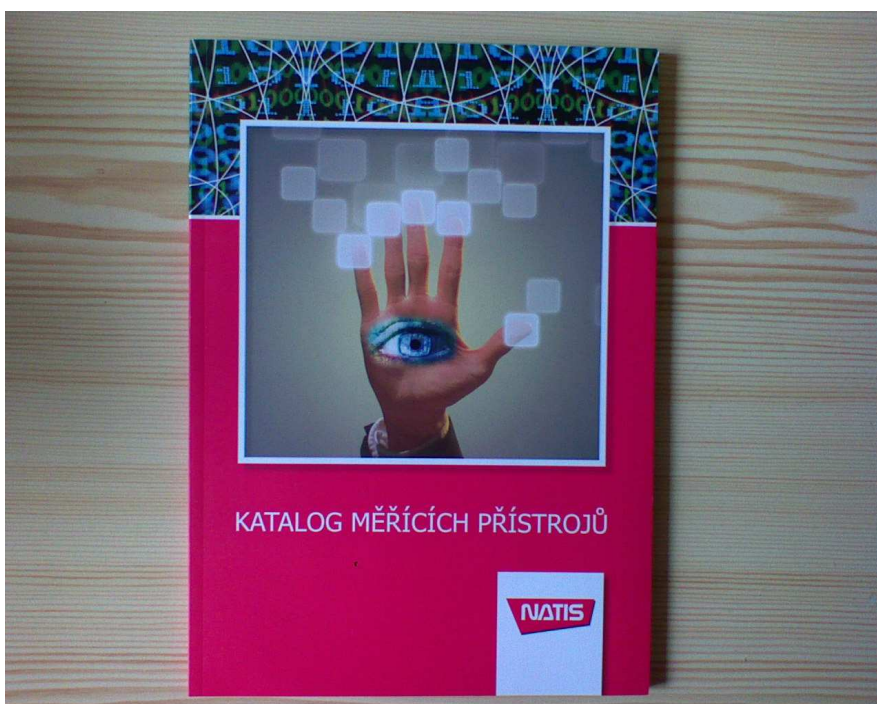
5.3.3 Postup při výběru měřidel

Jednou z možných variant pro výběr a posouzení měřidel je výběr z katalogu firem, které nabízí měřicí sortiment.

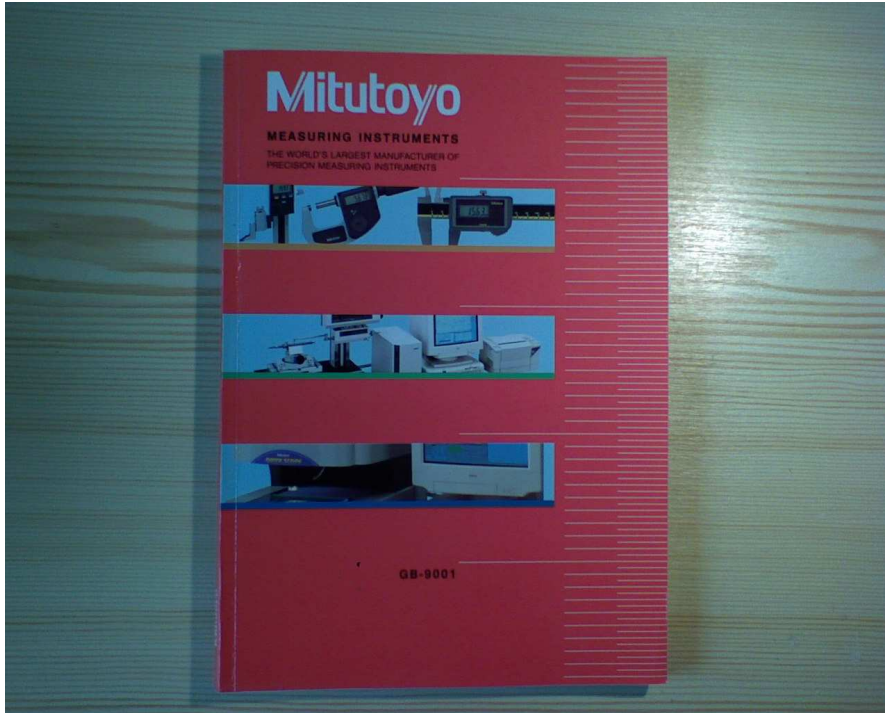
Do školy každoročně přichází nové katalogy měřicí techniky s širokou nabídkou cen a výběru měřidel. Do školy také neustále posílají své katalogy s měřicí technikou firmy, od kterých škola již dříve nakupovala.



