



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

1. NÁVRH KONTROLNÍCH PROCESŮ VE VÝROBĚ BEZPEČNOSTNÍHO VENTILU

DESIGN OF CONTROL PROCESSES IN THE PRODUCTION OF SAFETY VALVE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

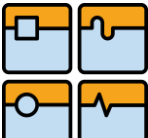
Bc. **ALEŠ JAŠA**

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. **JIŘÍ PERNIKÁŘ, CSc.**

BRNO 2011

		Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 2
		DIPLOMOVÁ PRÁCE	

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 3
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2010/11

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Aleš Jaša

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

obor: **Metrologie a řízení jakosti (3911T032)**

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

1. Návrh kontrolních procesů v výrobě bezpečnostního ventilu

v anglickém jazyce:

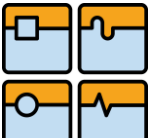
Proposal of process control in production safety valve

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Základní pojmy a definice.
2. Návrh kontrolních procesů zadaných operací
3. Hodnocení navržených kontrolních procesů podle metodiky MSA.
4. Závěr.

Cíle diplomové práce:

Kontrolní procesy musí s danou spolehlivostí rozhodnout, zda kontrolované parametry jakosti souhlasí se specifikacemi. K tomu je zapotřebí použít statistických metod podle systému MSA.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 4
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

Seznam odborné literatury:

1. PERNIKÁŘ, J., TYKAL, M. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-2.
2. ČECH, J., PERNIKÁŘ, J., PODDANÝ, K. Strojírenská metrologie. 4. přepracované vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 176s. ISBN 80-214-3070-2
3. CHUDÝ, V., PALENČÁR, R., KUREKOVÁ, E., HALAJ, M. Meranie technických veličín. 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.
4. ČSN 01 0115 Mezinárodní slovník základních termínů v metrologii.

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 19.11.2010




doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu


prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá přesným definováním kontrolních procesů pro komponenty výrobku PLV5, jehož výrobce je firma Bosch Diesel s.r.o. v Jihlavě.

Cílem byly přesné definice měřicích metod, díky kterým by dodavatelé jednotlivých komponentů a firma Bosch Diesel s.r.o. dostávali shodné výsledky měření.

Závěry této studie jsou zaneseny do kontrolních výkresů a jsou popsány v jednotlivých částech této práce.

ABSTRACT

The aim of this thesis is precise definition of control processes for components of Pressure Limit Valve 5 Generation (PLV5) which is produced by Bosch Diesel Ltd. in Jihlava.

The objective was to define measurement methods which ensure identical results of measurement between co. Bosch Diesel Ltd. in Jihlava and suppliers of individual components.

The results of this study are introduced into control drawings and described in individual conclusions of the thesis.

Klíčová slova

způsobilost, proces, geometrické tolerance tvaru, geometrické tolerance směru, geometrické tolerance polohy, geometrické tolerance házení, měření, drsnost, regresní přímka, rádius, základna, průsečík, průměr, analýza

Key words

capability, procedure, geometrical tolerances of form, geometrical tolerances of orientation, geometrical tolerances of location, geometrical tolerances of run-out, measurement, roughness, regression line, radius, basis, intersection point, diameter, analyse

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JÁŠA, A. 1. Návrh kontrolních procesů ve výrobě bezpečnostního ventilu.

Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 63 s.

Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc..

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

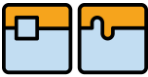
Prohlášení autora o původnosti práce

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byl seznámen s předpisy pro vypracování diplomové práce a že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně. Při vypracování diplomové práce jsem respektoval ustanovení předpisů pro diplomové práce a jsem si vědom toho, že v případě jejich nedodržení nebude moje diplomová práce vedoucím diplomové práce přijata.

V Brně dne 15.05.2011

.....

podpis

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

Poděkování

Děkuji tímto panu doc. Ing. Jiřímu Pernikáři, CSc., kolegům z oddělení nákupu a vstupní kontroly za rady, pomoc a cenné připomínky při vytváření této diplomové práce.

OBSAH

Bibliografická citace.....	5
Prohlášení.....	6
Poděkování.....	7
Obsah.....	8
Úvod.....	9
Funkce ventilu PLV.....	10
1 Základní pojmy a definice.....	11
1.1 Způsobilost měřicích a kontrolních procesů.....	11
1.1.1 Postupový diagram.....	12
1.1.2 Metoda 1.....	13
1.1.3 Metoda 2.....	15
1.1.4 Metoda 3.....	17
1.2 DIN 7167.....	19
1.2.1 DIN 7167 - znění.....	19
1.2.2 DIN 7167 – podmínky měření.....	20
2 Návrh kontrolních procesů zadaných operací.....	21
2.1 Valve Hausing.....	21
2.2 Valve Insert.....	27
2.3 Valve piston.....	31
2.4 Cupped Washer.....	39
3 Hodnocení navržených kontrolních procesů podle metodiky MSA.....	41
3.1 Valve Hausing.....	41
3.2 Valve Piston.....	43
4 Závěr.....	48
Seznam použitých zdrojů.....	49
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	50
Seznam příloh.....	51
Přílohy.....	52

ÚVOD

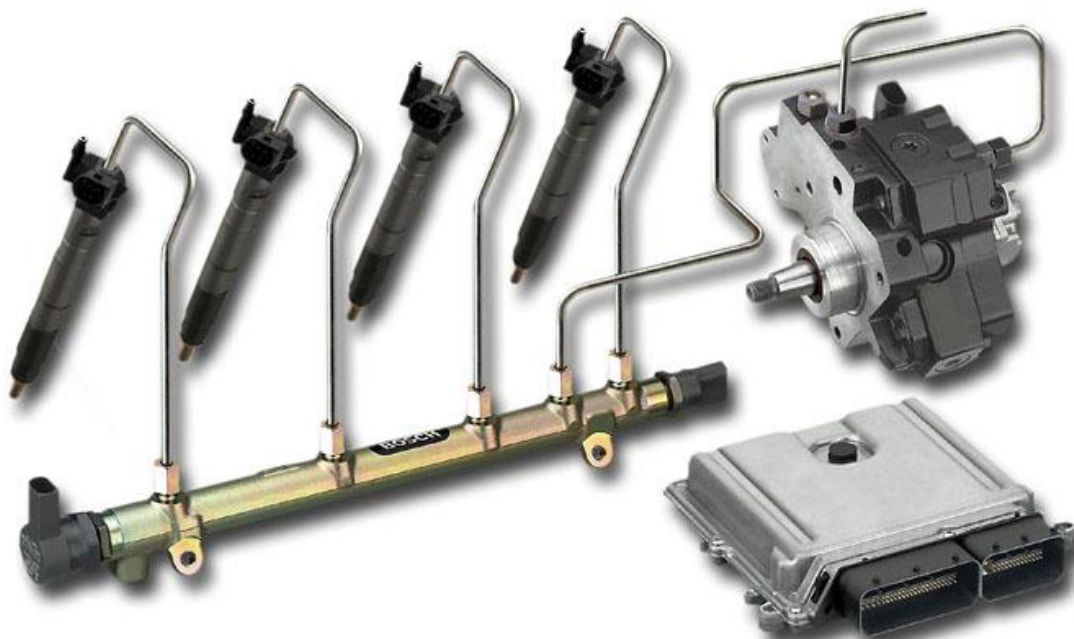
Dodavatelskoodběratelské vztahy strojírenských firem, týkající se komponentů do automobilového průmyslu, jsou vystaveny vysokým kvalitativním a kvantitativním požadavkům na vyráběné dílce a jejich dodávek, a proto je nutné na začátku stanovit podmínky, které přesně definují požadavky na jejich výrobu a kontrolu.

Vzhledem k nedostatku času, který je zapotřebí k projednání všech těchto upřesňujících podmínek, je potřeba nejlépe na začátku, definovat i různé výrobní či kontrolní předpisy. Tyto předpisy slouží ke sjednocení a pochopení všech nutných (výrobních nebo kontrolních) procesů, které mají vliv na kvalitu dodávaného produktu a jsou nezbytným dokladem při prokazování případné neshody.

Tato práce se zabývá metrologickým rozbořem bezpečnostního ventilu PLV5 (**P**ressure **L**imiting **V**alve) systému Common Rail, který má funkci bezpečnostního ventilu a zároveň plní funkci nouzového režimu dojetí do servisu (Limp Home Function).

Výstupem této práce má být, pro jednotlivé komponenty, metrologický výkres, kde budou přesně definovány podmínky měření a bude-li zapotřebí, tak i odkaz na kontrolní postup. Tato práce je psaná obecně, protože zmiňované metodiky mohou být použity i na jiný produkt, ale především, aby nedošlo k úniku tajných informací (know-how) firmy, která je výrobcem tohoto produktu.

Jednotlivé připomínky, rady a informace, které jsou obsaženy v této práci, mohou sloužit jako pomůcka při technických pohovorech s dodavateli či k zodpovězení otázek, které mohou přijít ze strany zákazníků.

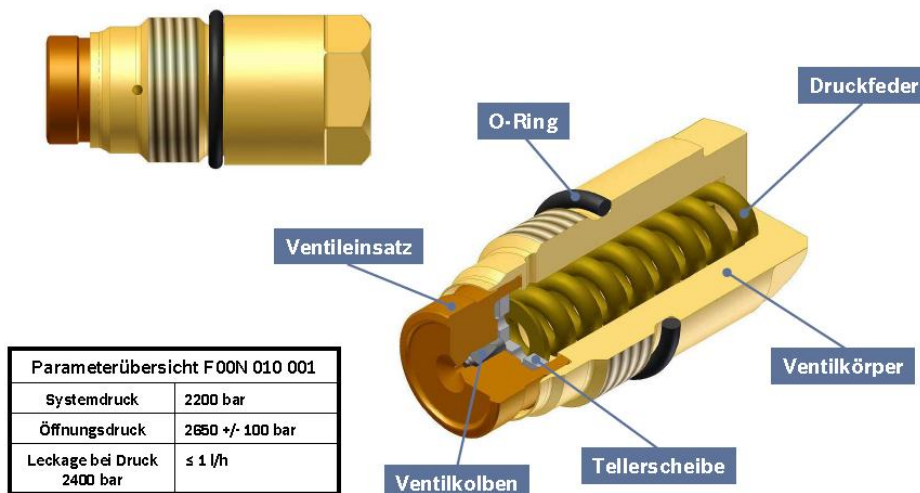
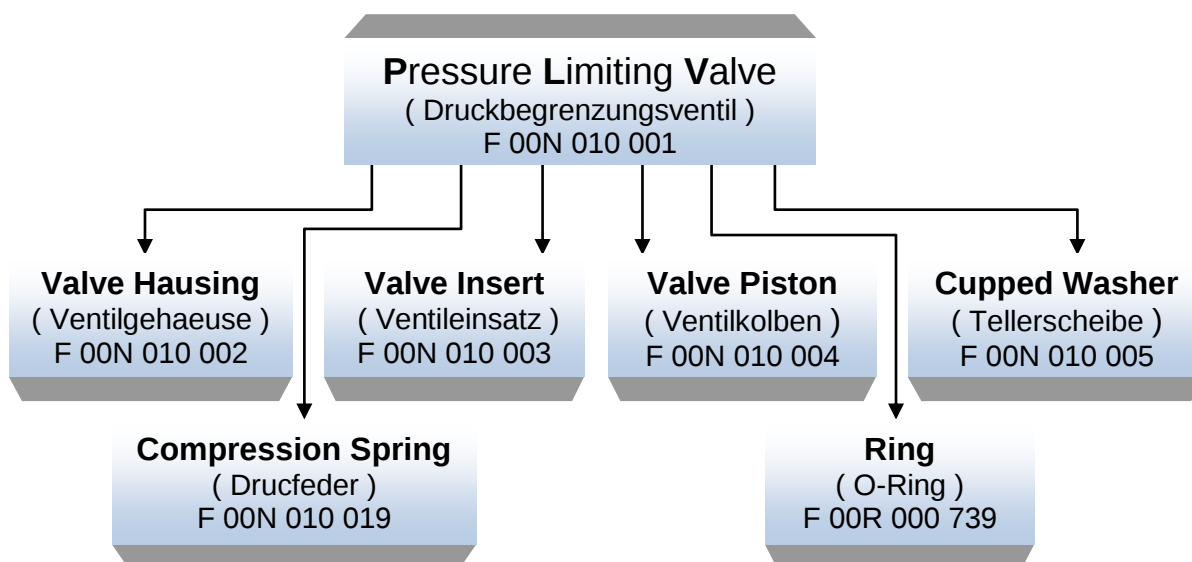


Obrázek 1 – systém Common Rail (Bosch) [3]

Funkce ventilu PLV (Pressure Limiting Valve)

- Bezpečnostní funkce** – při překročení určitého tlaku v railu (zásobníku paliva) se ventil otevře a palivo teče zpátky do nádrže
Safety fiction - Limiting of maximum pressure in rail in case of failure (MPROP blocked in maximal flow rate position, pressure sensor failure etc.)
- Funkce dojetí do servisu** – při poruše systému, umožní ventil dojet v nouzovém režimu do servisu.
Limp home function (emergency mode) - After safety opening the emergency mode is available. Regulating of pressure in rail to enable emergency running condition of engine. (Vehicle can get to service station)

Tento ventil je kompletován ve firmě Bosch Diesel, s.r.o. v Jihlavě ze šesti nakupovaných dílů, ale samotná práce se zabývá rozbořem pouze čtyř dílů (Valve Hausing, Valve Insert, Valve Piston a Cupped Washer).



Obrázek 2 – PLV5 Internal review (Bosch prezentace)

1 Základní pojmy a definice

1.1 Způsobilost měřicích a kontrolních procesů [1]

Kontrola způsobilosti a sledování stálosti měřicích procesů má zajistit, aby měřicí zařízení mohlo v místě nasazení měřit kvalitativní parametr s dostatečně malým rozptylem naměřených hodnot (vzhledem k toleranci parametru). K tomuto účelu je stanoveno 5 metod. Tyto metody jsou doplněny jednou metodou vyšetřování zkušebních zařízení pro kvalitativní (atributivní) parametry.

Pro provádění měření a kontrol jsou obvykle potřeba opakovatelně měřitelné etalony a objekty z výroby. Výsledky měření a kontrol jsou vždy zatíženy určitou nespolehlivostí (Unsicherheit). Pokud se měřicí proces ukáže nezpůsobilým, je nutné vyšetřit příčiny tohoto stavu, aby bylo možné provést nápravná opatření. V rámci tohoto procesu musí být vyšetřovány systematické a nahodilé odchylky měření, vliv měřeného objektu a lidského činitele. Měřicí proces může být rovněž ovlivňován pomocnými prostředky pro měření (Messhilfsmittel), upínacími přípravky a rovněž strategií měření a podmínkami okolního prostředí.

Statistická vyhodnocování musí být prováděna pomocí vhodného statistického software. Při použití zaokrouhlovaných mezivýsledků se mohou objevit odchylky oproti vzorovým datům. Statistická vyhodnocování dle metody 1 a. 5 vycházejí z předpokladu normálního rozložení naměřených hodnot. Pokud není splněn tento předpoklad, je nezbytné aplikovat dokumentované zvláštní postupy.

Pro podrobnější analýzu v rámci metody 2 a 3 lze v případě potřeby aplikovat variační analýzu (ANOVA). V tomto případě je celkový rozptyl (Gesamtstreuung) rozdělen na jednotlivé dílčí rozptyly (Streuungsanteile), které lze separátně přiřadit vlivu kontrolovaného objektu, vlivu lidského činitele, interakci mezi zkušební technikou a (měřeným) dílem a rovněž měřicím zařízením. V tomto případě lze statisticky vyhodnocovat velikost a statistickou významnost těchto vlivů (viz MSA).

Způsobilost musí být prokazována měřením v místě nasazení měřicího zařízení a statistickým vyhodnocením. Prokazování způsobilosti má smysl pouze pro měřicí a zkušební zařízení, která jsou používána pro měření nebo vyhodnocování stejných parametrů u dostatečně velkých dávek dílů ($N \geq 25$).

Způsobilost měřicích procesů pro (měření) kvantitativních (proměnných) parametrů je zpravidla dokladována metodami 1 a. 4. Předpokladem pro aplikaci metod 2 a. 5 je dokladování způsobilosti dle metody 1.

Pokud nebyla ze strany výrobce nebo v rámci periodické kalibrace dostatečně vyšetřena linearita zkušebního zařízení, a je-li důležitá pro posuzovaný případ, musí být provedeno vyšetření linearity (metoda 4).

Metoda 5 je určena pro měřicí procesy, u nichž pravděpodobně nebude dodržena stálost měření v dlouhodobém časovém horizontu. Metoda 6 je určena pro vyšetřování kvalitativních (atributivních) parametrů.

Metody 1 a. 5 nelze aplikovat pro některé měřené veličiny (např. tvrdost a kroutící moment), nehomogenní měřené objekty a rovněž parametry pouze s jednou (horní nebo dolní) mezní hodnotou. V tomto případě je nutné aplikovat dokumentované zvláštní postupy. Pro kalibraci a kontrolu měřidel dle DIN ISO 10012 (Požadavky na zajištění jakosti měřidel) je vyžadováno uvedení nespolehlivosti měření. Nespolehlivost měření musí být stanovována jinými metodami, např. dle sešitu 8 "Messunsicherheit" nebo "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)". Pro stanovování nespolehlivosti měření mohou být využity naměřené hodnoty vyhodnocované v rámci metod 1 a. 5.

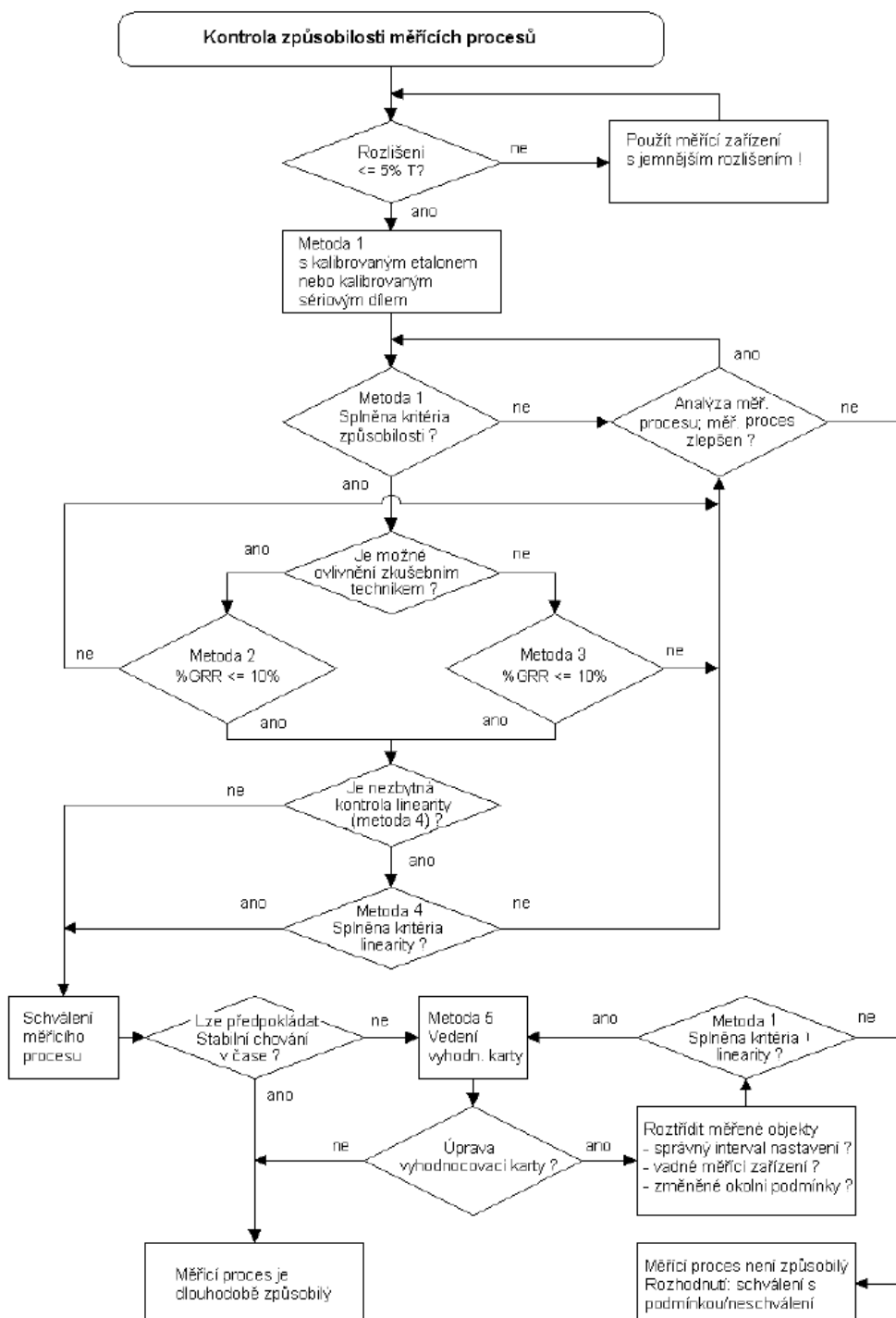
Měřidla podléhají vstupní kontrole a ve stanovených intervalech musí být podrobovány periodickým kontrolám, při kterých je zjišťována systematická odchylka měření (např. VDI/VDE/DGQ-Richtlinie 2618, Prüfmittelüberwachung; Bosch WP/N Prüfanweisungen).



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Rozhodujícím činitelem je správné nastavení (kalibrace) měřicího zařízení dle návodu výrobce, která je prováděna zkušebním technikem.

1.1.1 Postupový diagram [1]





1.1.2 Metoda 1

Cíl: kontrola způsobilosti měřicího procesu z hlediska rozptylu a umístění naměřených hodnot v tolerančním poli parametru.

Popis metody:

Metoda 1 je realizována především s kalibrovaným etalonem, jehož referenční hodnota x_m se nachází pokud možno uprostřed tolerančního rozsahu parametru měřeného měřicím zařízením. Etalon musí být měřen za opakovatelných podmínek $n \geq 25$ -krát v definovaných měřicích bodech (tyto body musí být dokumentovány).

