

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

KONTROLA ÚHLŮ

VERIFICATION ANGLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTINA TESAŘOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ PERNIKÁŘ, CSc.

BRNO 2008

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2007/08

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Tesařová Martina

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Kontrola úhlů

v anglickém jazyce:

Verification Angles

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce řeší metodiku kontroly úhlů a kontroly měřidel.

Cíle bakalářské práce:

1. Přehled právních předpisů
2. Základní pojmy a definice
3. Charakteristika vybraných měřidel
4. Metodika kontroly měřidel
5. Závěr

Seznam odborné literatury:


1. PERNIKÁŘ, J., TYKAL, M., VAČKÁŘ, J. Jakost a metrologie: Část metrologie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2001. 151 s. ISBN 80--214--1997--0
2. ČECH, J., PERNIKÁŘ, J., PODANÝ, K. Strojírenská metrologie. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2005. 176 s. ISBN 80-214-3070-2
3. CHUDÝ, V., PALENČÁR R., KUREKOVÁ, E., HALAJ, M. Meranie technických veličín. Bratislava : Vydavateľstvo STU v Bratislave, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2
4. KRSEK, A., OSANNA, P., KURIC, I., PROSTREDNÍK, D. Stojárska metrologia a riadenie kvality. Bratislava : Vydavateľstvo STU v Bratislave, 1998. 289 s. ISBN 80-227-1025-3



Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

V Brně, dne

L.S.


doc. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

V této bakalářské práci jsem podrobně zpracovala návrh kontroly přesnosti některých provozních měřidel pro měření úhlů.

Správná funkce strojů vyžaduje, aby se jejich součásti vyráběly s určitou přesností. Při výrobě těchto součástí se proto musí dbát na dodržení jejich rozměrů, to znamená je měřit. Měřením se kontrolují výsledky výrobních pochodů: zjišťuje se, zda všechny rozměry součástí odpovídají hodnotám předepsaným na výkrese nebo s jakou přesností byly dodrženy. Má velký význam také pro vyměnitelnost součástí a hospodárnost výroby.

Měření úhlů je méně časté než měření délek. Tato bakalářská práce je zaměřena na některé druhy měřidel pro měření úhlů. Zpracovala jsem návrh metodiky kontroly přesnosti těchto úhlových měřidel.

ABSTRAKT

The main effect of this graduation theses is detailed project for control process of exactness of angular measuring instruments.

It is necessary to produce components with sufficient accuracy for correct function of machines. That is why there is very important thing to exactly measure proportions of these components during industrial process. Then the real parameters of finished products are confronted with measures stated in component plans. The final deviations have to fall into fixed limits. Measuring of angles is very important for replacing of machines' components and for economy of producing too...

Klíčová slova

... úhel, kontrola, prostředky, metodika, normy

Key words

... angle, kontrol, resources, methodology, standards

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TESAŘOVÁ, Martina. *Kontrola úhlů*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, fakulta strojního inženýrství, 2008. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Doc. Ing. Perníkář Jiří, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Kontrola úhlů“ vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum: 20.5.2008

.....

Podpis bakaláře

Poděkování

Děkuji tímto Doc. Ing. Jiřímu Perníkovi, CSc. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Zadání	3
Abstrakt	4
Prohlášení	5
Poděkování	6
Obsah	8
Úvod	9
1. Přehled právních předpisů	10
2. Základní pojmy a definice	12
3. Charakteristika vybraných měřidel	14
3.1. Úhlové míry	14
3.1.1. Úhelníky	14
3.1.2. Úhlové měrky	16
3.1.3. Univerzální a optické úhломěry	16
3.1.4. Sinusová pravítka	18
3.1.5. Optické polygony	22
3.1.6. Kontrolní válce	23
3.1.7. Libely (přesné vodováhy)	24
4. Metodické pokyny pro kontrolu měřidel úhlů	26
4.1. Metodické pokyny pro kontrolu úhelníků	26
4.2. Metodické pokyny pro kontrolu úhlových měrek	27
4.3. Metodické pokyny pro kontrolu úhломěrů	27
4.4. Metodické pokyny pro kontrolu sinusových pravítek	32
4.5. Metodické pokyny pro kontrolu optických polygonů	36
4.6. Metodické pokyny pro kontrolu válců k měření kolmosti	37
4.7. Metodické pokyny pro kontrolu libel (přesných vodováh)	38
Závěr	42
Seznam použitých zdrojů	44
Seznam použitých zkratek a symbolů	45

ÚVOD

Se stoupající úrovní techniky a stále pokročilejším zaváděním mechanizace a automatizace do výrobního procesu rostou nároky na spolehlivost, přesnost a správnost měření. Automatizace výrobních procesů si vynutila modernizaci provozu, značně zvýšila požadavky na úroveň řídicí práce, přesnost ve výrobě a kvalitu finálního výrobku.

Jakost výrobků se v současné době stává základní podmínkou úspěšného exportu a rozhoduje o ceně, kterou je odběratel ochoten za výrobek zaplatit.

V této souvislosti je zajištění jakostní a efektivní výroby, technologického procesu, ochrany zájmů spotřebitele i bezpečnosti a ochrany zdraví jedním z nejdůležitějších celospolečenských úkolů.

V rámci komplexního systému řízení jakosti dostává metrologie nové úkoly, jejichž cílem je vytvořit předpoklady pro správné měření. Jedním z hlavních předpokladů zabezpečení výsledné jakostní výroby je používání pravidelně a jednotně kontrolované měřicí a zkušební techniky.

Metodické pokyny pro kontrolu normalizovaných provozních měřidel byly zpracovány:

- pro jednotné a konečné rozhodnutí o měřidle
- za účelem využití maximální životnosti při zajištění potřebné přesnosti výroby
- pro odbor provádějící opravy provozních měřidel
- pro nové pracovníky, kteří v metrologických střediscích začínají

Metodické pokyny jsou zpracovány pro určité typy měřidel, zaměřené na kontrolu úhlů. Lze je průběžně doplňovat, případně přepracovat, podle podmínek a potřeb různých výrobních procesů a v návaznosti na novelizaci ČSN, mezinárodních norem ISO řady 9000 a dalších navazujících norem.

1 PŘEHLED PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ A NOREM

Řád metrologie (dále jen „řád“) stanovuje v souladu s požadavky mezinárodních norem ISO řady 9000 povinnosti a popisuje činnosti pracovníků organizace při používání, údržbě a uskladnění měřidel a zařízení sloužících pro kontrolu, ať jich vlastních, pronajatých nebo poskytnutých odběratelem. Řád zahrnuje i požadavky norem ČSN EN 45001, ČSN EN ISO 10012, zákona o metrologii č. 505/1990 Sb., prováděcí vyhlášky MPO č. 262/2000 Sb. a vyhlášky MPO č. 345/2002 Sb. o stanovených měřidlech.

Význam uvedených předpisů

1. Zákon č. 505/1990 Sb. o metrologii ve znění všech dodatků.

Základním posláním zákona je úprava práv a povinností jednotlivých subjektů hospodářské oblasti na jedné straně a orgány státní správy i subjektů pověřených výkonem státní správy na druhé straně za účelem zabezpečení jednotnosti a správnosti měřidel a měření ve znění změn přijatých zákonem č. 119/2000 Sb., zákonem č. 137/2002 Sb. a zákonem č. 226/2003 Sb. a dalších.

Organizace a orgány státní správy jsou povinny používat základní měřicí jednotky stanovené technickou normou. V mezinárodním styku lze použít i jiných měřicích jednotek, vyplývá-li to z mezinárodních smluv, jimiž je Česká republika vázána, nebo z praxe mezinárodního obchodu.

2. Vyhláška MPO č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření.

Rozpracovává některé postupy a zásady pro provádění konkrétních ustanovení zákona o metrologii, stanoví postup při schvalování typu stanovených měřidel, náležitosti certifikátu a značky schválení typu, certifikaci referenčních materiálů, autorizaci metrologických středisek, registraci subjektů vyrábějících, opravujících nebo provádějících montáž stanovených měřidel. Ruší vyhlášku č. 69/1991 Sb.

3. Zákon č. 20/1993 Sb. - Zákon České národní rady o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví, kterým se zřizuje Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Jedná se o zabezpečení výkonu státní správy v oblasti technické normalizace, metrologie a státního zkušebnictví ve znění zákona č.22/1997 Sb., zákona č. 119/2000Sb. a zákona č. 137/2002 Sb.

4. Vyhláška MPO č. 344/2002 Sb., kterou se mění vyhláška MPO č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření

Zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření. Mění a doplňuje některá ustanovení vyhlášky MPO č. 262/2000 Sb.

5. ČSN EN ISO 9000

Směrnice pro volbu a použití norem. Systémy managementu jakosti. Základy, zásady a slovník (popisuje základy a zásady systému managementu jakosti a specifikuje terminologii systémů managementu jakosti).

6. ČSN EN ISO 9001

Systémy managementu jakosti – požadavky. Model zabezpečování jakosti při navrhování, vývoji výrobě, uvádění do provozu a servisu. Cílem je prokázat jakost produktu a zvýšit spokojenost zákazníka. Norma obsahuje požadavky na systém managementu jakosti, které musí organizace splnit, aby mohla být certifikována.

