

Inovace metrologického postupu výroby z polymerního materiálu

Miroslav Elfmark

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav ELFMARK**

Osobní číslo: **T09071**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Inovace metrologického postupu výroby
z polymerního materiálu**

Zásady pro vypracování:

1. Popis 3D SMS se zaměřením a ohledem na výrobek
2. Popis základních typů základen a porovnat se základnou metrologickou
3. Potřebná matematika pro měření
4. Návrh modifikace přípravku
5. Systém uložení a upnutí během měření
6. Tvorba programu
7. Inovace - ekonomická návratnost

Ve Zlíně dne 13. února 2012

prof. Ing. Beata Hájmanová, Ph.D.

ředitel ústavu



doc. Ing. Roman Černý, Ph.D.

ředitel

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

CHUDÝ, Vladimír a kol. Meranie technických veličín, 1.vydání, Bratislava: STU, 1999. ISBN 80-227-1275-2

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Vladimír Pata
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

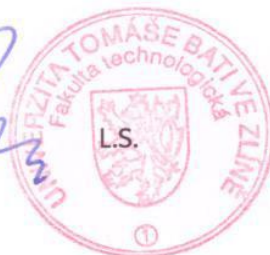
13. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

25. května 2012

Ve Zlíně dne 13. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Elfmark Miroslav

Obor: Technologická zařízení

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 23.5.2012



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výčtenku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Zároveň zveřejňuje seznam unitární předpisů vysoké školy.

(2) *Dokladní, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném smílním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

¹⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3;*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).*

²⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní díla:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Copříklad autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nekatčeno.*

(2) *Není v sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k větší výdělku dosaženému školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Cílem této práce je zavedení nového metrologického postupu výrobku na tří-souřadnicovém měřicím zařízení ve firmě Treboplast s.r.o. S tím souvisí modifikace měřicího přípravku a následná ekonomická návratnost. Teoretická část se zabývá popisem SMS. V praktické části je popsána problematika vyrovnání kusu na měřicím přípravku, měření samostatného výrobku, tvorba programu a vyhodnocení výsledků.

Klíčová slova: SMS, metrologie, statistika, modifikace

ABSTRACT

Purpose of this subject matter is to introduce a new metrology method of a product by using a three dimensional measurement machine. By introducing this innovative modification of the measurement tool the expectation is to see a return in investment. The theory behind this process is based on description of CMM. In practical part is a description of the difficulties behind the calibration of the product on the jig, the measurement of the product itself, the coding of program and validation of said findings.

Keywords: CMM, metrology, statistics, modification

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Dr. Ing. Vladimíru Patovi za jeho ochotu, cenné připomínky a rady. Dále děkuji své rodině za podporu a firmě Treboplast s.r.o. za poskytnutý materiál. Nástrojárně WIA s.r.o. za spolupráci při modifikaci přípravku.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 SOUŘADNICOVÉ MĚŘÍCÍ STROJE SMS.....	13
1.1 KONSTRUKCE A PŘÍSLUŠENSTVÍ SMS.....	13
1.1.1 Pracovní deska.....	13
1.1.2 Most.....	14
1.1.3 Vozík.....	14
1.1.4 Pinola.....	14
1.1.5 Vedení.....	14
1.1.6 Odměřovací systém SMS.....	15
1.1.7 Snímací systém SMS.....	15
1.1.7.1 Snímací hlavice.....	15
1.1.7.2 Snímací sondy.....	15
1.1.8 Doteky pro dotykové sondy.....	17
1.1.9 Řídící počítač.....	18
1.2 MOŽNOSTI MĚŘENÍ NA SMS.....	19
2 VOLBA ZÁKLADEN	20
2.1 KONSTRUKČNÍ ZÁKLADY.....	20
2.2 MONTÁŽNÍ ZÁKLADNY.....	20
2.3 TECHNOLOGICKÉ ZÁKLADNY.....	20
2.4 MĚŘÍCÍ ZÁKLADNY.....	21
3 METROLOGICKÉ APLIKACE	22
3.1 MĚŘENÍ.....	22
3.2 PRINCIP MĚŘENÍ.....	22
3.3 MĚŘÍCÍ METODA.....	22
3.4 POSTUP MĚŘENÍ.....	22
3.5 PODMÍNKY MĚŘENÍ.....	22
3.5.1 Referenční podmínky.....	22
3.5.2 Pracovní podmínky.....	23
3.6 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	23
3.7 MĚŘIDLO.....	23
3.7.1 Schéma měřidla.....	23
3.8 MĚŘÍCÍ ROZSAH.....	23
3.9 OPAKOVATELNOST MĚŘENÍ.....	23
3.10 REPRODUKOVATELNOST.....	24
3.11 ROZLIŠITELNOST MĚŘÍCÍHO ZAŘÍZENÍ.....	25
3.12 NEJVĚTŠÍ DOVOLENÁ CHYBA MĚŘIDLA.....	25
4 POUŽITÉ STATISTICKÉ METODY	26

4.1	VÝZNAM STATISTIKY PŘI MĚŘENÍ.....	26
4.2	BODOVÝ ODHAD – POLOHA.....	26
4.3	STŘEDNÍ HODNOTA.....	26
4.4	MEDIÁN.....	26
4.5	BODOVÝ ODHAD – ROZPTYLŮ	27
4.6	SMĚRODATNÁ ODCHYLKA	27
4.7	ROZPĚTÍ.....	27
4.8	GRAFICKÉ VYJÁDŘENÍ ČETNOSTÍ.....	28
4.8.1	Spojnicový graf	28
4.8.2	Histogram.....	28
4.9	CHYBY PŘI MĚŘENÍ.....	28
4.9.1	Pravá hodnota veličiny.....	29
4.9.2	Konvenčně pravá hodnota veličiny	29
4.9.3	Absolutní chyba měření	29
4.9.4	Relativní chyba měření	30
4.9.5	Systematická chyba	30
4.9.6	Náhodná chyba	30
4.10	NEJISTOTY MĚŘENÍ.....	30
4.10.1	Standardní nejistoty typu A.....	31
4.10.2	Standardní nejistota typu B	31
4.10.3	Standardní nejistota kombinovaná	31
4.10.4	Rozšířená standardní nejistota.....	32
4.10.5	Variační koeficient	32
4.10.6	Ekonomická návratnost.....	32
II	PRAKTICKÁ ČÁST	33
5	SMS WENZEL LH54 CNC	34
5.1	TECHNICKÉ ÚDAJE STROJE.....	34
5.2	NEJVĚŠÍ DOVOLENÁ CHYBA STROJE WENZEL LH548 CNC.....	35
6	VOLBA MĚŘÍCÍCH ZÁKLADEN PRO DÍL ASSEMBLY TOURAN FRONT PARTS.....	36
6.1	VOLBA MĚŘÍCÍ ZÁKLADNY.....	36
7	NÁVRH MODIFIKACE PŘÍPRAVKU.....	38
7.1	DŮVOD MODIFIKACE PŘÍPRAVKU	38
7.2	MŮJ PŘÍNOS PŘI MODIFIKACI PŘÍPRAVKU.....	38
8	MĚŘENÍ VÝROBKU PŘED MODIFIKACÍ PŘÍPRAVKU	45
9	VYTVOŘENÍ PROGRAMU PRO VÝROBEK TOURAN FRONT PARTS	46
10	MĚŘENÍ VÝROBKU PO MODIFIKACI PŘÍPRAVKU	60
11	VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ A ZHODNOCENÍ EKONOMICKÉ NÁVRATNOSTI	61
12	ZÁVĚR	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	65
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	67
	SEZNAM VZORCŮ.....	69

SEZNAM TABULEK	70
SEZNAM PŘÍLOH	71

ÚVOD

Bakalářskou práci na téma “Inovace metrologického postupu výrobku z polymerního materiálu“ jsem si zvolil z důvodu svého působení ve firmě Treboplast s.r.o. ve funkci metrologa a obsluhy 3D souřadnicového měřicího stroje a potřeby zefektivnění měřicího postupu na vstříkovaném výrobku Assembly TOURAN Front Parts.

Při zpracování tohoto tématu jsem využil znalosti, které jsem získal během svého studia na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

V této práci se zaměřuji na analýzu úpravy měřicího přípravku, který byl použit v původním metrologickém postupu, kde docházelo k časovým ztrátám, obtížnosti upnutí měřeného výrobku na přípravku a možnosti chyby obsluhy při vyrovnávání dílu bez možnosti automatizace. Proto jsem navrhl úpravu měřicího přípravku tak, aby byla plně využita automatizace měřicího snímacího stroje. Dále jsem vytvořil nový měřicí program, porovnal měřené hodnoty a také dobu měření dílu před úpravou přípravku a po úpravě přípravku. Také se zabývám investičními náklady na úpravu přípravku a ekonomickou návratností.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SOUŘADNICOVÉ MĚŘÍCÍ STROJE SMS

Souřadnicové měřicí stroje patří k významným zařízením v oblasti měření potřebné v několika odvětví průmyslu a zajišťují kvalitu výrobků a služby firmy. Na trhu existuje velké množství souřadnicových strojů, které se liší způsobem konstrukce provedení. V průmyslu je často využíván typ mostový, dále existují typy stojanové, portálové a výložníkové.



Obr. 1 Systém souřadných měřících strojů [2]

[Systém RENISHAW]

1.1 Konstrukce a příslušenství SMS

Souřadnicové stroje bývají vybaveny servopohony a transformačním zařízením, které umožňují pohyb v jednotlivých osách [X, Z, Y]. Tyto osy jsou omezeny měřicím rozsahem stroje, který můžeme chápat jako prostor, kam dosáhne měřicí hlava stroje. Dále jsou popsány základní části SMS.

1.1.1 Pracovní deska

Používá se granitová deska, alternativně litinový odlitek. Pracovní deska je ustavena na čtyřech základních podpěrách. Tyto podpěry mohou mít aktivní uložení, které pomocí připojeného počítače eliminují vibrace z okolí. Na Horní plochu pracovní desky, která je broušená jsou vysoké nároky na rovinnost, kolmost. V pracovní ploše jsou otvory se závitů. Pomocí těchto závitů, šroubů a upínek se připevňuje k pracovní ploše měřený kus.

[1][2]

1.1.2 Most

Tvoří složené uzavřené konstrukce, jehož stojiny tvoří různé ocelové profily. Překlad mostu tvoří vedení příčných saní. [1]

1.1.3 Vozík

Deska s kalenými vodícími plochami. Uvnitř desky je vytvořen závěs pro uložení objímky pinoly nebo projektoru břitu, alternativně dotekové sondy. [1]

1.1.4 Pinola

Litinová nebo duralová tyč profilu H. Vyvažování pinoly je mechanické, pomocí dvou souměrných závaží. [1]

1.1.5 Vedení

Konstrukce pohyblivých částí souřadnicového měřicího stroje musí být provedena tak, aby se pohyblivé části mohly lehce posouvat s maximální přesností a bez trhavých pohybů i při minimálních rychlostech, které se vyskytují v koncových polohách anebo při velmi malé změně polohy. Pohyblivé části se ukládají na vedení s co nejmenším třením, s minimálním opotřebením a s maximální tuhostí celého zařízení. Z těchto důvodů se dnes již nepoužívá kluzných vedení. Jejich nevýhodou je veliká složitost provedení, což vede k prodražování souřadnicového měřicího stroje. Jsou zde také problémy se svodem oleje, jeho těsněním a odvodem tepla.

Vhodnější a častěji používané technické řešení uložení je vedení aerostatické s plynným třením. Přednost tohoto vedení spočívá v tom, že nejsou potíže s odváděním oleje (jako u kluzného vedení). Velikou výhodou je velmi nízké tření i při vyšších rychlostech. Nedostatkem je možné poškození vedení při porušení vrstvy vzduchu (výpadek dodávky tlakového vzduchu) a snížená odolnost proti korozi (v případě znečištění tlakového vzduchu). Tyto nevýhody se dají eliminovat vhodným stabilním zdrojem velice čistého tlakového vzduchu. Při použití několikanásobného systému filtrace a použití aktivních uhlíkových filtrů lze zaručit čistotu tlakového vzduchu minimálně z 99,9%. Dříve často používaným řešením je vedení valivé, které bývá na kuličkách nebo válečkách. Jejich výhodou je velmi malé tření, vysoká rovnoměrnost pohybů, která je u souřadnicového měřicího stroje jednou z podmínek pro přesná měření a vysoká tuhost. Přítomnost mazání na valivých vedeních

nemá vliv na přesnost pohybů a zároveň výborně eliminuje vznik koroze. K nedostatkům valivých vedení patří složitost jejich přesného zhotovení. [1] [3]

1.1.6 Odměřovací systém SMS

Tento systém umožňuje získat souřadnice snímaných bodů v kartézských (polárních) souřadnicích v analogovém nebo číslicovém tvaru. Požívají se magnetické lineární a rotační snímače, optické lineární snímače, laserové interferometrické snímače, Optické absolutní lineární a rotační snímače, Optické inkrementální rotační (úhlové) snímače. [1]

1.1.7 Snímací systém SMS

Skládá se z několika komponentů, které jsou elektricky propojeny a umožňují přenos měřeného signálu do řídicího systému k dalšímu zpracování.

1.1.7.1 Snímací hlavice

Snímací hlavice umožňují upnutí měřících sond, kterými je realizováno měření. Hlavní vlastností je možnost natáčení sond v různých osách a aretace v různých polohách, čímž zrychlují, zpřesňují a usnadňují měření. Snímací hlavice mohou být mechanické či motorické. [2]

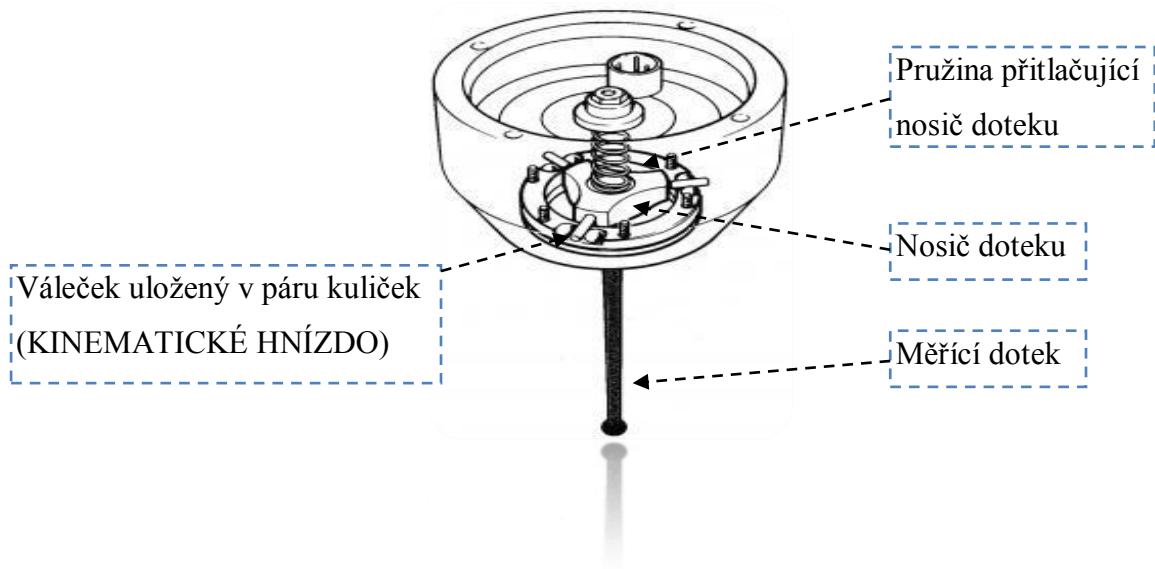
1.1.7.2 Snímací sondy

Snímací sondy jsou přesné snímače souřadnicových měřících strojů pro rychlé a správné zjištění rozměrů a dat povrchů měřených dílů. [2]

-Spínací dotekové sondy: měří nespojitě body a jsou ideální pro kontrolu známých geometrických vlastností. Jsou vhodné pro širokou škálu aplikací, materiálů a povrchů měřených dílů. Mezi spínací dotekové sondy patří kinematické - odporové sondy a tenzometrické sondy.

Mechanismus spínacích kinematických sond je založen na kinematickém uložení trojice přesných ocelových válečků ve třech dvojicích ocelových kuliček. Styk válečků s kuličkami zabezpečuje centrální tlačná pružina. Toto uložení poskytuje celkem 6 stykových bodů, které zaznamenávají polohu kuličky dotyku a je zajištěna opakovatelnost spínání nebo rozpínání sondy. Tento mechanismus umožňuje vychýlení dotyku sondy při kontaktu s měřeným dílcem, pružina vrací mechanismus do výchozí klidové polohy poté, kdy příčina vychýlení pomine.

Kontaktní elementy jsou vyrobeny z karbidu wolframu. Kontakty jsou navzájem elektricky propojeny. Změna odporu tohoto elektrického obvodu je vyhodnocena jako kolize dotyku s měřeným dílem a z odměřovacího systému stroje jsou odečteny a zaznamenány souřadnice v osách.

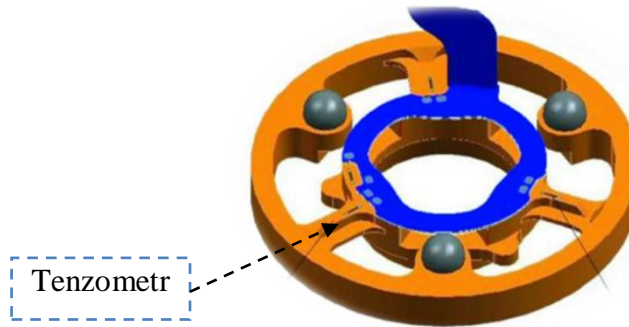


Obr. 2 Konstrukce spínacího mechanismu kinematické sondy [2]

Existuje celá řada faktorů, které ovlivňují přesnost měření kinematických sond. Jejich součet se označuje jako tzv. Pre-Travel variation (PTV). Jde o chybu měření vzniklou zpožděním mezi okamžikem kolize kuličky dotyku sondy s měřeným dílem a okamžikem, kdy jsou zaznamenány souřadnice z odměřovacích pravítek SMS. Toto zpoždění je ovlivněno tuhostí dotyku, tuhostí tlačné pružiny, délkou dotyku, tvarem měřeného dílce, rychlostí posuvu atd. Pravidelné kalibrace sondy, které provádí operátor CNC stroje, eliminují tuto PTV chybu na minimum.

Se zvyšujícími se nároky na přesnost měření a eliminaci PTV byly vyvinuty společností Renishaw v polovině 90. let snímací mechanismus založený na principu tenzometrů. Tyto sondy využívají nadále kinematického mechanismu pro zabezpečení polohy dotyku, avšak pro detekci kolize dotyku s měřeným dílem se využívají tenzometrické křemíkové můstky. Můstky detekují i velmi malé mechanické síly, které vznikají ve spínacím mechanismu sondy a elektricky generují spínací signál. Spínací síla tenzometrické sondy je mnohonásobně nižší než u sondy kinematické.

Tyto sondy umožňují kalibrovat sondu rychle v několika směrech a poté provádět vysoce přesné a opakovatelné měření v libovolném směru. Životnost spínacího mechanismu je navíc až desetkrát delší než u kinematických sond. [2] [3]



Obr. 3 Konstrukce tenzometrické spínací sondy [2]



Obr. 4 Tenzometrická spínací sonda TP 20 Renishaw [2]

Skládá se ze dvou částí: tělesa sondy a oddělitelného spínacího modulu, který obsahuje kinematický spínací mechanismus a nese montážní skupinu doteku. Těleso sondy má standardní přípojovací závit M8, který umožňuje přímou montáž na všechny souřadnicové stroje s měřicí hlavou.

Výměnný snímací modul je spojen s tělesem sondy vysoko-opakovatelným magnetickým spojením. To umožňuje výměnu modulů bez potřeby doteku, což přináší výraznou časovou úsporu.