Vyhodnocení: z naměřených hodnot je stanovena standardní odchylka s a odchylka od referenční hodnoty

(správné hodnoty) $x - x_m$. Nakonec jsou vypočteny koeficienty způsobilosti C_g a C_{gk} .

Kritéria způsobilosti pro metodu 1	
měření s etalonem:	měření s kalibrovaným sériovým dílem:
$C_g \geq 1,33$ a $C_{gk} \geq 1,33$	$ \bar{x} - x_m $ není statisticky významná a $C_{gk} \geq 1,33$
Poznámka: při měření s etalonem je rozptyl zpravidla malý. Test statistické významnosti by v tomto případě vykazoval příliš vysokou citlivost a z tohoto důvodu není prováděn.	Poznámka: Vzorce nezbytné pro provedení testu statistické významnosti jsou uvedeny ve vyhodnocovacím listu. Statisticky významná systematická odchylka musí být korigována.

Vyhodnocení musí být přizpůsobeno mezním hodnotám parametru takto::

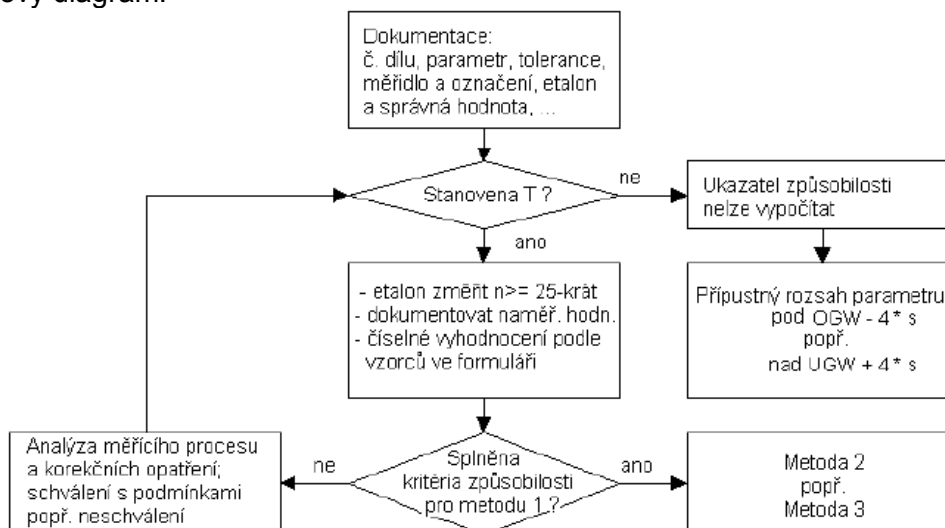
- parametr s horní a dolní mezní hodnotou (OGW a UGW): $T = OGW - UGW$
- parametr s horní mezní hodnotou a přirozenou dolní mezní hodnotou 0: $T = OGW$
- parametr pouze s jednou mezní hodnotou (OGW nebo UGW): T neexistuje

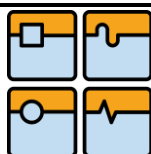
Upozornění: Pro parametry pouze s jednou mezní hodnotou (OGW nebo UGW) nelze provést výpočet

koeficientu C_{gk} , protože T neexistuje. V tomto případě se přípustný rozsah hodnot parametru nachází pod

$OGW - 4 \cdot s$ popř. nad $UGW + 4 \cdot s$. Referenční hodnota x_m etalonu by se měla nacházet v blízkosti mezní hodnoty, odchylka cca 10% od OGW nebo UGW.

Postupový diagram:





DIPLOMOVÁ PRÁCE

BOSCH
Qualitätssicherung**Způsobilost měř. procesu**
Metoda 1 (s etalonem)Č. protokolu:
9911015
List: ...1**Měřidlo:**

Stanoviště: W025

Název: Délkové měřidlo

Č. měřidla: JML9Q002

Rozlišení: 0,001 mm

Parametr:

Měřený objekt: hřídel

Č. výkresu: 1460320000

Název parametru: vnější průměr

Jmenovitá hodn.: (6,000 ± 0,03) mm

Tolerance T: 0,06 mm

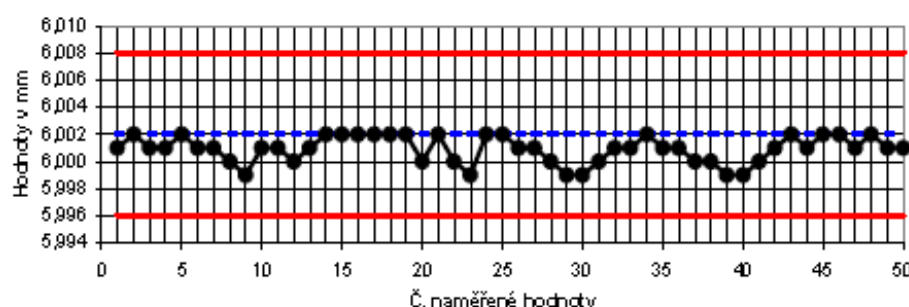
Etalon:

Název: Nastav. válec

Č. měřidla:

Ref. hodnota x_m : 6,0020 mm U_{95} : 0,0005 mm**Postup měření:** ruční manipulace; měřicí bod uprostřed válce; teplota v místnosti 20,2 °C**Tabulkové hodnoty v:** mm**Odchylna od: ---**

1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35	36 - 40	41 - 45	46 - 50
6,001	6,001	6,001	6,002	6,002	6,001	6,000	6,001	6,000	6,002
6,002	6,001	6,000	6,002	6,000	6,001	6,001	6,000	6,001	6,001
6,001	6,000	6,001	6,002	5,999	6,000	6,001	6,000	6,002	6,002
6,001	5,999	6,002	6,002	6,002	5,999	6,002	5,999	6,001	6,001
6,002	6,001	6,002	6,000	6,002	5,999	6,001	5,999	6,002	6,001

Refer. hodnota x_m = 6,0020 mm Stř. hodn. $\bar{x}$ = 6,0009 mm Standardní odchylka s = 0,0010 mmRozlišení $\leq 5\% T$?☒ ano

ano

☐ ne

ne

Koeficienty

způsobivosti:

$$C_g = \frac{0,2 \cdot T}{6 \cdot s} = \frac{0,2 \cdot 0,06 \text{ mm}}{6 \cdot 0,001 \text{ mm}} = 2,01$$

$$C_{gk} = \frac{0,1 \cdot T - |\bar{x} - x_m|}{3 \cdot s} = \frac{(0,1 \cdot 0,06 - |6,0009 - 6,002|) \text{ mm}}{3 \cdot 0,001 \text{ mm}} = 1,64$$

 $C_g \geq 1,33$ a $C_{gk} \geq 1,33$?☒ ano

ano

☐ ne

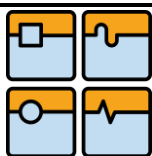
ne

Poznámka:

Datum: 05.11.02

Oddělení: W025

Podpis: vzor



1.1.3 Metoda 2

Cíl: kontrola způsobilosti měřicího procesu sériových dílů z hlediska rozložení rozptylu (Streuverhaltens) v případech, kdy je měřicí proces ovlivňován lidským činitelem.

Popis metody:

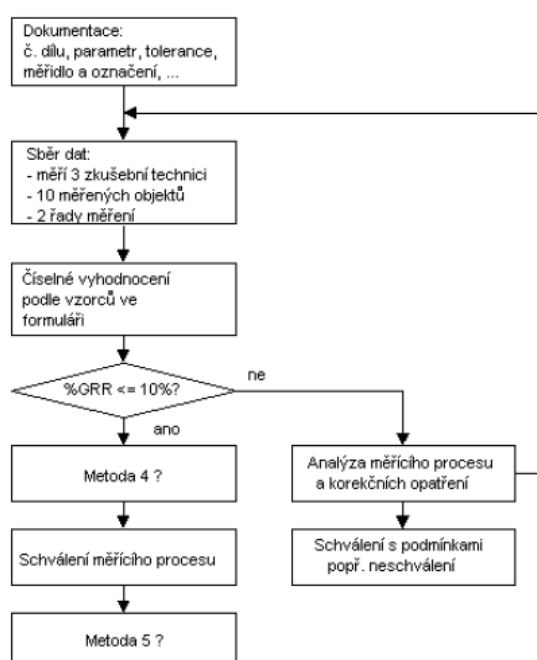
Pokud nelze vyloučit ovlivňování měřicího procesu lidským činitelem, je nutné vyšetřit jeho vliv na měření sériových dílů. Kontrola je zpravidla prováděna 3 zkušebními technikami s $n = 10$ opakovatelně měřitelnými objekty z výroby. Jsou uskutečněny $r = 2$ oddělené řady měření za opakovatelných podmínek. Pokud nejsou k dispozici odpovídající objekty, nelze metodu použít a je nezbytné aplikovat dokumentovaná zvláštní řešení.

Jednotlivé kroky vyhodnocování (3 zkušební technici):

- z dat dvou řad měření každého zkušebního technika jsou vypočteny střední hodnoty $\bar{x}_A$, $\bar{x}_B$ a $\bar{x}_C$. $R\bar{x}$ je rozpětí těchto třech hodnot.
- pro každý pár hodnot (řada 1, řada 2) je stanoveno rozpětí (R_i = největší hodnota - nejmenší hodnota) (pro každého zkušebního technika a každý kontrolovaný díl).
- z jednotlivých rozpětí je nakonec vypočteno střední rozpětí pro měření každého zkušebního technika ($\bar{R}_A$, $\bar{R}_B$ a $\bar{R}_C$).
- z 6 výsledků měření každého objektu je vypočtena střední hodnota (v příkladu sloupec zcela vpravo).
- největší R_p udává rozpětí středních hodnot v pravém sloupci (rozdíl největší a nejmenší střední hodnoty $\bar{x}_i$).
- další výpočty odpovídají vzorcům ve vyhodnocovacím listu (pro 2 zkušební techniky činí $K_2 = 0,7071$).

Měřicí proces je způsobilý při splnění požadavku $\%GRR \leq 10\%$ (ndc viz upozornění).

Postupový diagram:



Upozornění k metodě 2 a 3

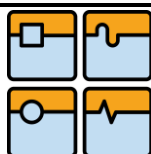
Pro jednostranně zdola omezené parametry nelze stanovit toleranci T . V tomto případě existuje možnost vztáhnout GRR k celkové velikosti rozptylu TV (Gesamtstreuung), přičemž

$$TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$$

$$\text{Potom } \%GRR = 100 \cdot \frac{GRR}{TV}$$

Parametr ndc označuje počet tříd, které lze ještě rozlišit v rámci velikosti rozptylu výrobního procesu (při použití tohoto měřicího procesu). ndc je vždy zaokrouhlován na celé číslo. Dle MSA by hodnota ndc měla činit $ndc \geq 5$.

$ndc < 5$ znamená, že GRR je příliš vysoký vzhledem k rozptylu dílů (Teilestreueung). Toto může způsobovat problémy při používání vyhodnocovacích karet nebo klasifikaci v rámci tolerančního rozsahu.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

BOSCH
Qualitätssicherung**Způsobilost měř. procesu**
Metoda 2Č. protokolu:
9911015.....

List: ...2.....

Měřidlo:

Stanově tě:

W025

Název:

Délkové měřidlo

Č. měřidla:

JML9Q002

Rozlišení:

0,001 mm

Parametr:

Měřený objekt:

hřídel

Č. výkresu:

1460320000

Název parametru:

vnější průměr

Jmenovitá hodn.:

(6,000 ± 0,03) mm

Tolerance T:

0,06 mm

Etalon:

Název:

Č. měřidla:

Ref. hodnota x_m : U_{95} :**Postup měření:** ruční manipulace; měřicí bod uprostřed válce; teplota v místnosti 20,2 °C**Výsledek dle metody 1:** Č. protokolu: 9911015 List: 1 Datum: 05.11.2002 $C_{gk} = 1,64$ **Tabulkové hodnoty v:** mm**Odchylka od:** ---

		Zk. technik A: Wiegand			Zk. technik B: Kunz			Zk. techn. C: Hagedorn				
Č. objektu	Rada 1	Rada 2	R_{1A}	Rada 1	Rada 2	R_{1B}	Rada 1	Rada 2	R_{1C}	$\bar{x}_i$		
	1	6,029	6,030	0,001	6,033	6,032	0,001	6,031	6,030	0,001	6,031	
	2	6,019	6,020	0,001	6,020	6,019	0,001	6,020	6,020	0,000	6,020	
	3	6,004	6,003	0,001	6,007	6,007	0,000	6,010	6,006	0,004	6,006	
	4	5,982	5,982	0,000	5,985	5,986	0,001	5,984	5,984	0,000	5,984	
	5	6,009	6,009	0,000	6,014	6,014	0,000	6,015	6,014	0,001	6,013	
	6	5,971	5,972	0,001	5,973	5,972	0,001	5,975	5,974	0,001	5,973	
	7	5,995	5,997	0,002	5,997	5,996	0,001	5,995	5,994	0,001	5,996	
	8	6,014	6,018	0,004	6,019	6,015	0,004	6,016	6,015	0,001	6,016	
	9	5,985	5,987	0,002	5,987	5,986	0,001	5,987	5,986	0,001	5,986	
	10	6,024	6,028	0,004	6,029	6,025	0,004	6,026	6,025	0,001	6,026	
$\bar{x}_A$		$\bar{R}_A$		$\bar{x}_B$		$\bar{R}_B$		$\bar{x}_C$		$\bar{R}_C$		R_p
6,0039		0,0016		6,0058		0,0014		6,0054		0,0011		0,06

Vyhodnocení:

Střední rozpětí	$\bar{R} = (\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C)/3$	0,00137	mm
Rozpětí středních hodnot pro vliv obsluhy	$R_{\bar{x}} =$	0,00190	mm
Opakovatelnost (Equipm. Var. EV) $K_1 = 0,8862$	$EV = \bar{R} \cdot K_1 =$	0,00121	mm
Reprodukovatelnost (Appraiser Var. AV) $K_2 = 0,5231$	$AV = \sqrt{(\bar{R}_x \cdot K_2)^2 - EV^2/(n \cdot r)}$	0,00096	mm
Opakovatelnost a reprodukovatelnost (Gage R&R: GRR)	$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2} =$	0,00154	mm
Rozptyl dílů (Part Variation PV) $K_3 = 0,3146$	$PV = R_p \cdot K_3 =$	0,01825	mm
ndc (počet rozlišitelných tříd) $ndc \geq 5 ?$	$ndc = 1,41 \cdot (PV/GRR) =$	16	
%GRR	$\%GRR = 6 \cdot 100 \cdot (GRR/T)$	15,4	%
$\%GRR \leq 10 \%$ ☐	$10 \% < \%GRR \leq 30 \%$ ☒	$\%GRR > 30 \%$ ☐	
způsobilý	částečně způsobilý	nezpůsobilý	

Poznámka: Provést analýzu měřicího procesu

Datum: 05.11.02

Oddělení: W025

Podpis: vzor



1.1.4 Metoda 3

Cíl: kontrola způsobilosti měřicího procesu sériových dílů z hlediska rozložení rozptylu (Streuverhaltens) v případech, kdy měřicí proces není ovlivňován lidským činitelem

Popis metody:

Metoda je vhodná pro kontrolu způsobilosti měřicích procesů, které nejsou ovlivňovány manipulací zkušební technika (např. měřicí automaty). Kontrola se provádí s 25 opakovatelně měřitelnými náhodně vybranými sériovými díly, jejichž parametry se pokud možno nachází uvnitř tolerančního rozsahu.

Pokud nejsou k dispozici vhodné objekty, není možné provést kontrolu dle této metody a je nutné aplikovat dokumentované zvláštní postupy.

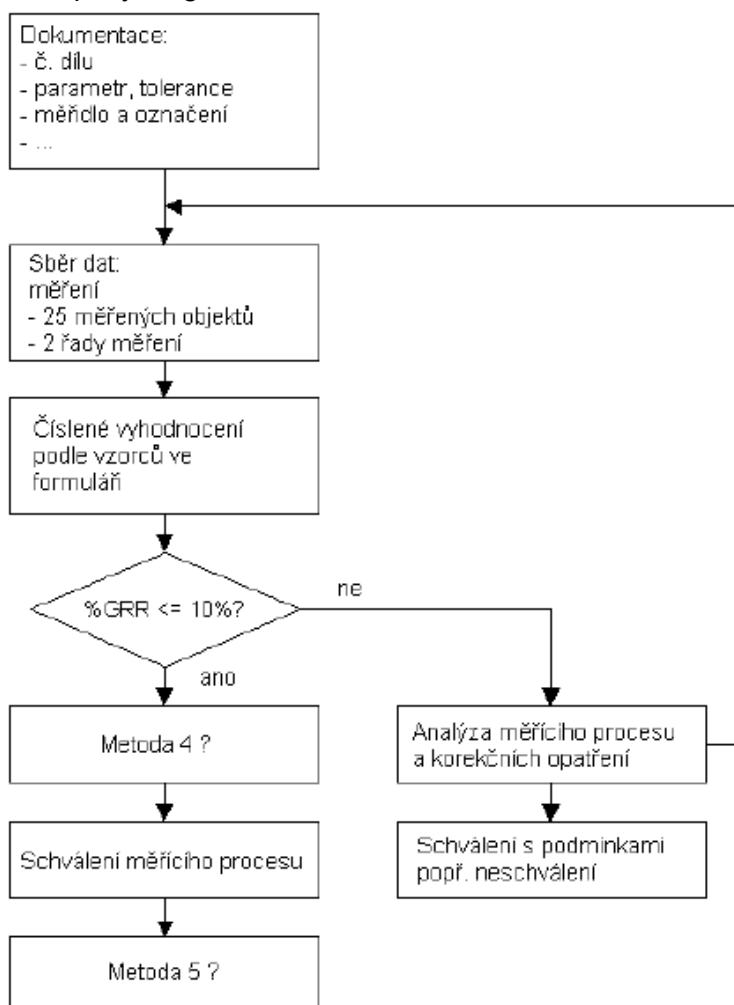
Měřené objekty musí být měřeny za opakovatelných podmínek v definovaných měřicích bodech (2 řady měření).

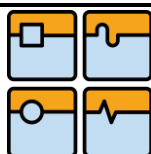
Výsledky měření jsou dokumentovány.

Vyhodnocování je prováděno dle vzorců uvedených ve formuláři.

R_p je rozpětí středních hodnot $\bar{x}_i$.

Postupový diagram:





DIPLOMOVÁ PRÁCE

BOSCH
Qualitätssicherung**Způsobnost měř. procesu
Metoda 3**Č. protokolu:
9911015.....

List: ...3.....

Měřidlo:

Stanověte:

W025

Parametr:

Měřený objekt:

hřídel

Etalon:

Název:

Název:

Délkové měřidlo

Č. výkresu:

1460320000

Č. měřidla:

Č. měřidla:

JML9Q002

Název parametru: vnější průměr

Ref. hodnota x_m :

Rozlišení:

0,001 mm

Jmenovitá hodn.:

(6,000 ± 0,03) mm

 U_{95} :

Tolerance T:

0,06 mm

Postup měření: ruční manipulace; měřicí bod uprostřed válce; teplota v místnosti 20,2 °C**Výsledek dle metody 1:**

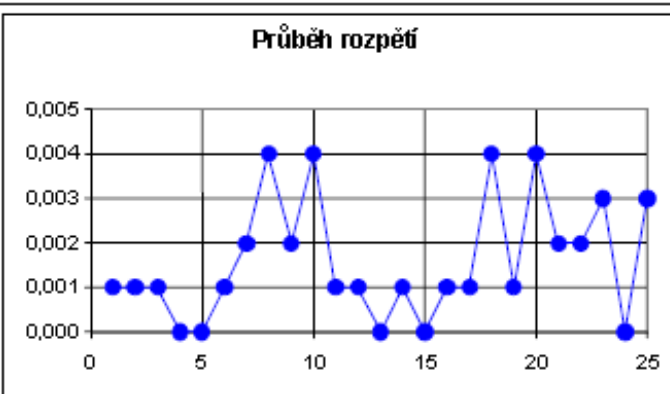
Č. protokolu: 9911015

List: 1

Datum: 05.11.2002

 $C_{pk} = 1,64$ **Tabulkové hodnoty v. mm****Odchylka od: —**

Č. Obj.	Rada 1	Rada 2	$\bar{x}_i$	R_i
1	6,029	6,030	6,030	0,001
2	6,019	6,020	6,020	0,001
3	6,004	6,003	6,004	0,001
4	5,982	5,982	5,982	0,000
5	6,009	6,009	6,009	0,000
6	5,971	5,972	5,972	0,001
7	5,995	5,997	5,996	0,002
8	6,014	6,018	6,016	0,004
9	5,985	5,987	5,986	0,002
10	6,024	6,028	6,026	0,004
11	6,033	6,032	6,033	0,001
12	6,020	6,019	6,020	0,001
13	6,007	6,007	6,007	0,000
14	5,985	5,986	5,986	0,001
15	6,014	6,014	6,014	0,000
16	5,973	5,972	5,973	0,001
17	5,997	5,996	5,997	0,001
18	6,019	6,015	6,017	0,004
19	5,987	5,986	5,987	0,001
20	6,029	6,025	6,027	0,004
21	6,017	6,019	6,018	0,002
22	6,003	6,001	6,002	0,002
23	6,009	6,012	6,011	0,003
24	5,987	5,987	5,987	0,000
25	6,006	6,003	6,005	0,003

 $R_p = 0,061$ 

Střední rozpětí

 $\bar{R} = 0,0016$ mm

Rozptyl měřicího

procesu ($K_1 = 0,8862$) $EV = \bar{R} \cdot K_1 = 0,00142$ mmRozpětí dílů PV ($K_2 = 0,25$) $PV = R_p \cdot K_2 = 0,0153$ mm $ndc \geq 5$? $ndc = 1,41 \cdot (PV/GRR) = 15$

GRR = EV

0,00142 mm

%GRR

 $\%GRR = 6 \cdot 100 \cdot (GRR/T) = 14,2$ %

%GRR ≤ 10 %

☐

způsobilý

10 % < %GRR ≤ 30 %

☒

částečně způsobilý

%GRR > 30 %

☐

nezpůsobilý

Poznámka:

Provést analýzu měřicího procesu!

