

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



TECHNICKÁ MĚŘENÍ A METROLOGIE TEORETICKÝ ZÁKLAD

PŘEDNÁŠKA 13

SOUŘADNICOVÉ MĚŘICÍ STROJE

Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.

Ostrava 2013

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3035-3



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	TYPY SOUŘADNICOVÝCH MĚŘICÍCH STROJŮ	4
1.1	Základní stavební prvky CMM	5
1.2	Princip souřadnicového měření	5
1.3	Souřadnicové měření	7
1.4	Měření na souřadnicových měřicích strojích	7
2	VIDEO MĚŘICÍ TECHNIKA.....	7
3	RENTGENOVÁ MĚŘICÍ TECHNIKA	8
3.1	Rentgenová tomografie pro průmyslové měřicí stroje	8
4	POUŽITÁ LITERATURA	10



**OBSAH KAPITOLY:**

Typy souřadnicových měřicích strojů

Princip měření

Video měřicí technika

Rentgenová měřicí technika

**MOTIVACE:**

Ještě před několika málo lety převládala optická, tzn. bezdotyková dimenzionální měřicí technika měřicích mikroskopů a měřicích projektorů, jejichž základní princip zůstal nezměněn od vzniku profilprojektoru. Automatické měření geometrických prvků bylo možné pouze u dvourozměrných dílců metodou využívající procházející světlo. Z důvodu své všestrannosti nahradila souřadnicová měřicí technika různé jednoúčelové měřicí stroje k měření průmyslově vyráběných dílců a dosáhla vysokého významu.

Předpokladem pro moderní optickou souřadnicovou měřicí techniku jsou metody zpracování obrazu a laserové senzory, které byly vyvinuty teprve v průběh minulého desetiletí. Tak zvané multisenzorové souřadnicové měřicí stroje jsou vybaveny jak dotykovými, tak i optoelektronickými senzory a spojují dotykové a optické měření. Teprve takto kombinace umožňuje zvládnout většinu úkolů, které jsou na ně kladeny v průmyslu. Optoelektronické senzory získávají na významu zvláště kvůli vzrůstající komplexnosti tvarů a velikostí dílců a díky rostoucí miniaturizaci. Vysoká rychlost měření multisenzorových souřadnicových měřicích strojů dovoluje hospodárné měření ve výrobě.

**CÍL:**

Souřadnicové měřicí stroje a jejich využití v metrologii.



1 TYPY SOUŘADNICOVÝCH MĚŘICÍCH STROJŮ

Souřadnicové měřicí stroje slouží k měření geometrických prvků dílců, jako je délka, průměr, úhel, sklon a rovnoběžnost. V principu se redukuje více nebo méně komplexní stanovení rozměrů, tvaru a polohy na zjišťování a matematické vyhodnocení prostorových souřadnic jednotlivých bodů.

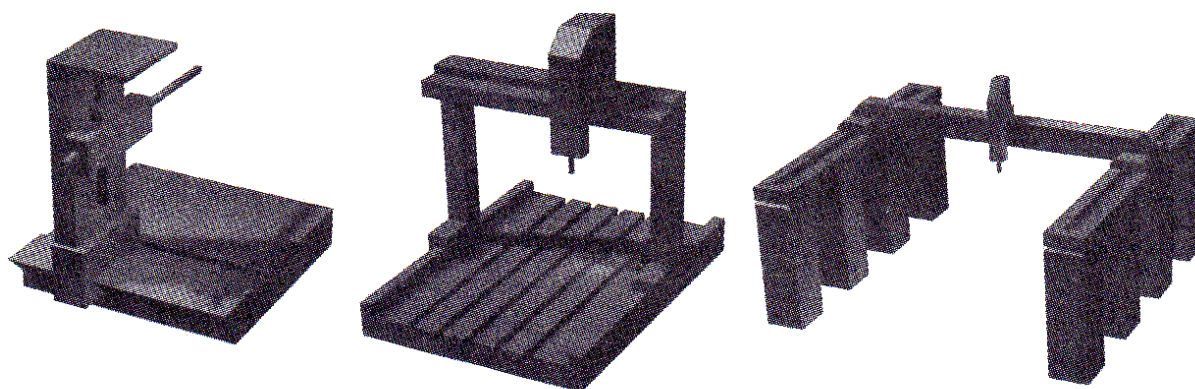
Z hlediska technické realizace existují souřadnicové měřicí stroje s pravoúhlými, polárními a válcovými souřadnicovými systémy. Princip snímání bod po bodě poskytuje souřadnicovému měřicímu stroji univerzální použití. Existují jistá omezení, která mohou vyplývat z nedostupnosti bodů na povrchu, pokud se snímá dotykovými nebo optickými metodami a v případě dotykového snímání velmi poddajného obrobku (např. křehké součástky, pružné plastové součástky nebo fólie).