7. ČSN EN ISO 9004

Směrnice pro budování systému jakosti. Poskytuje návod, jak zlepšovat fungování a výkonnost organizace. Zabývá se jak efektivností, tak účinností systému managementu jakosti.

8. ČSN EN ISO 10012

Systémy managementu měření. Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení.

9. ČSN EN ISO / IEC 17025

Všeobecná kritéria pro činnost zkušebních laboratoří, akreditačních a certifikačních orgánů z hlediska organizační struktury, vybavení, pracovníků a technických pomůcek u metodik.

2 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE

V oblasti měření úhlů se používá několik specifických pojmů, které jsou zahrnuty v ČSN 251010:

- úhlové měřidlo
- úhlová míra
- úhломěrný přístroj
- úhlový etalon
- etalonáž rovinného úhlu
- schéma návaznosti etalonů

Vysvětlení výše uvedených pojmů:

- úhlové měřidlo je technický prostředek určený na měření a zahrnuje jak úhlové míry, tak i úhломěrné přístroje
- úhlová míra je měřidlo, které reprodukuje trvale jednu nebo více známých hodnot úhlu
- úhломěrný přístroj je měřidlo, které slouží na převod měřeného úhlu (nebo jiné veličiny s ním spojené) na ekvivalentní informaci
- úhlový etalon je vhodně realizovaná úhlová míra (komplex měř a přístrojů) určená na definování nebo uchování jednotky, resp. jejího dílu nebo násobku, a na její převod na jinou úhlovou míru
- etalonáž rovinného úhlu je soubor operací, kterými se stanovují a vhodným způsobem udávají hodnoty korekcí, chyb, resp. další metrologické vlastnosti úhlového měřidla, které umožňují jeho použití ve funkci etalonu.
- schéma návaznosti etalonů je dohodnuté schéma, podle kterého se navazují etalony a prováděcí měřidla pro danou veličinu. Schéma je sestavené hierarchicky: nejvýše jsou primární etalony, jejich komplexy, resp. etalónové metody. Primární etalony se označují též jako etalony nultého řádu. Na primární etalony navazují sekundární etalony 1., 2., 3., ... řádu. Na sekundární etalony navazují pracovní měřidla.

Úhlové jednotky

Hlavní jednotkou rovinného úhlu je radián (rad). Je to úhel, u něhož poměr příslušné délky kruhového oblouku, opsaného z vrcholového úhlu, k poloměru oblouku se rovná jedné. Vedlejšími jednotkami rovinného úhlu je gradián a úhel. Odvozují se od pravého úhlu. V obloukové míře, v radiánech, se úhly udávají při teoretických výpočtech, v stupňové míře, ve stupních, při praktických výpočtech.

Úhlová měření

Při úhlových měřeních používáme dvou metod:

1. trigonometrické metody – měříme délkové rozměry, ze kterých pomocí trigonometrických funkcí (sinus nebo tangens) vypočteme kontrolovaný úhel;
2. goniometrické metody – měřený úhel porovnáme s úhlovou stupnicí měřicího přístroje.

3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH MĚŘIDEL

Úhlová měřidla se rozdělují na dvě hlavní kategorie: úhlové míry a úhlové přístroje. Toto rozdělení je celkem logické a vyhovuje praxi. Někdy se rozlišují i měřidla pro malé úhly (obvykle do 3° až 5° , např. libely.) Klasifikace jiných druhů (podle principu měření, podle konstrukčních znaků) jsou méně vhodné, protože u určitých měřidel mohou vést k nejednoznačnému zařazení. My dále zůstaneme u rozdělení na dvě kategorie – úhlové míry a úhlové přístroje.

3.1 Úhlové míry

Úhlové míry se dělí na dva druhy: koncové a čárkové úhlové míry.

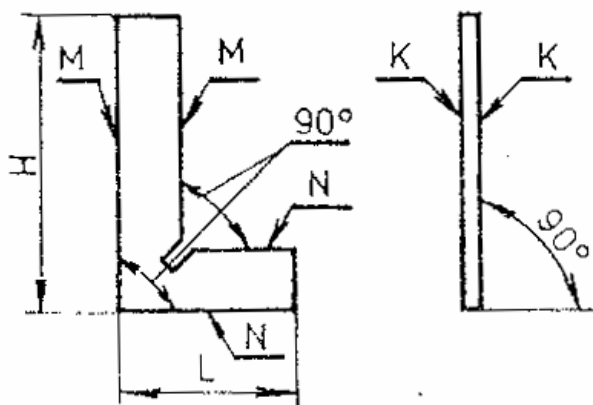
3.1.1 Úhelníky

Úhelníky jsou pevné úhlové míry, s jedním nebo několika úhly (90° , 45° , 30° , 120°) tvořenými funkčními plochami nebo přímkami. Úhelníky jsou rozměrnější, mají charakteristický tvar a jejich funkční plochy jsou obvykle jemně broušené (nejsou lapované). Většina úhelníků zhmotňuje jen úhel 90° a slouží ke kontrole kolmosti ploch, nastavení pravých úhlů, orýsování apod.

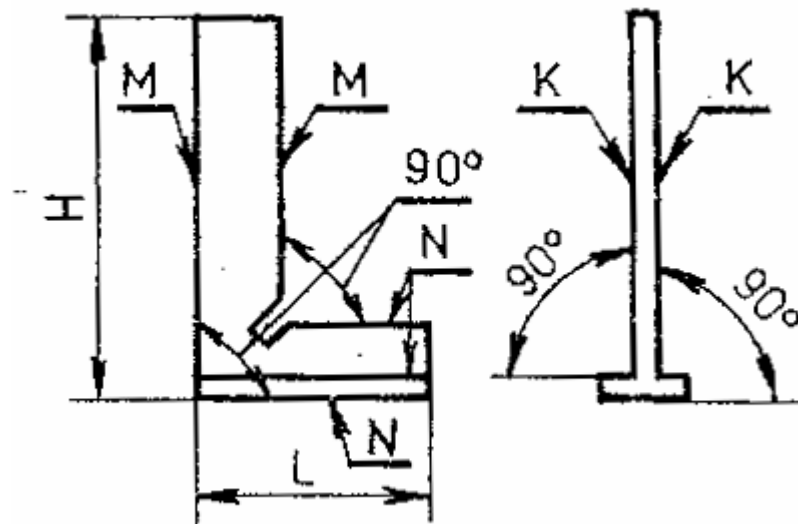
Úhelníky jsou vyráběny v mnoha různých provedeních podle účelu použití, např. válcové, nožové, ploché, příložné.

Podle dovolených úchylek úhlů a přesnosti funkčních ploch a hran jsou úhelníky vyráběny ve čtyřech třídách přesnosti 00; 0; 1; 2, které se označují první doplňkovou číslicí za číslem normy.

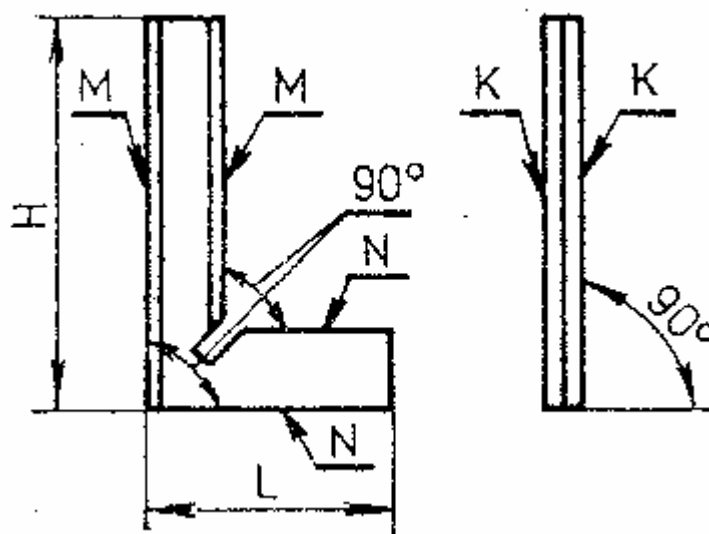
Kontrolní úhelníky 90° ČSN 255103



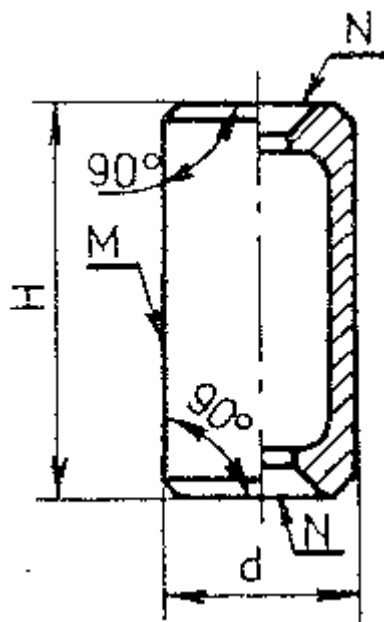
Obr. 3.1 Plochý úhelník



Obr. 3.2 Příložný úhelník



Obr. 3.3 Plochý nožový úhelník



Obr. 3.4 Válnový úhelník

Všeobecné údaje

Výroba úhelníků

- úhelníky se mohou vyrábět z ocelí, tvrdých hornin (žuly), neželezných kovů nebo jiných vhodných materiálů
- z neželezných kovů se úhelníky vyrábějí jen ve 2. třídě přesnosti
- kalené úhelníky musí být zhotoveny z uhlíkové, slitinové, nástrojové, cementační nebo korozivzdorné oceli

3.1.2 Úhlové měrky

Úhlové měrky jsou nejjednodušší koncové úhlové míry. Jsou to ploché 2 až 6 mm vysoké destičky (hranoly) s jedním nebo několika definovanými úhly. Ramena úhlu na měrce jsou vytvořena rovinnými funkčními plochami (dvě až čtyři). Jsou vyráběny z kvalitní nástrojové oceli nebo z karbidu chromu. Jednotlivé měrky se sestavují do sad, které se dodávají v ochranných pouzdrech.