Datum: 05.11.02

Oddělení: W025

Podpis: vzor



1.2 DIN 7167

Tato norma je pro nové aplikace zablokována.

Nahrazuje ji obecná norma DIN EN ISO 14405 (pro stejný význam se do výkresu vedle této normy nebo ke kótám doplní značka $\textcircled{E}$)

1.2.1 DIN 7167 - znění [2]

DIN Relationship between tolerances of size, 7167 form, and parallelism

1 Scope and field of application

The specifications given in this standard with regard to the relationship between tolerances of size, form and parallelism apply to drawings in which no reference is made in or close to the drawing title block to their being tolerated in accordance with ISO 8015 (or with its predecessor, DIN 2300).

The purpose of this standard is to clarify the corresponding specifications previously given in DIN 7184 Part 1. It is the national standard referred to in subclause 7.2 of ISO 8015 (issued as a DIN ISO Standard in July 1986), which lays down that the envelope requirement for single features is the norm and therefore does not need to be separately specified on the drawing.

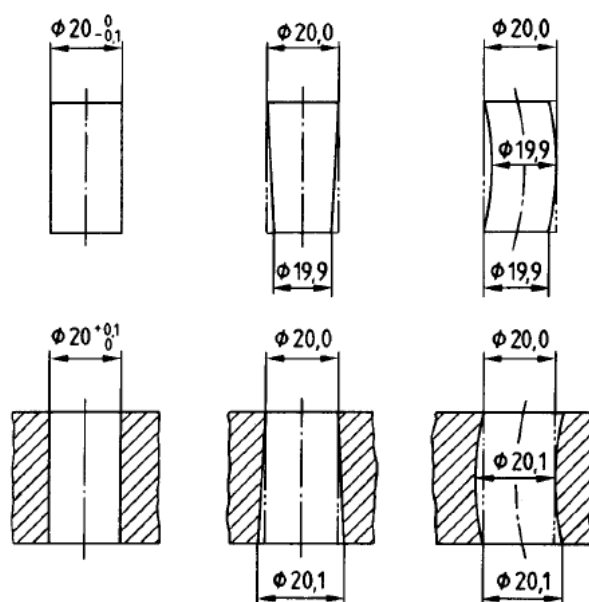
2 Envelope requirement without indication on the drawing

In the case of drawings based on DIN Standards on tolerances and fits and with no specifications to the contrary (e.g. reference to ISO 8015), the envelope requirement (see figure 1) shall apply for all features without its being separately indicated on the drawing.

This envelope requirement corresponds to the envelope requirement specified in subclause 6.1 of ISO 8015 which states that, for a single feature, i.e. a cylindrical surface or a feature established by two parallel plane surfaces, the envelope of perfect form at maximum material size of the feature shall not be violated.

That means that the deviations of form and the deviations from parallelism of opposing plane surfaces are controlled by the dimensional tolerance, unless other more specific tolerances are indicated for the features concerned by means of the symbols specified in ISO 1101, the values of these tolerances being greater than that of the dimensional tolerance of the feature.

Indication on drawing



Meaning

In the case of shafts, the surface of the feature shall not exceed the geometrically ideal form (cylinder) at its maximum material limit of size (envelope requirement), nor shall the actual size be smaller than the minimum material limit of size at any point.

The cylinder at its maximum material limit of size is embodied by the GO ring gauge.

In the case of holes, the surface of the feature shall not be smaller than the geometrically ideal form (cylinder) at its minimum material limit of size (envelope requirement), nor shall the actual size be greater than the maximum material limit of size at any point.

The cylinder at its minimum material limit of size is embodied by the GO plug gauge.

Figure 1. Envelope requirement



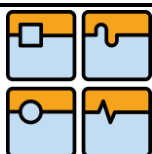
1.2.2 DIN 7167 – podmínky měření

Měření a vyhodnocování dle této normy není zcela jednoznačné a je možno si ho vykládat několika způsoby. Aby nedocházelo k jeho špatnému pochopení, byla vytvořena tabulka s měřicími podmínkami, které je při měření nutno dodržet, aby byl výstup výsledků správný. Jestliže je ve výkresové specifikaci předepsaná norma ISO 8015 nebo DIN EN ISO 14405, musí se použít stejný princip měření a vyhodnocení (u rozměru musí být předepsaná značka $\textcircled{E}$).

SNÍMANÝ PRVEK CHARAKTERU VÁLEC nebo KRUŽNICE (vnější, vnitřní)

CHARAKTERISTIKA		FILTR GAUSS (přip. filtr SPLINE)	ELIMINACE ODL. HODNOT	METODA PŘÍPASOVÁNÍ	VYHODNOCENÍ		POZNÁMKA
					DVOUBODOVÝ ROZMĚR (místní rozměr)	OBÁLKOVÝ ROZMĚR (celkový rozměr)	
ZÁKLADNÍ dle DIN EN ISO 5459		•	•	OBÁLKA	–	–	
PRŮMĚR dle	DIN 7167	•	•	OBÁLKA	•	•	Jen u rozměrů VQS / u prvků, kde dochází k lícování Na válec snímáme n ... počet řezů Dvoubodovým vyhodnocením zjistíme mez na minimu materiálu měřeného prvku (u válce z každých n - počtu řezů) Obálkovým vyhodnocením zjistíme mez na maximu materiálu měřeného prvku
	ISO 8015 $\textcircled{E}$						
	DIN 14405 $\textcircled{E}$						
ÚCHYLKA TVARU		•	•	ČEBYŠEV	–	–	
POLOHA, příp. s $\textcircled{A}$ $\textcircled{B}$ $\textcircled{C}$ $\textcircled{D}$		•	•	OBÁLKA	–	•	U závislé tolerance převzít hodnotu pro průměr z obálkového rozměru.
SOUDSOST, příp. s $\textcircled{A}$ $\textcircled{B}$ $\textcircled{C}$ $\textcircled{D}$		•	•	OBÁLKA	–	•	U závislé tolerance převzít hodnotu pro průměr z obálkového rozměru.
VZDÁLENOST		•	•	OBÁLKA	–	•	Jen u rozměrů VQS a u prvků, kde dochází k lícování.
				GAUSS			U ostatních (nedůležitých) prvků.
OBYDOVÉ HÁZENÍ		•	•	–	–	–	
SKLON		•	•	–	–	–	
ROVNOBĚŽNOST		•	•	–	–	–	
KOLMOST, příp. s $\textcircled{A}$ $\textcircled{B}$ $\textcircled{C}$ $\textcircled{D}$		•	•	–	–	•	U závislé tolerance převzít hodnotu pro průměr z obálkového rozměru.
ZÁVIT		•	•	GAUSS	–	–	Závít snímán v samostatném režimu ve spirále (ØPD).

Legenda : • Ano
– Ne



2 Návrh kontrolních procesů zadaných operací

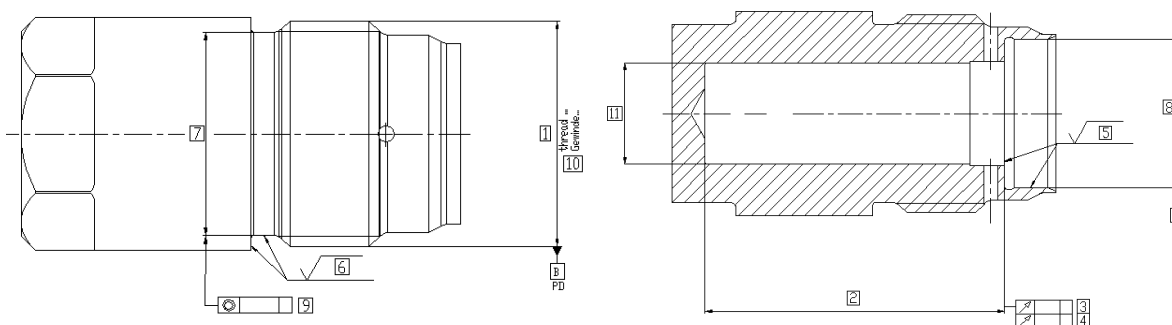
Jednotlivé kontrolní procesy a připomínky, týkající se měřicí metodiky nebo výrobní dokumentace, jsou v této práci popsány samostatně pro každý dílec.

Zpracované informace jsou pouze pro důležité rozměry, které jsou definované v ICL (VQS) listu každého dílce.

2.1 Valve Hausing (Ventilgehaeuse)



Obrázek 3 - Valve Hausing



Obrázek 4 – důležité rozměry (dle ICL-List)

1. Závit

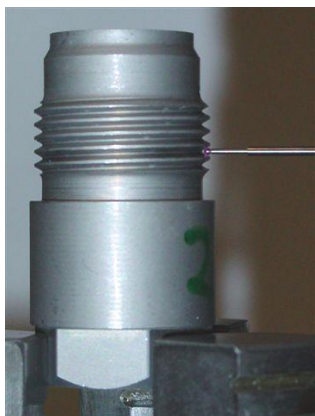
- rozměrové vyhodnocení závitů (d_2 ; d_3) dle „Bosch Norm“ N13 C25
- střední průměr je možno vyhodnocovat pomocí měřicích drátků (obrázek 5)
- základna B je počítána ze středního průměru závitů, proto je vhodné do výkresu doplnit značku PD, aby nedošlo k nedorozumění a základna se nepočítala např. z velkého průměru závitů (špičky závitů jsou přesoustružené)
- doporučené měření a následné vyhodnocení osy (základny B) ze závitů:
 - na tříosovém stroji pomocí samostředícího režimu nasnímat celou délku závitů (pouze plný profil závitů)
 - průměr snímacího dotyku (kuličky) by měl odpovídat průměru drátků, které se používají pro měření daného středního průměru (pomocí mikrometru)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

- o na snímání závitu pomocí samostředícího režimu byl vypracován měřicí postup (měřicí postup 1) a ověřen dle MSA (více bod 9. - *Souosost průměru za závitem k základně B*)

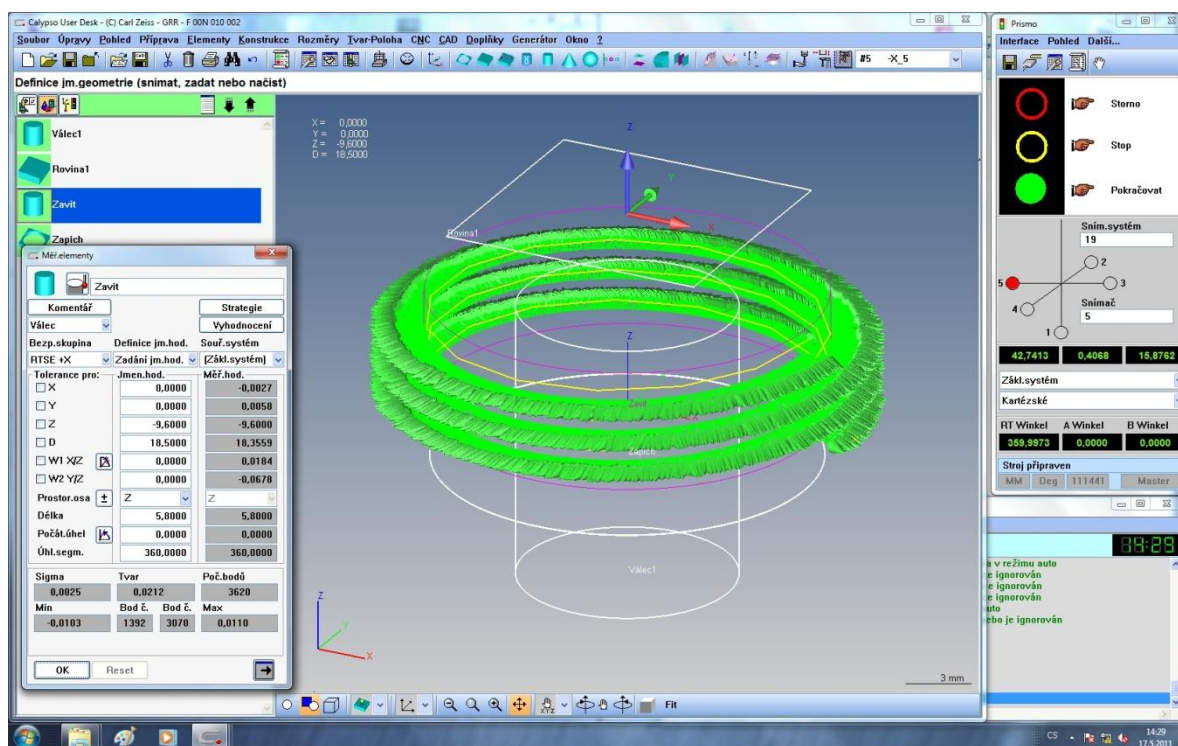
Měřicí postup 1 – snímání reference B pomocí samostředícího režimu a otočného stolu



1. Pro měření použít snímací kuličku o velikosti průměru přibližně rovném průměru drátků, které se používají pro měření středního průměru daného závitu (tabulka přiložena)
2. Pomocí optického stereomikroskopu zjistit, kde na dílci začíná a končí plný profil závitu (orientace dle velkého průměru). Místa označit.
3. Spočítat počet stoupání plného profilu závitu
4. Upnutí dílce se provádí za šestihran (tři čelisti)
5. Snímání ve směru osy -X
 - musí se provádět pouze na plném profilu závitu
 - najet na začátek plného profilu závitu (začátek nalezen v kroku 1)

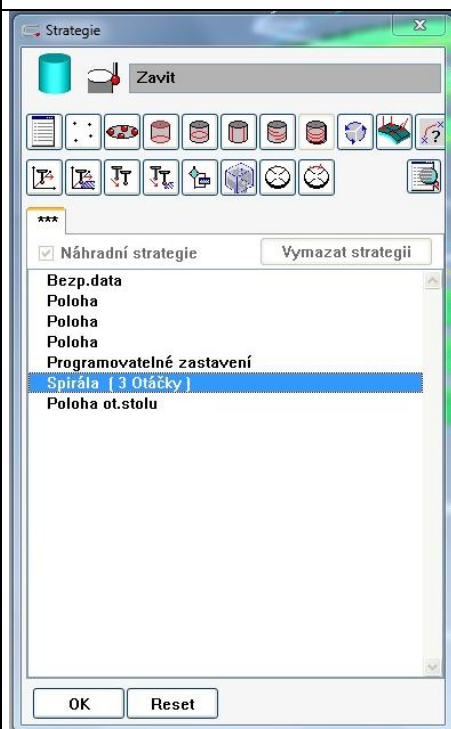
Následující popsané nastavování je pro software Zeiss Calypso

6. najet snímačem před závit (dodržit přibližné najetí v ose Y a Z) a vytvořit mezipolohu; v ose Y co nejbližší najetí na nulu, v ose Z střed kuličky snímače přibližně na střed závitu

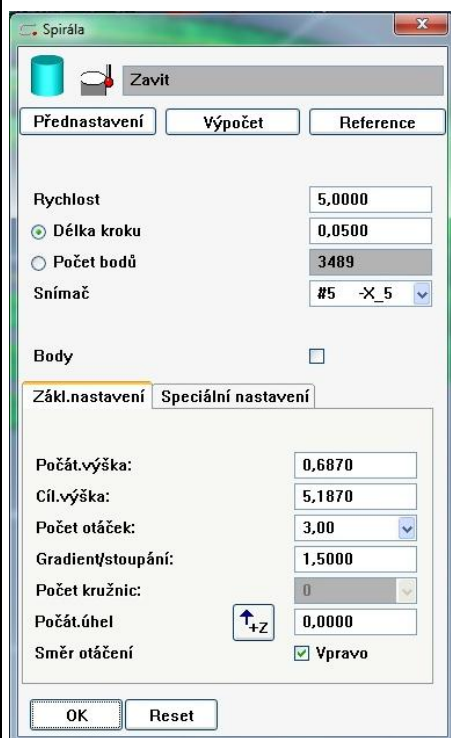




7. nahrubo nasnímat válec (ze závitu)
8. otevřít tento válec a provést zadání, případně editaci parametru pro samostředění závitu:
 - dialogové okno "měřené elementy" zde zadat pro souřadnice X, Y "0"; pro úhel W1 a W2 "0"
 - dialogové okno "strategie": vymazat původní předběžně nasnímané body a vytvořit "spirálu"; u mezipolohy opravit souřadnici Y na "0"



- dialogové okno "strategie" vymazat původní předběžně nasnímané body a vytvořit "spirálu"
- u mezipolohy opravit souřadnici Y na "0"



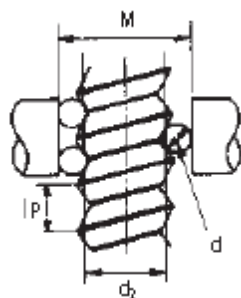
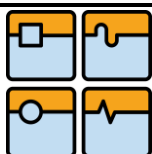
- dialogové okno " spirála "
 - záložka " základní nastavení "
 - rychlost 5 mm/s
 - interval snímání 0,05
 - počáteční výška, zde zadat hodnotu osy "Z" z mezipolohy, která je ve strategii
 - počet otáček (dle plného závitu)
 - gradient / stoupání
 - měřicí síla 0,1 N
 - ostatní parametry zde necháme nezměněny



DIPLOMOVÁ PRÁCE

- dialogové okno " spirála "
 - záložka "speciální nastavení"
 - aktivovat " samostředící režim "
 - aktivovat " scanning s otč. stolem "

- dialogové okno " samostředící snímání "
 - aretovat osu " Y "
 - aktivovat "vlastní výběr" a zde zadat pro " F x" 100mN (zde musíme zadat znaménko "mínus", které nám říká, že bude provedeno snímání ve směru osy -X o síle 100mN)
 - OK



P = stoupání závitu
 d_0 = průměr měřicího drátku
 d_2 = střední průměr závitu
 M = měřený rozměr přes drátku při měřicí síle δ
 α = měřený rozměr přes drátku při měřicí síle δ
 δ = korekční faktor

$$M = d_2 + \frac{d_0}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{P}{2 \tan \frac{\alpha}{2}} + d_0 + \delta$$

$$d = \frac{d_0}{2} \cdot \frac{P^2}{\pi^2} \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cot \frac{\alpha}{2}}{d_2^2}$$

Označení závitu	Stoupání	Střední průměr	Průměr měřicího drátku	Rozměr přes drátku		Označení závitu	Stoupání	Střední průměr	Průměr měřicího drátku	Rozměr přes drátku	
	P	d_2	d_0	M	$M-d_2$		P	d_2	d_0	M	$M-d_2$
M 1	0,25	0,838	0,170	1,133	0,295	M 16	2,00	14,701	1,350	17,021	2,320
M 1,2	0,25	1,038	0,170	1,332	0,294	M 20	2,50	18,376	1,650	21,163	2,787
M 1,4	0,30	1,205	0,170	1,456	0,251	M 22	2,50	20,376	1,650	23,163	2,787
M 1,7	0,35	1,473	0,220	1,831	0,358	M 24	3,00	22,051	2,050	25,606	3,555
M 2	0,40	1,740	0,250	2,145	0,405	M 27	3,00	25,051	2,050	28,605	3,554
M 2,3	0,40	2,040	0,250	2,444	0,404	M 30	3,50	27,727	2,050	30,848	3,121
M 2,6	0,45	2,308	0,290	2,789	0,481	M 33	3,50	30,727	2,050	33,848	3,121
M 3	0,50	2,675	0,290	3,113	0,438	M 36	4,00	33,402	2,550	37,591	4,189
M 3,5	0,60	3,110	0,335	3,596	0,486	M 39	4,00	36,402	2,550	40,590	4,188
M 4	0,70	3,545	0,455	4,305	0,760	M 42	4,50	39,077	2,550	42,832	3,755
M 5	0,80	4,480	0,455	5,153	0,673	M 45	4,50	42,077	2,550	45,832	3,755
M 6	1,00	5,350	0,620	6,346	0,996	M 48	5,00	44,752	3,200	50,025	5,273
M 8	1,25	7,188	0,725	8,282	1,094	M 52	5,00	48,752	3,200	54,024	5,272
M 10	1,50	9,026	0,895	10,414	1,388	M 56	5,50	52,428	3,200	57,267	4,839
M 12	1,75	10,863	1,100	12,650	1,787	M 60	5,50	56,428	3,200	61,267	4,839
M 14	2,00	12,701	1,350	15,021	2,320						

Obrázek 5 - měření závitů měřicími drátky [5]

2. Hloubka

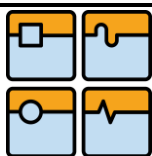
- vyhodnocovat dle normy DIN 7167
- pro vyrovnání (0-bod) použít plochu, která má definované tolerance házení k základnám A a B (plocha s větším průměrem), a poté změřit celou plochu a vyhodnotit dvě vzdálenosti (minimální a maximální). Pro porovnávání výsledků nebo kvůli statistickému sledování je nutné, vyhodnocovat vzdálenost ploch v ose dílce. Výše definovaná podmínka musí být dodržena.

3. Čelní házení k základně A

- základnu A nasnímat jako obalový prvek dle ISO 5459 (válec vypočítat minimálně ze tří nasnímaných rovin)
- čelní házení se musí vyhodnocovat na největším průměru (velikost je shodná s průměrem základny A)
- vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101

4. Čelní házení k základně B

- základnu B vyhodnocovat ze středního průměru závitu (metodika popsána v bodě 1.)
- čelní házení se musí vyhodnocovat na největším průměru (velikost je shodná s průměrem základny A)
- vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101

5. Drsnost R_{zmax}

- vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 4287, DIN EN ISO 4288, DIN EN ISO 3274
- při využití maximální povolené tolerance drsnosti dle specifikace nelze dodržet celkovou dráhu pro změření drsnosti, která pokud není definováno jinak, je rovna součtu pěti základních délek. Pro předepsanou drsnost je dle DIN EN ISO 4288 potřeba celková dráha 5,6 mm (s rozběhem a doběhem). Tento rozměr by bylo vhodné ve výkresové specifikace definovat jinak (např. menší počet základních délek).