Obr. 7 – Katalog měřicí techniky



Obr. 8 – Katalog měřících přístrojů



Obr. 9 – Katalog měřicí techniky

Druhou efektivnější variantou z hlediska výběru a rychlého porovnání cen je volba internetového nákupu, který nabízí velkou škálu firem a distributorů, které se zabývají prodejem měřicí techniky. I přes velkou efektivnost výběru a porovnání cen mě velmi zarazí, že někteří internetoví prodejci neuvádí u měřidel ceny a ceny poskytnou pouze na dotaz, což nám při výběru měřidla a srovnání cen značně komplikuje práci.

5.3.4 Postup při výběru třmenového mikrometru

Dle finanční možnosti školy je důležitou prioritou při výběru měřidel cena. Škola uvolní určité finance, za které lze pořídit měřicí pomůcky. Nyní se musíme rozhodnout, která měřidla jsou pro nás prioritou a do kterých budeme investovat. Zvolili jsme nákup nového třmenového mikrometru, který je nedílnou součástí vybavení metrologické laboratoře. Při výběru třmenového mikrometru jsem volil variantu internetového nákupu. Jako příklad jsem si vybral pět internetových prodejců, kteří se specializují na prodej měřícího sortimentu. Vybral jsem si třmenový mikrometr s přesností 0,01 mm v rozsahu 0 - 25 mm.

Internetová nabídka třmenového mikrometru s přesností 0,01 mm v rozsahu 0 - 25 mm

Prodejce	Značka mikrometru	Cena s DPH 20%
Gesprofi	Oxford	322 Kč
Kuboušek s.r.o.	Mitutoyo	1415 Kč
Kinex	Kinex	466 Kč
M&B Calibr Ivančice	Kinex	466 Kč
Conrad	Insize	578 Kč
Alltools s.r.o.	Topex	180 Kč

Hodnocení kritérií při nákupu třmenového mikrometru s přesností 0,01 mm v rozsahu 0 - 25 mm

Prodejce	Značka mikrometru	Hodnocení					\bar{x}
		cena	kvalita	deklarovaná přesnost	dostupnost	specializovanost	
Gesprofi	Oxford	2	3	2	1	3	2,2
Kuboušek s.r.o.	Mitutoyo	5	1	1	1	3	2,2
Kinex	Kinex	3	3	2	1	3	2,4
M&B Calibr Ivančice	Kinex	3	3	2	1	3	2,4
Conrad	Insize	4	2	2	3	3	2,8
Alltools s.r.o.	Topex	1	5	2	3	3	2,8

Daný tabulkový postup jsem navrhnul, abych podpořil a usnadnil výběr měřidla z hlediska kritérií s požadavkem na přehlednost a rychlost. Tabulka je sestavena na základě hodnocení kritérií při nákupu třmenového mikrometru s přesností 0,01 mm v rozsahu 0 – 25 mm. Jednotlivá kritéria, která jsou uvedena v tabulce (cena, kvalita, deklarovaná přesnost, dostupnost a specializovanost) jsem ohodnotil známkami, která mají význam dle uvedené tabulky hodnocení. Hodnocení jsem provedl dle patřičných vlastností vybraných mikrometrů, které udávají výrobci a prodejci na svých internetových stránkách. Jednotlivé hodnoty jsem zapsal dle svého uvážení do tabulky a na základě tohoto bodového hodnocení jsem získal celkové hodnocení nejvíce vyhovujícího mikrometru pro školní účely. Tento postup by bylo možno aplikovat při výběru veškerých měřidel a měřícího sortimentu.