1.1.8 Doteky pro dotykové sondy

Dotek je součástí měřícího systému, který zprostředkovává kontakt mezi součástí a sondou a způsobuje sepnutí mechanismu sondy.

Signál, který je přitom generován, umožňuje zaznamenání souřadnic sejmutého bodu. Typ a rozměr požitého doteku závisí na snímaném prvku.

Důležitými vlastnostmi jsou maximální tuhost doteku a dokonalá kruhovitost hrotu.

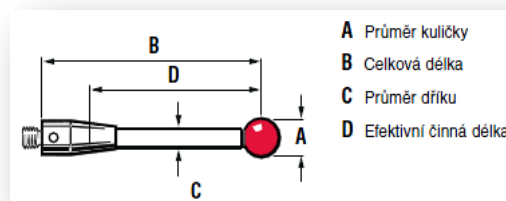
Materiál kuličky: Rubín – jeden z nejtvrděších materiálů. Odolává proti mechanickému poškození. Další materiály, které jsou využity, jsou nitrid křemíku a Oxid zirkoničitý.

Materiál dřívku: Pro výrobu dřívku je vyžita ocel, karbid wolframu, keramika, uhlíková vlákna.

Existuje několik druhů doteků, lišících se dle konstrukce a vhodnosti pro dané aplikace.

Jedná se zejména o doteky přímé, hvězdicové, bodové a další.

[2] [3]



Obr. 5 Parametry doteku [2]

1.1.9 Řídící počítač

Počítače jsou nedílnou součástí SMS. Programové vybavení počítače použitého ve spojení se SMS je souborem universálních a speciálních programů. Každý výrobce SMS používá svůj vlastní systém. V posledních letech se snaží výrobce programů ke zjednodušení programování, tak aby nebyly velké nároky na znalosti obsluhy SMS při současném rozšíření možností měření.

SMS bez počítače je skoro bezcenný. Uživatel se především zabývá sestavováním uživatelských programů a jejich odladěním. Program uživatel sestavuje podle výkresu součástí. S výkonností počítačů roste i výkonnost programového vybavení. Např. se zvyšuje počet bodů použitých k měření určitého geometrického tvaru, aplikují se náročná statistická vyhodnocení nebo se mohou zavádět zpětné vazby na výrobní proces.

Obslužné programové vybavení umožňuje automatizované ukládání výsledků měření, vyhledávání a třídění dat, tisk protokolů. Výstupní protokoly mohou být v elektronické, nebo papírové podobě.

Standardní programové vybavení umožňuje řešit následující metrologické úkoly:

- prostorová transformace souřadnic
- výběr tří pracovních rovin
- měření bodu, souboru bodů, bodu souměrnosti, přímky, průsečíků přímek, kružnice, koule, roztečné kružnice otvorů – volba počátku (hlavních a vedlejších)
- kalibrace doteků
- příprava partprogramů, volba tolerancí, automatický zápis partprogramů a jejich opakování
- převod mm / palce bez ztráty reference, volba pravouhlého či polárního souřadného systému
- kompenzace \emptyset doteku

[1]

1.2 Možnosti měření na SMS

Základním krokem SMS je určení polohy snímaného bodu v souřadnicové soustavě měřicího stroje (stanovení souřadnic bodu). Tento základní krok je východiskem pro určení vzájemné polohy sledovaných geometrických prvků, které tvoří povrch součástí.

Na základě polohy vybraných bodů se určují průsečíky osy symetrie, vzdálenosti, tvary a vzájemná poloha např. souřadnice bodu v rovině nebo v prostoru, střed úsečky v rovině, polární souřadnice bodu, vzdálenost (rozteč) dvou bodů v obecné poloze v rovině, průsečík dvou přímek v rovině, poloha potočené souřadnicové soustavy, poloha posunuté souřadnicové soustavy v rovině, obecná poloha roviny dané třemi body, průsečíky dvou přímek s rovinou, poloha středu kružnice dané třemi body, průsečíky úsečky s kružnicí a průsečíky dvou kružnic, šířka drážky, poloha ideální hrany obrobku se sražením, úhel dvou ploch, střed a šířka šikmé drážky, symetrála a úhel úkosové drážky, symetrála a úhel úkosové drážky, úhel klínu, úchylky kruhovitosti, střed kulové lochy, souřadnice středu kružnice, která prochází středy tří kružnic, souřadnice středu čtyř symetricky rozložených děr, dělení (rozteče), poloha válcových čepů, tvarový obrys ve vodorovné rovině, tvarový obrys ve svislé rovině, tvar kotoučové vačky, tvar bubnové vačky, prostorový tvar.

[1] [3]

2 VOLBA ZÁKLADEN

Základnou nazýváme plochu, osu, přímku, bod, z nichž vycházíme při stanovování rozměrových a funkčních (polohových) vztahů ostatních rozměrů ploch nebo jejich os (bodů). jak u jednotlivých součástí, tak i u skupin součástí např. montážních celků strojírenských výrobků. Předepsanou přesnost rozměrů vzájemné polohy lze dosáhnout pouze správnou volbou základen. Z hlediska použití se dělí základny na:

2.1 Konstrukční základy

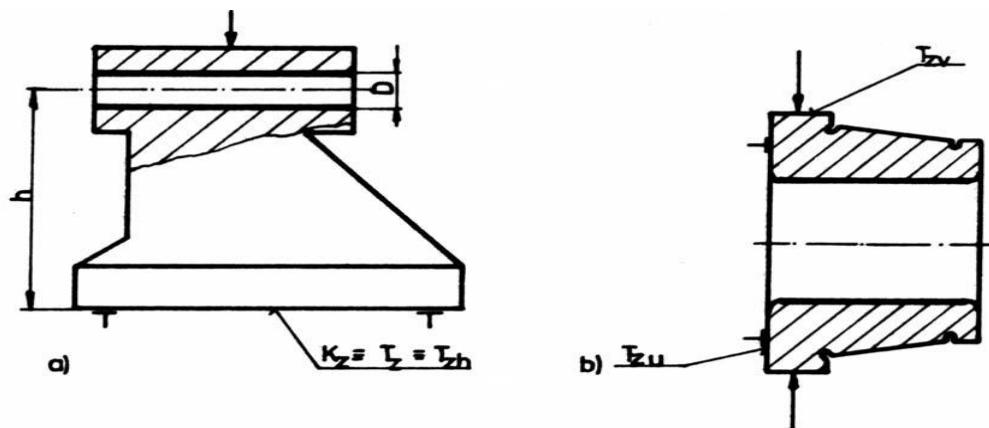
Jsou plochy nebo osy, určující polohu dílce k ostatním dílcům při jeho funkci ve výrobku. Např. přesnost vzájemné polohy šnekového soukolí je určena polohou os šneku a šnekového kola a tyto osy tvoří společně konstrukční základny.

2.2 Montážní základny

Jsou plochy, kterými se dílec spojuje s dalšími dílci sestavy a které určují jeho polohu ve smontovaném stavu; např. montážní základna šnekového kola je díra, na které je kolo nasazeno na hřídel.

2.3 Technologické základny

Jsou plochy určující polohu dílce při jeho ustanovení na obráběcím stroji nebo v přípravku.



Obr. 6 Technologické základny při obrábění a) tělesa koníků (obrábění díry pro pinolu),
b) nákrůžku kuželíkového ložiska [7]

2.4 Měřicí základny

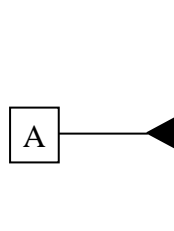
Jsou plochy, od kterých se měří rozměry. Pro volbu základen obecně platí zásady:

- při obrábění je vhodné volit hlavní základny za technologické
- používat měřicí základny za ustavovací
- k dosažení velké přesnosti se doporučuje zachovávat jednotnost základen, tj. provádět všechny operace na součásti od jedné základny, v optimálním případě obrobit součást při jednom upnutí (v případě, že to charakter součásti dovoluje, např. kroužek valivého ložiska)

[6] [7]



Obr. 7 Touran Front mask : Měřicí základny jsou stanoveny na výrobku formou RPS systému



Obr. 8 Označení měřicí základny

3 METROLOGICKÉ APLIKACE

Metrologie je věda, která se zabývá kontrolou a měřením.

Kontrola a měření je rozsáhlá disciplína, která zasahuje do téměř všech oblastí života. Mimo strojírenství, se musí správně měřit ve sportu, lékařství, stavebnictví, dopravě, obchodě a v mnoha dalších oborech. Základní podmínky správného měření platí pro všechny obory společně.

Prvním předpokladem je znalost a respektování všech zákonů a vyhlášek, které jsou v České republice pro oblast metrologie vydávány Ministerstvem průmyslu a obchodu.

3.1 Měření

Měřením je soubor činností spojených s určením hodnoty dané veličiny. Určením hodnoty dané veličiny se rozumí charakteristika dané veličiny pomocí čísla. Toto přiřazení číselné hodnoty se provádí pomocí měřicího zařízení, jehož konstrukce je založena na zvoleném principu měření.

3.2 Princip měření

Je fyzikální jev, nebo souhrn fyzikálních jevů, na kterých je měření založeno. (Např. Dopplerův jev pro měření rychlosti).

3.3 Měřicí metoda

Je obecný popis praktických a teoretických operací použitých při provádění měření podle daného principu, obvykle je způsob porovnání používán při měření.

3.4 Postup měření

Je sled úkonů nutných k provedení měření.

[4] [9]

3.5 Podmínky měření

3.5.1 Referenční podmínky

Jsou předepsány pro funkční přezkoušení přístroje, kalibraci a cejchování nebo pro zajištění vzájemné srovnatelnosti výsledků měření.

3.5.2 Pracovní podmínky

Jsou předepsány pro použití daného měřicího zařízení a jejich dodržení zaručuje, že specifikované metrologické charakteristiky použitého měřicího zařízení se nacházejí v rozsahu daných mezních hodnot.

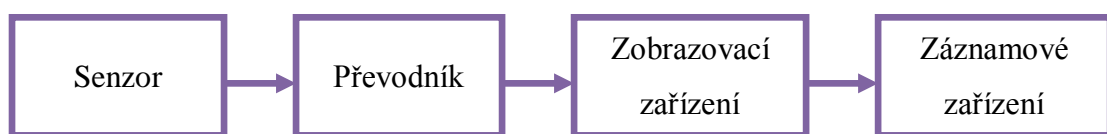
3.6 Měřicí zařízení

Představují všechna měřidla, etanoly, referenční materiály, příslušenství a instrukce, které jsou nutné pro realizaci měření.

3.7 Měřidlo

Je označení pro přístroj nebo pomůcka pro měření.

3.7.1 Schéma měřidla



Obr. 9 Princip měřicího zařízení [4]

3.8 Měřicí rozsah

Je rozsah hodnot měřené veličiny, pro které údaje měřidla, získané za stanovených podmínek používání při jediném měření, nesmí být zatíženy větší chybou, než je dovolena chyba. Měřicí rozsah se většinou kryje s rozsahem stupnice nebo jej může tvořit jen část stupnice. Měřicí rozsah je omezen horní mezí a dolní mezí měřicího rozsahu.

[4] [9]

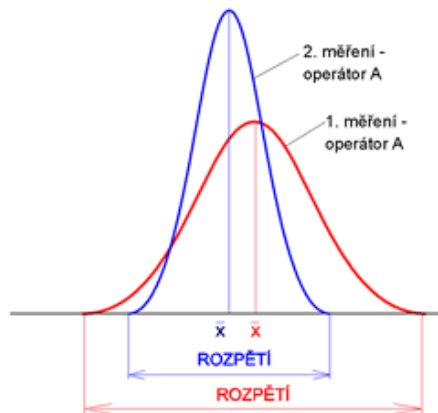
3.9 Opakovatelnost měření

Je těsnost shody mezi výsledky po sobě následujících měření téže veličiny, provedených za stejných podmínek měření.

Podmínky opakovatelnosti: tentýž postup měření, tentýž pozorovatel, tentýž měřicí přístroj, totéž místo, opakování v průběhu krátké časové periody.

Opakovatelnost může být kvantitativně vyjádřena charakteristikami rozptylu výsledku, např. směrodatnou odchylkou.

Zdrojem opakovatelnosti bývá obvykle měřidlo a variabilita polohy měřeného objektu v měřidle.



Obr. 10 Opakovatelnost [8]

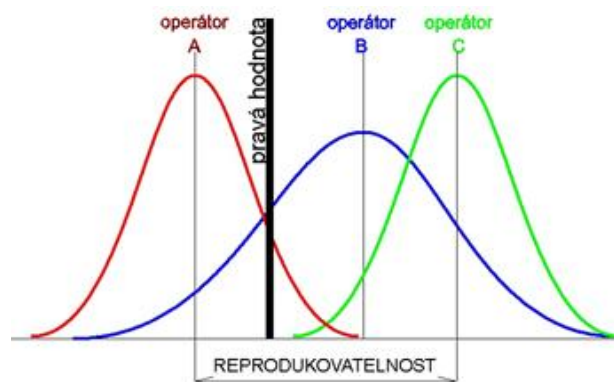
3.10 Reprodukovatelnost

Je těsnost shody mezi výsledky měření téže veličiny provedenými za změněných podmínek měření.

Mezi tyto podmínky měření můžeme zahrnout:

Princip měření, metodu měření, pozorovatele, měřící přístroj, referenční etalon, místo podmínky.

[4] [9]



Obr. 11 Reprodukovatelnost [8]

3.11 Rozlišitelnost měřicího zařízení

Je to kvantitativní vyjádření způsobilosti indikačního zařízení rozlišit velmi blízké hodnoty indikované veličiny. Rozlišitelnost je interpretovaná například jako hodnota jednoho dílku stupnice analogových měřidel a hodnota jednoho digitu u digitálních měřidel.

3.12 Největší dovolená chyba měřidla

Jedná se o extrémní hodnotu chyby daného měřidla, povolenou specifikacemi, normou a je garantována výrobcem.

Největší dovolená chyba délkových měřidel závisí zpravidla na absolutní hodnotě délky

$$\varphi = \pm(A + B.L) \leq C \quad (1.1)$$

φ – největší dovolená chyba měřidla [μm]

L – hodnota měřené veličiny v mm, nebo v m

A – konstanta zahrnující vliv náhodných chyb

B – konstanta zahrnující vliv systematických chyb

C – horní hranice chyby φ

[4] [9]

4 POUŽITÉ STATISTICKÉ METODY

Obor zabývající se zkoumáním a kvalitativní charakteristikou hromadných jevů.

Poznání pravidelnosti, souvislostí a vývojových tendencí hromadných jevů.

V metrologii ji můžeme chápat jako metodu, která umožňuje oddělit náhodné a zákonité jevy ve zkoumaných datech, a dává podklady pro výpočet pravděpodobností.

4.1 Význam statistiky při měření

Umožňuje zpracovávat naměřené hodnoty pro popis pomocí metrologických pojmů.

Dává podklady pro odhad chyb měření, stanovení nejistot měřidel, pomáhá oddělit systematické náhodné vlivy.

Dává pravděpodobnostní meze pro výsledek měření a přináší informace o procesu měření.

4.2 Bodový odhad – poloha

4.3 Střední hodnota

Je rovnovážným bodem, kolem kterého všechny naměřené hodnoty kolísají.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.2)$$

\bar{x} – střední hodnota [mm]

n – počet měření

x_i – naměřená hodnota

Střední hodnota je vhodnou charakteristikou polohy pro normální rozdělení a velký výběr.

4.4 Medián

Je prostřední hodnota se z uspořádaného (podle velikostí) statistického výběru stanoví:

$$\tilde{x}$$

Medián se hodí jako charakteristika polohy pro Normální málo četná rozdělení. [4] [9]

4.5 Bodový odhad – rozptylů

$$s^2(x_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (1.3)$$

s^2 – rozptyl [mm]

n – počet měření

x_i – naměřená hodnota

\bar{x} – střední hodnota

4.6 Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka je užitečnou charakteristikou především u Normálního rozdělení, kde počet násobků se směrem od střední hodnoty dává tabelovanou pravděpodobnost.

Pokud se jedná o statistický soubor, bude před sumou ve jmenovateli počet jednotek n .

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1.4)$$

s – směrodatná odchylka

n – počet měření

x_i – naměřená hodnota

\bar{x} – střední hodnota

4.7 Rozpětí

Rozpětí je vhodné pro charakteristiku rozptýlení málo četných výběrů ($n \leq 10$)

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (1.5)$$

R – rozpětí [mm]

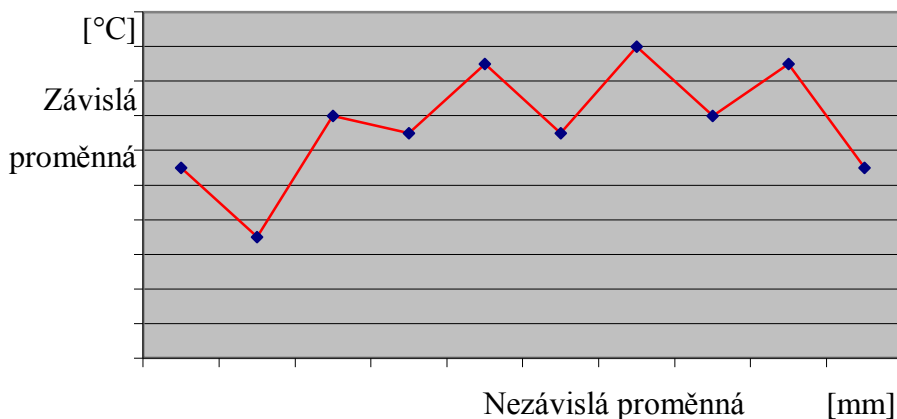
x_{\max} – maximální naměřená hodnota

x_{\min} – minimální naměřená hodnota

[4] [5]

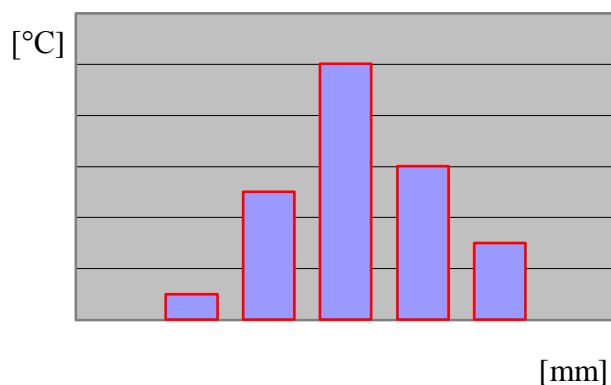
4.8 Grafické vyjádření četností

4.8.1 Spojnicový graf



Obr. 12 Spojnicový graf

4.8.2 Histogram



Obr. 13 Histogram

4.9 Chyby při měření

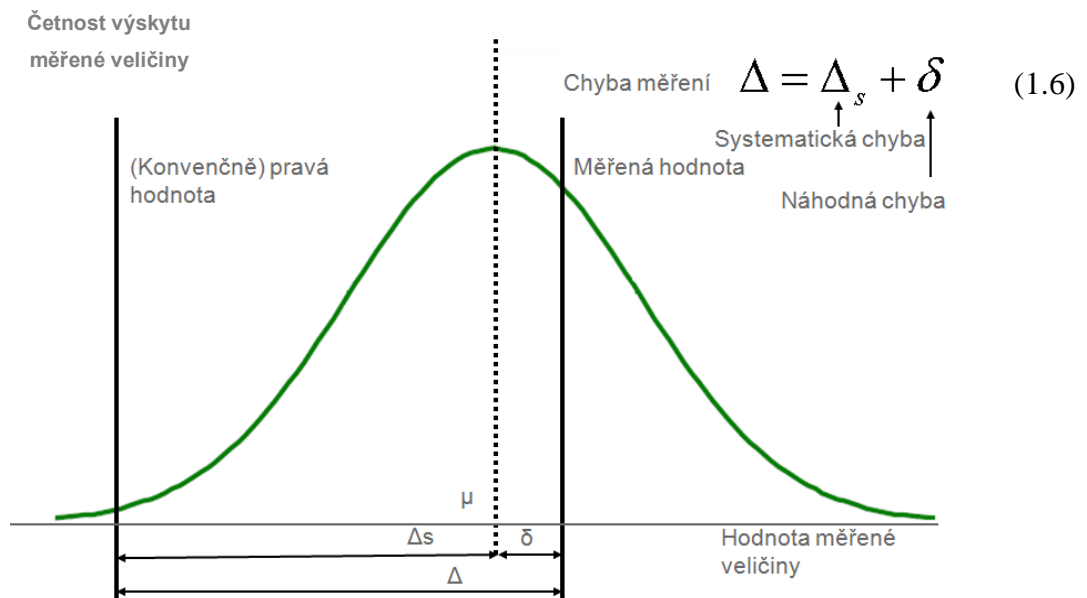
Chceme-li zjistit hodnotu určité veličiny, provedeme příslušné měření, ke kterému použijeme měřicí nebo kontrolní prostředky. Měření neprobíhá nikdy zcela dokonale, proto se nepodaří určit skutečnou hodnotu měřené veličiny zcela přesně. Opakujeme-li měření této veličiny, pak zjistíme, že naměřené hodnoty se navzájem liší. Rozdíl, který vzniká při měření mezi skutečnou hodnotou dané veličiny a naměřenou se nazývá chyba měření.