$R_z^{1)}$ $R_{z1max}^{2)}$ μm	Einzelmeßstrecke l_r mm	Meßstrecke l_n mm
$(0,025) < R_z, R_{z1max} \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < R_z, R_{z1max} \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < R_z, R_{z1max} \leq 10$	0,8	4
$10 < R_z, R_{z1max} \leq 50$	2,5	12,5
$50 < R_z, R_{z1max} \leq 200$	8	40

¹⁾ R_z wird zugrunde gelegt beim Messen von R_z, R_v, R_p, R_c und R_t .

²⁾ R_{z1max} wird zugrunde gelegt beim Messen von $R_{z1max}, R_{v1max}, R_{p1max}$ und R_{c1max} .

RS_m mm	Einzelmeßstrecke l_r mm	Meßstrecke l_n mm
$0,013 < RS_m \leq 0,04$	0,08	0,4
$0,04 < RS_m \leq 0,13$	0,25	1,25
$0,13 < RS_m \leq 0,4$	0,8	4
$0,4 < RS_m \leq 1,3$	2,5	12,5
$1,3 < RS_m \leq 4$	8	40

DIN EN ISO 4288 – dráhy pro neperiodický a periodický profil [4]

6. Drsnost $R_{zmax 10}$

- vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 4287, DIN EN ISO 4288, DIN EN ISO 3274
- při využití maximální povolené tolerance drsnosti dle specifikace nelze dodržet celkovou dráhu pro změření drsnosti, která pokud není definováno jinak, je rovna součtu pěti základních délek. Pro předepsanou drsnost je dle DIN EN ISO 4288 potřeba celková dráha 5,6 mm (s rozběhem a doběhem). Tento rozměr by bylo vhodné ve výkresové specifikace definovat jinak (např. $P_t \Rightarrow$ velikost zjistit doporučení výrobce O-kroužků).

$R_z^{1)}$ $R_{z1max}^{2)}$ μm	Einzelmeßstrecke l_r mm	Meßstrecke l_n mm
$(0,025) < R_z, R_{z1max} \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < R_z, R_{z1max} \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < R_z, R_{z1max} \leq 10$	0,8	4
$10 < R_z, R_{z1max} \leq 50$	2,5	12,5
$50 < R_z, R_{z1max} \leq 200$	8	40

¹⁾ R_z wird zugrunde gelegt beim Messen von R_z, R_v, R_p, R_c und R_t .

²⁾ R_{z1max} wird zugrunde gelegt beim Messen von $R_{z1max}, R_{v1max}, R_{p1max}$ und R_{c1max} .

RS_m mm	Einzelmeßstrecke l_r mm	Meßstrecke l_n mm
$0,013 < RS_m \leq 0,04$	0,08	0,4
$0,04 < RS_m \leq 0,13$	0,25	1,25
$0,13 < RS_m \leq 0,4$	0,8	4
$0,4 < RS_m \leq 1,3$	2,5	12,5
$1,3 < RS_m \leq 4$	8	40

DIN EN ISO 4288 – dráhy pro neperiodický a periodický profil [4]

7. Průměr za závitem

- vyhodnocovat dle normy DIN 7167
- rozlišení měřidla min. 1 μm

8. Průměr pro Valve Insert

- vyhodnocovat dle normy DIN 7167
- rozlišení měřidla min. 1 μm

9. Souosost průměru za závitem k základně B

- základnu B vyhodnocovat ze středního průměru závitu (metodika popsána v bodě 1)
- vyhodnocovat dle DIN EN ISO 1101
- pro toto měření bylo provedeno ověření dle metody 2 (% GRR = 4,89%)

10. Velký průměr závitu

- závit musí být přesoustružený na definovaný průměr
- vyhodnocovat dle normy DIN 7167 (vyhodnocovat pouze plný profil závitu)



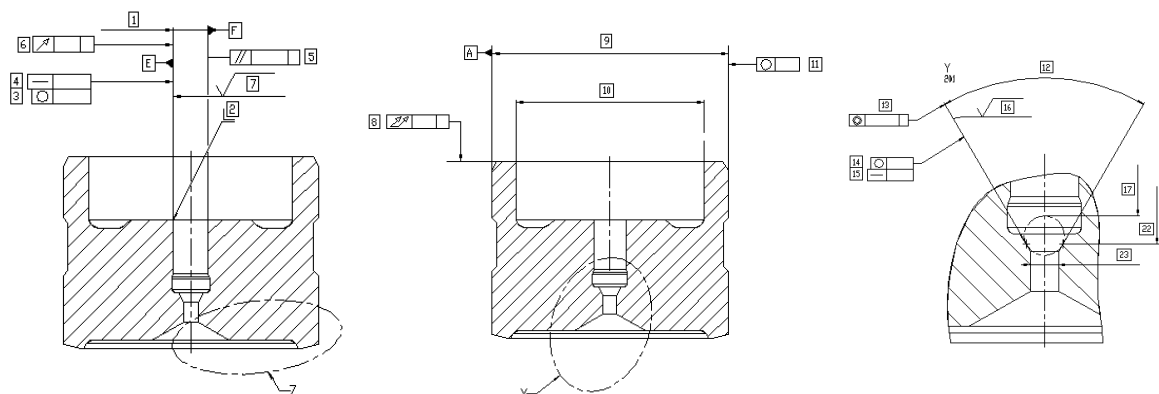
11. Průměr pro pružinu

- vyhodnocovat dle normy DIN 7167
 - vyhodnocovat v celé délce
celková vyhodnocovaná délka = celková skutečná délka – (všeobecná povolená hrana + maximální rádius)

2.2 Valve Insert (Ventileinsatz)



Obrázek 6 - Valve Insert



Obrázek 7 – důležité rozměry (dle ICL-List)

1. Průměr pro Valve Piston

- vyhodnocovat dle normy DIN 7167, která je však zpřísněná o předepsanou geometrickou toleranci kruhovitosti, přímosti a rovnoběžnosti => při minimu materiálu nelze pro geometrické tolerance uplatnit celou průměrovou toleranci, ale pouze předepsané tolerance pro jednotlivé geometrické úchytky a při maximu materiálu musí být geometrické tolerance nulové
- vyhodnocovat z celého válce minimálně ve čtyřech rovinách (celý element mimo výkresovou specifikaci povolených hran)
- měřidlo musí mít minimální rozlišení 0,00015

2. Hrana

- vyhodnocovat dle normy ISO 13715
- začátek hrany je rozhraní, kdy se hranu svírající element dostává mimo svou rozměrovou toleranci (definice pro nejednoznačné určení začátku a konce hrany)

3. Kruhovitost v průměru pro Valve Piston
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
 - při maximu materiálu musí být geometrická tolerance nulová (dle DIN 7167)
 - minimálně 4 měření
 - rozsah vyhodnocení = celá „skutečná“ délka průměru (mimo oblastí, kde je povoleno sražení hran)
4. Přímost v průměru pro Valve Piston
 - vyhodnocovat dle DIN EN ISO 1101
 - při maximu materiálu musí být geometrická tolerance nulová (dle DIN 7167)
 - minimálně čtyři měření po 90°
 - rozsah vyhodnocení = celá „skutečná“ délka průměru (mimo oblastí, kde je povoleno sražení hran)
5. Rovnoběžnost protilehlých stran (základna E) v průměru pro Valve Piston
 - základnu E nasnímat jako obalový prvek dle ISO 5459
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
 - při maximu materiálu musí být geometrická tolerance nulová (dle DIN 7167)
 - minimálně čtyři měření po 90°
 - rozsah vyhodnocení = celá „skutečná“ délka průměru (mimo oblastí, kde je povoleno sražení hran)
6. Obvodové házení k základně A v průměru pro Valve Piston
 - základnu A nasnímat jako obalový prvek dle ISO 5459 (výpočet minimálně ze čtyř rovin)
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
 - vyhodnocovat z celého válce minimálně ve čtyřech rovinách
 - rozsah vyhodnocení = celá „skutečná“ délka průměru (mimo oblastí, kde je povoleno sražení hran)
7. Drsnost R_{zmax} v průměru pro Valve Piston
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 4287, DIN EN ISO 4288, DIN EN ISO 3274
 - při využití maximální povolené tolerance drsnosti dle specifikace nelze dodržet celkovou dráhu pro změření drsnosti, která pokud není definováno jinak, je rovna součtu pěti základních délek. Pro předepsanou drsnost je dle DIN EN ISO 4288 potřeba celková dráha 5,6 mm (s rozběhem a doběhem). Tento rozměr by bylo vhodné ve výkresové specifikace definovat jinak (např. menší počet základních délek).

$R_z^{1)}$ $R_{z1max}^{2)}$ μm	Einzelmeßstrecke l_r mm	Meßstrecke l_n mm
$(0,025) < R_z, R_{z1max} \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < R_z, R_{z1max} \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < R_z, R_{z1max} \leq 10$	0,8	4
$10 < R_z, R_{z1max} \leq 50$	2,5	12,5
$50 < R_z, R_{z1max} \leq 200$	8	40

¹⁾ R_z wird zugrunde gelegt beim Messen von R_z, R_v, R_p, R_c und R_t .

²⁾ R_{z1max} wird zugrunde gelegt beim Messen von $R_{z1max}, R_{v1max}, R_{p1max}$ und R_{c1max} .

RS_m mm	Einzelmeßstrecke l_r mm	Meßstrecke l_n mm
$0,013 < RS_m \leq 0,04$	0,08	0,4
$0,04 < RS_m \leq 0,13$	0,25	1,25
$0,13 < RS_m \leq 0,4$	0,8	4
$0,4 < RS_m \leq 1,3$	2,5	12,5
$1,3 < RS_m \leq 4$	8	40

DIN EN ISO 4288 – dráhy pro neperiodický a periodický profil

8. Celkové čelní házení k základně A
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
 - základnu A nasnímat jako obalový prvek dle ISO 5459 (výpočet minimálně ze čtyř rovin)

- jelikož se jedná o plochu, která má šířku kolem 1 mm, je zcela zbytečné, vyhodnocovat celkové čelní házení
9. Průměr do Valve Holder (základna A)
 - vyhodnocovat dle normy DIN 7167, která je však zpřísněná o předepsanou geometrickou toleranci kruhovitosti => při minimu materiálu nelze pro geometrickou toleranci uplatnit celou průměrovou toleranci, ale pouze předepsanou toleranci pro geometrickou úchylku a při maximu materiálu musí být geometrické tolerance nulové
 - vyhodnocovat z celého válce minimálně ve čtyřech rovinách
 - rozsah vyhodnocení = celá „skutečná“ délka průměru (mimo oblastí, kde je povoleno sražení hran)
 10. Průměr pro Cupped Washer
 - vyhodnocovat dle normy DIN 7167
 - vyhodnocovat z celého válce minimálně ve čtyřech rovinách
 - rozsah vyhodnocení = celá „skutečná“ délka průměru (mimo oblastí, kde je povoleno sražení a zaoblení hran)
 11. Kruhovitost na průměru do Valve Holder
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
 - při maximu materiálu musí být geometrická tolerance nulová (dle DIN 7167)
 - minimálně 4 měření
 - rozsah vyhodnocení = celá „skutečná“ délka průměru (mimo oblastí, kde je povoleno sražení hran)
 12. Úhel těsnícího kuželu
 - špatný přístup = obtížné měření
 - měření na profiloměru (rozřízlý dílec)
 13. Souosost těsnícího sedla se základnou F
 - špatný přístup = obtížné měření
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
 - základnu A nasnímat jako obalový prvek dle ISO 5459 (výpočet minimálně ze čtyř rovin)
 - měření se provádí kolmo na osu dílce (měřicí dotyk je rovnoběžně s osou dílce)
 - nutné důkladné fyzické vyrovnaní snímače a dílce (měření v zenitu dílce)
 - měřicí metody:
 1. na třísouřadnicovém měřicím stroji pomocí samostředícího režimu (snímací dotek s kuličkou o průměru 1,0 mm až 1,5 mm)
 2. na kruhoměru (zjištění měřicího místa lze provést odměřením od průměru pod kuželem)
 14. Kruhovitost těsnícího sedla
 - špatný přístup = obtížné měření
 - vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
 - měření se provádí kolmo na osu dílce (měřicí dotyk je rovnoběžně s osou dílce)
 - nutné důkladné fyzické vyrovnaní snímače a dílce (měření v zenitu dílce)
 - měření na kruhoměru:
 1. na rozřízlém kusu (např. při vzorkování – podrobný rozbor těsnícího kuželu)
 2. odměřením od průměru pod kuželem (při sériovém měření)

15. Přímost těsnícího sedla

- špatný přístup = obtížné měření
- vyhodnocovat dle normy DIN EN ISO 1101
- měření na profiloměru (rozřízlý dílec)
- vyhodnocovat celou délku kuželu (zkrácenou o povolené sražení – všeobecné hrany definované v razítku)

16. Hloubka profilu těsnícího sedla

- špatný přístup = obtížné měření
- měření na drsnoměru (rozřízlý dílec)
- dráha 0,1 mm
- podmínka soustředných stop po obrábění

17. Hloubka od čela na kuličku

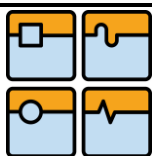
- Několik metod měření
 1. Měření přes kuličku úchylkoměrem – standardně by se měření provádělo tak, že by se dílec položil čelem na měřicí desku a úchylkoměrem by se odečetla vzdálenost mezi kuličkou dané hodnoty (v sedle) a průměrnou hodnotou z několika měření na čele základny B, aby se výsledek promítl do osy dílce.
Upnutí dílce lze i do přesného svěráku za průměr základny A.
 2. Měření na třísořadnicovém stroji – pomocí samostředění se snímacím dotykem s kuličkou daného průměru. Výsledek promítnout do osy dílce.
 3. Měření na profiloměru - měření na rozřízlém dílci (radiálně-axiální řez; zůstává celé sedlo). Měření se provádí z celého sedla a délka se vyhodnocuje k jednomu bodu na čele. Tato metoda je pouze orientační, protože při měření vzniká několik chyb, které se mohou sčítat (slouží pouze k ověření předchozích metod, kde se k měření používá kulička; grafický výstup z tohoto měření je protokol, který může sloužit k prokazování neshody s výkresovou dokumentací)

22. Hloubka od čela na teoreticky přesný průměr na kuželu

- špatný přístup = obtížné měření
- Měření na profiloměru - měření na rozřízlém dílci (radiálně-axiální řez; zůstává celé sedlo). Měření se provádí z celého sedla a délka se vyhodnocuje k jednomu bodu na čele.

23. Průměr pod těsnícím kuželem

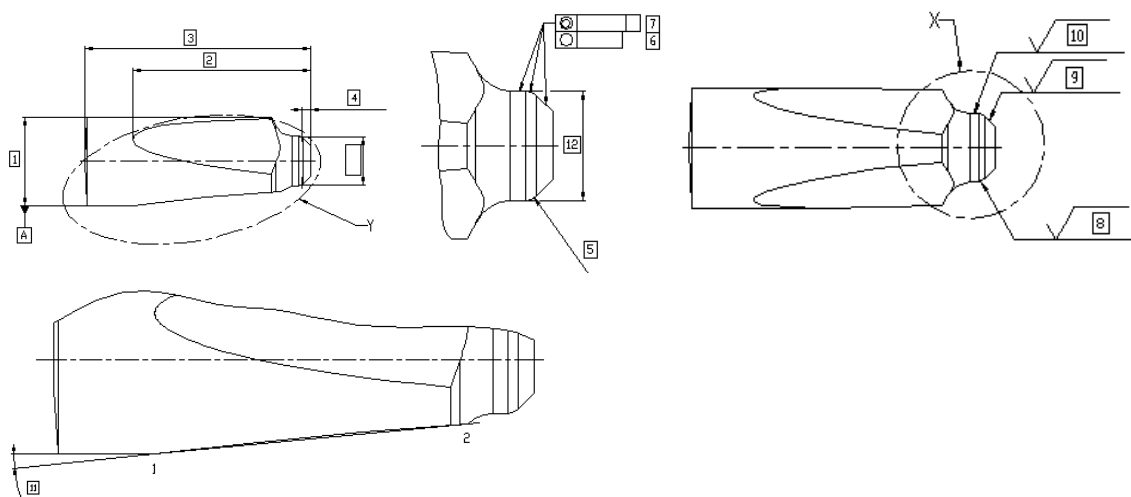
- špatný přístup = obtížné měření
- vyhodnocovat dle normy DIN 7167
- měření na měřicím mikroskopu
- měřidlo musí mít minimální rozlišení 0,0015



2.3 Valve Piston (Ventilkolben)



Obrázek 8 - Valve Piston



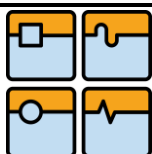
Obrázek 9 – důležité rozměry (dle ICL-List)

1. Průměr do Valve Insert

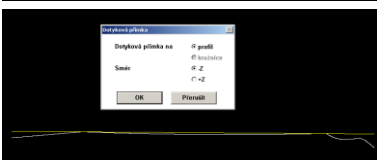
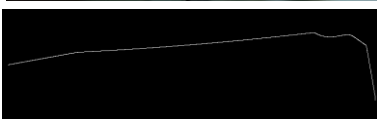
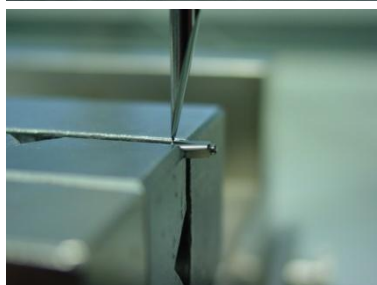
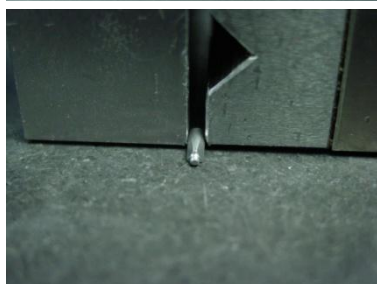
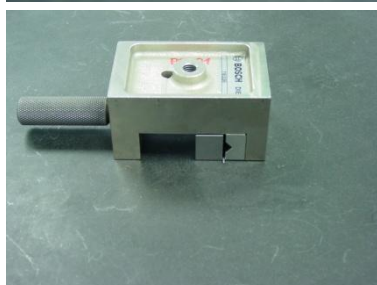
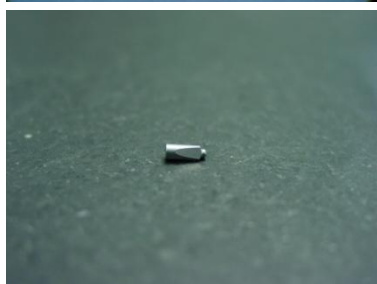
- měřidlo s rozlišovací schopností menší jak 0,00005 mm (dle Bosch sešitu 10)
- DIN 7167 => geometrické tolerance jsou vázány na průměr dílce, tj. při minimu materiálu může být geometrická tolerance největší (možno využití tolerance průměru) a při využití maxima materiálu musí být geometrická tolerance prvku nulová (každý bod válce musí být v toleranci průměru)

2. Délka plošky (3krát)

- měření tohoto rozměru při dotykovém jednorovinném snímání je náročné na vyrovnaní, aby bylo dodrženo měření nejdelší vzdálenosti od čela (při osovém pootočení dílce může dojít ke změření kratší délky, než je skutečná) = měřicí postup 2
- měřicí postup byl vypracován i pro měření rádiusu plošky mezi body 1 a 2 (jsou definovány na výkrese) a úhlu, který je jako důležitý rozměr zanesen pod bodem 11



Měřicí postup 2 – vyhodnocení úhlu, rádiusu a délky tří plošek



1. Upnutí dílce

- Položit dílec jednou ze tří plošek (měřená) na přesnou měřicí desku

- Upnout dílec do svěráku za velký průměr (základna A)

- Dílec nechat na přesné měřicí desce
- Svěrák otočit a položit na desku

- Svěrák přesunout = čelisti jsou rovnoběžně se základnou A
- Sevřít čelisti (nesmí dojít k osovému pootočení dílce)

2. Vyrovnání

vyrovnat (měření musí být provedeno na zenitu dílce) a naklopit dílec (úhel svěráku cca. 15°)

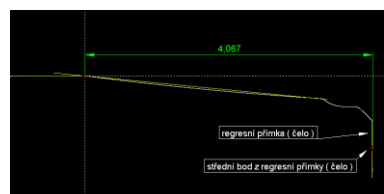
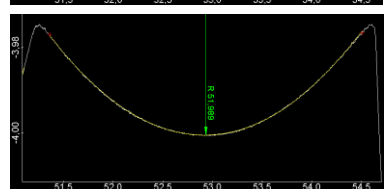
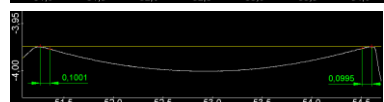
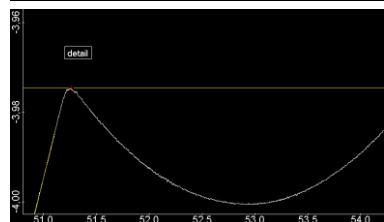
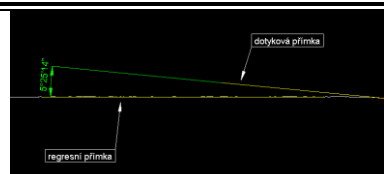
3. Nasnímat profil.