Spojují se speciálními držáky nebo nasunutím jako koncové měrky. Některé úhlové měrky lze skládat tak, že výsledný úhel je dán součtem obou úhlů. Tak lze složit libovolné úhly do 90°, odstupňované po 10°.

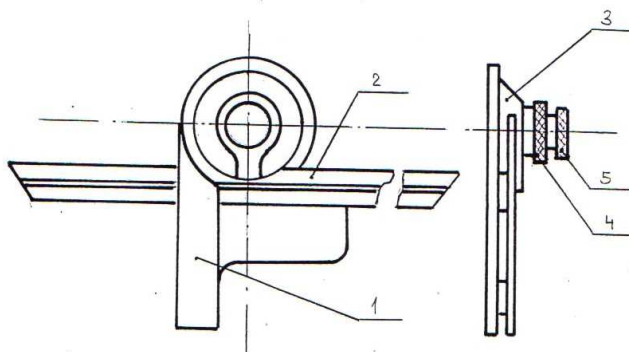
3.1.3 Univerzální a optické úhломěry

Všeobecné údaje

Úhломěry slouží k měření úhlů rovinných, s držákem i válcových ploch.

Univerzální úhloměř

Je určen k hrubšímu měření úhlů s přesností $\pm 5'$. Stupnice úhloměru je dělena na 180 dílků po 2 stupních a je opatřena noniem, umožňujícím odečítání po $5'$. Úhloměř je vybaven brzdou k zajištění nastaveného nebo naměřeného úhlu.



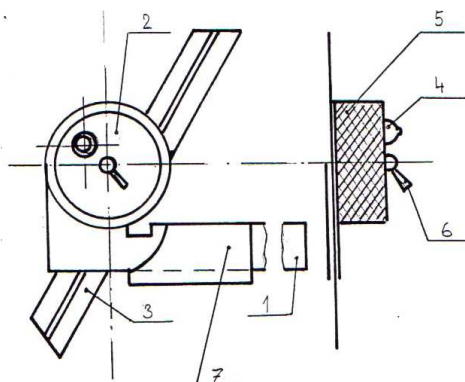
Obr. 3.5 Univerzální úhloměř

Popis

- | | |
|---------------------|---------------|
| 1. Těleso | 4. Výstředník |
| 2. Výměnné pravítko | 5. Matice |
| 3. Kotouč s noniem | |

Optický úhloměř

Je vybaven skleněným kruhem, jehož 4 stupnice jsou děleny od 0° do 90° . Stupnice se pozoruje 16x zvětšující lupou v procházejícím světle. Proto jsou systematické osobní chyby téměř vyloučeny.



Obr. 3.6 Optický úhloměř

Popis

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1. Pevné pravítko | 5. Brzda točnice |
| 2. Točnice | 6. Brzda výměnného pravítka |
| 3. Výměnné pravítko | 7. Držák |
| 4. Lupa | |

3.1.4 Sinusová pravítka

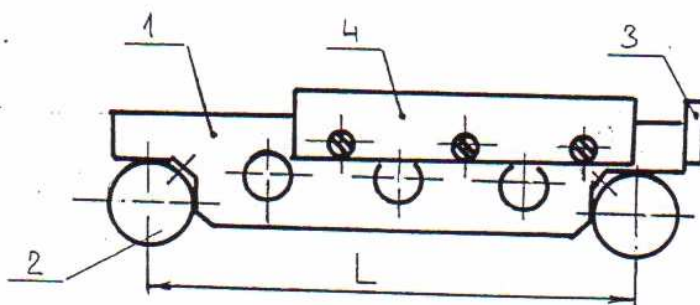
Sinusové pravítko samotné není úhlovou mírou, stává se jí až ve spojení s koncovými měrkami, které umožňují jeho použití na nastavování a měření úhlů. Používají se pro velmi přesná měření úhlů a kuželů v dílnách a laboratořích a jako základní mechanismy přístrojů pro kontrolu kuželů, vodováh atd. Používají se pro kontrolu úhlů do 60°. Při měření úhlů větších než 60° by chyba měření prudce stoupala.

Tab. 3.1 Rozdělení sinusových pravítek a přiřazení k normám ČSN

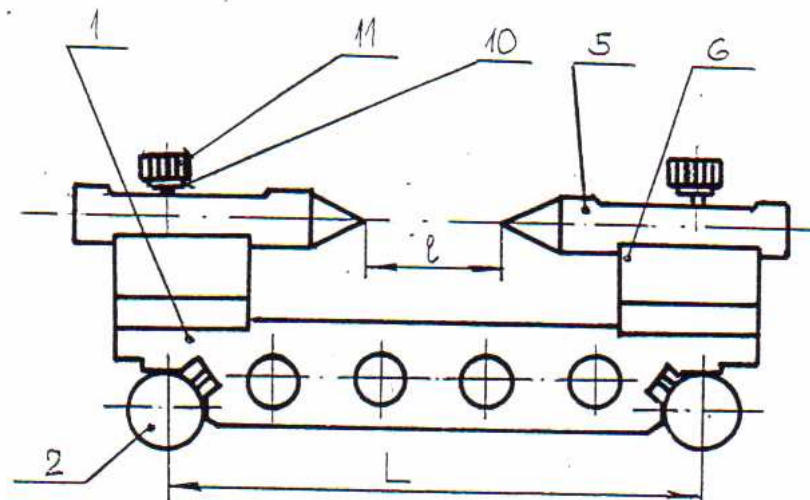
ČSN	Název – popis	Poznámka
ČSN 25 3710	Sinusové pravítko velikosti 100; 200; 300 mm	Měřicí rozsah 0° - 60°
ČSN 25 3719	Sinusové pravítko s upínacími hroty velikosti 200; 300 mm	Měřicí rozsah 0° - 60°
ČSN 25 3726	Sinusové pravítko na kontrolu kuželů velikosti 100 mm	Měřicí rozsah 0° - 60°

Popis měřidla

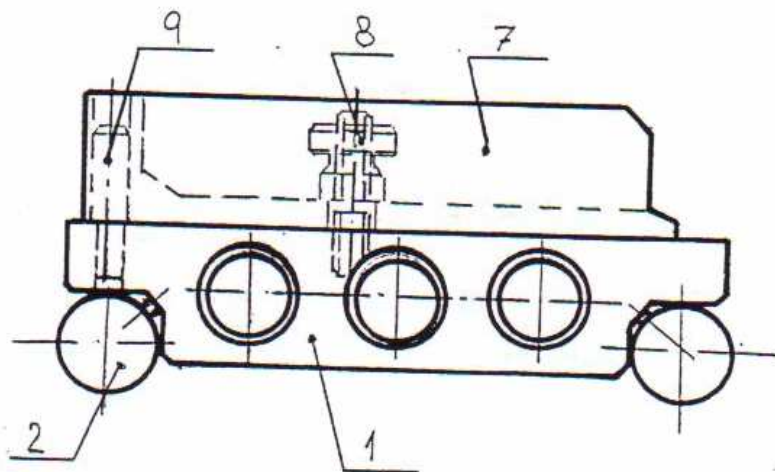
Sinusové pravítko se skládá ze dvou stejných válečků, upevněných v přesně určené vzdálenosti na pravítku. Podkládáním válečků základními měrkami nastavujeme úhly.