Každý měřicí stroj, který zaznamenává informaci z obrobku bod po bodě optickými nebo dotykovými způsoby, na základě souřadnicového systému definovaného přístrojem a také pomocí počítače zpracovává hodnoty souřadnic, může být označený jakou souřadnicový měřicí stroj. Nejpoužívanějšími jsou souřadnicové měřicí stroje s kartézskou soustavou. Vztažný souřadnicový systém (souřadnicový systém stroje) je definovaný třemi orientovanými přímkami v prostoru, protínajícími se v počátečním bodě, přičemž tyto přímky (osy X, Y, Z) jsou navzájem kolmé a opatřené shodným lineárním měřicím systémem každé osy, který určuje polohu použitého snímacího prvku v této ose nezávisle od ostatních os.

Různé typy souřadnicových měřicích strojů se vyznačují různým uspořádáním montážních skupin pohybujících se v každé ose. Hlavní typy kartézských CMM je možné vidět na obr. 1.

Typ s horizontálním ramenem
Portálový typ

Typ s pohyblivým mostem



Obr. 1 – Typy kartézských souřadnicových měřicích strojů

Souřadnicové měřicí stroje portálového a zvláště mostového typu jsou vhodné pro přesné měření rozměrných a těžkých obrobků pro jejich velký rozsah traverzy a z toho vyplývajícího rozsahu měření a pro jejich vysokou přesnost. Výsledkem jejich tuhé konstrukce je dosahování malých hodnot nejistot měření pro velký měřicí rozsah.

Na druhé straně snímací systém má za úkol rozpoznat kontakt s povrchem obrobku v době snímání dotyku nebo zajistit vzdálenost snímací hlavy od povrchu obrobku v době optického snímání. Tato informace souží k řízení pohonů, např. v době snímání na jejich zastavení nebo