4.9.1 Pravá hodnota veličiny

Je hodnota, která byla získána naprosto přesným měřením. Právě hodnoty jsou neurčitého charakteru – nelze je určit. Stanovení pravé hodnoty veličiny je v mnoha případech velice nákladné a zdlouhavé a většinou není technicky nebo ekonomicky odůvodněné. [5]

4.9.2 Konvenčně pravá hodnota veličiny

Je hodnota, která je přisuzována blíže určené veličině a přijata, někdy konvencí jako hodnota, jejíž nejistota je vyhovující pro daný účel. (Získá se např. měřením měřidlem s 10x vyšší rozlišitelností. Konvenčně pravá hodnota představuje technicky a ekonomicky odůvodnitelnou mez.



Obr. 14 Grafické vyjádření chyby měření [4]

Δ – chyba měření

Δ_s – systematická chyba

δ – náhodná chyba

[4] [5]

4.9.3 Absolutní chyba měření

Je rozdíl mezi výsledkem měření a konvenčně pravou hodnotou měřené veličiny.

$$\Delta = x_m - x_p \quad (1.7)$$

x_m - změřená hodnota měřené veličiny

x_p - (konvenčně) pravá hodnota změřené veličiny [4] [9]

4.9.4 Relativní chyba měření

Je podíl chyby měření (absolutní) a pravé hodnoty měřené veličiny.

$$\Delta_r = \frac{x_m - x_p}{x_p} \quad (1.8)$$

x_m - změřená hodnota měřené veličiny

x_p - (konvenčně) pravá hodnota změřené veličiny

Δ_s – relativní chyba měření

4.9.5 Systematická chyba

Je rozdíl mezi střední hodnotou, která by vznikla z nekonečného počtu měření veličiny, uskutečněných za podmínek opakovatelnosti, a (konvenčně) pravé hodnoty měřené veličiny. Systematické chyby zkreslují výsledek a jsou dány: metodou měření (chyba metody), kvalitou přístrojů (přístrojová chyba) kvalitou prováděných chyb.

Systematické chyby se projeví při porovnání daného měření s měřením provedeným jinou metodou, jinými přístroji, nebo jinými osobami. Tato chyba se odstraní odpovídající korekcí.

4.9.6 Náhodná chyba

Je výsledek měření minus střední hodnota, která by vznikla z nekonečného počtu měření téže veličiny, uskutečněných za podmínek opakovatelnosti.

Náhodná chyba je chyba měřící se náhodným způsobem při opakovaných měřeních téže veličiny za týchž podmínek. Nelze ji korigovat. Lze ji zmenšovat opakovaným měřením.

[4][9]

4.10 Nejistoty měření

Je parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptyl hodnot, které by mohly být důvodně prisuzovány k měřené veličině.

Vyjádření výsledků je úplné pouze tehdy, pokud obsahuje jak vlastní hodnotu měřené veličiny tak i nejistotu měření patřící k této hodnotě. [5] [4]

4.10.1 Standardní nejistoty typu A

Je způsobena náhodnými vlivy, jejichž příčiny se považují za všeobecně neznámé.

Stanovují se z opakovaných měření stejné hodnoty měřené veličiny za stejných podmínek.

Tyto nejistoty se se stoupajícím počtem zmenšují.

$$u_A = k_{uA} \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (1.9)$$

U_A - Standardní nejistota typu A

k_{uA} – koeficient rozšíření

s - směrodatná odchylka

n - počet měření

4.10.2 Standardní nejistota typu B

Tato nejistota je stanovena na základě znalostí a zkušeností s předpokládanými vlivy na měření. Nejistota typu B nezávisí na počtu měření a stanovuje se jiným způsobem než statistickým vyhodnocením série pozorování.

$$u_B = \sqrt{\sum_{i=1..n} u_{Bi}^2} \quad (1.10)$$

u_B – Standardní nejistota typu B [mm]

u_{Bi} – Podíly standardní nejistoty typu B

4.10.3 Standardní nejistota kombinovaná

Kombinovanou nejistotu získáme sloučením standardní nejistoty A a standardní nejistoty typu B

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (1.11)$$

u_c – Standardní nejistota kombinovaná [mm]

u_A – Standardní nejistota typu A

u_B – Standardní nejistota typu B

4.10.4 Rozšířená standardní nejistota

S rozšířenou standardní nejistotou je nutné uvést koeficient rozšíření k_r .

$$U = k_r u_C \quad (1.12)$$

U – Rozšířená standardní nejistota [mm]

k_r – Koeficient rozšíření

u_C – Standardní nejistota kombinovaná

Tato nejistota se zavádí v případě, kdy je potřebné zajistit ještě větší pravděpodobnost správného výsledku měření. [4] [9]

4.10.5 Variační koeficient

Je definován jako podíl směrodatné odchylky se střední hodnotou a vyjadřuje průměrnou proměnlivost například měřeného znaku.

$$V = \frac{s}{\bar{x}} 100\% \quad (1.13)$$

V – Variační koeficient

s – směrodatná odchylka

\bar{x} – střední hodnota [9]

4.10.6 Ekonomická návratnost

Výstupem ekonomického hodnocení je návratnost investice v čase.

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Investiční náklady}}{\text{rozdíl nákladů měření před a po úpravě přípravku za jeden rok}} \quad (1.14)$$

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 SMS WENZEL LH54 CNC

5.1 Technické údaje stroje

Tříosý SMS je konstruován portálovou metodou. Jeho hlavní části jsou základní deska, přívod stlačeného vzduchu, senzorový systém s dotykem, 3 osy stroje (navzájem kolmé). Jednotlivé osy se skládají z pohonu os, vedení os, lineárního odměřování, koncových spínačů a vyvažovacích pístnic (pouze v ose Z). Tento SMS obsahuje WPC 3- 4-osý řídicí kontrolér, určený pro řízení celého systému vyráběný firmou WENZEL PRÄZISION. Všechny osy měřicího stroje mohou být ovládnuty manuálně za pomoci ovládacího zařízení HT 100, který je také zapojen do kontroléru WPC2020. Software Metrosoft 3.70 je nezbytnou součástí systému. Konkrétní použité části a informace o stroji viz níže.

Snímací hlava: PH 10M N-2W2564 RENISHAW

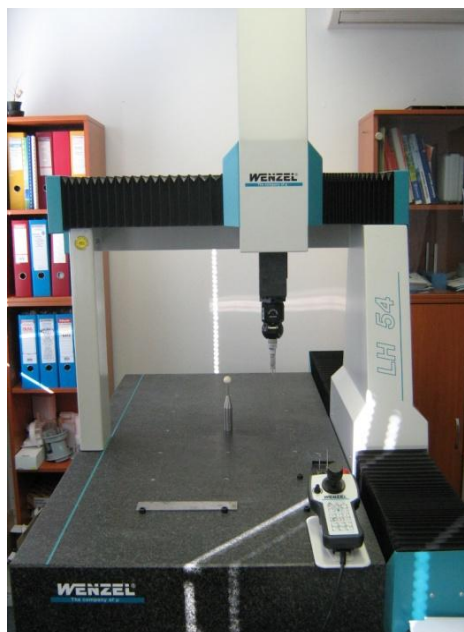
Snímací systém: TP 200 N-3G7217 RENISHAW

Snímací modul: Standard force N- 3E2849 RENISHAW

Rozměry: 500 x 1000 x 400 (X x Y x Z)

Rozlišitelnost: 0,1 μm

Kalibrační koule: N- 3E2849 RENISHAW



Obr. 15 SMS WENZEL LH 54

5.2 Největší dovolená chyba stroje WENZEL LH548 CNC

Je specifikovaná výrobcem pomocí uvedeného vztahu č.(1.1), který je určen empiricky.

$$\varphi = (3,0 + L/250) \quad (1.13)$$

φ – Největší dovolená chyba [μm]

L – Měřená délka [mm]

Příklad:

Firma WENZEL udává pro SMS LH54 konstantu zahrnující vliv náhodných a systematických chyb $A+B=2,5$ ve směru souřadných os [x, y, z]. Urči největší dovolenou chybu stroje a) pro největší rozměr výrobku Assembly Touran Front Parts (rozměr 303 mm $\pm 0,7$ mm).

b) Pro největší rozsah SMS WENZEL LH54 (v ose Y = 1000mm)

Pro výpočet je použit vztah (1.1)

$$\varphi = \pm(2,5 + L / 250)$$

$$\varphi = \pm(2,5 + 303 / 250)$$

$$\varphi = \pm 3,71 \mu\text{m}$$

$$L = 303 \text{mm} \pm 3,71 \mu\text{m}$$

Pro měřený rozměr 303 mm to znamená, že pravá hodnota měřeného rozměru bude ležet v intervalu $\langle -4,21 + 4,21 \rangle \mu\text{m}$.

$$\varphi = \pm(2,5 + L / 250)$$

$$\varphi = \pm(2,5 + 1000 / 250)$$

$$\varphi = \pm 6,5 \mu\text{m}$$

$$L = 1000 \text{mm} \pm 6,5 \mu\text{m}$$

Pro největší možný rozsah SMS WENZEL LH 54 v ose Y to znamená, že pravá hodnota měřeného rozměru bude ležet v intervalu $\langle -6,5 + 6,5 \rangle \mu\text{m}$.


6 VOLBA MĚŘÍCÍCH ZÁKLADEN PRO DÍL ASSEMBLY TOURAN FRONT PARTS

6.1 Volba měřící základny

Měření výrobku Assembly TOURAN Front Parts je prováděno na základě RPS vyrovnání.

Tento způsob vyrovnání je úspěšně využit v automobilovém průmyslu a odpovídá normě ISO 4130 1978. Počátek souřadného systému [X0, Y0, Z0] je umístěn ve středu příčné roviny nad přední nápravou vozidla. Od tohoto systému je odvíjena každá část výrobku automobilu.

Tento systém je velmi užitečný pro měření přes 3D model měřeného dílu. Systém je definován souřadnicemi [x, y, z]. Pro tyto souřadnice platí obecné pravidla pro vyrovnání výrobku.

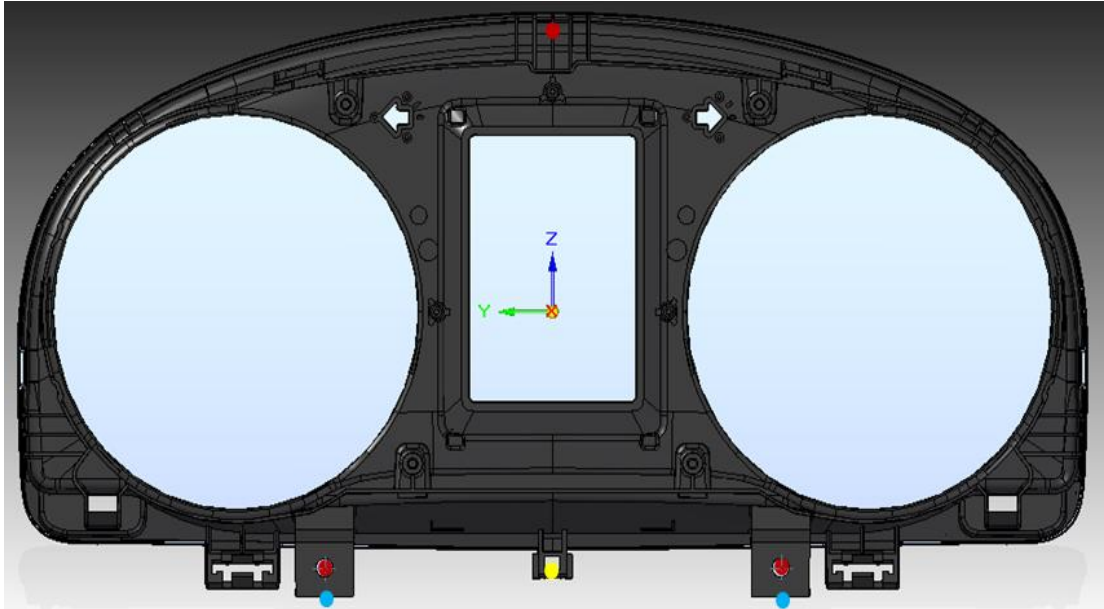
RPS F.- Pkt. Funct. point	Global coordinates			Mounting type/ note	Reference point: K-Punkt Kombi-I. x:0 y:0 z:0			Theor. angle of rotat. around axis:			
	x	y	z		Nominal sizes			Tolerances			
					AE1 x/a	AE2 y/b	AE3 z/c	x/a	y/b	z/c	
RPS1 Fx	-	-	-	Flaeche 10+1 x 10+1	-1.6	68.4	-70.8	0	±1	±1	
RPS2 Fx	-	-	-	Flaeche 10+1 x 10+1	-1.6	-68.4	-70.8	0	±1	±1	
RPS3 Fx	-	-	-	Flaeche 1+0,5 x 1+0,5	-1.6	0	78.9	0	±1	±1	
RPS4 Fz	-	-	-	Flaeche 1+0,5 x 1+0,5	-1.6	68.4	-78.8	±1	±1	0	
RPS5 Fz	-	-	-	Flaeche 1+0,5 x 1+0,5	-1.6	-68.4	-78.8	±1	±1	0	
RPS6 Ty	-	-	-	theoretischer Punkt	-1.6	0	-70.8	±1	0	±1	

Obr. 16 Detail tabulky pro vyrovnání z výkresu Assembly TOURAN Front Parts

Za primární měřící základnu je v tomto případě zvolena osa [X] definována třemi body, které tvoří rovinu. S ohledem na souřadný systém stroje, kde s porovnáním souřadného systému výrobku jsou osy přeházené, budeme uvažovat, že osa X' výrobku = osa Z' stroje, osa Y' výrobku = osa X' stroje, osa Z' výrobku = osa Y' stroje.

Sekundární směr je určen dvěma body, které propojením tvoří přímku a určují osu [Z] výrobku. Bod Y výrobku je určen bodem symetrie z nasnímaných kružnic na výrobku.

Souřadnice z referenční tabulky, která bývá obvykle součástí výkresů se za pomoci software (Metrosoft 3.70) přepočítají se souřadnicemi získaných z geometrického vyrovnání a vznikne nový souřadný systém, velice podobný referenčním souřadnicím.



Obr. 17 Grafické znázornění míst pro vyrovnání dílu TOURAN Assembly

Směr vose X' ●

Směr v ose Y' ●

Směr v ose Z' ●

7 NÁVRH MODIFIKACE PŘÍPRAVKU

7.1 Důvod modifikace přípravku

Hlavním důvodem modifikace přípravku je využití automatizace SMS. Po vložení, upevnění dílu do přípravku a následném vytvoření programu bylo zjištěno, že program není použitelný pro další měření jiného kusu stejného typu, z tohoto důvodu byl vytvořen jiný program, který se skládal z části neautomatické a části automatické. Při neautomatické části programu, která sloužila pro vyrovnání dílu pomocí RPS bodů docházelo k delším časovým ztrátám pro získání výsledků a občasným chybám špatně nasnímaných částí dílu. Samotné měření při automatické činnosti stroje bylo bezproblémové.

7.2 Můj přínos při modifikaci přípravku

K jednoduchému zajištění vstříkovaných dílů, které jsou svařeny vibračním procesem na přípravek, bylo nutné znát přesné souřadnice otvorů, které byly vyvrtány do přípravku. Tyto souřadnice jsem získal z měření. Nejdříve jsem vytvořil souřadný systém, který byl na přípravku vpravo dole viz (obr.18). Dále jsem vložil samotný vstříknutý díl masky do přípravku, na kterém jsem si vytvořil po nasnímání čtyř přímků na vnitřních stěnách rámečku centrální bod. Souřadnice centrálního bodu byly pro mě výchozími a velmi důležitými pro další měření. Výsledky měření viz (Tabulka 1 Poloha centrálního bodu). K dalšímu měření jsem vzal už svařené díly (Assembly TOURAN Front Parts) a vytvořil souřadný systém v dříve zmíněném centrálním bodu. Od souřadného systému jsem na zadní straně masky po svaření se sklem nasnímal kružnice, kam by měli nadále zapadnout kolíky pro upevnění dílu v přípravku. Hodnoty měření viz (Tabulka 2 Souřadnice v osách X, Y polohy pro vyvrtání děr pro kolíky) a (Tabulka 4 Informace pro vyhotovení kolíků). Z nasnímaných kružnic jsem získal potřebné hodnoty pro kolíky. Souřadnice byly získány z polohy centrálního bodu v osách X, Y, od souřadného systému přípravku (vpravo dole) a přičtením či odečtením vzdáleností pozice průměrů válců na zadní straně masky od souřadného systému v centrálním bodu viz (Tabulka 3). Dále byla naměřená hloubka válce, pro správné vyhotovení pinů viz (Tabulka 5). Tento postup jsem pro zabezpečení opakovat 10x. Z těchto informací byl nakreslen výkres v software Autocad 2010, který byl předán společně s přípravkem nástrojárně k úpravě přípravku.