Obr. 3.7 Sinusové pravítko ČSN 25 3710



Obr. 3.8 Sinusové pravítko s upínacími hroty ČSN 25 3719

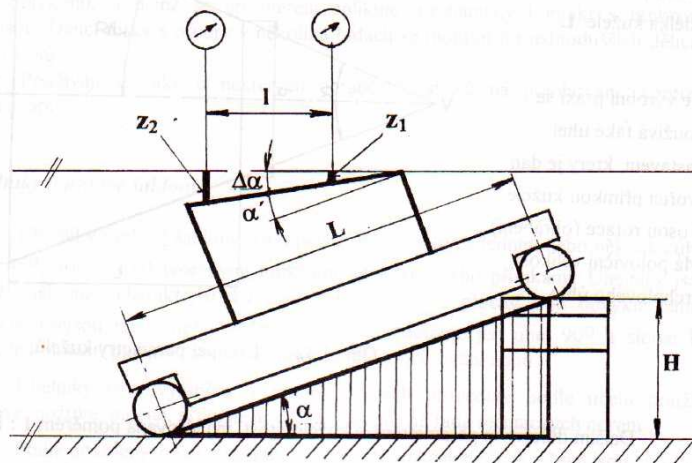


Obr. 3.9 Sinusové pravítko na kontrolu kuželů ČSN 25 3726

Popis Obr. 3.7.až 3.9:

- 1 – Těleso pravítka
- 2 – Opěrný váleček
- 3 – Čelní příložka
- 4 – Boční příložka
- 5 – Hrot
- 6 – Lože

- 7 – Stavitelná příložka
- 8 – Šroub
- 9 – Čep
- 10 – Podložka
- 11 – Matice



Obr. 3.10 Měření úhlu pomocí sinusového pravítka

Měřený úhel se stanoví podle vztahů:

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= H/L \\ \alpha &= \arcsin H/L \quad [^\circ] \\ \operatorname{tg} \Delta\alpha &= [z_2 - z_1] / l \end{aligned}$$

kde:

- α - měřený úhel (jmenovitá hodnota)
- α' - měřený úhel (vyrobená hodnota)
- $\Delta\alpha$ - $\alpha - \alpha'$
- L - rozteč os válečků
- H - rozměr sestavený z koncových měrek
- $z_2 ; z_1$ - údaje úchylkoměru

Poznámka: Pro malé úhly $\Delta\alpha$ není přesnost délky l významná.

Tab. 3.2 Největší dovolená chyba sinusového pravítka

Měřený úhel α [°]	Chyba měření ["]	
	$L = 100$ mm	$L = 200$ mm
0	± 4	± 2,5
30	± 7	± 6
45	± 9	± 8
60	± 10	± 10

Všeobecné údaje

Přesnost sinusových pravítek

- zaručuje se při základní teplotě $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ a nevztahuje se na okrajové pásmo šířky 2 mm

Materiál na výrobu sinusových pravítek

- těleso pravítka, opěrné válečky, lože a hroty jsou vyrobeny z ocelí tříd 14 nebo 19
- příložky jsou vyrobeny z ocelí tříd 12 nebo 14
- všechny tyto součásti jsou cementovány a kaleny

Povrch sinusových pravítek

- na funkčních plochách tělesa, opěrných válečků, loží a hrotů nesmějí být stopy po strojním opracování, otlačení, ani stopy po rzi
- všechny ostré hrany musí být sraženy $0,3$ až $0,5 \times 45^{\circ}$; hrany nesmějí být poškozeny naklepnutím

Tvrdost měřicích ploch

- u válcových ploch opěrných válečků musí být tvrdost nejméně HRC = 62
- u ploch pracovních musí být tvrdost nejméně HRC = 45 - 60

Údaje na pravítku

- na boční straně pravítka je čitelně a trvanlivě vyznačeno:
 - a) označení výrobce
 - b) jmenovitá vzdálenost opěrných válečků
 - c) stupeň přesnosti (značí se jednou nebo dvěma svislými čárkami)
 - d) číslo normy ČSN
 - e) pořadové výrobní číslo

Na obalu (bedně) musí být uvedeno

- a) označení výrobce
- b) číslo normy ČSN
- c) počet kusů

Zkoušení a dodávání

- žádají-li se při prověřování dodávek zkoušky, konají se u výrobce, není-li sjednáno jinak (druh a rozsah zkoušek nutno předem dohodnout s výrobcem).
- ke každému pravítku je přiložen kontrolní lístek potvrzující, že pravítko bylo přezkoušeno, a že vyhovuje požadavkům dané normy.

- záznamy o kontrole dodává výrobce jen podle předchozího ujednání.

Balení sinusových pravítek

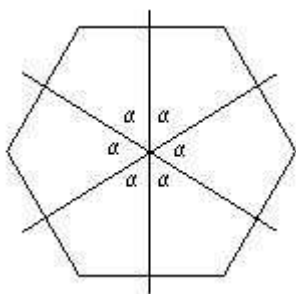
- před balením se pravítka pečlivě očistí, odmastí a chrání takovým způsobem, aby ochrana proti korozi byla zaručena 18 měsíců ode dne dodávky
- každé pravítko se balí do papíru chránícího proti vlhkosti a poškrábání a vloží se do ochranného pouzdra
- pouzdra zabalená do papíru se uloží do dřevěných beden tak, aby byla při dopravě chráněna před mechanickým poškozením
- hrubá váha beden nesmí přesahovat 50 kg

Skladování sinusových pravítek

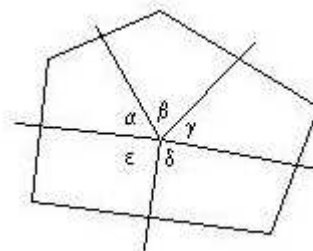
- správné skladování je v suchých, pokud možno bezprašných místnostech, bez škodlivých plynů a par
- teplota v místnosti nesmí klesnout pod 0°C a vlhko st vzduchu smí být max. 75%

3.1.5 Optické polygony

Nejjednodušším polygonem je čtyřboká úhlová měrka. Optický polygon je pravidelný víceboký hranol, který je vyráběn z kovu, optického skla nebo taveného křemene. Stěny pláště jsou rovinné, opracované do zrcadlového lesku a kolmé na jednu ze základen. Přívlástek optický zohledňuje fakt, že funkční plochy polygonu působí jako zrcadla a používají se na měření úhlů s optickými přístroji. Podle tvaru se dělí polygony na symetrické a asymetrické, Obr. 3.11.



a) symetrický



b) asymetrický

Obr. 3.11 Optický polygon

Použití optických polygonů

Kovové polygony bez pouzdra se dají použít jako úhlové měrky. Toto použití je však méně výhodné vzhledem k menšímu počtu úhlových hodnot, které polygon obsahuje.

3.1.6 Kontrolní válce

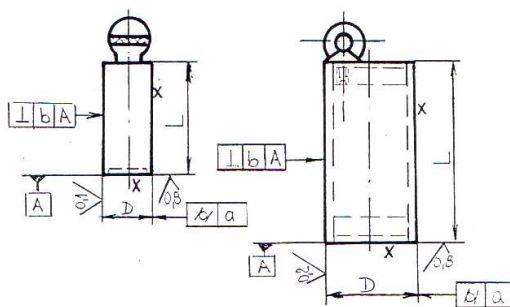
Měřicí válce pro měření kolmosti ČSN 25 1970.

Jsou to broušené válce, které mají vylehčené a v hrotech broušené jedno čelo tak, aby svíralo s povrchem přesný úhel 90° .

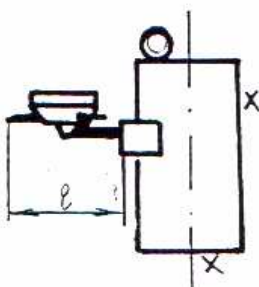
Vyrábí se ve dvou provedeních a používají se k měření kolmosti hran nebo ploch.

Na zvláštní objednávku se dodává prismatická příložka pro číselníkový úchylkoměr (viz Obr. 3.13).

Měřicí válce s průměrem $D = 40 \div 65$ mm jsou vyráběny z oceli 12 010 nebo z oceli podobné jakosti; ostatní kontrolní válce jsou z ocelové bezešvé trubky.



Obr. 3.12 Kontrolní válce



Obr. 3.13 Prismatická vložka

3.1.7 Libely (přesné vodováhy)

Libela je měřidlo, sloužící k ustavování a kontrole vodorovné plochy. Rámovou vodováhou lze navíc ustanovit a kontrolovat svislou polohu a měřit sklon od svislé plochy.

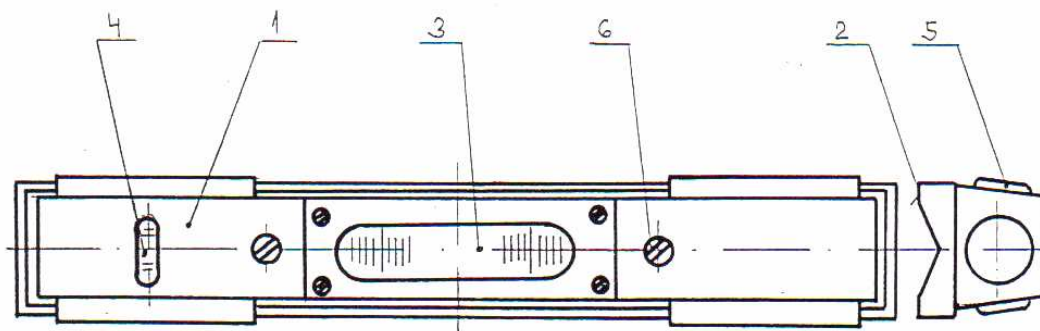
Libely můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

- kapalinové
- kyvadlové (elektronické)

Všechny libely v podstatě fungují na základě působení zemské gravitace a mohou plnit dvě základní funkce:

- ustavení roviny do horizontální polohy
- měření malých úhlů (sklonů) a měření odchylek od horizontální polohy