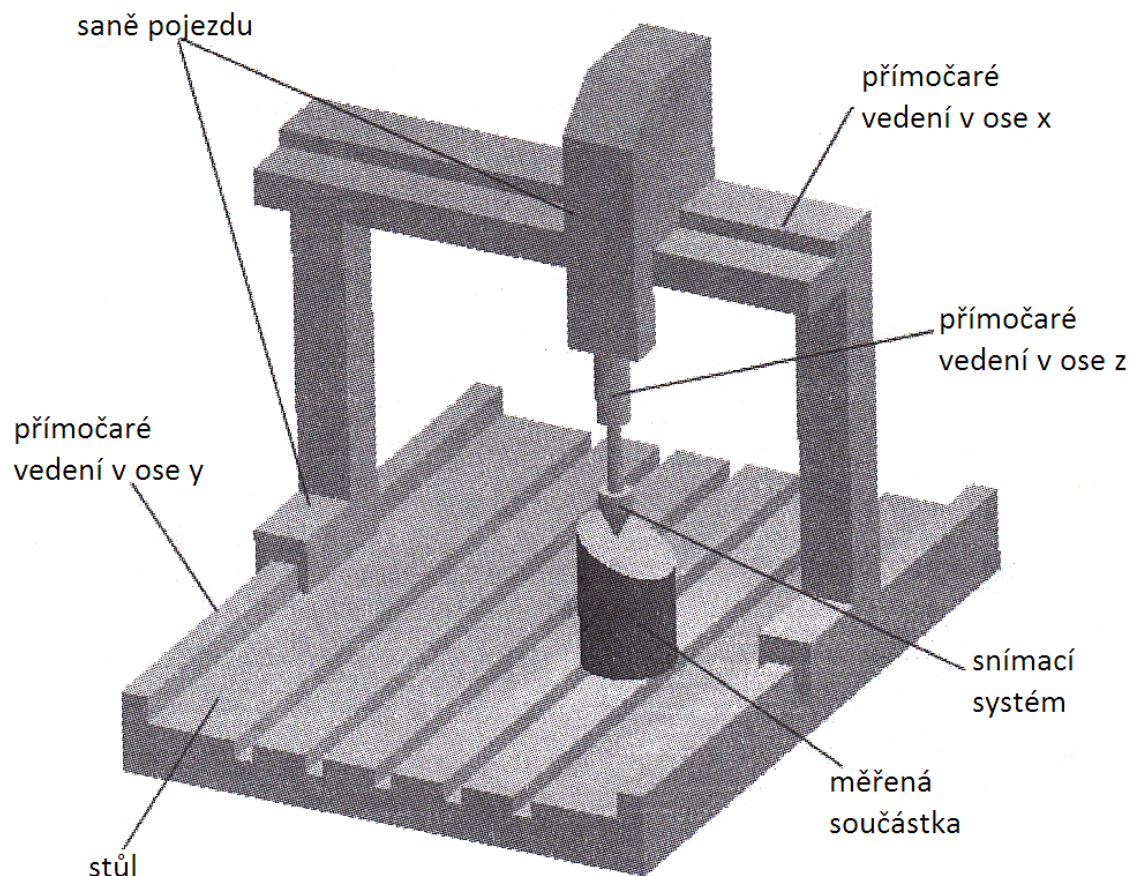


pohyb v osách stroje a na označení informace o jejich poloze z měřicího systému délky v jednotlivých osách. Měřicí systémy hlav realizují výstup naměřených údajů.

Trojrozměrné měření obrobků libovolného tvaru vyžaduje snímací systémy, které pracují trojrozměrně. Mohou měřit polohy ve třech osách, přičemž snímací systém má vlastní pohon v jedné nebo ve více osách. Záznam naměřené hodnoty je ve statistickém (bez pohybu modulů) nebo v dynamickém režimu. Stroj pracuje v dynamickém režimu, pokud je alespoň jeden modul souřadnicového měřicího stroje v pohybu.

1.1 ZÁKLADNÍ STAVEBNÍ PRVKY CMM

Základní prvky souřadnicového systému měřicího stroje je možné vidět na obr. 2.



Obr. 2 – Hlavní mechanické prvky souřadnicového měřicího stroje

1.2 PRINCIP SOUŘADNICOVÉHO MĚŘENÍ

Všeobecnou charakteristikou CMM je, že povrch obrobku, který se měří, je zpravidla snímán bod po bodě v souřadnicovém systému, který je určený konstrukčními požadavky a měřicím přístrojem. Parametry, které popisují povrch skutečného obrobku v idealizovaném tvaru, jsou vypočítané na počítači z naměřených hodnot souřadnic. Tyto parametry se mohou použít na kontrolu, zda geometrický tvar vyrobeného obrobku vyhovuje konstrukčním požadavkům.

Vliv jednotlivých faktorů na CMM měření.



Měřicí přístroj:

- osa přístroje,
- hmotnost,
- měřicí rozsah,
- délka měřicího systému,
- systém měřicí hlavičky,
- měřicí a vyhodnocovací software.

Okolí:

- teplota,
- kolísání teploty,
- gradient teploty,
- vlhkost,
- vibrace,
- znečištění součástí.

Měřená součástka:

- velikost odchylky tvaru,
- typ odchylky tvaru,
- vlnitost, drsnost,
- materiál,
- rozměry,
- hmotnost.

Obsluha:

- pedantnost,
- plánování,
- použití přídavných zařízení,
- konfigurace snímací hlavičky,
- rozpoložení,
- útlum.

Strategie měření:

- typ vyměnitelného dotyku,
- kritérium vyhodnocení,
- rozložení snímacích bodů,
- počet snímacích bodů
- metoda měřicí hlavičky.