Hodnocení	
1	Výborně
2	Velmi dobře
3	Dobře
4	Dostatečně
5	Nedostatečně

Jednotlivé prodejce jsem mezi sebou porovnal a zjistil jsem, že výše uvedené ceny se odvíjí především od značky výrobce mikrometru, přesnosti a dále také od materiálu, ze kterého jsou měřicí dotyky a mikrometry vyrobeny. Výběr mikrometru bych volil z hlediska základního vybavení školní laboratoře a uplatnění v běžné praxi. Mikrometr jsem vybral na základě sestavené tabulky, bodového hodnocení a podle aritmetického průměru. Porovnáním aritmetického průměru u jednotlivých mikrometrů jsem zjistil, že u mikrometru značky Oxford a Mitutoyo je nejnižší, tím pádem vyhovující. Nadále byla rozhodujícím kritériem u obou mikrometrů cena. Například prodejce Alltools s.r.o. k mikrometru neuvádí žádné specifikace, tím pádem je pro mě výběr tohoto mikrometru bezpředmětný. Odpovídá tomu i bodové hodnocení. Dle uvážení a porovnání ceny a specifikací bych zvolil mikrometr značky Oxford od prodejce Gesprofi. Tento mikrometr je ve střední cenové relaci a pro školní účely z hlediska konstrukce a přesnosti vyhovující. Nadále by bylo vhodné podle finanční situace školy pořídit třmenový mikrometr modernější technologie, aby se studenti dozvěděli o nových a moderních trendech měření v dnešní době, naučili se s mikrometrem měřit a zacházet. Jako příklad bych uvedl mikrometr Bowers, který při měření využívá konstantní přítlačnou sílu, výškově nastavitelný doraz, standardní funkce elektroniky a přímý výstup dat RS232. Posuv levého doteku provádíme rádlovaným šroubem, pravým vyvozujeme přítlačnou měřicí sílu. Pro rychlé měření malých součástí v sériové výrobě je vhodné použít stativ.



Obr. 10 – Mikrometr Bowers

Charakteristika

- Mikrometr s rozsahem 30 – 60 mm
- Zdvih pravého doteku 7 mm
- Volitelná rozlišovací schopnost 0,01, 0,001 mm
- Přesnost pravého doteku 0,004 mm
- Přímý přepočít mm/inch
- Nulování v kterémkoliv bodě
- Funkce PRESET
- Funkce HOLD
- Uložení hodnoty min a max
- Zobrazení hodnoty min a max
- Refl/Refl
- Nastavení a zobrazení tolerancí
- Vyvolání předvolby
- Přímý výstup RS232

6 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce byla inovace výuky předmětu metrologie na ISŠTE Sokolov. Téma své práce jsem si vybral, protože jsem chtěl přispět v rámci procesu zlepšování systému ve škole k modernizaci metrologické laboratoře z hlediska technického vybavení a zefektivnit výuku předmětu kontrola a měření.

Téma své práce jsem zaměřil na inovaci a zlepšení protokolu o měření. Vytvořil jsem vlastní návrh protokolu, který zpracovávají studenti při laboratorním měření. Nově vytvořený protokol by měl studentům ulehčit práci při jeho zpracování s ohledem na efektivní využití času a jednoduchosti formy protokolu. K vytvoření nového protokolu mě inspirovalo i to, že ISŠTE Sokolov přijala certifikát na řízení jednotné dokumentace.

V další části své bakalářské práce jsem se dále zabýval v rámci procesu zlepšování systému ve škole modernizací laboratoře z hlediska technického vybavení a navrhnul jsem metodu optimálního výběru při koupi nových měřidel z důvodu toho, aby se studenti naučili pracovat se základními měřicími přístroji a získali přehled o nových trendech měření v dnešní době.

7 Knižní publikace

- [1] TŮMOVÁ, O., BERAN, V. *Měření veličin životního a pracovního prostředí*. ZČU v Plzni, 1996. ISBN 80-7082-248-1
- [2] PETRŮ, P., TOMEČEK, M. a kol. *Prevence řízení rizik z hlediska bezpečnosti práce*. Verlag Däshofer Praha: 2006. ISBN 80-86229-37-8
- [3] ŠULC, J. a kol. *Technologická a strojnická měření*. SNTL Praha: 1982.
- [4] MARTINÁK, M. *Kontrola a měření*. SNTL Praha: 1989. ISBN 80-03-00103-x
- [5] *Katalog měřících přístrojů*. Natis Kroměříž: 2012.
- [6] *Katalog měřící techniky*. Metrology s.r.o. Brno: 2012.
- [7] *Measuring instruments Mitutoyo*. 2012
- [8] BUMBÁLEK, L. *Kontrola a měření*. Nakladatelství a vydavatelství Informatorium, Praha: 2009. ISBN 978-80-7333-072-9
- [9] MLČOCH, J., RÖSSLER, T. *Teorie měření a experimentu*. Univerzita Palackého Olomouc: 2005. 978-80-2441-230-6