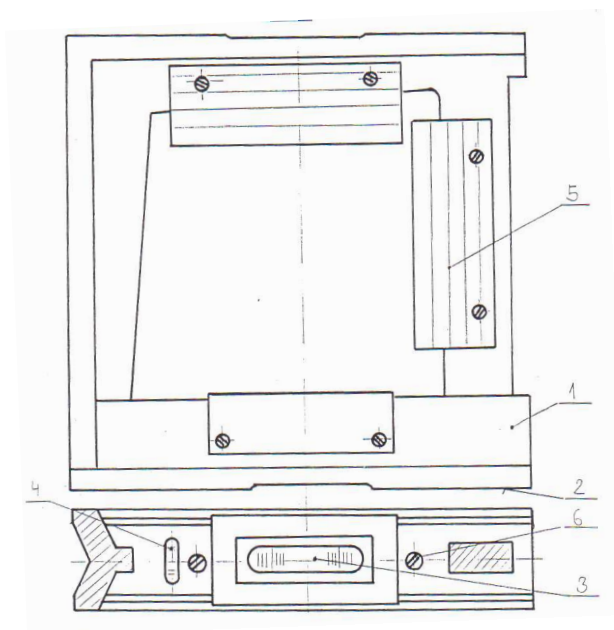
Podélná vodováha (Obr. 3.14) sestává z litinového tělesa (1) hranolovitého tvaru, jehož základna tvoří funkční ložnou plochu (2). Ložná plocha je rovinná a má prizmatické vybrání. V tělese vodováhy jsou umístěny dvě libely – hlavní (3) a příčná (4).



Obr. 3.14 Podélná vodováha

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. Těleso | 4. Příčná libela |
| 2. Ložná plocha | 5. Rukojeť z izolační hmoty |
| 3. Hlavní libela | 6. Rektifikační šroub |

Rámová vodováha (Obr. 3.15) se sestává z litinového tělesa (1) čtvercového tvaru, jehož tři boční plochy tvoří rovinné ložné (2) plochy s prizmatickým vybráním. Ve spodní části tělesa vodováhy je umístěna hlavní (3) a příčná (4) libela.



Obr. 3.15 Rámová vodováha

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. Těleso | 4. Příčná libela |
| 2. Ložná plocha | 5. Rukojeť z izolační hmoty |
| 3. Hlavní libela | 6. Rektifikační šroub |

4 METODICKÉ POKYNY PRO KONTROLU MĚŘIDEL ÚHLŮ

4.1 Metodické pokyny pro kontrolu úhelníků

4.1.1 Úchylnka přímosti průměrné plochy hrany

- Úchylnkou je nazýván rozdíl vzdálenosti jednotlivých bodů kontrolované roviny nebo hrany od roviny (plochy) nebo hrany kontrolní.

Prostředky pro měření:

- Měří se do délky 300 mm pomocí kontrolního pravítka, od délky 300 mm pomocí vybrané kontrolní průměrné desky.

4.1.2 Přesnost vnějšího úhlu

- Měří se ve dvou bodech výšky úhelníku.

Prostředky pro měření:

- Přístroj na kontrolu úhelníků – optická dělicí hlava P1.
- Vybraný kontrolní válec ČSN 25 1970.

4.1.3 Přesnost vnitřního úhlu

- Kontrola přesnosti se provádí ve dvou bodech výšky úhelníku.

Prostředky pro měření:

- Vybraný kontrolní válec ČSN 25 1970.
- Parametr ČSN 25 1875.

4.1.4 Tvrdost měřících ploch

- Měří se v místech dle návodu výrobce.

Prostředky pro měření:

- Vhodný tvrdoměr, mikrotvrdoměr.

4.1.5 Celková úprava, kompletnost, balení, označení

- Provádí se vizuální kontrola, umístění značky, výrobce, přesnost, evidenční číslo, nakonzervování, pouzdro apod

4.2 Metodické pokyny pro kontrolu úhlových měrek

4.2.1 Úchylka rovinnosti funkčních ploch

- Používá se interferenční metoda.

Prostředky pro měření:

- Rovinná destička pro interferenční měření.

4.2.2 Úchylka rovnoběžnosti

- Měří se ve dvou bodech ležících na symetrále úhlu měrky.

Prostředky pro měření:

- Pro měření se používá optimometr.

4.2.3 Úchylka kolmosti

- Měří se kolmost funkčních ploch vůči základně.

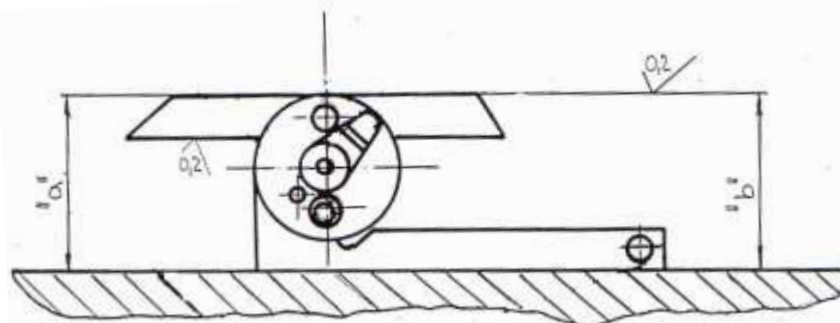
Prostředky pro měření:

- Výhodné je měření na stolku goniometru, který byl předtím justován do správné polohy justovacím 90° hranolem.

4.2.4 Celková úprava, kompletnost, balení, označení:

- Provádí se vizuální kontrola, kvalita povrchu funkčních ploch (zrcadlový lesk, stopy koroze a vrypy apod.), umístění značky, výrobce, přesnost, evidenční číslo, nakonzervování, pouzdro apod.

4.3 Metodické pokyny pro kontrolu úhloměřů



Obr. 4.1

4.3.1 Přesnost úhломěrů

a. Měří se při nastavení na $15^{\circ}10'$, $30^{\circ}20'$, $45^{\circ}30'$, $60^{\circ}40'$, $75^{\circ}50'$, 90° .

Prostředky pro měření:

- Sinusové pravítko 300 ČSN 25 3710
- Základní měrky
- Příměrná deska ČSN 25 5519.2
- Kontrolní válec 240 ČSN 25 1970

b. Při nastavení 180° se měří maximální rozdíl mezi kótou „a“ a „b“.

- Pro pravítko L = 150 mm $2,5' = 0,109083$
 $5,0' = 0,218166$
- Pro pravítko L = 300 mm $2,5' = 0,218166$
 $5,0' = 0,436332$ (viz Obr. 4.2; 4.3; 4.4)

Prostředky pro měření:

- Příměrná deska ČSN 25 5519.2
- Podložka prizmatická
- Stojánek UN 251867
- Páčkový úchylkoměr

4.3.2 Rovnoběžnost a rovinnost příměrných pravítek.

- kontrola příměrných pravítek při nastavení úhlu 180° (viz kontrola přesnosti úhломěru)

Prostředky pro měření:

- Příměrná deska ČSN 25 5519,25
- Prizmatická podložka
- Stojánek UN 25 1867
- Páčkový úchylkoměr

4.3.3 Prohnutí výměnného pravítka

a. Přímým měřením vzdálenosti nejvyšších a nejnižších bodů posuzované plochy od kontrolní roviny.

Prostředky pro měření:

- Nožové pravítko ČSN 25 3741

b. Přímým odečítáním naměřených hodnot

Prostředky pro měření:

- Příměrná deska ČSN 25 5519.2
- Stojánek UN 25 1867
- Páčkový úchylkoměr
- Základní měřky ČSN 25 3311 – S21

Maximální úchylka pro pravítko:

$$\begin{array}{ll} L = 150 \text{ mm} & \delta' = 5 \text{ } \mu\text{m} \\ L = 300 \text{ mm} & \delta' = 10 \text{ } \mu\text{m} \end{array}$$

4.3.4 Drsnost povrchu měřených ploch.

- Měří se v místech označených v Obr. 4.1 symbolem drsnosti.

Prostředky pro měření:

- Přístroj pro měření drsnosti povrchu.

4.3.5 Kontrola zorného pole.

- Stupnice musí být dobře čitelná, bez jakýchkoliv rýh, kazů a nečistot – vizuální kontrola.

4.3.6 Brzda nastaveného úhlu.

- Ověřuje se možnost, zda lze v kterékoliv poloze zajistit nastavený úhel proti pootočení.

4.3.7 Brzda výměnného pravítka.

- Ověřuje se možnost, zda lze v kterékoliv poloze zajistit výměnné pravítko proti posunutí.

4.3.8 Funkce úhломěrů.

- Ověřuje se, zda po uvolnění brzd lze v celém rozsahu lehce bez zadrhávání posouvat výměnné pravítko a nastavit jakýkoliv úhel.

4.3.9 Celková úprava, hrany, kompletnost, označení, balení, odmagnetování, konzervace.

- Vizuální kontrola (lupa, odmagnetovací přístroj).