4. Parametry snímání:

- Rychlost snímání 0,3 mm/s
- Vzdálenost bodů 0,001 mm
- Měřicí síla 10 mN

5. Přibližně srovnat nasnímaný profil

6. Spustit ve směru osy - Z dotykovou přímku (obalovou přímku)



Vyhodnocení úhlu plošky

7. Regresní přímku z velkého průměru (základna A; 80 až 90% nasnímaného povrchu mimo sražení a deformovaných přechodových oblastí)
8. Změřit úhel – výsledek

Vyhodnocení rádiusu plošky

9. Vytvořit průsečíky profilu s dotykovou přímkou (vytvořena v kroku 6)
10. Ve vzdálenosti 0,100 mm od dotykových bodů vytvořit body profilu
11. Mezi vytvořenými body proložit regresní kružnici = výsledek

Vyhodnocení délky plošky

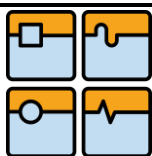
12. Vyrovnat změřený dílec za velký průměr (základna A)
13. Regresní přímka (80 až 90% celkového průměru čela, mimo sražení a deformovaných přechodových oblastí)
14. Střední bod z regresní přímky čela
15. Změřit vzdálenost mezi středním bodem regresní přímky (čelo) a dotykovým bodem (získaný dle bodu 9; dle výkresu bod 1) = výsledek

3. Celková délka dílce

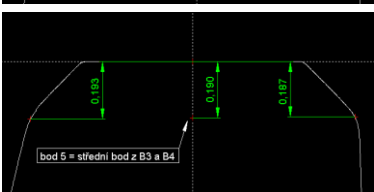
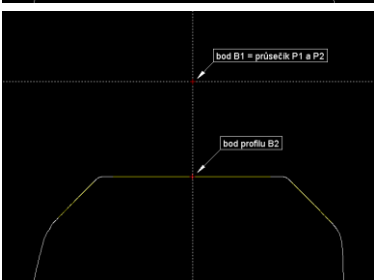
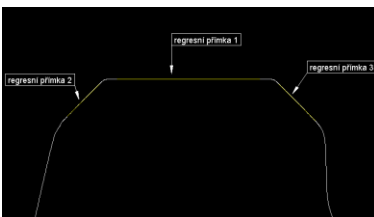
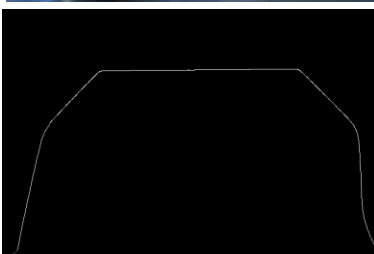
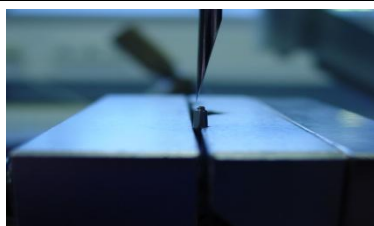
- standardní měření by se mohlo provádět tak, že by se dílec položil čelem (u těsnícího rádiusu) na podložku (např. přesná měřicí deska) a změřila by se výška dílce měřidlem, které musí mít rozlišovací schopnost minimálně 0,003 mm.
- správné měření, které zohledňuje i funkci dílce, by mělo být provedeno tak, že vyrovnaní bude provedeno za referenci A (velký průměr) a poté bude změřena délka dílce (dle DIN 7167). V tomto případě však může nastat problém s měřidlem, které by umělo dodržet způsob popsaného měření a zároveň by splňovalo podmínku minimálního rozlišení i možnosti nasnímání nejvzdálenějšího bodu koule (zenitu) u velkého průměru.

4. Vzdálenost těsnícího místa

- pro tento rozměr byl vypracován měřicí postup (měřicí postup 3)



Měřicí postup 3 – vzdálenost těsnícího místa



1. Upnout dílec dle obrázku a nasnímat profil.
2. Použít snímací dotyk se špičkou
 $R = \min. 0,02 \text{ mm}$ a $\max. 0,03 \text{ mm}$.
3. Snímač polohovat na nejvyšší bod (zenit) úhlu kuželu a zároveň uvést snímací jednotku do středu měřicího rozsahu (osa z).
4. Nasnímat profil.
5. Parametry snímání:
 - Rychlost snímání $0,3 \text{ mm/s}$
 - Vzdálenost bodů $0,001 \text{ mm}$
 - Měřicí síla 10 mN
6. Regresní přímka P_1 (80 až 90% celkového průměru čela, mimo sražení a deformovaných přechodových oblastí)
7. Vyrovnání za P_1
8. Regresní přímky P_2 a P_3 (kužel - pravá a levá strana, mimo sražení)
9. Vytvořit bod průniku B_1 přímek P_2 a P_3
10. Přesunout nulový bod do B_1 (vyrovnání zůstává)
11. Vytvořit bod profilu B_2 , který je v ose X shodný s B_1
12. Přesunout nulový bod
13. Vytvořit body profilu B_3 a B_4 , které jsou ve vzdálenosti $1,100 \text{ mm}$ ($B_{3,4} = \pm 0,550$ v ose X)
14. Vytvořit střední bod B_5 z bodů B_3 a B_4
15. Změřit vzdálenost mezi body B_2 a B_5 . (vzdálenosti mezi body B_2 a B_3 a B_2 a B_4 musí být v toleranci)

5. Těsnící rádius

- velmi malý rádius
- přechody dvou prvků => není znám přesný začátek a konec vyhodnocovaného elementu
- malý vyhodnocovaný úhel (úhel výseče)
- pro tento rozměr byl vypracován měřicí postup (měřicí postup 4)

Měřicí postup:

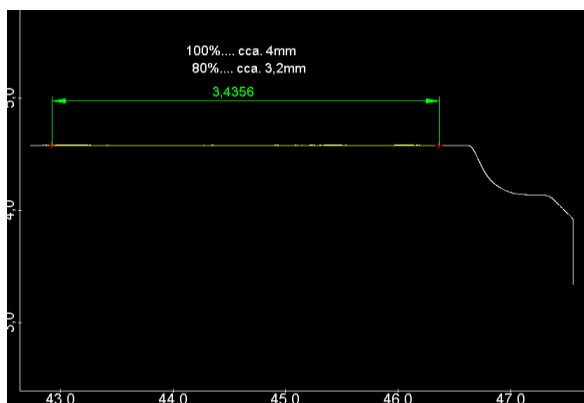
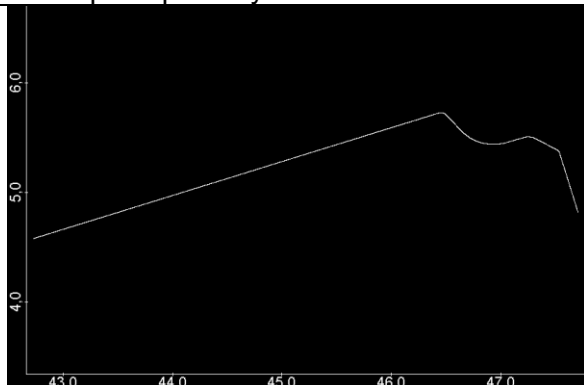
Výrobci kontaktních měřicích zařízení „tvrdí“, že pro vypovídající výsledek měřeného poloměru je zapotřebí nasnímat minimálně úhel 90°. Výseč měřeného prvku je cca. 45° a navíc některé elementy na dílci, při využití tolerancí sousedních prvků, se nemusí vůbec vyskytovat.

Měřicí analýza a ověření, zda je tento rozměr možno vyhodnocovat, byla prováděna pro měřidla Perthometer Concept od firmy Mahr.

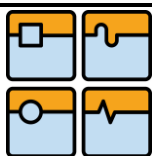
Měřicí postup se může zdát složitý, ale je navržen tak, aby při měření docházelo k co nejmenší chybě, kterou by operátor při individuálním pohledu na měření zanášel do výsledku měření.

Při porovnávacím měření je potřeba pevně definovat měřicí místo (značka na dílci).

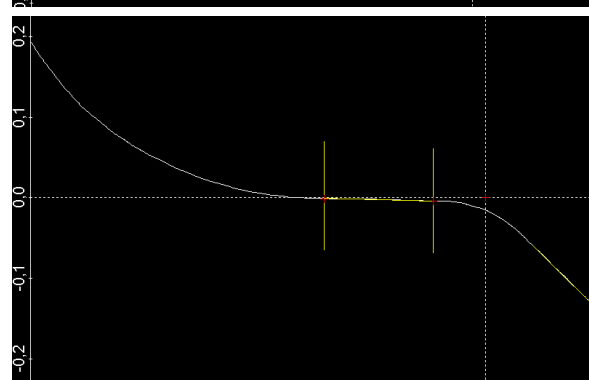
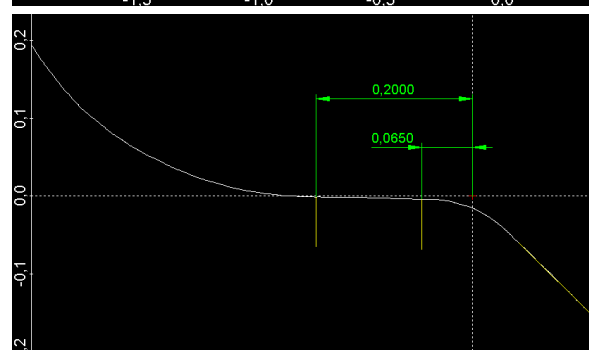
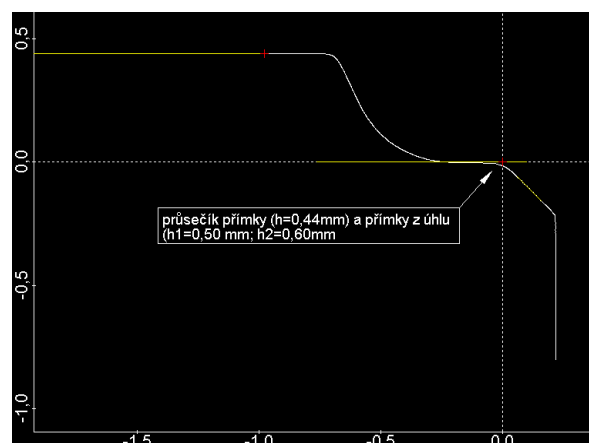
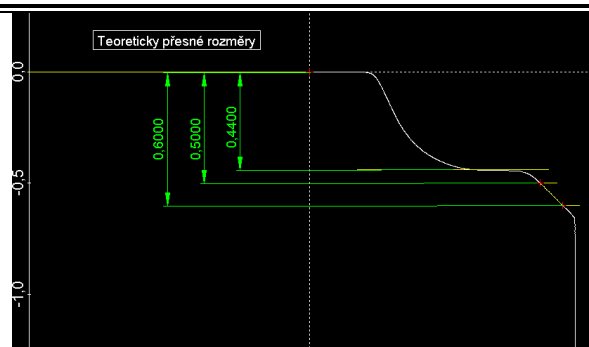
Měřicí postup 4 – vyhodnocení těsnícího rádiusu



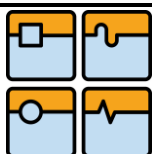
1. Upnout dílec pod úhlem 45° a zároveň tak, aby bylo možno nasnímat celou délku základny A (cca. 4 mm). Dílec musí být vyrovnán tak, aby rovina snímání a osa dílce byly rovnoběžné. Hledání nejvyššího bodu (zenitu) se provádí na vyhodnocovaném prvku R 0,16.
2. Nasnímat celý profil
 - Rychlost snímání 0,3 mm/s
 - Vzdálenost bodů 0,001 mm
 - Měřicí síla 10 mN
3. Proložit základnou A regresní přímkou, která musí být vypočítaná z délky 80 % až 90 % celého prvku a nesmí být započítané hrany a přechodové oblasti jednotlivých prvků (vznik deformací).



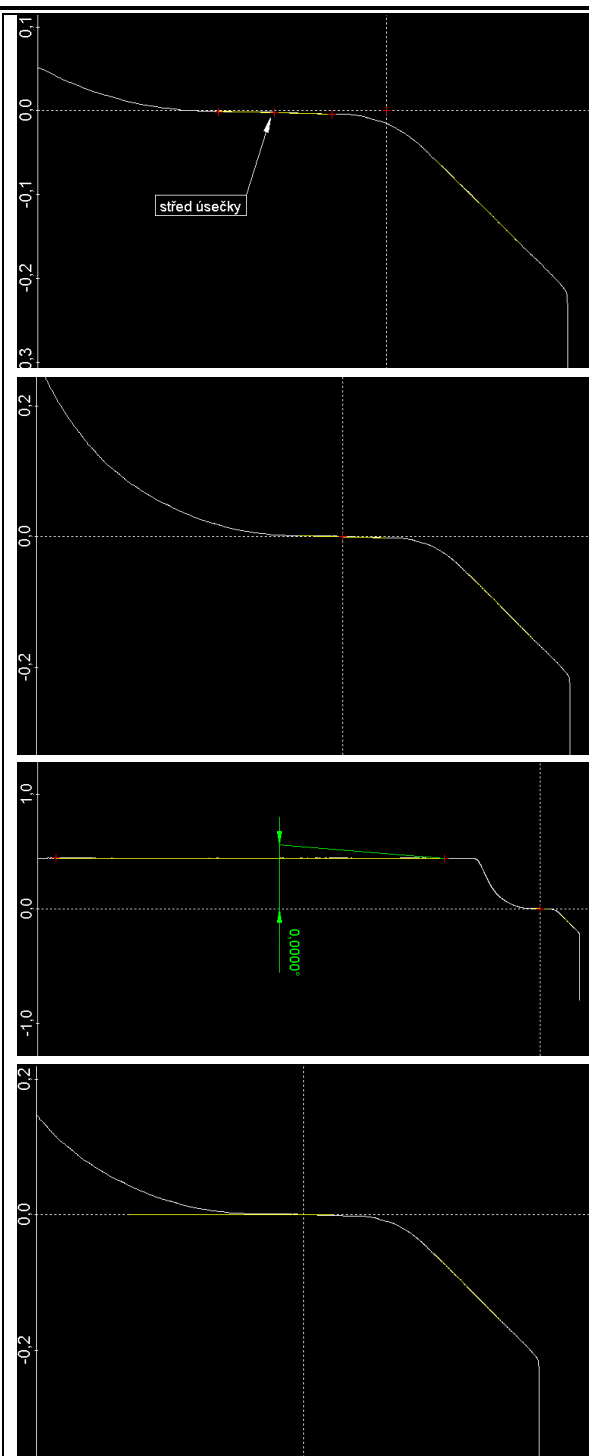
DIPLOMOVÁ PRÁCE



4. Provést vyrovnání za tuto přímku a definovat nulový bod (osa Z).
5. Vložit tři rovnoběžné přímky s referencí A ve vzdálenostech:
 $P_1 = 0,4400 \text{ mm}$
 $P_2 = 0,5000 \text{ mm}$
 $P_3 = 0,6000 \text{ mm}$
6. Vytvořit průsečíky přímek P_2 a P_3 s profilem.
7. Vytvořit regresní přímku P_4 na kuželu definovanou body průsečíků přímek P_2 a P_3 s profilem.
8. Vytvořit bod průsečíků přímek P_1 a P_4 .
9. Přesunout pouze nulový bod. Vyrovnání zůstává za základnu A.
10. Vložit dvě kolmé přímky k referenci A ve vzdálenostech:
 $P_5 = 0,0650 \text{ mm}$
 $P_6 = 0,2000 \text{ mm}$
11. Vytvořit průsečíky přímek P_5 a P_6 s profilem.
12. Vytvořit regresní úsečku P_7 na „válci“ definovanou body průsečíků přímek P_5 a P_6 s profilem.



DIPLOMOVÁ PRÁCE



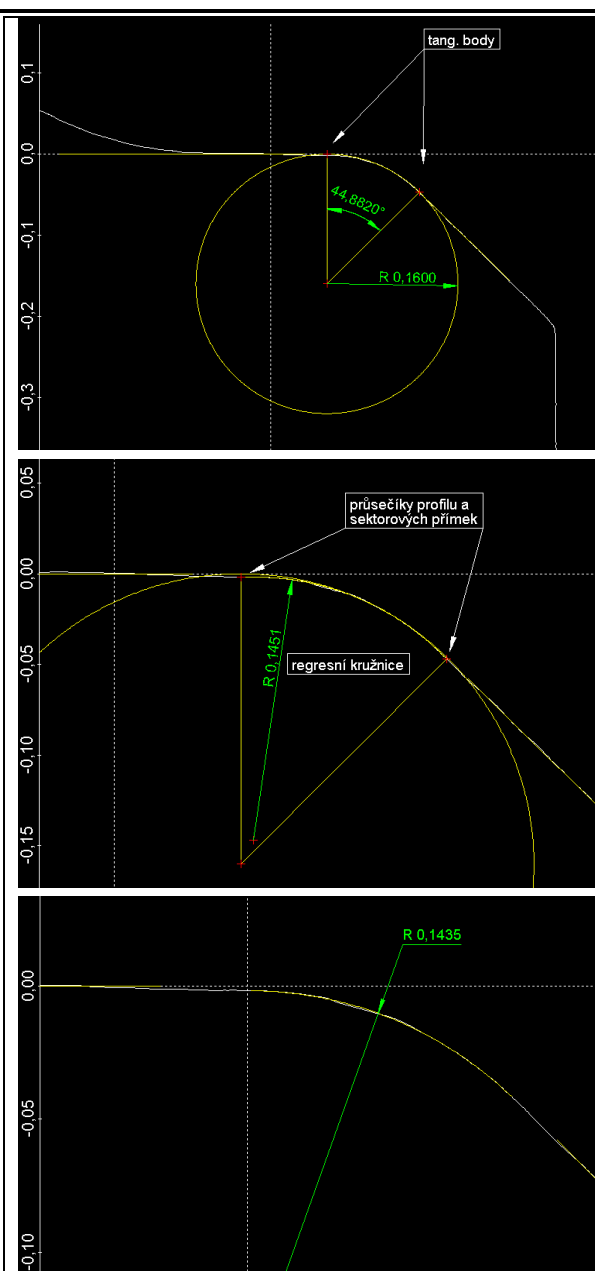
13. Vytvořit automatickou funkci střední bod úsečky P_7 .

14. Přesunout pouze nulový bod. Vyrovnání zůstává za základnu A.

15. Vytvoření přímky P_8 , která bude procházet nulovým bodem a bude rovnoběžná se základnou A.



DIPLOMOVÁ PRÁCE



16. Vložení kružnice o jmenovitém poloměru R , která bude mít dotykové body na přímkách P_4 a P_8 .
17. Vytvořit přímky P_9 a P_{10} definované tangenciálními body a středem kružnice.
18. Vytvořit průsečíky přímek P_9 a P_{10} s profilem.
19. Vytvořit regresní kružnici z profilu, která je vypočítaná mezi body, vytvořených průsečíky přímek P_9 a P_{10} s profilem.
20. Změření poloměru.
21. Postup se opakuje od kroku 16 po krok 20, ale místo jmenovitého poloměru R se vkládá vždy aktuálně změřený poloměr z kroku 20.
Tento postup se, vždy s nově změřeným poloměrem, opakuje do té doby, až hodnota naměřeného poloměru bude shodná s předchozím měřením (obvykle to bývá maximálně do šesti opakování).

- pro ověření měřicího postupu byla provedena analýza dle MSA (3.2.1)
- jak již bylo řečeno, jedná se o velmi malý prvek, který nejde změřit standardními metodami. Tato skutečnost brání ke zjištění skutečné hodnoty tohoto elementu, a proto bylo zapotřebí stanovit alespoň takovou měřicí metodu, kterou budou všechny zainteresované strany dostávat podobné měřicí výsledky. Po této shodě je možné provádět další opatření ze strany vývoje.

6. Kruhovitost těsnící hrany a sousedních prvků

- Vyhodnocovat dle DIN EN ISO 1101
- Úhel raménka 0° (výsledek kolmo na osu)
- Měření provádět co nejbližší u těsnícího radiusu

7. Souosost těsnící hrany a sousedních prvků se základnou A

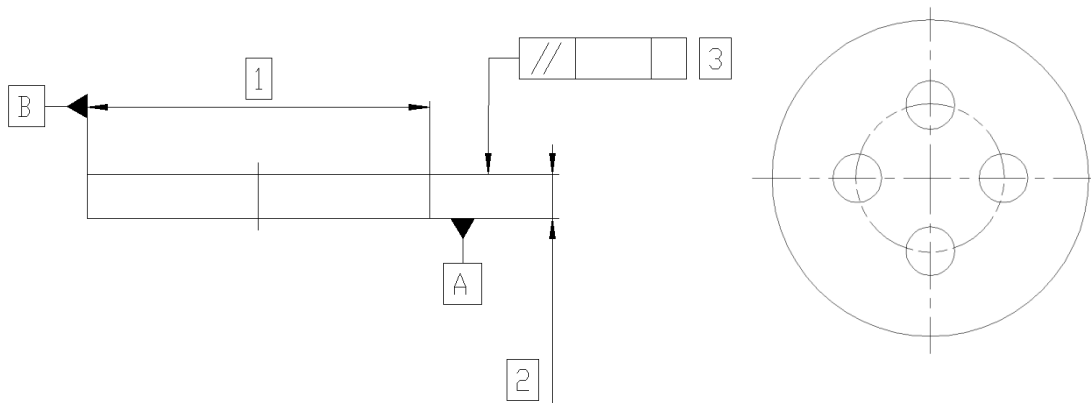
- Vyhodnocovat dle DIN EN ISO 1101

- Úhel raménka 0° (výsledek kolmo na osu)
 - Měření provádět co nejbližší u těsnícího rádiusu
8. Hloubka profilu těsnícího rádiusu
- začátek elementu najít dle měřicího postupu 4
 - požadavek - soustředné stopy
 - definovaná dráha
9. Hloubka profilu kuželu u těsnícího rádiusu
- měřit co nejbližší k těsnícímu rádiusu
 - požadavek - soustředné stopy
 - definovaná dráha
10. Hloubka profilu válce u těsnícího rádiusu
- měřit co nejbližší k těsnícímu rádiusu
 - požadavek - soustředné stopy
 - definovaná dráha
11. Úhel plošek
- měřicí postup 2
12. Průměr u těsnící hrany
- při dodržení požadavku minimální rozlišitelnosti měřidla 0,00035 mm těžko měřitelné
 - element při kombinaci tolerancí sousedních prvků a deformací mezivprvkových přechodů nemusí existovat
 - měřicí analýzu je možno provést dle postupu 4

2.4 Cupped Washer (Tellerscheibe) F 00N 010 005



Obrázek 10 - Cupped Washer



Obrázek 11 – důležité rozměry (dle ICL-List)

1. Průměr do Valve Insert

- Jelikož se jedná převážně o stříhaný dílec, musí se při měření průměru zohlednit deformace, které po stříhání vznikají (S-tvar). Ideální a rychlé pro dodavatele, je měření pomocí automatického kamerového systému, který změří největší (funkční) průměr.
- Průměr lze měřit i dotykovou dvoubodovou metodou (např. mikrometrem), ale je potřeba po obvodě provést několik měření, aby bylo možno zjistit, zda nějaké místo není mimo předepsanou specifikaci. Toto měření může být zatíženo sinovou a kosinovou chybou.
- Vyhodnocení se provádí dle normy DIN 7167.