8 Publikace na internetu

- [1] Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii; <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-505-1990-sb-o-metrologii>
- [2] Historie metrologie; http://eso.vscht.cz/cache_data/1385/www.vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/machacj/docs/HISTO-1.pdf
- [3] Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov; <http://www.isste.cz/>
- [4] Náradí a vybavení dílen; <http://www.gesprofi.cz/60-meridla/?pageno=4>
- [5] Kuboušek s.r.o.; <http://www.kubousek.cz/>
- [6] Prodej, oprava a kalibrace měřidel; <http://www.mbcaltibr.cz/prodej/produkt/37-mikrometr-trmenovy-kinex/>

[7] Kinex cz;

http://obchod.kinexczech.sk/scripts/zbozi.php?KID=16&num_all=916&POCETMAX=465&Trideni=KodZbozi

[8] Conrad; *<http://www.conrad.cz/trmenovy-mikrometr-0-25-mm.k816351>*

[9] Alltools s.r.o.; *http://www.naradi-pro-firmy.cz/mikrometr-topex-135025mm-_naradi_-3700.html*

9 Seznam příloh

Příloha č. 1 Historický přehled školy

Příloha č. 2 Laboratorní řád

Příloha č. 3 Záznam o poučení bezpečnosti studentů

Příloha č. 4 Ukázka současného protokolu z měření

Příloha č. 5 Normalizovaný předtisk pro zprávy podle ČSN 013049

Příloha č. 6 Návrh nového protokolu

Příloha č. 7 Aktuální přehled vybavení metrologické laboratoře

PŘÍLOHA č. 1

Historický přehled školy

Historický přehled školy ISŠTE Sokolov

Rok	Sídlo	Název	2 leté učební obory	3 leté učební obory	4 leté učební obory	Studium při zaměstnání	Studijní obory s maturitou		Vedoucí ředitel
1957-1990: Organizační složka Hnědohelných dolů a briketáren Sokolov									
1957 - 1986: Sokolovské strojírný									
1957-66	Cheb	Odborné učiliště		elektro, strojní					Jaroslav Špaček
1966-79	Sokolov	Odborné učiliště	hornické	elektro strojní chemické 1967-78	hornické 1974 strojní 1974	elektro 1979 strojní 1979			Jaroslav Špaček
									Jan Doležal
1980-86	Sokolov	Střední odborné učiliště	hornické	elektro strojní	hornické strojní	elektro strojní		svářecí škola 1983	Jan Doležal
									Mgr. Pavel Krejča
1987 - 1990: Školská zařízení k. ú. o.									
1987-90	Sokolov	Střední odborné učiliště strojírenské	hornické	elektro strojní	hornické strojní elektro	elektro strojní		svářecí škola	Mgr. Ivo Bradáč
									PaedDr. Karel Černík
1991 - dodnes: samostatný právní subjekt									
1991-94	Sokolov	Střední odborné učiliště strojírenské		elektro strojní ekonomické	elektro strojní	elektro strojní ekonomické	elektro	svářecí škola	PaedDr. Karel Černík
1991-94	Sokolov	Střední průmyslová škola elektrotechnická			elektro strojní	elektro strojní ekonomické	elektro		PaedDr. Karel Černík
1994-2006	Sokolov	Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov Jednoty 1620		elektro strojní ekonomické	strojní elektro	elektro strojní ekonomické	elektro strojní rodinná škola 1996-1999	svářecí škola RCNA	PaedDr. Karel Černík PaedDr. Josef Novotný