Tab. 4.1 Úchyly pro univerzální úhlooměry

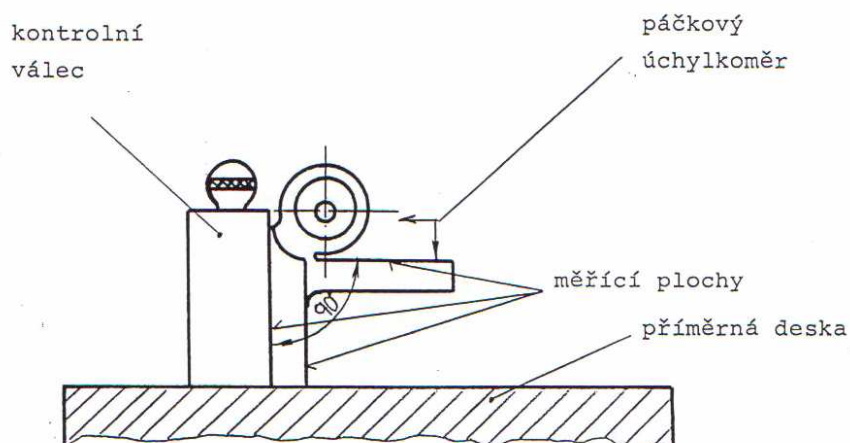
Název součásti s měřicími plochami	Rovinnost	Rovnoběžnost	Kolmost
	Hodnoty v μm (0,001)		
Pravítko 200 mm	10	10	-
Pravítko 300 mm	10	20	-
Těleso	10	10	20

Tab. 4.2 Úchyly pro optické úhlooměry

Název součásti s měřicími plochami	Rovinnost	Rovnoběžnost
	Hodnoty v μm (0,001)	
Pravítko 150 mm	6	10
Pravítko 30 mm	10	20
Pevné pravítko	6	20
Držák	10	10

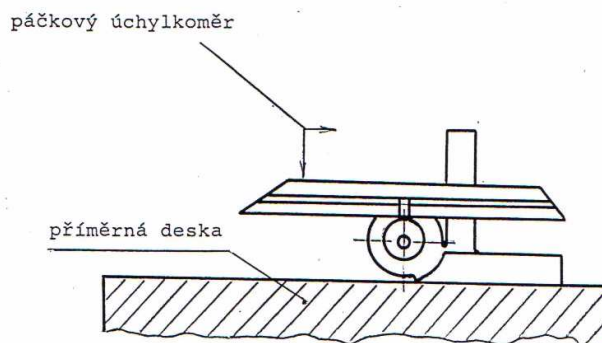
4.3.10 Zjištění kolmosti.

Pomocí kontrolního válce a páčkového úchylkoměru (lze použít i přesný nožový úhelník) – Obr. 4.2.



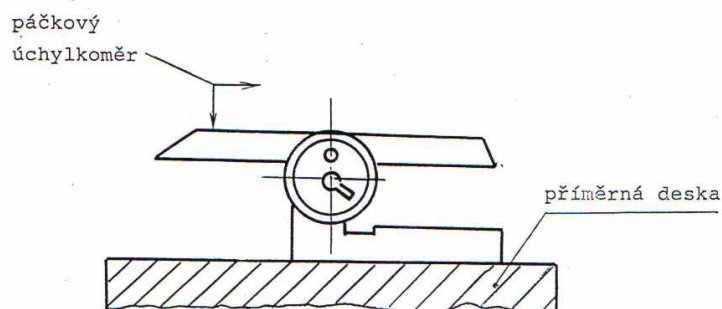
Obr. 4.2

Základní nastavení úhlooměru se provede pomocí číselníkového páčkového úchylkoměru.



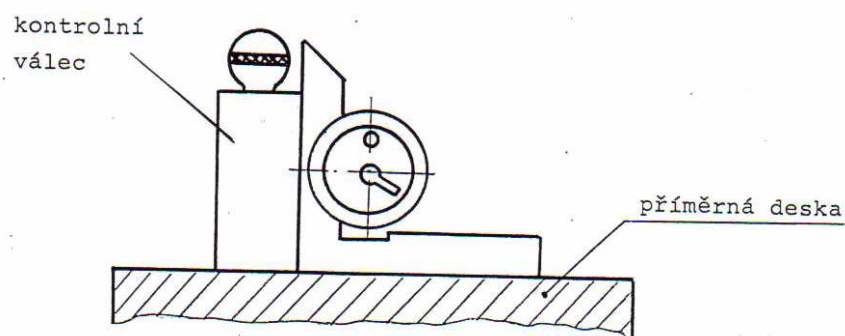
Obr. 4.3

Vyrovnání pravítka musí být provedeno s maximální úchylkou 0,001 mm, přičemž úchylna od základní desky nesmí být větší než $\pm 5'$ (čte se na stupnici úhlooměru) – Obr. 4.3; 4.4.



Obr. 4.4

Zjištěná úchylna nesmí překročit hodnotu $\pm 5'$ (je možno použít i přesný úhelník) – Obr. 4.5.

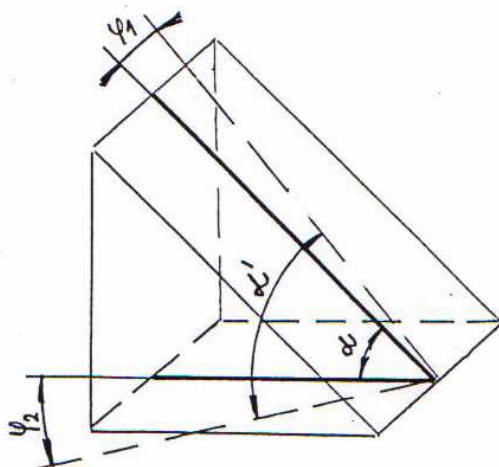


Obr. 4.5

Tab. 4.3 Technické údaje úhloměřů

Typ úhloměru	Hodnota dělení	Dovolená chyba	Délka výměnných pravítek v mm
Universální SOMET	$1/12^\circ = 5'$	$\pm 5'$	200; 300
Optický SOMET	$10'$	$\pm 5'$	150; 300
Optický ZEISS	$5'$	$\pm 2,5'$	150; 300

Při měření je třeba dbát na správnou polohu pravítek úhloměru. Pravítka musí být kolmá k průsečnici rovin, které tvoří kontrolovaný úhel. Jsou-li pravítka postavena šikmo a vykloněná, dopouští se kontrolor při měření chyby, jak je znázorněno na Obr. 4.6.



Obr. 4.6

- α - skutečný úhel na měřené součástce
- α' - naměřený úhel, který může mít podle natočení a sklonění pravítek úhloměru jinou hodnotu než skutečný úhel α
- φ - odklon pravítek od správného směru měření

4.4 Metodické pokyny pro kontrolu sinusových pravítek

4.4.1 Příprava měřidla ke kontrole

- Funkční plochy očistit, odmastit.
- Na funkčních plochách odstranit jemným brusným kamenem vzniklé nerovnosti.

4.4.2 Vzhledová kontrola

- Na funkčních plochách tělesa, opěrných válečků, příp. příložek nesmí být hrany a plochy poškozeny naklepnutím ani nesmí být patrné stopy koroze.
- Zapuštění hlavy připevňovacích šroubů opěrných válečků musí být zaplombováno olověnou destičkou.
- Upínací hroty nesmí být opotřebený, poškozeny či naraženy.
- Posoudit opotřebení opěrných válečků a upínacích hrotů.

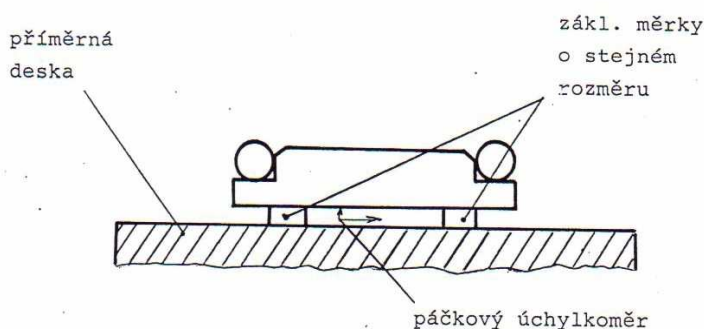
4.4.3 Kontrola funkce a seřízení měřidla

- Opěrné válečky musí být k tělesu přitaženy pevně a bez vůle.
- Připevňovací šrouby příložek a upínacích hrotů musí plnit svoji funkci (nepoškozený závit apod.).

4.4.4 Kontrola přesnosti – opotřebení měřidla

Kontrola rovinnosti funkčních ploch tělesa

- Úchylka rovinnosti je největší naměřená vzdálenost skutečné plochy od roviny obalové.
- Pomocí vybraného nožového pravítka, které se přiloží na funkční plochu tělesa, určíme velikost světelné štěrby a tím úchylku rovinnosti.
- Pomocí přesné průměrné desky, základních měrek nebo páčkového úchylkoměru (Obr. 4.7).
- Naměřené úchyly nesmějí překročit hodnoty uvedené v Tab. 4.4.