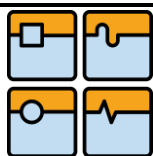
2. Tloušťka

- Tloušťka podložky je rozměrově odstupňovaná do třinácti tříd tak, aby bylo možné při montáži seřizovat pracovní tlak ventilu.
- Podložka by se měla dle funkčního hlediska měřit a vyhodnocovat dle normy DIN 7167, která je v našem případě zpřísněná o předepsanou geometrickou toleranci rovnoběžnosti.
- Jednoduché a přitom pro funkci nejvíc vypovídající měření by se mělo provádět pomocí obalových ploch, tj. pomocí mikrometru. Tento způsob je však vhodný pouze pro kontrolní měření v sériové výrobě. Při podrobnější rozměrové analýze, jako je třeba vzorkování, je nutné nasnímat celou plochu (obě plochy), která je zmenšená o předepsanou toleranci hran.

$$\text{Oblast měření} = (\text{skutečný velký průměr} - 2 \times \text{hrana}) - (4 \times \text{skutečný malý průměr} + 2 \times \text{hrana})$$
- Hrana se vyhodnocuje dle normy ISO 13715.

3. Rovnoběžnost ploch

- Vyhodnocení rovnoběžnosti je závislé na nasnímání plochy. Pro sériové měření, je dostačující provést měření této geometrické úchytky například pomocí výškoměru, ale při podrobnější rozměrové analýze je nutné provést postup, který je popsán v bodě 2 (tloušťka). Tento postup se však nevztahuje na měření základny A, která musí být vyhodnocena jako obalový prvek (dotyková plocha).
- Vyhodnocení rovnoběžnosti se provádí pro obě strany podložky.



3 Hodnocení navržených kontrolních procesů podle metodiky MSA

3.1 Valve Hausing (Ventilgehaeuse)

3.1.1 Souosost průměru za závitem k základně B

Přesné a opakovatelné určení základny ze závitu byl vždy problém a proto bylo potřeba přijít s metodou, která je schopna přesně a rychle určit polohu tohoto prvku.

Metodika snímání závitu pomocí skenování ve samostředícím režimu na třísouřadnicovém stroji je nová a proto bylo potřeba provést kontrolu dle MSA metody 2.

Popis snímání základny je popsán v měřicím postupu 1 - snímání reference B pomocí samostředícího režimu a otočného stolu.

Pro důkladnější analýzu bylo provedeno několik možných způsobů vyhodnocení.

Souosost k závitu	Operátor N				Operátor K				Operátor S			
	Gauss	obalka	Gauss	obalka	Gauss	obalka	Gauss	obalka	Gauss	obalka	Gauss	obalka
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
měření-dílec	Gauss	obalka	obalka	Gauss	Gauss	obalka	obalka	Gauss	Gauss	obalka	obalka	Gauss
1-1	0,0115	0,0239	0,0238	0,0118	0,0122	0,0280	0,0279	0,0124	0,0122	0,0302	0,0302	0,0125
1-2	0,0024	0,0188	0,0187	0,0023	0,0032	0,0175	0,0174	0,0033	0,0029	0,0159	0,0158	0,0030
1-3	0,0048	0,0165	0,0161	0,0038	0,0041	0,0178	0,0175	0,0040	0,0046	0,0189	0,0186	0,0042
1-4	0,0030	0,0237	0,0238	0,0027	0,0032	0,0236	0,0237	0,0030	0,0026	0,0240	0,0242	0,0023
1-5	0,0051	0,0109	0,0106	0,0043	0,0052	0,0150	0,0155	0,0041	0,0053	0,0100	0,0104	0,0043
1-6	0,0073	0,0079	0,0078	0,0071	0,0076	0,0117	0,0114	0,0074	0,0074	0,0056	0,0054	0,0071
1-7	0,0105	0,0223	0,0223	0,0106	0,0105	0,0211	0,0212	0,0104	0,0105	0,0228	0,0228	0,0105
1-8	0,0048	0,0099	0,0093	0,0052	0,0048	0,0176	0,0168	0,0054	0,0050	0,0109	0,0102	0,0055
1-9	0,0148	0,0173	0,0183	0,0137	0,0151	0,0212	0,0224	0,0140	0,0145	0,0245	0,0262	0,0131
1-10	0,0148	0,0154	0,0167	0,0135	0,0149	0,0219	0,0238	0,0132	0,0146	0,0179	0,0194	0,0133
2-1	0,0118	0,0230	0,0230	0,0118	0,0120	0,0267	0,0264	0,0122	0,0124	0,0296	0,0296	0,0126
2-2	0,0028	0,0193	0,0193	0,0028	0,0031	0,0179	0,0178	0,0031	0,0027	0,0177	0,0177	0,0029
2-3	0,0043	0,0170	0,0166	0,0050	0,0039	0,0174	0,0171	0,0039	0,0042	0,0179	0,0174	0,0044
2-4	0,0030	0,0213	0,0216	0,0025	0,0027	0,0234	0,0235	0,0025	0,0030	0,0259	0,0257	0,0028
2-5	0,0050	0,0114	0,0113	0,0043	0,0049	0,0133	0,0136	0,0040	0,0049	0,0111	0,0111	0,0040
2-6	0,0074	0,0102	0,0099	0,0071	0,0071	0,0118	0,0119	0,0066	0,0070	0,0125	0,0123	0,0066
2-7	0,0104	0,0238	0,0239	0,0103	0,0103	0,0197	0,0198	0,0102	0,0103	0,0249	0,0250	0,0102
2-8	0,0048	0,0207	0,0201	0,0054	0,0045	0,0107	0,0101	0,0048	0,0047	0,0232	0,0227	0,0050
2-9	0,0146	0,0229	0,0238	0,0138	0,0150	0,0256	0,0274	0,0134	0,0146	0,0161	0,0177	0,0132
2-10	0,0148	0,0211	0,0225	0,0135	0,0149	0,0219	0,0233	0,0136	0,0147	0,0208	0,0218	0,0138

Počet rozlišovatelných tříd

ndc

=

27

0

5

Celkové rozptýlení

%GRR

=

4,89%

0

10

30

Výsledek tohoto měření je %GRR = 4,89 % (protokol přiložen).

Nedá se však říci, že tento ukazatel a tento postup bude platný pro jakýkoliv jiný dílec. Tato metodika byla dříve testována právě i na dílcích, které se nakupují jako komponenty pro jiné produkty a bylo zjištěno, že na výsledek bude mít velký vliv velikost závitu a počet nasnímaných stoupání plného profilu závitu. Proto je nezbytně nutné, aby pro každý dílec, který bude mít předepsaný závit jako referenci, byla provedena vlastní analýza měřicího procesu.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

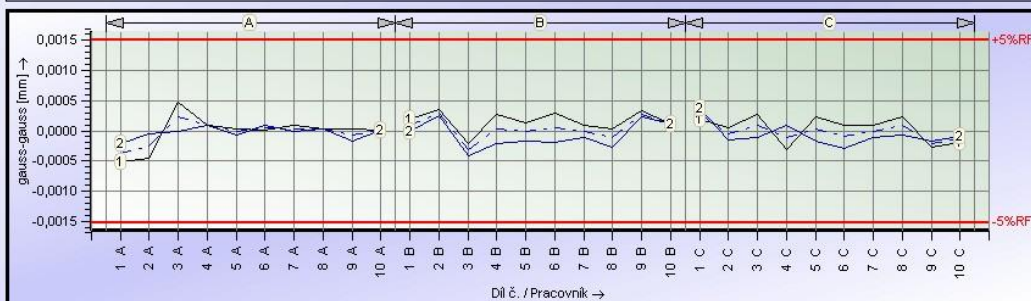
BOSCH Analýza měřicích systémů
Postup 2

stránk 1 / 1

Oblast	: JhP	Operace	:	Znak ozn.	: gauss-gauss
Skupina/oddělení	: PUG5	Str.ozn.	: 3D	Znak č.	: 1
Provoz/oblast	:	Stroj č.	:	Jmen. hodnota	: 0,0000
Výrobek	: PLV5	Měřicí místo	: PUG5	Odchyl. dolů	: 0,0000
Díl	: Ventiltraeger	Zk.pr.ozn.	: 3D	Odchyl. nahoru	: 0,0300
TDčís	: F 00N 010 002	Zk.pr.čís.	:	Tolerance	: 0,0300
Změnový stav	:	Zk.pr.výr.	: Zeiss	Jednotka	: mm
		Rozlišení	: 0,0001		

Komentář :
Komentář :

Norm.ozn. : Normála-čís. : normálová/referenční
hodnota :



n	X A1	X A2	$\bar{x}_{g1}$	s_{g1}	X B1	X B2	$\bar{x}_{g1}$	s_{g1}	X C1	X C2	$\bar{x}_{g1}$	s_{g1}
1	0,0115	0,0118	0,01165	0,00021	0,0122	0,0120	0,01210	0,00014	0,0122	0,0124	0,01230	0,00014
2	0,0024	0,0028	0,00260	0,00028	0,0032	0,0031	0,00315	0,00007	0,0029	0,0027	0,00280	0,00014
3	0,0048	0,0043	0,00455	0,00035	0,0041	0,0039	0,00400	0,00014	0,0046	0,0042	0,00440	0,00028
4	0,0030	0,0030	0,00300	0,00000	0,0032	0,0027	0,00295	0,00035	0,0026	0,0030	0,00280	0,00028
5	0,0051	0,0050	0,00505	0,00007	0,0052	0,0049	0,00505	0,00021	0,0053	0,0049	0,00510	0,00028
6	0,0073	0,0074	0,00735	0,00007	0,0076	0,0071	0,00735	0,00035	0,0074	0,0070	0,00720	0,00028
7	0,0105	0,0104	0,01045	0,00007	0,0105	0,0103	0,01040	0,00014	0,0105	0,0103	0,01040	0,00014
8	0,0048	0,0048	0,00480	0,00000	0,0048	0,0045	0,00465	0,00021	0,0050	0,0047	0,00485	0,00021
9	0,0148	0,0146	0,01470	0,00014	0,0151	0,0150	0,01505	0,00007	0,0145	0,0146	0,01455	0,00007
10	0,0148	0,0148	0,01480	0,00000	0,0149	0,0149	0,01490	0,00000	0,0146	0,0147	0,01465	0,00007

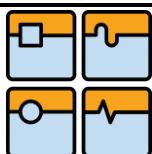
Díl čís.	F 00N 010 002	Díl ozn.	Ventiltraeger
Znak č.	1	Znak ozn.	gauss-gauss
Opakovatelnost	0,000000037967	Opakovatelnost	0,00019408
Reproduktivnost	—	Reproduktivnost	—
Intervale	0,000000032213	Intervale	0,00014904
Celková rozptílení	0,000000039880	Celková rozptílení	0,00024470
Tolerance	T	Hodnota zpětřitost	I-R
Rozptílení	%RSD	0,33%	0
Celková rozptílení	%GRR	+85%	0
Rozptílení na 10	%PV	94,00%	0
Počet rozptílení na 10	n/c	27	0
EFECTS (je-li zpětřitost (RSD, GRR))			
BOSCH 2005 - MEA 3 (A) (A) - Komod. Verzi 2			

Kontrolní plán: datum : Autor kontr. : PUG5/Landt : T_{max} : 0,014682 : T_{min} : 0,0048941

Oddělení : Jméno : Datum : Podpis :

12.5.2011 8.80 / 91216 GC_V2_B-rail.def Bosch Diesel spol. s.r.o.

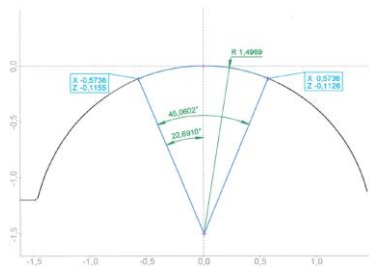
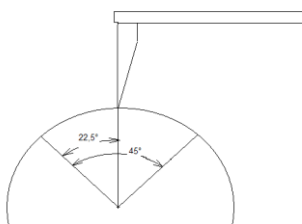
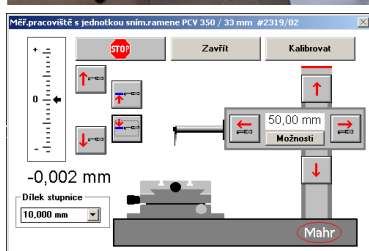
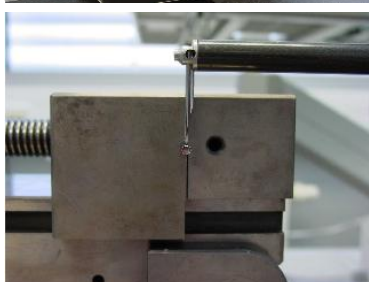
Y:\F 00N 010 002_Ventiltraeger GRR2.DFQ



3.2 Valve Piston (Ventilkolben)

3.2.1 Těsnící rádius

Měřicí postup 5 – metoda 1 - C_g , C_{gk}

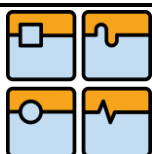


1. Kalibrační válcový trn $\varnothing$ 2,9998 mm upnout kolmo na rovinu měření.
2. Použít snímací dotyk se špičkou $R = \min. 0,02 \text{ mm}$ a $\max. 0,03 \text{ mm}$.
3. Snímač polohovat na nejvyšší bod (zenit) trnu a zároveň uvést snímací jednotku do středu měřicího rozsahu (osa z).
4. Polohovat snímač, pouze v ose x, o poloměr trnu (1,5 mm).
5. Snímání trnu se provádí:
 - Rychlost snímání 0,3 mm/s
 - Vzdálenost bodů 0,001 mm
 - Celková dráha (osa x) 1,5 mm
 - Měřicí síla 10 mN
6. Na nasnímaném profilu najít automatickou funkcí nejvyšší bod a definovat nulový bod.
7. Vytvořit dva body, které jsou ve vzdálenosti +0,574 a -0,574. Tyto vzdálenosti svírají úhel 45° . (stejný úhel pro vyhodnocení $R = 0,16 \text{ mm}$).
 $x = \sin 22,5^\circ \cdot 1,5$
8. Pomocí regresní kružnice vyhodnotit mezi těmito body poloměr
9. Pro vyhodnocení ukazatelů způsobilosti měřicího zařízení dle MSA – metoda 1, je potřeba provést minimálně 25 měření.

Po zadání naměřených hodnot do statistického programu jsou ukazatele způsobilosti $C_g = 2,55$ a $C_{gk} = -0,30$ (příloha 1.). Tyto hodnoty nám říkají, že stroj je schopen naměřit vždy stejnou, ale od skutečného rozměru posunutou hodnotu.

Pro porovnání, jak je stroj způsobilý vyhodnotit stejný průměr na úhlu 90° , je přiložen i tento protokol ($C_g = 4,56$ $C_{gk} = 6,60$) (příloha 2.).

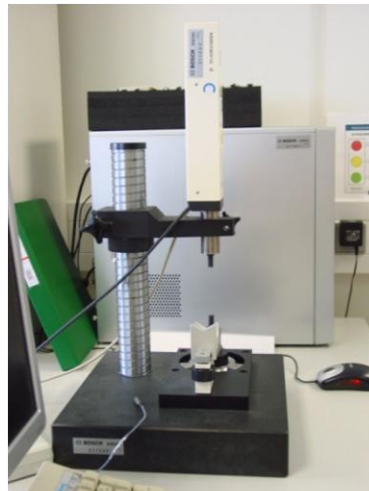
Tento výsledek byl nedostačující a byla potřeba provést další analýza.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

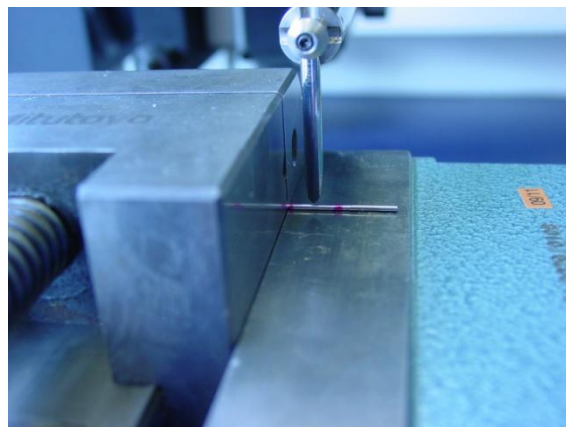
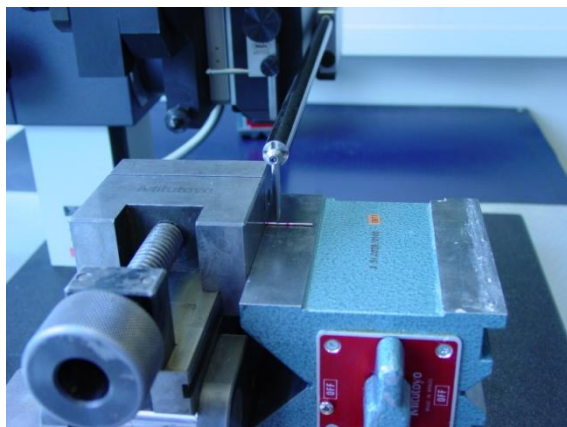
Další krok, který by umožnil přiblížit se ke skutečné hodnotě měřeného prvku, je provést měření stejnou metodou na několika dalších známých průměrech a vytvořit z nich vztah (případně funkci), který by definoval posunutí naměřených výsledků vůči skutečnosti a jejich následné korigování pro jakýkoliv měřený rádius (výseč 45°).

Měření bylo provedeno na válcových trnech $\varnothing 2,04$; $\varnothing 1,5$; $\varnothing 0,99$ a $\varnothing 0,51$. Jejich skutečné hodnoty byly naměřeny na měřidle ABBE.



Obrázek 12 – ABBE

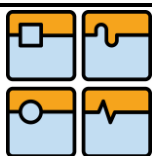
Na každém trnu se provedlo šest měření (měření z celého obvodu => otáčení trnu o určitý úhel) a z těchto hodnot pak byla vypočítaná průměrná hodnota. Z rozdílů těchto měření byla odvozena kruhovitosť (dostačující pro potřeby zjištění, zda lze test provádět na vybraných válcových trnech).



Obrázek 13 – příklad upnutí trnů malých průměrů (proti pružení při měření)

Výsledky měření válcových trnů na měřidle ABBE

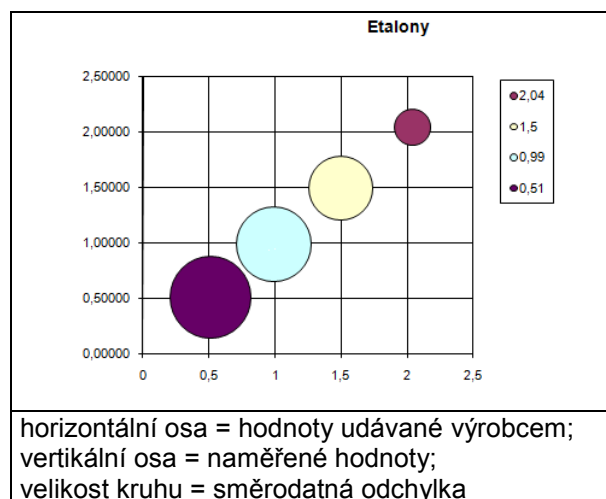
hodnota udávaná výrobcem		2,04	1,5	0,99	0,51
naměřené hodnoty	1	2,03995	1,49896	0,98963	0,51021
	2	2,03997	1,49886	0,98952	0,51012
	3	2,03999	1,49895	0,98947	0,51018
	4	2,03995	1,49900	0,98945	0,51035
	5	2,03996	1,49897	0,98949	0,51023
	6	2,03997	1,49896	0,98952	0,51019



DIPLOMOVÁ PRÁCE

směrodatná odchylka	1,384437E-05	4,320494E-05	5,792716E-05	6,992059E-05
skutečný průměr	2,03997	1,49895	0,98951	0,51021
skutečný poloměr	1,01998	0,74948	0,49476	0,25511
kruhovitost [μm]	0,02	0,07	0,09	0,11

Grafické zobrazení naměřených výsledků ukazuje, jaký je „skutečný průměr“ válcových trnů vůči hodnotám udávaných výrobcem (jelikož rozlišení po sobě jdoucích válcových trnů udávané výrobcem je 0,01 mm lze říci, že provedené měření je v řádu setinách milimetrů shodné s výsledky dodavatele). Dále je možno vidět, jaká je směrodatná odchylka při každém měření jednotlivého trnu. Směrodatná odchylka je však ovlivněna geometrickou úchylkou od požadovaného tvaru (kruhovitostí) a musí se brát pouze jako orientační.

