

**Vyšší odborná škola, Střední škola,
Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí**



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

Sezimovo Ústí, 2015

Autor: Josef Jelínek

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA, CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY
SEZIMOVO ÚSTÍ, BUDĚJOVICKÁ 421



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Josef Jelínek**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Způsob měření obráběných dílů pro kompresory**

Zásady pro vypracování:

1. Popište činnost laboratoře kvality ve firmě Valeo Compressor Europe, s.r.o. v Humpolci v souvislosti s komponentami kompresorů.
2. Popište stávající způsob měření jednoho obráběného dílu, který je časově náročný a shrňte jeho nedostatky.
3. Navrhněte nový postup měření pro vybraný dílec, který tyto nedostatky eliminuje.
4. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

Doporučená literatura:

- [1] MITUTOYO, Mitutoyo Controlled Open System for Modular Operation Support

Vedoucí práce: Bc. et Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP,
Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Jiří Roubal, Ph.D., VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Jiří Maleček DiS., Valeo Compressor Europe, s.r.o.

Datum zadání absolventské práce: **3. 3. 2015**

Datum odevzdání absolventské práce: **11. 9. 2015**


Bc. et Bc. Miroslav Hospodářský
(vedoucí práce)



V Sezimově Ústí dne 5. 3. 2014


Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji tímto, že jsem absolventskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Bc. et Bc. Miroslava Hospodářského a uvedl jsem veškerou použitou literaturu.

V Sezimově Ústí dne 10.9.2015



.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji především odbornému konzultantovi absolventské práce Ing. Jiřímu Roubalovi za jeho cenné rady, čas a důvěru, který věnoval mé práci. Poděkování patří též vedoucímu práce Bc. et Bc. Miroslavu Hospodářskému, který mi poskytl mnoho cenných rad. Zároveň děkuji rodičům za umožnění studií a jejich podporu. Dále děkuji vedení Vyšší odborné školy, Střední školy, Centra odborné přípravy a pedagogům této školy za umožnění realizovat tuto absolventskou práci.

Nemalé poděkování patří firmě Valeo Compressor Europe, s.r.o., která mi umožnila realizovat moji absolventskou práci.

Anotace

Tato absolventská práce je vytvořena jako výzkumná práce sloužící k vytvoření vlastního pohledu na současný stav měření obráběných dílů pro kompresory. Nejprve je popsána samotná činnost metrologické laboratoře. Poté se autor zaměřil na jeden výrobní komponent. V dalším bodě autor popsal způsob měření a časovou náročnost dílu. Dále se autor zaměřil na možné metody měření dílu. Poté navrhl nový postup měření pro vybraný komponent. Poslední bod je určen k zhodnocení výsledků této práce.

Annotation

Diese Diplomarbeit wird als Forschungsarbeiten verwendet werden, um eine benutzerdefinierte Ansicht über den aktuellen Stand der Messung der bearbeiteten Teile für Kompressoren erstellen etabliert. Zunächst wird der Betrieb der Messtechnik Labors beschrieben. Dann konzentriert sich der Autor auf einer Komponentenfertigung. In anderer Hinsicht beschreibt der Autor eine Meßmethode und zeitaufwendige Arbeit. Weiterhin konzentriert sich der Autor auf mögliche Methoden zur Messung von Teilen. Dann vorgeschlagen, ein neues Verfahren zum Messen der ausgewählten Komponenten. Der letzte Punkt ist beabsichtigt, die Ergebnisse der Arbeiten zu bewerten.

Obsah

Seznam obrázků	viii
Seznam tabulek	x
Seznam použitých symbolů	xii
1 Úvod	- 1 -
2 Činnost metrologické laboratoře.....	- 2 -
2.1 Laboratoř	- 2 -
2.2 Měření v laboratoři.....	- 5 -
2.2.1 3D měření - CMM.....	- 6 -
2.2.2 Ruční měření	- 8 -
3 Měření obráběného dílu	- 12 -
3.1 Měření komponentu	- 13 -
3.1.1 Měření průměru.....	- 13 -
3.1.2 Měření drsností	- 14 -
3.1.3 Měření tvarových odchylek	- 15 -
3.2 Časová náročnost.....	- 17 -
3.2.1 Měření na Rondcom 60A.....	- 18 -
3.2.2 Měření na Mitutoyo	- 21 -
3.2.3 Manuální měření	- 22 -
4 Nový postup měření.....	- 24 -
4.1 Měřicí standard.....	- 25 -
5 Závěr	- 26 -
Literatura.....	- 27 -
A Obsah příloženého DVD.....	I
B Použitý software	III