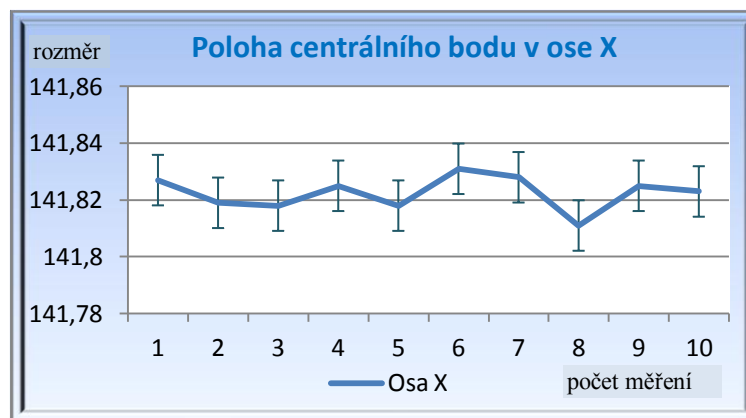
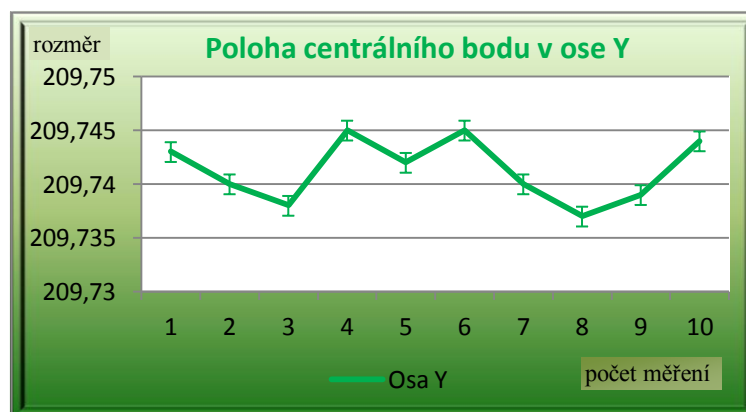
OSA	1.MĚŘENÍ [mm]	2.MĚŘENÍ [mm]	3.MĚŘENÍ [mm]	4.MĚŘENÍ [mm]	5.MĚŘENÍ [mm]	6.MĚŘENÍ [mm]
X	141,827	141,819	141,818	141,825	141,818	141,831
Y	209,743	209,740	209,738	209,745	209,742	209,745
OSA	7.MĚŘENÍ [mm]	8.MĚŘENÍ [mm]	9.MĚŘENÍ [mm]	10.MĚŘENÍ [mm]	\bar{x} [mm]	S [μm]
X	141,828	141,811	141,825	141,823	141,823	5,967
Y	209,74	209,737	209,739	209,744	209,741	2,907

Tabulka 1 Poloha centrálního bodu

Standardní nejistota typu A v ose X a Y. Koeficient nejistoty u_A pro počet 10 měření byl zvolen hodnotou 1. Nejistota typu A je počítána podle vztahu (1.9)

$$u_{XA} = k_{uA} \sqrt{\frac{s^2}{n}} = 1 \sqrt{\frac{5,967^2}{10}} = 1,89 \mu\text{m}$$

$$u_{YA} = k_{uA} \sqrt{\frac{s^2}{n}} = 1 \sqrt{\frac{2,907^2}{10}} = 0,92 \mu\text{m}$$


 Graf 1 Znázornění u_{XA} chybovými úsečkami

 Graf 2 Znázornění u_{YA} chybovými úsečkami

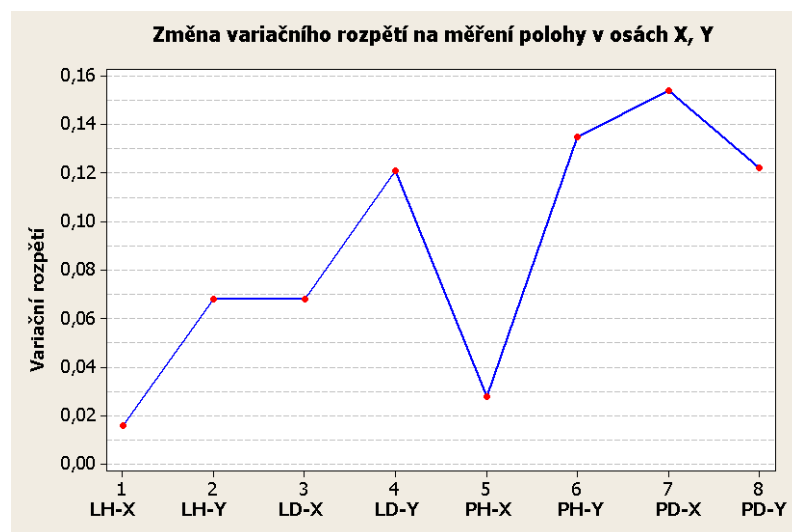
POČET MĚŘENÍ	LH – LEVÝ HORNÍ [mm]		LD – LEVÝ DOLNÍ [mm]		PH – PRAVÝ DOLNÍ [mm]		PD – PRAVÝ DOLNÍ [mm]	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1.maska 1	45,512	-62,098	-54,284	42,108	45,530	61,863	-54,295	41,933
2.maska 1	45,501	-62,107	-54,305	42,095	45,501	61,943	-54,289	41,982
3.maska 1	45,508	-62,095	-54,325	42,135	45,561	61,872	-54,369	42,055
4.maska 1	45,509	-62,111	-54,302	42,031	45,545	61,833	-54,295	42,033
5.maska 1	45,506	-62,097	-54,285	42,152	45,523	61,852	-54,276	41,974
6.maska 2	45,513	-62,067	-54,298	42,111	45,551	61,886	-54,327	41,965
7.maska 2	45,517	-62,135	-54,307	42,072	45,498	61,923	-54,292	41,972
8.maska 2	45,512	-62,095	-54,257	42,126	45,522	61,968	-54,215	41,942
9.maska 2	45,513	-62,076	-54,284	42,073	45,507	61,952	-54,280	41,960
10.maska 2	45,507	-62,119	-54,292	42,120	45,562	61,920	-54,289	41,956

Tabulka 2 Souřadnice v osách X, Y polohy pro vyvrtání děr pro kolíky

Naměřené hodnoty z tabulky 2 jsem přenesl do software Minitab 15 a vyhodnotil statistickými metodami. Získal jsem následující výsledky s grafem variačního rozpětí R.

Variable	Count	Mean	SE Mean	StDev	CoefVar	Minimum
X-LH - LEVÝ HORNÍ [mm]	10	45,510	0,00144	0,00454	0,01	45,501
Y-LH - LEVÝ HORNÍ [mm]	10	62,100	0,00622	0,0197	0,03	62,067
X-LD - LEVÝ DOLNÍ [mm]	10	54,294	0,00576	0,0182	0,03	54,257
Y-LD - LEVÝ DOLNÍ [mm]	10	42,102	0,0113	0,0356	0,08	42,031
X-PH - PRAVÝ HORNÍ [mm]	10	45,515	0,00302	0,00956	0,02	45,501
Y-PH - PRAVÝ HORNÍ [mm]	10	61,901	0,0146	0,0462	0,07	61,833
X-PD - PRAVÝ DOLNÍ [mm]	10	54,293	0,0123	0,0388	0,07	54,215
Y-PD - PRAVÝ DOLNÍ [mm]	10	41,977	0,0122	0,0385	0,09	41,933

Variable	Median	Maximum	Range	VYSVĚTLENÍ
X-LH - LEVÝ HORNÍ [mm]	45,511	45,517	0,0160	Variable - poloha v osách
Y-LH - LEVÝ HORNÍ [mm]	62,097	62,135	0,0680	Mean - aritmetický průměr
X-LD - LEVÝ DOLNÍ [mm]	54,295	54,325	0,0680	SE Mean - směrodatná odchylka
Y-LD - LEVÝ DOLNÍ [mm]	42,109	42,152	0,121	StDEV - nejistota typu A
X-PH - PRAVÝ HORNÍ [mm]	45,519	45,529	0,0280	CoefVar - variační koeficient
Y-PH - PRAVÝ HORNÍ [mm]	61,903	61,968	0,135	Minimum - minimální hodnota
X-PD - PRAVÝ DOLNÍ [mm]	54,291	54,369	0,154	Median - medián
Y-PD - PRAVÝ DOLNÍ [mm]	41,969	42,055	0,122	Maximum - maximální hodnota
				Range - rozpětí



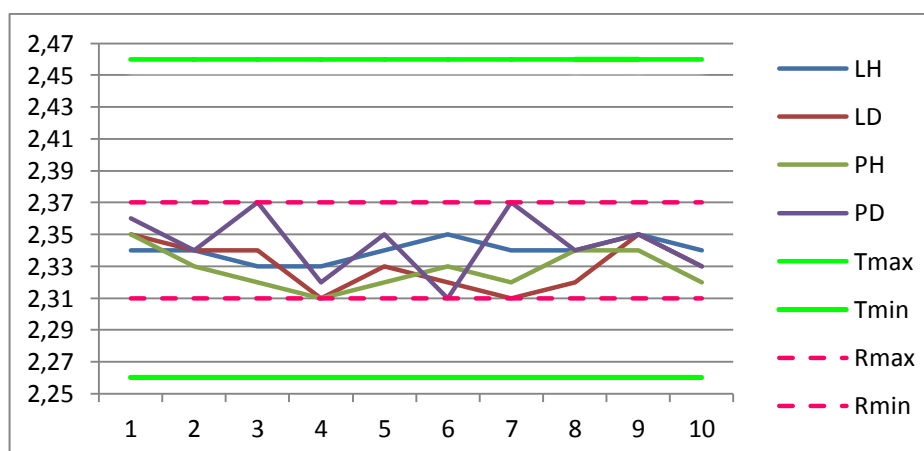
Graf 3 Změna Var. rozpětí na měření polohy v osách X, Y

NÁZEV	OSA	X [mm]	VÝPOČET [mm]	KONEČNÉ SOUŘADNICE [mm]
LH – LEVÝ HORNÍ	X	45,506	141,823+45,51=187,323	187,3
	Y	-62,102	209,741+62,10=271,841	271,8
LD – LEVÝ DOLNÍ	X	-54,294	141,823-54,294=87,529	87,5
	Y	42,101	209,741+42,102=521,843	251,8
PH – PRAVÝ HORNÍ	X	45,515	141,823+45,515=187,338	187,3
	Y	61,90	209,741-61,901=147,84	147,8
PD – PRAVÝ DOLNÍ	X	54,292	141,823-54,293=-87,531	87,5
	Y	41,957	209,741-41,977=-167,764	167,8

Tabulka 3 Konečné souřadnice v osách X,Y polohy pro vyvrtání děr pro kolíky od souřadného systému centrálního bodu

POČET MĚŘENÍ	JMENOVI TÁ HODNOTA [mm]	TOLERANCE [mm]	LH [mm]	LD [mm]	PH [mm]	PD [mm]
1.maska 1	Ø2,36	±0,1	2,34	2,35	2,35	2,36
2.maska 1	Ø2,36	±0,1	2,34	2,34	2,33	2,34
3.maska 1	Ø2,36	±0,1	2,33	2,34	2,32	2,37
4.maska1	Ø2,36	±0,1	2,33	2,31	2,31	2,32
5.maska 1	Ø2,36	±0,1	2,34	2,33	2,32	2,35
6.maska 2	Ø2,36	±0,1	2,35	2,32	2,33	2,31
7.maska 2	Ø2,36	±0,1	2,34	2,31	2,32	2,37
8.maska 2	Ø2,36	±0,1	2,34	2,32	2,34	2,34
9.maska 2	Ø2,36	±0,1	2,35	2,35	2,34	2,35
10.maska 2	Ø2,36	±0,1	2,34	2,33	2,32	2,33
\bar{x} [mm]			2,34	2,33	2,32	2,34
R [mm]			0,02	0,04	0,04	0,06
S [µm]			6,66	14,90	12,29	20,11
u_A [µm]			2,11	4,71	3,89	6,36

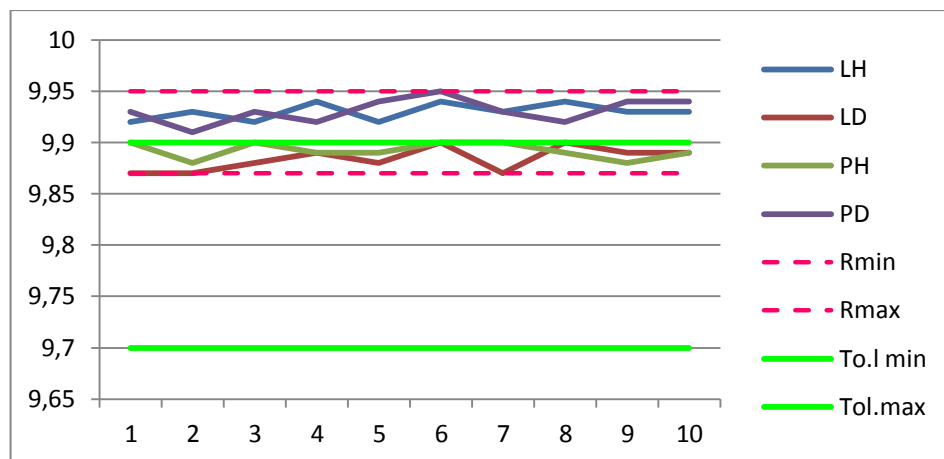
Tabulka 4 Informace pro vyhotovení kolíků



Graf 4 grafické vyhodnocení měření tabulky 4

POČET MĚŘENÍ	JMENOVITÁ HODNOTA [mm]	TOLERANCE [mm]	LH [mm]	LD [mm]	PH [mm]	PD[mm]
1.	9,8	±0,1	9,92	9,87	9,90	9,93
2.	9,8	±0,1	9,93	9,87	9,88	9,91
3.	9,8	±0,1	9,92	9,88	9,90	9,93
4.	9,8	±0,1	9,94	9,89	9,89	9,92
5.	9,8	±0,1	9,92	9,88	9,89	9,94
6.	9,8	±0,1	9,94	9,90	9,90	9,95
7.	9,8	±0,1	9,93	9,87	9,90	9,93
8.	9,8	±0,1	9,94	9,90	9,89	9,92
9.	9,8	±0,1	9,93	9,89	9,88	9,94
10.	9,8	±0,1	9,93	9,89	9,89	9,94
\bar{x} [mm]			9,93	9,88	9,89	9,93
R [mm]			0,02	0,03	0,02	0,04
S [μm]			8,16	11,73	7,88	11,97
u_A [μm]			2,58	3,71	2,49	3,79

Tabulka 5 Informace pro vyhotovení kolíků

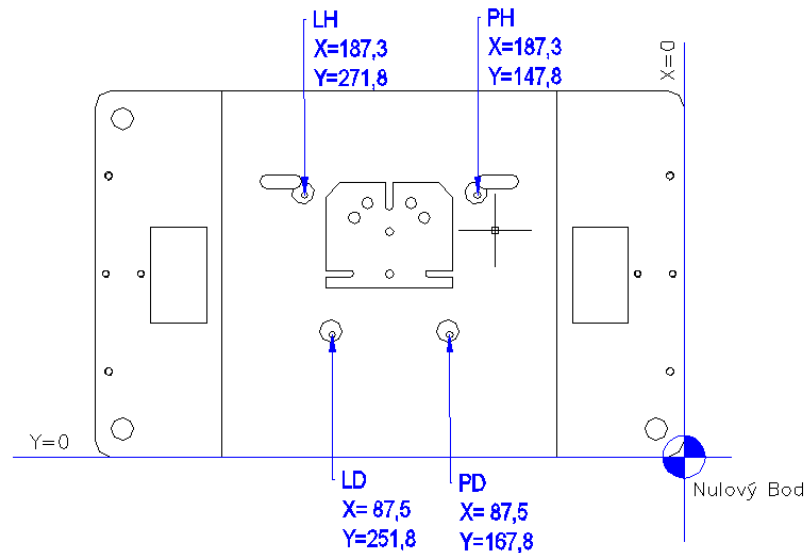


Graf 5 Grafické vyhodnocení měření tabulky 5

Naměřené hodnoty tabulky 5, které jsou mimo toleranční pole, nemají vliv na úpravu přípravku. Jedná se o hloubku válce na dílu, kam se bude vkládat část vyrobených kolíků.

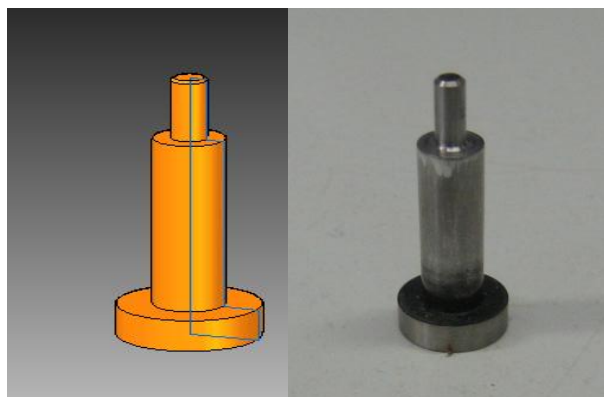
Do válce dílu je vkládána část kolíku o délce 6 mm. To znamená, že hloubka válce pro kolík je dostatečně velká a zcela vyhovující.

Vrtání otvorů a sedel pro kolíky v CNC v těchto souřadnicích (viz Obr. 18 Souřadnice v osách X, Y pro vyvrtání děr pro kolíky v programu Autocad 2010).

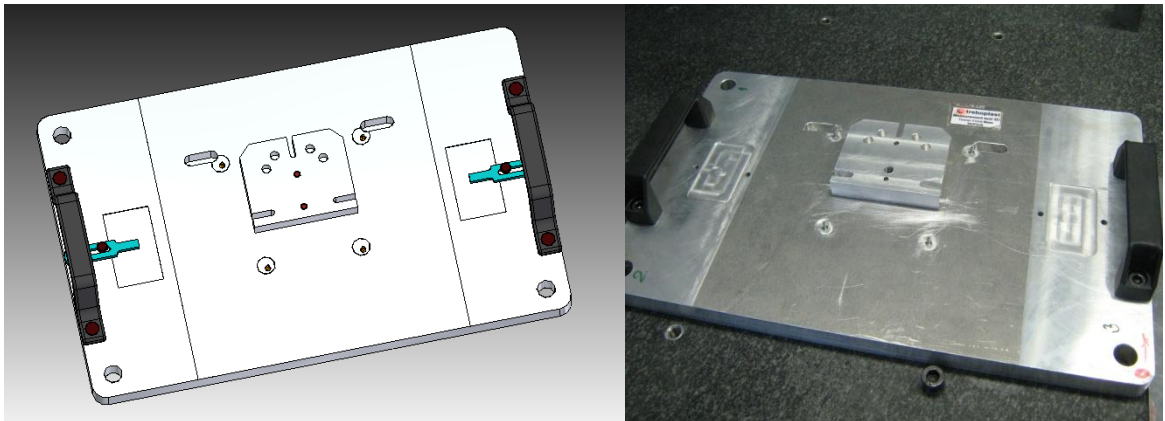


Obr. 18 Souřadnice v osách X, Y pro vyvrtání děr pro kolíky v programu Autocad 2010

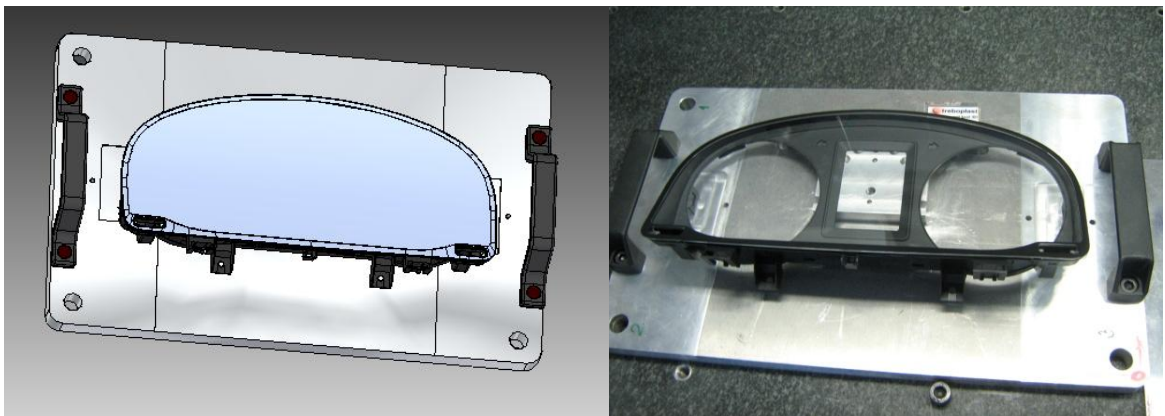
Kolíky byly vyhotoveny z vyhazovačů $\varnothing 5$ mm na tvarové brusce.