1.3 SOUŘADNICOVÉ MĚŘENÍ

Souřadnicový systém popisuje chod měřicího stroje a objevil ho známý francouzský filozof a matematik René Descartes začátkem roku 1600. Slouží k určení polohy geometrických útvarů vztahujících se k jiným geometrickým útvarům na obrobku. Souřadnicový systém je velmi podobný výškové mapě – kombinací písmena na jenom okraji mapy, číslice na druhém a výšky, ukazuje jednoznačný popis každé polohy na mapě. Tato kombinace písmena, číslice a výšky se nazývá souřadnice a představuje přesné místo vztahované ke všem ostatním.

1.4 MĚŘENÍ NA SOUŘADNICOVÝCH MĚŘICÍCH STROJÍCH

Prvním krokem je vždy sestavení plánu průběhu měření, ve kterém musí být zahrnuta i dokumentace, přípravy upnutí na stole stroje atd. Plán měření obsahuje tzv. strategii měření, z kterého musí být jasné požadavky na přesnost výsledků měření a hledá se optimální postup k jeho dosažení.

Při sestavování průběhu měření musí operátor SMS dodržovat následující zásady:

- ustavení obrobku stabilním způsobem na co největší plochu,
- měřicí základny by měly korespondovat se základnami konstrukčními,
- pokud je to možné provádět slučování měřicích operací,
- ustavení obrobku tak, aby se dal proměřit při jednom ustavení,
- volby minimálního počtu doteků,
- volba měřicích bodů tak, aby postup byl co nejkratší,
- snímací body mají být rovnoměrně rozloženy na měřeném geometrickém prvku,
- počet snímaných bodů volit o 2 až 3 větší než vyžaduje geometrická definice,
- směr pohybu snímače před dotykem by měl souhlasit se směrem některé osy,
- kruhové a kulové plochy je nutné snímat párovými dvojicemi, tj. diagonálně,
- při statistické interpretaci výsledku měření vyhodnotit minimálně 30 bodů,
- body měřeného geometrického prvku je vhodné znázorňovat graficky, aby bylo možné vyloučit hrubé chyby,
- vyhodnotit dosaženou nejistotu měření a porovnat ji s její požadovanou hodnotou.

2 VIDEO MĚŘICÍ TECHNIKA

Od doby, kdy byly vyvinuté třísouřadnicové dotykové snímací hlavy (CMM) a dvousouřadnicové video CMM, měl každý typ stroje vymezený svůj vlastní prostor na měření. V poslední době ale nastupují technologie, které tyto oblasti překrývají.

Tato technika se může použít v těch odvětvích, které nevyžadují kontrolu součástí složitých tvarů a nepotřebují měření v ose Z. Některé podniky vyrábí rovinné součástky jako například výlisky, těsnící kroužky atd. Výrobky mají nižší hmotnost v porovnání s odlitky a jsou vyrobené z pružnějších materiálů ve srovnání s ocelí, a proto není možné pro ně použít dotykovou snímací hlavu. Pro uspokojení těchto dvousouřadnicových požadavků měření je využíván video souřadnicový měřicí stroj, který je vybaven místo dotykové snímací hlavy videokamerou.



3 RENTGENOVÁ MĚŘICÍ TECHNIKA

Rentgenová tomografie označovaná také jako počítačová tomografie (CT) umožňuje zachytit prostorově rozsáhlé objekty s jejich vnitřní strukturou v požadované přesnosti. Využití rentgenové techniky formou filmových záběrů dvourozměrných rentgenových snímků se v lékařství osvědčuje již dlouhou dobu.



Obr. 3 – První souřadnicový měřicí stroj s rentgenovou tomografií - s volitelnou multisenzorovou měřicí technikou

Až v roce 2005 byl poprvé představen rentgenový tomograf pro průmyslové použití s dostatečnou přesností. Tato nová třída souřadnicových měřicích strojů umožňuje kompletně změřit i komplexní součástky s několika sty rozměry a vnitřními strukturami v poměrně krátkém čase (pod 20 minut). Dosažitelné přesnosti se pohybují mezi několika mikrometry pro standardní použití a zlomky mikrometru pro přesná měření. Použití takových měřicích přístrojů vede ke značnému zrychlení procesních řetězců a ke zvýšení hospodárnosti u uživatele.