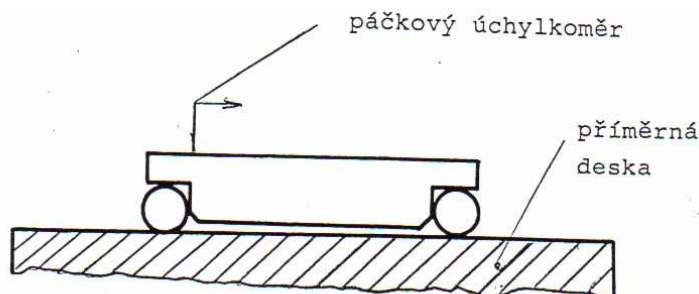


Obr. 4.7 Kontrola přesnosti pomocí průměrné desky

Kontrola rovnoběžnosti funkční plochy tělesa se spodní tečnou opěrných válečků

- Úchylka rovnoběžnosti je rozdíl mezi největší a nejmenší naměřenou hodnotou.

- Pomocí přesné příměrné desky a číselníkového páčkového úchylkoměru (Obr. 4.8).
- Naměřené úchytky nesmějí překročit hodnoty uvedené v Tab. 4.4.



Obr. 4.8 Kontrola rovnoběžnosti

Kontrola opotřebení opěrných válečků

- Opotřebení vzniká v základní poloze posunem pravítka po příměrné desce.
- Měříme pomocí příměrné desky, základních měrek, páčkového úchylkoměru a mikrometru (Obr. 4.9)

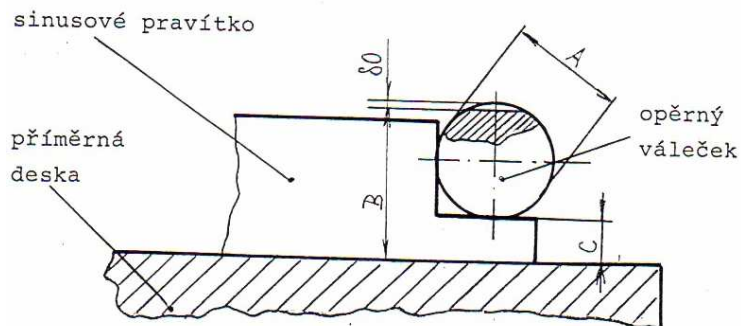
$$\delta_0 = A - (B - C)$$

A – měříme mikrometrem

B,C - měříme základními měrkami a páčkovým úchylkoměrem

δ_0 - úchytky opotřebení

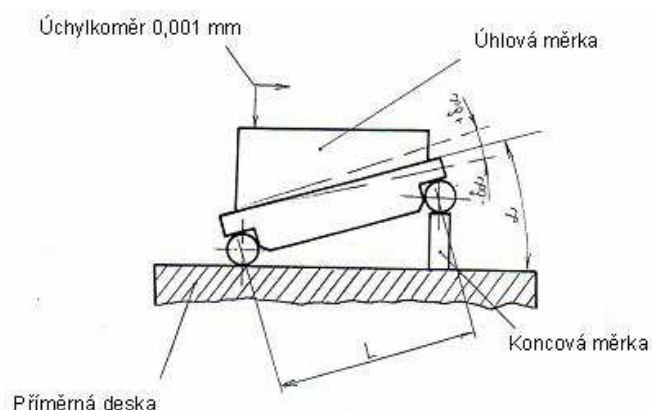
- Úchytky opotřebení nesmějí překročit hodnoty uvedené v Tab. 4.4.



Obr. 4.9 Kontrola opotřebení opěrných válečků

Měřené chyby δ_α pravítek způsobené max. úchylkou rovnoběžnosti funkční plochy s tečnou rovinou opěrných válečků od nastaveného úhlu α

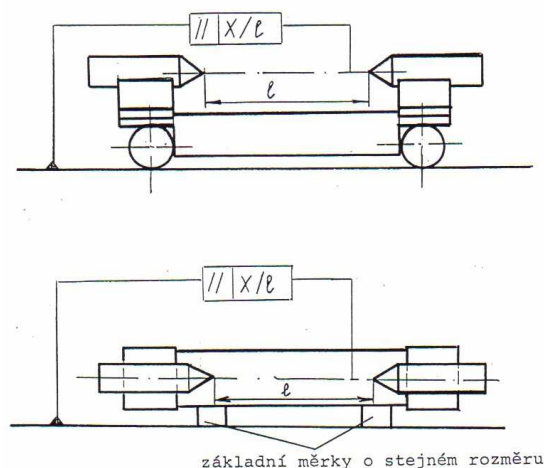
- Maximální chybu pravítka od nastaveného úhlu α (Obr. 4.10) měříme pomocí úhlové měrky, která se přiloží na vykloněné sinusové pravítko podložené příslušnou základní měrkou, uvedenou v Tab. 4.5 a páčkového úchylkoměru.
- Chyba od nastaveného úhlu α se vztahuje na délku použité úhlové měrky.
- Naměřené chyby nesmějí překročit úchylky uvedené v Tab. 4.5.



Obr. 4.10 Měření chyby pomocí úhlové měrky

Kontrola rovnoběžnosti spojnice špiček hrotů se spodní tečnou opěrných válečků

- Měří se na přesné příměrné desce pomocí vkládacích trnů o minimální délce $l = 50$ mm a maximální délce $l = 125$ mm pro sinusové pravítko L 300 – ve dvou polohách (Obr. 4.11)
- Měření se provádí vždy při symetrickém vyložení hrotů.
- Naměřené hodnoty nesmějí překročit hodnoty uvedené v Tab. 4.4.



Obr. 4.11 Kontrola rovnoběžnosti spojnice špiček hrotů

Tab. 4.4 Úchylky rovinnosti a rovnoběžnosti

Geometrický tvar	Délka pravítka L (mm)		
	100	200	300
Úchylky v $\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$			
Rovinnost funkční plochy tělesa	1	2	3
Rovnoběžnost funkční plochy tělesa se spodní tečnou opěrných válečků (základní plochy)	2	3	4
Rovnoběžnost spojnice špiček hrotů se spodní tečnou opěrných válečků (základní poloha)	-	3	4
Úchylka opotřebení opěrných válečků (v základní poloze)	2	2	2

Tab. 4.5 Chyba od nastaveného úhlu α vztažená na délku úhlové měrky

Délka sinusového pravítka L (mm)	Chyba od nastaveného úhlu α vztažená na délku úhlové měrky (μm)			Délka úhlové měrky (mm)
	14°28'39"	30°00'00"	40°32'29"	
L 100	6	8	10	100
zákl. měrka	25 mm	50 mm	65 mm	
L 200	8	10	12	200
zákl. měrka	50 mm	100 mm	130 mm	
L 300	6	8	10	200
zákl. měrka	75 mm	150 mm	195 mm	

4.5 Metodické pokyny pro kontrolu optických polygonů

4.5.1 Kontrola odchylek rovinnosti funkčních ploch

- Polygon se justuje pomocí přípravku na pracovním stolku (tzv. interferometru) tak, aby v okuláru přístroje byli na funkční ploše pozorovatelné interferenční proužky, rovnoběžné s rovinou měření polygonu.

Prostředky pro měření:

- Zjišťují se na základě měření interferometrem na měření rovinnosti.

4.5.2 Kontrola odchytky rovnoběžnosti

- Jedná se v podstatě o měření výšky polygonu na dvou na sebe kolmých přímkách.

Prostředky pro měření:

- Nejvhodnější je použití optimetru.

4.5.3 Kontrola odchytky kolmosti funkčních ploch

- Zjišťuje se nejjednodušeji před kalibrací (komparací) polygonu.

4.5.4 Kalibrace polygonu

- Nejdůležitější zkušební úkon
- Podle nároků na přesnost a vybavení se volí příslušná kalibrační metoda.

4.6 Metodické pokyny pro kontrolu válců k měření kolmosti

4.6.1 Kolmost čela s válcovou plochou

- Měří se ve čtyřech polohách pootočením válce o 90°.

Prostředky pro měření:

- Měřicí přístroj ke kontrole úhelníků

4.6.2 Kontrola čelní házivosti

- Měří se pootáčením v hrotovém kontrolním přístroji

Prostředky pro měření:

- Hrotový kontrolní přístroj ČSN 25 5550
- Číselníkový úchylkoměr ČSN 25 1816
- Stojánek se stálým magnetem a jemným stavěním

4.6.3 Kontrola kruhovitosti a válcovitosti

- Provádí se ve čtyřech místech měřícího rozsahu kontrolního válce.

Prostředky pro měření:

- Hrotový kontrolní přístroj.
- Číselníkový úchylkoměr.
- Mikrokátor.
- Stojánek pro páčkové úchylkoměry.
- Univerzální měřící stolek.

4.6.4 Drsnost povrchu válcové části a funkčního čela

- V místech označených v Obr. 3.12 symbolem drsnosti.

Prostředky pro měření:

- Přístroj pro měření drsnosti povrchu.

4.6.5 Celková úprava, kompletnost, balení, označení

- Vizuální kontrola, umístění značky, výrobce, přesnost, evidenční číslo, nakonzervování funkčních ploch apod.

4.7 Metodické pokyny pro kontrolu libel

4.7.1 Kontrola rovinnosti ložných ploch

- Ložné plochy vodováhy se očistí a odstraní se případné ostré výstupky.
- Vodováha se položí ložnou plochou na průměrnou desku potřenou tupírovací barvou, pak se vodováhou po průměrné desce několikrát zakrouží.
- Ložné plochy musí splňovat požadavky v Tab. 4.6.