Obr. 19 Návrh kolíku v programu Solid Edge ST3 a skutečný vyhotovený kolík



Obr. 20 Návrh kolíků v přípravku v programu Solid Edge ST3 a skutečný přípravek s kolíky



Obr. 21 Náhled dílu uloženého v přípravku v programu Solid Edge ST3 a ve skutečnosti

Během upínání zkompletovaného dílu do přípravku bylo zjištěno, že není nutné použít zelené klipy viz (Obr. 20 Návrh kolíků pro upevnění dílu v programu Solid Edge ST3 a skutečný přípravek s kolíky), které bylo před modifikací přípravku nutné k zajištění dílu.

8 MĚŘENÍ VÝROBKU PŘED MODIFIKACÍ PŘÍPRAVKU

Název	Osa	Jmenovitá hodnota [mm]	Tol. [mm]	Maska 1 Sklo 2	Odchylka [mm]	Maska 1 Sklo 1 [mm]	Odchylka [mm]	Maska 2 Sklo 1 [mm]	Odchylka [mm]	Maska2 Sklo 2 [mm]	Odchylka [mm]
rozměr		303	0,7	303,16	0,16	303,10	0,10	303,12	0,12	303,22	0,22
rozměr		148,56	1	148,14	-0,42	148,10	-0,46	148,15	-0,41	148,27	-0,29
rozměr		186	0,4	186,13	0,13	186,16	0,16	186,19	0,19	186,17	0,17
rozměr		70,81	0,2	70,85	0,04	70,84	0,03	70,85	0,04	70,81	0,00
rozměr		153,52	0,5	153,30	-0,22	153,29	-0,23	153,30	-0,22	153,54	0,02
rozměr		18,2	0,3	18,18	-0,02	18,16	-0,04	18,18	0,02	18,21	0,01
průměr		5	0,4	5,05	0,05	5,00	0,00	5,01	0,01	5,04	0,04
rozměr		4,87	0,08	5,15	0,28	5,18	0,31	5,14	0,27	5,16	0,29
průměr		5	0,4	5,00	0,00	4,99	-0,01	5,03	0,03	5,01	0,01
rozměr		18,2	0,3	18,23	0,03	18,19	-0,01	18,22	0,02	18,19	-0,01
rozměr		91,96	0,2	92,12	0,16	92,13	-0,17	92,07	0,11	92,10	0,14
rozměr		136,8	0,4	136,96	0,16	136,95	0,15	136,99	0,19	136,97	0,17
rozměr		320,7	1	321,24	0,54	321,17	0,47	321,15	0,45	321,20	-0,50
rozměr		69,36 L	0,2	69,18	-0,18	69,21	-0,15	69,18	-0,18	69,17	-0,19
rozměr		69,36 P	0,2	69,40	0,04	69,42	0,06	69,31	-0,05	69,28	-0,08
rozměr		37,6 L	0,2	37,80	0,20	37,67	0,07	37,75	0,15	37,53	-0,07
rozměr		37,6 P	0,2	37,74	0,14	37,74	0,14	37,75	0,15	37,53	-0,07
rozměr		4,9	0,5	5,24	0,34	5,21	0,31	5,25	0,35	5,22	0,32
rozměr		4,9	0,5	5,05	0,15	5,07	0,17	5,03	0,13	5,08	0,18
a1	Z	81,57	0,5	81,24	-0,33	81,35	-0,22	81,26	-0,31	81,11	-0,46
a2	Z	72,47	0,5	72,32	-0,15	72,45	-0,02	72,35	-0,12	72,16	-0,31
a3	Z	59,38	0,5	59,41	0,03	59,52	0,14	59,42	0,04	59,25	-0,13
a4	Y	142	0,5	142,12	0,12	142,18	0,18	142,11	0,11	141,98	-0,02
a5	Y	157,31	0,5	157,57	0,26	157,64	0,33	157,63	0,32	157,47	0,16
a6	Y	160,37	0,5	160,7	0,33	160,78	0,41	160,81	0,44	160,69	0,32
a7	Y	158,31	0,5	158,68	0,37	158,7	0,39	158,74	0,43	158,73	0,42
a8	Z	-64,29	0,5	-63,96	0,33	-64,11	0,18	-64,32	-0,03	-64,13	0,16
a9	X	49,3	0,5	49,58	0,28	49,5	0,2	49,49	0,19	49,64	0,34
a10	X	49,82	0,5	50,15	0,33	50,05	0,23	50,09	0,27	50,25	0,43
a11	X	49,82	0,5	50,14	0,32	50	0,18	50,01	0,19	50,18	0,36
a12	X	49,3	0,5	49,48	0,18	49,3	0	49,32	0,02	49,52	0,22
a13	Z	-64,29	0,5	-64,49	-0,2	-64,55	-0,26	-64,49	-0,2	-64,42	-0,13
a14	Y	-158,31	0,5	-158,66	-0,35	-158,67	-0,36	-158,66	-0,35	-158,7	-0,39
a15	Y	-160,37	0,5	-160,59	-0,22	-160,57	-0,2	-160,59	-0,22	-160,58	-0,21
a16	Y	-157,31	0,5	-157,5	-0,19	-157,49	-0,18	-157,42	-0,11	-157,47	-0,16
a17	Y	-142	0,5	-142,19	-0,19	-142,17	-0,17	-142,12	-0,12	-142,16	-0,16
a18	Z	59,38	0,5	59,3	-0,08	59,26	-0,12	59,14	-0,24	59,26	-0,12
a19	Z	72,47	0,5	72,19	-0,28	72,12	-0,35	72,16	-0,31	72,09	-0,38
a20	Z	81,57	0,5	81,08	-0,49	81,27	-0,3	81,2	-0,37	81,08	-0,49
a21	Z	-64,74	0,5	-64,49	0,25	-64,6	0,14	-64,81	-0,07	-64,69	0,05
a22	Z	-64,74	0,5	-64,96	-0,22	-65	-0,26	-64,96	-0,22	-64,9	-0,16
Celkový čas měření [min]				24:15		25:28		23:05		24:00	

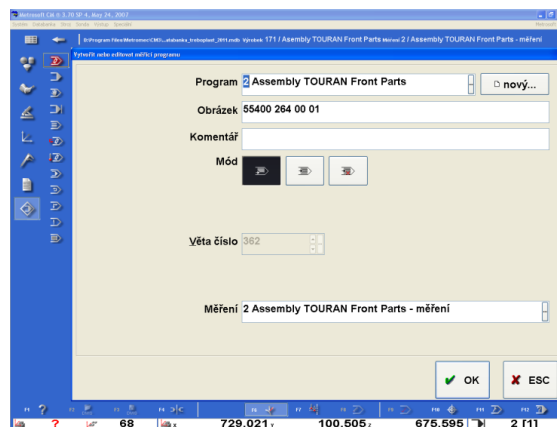
Tabulka 6 Měření výrobku před modifikací přípravku

9 VYTVOŘENÍ PROGRAMU PRO VÝROBEK TOURAN FRONT PARTS

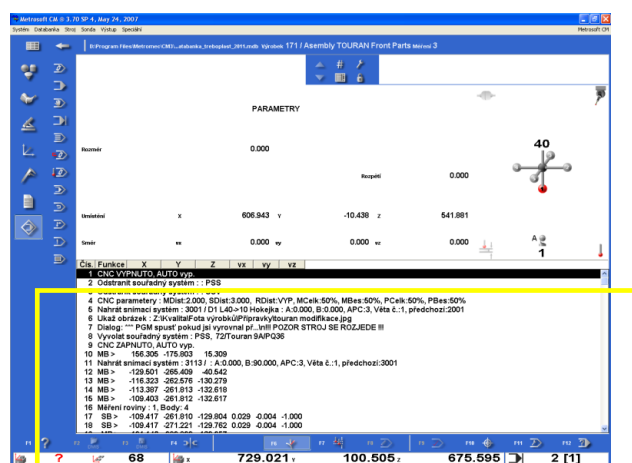
Tento program slouží k měření výrobku Assembly TOURAN Front Parts pro výkresy 55400 264 00 03; 55400 264 00 03. Program je vytvořen tak, aby jej mohla spustit každá obsluha SMS. Text, který je napsán modře není součástí programu, nýbrž komentář pro tuto práci. Pro spuštění programu je nutné vyrovnat přípravek tzn. Spustit program č.1, který přesně vede na úkony obsluhy CNC a zabezpečuje polohu přípravku na pracovním stole SMS pro program číslo 2, který slouží pro měření samotného zkompletovaného dílu.

výrobek 171 / Měřicí program 2 / VĚTY

Pro vytvoření měřicího programu se v databance softwaru METROSOFT 3.70 vytvoří nový výrobek, do kterého se pak mohou vkládat programy. Popřípadě se mohou editovat.



Obr. 22 Vytvoření nového výrobku pro program v databance software Metrosoft 3.70



Obr. 23 Grafické rozhraní Metrosoft 3.70

Označená spodní část obrazovky viz (Obr.23 Grafické rozhraní Metrosoft 3.70) slouží k zápisu vět a tvoření, popřípadě úpravě programu. V prvním sloupci se nachází číslo úkonu programu, který znázorňuje počet vět. Druhý sloupec nazvaný funkce značí samotný úkon vytvořený obsluhou SMS. Pro vysvětlení: MB znamená mezilehlý bod. Jedná se o bod, který je zaznamenán ve všech osách do programu. Slouží k polohování snímací hlavy a zabránění kolize SMS. Tento bod je zadáván obsluhou SMS. SB snímaný bod. Bod, kdy se snímací dotek potká s měřeným dílem a zaznamená jeho souřadnice do programu popřípadě jeho vektor. Ve třetím, čtvrtém a pátém sloupci programu jsou znázorněny souřadnice os X, Y, Z SMS a jejich MB a SB. 6-8 sloupec vyznačuje vektory.

Čís.	Funkce	X	Y	Z	vx	vy	vz
1	CNC VYPNUTO , AUTO vyp.						
2	Odstranit souřadný systém : : PSS						
3	Odstranit souřadný systém : : SSV						
4	CNC parametry : MDist:2.000, SDist:3.000, RDist:VYP, Mcelk:50%, MBes:50%, PCelk:50%, Pbes:50%						
5	Nahrát snímací systém : 3001 / D1 L40->10 Hokejka : A:0.000, B:0.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:2001						
6	Ukaž obrázek : Z:\kvalita\Fota výrobků\Přípravky\touran modifikace.jpg						
7	Dialog: *** PGM spust pokud jsi vyrovnal př...\n!!! POZOR STROJ SE ROZJEDE !!!						
8	vyvolat souřadný systém : PSS, 72/Touran 9A/PQ36						
9	CNC ZAPNUTO , AUTO vyp.						

Věty číslo 1-9 jsou základním a doplňujícími pravidlem pro programování na SMS. Zabezpečují SMS aby nedošlo k chybnému spuštění programu. Základní pravidla jsou: KDE, JAK, ČÍM. Slovo KDE nám uvádí věta číslo 2,3 a 8. Přitom věty č.2 a 3 nám odstraní PSS paletový souřadný systém a souřadný systém výrobku SSV, které mohly být spuštěny v předchozím měření jiného výrobku a uchovány v softwaru. Věta č.9 vyvolá potřebný PPS – v tomto případě jde o systém přípravku. JAK – slouží k nastavení měřícího stroje. Jedná se o parametry: MD – měřicí vzdálenost, SD – vyhledávací vzdálenost, RD – vzdálenost odskoku, Mcelk – rychlost polohování [%], MBes. – rychlost polohování [%], PCelk. – rychlost měření [%], Pbes. Zrychlení měření [%]. Slovo ČÍM věta č.5 nám udává jaký dotek je požít pro dané měření. Věty číslo 6 a 7 jsou vloženy do programu za účelem upozornění obsluhy obrázkem a oknem s textem *** PGM spust pokud jsi vyrovnal přípravek***. A dále upozornění rozjetí stroje. Větou číslo 9 je v programu zapnut CNC režim a první automatické najetí na MB.

10	MB >	156.305 -175.803	15.309				
11	Nahrát snímací systém : 3113 /			A:0.000,	B:90.000,	APC:3,	věta č.:1, předchozí:3001

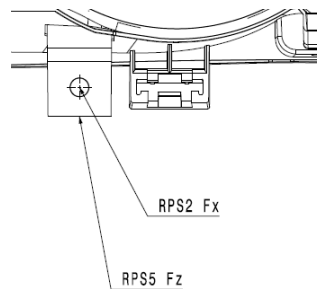
Snímací dotek 3001 – kuličkový dotek ve tvaru hokejky viz (Obr.2 Parametry doteku) A: 1mm, B: 40mm pootočený kolem osy o 90° pro nasnímání roviny na masce ze čtyř bodů. Rovina 1. je výchozí pro vytvoření RPS2 Fx.



Obr. 24 Snímací dotek 3113

12	MB >	-129.501	-265.409	-40.542			
13	MB >	-116.323	-262.576	-130.279			
14	MB >	-113.387	-261.813	-132.618			
15	MB >	-109.403	-261.812	-132.617			
16	Měření roviny : 1 , Body: 4						
17	SB >	-109.417	-261.810	-129.804	0.029	-0.004	-1.000
18	SB >	-109.417	-271.221	-129.762	0.029	-0.004	-1.000
19	MB >	-121.146	-282.822	-132.257			
20	Nahrát snímací systém : 3114 / : A:0.000, B:180.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:3113						

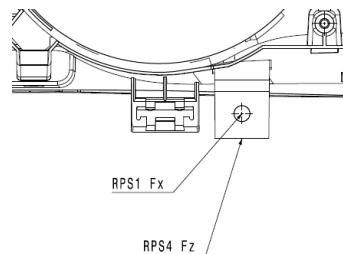
Pootočení snímacího doteku 3001 o 180° kolem své osy stále pro nasnímání roviny č.1.



Obr. 25 Detail výkresu 55400 284 00 03

21	MB >	-137.172	-266.860	-132.268			
22	MB >	-115.061	-273.792	-133.946			
23	MB >	-106.523	-273.022	-133.946			
24	SB >	-106.538	-273.021	-129.679	0.029	-0.004	-1.000
25	MB >	-109.952	-274.291	-132.175			
26	SB >	-109.966	-274.291	-129.778	0.029	-0.004	-1.000
27	KONEC měření						
28	MB >	-141.316	-319.058	-132.272			
29	Nahrát snímací systém : 3001 / D1 L40->10 Hokejka : A:0.000, B:0.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:3114						

Pootočení snímacího doteku 3001 do výchozího stavu pro nasnímání roviny č.2 pro RPS1 Fx.



Obr. 26 Detail výkresu 55400 284 00 03

30	MB >	-141.354	-351.045	-132.236			
31	MB >	-105.861	-397.915	-134.738			
32	Měření roviny : 2 , Body: 4						
33	SB >	-105.869	-397.915	-129.393	0.015	0.004	-1.000
34	SB >	-109.873	-397.966	-129.458	0.015	0.004	-1.000
35	MB >	-132.724	-397.965	-131.953			

36 Nahrát snímací systém : 3113 / : A:0.000, B:90.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:3001

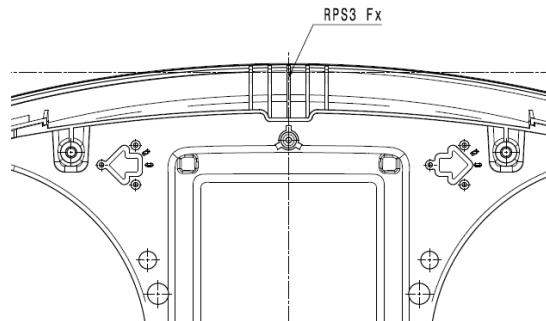
Pootočení snímacího doteku 3001 o 90° kolem své osy stále pro nasnívání roviny č.2.

37	MB >	-116.661	-381.965	-131.978			
38	MB >	-109.364	-400.991	-133.257			
39	SB >	-109.372	-400.993	-129.452	0.015	0.004	-1.000
40	MB >	-109.365	-410.661	-131.948			
41	SB >	-109.372	-410.664	-129.499	0.015	0.004	-1.000
42	KONEC měření						
43	MB >	-114.839	-405.615	-131.994			
44	MB >	-113.857	-404.421	-128.824			
45	Měření bodu/roviny : 3 , Body: 1 , Vztah: YZ						
46	SB >	-111.138	-404.422	-128.823	-1.000	0.000	0.000
47	KONEC měření						

Věty 45 - 47. Nasnívaný bod RPS4 Fz.

48	MB >	-117.096	-280.395	-128.849			
49	MB >	-117.096	-268.123	-128.849			
50	MB >	-114.317	-267.510	-129.125			
51	Měření bodu/roviny : 4 , Body: 1 , Vztah: YZ						
52	SB >	-111.890	-267.510	-129.125	-1.000	0.000	0.000
53	KONEC měření						

Věty 51 - 53. Nasnívaný bod RPS3 Fz.



Obr. 27 Detail výkresu 55400 284 00 03

54	MB >	-114.385	-267.495	-44.608			
55	MB >	103.819	-332.958	-57.301			
56	Nahrát snímací systém : 3115 / : A:0.000, B:-90.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:3113						

Pootočení snímacího doteku 3001 o -90° kolem své osy stále pro nasnívání bodu RPS3 Fx - věty číslo 61 - 63.

57	MB >	71.811	-333.010	-57.283			
58	MB >	54.436	-334.633	-126.971			
59	MB >	51.741	-335.024	-132.437			
60	MB >	46.511	-335.026	-132.380			
61	Měření bodu/roviny : 5 , Body: 1 , Vztah: XY						
62	SB >	46.511	-335.024	-129.635	0.000	0.000	-1.000
63	KONEC měření						

64 MB > 66.816 -335.063 -132.130
 65 MB > 66.819 -335.031 -1.806
 66 Nahrát snímací systém : 4001 / D4 L60 : A:0.000, B:0.000, APC:4, věta č.:1,
 předchozí:3115

Pro měření RPS1 Fx, které bylo vysvětleno 6.1 VOLBA MĚŘICÍ ZÁKLADNY bylo nutné použít dotek s prodlouženým dříkem A: 4mm, B: 60mm. Dále byly změněny CNC parametry, aby nedošlo ke kolizi doteku s dílem – věta 68.



Obr. 28 Snímací dotek 4001

67 MB > 82.732 -335.390 -15.379
 68 CNC parametry : MDist:0.500, SDist:3.000, RDist:VYP, MČelk:50%, MBes:50%,
 PČelk:50%, PBes:50%
 69 MB > -106.851 -260.995 -15.378
 70 MB > -104.010 -267.354 -73.639
 71 MB > -104.011 -267.369 -128.764
 72 Měření kružnice : 6 , Body: 4 , Vztah: Id: 1

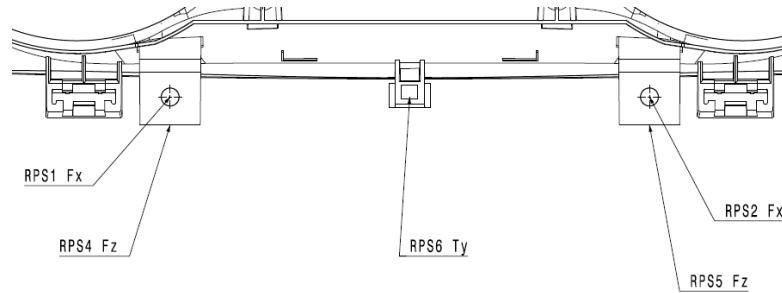
Věta 72: Nasnímáním kružnice do roviny č.1 byl získán bod RPS2 Fx.