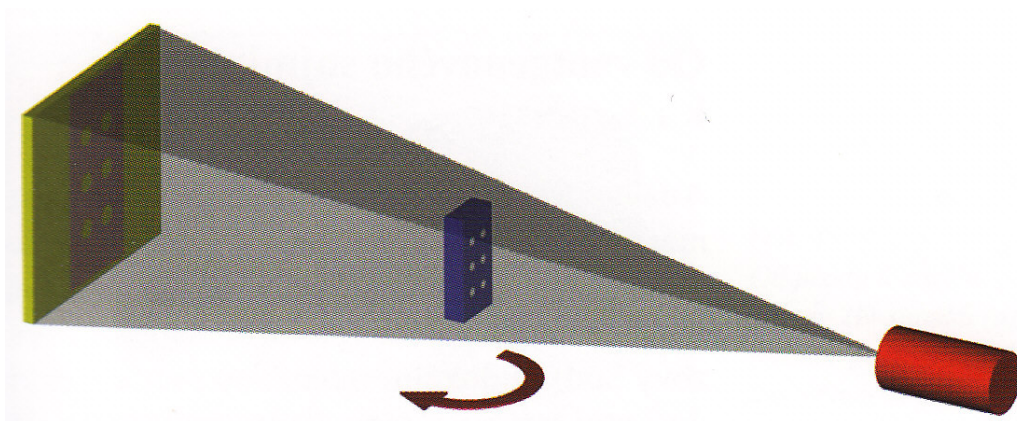
3.1 RENTGENOVÁ TOMOGRAFIE PRO PRŮMYSLOVÉ MĚŘICÍ STROJE

Využití rentgenové tomografie v průmyslové měřicí technice se zásadně liší od klinických CT přístrojů. Pro možnost snímání rentgenových snímků z různých směrů se u klinického CT přístroje otáčí rentgenová jednotka (zdroj záření a detektor) okolo nehybného pacienta. V průmyslové tomografii je naproti tomu rentgenová jednotka zpravidla stacionární a otáčí se dílec v dráze paprsků. Objekty, které se kontrolují v průmyslové oblasti, mohou obsahovat i materiály, které vyžadují, na rozdíl od lékařského použití, odlišné parametry záření. Liší se také požadavky na rozlišení a přesnost. Zatížení zkoumaného objektu zářením zpravidla nepředstavuje v průmyslovém použití žádný problém. Díky tomu lze pracovat s vyššími intenzitami záření než v lékařství.

Základní princip rentgenové tomografie



Pro rentgenovou tomografii se využívá schopnost rentgenového záření pronikat objekty. Pomocí rentgenky se realizuje téměř bodový zdroj záření. Rentgenové záření se dostává po průchodu měřením objektem na rentgenový detektor. Na cestě skrz objekt se část záření pohltí. Čím delší je dráha paprsků objektem, tím méně záření vystupuje z objektu. Absorpci ovlivňuje také druh měřeného materiálu. Tento postup se podobá vytváření stínového obrazu částečně průsvitného objektu osvětleného bodovým zdrojem světla. Hodnoty jasu obrazu odpovídají průsvitnosti prosvícených oblastí a jsou tak závislé na jejich optické hustotě.



Obr. 4 – Princip rentgenové tomografie



Prednaska 13 - Pojmy k zapamatovani.mp3



4 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Tichá, Š. *Strojírenská metrologie – část 1*. VŠB – TU Ostrava, 2004.
- [2] Ralf, Ch.; Neumann, H. *Multisenzorová souřadnicová měřicí technika*, L. V. Print Uherské Hradiště, 2008.
- [3] Ralf, Ch.; Neumann, H. *Rentgenová tomografie v průmyslové měřicí technice*. CommArt, 2012
- [4] Dovica, M. a kol. *Metrológia v strojárstve*. Emilena, Košice, 2006.