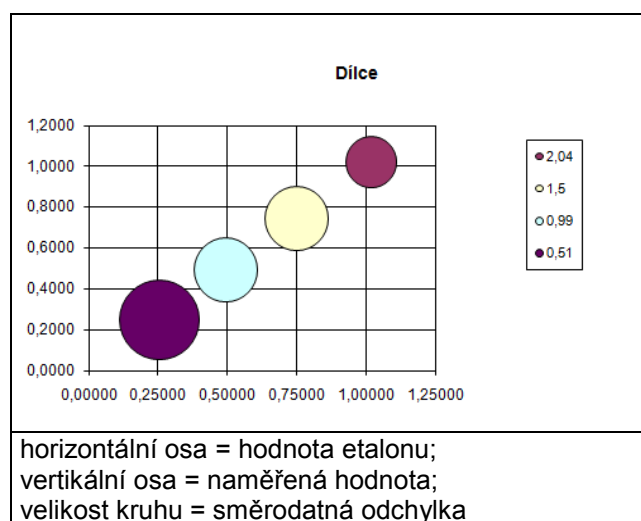


Aby bylo možno zjistit, jak konkrétní měřicí stroj, s jakou stranností a směrodatnou odchylkou, vyhodnocuje rádius z kruhové výseče 45° , bylo provedeno metodou popsanou v postupu 5, měření na válcových trnech o průměrech 2,04 mm; 1,5 mm; 0,99 mm a 0,51 mm jejichž naměřené výsledky (Mahr - Perthometer Concept) jsou níže v tabulce. Rozdíly oproti postupu 5 jsou pro jednotlivé trny v přepočtu začátku a konce kruhové výseče (bod 7). Pro kontrolu bylo u nejmenšího trnu provedeno 25 měření a vyhodnocení dle metody 1 (C_{gk} - příloha 3). Z vyhodnocení ukazatel způsobilosti měřidla je možno opět vidět, že opakovatelnost měření je dobrá ($C_g = 3,28$), ale strannost není dodržena ($C_{gk} = 0,02$).

Výsledky měření válcových trnů na měřidle Perthometer Concept (kruhová výseč 45°)					
Trn		2,04	1,5	0,99	0,51
měření	1	1,0185	0,7465	0,4929	0,2483
	2	1,0180	0,7464	0,4934	0,2498
	3	1,0184	0,7464	0,4939	0,2491
	4	1,0185	0,7459	0,4935	0,2489
	5	1,0182	0,7460	0,4935	0,2496
	6	1,0188	0,7458	0,4932	0,2490
	7	1,0180	0,7456	0,4928	0,2483
	8	1,0186	0,7468	0,4934	0,2496
	9	1,0182	0,7457	0,4941	0,2498
	10	1,0183	0,7463	0,4933	0,2489
	11				0,2480
	12				0,2489
	13				0,2494
	14				0,2497
	15				0,2492
	16				0,2498
	17				0,2484

	18				0,2488
	19				0,2493
	20				0,2489
	21				0,2494
	22				0,2499
	23				0,2494
	24				0,2501
	25				0,2479
střední hodnota		1,0184	0,7461	0,4934	0,2492
směrodatná odchylka		0,000245967	0,0003747	0,000376829	0,000597916

Z naměřených hodnot byla vypočítána střední hodnota, která v grafickém zobrazení byla zanesena do vertikální osy. Do horizontální osy byla zanesena hodnota etalonu a velikost kruhu definuje směrodatnou odchylku. Z grafického vyhodnocení je možno vidět, že směrodatná odchylka se zvětšuje s měřením malých průměrů. Tato hypotéza však nelze potvrdit, protože bylo provedeno pouze měření na čtyřech trnech.



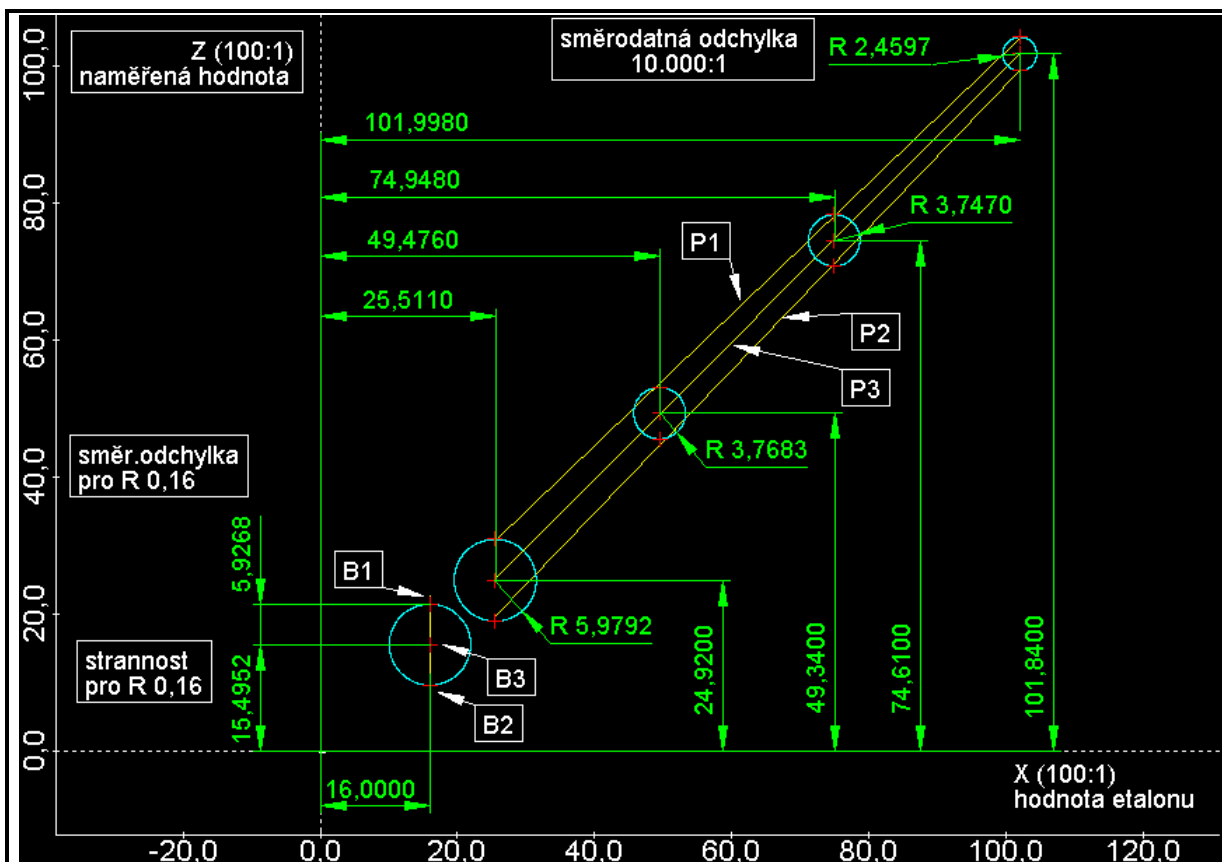
Jednotlivé naměřené a vypočítané výsledky byly zaneseny do grafu, kde bylo možno simulovat výstup výsledků a směrodatných odchylek pro jakýkoliv nezměřený rádius v závislosti právě na známých naměřených hodnotách.

Přímky P1 a P2 – vypočítané z jednotlivých směrodatných odchylek

Přímka P3 – vypočítaná z jednotlivých středů naměřených hodnot (naměřených rádiusů)

Body B1 a B2 – průsečík přímek P1 a P2 z požadovanou hodnotou rádiusu (osa X)

Bod B3 – průsečík přímky P2 z požadovanou hodnotou rádiusu (osa X)



Závěr - měření těsnícího rádiusu

Po zadání hodnoty měřeného rádiusu do grafu lze vyhodnotit, že se při měření tohoto prvku na dílci bude muset k naměřeným hodnotám přičíst hodnota 0,0050 mm. Výsledek je však zatížen směrodatnou odchylnou 0,00059268 mm.

Výsledek lze použít pouze pro konkrétní měřidlo, na kterém byla analýza prováděna, ale systematickou je možno použít i na jiné stroje s podobným principem vyhodnocování.

Způsobilost procesu měření – GRR%

Měřicí analýza, zda je měřicí postup způsobilý, byla provedena dle metody 2, protože nejde zcela o automatický měřicí proces, ale stále je zde spousta vlivů (např. upínání, čistota dílce, první vyrovnání, atd.), které mohou ovlivnit výsledek a jsou závislé na každém jednom operátorovi (možnost ovlivnění operátorem => metoda 2).

Při vyhodnocení ukazatele způsobilosti měřicího procesu nemohlo být dodrženo pravidlo výběru dílců, které by rozměrově zastupovaly celý rozsah tolerance ze dvou důvodů:

- Sériovou výrobu těchto dílů provádí dodavatel a technologie neumožňuje (důvod: finanční a kapacitní) měnit rozměr jen kvůli ověření měřicí metody.
- Neexistovala měřicí metoda, která by umožnila vybrat potřebné díly pro zkoušku.

Z protokolu (příloha 4) je možno vidět, že způsobilost měřicího procesu vyšla 25,68 %, což ukazuje, že měřicí proces je částečně způsobilý. Při standardním vyhodnocení však takovéto opakovatelnosti nelze dosáhnout a lze říci, že pro zjištění, zda je měřený prvek dle výkresové specifikace, je tento způsob měření dostačující.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 48
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

4 Závěr

Úkolem této diplomové práce bylo přesně popsat některé měřicí postupy a definovat podmínky měření pro důležité rozměry jednotlivých dílů bezpečnostního ventilu. Práce byla psaná stylem, který se zaměřuje cíleně na výsledek, jednoduchost, doporučení a konkretizaci metrologických rozborů jednotlivých dílů bezpečnostního ventilu a tudíž je možno ji použít, jako pomůcku při vedení technických pohovorů s dodavateli či k zodpovězení dotazů metrologického směru z jiných oddělení.

V diplomové práci jsou podrobně popsány některé měřicí postupy pro rozměry, u kterých tradičním způsobem měření není možno dosáhnout způsobilého měřicího procesu a zároveň nelze docílit shody v měření mezi výrobcem těchto komponentů a zákazníkem. Při vytváření těchto měřicích postupů, bylo prvotním cílem právě shoda v měření zainteresovaných stran a zároveň se co nejvíce přiblížit ke skutečnému rozměru měřeného prvku, který z dané geometrie dílce nelze třeba správně vyhodnotit. Výsledky z těchto měření společně s výsledky z dlouhodobých zkoušek, mohou sloužit ke zdokonalení tohoto produktu či k vývoji nových generací bezpečnostních ventilů.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 49
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

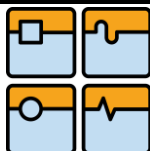
- [1] Robert Bosch GmbH, Způsobilost měřících a kontrolních procesů, VYDÁNÍ 01.2003
- [2] DIN 7167, NormMaster 4.1, T-Systems Enterprise Services GmbH
- [3] <http://www.google.com/images?client=opera&rls=cs&q=bosch+common+rail&oe=utf-8&channel=suggest&um=1&ie=UTF-8&source=univ&sa=X&ei=6X1qTYTbLpGSswaB0ui5Bw&ved=0CC8QsAQ>
- [4] DIN EN ISO 4288, NormMaster 4.1, T-Systems Enterprise Services GmbH
- [5] Měření závitů měřicími drátky, Mitutoyou (katalog)

Seznam použitých zkratk a symbolů

C_g	[-]	koeficient způsobilosti měřicího procesu bez zohlednění systematické odchylky
C_{gk}	[-]	koeficient způsobilosti měřicího procesu se zohledněním systematické odchylky
$\bar{x}$	[-]	Aritmetický průměr
x_m	[-]	referenční hodnota etalonu
%GRR	[-]	celková velikost rozptylu měřicího procesu vztažená k toleranci parametru
PLV	[-]	Pressure Limiting Valve

Seznam příloh

- | | |
|-------------|---|
| Příloha 1. | Cg, Cgk – F 00N 010 004 – kalibrační trn (45°; R) |
| Příloha 2. | Cg, Cgk – F 00N 010 004 – kalibrační trn (90°; R) |
| Příloha 3. | Cg, Cgk – F 00N 010 004 – válcový trn (průměr 0,51 mm) |
| Příloha 4. | %GRR – F 00N 010 004 – způsobilost měřicího procesu (R) |
| Příloha 5. | Metrologický výkres F 00N 010 002 (výkres) |
| Příloha 6. | Metrologický výkres F 00N 010 002 (měřicí podmínky) |
| Příloha 7. | Metrologický výkres F 00N 010 003 (výkres) |
| Příloha 8. | Metrologický výkres F 00N 010 003 (měřicí podmínky) |
| Příloha 9. | Metrologický výkres F 00N 010 004 (výkres) |
| Příloha 10. | Metrologický výkres F 00N 010 004 (měřicí podmínky) |
| Příloha 11. | Metrologický výkres F 00N 010 005 (výkres) |
| Příloha 12. | Metrologický výkres F 00N 010 005 (měřicí podmínky) |



Příloha 1. - Cg, Cgk – F 00N 010 004 – kalibrační trn (45°; R)

BOSCH 	Analýza měřicích systémů Postup 1	stránk 1 / 2
--	--------------------------------------	--------------

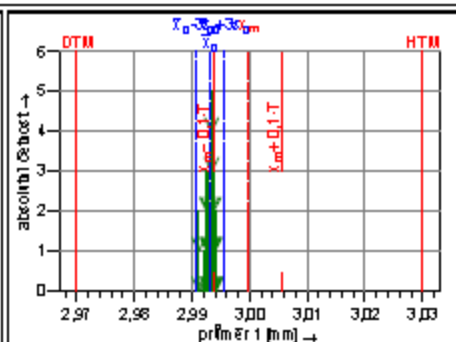
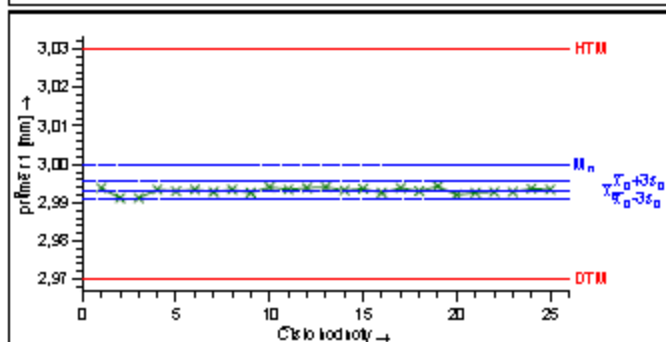
Oblast : JhP	Operace :	Znak ozn. : průměr 1
Skupina/oddělení : PUQ5	Str.ozn. : PeCo	Znak č. : 1
Provozníoblast :	Stroj č. : B51.0142.047	Jmen. hodnota : 3,0000
Výrobek : tm	Měřicí místo : PUQ5	Odchyl. dolů : -0,0300
Díl : ???	Zk.pr.ozn. : PeCo	Odchyl. nahoru : 0,0300
TDčís :	Zk.pr.čís. : B51.0142.047	Tolerance : 0,0600
Změnový stav :	Zk.pr.výr. : Mahr	Jednotka : mm
	Rozlišení : 0,0001	

Komentář :

Komentář : úhel 45°, tolerance +0,03; pr. trnu 2,9998

Norm.ozn. : kalibrační trn Normála-čís. : B51.0035.01 normálová referenční : 2,9998 Kalibrační nejistota : 0,4

1	x ₁	6	x ₆	11	x ₁₁	16	x ₁₆	21	x ₂₁
2	2,9938	7	2,9928	12	2,9938	17	2,9938	22	2,9928
3	2,9912	8	2,9934	13	2,9940	18	2,9930	23	2,9928
4	2,9934	9	2,9926	14	2,9932	19	2,9942	24	2,9936
5	2,9930	10	2,9940	15	2,9936	20	2,9920	25	2,9934

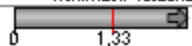
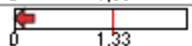
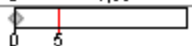


Údaje z výkresu	Naměřené hodnoty	Statistické hodnoty
x _m +0,1·T = 3,005800	x _{max,g} = 2,9942	x̄ _g +3s _g = 2,995464
x _m = 2,999800	Bi = 0,0066960	x̄ _g = 2,993104
x _m -0,1·T = 2,993800	x _{min,g} = 2,9912	x̄ _g -3s _g = 2,990754
0,2·T = 0,012000	R _g = 0,0030	6s _g = 0,004700
T = 0,0600	n(cel)celk = 25	s _g = 0,00078341
Jednotka = mm		

Test na systematickou odchylku měření (Bias)

výsledek testu : statisticky významné (α ≤ 0,1 %)

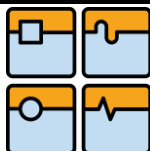
Minimální vztažná hodnota pro způsobilost daného procesu měření

$C_g = \frac{0,2 \cdot T}{6 \cdot s_g} = 1,84 \leq 2,55 \leq 3,27$		T _{min} (C _g) = 0,031294
$C_{gk} = \frac{0,1 \cdot T \cdot \bar{x}_g - x_m }{3 \cdot s_g} = -0,46 \leq -0,30 \leq -0,14$		T _{min} (C _{gk}) = 0,098218
Rozlišení %RES = 0,17 %		T _{min} (RES) = 0,0020000

Požadavky NE-splněny (RES, C_g, C_{gk})

BOSCH 2005 - MSA3 (ANOVA) - Normal: Verfahren 1

Konkr. příj. datum vytvoření : 24.2.2011	Autor konkr. plánu : J. Štefánek	Začleň. č. : 24.2.2011	Operátor : J. Štefánek
Oddělení : 25.2.2011	Jméno : 880/91216 GC_V1_8.def	Datum : Bosch Oskelspol s.r.o.	Podpis : Y:\PECO 034_45°_0,03_3,0000,0,02



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Příloha 2. - Cg, Cgk – F 00N 010 004 – kalibrační tm (90°; R)

BOSCH 	Analýza měřicích systémů Postup 1	stránk 1 / 2
--	--------------------------------------	--------------

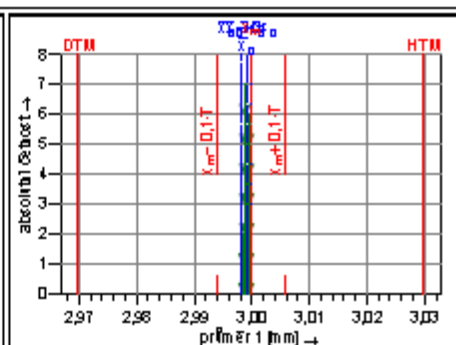
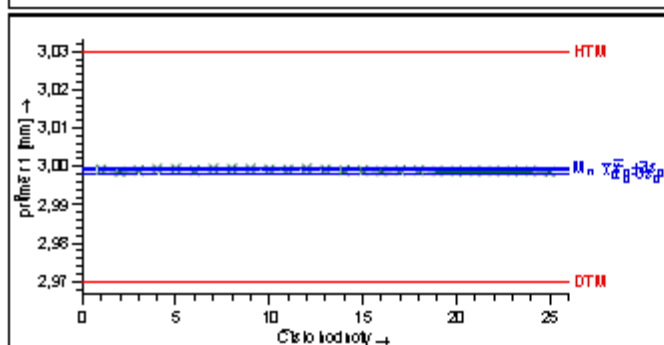
Oblast : JhP	Operace :	Znak ozn. : průměr 1
Skupina/oddělení : PUQ5	Str.ozn. : Pe Co	Znak č. : 1
Provozooblast :	Stroj č. : B51.D142.D47	Jmen. hodnota : 2,9998
Výrobek : tm	Měnič místo : PUQ5	Odchyl. dolů : -0,0300
Díl : ???	Zk.pr.ozn. : Pe Co	Odchyl. nahoru : 0,0300
TDčís :	Zk.pr.čís. : B51.D142.D47	Tolerance : 0,0600
Změnový stav :	Zk.pr.výr. : Mahr	Jednotka : mm
	Rozlišení : 0,0001	

Komentář :

Komentář : úhel 90°, tolerance +/-0,03; pr. tmu 2,9998

Norm.ozn. : kalibrační tm Normála-čís. : B51.D035.D1 normálová referenční : 2,9998 Kalibrační nejistota : 0,4

1	x ₁	6	x ₁	11	x ₁	16	x ₁	21	x ₁
1	2,9992	6	2,9990	11	2,9992	16	2,9988	21	2,9988
2	2,9986	7	2,9994	12	2,9994	17	2,9990	22	2,9988
3	2,9990	8	2,9994	13	2,9992	18	2,9990	23	2,9988
4	2,9994	9	2,9994	14	2,9990	19	2,9988	24	2,9988
5	2,9994	10	2,9992	15	2,9990	20	2,9988	25	2,9986

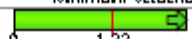
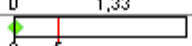


Údaje z výkresu	Naměřené hodnoty	Statistické hodnoty
x _m +0,1·T = 3,005800	x _{max} = 2,9994	$\bar{x}_g + 3s_g$ = 2,999834
x _m = 2,999800	Bi = 0,0076000	$\bar{x}_g$ = 2,999040
x _m -0,1·T = 2,993800	x _{min} = 2,9986	$\bar{x}_g - 3s_g$ = 2,998246
0,2·T = 0,012000	R _g = 0,0008	6s _g = 0,001587
T = 0,0600	n(cel) = 25	s _g = 0,00026458
Jednotka = mm		

Test na systematickou odchylku měření (Bias)

výsledek testu : statisticky významné ($\alpha \leq 0,1\%$)

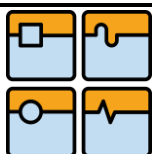
Minimální vztažná hodnota pro způsobilost daného procesu měření

$C_g = \frac{0,2 \cdot T}{6 \cdot s_g} = 5,43 \leq 7,56 \leq 9,88$		T _{min} (C _g) = 0,010556
$C_{gk} = \frac{0,1 \cdot T \cdot \bar{x}_g - x_m }{3 \cdot s_g} = 4,73 \leq 6,60 \leq 8,47$		T _{min} (C _{gk}) = 0,018157
Rozlišení % RES = 0,17 %		T _{min} (RES) = 0,0020000

Měřicí systém je způsobilý (RES, C_g, C_{gk}) 

BOSCH 2005 - MSA3 (ANOVA)- Normal: Verfahren 1

Kontrolní plán: datum : 24.2.2011	Autor kontrolního plánu : J.Šťáhlavský	Začleňovací : 24.2.2011	Operátor : J.Šťáhlavský
Oddělení : 25.2.2011	Jméno : 8.80/91216 GC_V1_8.def	Datum : Bosch Diskontoplat s.r.o.	Podpis : Y:\PECO 034_90°_0,03_2,9998.D.R2



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Příloha 3. - Cg, Cgk – F 00N 010 004 – válcový trn (průměr 0,51 mm)

BOSCH		Analýza měřicích systémů Postup 1		stránk: 1 / 1	
Oblast :	Operace :	Znak ozn. :			
Skupina/oddělení :	Str.ozn. :	Znak č. :			
Provoz.oblast :	Stroj č. :	Jmen. hodnota :	0,2551		
Výrobek :	Měřicí místo :	Odchyl. dolů :	-0,0300		
Díl : Tm 0,51	Zk.pr.ozn. :	Odchyl. nahoru :	0,0300		
T.čís. :	Zk.pr.čís. :	Tolerance :	0,0600		
Změnový stav :	Zk.pr.výr. :	Jednotka :	mm		
	Rozlišení : 0,001				
Komentář :					
Komentář :					
Norm.ozn. :	Normála-čís. :	normálová referenční hodnota :	0,2551	Kalibrační nejistota :	
Údaje z výkresu		Naměřené hodnoty		Statistické hodnoty	
$x_{m+0,1 \cdot T}$	= 0,261100	$x_{max,g}$	= 0,2501	$\bar{x}_g + 3s_g$	= 0,250967
x_m	= 0,255100	$ B $	= 0,0059640	$\bar{x}_g$	= 0,249136
$x_{m-0,1 \cdot T}$	= 0,249100	$x_{min,g}$	= 0,2479	$\bar{x}_g - 3s_g$	= 0,247305
$0,2 \cdot T$	= 0,012000	R_g	= 0,0022	$6s_g$	= 0,003661
T	= 0,0600	$n(cel)_{celk}$	= 25	s_g	= 0,00061025
Jednotka	= mm				
Test na systematickou odchylku měření (Bias)				výsledek testu : : statisticky významné ($\alpha \leq 0,1\%$)	
Minimální vztažná hodnota pro způsobilost daného procesu měření					
$C_g = \frac{0,2 \cdot T}{6 \cdot s_g}$	= 2,36 $\leq 3,28 \leq 4,20$		$T_{min}(C_g)$	= 0,024329	
$C_{pk} = \frac{0,1 \cdot T - \bar{x}_g - x_m }{3 \cdot s_g}$	= -0,11 $\leq 0,02 \leq 0,15$		$T_{min}(C_{pk})$	= 0,083989	
Rozlišení	%RES = 1,67 %		$T_{min}(RES)$	= 0,020000	
Požadavky NE-splněny (RES, C_g , C_{pk})					
BOSCH 2005 - MSA 3 (ANOVA) - Normal: Verfahren 1					

l	x_l	l	x_l	l	x_l	l	x_l	l	x_l
1	0,2483	6	0,2490	11	0,2480	16	0,2498	21	0,2494
2	0,2498	7	0,2483	12	0,2489	17	0,2484	22	0,2499
3	0,2491	8	0,2496	13	0,2494	18	0,2488	23	0,2494
4	0,2489	9	0,2498	14	0,2497	19	0,2493	24	0,2501
5	0,2496	10	0,2489	15	0,2492	20	0,2489	25	0,2479

Kontrolní plán: datum
určení :

Autor kontrol. plánu :

Zašle k : :

Operátor :

Oddělení

Jméno

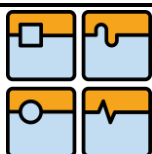
Datum

Podpis

25.4.2011

8.80 / 91216

Bosch Diezelspol s.r.o.