73 SB > -104.049 -269.882 -128.744 0.019 1.000 -0.003
 74 SB > -104.050 -264.836 -128.748 0.020 -1.000 0.004
 75 SB > -106.486 -267.356 -128.796 0.999 0.014 0.029
 76 SB > -101.424 -267.336 -128.673 -1.000 -0.006 -0.029
 77 KONEC měření
 78 MB > -103.914 -267.332 -62.795
 79 MB > -103.914 -402.956 -62.795
 80 MB > -103.214 -404.284 -122.601
 81 MB > -103.181 -404.287 -128.449
 82 Měření kružnice : 7 , Body: 4 , Vztah: Id: 2
 83 SB > -103.184 -406.728 -128.457 0.001 1.000 0.004
 84 SB > -103.166 -401.738 -128.428 -0.008 -1.000 -0.004
 85 SB > -100.704 -404.242 -128.420 -1.000 0.006 -0.015
 86 SB > -105.698 -404.214 -128.484 1.000 -0.006 0.015
 87 KONEC měření

Věta 82: Nasnímáním kružnice do roviny č.2 byl získán bod RPS1 Fx.

88 Bod, Symetrie : 8/Ty , Prvek: 7, 6

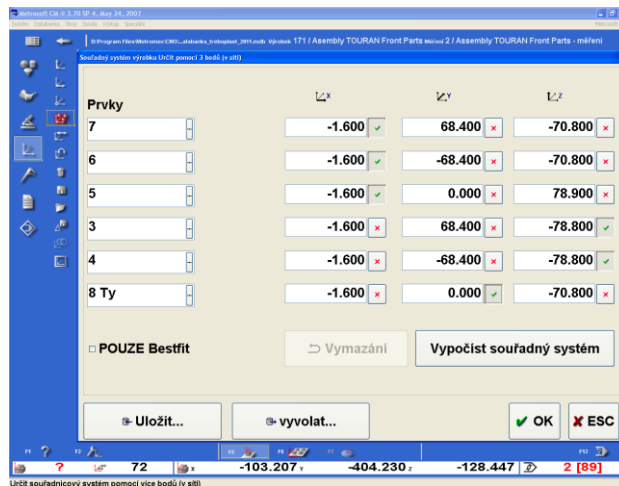
Věta 88: Body symetrie byl vytvořen z nasnímaných kružnic a byl získán RPS6 Ty.



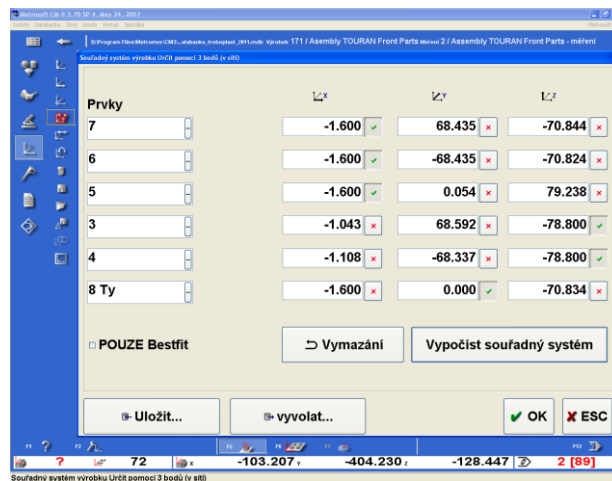
Obr. 29 Detail výkresu 55400 284 00 03

89 vyrovnání pomocí více bodů [+]: SSV, Id: 7, 6, 5, 3, 4, 8

Do této fáze programu se jednalo o nasnímaní prvků pro vyrovnání dílů dle specifikace pomocí RPS bodů vysvětleno v 6.1 VOLBA MĚŘÍCÍ ZÁKLADNY. Hodnoty tabulky RPS bodů z výkresu 55400 264 00 03 nebo Obr. 16 Detail tabulky pro vyrovnání z výkresu Assembly TOURAN Front Parts jsou přeneseny do software pro určení souřadnicového systému pomocí více bodů v síti. Následně je přepočítán nový souřadný systém a uložen jako SSV.



Obr. 30 SSV dle specifikace z výkresu Detail výkresu 55400 284 00 03



Obr. 31 Přepočítaný SSV v software Metrosoft 3.70

90 Uložit souřadný systém : SSV, 1/SS výrobku, Absolutní

V této fázi programu máme SSV a stoj podle programu může začít měřit. Věta měření kružnice 91 a 103 snímá rozměr $\varnothing 5\text{mm} \pm 0,4\text{mm}$ na levé a pravé straně klipu z výkresu 55400 264 00 01.

91 Měření kružnice/válce : 11 , Body: 4 , Vztah: YZ
 92 SB > -0.723 70.957 -70.865 0.000 -1.000 0.000
 93 SB > -0.706 65.953 -70.865 0.000 1.000 0.001
 94 SB > -0.723 68.447 -73.358 0.000 -0.001 1.000
 95 SB > -0.720 68.524 -68.355 0.000 -0.023 -1.000
 96 KONEC měření
 97 MB > 33.132 68.561 -70.863
 98 MB > 29.558 1.444 -92.536
 99 MB > 29.715 -68.804 -71.148
 100 MB > 18.753 -68.626 -70.907
 101 MB > 0.854 -68.540 -70.889
 102 MB > -0.986 -68.610 -70.885
 103 Měření kružnice/válce : 12 , Body: 4 , Vztah: YZ
 104 SB > -0.987 -65.919 -70.923 0.000 -1.000 0.017
 105 SB > -0.982 -70.990 -70.905 0.000 1.000 0.009
 106 SB > -0.997 -68.527 -73.395 0.000 0.011 1.000
 107 SB > -0.994 -68.525 -68.308 0.000 0.009 -1.000
 108 KONEC měření
 109 MB > 47.083 -68.418 -70.847
 110 MB > 49.891 -9.054 -69.982
 111 Měření bodu/roviny : 13 , Body: 1 , Vztah: XY
 112 SB > 49.893 -9.039 -65.606 0.000 0.000 -1.000

Tento bod je nasnímán na výrobku pro měření rozměrů $4,87\text{mm} \pm 0,08\text{mm}$ a $148,56\text{mm} \pm 1\text{mm}$ na výkresu 55400 264 00 01.

113 KONEC měření
 114 MB > 58.809 -9.026 -68.107
 115 MB > 61.569 1.106 98.167
 116 CNC parametry : MDist:1.500, SDist:3.000, RDist:VYP, Mcelk:50%, MBes:50%, PCelk:50%, PBes:50%

Změna nastavení parametrů SMS.

117 MB > 18.589 -0.297 88.378
 118 MB > 7.770 -0.319 87.957
 119 Měření bodu/roviny : 14 , Body: 1 , Vztah: XY
 120 SB > 7.765 -0.338 82.630 0.000 0.000 1.000

Tento bod je nasnímán na výrobku pro měření rozměrů $148,56\text{mm} \pm 1\text{mm}$ a $153,52\text{mm} \pm 0,50\text{mm}$ z výkresu 55400 264 00 01.

121 KONEC měření
 122 MB > 44.123 -0.193 99.184
 123 MB > 43.579 170.886 -17.502
 124 MB > 28.283 166.927 -15.774
 125 Měření bodu/roviny : 15 , Body: 1 , Vztah: ZX
 126 SB > 28.293 160.617 -15.752 0.000 1.000 0.000

Měřený bod věty číslo 126 a 131 je nasnímán na výrobku pro měření rozměrů $320,7\text{mm} \pm 1\text{mm}$ na pravé straně dílu z výkresu 55400 264 00 01.

127 KONEC měření
 128 MB > 45.208 164.144 -15.786
 129 MB > 45.984 -166.705 -14.056
 130 MB > 28.187 -165.879 -15.693
 131 Měření bodu/roviny : 16 , Body: 1 , Vztah: ZX
 132 SB > 28.178 -160.517 -15.711 0.000 -1.000 0.000
 133 KONEC měření
 134 MB > 65.229 -163.933 -15.754
 135 MB > 64.992 -94.842 -76.674
 136 MB > 59.433 -92.700 -76.597
 137 Měření bodu/roviny : 17 , Body: 1 , Vztah: YZ
 138 SB > 50.791 -92.714 -76.589 1.000 0.000 0.000

Tento bod je nasnímám na levé straně výrobku pro rozměr 69,36mm ± 0,2mm z výkresu 55400 264 00 01.

139 KONEC měření
 140 MB > 64.640 1.765 -77.097
 141 MB > 56.585 90.225 -75.914
 142 Měření bodu/roviny : 18 , Body: 1 , Vztah: YZ
 143 SB > 50.512 93.088 -75.915 1.000 0.000 0.000

Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 69,36mm ± 0,2mm z výkresu 55400 264 00 01.

144 KONEC měření
 145 MB > 90.107 93.119 -75.944
 146 Nahrát snímací systém : 10 / D1 L20 : A:0.000, B:0.000, APC:6, věta č.:1, předchozí:4001

Výměna doteku na snímací dotek 10 - kuličkový dotek (viz obr.2 Parametry doteku) A: 1mm, B 20mm.



Obr. 32 Snímací dotek 10

147 MB > 116.720 92.832 -75.706
 148 Nahrát snímací systém : 16 / : A:45.000, B:90.000, APC:6, věta č.:1, předchozí:10

Přetočení snímacího doteku 10 na snímací dotek 16 o 90° kolem své osy a 45°

149 MB > 160.466 94.002 29.691

150 MB > 62.328 42.174 -73.273
 151 MB > -13.946 42.104 -73.212
 152 MB > -16.061 42.203 -53.118
 153 MB > -16.566 42.230 -47.690
 154 Měření bodu/roviny : 19 , Body: 1 , Vztah: YZ
 155 SB > -18.581 42.198 -47.729 1.000 0.000 0.000

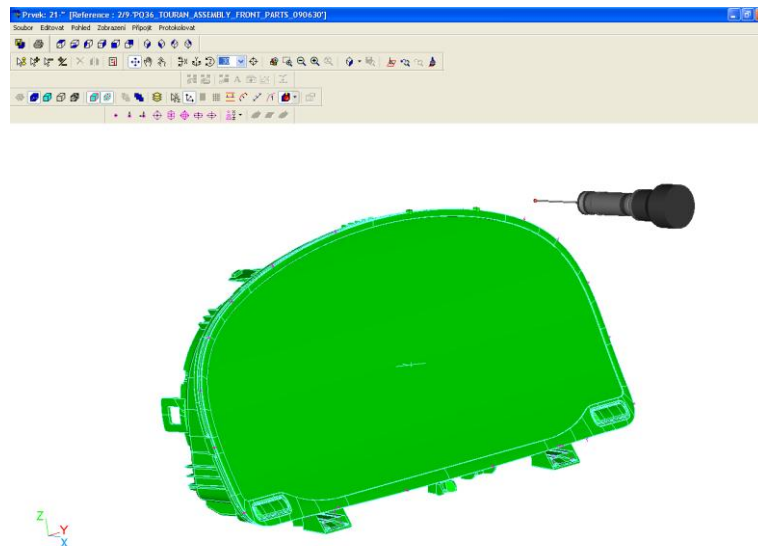
Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 69,36mm ± 0,2mm z výkresu 55400 264 00 01.

156 KONEC měření
 157 MB > -15.942 42.163 -49.924
 158 MB > -15.846 -42.399 -49.500
 159 MB > -16.592 -41.031 -47.712
 160 Měření bodu/roviny : 20 , Body: 1 , Vztah: YZ
 161 SB > -18.484 -41.045 -47.708 1.000 0.000 0.000

Tento bod je nasnímám na levé straně výrobku pro rozměr 69,36mm ± 0,2mm z výkresu 55400 264 00 01.

162 KONEC měření
 163 MB > -14.821 -41.062 -49.959
 164 MB > -9.460 -41.178 -73.815
 165 MB > 112.186 -41.068 -73.897
 166 MB > 135.471 12.927 250.940
 167 Nahrát snímací systém : 10 / D1 L20 : A:0.000, B:0.000, APC:6, věta č.:1, předchozí:16

Snímací dotek 16 nahrán do původního stavu 10 pro měření pozičních bodů 1 až 22 přes 3D model z výkresu 55400 264 00 03. věty 171-229 se týkají nasnímání pozičních bodů.



Obr. 33 Průběh snímání pozičních bodu z výkresu 55400 284 00 03

168 Měření reálného povrchu: 21, Body: 22, Reference: 9/ Měření:2, Atributy z CAD: Zapnuto
 169 CNC parametry : MDist:2.000, SDist:3.000, RDist:VYP, MCellk:50%, MBes:50%, PCellk:50%, PBes:50%

Změna parametrů stroje

170	MB >	12.493	5.447	110.554				
171	TP plocha > #1	12.450	30.000	81.565	0.052	0.086	0.995	
172	MB >	12.524	77.888	81.542				
173	TP plocha > #2	12.550	83.000	72.467	0.052	0.258	0.965	
174	MB >	12.621	131.561	68.228				
175	TP plocha > #3	13.200	119.000	59.373	0.052	0.444	0.894	
176	MB >	13.292	148.756	54.170				
177	TP plocha > #4	14.700	141.986	43.190	0.052	0.713	0.699	
178	MB >	14.803	162.206	36.946				
179	MB >	16.189	164.071	17.797				
180	TP plocha > #5	19.400	157.307	15.700	0.052	0.963	0.263	
181	MB >	27.590	171.263	-5.028				
182	TP plocha > #6	28.050	160.358	-16.000	0.052	0.999	0.011	
183	MB >	43.990	166.508	-53.021				
184	TP plocha > #7	43.400	158.308	-53.600	0.052	0.967	-0.251	
185	MB >	43.514	160.582	-74.223				
186	MB >	51.203	134.181	-74.669				
187	TP plocha > #8	48.890	112.995	-64.297	0.052	0.026	-0.998	
188	MB >	58.103	113.009	-66.793				
189	MB >	58.131	93.912	-60.975				
190	TP plocha > #9	49.528	89.997	-64.492	0.921	0.002	0.391	
191	MB >	56.375	40.599	-63.755				
192	TP plocha > #10		50.056	34.999	-65.527	0.919	0.001	0.394
193	MB >	56.198	3.000	-64.842				
194	MB >	52.952	-30.380	-64.672				
195	TP plocha > #11		50.048	-34.999	-65.508	0.919	-0.001	0.394
196	MB >	52.962	-85.223	-64.930				
197	TP plocha > #12		49.508	-89.998	-64.445	0.920	-0.002	0.392
198	MB >	58.715	-113.523	-64.336				
199	MB >	51.498	-123.025	-70.684				
200	TP plocha > #13		48.876	-112.988		-64.298	0.052	-0.026 -0.998
201	MB >	48.950	-160.036	-70.502				
202	MB >	48.111	-164.022	-55.788				
203	TP plocha > #14		43.365	-158.367		-53.436	0.051	-0.969 -0.243
204	MB >	29.987	-168.761	-15.749				
205	TP plocha > #15		28.013	-160.375		-16.008	0.052	-0.999 0.011
206	MB >	24.103	-162.670	23.199				
207	TP plocha > #16		19.366	-157.370		15.533	0.052	-0.964 0.261
208	MB >	16.683	-159.640	48.866				
209	MB >	14.257	-145.145	53.092				
210	TP plocha > #17		14.699	-142.241		42.657	-0.035	-0.725 0.688
211	MB >	14.714	-144.409	60.352				
212	MB >	14.691	-117.277	69.610				
213	TP plocha > #18		13.178	-118.813		59.474	0.052	-0.443 0.895
214	MB >	13.194	-103.637	77.355				
215	MB >	13.176	-85.823	79.320				
216	TP plocha > #19		12.538	-82.940	72.488	0.052	-0.258	0.965
217	MB >	12.526	-50.531	90.091				
218	TP plocha > #20		12.450	-30.000	81.566	0.052	-0.086	0.995
219	MB >	53.585	-30.179	84.017				
220	Nahrát snímací systém : 16 / : A:45.000, B:90.000, APC:6, věta č.:1, předchozí:10							
221	MB >	97.330	-29.053	189.414				
222	MB >	96.973	102.611	-71.827				
223	MB >	49.605	94.161	-68.627				
224	MB >	48.911	94.161	-67.977				
225	TP plocha > #21		49.229	92.990	-64.746	0.052	0.021	-0.998

```

226 MB > 67.599 92.966 -67.249
227 MB > 67.805 -89.982 -69.056
228 MB > 49.996 -92.761 -69.108
229 TP plocha > #22 49.215 -93.000 -64.747 0.052 -0.021 -0.998

```

V této fázi programu jsou nasnímané poziční body z výkresu 55400 264 00 03 a zbývá je vyhodnotit softwarem Metrosoft 3.70. Nastavení výstupu hodnot závisí na uživateli a potřebách co přesně potřebuje vyhodnotit. Věty číslo 231-239 se týkají nastavení. Věty číslo 240-263 se týkají vyhodnocení hodnot a výstup hodnot ze softwaru.

```

230 KONEC měření
231 Formulář otevřít : D:\Program Files\Metromec\CM3\Template\základní.GPL
232 Pohled otevřít : 1 265x180 Grafika: 187x133
233 Načíst grafický pohled : ""
234 Zobrazit symboly bodů: Automatické měřítko
235 Zobrazit vektor odchylky: Vektorová odchylka,A,B
236 Převýšení:10
237 Mřížka: Automatické měřítko
238 Zobrazit varovné hranice: ZAP Propojit skutečné body: Přímka
239 CAD Model:30.000 Aktivní WKS:10.000 Sořadnicový kříž:(5,87)
240 Barvy podle odchylek: Barvy tolerance
241 Bod na ploše > #1 1398 149 25
242 Bod na ploše > #2 1848 149 25
243 Bod na ploše > #3 2263 294 25
244 Bod na ploše > #4 2263 449 25
245 Bod na ploše > #5 2263 648 25
246 Bod na ploše > #6 2263 849 25
247 Bod na ploše > #7 2263 1048 25
248 Bod na ploše > #8 2263 1249 25
249 Bod na ploše > #9 1748 1475 25
250 Bod na ploše > #10 1348 1475 25
251 Bod na ploše > #11 948 1475 25
252 Bod na ploše > #12 549 1475 25
253 Bod na ploše > #13 0 1299 25
254 Bod na ploše > #14 0 1098 25
255 Bod na ploše > #15 0 899 25
256 Bod na ploše > #16 0 648 25
257 Bod na ploše > #17 0 449 25
258 Bod na ploše > #18 0 248 25
259 Bod na ploše > #19 399 149 25
260 Bod na ploše > #20 849 149 25
261 Bod na ploše > #21 2148 1475 25
262 Bod na ploše > #22 149 1475 25
263 komentář C19 768 20 1077x85
264 Pohled zavřít : 1
265 Formulář zavřít : D:\Program Files\Metromec\CM3\Template\základní.GPL

266 Měření bodu/roviny : 22 , Body: 1 , Vztah: XY
267 SB > 49.165 -93.817 -64.639 0.000 0.000 -1.000

```

Tento bod je nasnímán na levé straně výrobku pro rozměr $4,9\text{mm} \pm 0,5\text{mm}$ z výkresu 55400 264 00 03.

```

268 KONEC měření
269 MB > 59.198 -93.826 -67.143
270 MB > 58.986 92.728 -68.077
271 MB > 50.266 93.332 -67.775
272 MB > 49.860 93.321 -67.663

```


273 Měření bodu/roviny : 23 , Body: 1 , Vztah: XY
274 SB > 49.862 93.334 -64.636 0.000 0.000 -1.000

Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 4,9mm ± 0,5mm z výkresu 55400 264 00 03

275 MB > 110.583 93.221 -66.075
276 KONEC měření
277 Nahrát snímací systém : 10 / D1 L20 : A:0.000, B:0.000, APC:6, Věta č.:1,
předchozí:16
278 MB > 90.541 92.201 -172.595
279 MB > 90.620 92.703 -72.895
280 MB > 47.386 93.666 -72.426
281 Měření bodu/roviny : 24 , Body: 1 , Vztah: XY

Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 4,9mm ± 0,5mm z výkresu 55400 264 00 03

282 SB > 47.388 93.676 -69.819 0.000 0.000 -1.000
283 KONEC měření
284 MB > 69.481 93.685 -72.332
285 MB > 69.689 -90.189 -71.883
286 MB > 47.691 -92.884 -72.853
287 MB > 47.126 -92.920 -72.751
288 Měření bodu/roviny : 25 , Body: 1 , Vztah: XY
289 SB > 47.128 -92.909 -70.306 0.000 0.000 -1.000