2006: připojena SPŠ a SOU Královské Poříčí									
2006-2008	Sokolov	Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov	stavební technicko-hospodářské	elektro,strojní stavební	strojní	elektro,strojní ekonomické	strojní, elektro ekonomické technické lyceum	svářecí škola centrum celoživotní vzdělání	PaedDr. Josef Novotný
2009 -	Sokolov	Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov	stavební technicko-hospodářské	elektro,strojní stavební	strojní	elektro,strojní ekonomické	strojní, elektro ekonomické technické lyceum	svářecí škola centrum celoživotní vzdělání	Mgr. Pavel Janus

Pramen: Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov. [online] Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov. Dostupné na www: <http://www.isste.cz/histskol.php>

PŘÍLOHA č. 2

Laboratorní řád

Laboratorní řád učebny

Organizace práce v laboratoři:

- a) Vstup do laboratoře je žákům povolen jen v přítomnosti odborného dozoru. Na dobu přestávky žáci laboratoř opustí.
- b) V úvodních vyučovacích hodinách poučí učitel žáky o obecně platných pravidlech bezpečnosti práce v laboratoři. Seznámení s instrukcemi potvrdí žáci podpisem.
- c) Při zadávání cvičných prací upozorní učitel dle potřeby na specifická pravidla bezpečnosti práce, související se zadávanou úlohou.
- d) Po instruktáži ve smyslu bodu b) a c) jsou žáci považováni pro práci na elektrických zařízeních za osoby poučené.
- e) Základním předpokladem provádění praktických měření je dobrá osobní příprava každého žáka. Učitel dle potřeby ověřuje úroveň připravenosti žáků ke cvičení formou testu.
- f) Žáci konají praktická měření ve skupinách. V průběhu měření se každá skupina věnuje pouze své zadané úloze a konzultace k jejímu obsahu provádí jen s učitelem.
- g) Po ukončení praktického měření ve zbývajícím čase žáci zpracovávají protokol z prováděného měření, pokud jim učitel neuloží jinou práci.
- h) Před ukončením vyučovací hodiny žáci řádně uloží používané přístroje a pomůcky dle pokynů vedoucího skupiny, určeného vyučujícím již při zadávání cvičných úloh.

Bezpečnostní pokyny pro práci v laboratoři

- a) Žáci v laboratoři provádí jen pracovní činnosti související se zadanou úlohou nebo dle pokynů učitele.
- b) Žáci smí obsluhovat a používat jen zařízení a pomůcky určené k provedení zadaného praktického úkolu. Při jejich používání dodržují předepsané pokyny pro jejich obsluhu.

- c) Při styku s elektrickými přístroji je nutné mít suché ruce, bez kovových ozdobných předmětů.
- d) Zařízení lze používat jen k účelu, ke kterému je určeno.
- e) Při přemísťování musí být elektrické zařízení odpojeno od napětí. Přemísťování lze provádět jen pod dozorem učitele.
- f) Je zakázáno dotýkat se poškozených vodičů nebo jiných nechráněných součástí, které vedou elektrický proud.
- g) Zapojování a přepojování elektrických obvodů se nesmí provádět pod napětím. Připojení elektrického obvodu ke zdroji elektrického proudu o napětí vyšším než 24 V smí být provedeno jen po překontrolování správnosti zapojení učitelem.
- h) Pokud žák zjistí nějakou závadu na elektrickém zařízení, poškození izolace vodičů, vlhkost v okolí pracoviště, oznámí tuto skutečnost neprodleně vyučujícímu.

Pokyny pro zpracování protokolu z praktického měření

Obsah protokolu

1. Zadání úlohy
2. Pomůcky a přístroje (název, identifikační označení, u měřidel rozsah a citlivost)
3. Schéma zapojení pomůcek a přístrojů (při provádění měření)
4. Postup provedení úlohy
5. Přehled a zpracování výsledků – tabulky, grafy a výpočty
6. Vypracování doplňkového úkolu (jeli zadán)
7. Zhodnocení měření

Forma protokolu

Obsah protokolu je zpracován na normalizační předtisk pro zprávy podle ČSN 013049 upraveného dle pokynů učitele.

- Písmo dle technických možností žáka (protokol musí mít úroveň odpovídající požadavkům na technickou dokumentaci)
- Schémata neprovádět od ruky. Řádně označit jednotlivé části, např. legendou. Tabulky a grafy řádně označit (název, veličiny, jednotky).