C	Program na kruhoměru Mitutoyo	V
D	Protokoly změřeni.....	VII

Seznam obrázků

2.1	Laboratoř	– 3 –
2.2	Uložení měřidel	– 4 –
2.3	Kalibrační známka na posuvném měřítku	– 5 –
2.4	CMM Mitutoyo	– 6 –
2.5	Temperující díl	– 7 –
2.6	Měření obrobeneho komponentu na CMM	– 8 –
2.7	Surfcom 1800D	– 9 –
2.8	Konturoměr	– 10 –
2.9	Předepisování tolerancí	– 11 –
3.1	Odlitek dílce	– 12 –
3.2	Temperující komponent	– 13 –
3.3	Upnutí a uložení komponentu v CMM	– 14 –
3.4	Měření drsnosti	– 15 –
3.5	Upnutí komponentu v kruhoměru	– 16 –
3.6	Měření rovinnosti na podpůrné ploše	– 17 –
3.7	Uložení komponentů v bedýnce	– 18 –
3.8	Najetí doteku na měřenou plochu	– 20 –
3.9	Upnutí kusu mezi hroty	– 21 –

Seznam tabulek

3.1	Výsledky měření Rondcom 60A, první část	– 18 –
3.2	Výsledky měření Rondcom 60A, druhá část	– 20 –
3.3	Výsledky měření Mitutoyo, první část	– 21 –
3.4	Výsledky měření Mitutoyo, druhá část	– 22 –
3.5	Výsledky manuálního měření, první část	– 23 –
3.6	Výsledky manuálního měření, druhá část	– 24 –
4.1	Vyhodnocení náměrů	– 24 –

Seznam použitých symbolů

Symbol	Význam
PA	Product audit
CH.O.	Change over
LSC	Metoda kružnice nejmenších čtverců
μm	mikrometr – odvozená jednotka soustavy SI
SI	mezinárodní soustava jednotek fyzikálních veličin

1 Úvod

Důležitou otázkou stojí, co autora motivovalo, či inspirovalo nad výběrem tématu této absolventské práce. Ve druhém ročníku jsme měli odbornou praxi. Nastoupil jsem do firmy Valeo Compressor, s.r.o. Zde jsem se seznámil s prostředím pro výrobu kompresorů na klimatizaci do automobilů. Dále s výrobou jednotlivých komponentů a jejich měřením. Po postupném nabírání zkušeností v metrologické laboratoři jsem se rozhodl, že vytvořím absolventskou práci na toto téma a vypracuju ji jako výzkumnou práci.



Cílem je vytvořit vědeckou práci sloužící jako nový standard měření jednoho obráběného dílu pro kompresory. Rozhodl jsem se po konzultaci s vedoucím metrologické laboratoře, na vybrání jednoho komponentu, pro který zpracuji nový měřicí standart. Práce je rozdělena na tři části. Cílem první části je popsat činnost metrologické laboratoře pro oddělení kvality ve firmě Valeo Compressor Europe, s.r.o. v Humpolci. V druhé části je cílem popsat způsob měření obráběného komponentu, který je časově náročný. Popsány budou jednotlivé způsoby měření komponentu. V poslední části navrhnout nový standard měření dílce, který nebude tak časově náročný a bude pro firmu Valeo Compressor Europe, s.r.o. přínosem.

Kapitola 2 popisuje činnost metrologické laboratoře kvality pro měření komponentů pro kompresory. Kapitola 3 se zabývá stávajícím způsobem měření jednoho obráběného dílu a kapitola 4 popisuje nový postup měření pro tento komponent. V příloze práce jsou uvedeny protokoly z měření, obsah příloženého DVD, požitý software.

2 Činnost metrologické laboratoře

Metrologie se zabývá jednotností a správností měření. Pro podnikovou metrologii bychom měli definovat měřidla, která v daném oboru používáme, řádně je rozčlenit a označit. Zároveň je v podnikové praxi třeba stanovit postup od nákupu měřidla až po jeho vyřazení z evidence. Metrologie je souhrn všech znalostí a činností souvisejících s měřením a zahrnuje teoretické i praktické aspekty vztahující se k měření bez ohledu na úroveň jejich přesnosti a bez ohledu na oblast vědy a techniky, kde se příslušné problémy řeší. Základním úkolem metrologie je zabezpečit jednotnost a přesnost měření.

2.1 Laboratoř

Metrologická místnost se nachází přímo v hale firmy. Laboratoř je uzavřená klimatizovaná místnost s teplotou 20°C +/- 1°C. Probíhá zde měření obráběných komponentů, prototypových dílů i celých kompresorů. Kontrolované rozměry zjistíme přímo měřidlem, nebo nepřímo porovnáváním tj. kalibrem. Kontrola znamená zjištění, zda materiál nebo obrobek splňují předepsané podmínky, například rozměrovou a tvarovou přesnost, pevnost, kvalitu povrchu, tvrdost aj. Kontrolu rozdělujeme na tři části:

- a) Vstupní kontrola - dodání materiálu (odlité komponenty, které se obrábí)
- b) Výrobní kontrola - během výroby (provádí se tkz. Product audit)
- c) Výstupní kontrola - hotový výrobek, měření celého kompresoru