Tento bod je nasnímám na levé straně výrobku pro rozměr 4,9mm ± 0,5mm z výkresu 55400 264 00 03

290 KONEC měření
291 MB > 47.867 -98.299 -72.472
292 Měření bodu/roviny : 26 , Body: 1 , Vztah: ZX
293 SB > 47.870 -102.352 -72.454 0.000 1.000 0.000

Tento bod je nasnímám na levé straně výrobku pro rozměr 186mm ± 0,4mm z výkresu 55400 264 00 01

294 KONEC měření
295 MB > 47.849 -85.576 -72.545
296 Měření bodu/roviny : 27 , Body: 1 , Vztah: ZX
297 SB > 47.848 -83.610 -72.552 0.000 -1.000 0.000

Tento bod je nasnímám na levé straně výrobku pro rozměr 186mm ± 0,4mm z výkresu 55400 264 00 01

298 KONEC měření
299 Bod, Symetrie : 28 , Prvek: 27, 26

Z bodů vět 292 a 295 se vytvořil symetrický bod pro rozměr 186mm ± 0,4mm z výkresu 55400 264 00 01

300 MB > 65.645 -86.089 -72.549
301 MB > 65.443 89.015 -73.421
302 MB > 52.182 88.220 -71.985
303 MB > 47.310 86.809 -71.968
304 Měření bodu/roviny : 29 , Body: 1 , Vztah: ZX
305 SB > 47.313 83.662 -71.954 0.000 1.000 0.000

Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 186mm ± 0,4mm z výkresu 55400 264 00 01

306 KONEC měření
307 MB > 47.307 99.188 -72.036
308 Měření bodu/roviny : 30 , Body: 1 , Vztah: ZX
309 SB > 47.304 102.385 -72.049 0.000 -1.000 0.000

Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 186mm ± 0,4mm z výkresu 55400 264 00 01

310 KONEC měření
311 Bod, Symetrie : 31 , Prvek: 30, 29

Z bodů vět 305 a 309 se vytvořil symetrický bod pro rozměr 186mm ± 0,4mm z výkresu 55400 264 00 01

312 MB > 90.624 99.928 -72.086
313 Nahrát snímací systém : 3001 / D1 L40->10 Hokejka : A:0.000, B:0.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:10
314 Nahrát snímací systém : 3114 / : A:0.000, B:180.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:3001
315 MB > 35.073 149.655 -72.479
316 MB > -2.777 161.435 -45.815
317 MB > -2.740 161.664 -0.653
318 MB > -9.053 152.654 0.861
319 Měření bodu/roviny : 32 , Body: 1 , Vztah: XY
320 SB > -9.050 152.673 5.203 0.000 0.000 -1.000

Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 70,81mm z výkresu 55400 264 00 01

321 KONEC měření
322 Měření bodu/roviny : 33 , Body: 1 , Vztah: XY
323 SB > -9.058 152.621 -4.852 0.000 0.000 1.000

Tento bod je nasnímám na pravé straně výrobku pro rozměr 70,81mm z výkresu 55400 264 00 01

324 KONEC měření
325 Bod, Symetrie : 34 , Prvek: 33, 32

Z bodů vět 320 a 323 se vytvořil symetrický bod pro rozměr 70,81mm z výkresu 55400 264 00 01

326 MB > -9.067 158.114 -2.384
327 MB > 13.148 158.461 63.094
328 MB > 37.160 134.726 63.195
329 MB > 37.232 -169.960 64.710
330 Nahrát snímací systém : 3001 / D1 L40->10 Hokejka : A:0.000, B:0.000, APC:3, věta č.:1, předchozí:3114
331 MB > 37.231 -138.000 64.514
332 MB > -6.190 -158.144 41.165
333 MB > -7.856 -161.889 1.582
334 MB > -8.642 -152.460 1.419
335 Měření bodu/roviny : 35 , Body: 1 , Vztah: XY
336 SB > -8.639 -152.443 5.099 0.000 0.000 -1.000

Tento bod je nasnímám na levé straně výrobku pro rozměr 70,81mm z výkresu 55400 264 00 01

337 KONEC měření

338 Měření bodu/roviny : 36 , Body: 1 , Vztah: XY
339 SB > -8.647 -152.489 -4.950 0.000 0.000 1.000

Tento bod je nasnímám na levé straně výrobku pro rozměr 70,81mm z výkresu 55400 264 00 01

340 KONEC měření
341 Bod, Symetrie : 37 , Prvek: 36, 35

Z bodů vět 335 a 338 se vytvořil symetrický bod pro rozměr 70,81mm z výkresu 55400 264 00 01

342 MB > -8.632 -161.405 3.643
343 MB > 4.210 -158.301 48.447
344 MB > 135.994 -157.811 225.839

Věty 345-364 se týkají výstupu hodnot z počítače. Nastavení protokolu pro rozměry jednoduché geometrie, zadání nominálních hodnot a určení tolerancí daných rozměrů. Následně tisk protokolu.

345 Nový protokol
346 výstup hlavičky protokolu
347 výstup záhlaví tabulky
348 vzdálenost rovina - rovina [R]: 1/ , Tol elem: 13 , Ref elem: 14
349 vzdálenost bod - bod [Y]: 2/ , Tol elem: 31 , Ref elem: 28
350 vzdálenost bod - přímka [Z]: 3/Levá , Tol elem: 37 , Ref elem: 12
351 vzdálenost bod - přímka [Z]: 4/Pravá , Tol elem: 11 , Ref elem: 34
352 vzdálenost bod - rovina [R]: 5/ , Tol elem: 14 , Ref elem: 11
353 Průměr: 6/Levá , Tol elem: 12
354 vzdálenost bod - rovina [R]: 7/ , Tol elem: 13 , Ref elem: 12
355 Průměr: 8/Pravá , Tol elem: 11
356 vzdálenost bod - rovina [R]: 9/ , Tol elem: 16 , Ref elem: 12
357 vzdálenost rovina - rovina [R]: 10/ , Tol elem: 15 , Ref elem: 16
358 vzdálenost rovina - rovina [R]: 11/Levá , Tol elem: 17 , Ref elem: 20
359 vzdálenost rovina - rovina [R]: 12/Pravá , Tol elem: 19 , Ref elem: 18
360 vzdálenost bod - bod [Y]: 13/ , Tol elem: 12 , Ref elem: 11
361 vzdálenost bod - bod [Y]: 14/ , Tol elem: 26 , Ref elem: 27
362 vzdálenost bod - přímka [Z]: 15/Levá , Tol elem: 22 , Ref elem: 25
363 vzdálenost bod - přímka [Z]: 16/Pravá , Tol elem: 23 , Ref elem: 24
364 Tisk měřicího protokolu

10 MĚŘENÍ VÝROBKU PO MODIFIKACI PŘÍPRAVKU

Název	Osa	Jmenovitá hodnota [mm]	Tol. [mm]	Maska 1 Sklo 2	Odchylka [mm]	Maska 1 Sklo 1 [mm]	Odchylka [mm]	Maska 2 Sklo 1 [mm]	Odchylka [mm]	Maska2 Sklo 2 [mm]	Odchylka [mm]
rozměr		303	0,7	303,15	0,14	303,12	0,12	303,18	0,18	303,23	0,23
rozměr		148,56	1	148,18	-0,38	148,22	-0,34	148,15	-0,41	148,19	-0,37
rozměr		186	0,4	186,13	0,13	186,09	0,09	186,15	0,15	186,18	0,18
rozměr		70,81	0,2	70,82	0,01	70,92	0,11	70,90	0,09	70,86	0,05
rozměr		153,52	0,5	153,35	-0,17	153,32	-0,20	153,42	-0,10	153,55	0,03
rozměr		18,2	0,3	18,19	0,01	18,18	-0,02	18,21	0,01	18,24	0,04
průměr		5	0,4	5,06	0,06	5,05	0,05	5,02	0,02	5,03	0,03
rozměr		4,87	0,08	5,08	0,21	5,02	0,15	5,18	0,31	5,21	0,34
průměr		5	0,4	5,05	0,05	4,98	-0,02	5,02	0,02	5,02	0,02
rozměr		18,2	0,3	18,22	0,02	18,17	-0,03	18,24	0,04	18,23	0,03
rozměr		91,96	0,2	92,15	0,19	92,16	0,20	92,11	0,15	92,13	0,17
rozměr		136,8	0,4	136,94	0,14	136,92	0,12	136,88	0,08	136,95	0,15
rozměr		320,7	1	321,32	0,62	321,26	0,56	321,06	0,36	321,07	0,37
rozměr		69,36 L	0,2	69,27	-0,09	69,22	-0,14	69,21	-0,15	69,18	-0,18
rozměr		69,36 P	0,2	69,45	0,09	69,38	0,02	69,49	0,13	69,32	-0,04
rozměr		37,6 L	0,2	37,75	0,15	37,68	0,08	37,76	0,16	37,64	0,04
rozměr		37,6 P	0,2	37,76	0,16	37,73	0,13	37,73	0,13	37,58	-0,02
rozměr		4,9	0,5	5,24	0,34	5,22	0,32	5,18	0,28	5,20	0,3
rozměr		4,9	0,5	5,05	0,15	5,06	0,16	5,06	0,16	5,05	0,15
a1	Z	81,57	0,5	81,30	-0,27	81,36	-0,21	81,21	-0,36	81,14	-0,43
a2	Z	72,47	0,5	72,33	-0,14	72,48	0,01	72,21	-0,26	72,19	-0,28
a3	Z	59,38	0,5	59,42	0,04	59,55	0,17	59,46	0,08	59,43	0,05
a4	Y	142	0,5	142,12	0,12	142,24	0,24	142,06	0,06	141,95	-0,05
a5	Y	157,31	0,5	157,50	0,19	157,48	0,17	157,56	0,25	157,48	0,17
a6	Y	160,37	0,5	160,62	0,25	160,81	0,44	160,73	0,36	160,68	0,31
a7	Y	158,31	0,5	158,63	0,32	158,56	0,25	158,63	0,32	158,77	0,46
a8	Z	-64,29	0,5	-63,95	0,34	-64,10	0,19	-64,36	-0,07	-64,18	0,11
a9	X	49,3	0,5	49,54	0,24	49,52	0,22	49,52	0,22	49,62	0,32
a10	X	49,82	0,5	50,12	0,30	50,03	0,21	50,09	0,27	50,22	0,4
a11	X	49,82	0,5	50,11	0,29	49,98	0,16	50,03	0,21	50,19	0,37
a12	X	49,3	0,5	49,52	0,22	49,37	0,07	49,39	0,09	49,63	0,33
a13	Z	-64,29	0,5	-64,45	-0,16	-64,56	-0,27	-64,43	-0,14	-64,45	-0,16
a14	Y	-158,31	0,5	-158,68	-0,37	-158,69	-0,38	-158,62	-0,31	-158,72	-0,41
a15	Y	-160,37	0,5	-160,54	-0,17	-160,57	-0,2	-160,62	-0,25	-160,57	-0,2
a16	Y	-157,31	0,5	-157,45	-0,14	-157,55	-0,24	-157,42	-0,11	-157,45	-0,14
a17	Y	-142	0,5	-142,18	-0,18	-142,23	-0,23	-142,21	-0,21	-142,18	-0,18
a18	Z	59,38	0,5	59,35	-0,03	59,17	-0,21	59,12	-0,26	59,24	-0,14
a19	Z	72,47	0,5	72,24	-0,23	72,22	-0,25	72,12	-0,35	72,09	-0,38
a20	Z	81,57	0,5	81,11	-0,46	81,31	-0,26	81,24	-0,33	81,13	-0,44
a21	Z	-64,74	0,5	-64,52	0,22	-64,52	0,22	-64,86	-0,12	-64,63	0,11
a22	Z	-64,74	0,5	-64,98	-0,24	-65,02	-0,25	-64,93	-0,19	-64,85	-0,11
Celkový čas měření [min]				7:51			8:02		7:55		8,12

Tabulka 7 Měření výrobku po modifikaci přípravku

11 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ A ZHODNOCENÍ EKONOMICKÉ NÁVRATNOSTI

Měřené díly se po vložení do přípravku po úpravě nedeformují. To nám dokazují tabulky měření před úpravou přípravku a po úpravě přípravku. (tabulky č.6 a č.7). Měřené výsledky, se ve většině případů shodují, protože se jedná stejné díly, které se měřili před a po úpravě přípravku.

Pro zhodnocení ekonomické návratnosti budeme uvažovat, že hodina měření na SMS WENZEL stojí 500Kč. Frekvence kontroly výrobku je 2 kusy za směnu. To znamená 2 kusy výrobku Assembly TOURAN Front Parts za 8 hodin. Požadavek výroby za směnu je 600 kusů. Předpoklad roční výroby činí 60 000 kusů. Finanční náročnost na úpravu přípravku byla 5400 Kč. Doba měření byla stanovena z průměru měření 4 kusů před úpravou přípravku a po úpravě přípravku.

Doba měření 1Ks před modifikací	[min]	24,11
Doba měření 1Ks po modifikaci	[min]	7,8
Cena modifikace přípravku	[Kč]	5400
Cena za hodinu měření	[Kč/hod]	500
Frekvence měření	[ks/směna]	2
Počet kusů vyrobených za směnu	[Ks]	600
Roční množství	[Ks]	60 000
Roční náklady měření na starém přípravku	[Kč]	40 183 Kč
Roční náklady měření na novém přípravku	[Kč]	13 000 Kč
Ušetřeno za 1 rok měření	[Kč/rok]	27 183 Kč
Časová návratnost	[měsíc]	2,38
Délka projektu 5 let	[rok]	5
Náklady měření na starém přípravku za 5 let	[Kč]	200 917 Kč
Náklady měření na starém přípravku za 5 let	[Kč]	65 000 Kč
Ušetřeno za dobu projektu měření	[Kč/rok]	135 917 Kč

Tabulka 8 Přehled ekonomické návratnosti



Graf 6 Zobrazení nákladů na měření za 1 rok a za 5 let

Ekonomická návratnost je vypočítána podle vzorce (1.14), kde investiční náklady nejsou tak vysoké, aby se investice nevrátila. Při výrobě projektu, který v základní době trvá 5 let, někdy se i prodlouží pro výrobu na náhradní díly, ročně realizace přípravku firmě ušetří 27 183Kč. Cena úpravy přípravku je zpět za 2,38 měsíce.

$$\text{Návratnost} = \frac{5400}{(40\,183 - 13\,000)/12} = 2,38 \text{ měsíce}$$

12 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zlepšení metrologického postupu, kde se jednalo hlavně o zajištění dílu v přípravku tak, aby se mohl použít vytvořený program pro opakované měření za pomoci možnosti automatizace SMS. Při využití automatizace SMS se také zamezilo možné chyby obsluhy při vyrovnávání dílu. Dále pro časové ztráty u měření, které se nyní při měření jednoho dílu snížily na třetinu z původní doby měření. Nakonec při upínání dílu do přípravku byla zjištěna pozitivní zpráva, se kterou na začátku nebylo počítáno. Není nutné už nadále upevňovat díl pomocí bočních upínacích částí přípravku, které vedlo také k časovým ztrátám.

Teoretická část obsahuje popis souřadnicového měřicího stroje a jeho příslušenství. Dále volbu základen, obor metrologie a nakonec statistické metody, které jsou použity v praktické části bakalářské práce.

Veškerá data byla naměřena na stroji Wenzel LH 54, vyhodnocena měřicím softwarem Metrosoft 3.70 a statisticky vyhodnocena softwarem Minitab 15 a Microsoft Office Excel 2007. Návrh na úpravu přípravku je vytvořen v programu Solid Edge ST3 a Autocad 2010.

Úprava přípravku nepřinesla jen výhodu v náročnosti způsobu měření a časové úspoře ale také v ekonomické oblasti, kde investovaná částka do úpravy přípravku se během dvou a půl měsíce vrátí a začne se vyplácet.

Upravený měřicí přípravek pro díl Assembly TOURAN Front Parts je využíván ve firmě Treboplast s.r.o.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] POKORNÝ, Přemysl. *Souřadnicové měřicí stroje*. Liberec: Technická univerzita, 1999. 76 s. ISBN 80-7083-326-2.
- [2] Kapesní průvodce – *Vysvětlení snímacích technologií souřadnicových měřicích strojů* [online]. Dostupné z: www.renishaw.cz
- [3] CHUDÝ, Vladimír. *Meranie technických veličín*. 1. vyd. Bratislava: STU, 1999, 689 s. ISBN 80-227-1275-2.
- [4] ČSN ISO 2602. *Statistická interpretace výsledků zkoušek. Odhad průměru. Konfidenční interval*. Druhé vydání. Praha, duben 1993.
- [5] NĚMEČEK, Pavel. *QČSJ Metrologie*, Česká společnost pro jakost, Praha
- [6] KOČMAN, Karel. *Technologické procesy obrábění*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 330 s. ISBN 978-80-7204-722-2.
- [7] ZEMČÍK, Oskar. *Technologické procesy (část obrábění)*, VUT Brno.
- [8] ZAHRÁDKA, Petr. Ověřený publikační portál věnovaný nejen CA technologiím – DesignTech [online]. 2008-05-8. Dostupné z: <http://www.designtech.cz>
- [9] ČSN ISO 3207. *STATISTICKÁ INTERPRETACE ÚDAJŮ Stanovení statistického tolerančního intervalu*. První vydání. Praha, duben 1993.
- [10] NĚMEČEK, Pavel. *QČSJ Nejistoty měření*, Česká společnost pro jakost, Praha 2008

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SMS	Souřadnicový měřicí stroj
CMM	Coordinate measurement machine.
PTV	Pre-Travel variaton
φ	Největší dovolená chyba měřidla
A	Konstanta zahrnující vliv náhodných chyb
B	Konstanta zahrnující vliv systematických chyb
L	Hodnota měřené veličiny v mm, nebo v m
C	Horní hranice chyby δ
\bar{x}	Střední hodnota
\tilde{x}	Medián
s	Směrodatná odchylka
R	Rozpětí
x_{\max}	Maximální naměřená hodnota
x_{\min}	Minimální naměřená hodnota
Δ	Chyba měření
Δ_s	Systematická chyba
δ	Náhodná chyba
x_p	Konvenčně pravá hodnota změřené veličiny
x_m	Změřená hodnota změřené veličiny
Δ_r	Relativní chyba měření
u_A	Standardní nejistota typu A
k_{uA}	Koeficient rozšíření
u_B	Standardní nejistota typu B
u_{Bi}	Podíly standardní nejistoty typu B
u_c	Kombinovaná nejistota

K _z	Konstrukční základna
T _z	Technologická základna
T _{zh}	Technologická základna hlavní
T _{zv}	Technologická základna vedlejší
T _{zu}	Technologická základna ustavovací
D	Průměr díry
H	Výška osy díry od základny
RPS	Reference Point System
MB	Mezilehlý bod
SB	Snímaný bod
PSS	Paletový souřadný systém
SSV	Souřadný systém výrobku
MD	Měřicí vzdálenost
SD	Vyhledávací vzdálenost
RD	Vzdálenost odskoku
TP	Povrchový bod
Mcelk	Rychlost polohování
Pcelk	Rychlost měření
Pbes	Zrychlení měření