Žáci zpracovávají protokol o měření pouze v hodině, dobu na zpracování protokolů určí vyučující. Případné problémy s vypracováním protokolu mohou žáci konzultovat s vyučujícím.

Zpracoval: Josef Horvát
Sokolov 01.09.2011

Schválil: Mgr. Pavel Janus
Ředitel školy

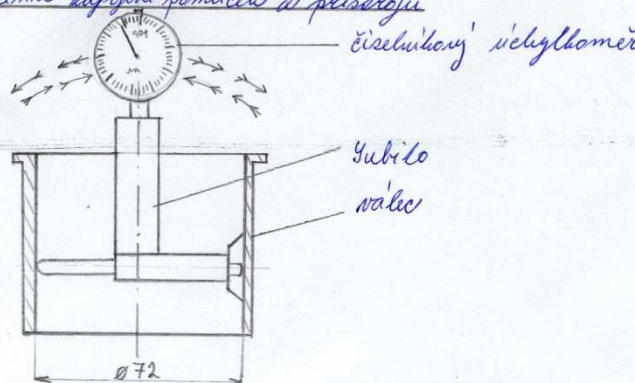
PŘÍLOHA č. 3

Záznam o poučení bezpečnosti studentů

PŘÍLOHA č. 4

Ukázka současného protokolu z měření

Vypracovaný protokol z předmětu kontrola a měření

ISŠTE SOKOLOV	KONTROLA A MĚŘENÍ	2011/2012	2 PD
		Počet listů:	
<p>1. <u>Zadání:</u> Proveďte kontrolu rozměrů válce spalovacího motoru rubilem, jehož nastavení proveďte pomocí základních měřel rovnoběžných s příslušenstvím. Měření prováděte minimálně 5x na průměru horní úvrati, dolní úvrati a ve střední části odvíku válce. Výsledky kapište do tabulky.</p> <p>Doplňkový úkol: Jaly převod má číselkový úchytkoměr a na jakém principu funguje.</p> <p>2. <u>Pomůcky a přístroje:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rubilo Mitutoyo, rozsah měření 60-100 mm - Číselkový úchytkoměr Mitutoyo, přesnost měření 0,01 mm - Posuvné měřidlo Bruma, přesnost měření 0,02 mm - Základní měřky rovnoběžné Jamet, rozsah 95-100 mm - Příslušenství základních měřel Jamet - Válec spalovacího motoru $\varnothing 72$ mm <p>3. <u>Schéma kapojin pomůček a přístrojů</u></p> 			
Vypracoval: <u>Lidlová</u>	Schválil:	Nahrazuje:	
Přezkoušel:	Dne: <u>20.10.2011</u>	Změna:	Dot. Podpis Ind.

4. Postup provedení úlohy: Pomocí posuvného měřítka jsme si změřili \varnothing válec, válec měl \varnothing 42 mm. Poté jsme číselníkovým úchylkoměrem upnutí do Gubida a pomocí káždých rovinných měřek a příslušností jsme nastavili Gubito na \varnothing 42 mm. Když jsme měli vše nastaveno začali jsme s vlastním měřením. Válec jsme změřili 5x v horní úvrati, ve střední poloze kotrkou a v dolní úvrati válec spalovacího motoru. Výsledky jsme zapali do tabulky.

5. Podob a zpracování výsledků:

Č. MĚŘENÍ	ODCHYLKA	PRŮMĚR VÁLCE
HORNÍ ÚVRATĚ	[mm]	[mm]
1	0,32	
2	0,32	
3	0,30	
4	0,33	
5	0,32	
ARITH. PRŮMĚR	0,32	\varnothing 41,68
STŘEDNÍ ÚVRATĚ	[mm]	
1	0,58	
2	0,60	
3	0,58	
4	0,61	
5	0,58	
ARITH. PRŮMĚR	0,59	\varnothing 41,41
DOLNÍ ÚVRATĚ	[mm]	
1	1,21	
2	1,24	
3	1,24	
4	1,20	
5	1,23	
ARITH. PRŮMĚR	1,22	\varnothing 40,78

$$\text{ARITH. PRŮMĚR} = \frac{\sum x_i}{n}$$

6. Vypracování doplňového úkolu: Číselníkový úchylkoměr má převod ozubenými koly. Princip měřítka je založen na pohybu doteků pomocí ozubených kol a převodu pohybu na ručičku úchylkoměru.