DIPLOMOVÁ PRÁCE

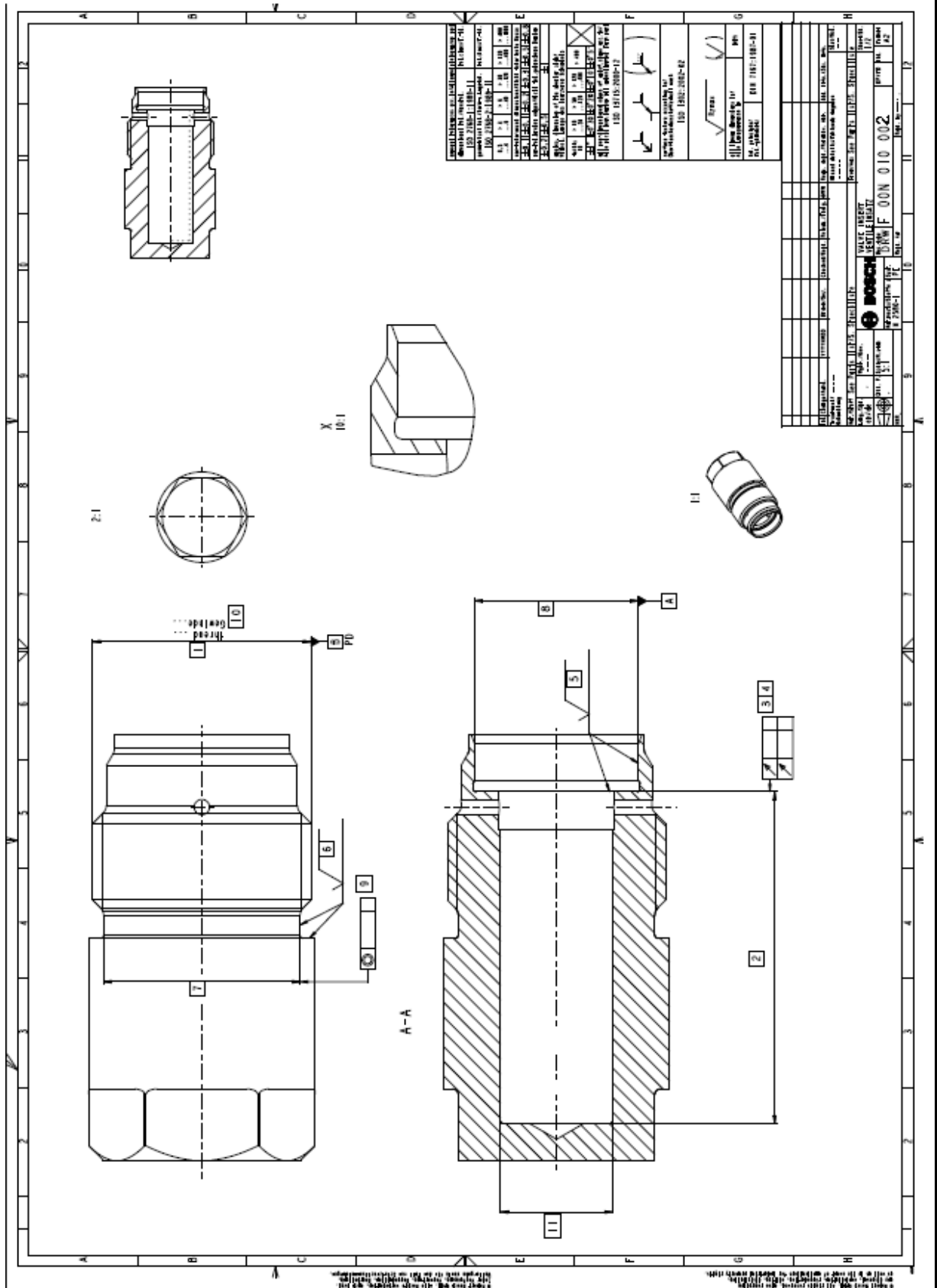
Příloha 4. - %GRR – F 00N 010 004 – způsobilost měřicího procesu (R)

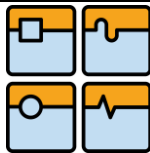
BOSCH		Analýza měřicích systémů Postup 2		stránk 1 / 1								
Oblast	:	Operace	:	Znak ozn.	:							
Skupina/oddělení	:	Str.ozn.	: PeCo	Znak č.	: 1							
Provoz/oblast	: PUG5JhP	Stroj č.	: B51.0142/047	Jmen. hodnota	:							
Výrobek	:	Měřicí místo	:	Odchyl. dolů	: -0,0300							
Díl	: Ventilkolben	Zk.pr.ozn.	:	Odchyl. nahoru	: 0,0300							
TDčís.	: F 00N 010 004	Zk.pr.čís.	:	Tolerance	: 0,0600							
Změnový stav	:	Zk.pr.výr.	:	Jednotka	: mm							
Komentář												
Komentář												
Norm.ozn.	:	Normála-čís.	:	normálová/referenční	:							
n	X _{A1}	X _{A2}	$\bar{x}_{g1}$	S _{g1}	X _{B1}	X _{B2}	$\bar{x}_{g1}$	S _{g1}	X _{C1}	X _{C2}	$\bar{x}_{g1}$	S _{g1}
1	0,1241	0,1291	0,12660	0,00354	0,1296	0,1257	0,12765	0,00276	0,1248	0,1253	0,12505	0,00035
2	0,1279	0,1314	0,12965	0,00247	0,1320	0,1315	0,13175	0,00035	0,1288	0,1327	0,13075	0,00276
3	0,1348	0,1387	0,13675	0,00276	0,1370	0,1349	0,13595	0,00148	0,1320	0,1348	0,13340	0,00198
4	0,1299	0,1333	0,13160	0,00240	0,1308	0,1318	0,13130	0,00071	0,1329	0,1355	0,13420	0,00184
5	0,1406	0,1420	0,14130	0,00099	0,1420	0,1426	0,14230	0,00042	0,1447	0,1433	0,14400	0,00099
6	0,1230	0,1222	0,12260	0,00057	0,1243	0,1245	0,12440	0,00014	0,1244	0,1248	0,12460	0,00028
7	0,1464	0,1436	0,14500	0,00198	0,1399	0,1374	0,13865	0,00177	0,1423	0,1411	0,14170	0,00085
8	0,1208	0,1217	0,12125	0,00064	0,1187	0,1207	0,11970	0,00141	0,1209	0,1213	0,12110	0,00028
9	0,1261	0,1292	0,12765	0,00219	0,1230	0,1245	0,12375	0,00106	0,1267	0,1260	0,12635	0,00049
10	0,1309	0,1305	0,13070	0,00028	0,1192	0,1210	0,12010	0,00127	0,1270	0,1281	0,12755	0,00078
Díl čís.: F 00N 010 004						Díl ozn.: Ventilkolben						
Znak č.: 1						Znak ozn.: R0,16+/-0,03						
Opakovanost I		0,0000026255		Opakovanost II		0,0016303		EV = 0,0012548 ± 0,0016298 ± 0,0021659		%EV = 16,20%		
Reproduktivnost I		—		Reproduktivnost II		—		AV = 0,0010260 ± 0,0019928 ± 0,0034061		%AV = 19,93%		
Intrakce		0,0000039703		Intrakce		0,0019926		GR = 0,0028067 ± 0,0024492 ± 0,0062451		%GR = 25,68%		
Celková rozptýlenost		0,0000069958		Celková rozptýlenost		0,0029982		GRR = 0,0028067 ± 0,0024492 ± 0,0062451		%GRR = 25,68%		
Tolerance		T = 0,0600		Hodnota rozptýlenosti I		I = 0,0016303		I = 0,0016303		I = 0,0016303		
Rozdílnost		%RSD = —		Rozdílnost		%RSD = —		Rozdílnost		%RSD = —		
Celková rozptýlenost		%GRR = 25,68%		Celková rozptýlenost		%GRR = 25,68%		Celková rozptýlenost		%GRR = 25,68%		
Rozptýlenost		%PV = 73,07%		Rozptýlenost		%PV = 73,07%		Rozptýlenost		%PV = 73,07%		
Podíl rozdílnosti		n = 4		Podíl rozdílnosti		n = 4		Podíl rozdílnosti		n = 4		
Rozdílnost byla nebyla usazena												
BOSCH 2005 - MDA 3 (A) (V) - Komod. Ventilben 2												
Kontrolní plán: datum		: 21.4.2011		Autor kontr. plán		: PUG5Landt		Začátek-zk. :		Operator :		
Oddělení		Jméno		Datum		Podpis		Y:\F 00N 010 004_Ventilkolben_R0,16.DFG				
21.4.2011		8.80 / 91216 GC_V2_B.def		Bosch Diesel spol. s.r.o.								



DIPLOMOVÁ PRÁCE

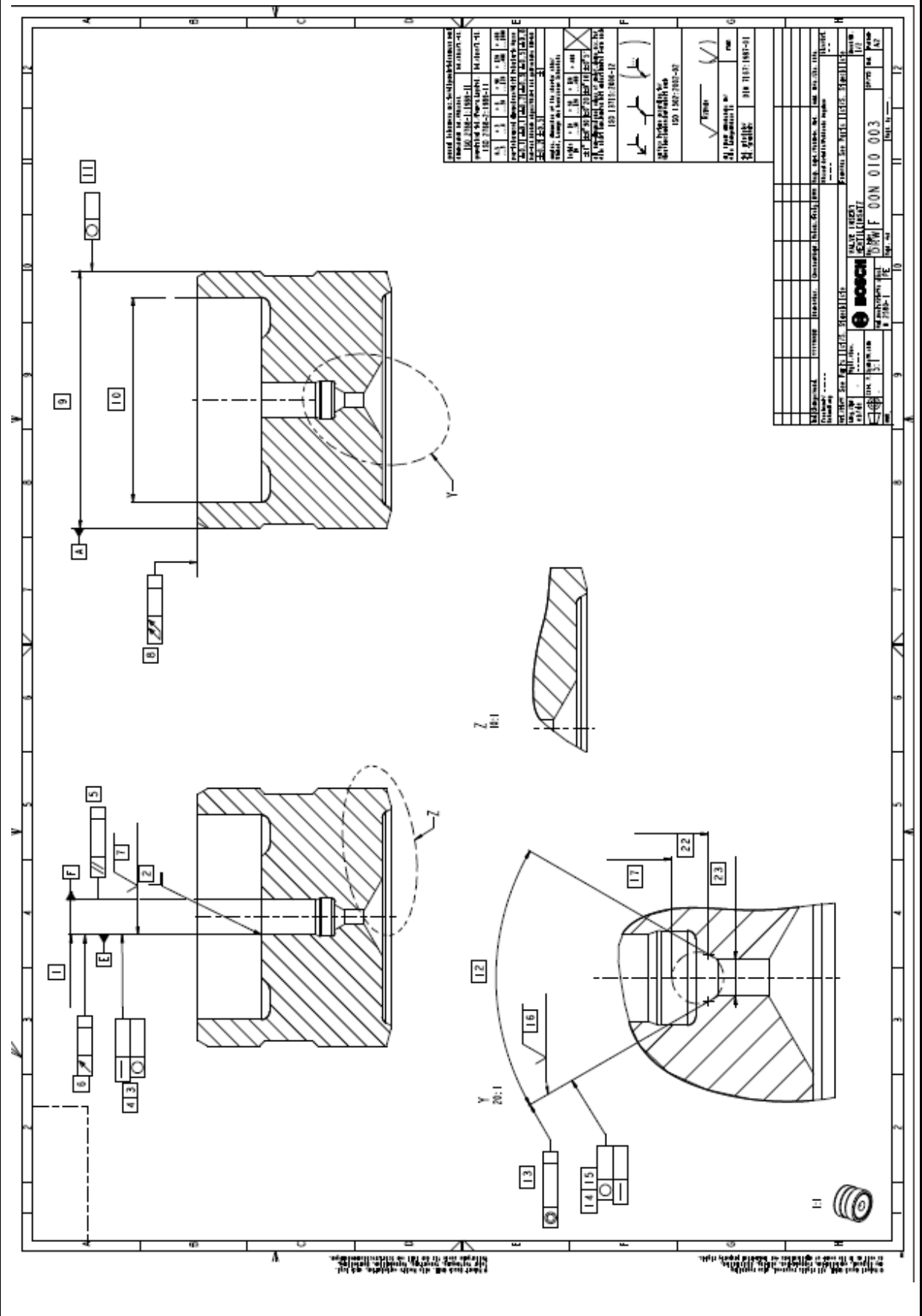
Příloha 5. - Metrologický výkres F 00N 010 002 (výkres)





DIPLOMOVÁ PRÁCE

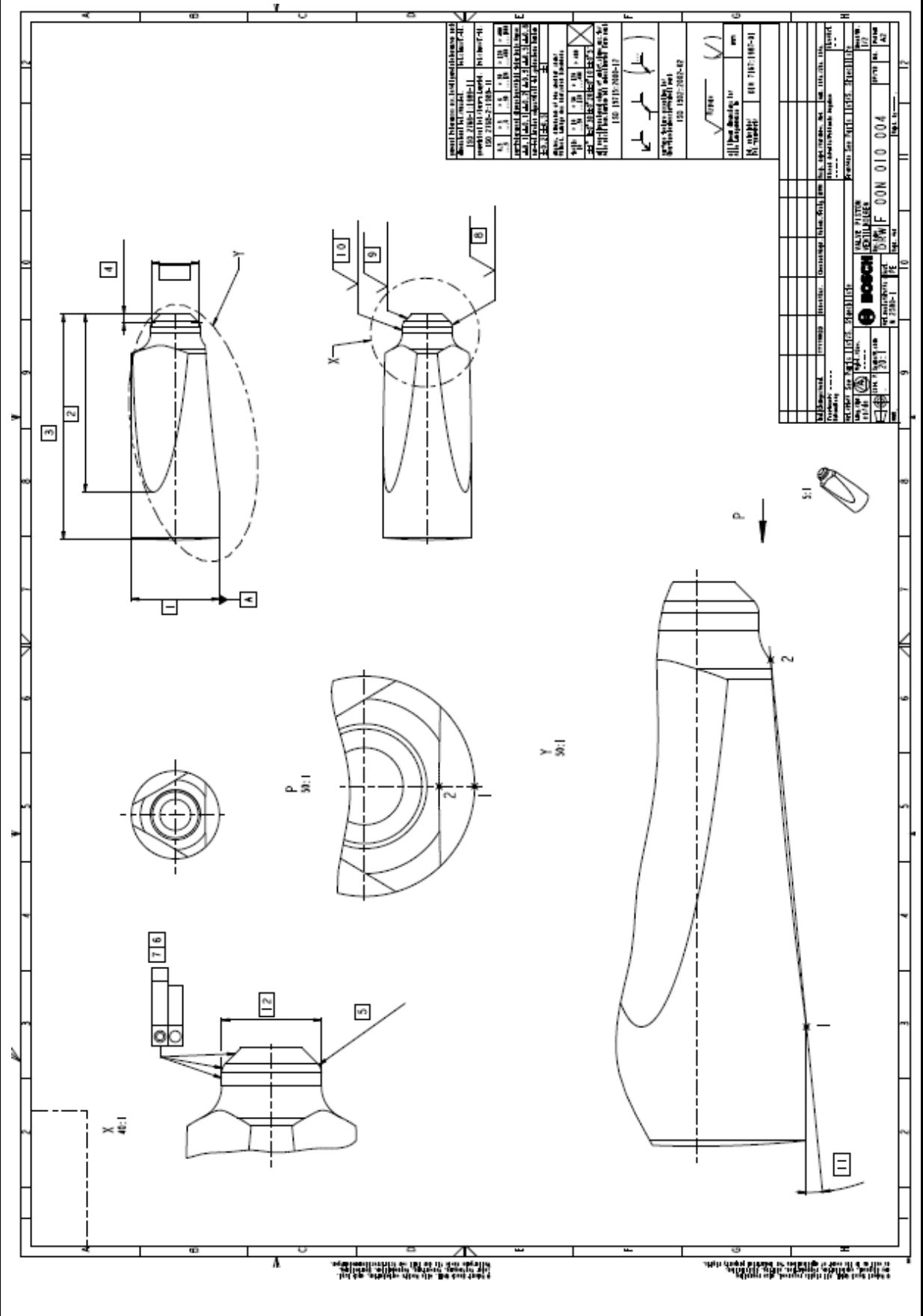
Příloha 7. - Metrologický výkres F 00N 010 003 (výkres)





DIPLOMOVÁ PRÁCE

Příloha 9. - Metrologický výkres F 00N 010 004 (výkres)



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Příloha 10. - Metrologický výkres F 00N 010 004 (měřicí podmínky)

Measuring points Messpunkte		Measuring point category Messgröße	Reference Size Bezug	Filter polar (Wellenlänge) Wellenlänge	Filter linear (mm) (mm)	Sensor band- ϕ Tastkopf- ϕ (mm) (mm)	Sensor length Taststange (mm) (mm)	Sensor tip radius Tastspitzenradius (mm) (mm)	Sensor Amplitude Tasterausschlag (mm) (mm)	Cage head Maximum force Maximaler Kraft (N) (N)	Rotation speed Drehzahl (1/min) (1/min)	Infeed linear Vorlauf (mm) (mm)	Quantity minimum measuring points Anzahl Messpunkte	Analysis method Auswertungsverfahren	Face out stage Ausbeugung Kante	Note Bemerkung
Reference A Bezug A																
1	Outer Diameter Äußere Durchmesser	ϕ		Gauss 50 / 50 %		0.5			0.05	0.01	10° / 6		1 p / 0.1°	LSC		Form tester
2	Flat Face Flache Fläche							0.025		0.01		0.5	1 p / μ m	LSC LSS		Perfometer Concept
3	Total Length Gesamtlänge															Perfometer Concept
4	Sealing Edge Dichtungskante															Perfometer Concept
5	Sealing Edge Dichtungskante															Perfometer Concept
6	Roughness Rauigkeit	ϕ		Gauss 50 / 50 %		0.4				0.010	10° / 6		1 p / 0.1°	MZC		Form tester
7	Concentricity Konzentrität	ϕ	A	Gauss 50 / 50 %		0.4				0.010	10° / 6		1 p / 0.1°	MZC		Form tester
8	Edge Kante	Primal c						0.002 / 90°	0.250			0.5				PKG / MFW 250
9	Edge Kante	Primal c						0.002 / 90°	0.250			0.5				PKG / MFW 250
10	Edge Kante	Primal c						0.002 / 90°	0.250			0.5				PKG / MFW 250
11	Roughness Rauigkeit	ϕ														Perfometer Concept
12	Diameter Durchmesser	ϕ														Perfometer Concept

BOSCH
 VALVE POSITION
 SENSITIZER
 DRWF 00N 010 004
 Bosch Power Tools AG
 73439 Ulm, Germany
 Bosch Power Tools AG
 73439 Ulm, Germany
 Bosch Power Tools AG
 73439 Ulm, Germany