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	System souřadných měřících strojů [2]	13
Obr. 2	Konstrukce spínacího mechanismu kinematické sondy [2].....	16
Obr. 3	Konstrukce tenzometrické spínací sondy [2].....	17
Obr. 4	Tenzometrická spínací sonda TP 20 Renishaw [2]	17
Obr. 5	Parametry doteku [2]	18
Obr. 6	Technologické základny při obrábění a) tělesa koníků (obrábění díry pro pinolu),.....	20
Obr. 7	Touran Front mask : Měřící základny jsou	21
Obr. 8	Označení měřící základny	21
Obr. 9	Princip měřícího zařízení [4].....	23
Obr. 10	Opakovatelnost [8]	24
Obr. 11	Reprodukovatelnost [8].....	24
Obr. 12	Spojnicový graf	28
Obr. 13	Histogram.....	28
Obr. 14	Grafické vyjádření chyby měření [4].....	29
Obr. 15	SMS WENZEL LH 54.....	34
Obr. 16	Detail tabulky pro vyrovnání z výkresu Assembly TOURAN Front Parts	36
Obr. 17	Grafické znázornění míst pro vyrovnání dílu TOURAN Assembly	37
Obr. 18	Souřadnice v osách X, Y pro vyvrtání děr pro kolíky	43
Obr. 19	Návrh kolíku v programu Solid Edge ST3 a skutečný vyhotovený kolík	43
Obr. 20	Návrh kolíků v přípravku v programu Solid Edge ST3 a skutečný přípravek s kolíky.....	44
Obr. 21	Náhled dílu uloženého v přípravku v programu Solid Edge ST3 a ve skutečnosti	44
Obr. 22	Vytvoření nového výrobku pro program v databance	46
Obr. 23	Grafické rozhraní Metrosoft 3.70	46
Obr. 24	Snímací dotek 3113	47
Obr. 25	Detail výkresu 55400 284 00 03.....	48
Obr. 26	Detail výkresu 55400 284 00 03.....	48
Obr. 27	Detail výkresu 55400 284 00 03.....	49
Obr. 28	Snímací dotek 4001	50
Obr. 29	Detail výkresu 55400 284 00 03.....	51

Obr. 30 SSV dle specifikace z výkresu Detail výkresu 55400 284 00 03.....	51
Obr. 31 Přepočítaný SSV v software Metrosoft 3.70.....	51
Obr. 32 Snímací dotek 10	53
Obr. 33 Průběh snímání pozičních bodu z výkresu 55400 284 00 03.....	54

SEZNAM VZORCŮ

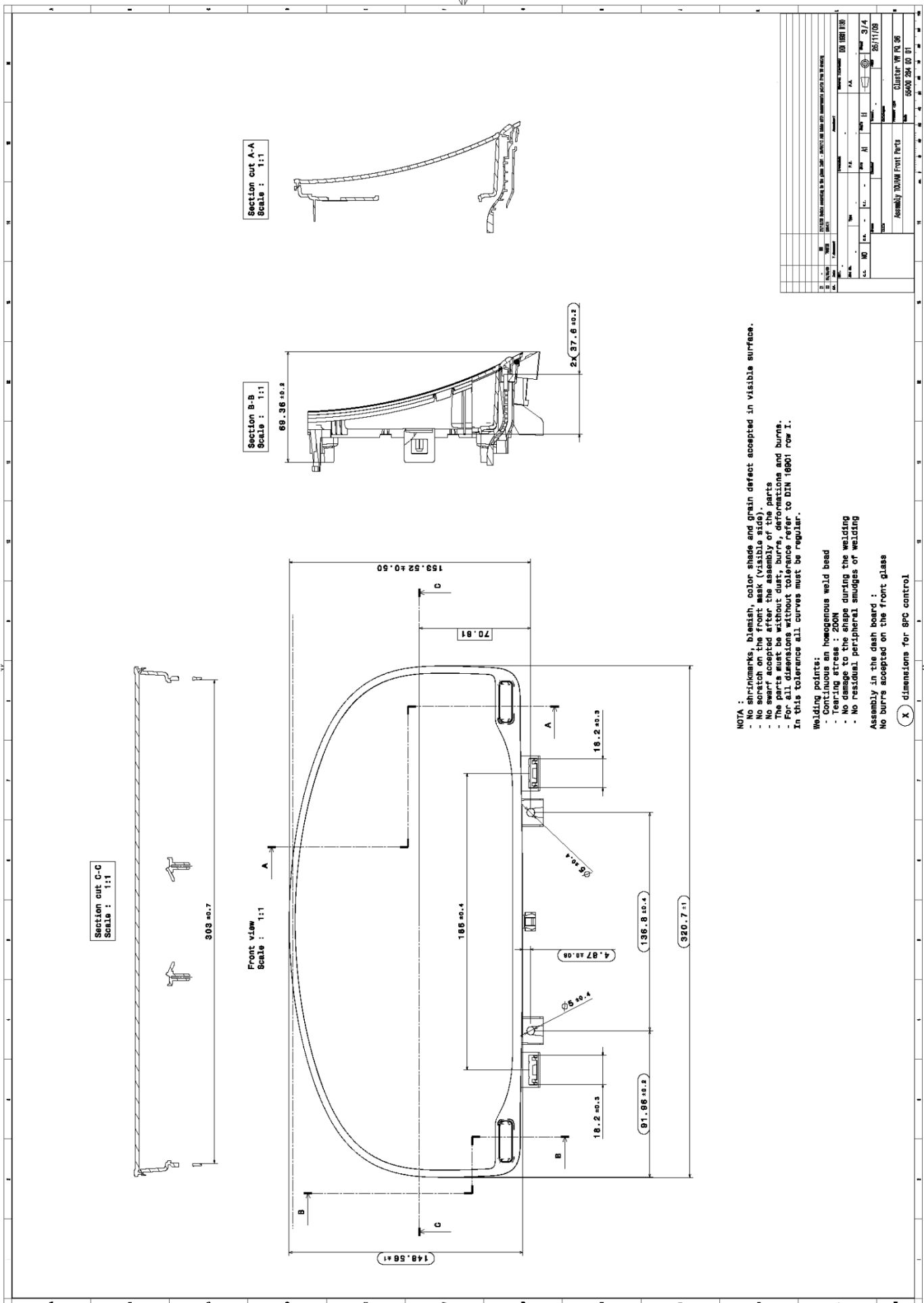
(1.1) Největší dovolená chyba měřidla	25
(1.2) Střední hodnota	26
(1.3) Rozptyl	27
(1.4) Směrodatná odchylka	27
(1.5) Rozpětí	27
(1.6) Chyba měření	29
(1.7) Absolutní chyba měření	29
(1.8) Relativní chyba měření „.....“	30
(1.9) Standardní nejistota typu A	31
(1.10) Standardní nejistota typu B	31
(1.11) Standardní nejistota kombinovaná	31
(1.12) Rozšířená standardní nejistota	32
(1.13) Variační koeficient	32
(1.14) Ekonomická návratnost	32

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Poloha centrálního bodu.....	39
Tabulka 2 Souřadnice v osách X, Y polohy pro vyvrtání děr pro kolíky.....	40
Tabulka 3 Konečné souřadnice v osách X,Y polohy pro vyvrtání děr	41
Tabulka 4 Informace pro vyhotovení kolíků	41
Tabulka 5 Informace pro vyhotovení kolíků	42
Tabulka 6 Měření výrobku před modifikací přípravku	45
Tabulka 7 Měření výrobku po modifikaci přípravku	60
Tabulka 8 Přehled ekonomické návratnosti.....	61

SEZNAM PŘÍLOH

Výkres Assembly TOURAN Front Parts 55400 264 00 01	72
Výkres Assembly TOURAN Front Parts 55400 264 00 03	73
Výkres Přípravek – návrh	74
Výkres Kolík – návrh	75

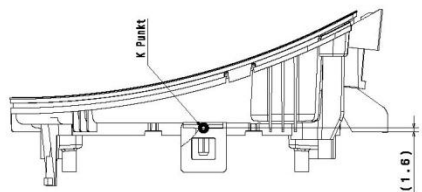
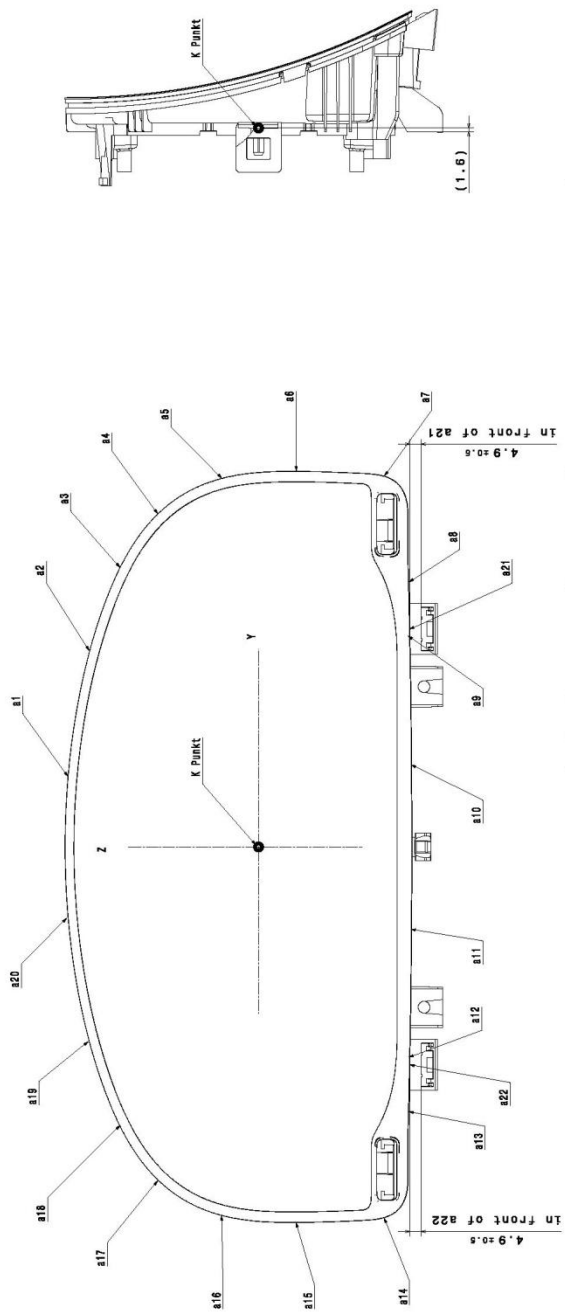


- NOTA :**
- No shrinkmarks, blemish, color shade and grain defect accepted in visible surface.
 - No scratch on the front mask (visible side).
 - No swarf accepted after the assembly of the parts
 - The parts must be without dust, burrs, deformations and burns.
 - For all dimensions without tolerance refer to DIN 16901 row I.
- In this tolerance all curves must be regular.

- Welding joints:**
- Continuous an homogeneous weld bead
 - Tearing stress : 200N
 - No damage to the shape during the welding
 - No residual peripheral smudges of welding
- Assembly in the dash board :
No burrs accepted on the front glass

(X) dimensions for 8PC control

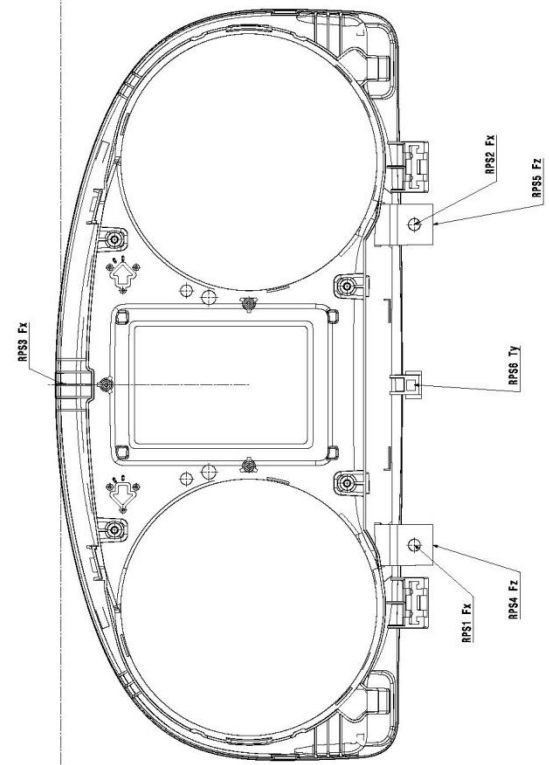
UTB VE ZLINĚ, FAKULTA TECHNOLOGICKÁ		CZ	
MŠMT - VEŘEJNÝ PRŮMYSL		00 15501 1300	
CZK 2241		3/4	
26/11/09		26/11/09	
CZK 2241		CZK 2241	
Assembly TOXMAN Front Parts		Cluster: VP PL 36	
65400 264 00 01		65400 264 00 01	



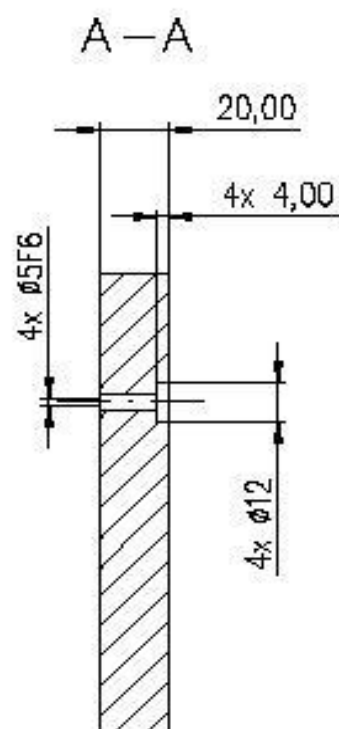
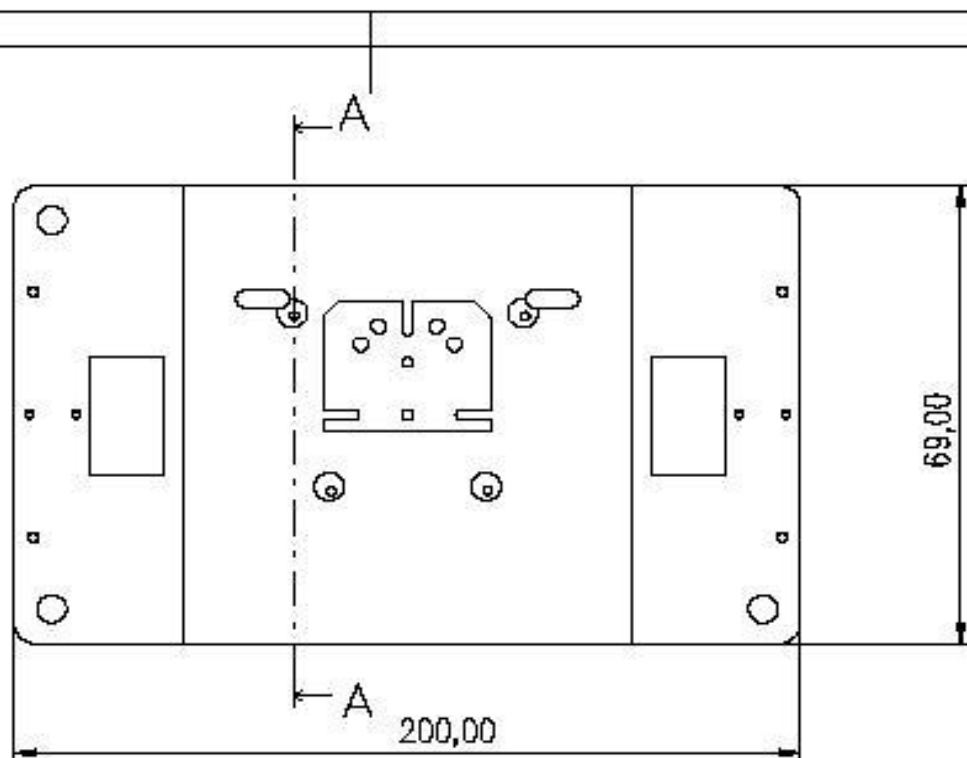
Reference point: CPUNT DASH-1. 2:0 7:0 2:0

Table with columns: RP3, Fx, Fy, Fz, Global coordinates (X, Y, Z), Mounting type/ note, Tolerances (X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3, Z1, Z2, Z3).

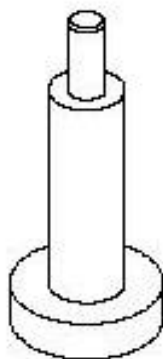
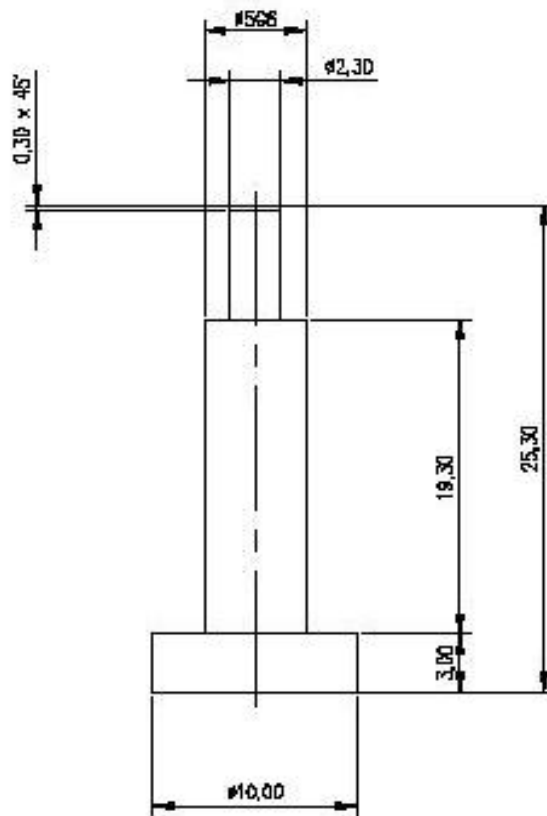
RP3	Fx	Fy	Fz	Global coordinates (X, Y, Z)	Mounting type/ note	Tolerances (X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3, Z1, Z2, Z3)
RP31	Fx	-	-	1011,5, 1011,5, 1011,5	Flange 1011,5 x 1011,5	±0,5, ±0,5, ±0,5
RP32	Fx	-	-	1011,5, 1011,5, 1011,5	Flange 1011,5 x 1011,5	±0,5, ±0,5, ±0,5
RP33	Fx	-	-	140,5, 140,5, 140,5	Flange 140,5 x 140,5	±0,5, ±0,5, ±0,5
RP34	Fz	-	-	140,5, 140,5, 140,5	Flange 140,5 x 140,5	±0,5, ±0,5, ±0,5
RP35	Fz	-	-	140,5, 140,5, 140,5	Flange 140,5 x 140,5	±0,5, ±0,5, ±0,5
RP36	Fy	-	-	76,8, 76,8, 76,8	Universal Point	±0,5, ±0,5, ±0,5
a1	-	-	-	81,65, 81,65, 81,67		±0,5, ±0,5, ±0,5
a2	-	-	-	81,65, 81,65, 78,47		±0,5, ±0,5, ±0,5
a3	-	-	-	119,00, 119,00, 89,28		±0,5, ±0,5, ±0,5
a4	-	-	-	142,00, 142,00, 43,18		±0,5, ±0,5, ±0,5
a5	-	-	-	137,31, 137,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a6	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a7	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a8	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a9	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a10	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a11	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a12	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a13	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a14	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a15	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a16	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a17	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a18	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a19	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a20	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a21	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5
a22	-	-	-	138,31, 138,31, 16,70		±0,5, ±0,5, ±0,5



Assembly: TOUAM Front Parts
 Cluster: WP P3 36
 Part No: 65400 284 00 03
 Date: 25/11/09
 Project No: 65400 284 00 03



Návrh Nobor	Poznámka	Merítko 1:2	Název Přípravek – návrh
Směřován	Starý výkres Číslo seznamu		Číslo výkresu
Datum	Číslo sestavy	L&T	Miroslav ELfmark Pl. III L&T



Návrh	Poznámka	Měřítko	Název
Materiál		1:2	Kolík – návrh
Směšání	Starý výkres		Číslo výkresu
	Č. seznamu		
Datum	Č. sestavy	List	Miroslav ELfmark PI III List