7. Hodnocení měření: Měřením a zpracováním výsledků jsme zjistili, že naměřené rozměry se liší od nastaveného rozměru ve všech úvratích válec, nejvíce je však válec opotřeben v dolní úvrati válec spalovacího motoru. Při měření jsme se mohli dopustit chyb špatnou manipulací Gubidem ve směřku válce. Alžové měření proběhlo bez problému.

PŘÍLOHA č. 5

Normalizovaný předtisk pro zprávy podle ČSN 013049

Normalizovaný předtisk pro zprávy podle ČSN013049

						Počet listů:		
Vypracoval:		Schválil:				Nahrazuje:		
Přezkoušel:		Dne:		Změna:		Dat.	Podpis	Ind.

PŘÍLOHA č. 6

Návrh nového protokolu



Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov

Jednoty 1620, 356 11 Sokolov +420 352 466 163 +420 352 466 192 issteg@isste.cz www.isste.cz

Třída 3S	Protokol o měření	Úloha číslo: 1	
		Počet listů:	
		List:	
<h1>Délková měření</h1>			
Vypracoval:	Datum zadání:	Datum odevzdání:	Podmínky měření v laboratoři
Hodnocení protokolu:	Hodnocení obhajoby:	Celkové hodnocení:	Teplota:
Poznámky a připomínky opravujícího:			Vlhkost:
			Tlak:
			Čas:



Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov

Jednoty 1620, 356 11 Sokolov +420 352 466 163 +420 352 466 192 issteg@isste.cz www.isste.cz

3S	Kontrola přesnosti mikrometru	Úloha číslo:	1
		Počet listů:	
		List:	

Zadání: Na mikrometru s rozsahem 0 až 25 mm, vyrobeném ve 2. třídě přesnosti, překontrolujte:

- 1) Nastavení správné nulové polohy mikrometrického šroubu.
- 2) Přesnost stoupání mikrometrického šroubu.
- 3) Rovnoběžnost a rovinnost měřících ploch.

Pomůcky a přístroje:

Přístroj - pomůcka	Výrobce - typ přístroje	Rozsah	Evidenční číslo

Schéma zapojení pomůcek a přístrojů:

Postup provedení úlohy:



Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov

Jednoty 1620, 356 11 Sokolov +420 352 466 163 +420 352 466 192 isste@isste.cz www.isste.cz

3S	Kontrola přesnosti mikrometru	Úloha číslo:	1
		Počet listů:	
		List:	
Přehled a zpracování výsledků:			
Graf:			



Integrovaná střední škola technická a ekonomická Sokolov

Jednoty 1620, 356 11 Sokolov +420 352 466 163 +420 352 466 192 isste@isste.cz www.isste.cz

3S	Kontrola přesnosti mikrometru	Úloha číslo:	1
		Počet listů:	
		List:	
Zhodnocení měření:			

PŘÍLOHA č. 7

Aktuální přehled vybavení metrologické laboratoře dle inventárního čísla

Přehled vybavení metrologické laboratoře

Inventární číslo	Název
472	Tvrdoměr Rockwell KP 15001
492	Optická dělicí hlava Sonet 6640
494	Lože k optické hlavě Sonet
495	Optikátor S 12 A/6
496	Měřicí stojan
499	Soustruh DMT
516	Tenzometrická soustava
517	Profil. projektor
2877	Passametr
3443	Tuxmetr PU150
6695	Stojánek magnetický
7676	Měřicí př. MP 120
7778	Stroboskop
8609	Měřič tlaku vzduchu
9515	Dig. teploměr DT 150
9516	Dig. teploměr DT 150
13161	Měřicí př. MP 120
13162	Měřicí př. MP 120
13164	Stojánek
13165	Stojánek na mikrometr
13962	Stolní tiskárna TESTO k měř. přístr.
13963	TESTO 445-měřicí přístroj
13964	Robustní povrchová teplotní sonda
13965	Třífunkční sonda pro souběžné měření
14933	LASER SYSTÉM sada
14934	Digitální ruční tachometr
14935	Kapesní lupa s 5 mer. Foliemi
14936	Kapesní lupa s osvětlením 7x
14975	Elementární mikrometr M6
14976	Zvukoměr QUEST 2100
15264	Posuvné měřítko 150/D digitální
18151	Brinellův tvrdoměr (s optikou)
18585	Vzduchotechnika
18763	Přenosný tvrdoměr MH 310
18799	Dutinoměr 60-100 mm
18804	Třmenový mikrometr 0-25 mm
18805	Třmenový mikrometr 50-75 mm
18808	Speciální doteky "6"
18809	Třmenový mikrometr 0-25 mm
18810	Třmenový mikrometr 25-50 mm
18811	Třmenový mikrometr 25-50 mm
18813	Manometr MG 100
18814	Manometr HP 15
9000362	Průtahoměr
9000397	Pneumatické prvky
9000400	Vzduch. snímač
9000401	Mikrometr