Tab. 4.6. Jakost zaškrabání ložných ploch – počet dotykových plošek přepočtený na plochu 25x25 mm

Stupeň přesnosti vodováhy	Stupeň citlivosti	
	I, II	III až V
1	24 a víc	14 až 23
2	14 až 23	9 až 13
3	9 až 13	6 až 8

Rovinnost prizmatických ploch se vyhodnotí následovně:

- Na všech prizmatických plochách se změří délka, na níž se měla otisknout stopa barvy.
- Změří se délka neotištěné stopy.
- Zjištěné chyby rovinnosti prizmatických částí ložných ploch vodováhy nesmějí překročit hodnoty uvedené v Tab. 4.7.

Tab. 4.7 Dovolené chyby rovinnosti prizmatických částí ložných ploch vodováh

Stupeň přesnosti vodováhy	Neotištěná stopa barvy [%]
1	od 1 do 10
2	přes 10 do 30
3	přes 30 do 50

4.7.2 Přezkoušení funkce

- Ložné plochy vodováhy a funkční plochy libeloměru se důkladně očistí.
- Etalonovou vodováhou se překontroluje přesné vodorovné ustavení kontrolního pravítka libeloměru v podélném i příčném směru.
- Kontrolovaná vodováha se položí na libeloměr a tužkou se vyznačí její poloha na ploše kontrolního pravítka.
- Při vodorovné poloze vodováhy musí mít bublina pravidelný tvar.
- Při stejnoměrném vyklánění vodováhy z vodorovné polohy otáčením mikrometrickým šroubem libeloměru se musí bublina pohybovat v obou směrech plynule bez skoků a zadržování.

- Při rovnoměrném přerušování vyklápění vodováhy se musí bublina v kterémkoliv místě libely ustálit, kontrolují se dva body v jednom a dva body v opačném směru vyklánění vodováhy.

4.7.3 Kontrola citlivosti

- Citlivost vodováhy je poměrné číslo vyjadřující o kolik je třeba vertikálně posunout jeden konec pomyslného ramene délky 1000 mm, na němž je vodováha položena, aby se bublina posunula o jeden dílek libely.
- Stupeň citlivosti vodováhy je závislý na citlivosti hlavní libely podle Tab. 4.8.

Tab. 4.8 Rozsahy citlivosti libel pro I. až V. stupeň citlivosti vodováh
[mm / 1 000 mm / 1 dílek]

Stupeň citlivosti vodováhy	I	II	III	IV	V
Citlivost libely	od 0,02 do 0,05	přes 0,05 do 0,10	přes 0,10 do 0,20	přes 0,20 do 0,30	přes 0,30 ---
Příčná libela je v V. stupni citlivosti					

Postup při kontrole:

- Libeloměr se ustaví do polohy, kdy se okraj bubliny kryje s libovolnou ryskou na libele. Vodováha se nechá ustálit a pak se překontroluje, případně přesně ustaví poloha bubliny.
- Otáčením mikrometrickým šroubem se libeloměr naklání, až se bublina posune o jeden dílek stupnice. Po ustálení se překontroluje případně přesně ustaví poloha bubliny.
- Hodnota naklonění libeloměru (vertikální posuv bodu kontrolního pravítka vzdáleného 500 mm od osy kyvného uložení pravítka) se čte na tisícínovém číselníkovém úchylkoměru.
- Citlivost měřená na libeloměru L 500 se vypočte vynásobením naměřené hodnoty naklonění libeloměru dvěma.
- Citlivost se překontroluje i v opačném směru naklonění libeloměru.
- Chyby citlivosti nesmějí překročit hodnoty uvedené v Tab. 4.9.

Tab. 4.9 Největší dovolené chyby citlivosti libel
[mm / 1 000 mm / 1 dílek]

Stupeň citlivosti vodováhy		I	II	III	IV	V
Stupeň přesnosti vodováhy	1	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04
	2	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
	3	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06

ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se zpracovala téma kontroly přesnosti provozních měřidel pro měření úhlů. Postupně jsem zpracovala metodiku pro kontrolu měřidel pro měření úhlů pomocí úhelníků, úhlových měrek, úhломěrů, sinusových pravítek, optických polygonů, válců k měření kolmosti a libel.

Měřidla slouží k určení hodnoty měřené veličiny, v tomto konkrétním případě k měření a ověřování velikosti úhlů. Podle zákona o metrologii č. 505/1990 sb. se měřidla spolu s nezbytnými pomocnými měřicími zařízeními člení na:

- a) etalony;
- b) pracovní měřidla stanovená (dále jen „stanovená měřidla“);
- c) pracovní měřidla nestanovená (dále jen „pracovní měřidla“);
- d) referenční materiály české i ostatní, pokud jsou určeny k funkci etalonu nebo stanoveného nebo pracovního měřidla.

Etalon - ztělesněná míra, měřicí přístroj, referenční materiál nebo měřicí systém, který je určen k definování, realizování, uchovávání jednotky nebo stupnice jedné nebo více veličin a k jejímu přenosu na měřidla nižší přesnosti. Tato měřidla kalibruje ČMI nebo jiný k tomu oprávněný subjekt.

Pracovní měřidla stanovená – jsou měřidla, která MPO stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam stanovený zákonem o metrologii. Tato měřidla ověřuje ČMI nebo jiný k tomu autorizovaný subjekt.

Pracovní měřidla nestanovená – jsou měřidla, která nejsou etalonem ani pracovním měřidlem stanoveným. Kalibraci si zajišťuje organizace sama za pomoci etalonu, referenčního materiálu, kombinací uvedených způsobů nebo kalibraci provádí oprávněný subjekt, popř. ČMI.

Referenční materiály – jsou materiály nebo látky přesně stanoveného složení nebo vlastností používané zejména pro ověřování nebo i kalibraci přístrojů, vyhodnocování měřících metod a kvantitativní určování vlastností materiálů.

Jedním z mnoha prvků normy ISO 9002 je předpis týkající se kontrolního, měřícího a zkušebního zařízení, kdy organizace musí operativně řídit, kalibrovat a udržovat kontrolní měřicí zařízení. Proto je třeba vytvářet a udržovat postupy kalibrace, včetně evidencí a záznamech měřících zařízení.

Všechna měřidla musí být pravidelně kontrolována a ověřována jejich správná funkce. Veškeré údaje o kontrole a kalibraci měřidel musí být zaznamenány do evidenčního listu měřidla. Evidenční list není normalizován, ale musí v něm být uvedeny všechny potřebné údaje týkající se daného měřidla. Návrh evidenčního listu měřidla uvádí následující tabulka – Tab. 5.1.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. NENÁHLO, Čeněk, et al. *Příručka pro kontrolory ve strojírenství*. Praha : SNTL, 1970. 656 s.
2. ING. BREZINA, Igor. *Základy metrologie uhlov*. Bratislava : Alfa, 1982. 216 s.
3. DOC. ING. PERNÍKÁŘ, CSC, Jiří, DOC. ING. TYKAL, CSC, Miroslav, PROF. ING. VAČKÁŘ, CSC, Josef. *Jakost a metrologie : Metrologie*. Brno : Cerm, s.r.o. Brno, 2001. 151 s. ISBN 80-214-1997-0.
4. *Seznam českých technických norem*. Praha : Tauris, 2001. 190 s. ISBN 80-7283-037-6.
5. KRAUS, Jiří, et al. *Komentář k novele zákona č. 505/1990 Sb*. Praha : Tech - Market, 2000. 157 s. ISBN 80-86114-37-6.
6. *Sbírka zákonů ČR, Sbírka mezinárodních smluv ČR* [online]. 1991-2008 , 8.5.2008 [cit. 2008-05-19]. Dostupný z WWW: <www.sbcr.cz>.
7. Normy ČSN – uvedené v textech
8. Normy ISO – uvedené v textech

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
ŘKJ		Řízení a kontrola jakosti
FÚNM		Federální úřad pro normalizaci a měření
ÚNM		Úřad pro technickou normalizaci a metrologii
MPO		Ministerstvo průmyslu a obchodu
ČNI		Český normalizační institut
ISO		Mezinárodní norma
ČSN		Česká státní norma
MS		Metrologické středisko
PM		Provozní měřidlo
SM		Stanovené provozní měřidlo
OM		Orientační měřidlo
δ	[μm]	Mezní úchylka úhlu
δ'	[μm]	Mezní úchylka rovinnosti
δ°	[μm]	Mezní úchylka přímosti
δ_0	[μm]	Úchylka opotřebení
$\delta\alpha$	[$^\circ$]	Úchylka od nastaveného úhlu α
α	[$^\circ$]	Skutečný úhel na měřené jednotce
α'	[$^\circ$]	Naměřený úhel
φ	[$^\circ$]	Odklon pravítek od správného směru měření
Ra	[μm]	Drsnost povrchu
L	[mm]	Rozteč os válečků
H	[mm]	Rozměr sestavený z koncových měrek
$Z_2 ; Z_1$		Údaje úchylkoměru