9000402	Mikrometr dutinkový
9000403	Tloušťkoměr magnetický
9000404	Nožové pravítko
9000406	Mikrometr
9000407	Subito
9000408	Třmenový mikrometr
9000409	Mikrometr-hloubkoměr
9000410	Passametr
9000411	Vodováha podélná
9000412	Pravítko sinusové
9000413	Mikrometr na závity
9000414	Mikrometr s úchylkoměrem
9000415	Zuboměr s indikátorem
9000416	Vzduchový úchylkoměr packový
9000417	Sinusové pravítko
9000418	Elektrosig. souprava
9000419	Pákový úchylkoměr
9000420	Mezní záv. kroužek
9000421	Vzduchové destičky
9000424	Mezní závitový kroužek
9000425	Mezní závitový kalibr
9000426	Mikrometr na ozub.kola
9000427	Mikroskop
9000428	Vidlice k měř. stolků
9000429	Nožové pravítko
9000430	Mezní závit. kalibr
9000431	Mikroskop
9000432	Úhloměr univerzální
9000436	Stojánek
9000437	Indikátorové hodinky
9000438	Čísel. ůchylk. packový
9000439	Úhloměr optický
9000440	Posuvné měřítko na tl. zubu
9000441	Dopl. sada nástavců
9000442	Mikrometr
9000445	Skládací mikroskop
9000446	Měř. stojánek pro ind.
9000447	Stojánek
9000448	Tvrdoměr Focke-wolf
9000449	Přístroj na měření rov.
9000450	Průtokoměr
9000451	Drátky měřicí
9000452	Passametr
9000453	Stolek univerzální měřicí
9000454	Posuvný výškoměr
9000455	Kužel. kalibr
9000456	Passametr
9000457	Stojánek
9000458	Mezní záv. kroužek
9000459	Kužel. kalibr metrický

9000461	Oblouk. držák zákl. m.
9000462	Přístroj špičkový
9000463	Úhelník
9000464	Mikrometr na ozubená kola
9000465	Kuželový kalibr
9000466	Mezní záv. kroužek
9000467	Kuželový kalib metrický
9000468	Kuželový kalibr
9000469	Plochý kalibr
9000508	Plovákový přístroj
9000509	Pravítko sinus
9000510	Mikrometr na závity
9000511	Tvrdoměr Poldi
9000512	Optický úhломěr
9000513	Mikrometry-sada
9000514	Elektrosignalizace
9000515	Hodinky indikátorové
9000516	Drátky měřicí
9000517	Mezní záv. kroužek
9000518	Mezní záv. kroužek
9000519	Mezní záv. kroužek
9000520	Posuvné měřítko
9000521	Vibrometr
9000522	Měrka rovn. základní
9000523	Základní měrky
9000524	Příslušenství k měrkám
9000526	Mikroskop Komparex
9000527	Vzorkovnice drsnosti
9000528	Vyrovnávací deska
9000529	Posuvné měřítko
9000530	Mikrometr třmenový
9000531	Stojánek na úchylkoměr
9000532	Úhломěr na břity nás.
9000533	Prim. deska 600x400
9000534	Prim. deska 300x200
9000537	Pyrometr
9000538	Univerzální měř. stůl
9000539	Přísluš. k měrkám