Tato práce je především zaměřena na výrobní kontrolu. Měření se provádí příslušnými měřidly na daném komponentu. Na obrázku 2.1 je znázorněn pohled do laboratoře. V laboratoři se nachází několik měřících zařízení. Všechny potřebují obsluhu, některé stroje výsledky měření vyhodnocují sami u jiných potom obsluha. Nachází se zde souřadnicová měřící technika (CMM) pro měření, dále pak drsnoměr, konturoměr, kruhoměr, dále ruční měřidla mezi které patří posuvná měřítka,

Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

mikrometry, pasometry, úhlooměry, kalibrační kroužky, rádiusové měrky, tvarové měrky, johansonovy měrky a další.



Obr. 2.1 – Laboratoř

Jak správně používat a zacházet s měřidly je shrnuto v následujících bodech:

- seznámit se správnou obsluhou měřidla (např. zapnutí a správné nulování dig. měřidel)
- používat měřidla s platnou dobou kalibrace
- zvolit vhodný měřicí postup (pokud není stanoveno ve výrobním nebo kontrolním postupu)
- čistota kontrolovaného kusu (případně jeho odjehlení) a čistota měřidla
- digitální měřidla nevystavovat vlivu elektřiny, magnetických polí, přímého slunečního záření
- před měřením zkontrolovat, zda měřidlo není poškozeno tak, že by to ovlivňovalo samotné měření
- zkontrolovat nastavení měřidla několikrát (doporučeno min 3krát) opakovat měření - jedno měření není měření
- tolerance kontrolovaného rozměru by měla být o řád lepší než povolená chyba měřidla v případě nevěrohodnosti měření zvolit jiný způsob nebo jiný druh měřidla

Kde ukládat měřidla a jakým způsobem:

- mezi jednotlivými měřeními ukládat měřidla na nekovovou plochu "zbavenou" oleje a kovových předmětů (kovových třísek)
- ukládat měřidla tak, aby nemohlo dojít k jejich poškození
- používat měřidla dle návodu na použití a na účely, ke kterým je měřidlo určeno
- v případě nepoužívání ukládat měřidla do originálních nebo jiných obalů, na nekovové plochy tak, aby nemohlo dojít k jejich poškození (nevhodné je např. ukládat posuvná měřítka do kovových zásuvek)



Obr. 2.2 – Uložení měřidel

Jak bylo uvedeno v jednom bodě, používat měřidla, která mají platnou kalibraci a navíc musí obsahovat označení do kdy kalibrace platí. Jednoduché znázornění vidíme na obr. 2.3, kde je nalepena kalibrační známka na posuvném měřítku. Číslo na známce znamená do kterého roku platí kalibrace a po obvodu do kterého měsíce.

Kalibrace je soubor pracovních postupů, který zavádí, za specifických podmínek, vztah mezi hodnotami udávanými měřicím přístrojem nebo měřicím systémem a odpovídajícími známými hodnotami měřeného (referenčního) vzorku. Výsledek kalibrace je někdy vyjádřen jako kalibrační faktor nebo řada kalibračních faktorů ve formě kalibrační křivky.

Kalibrační program definuje návaznost měřidel, tedy systém kalibrací, ověřování, případně i servisních zásahů u měřidel (zařízení). Návaznost měřidel je zajišťována prostřednictvím nepřerušenoého řetězce kalibrací nebo porovnání až k mezinárodním etalonům nebo certifikovaným referenčním materiálům. Návaznost měřidel a měření je nutno realizovat prostřednictvím:

- pracovišť národní či evropské metrologické autority
- akreditovaných kalibračních laboratoří
- interních kalibrací



Obr 2.3 – Kalibrační známka na posuvném měřítku

2.2 Měření v laboratoři

Měření v laboratoři se rozděluje na dvě části, a to na 3D měření CMM a ruční měření, kam spadá měření drsností, profilů, tvarových odchylek a další. Tyto části jsou podrobněji rozepsány v následujících podkapitolách. Nejdříve se seznámíme s měřením na CCM a poté s ostatními přístroji pro měření. Kde je popsán zjednodušeně, co daný stroj měří, jeho nastavení a obsluha.

2.2.1 3D měření - CMM

Coordinate Measuring Machine v českém překladu se jedná o souřadnicové měřicí stroje (dále jen CMM). Jedná se o zařízení pro měření geometrických vlastností různých objektů a zařízení, používaných ve výrobních a montážních procesech. Obecně jsou to zařízení pro testování dílu nebo sestavy, jestli odpovídají předem stanoveným požadavkům. Stroj může být řízen jak ručně provozovatelem (technikem), tak pomocí počítače. Měření jsou definována sondou mechanicky nebo jinak propojenou k třetí pohyblivé ose stroje. Sondy mohou být mechanické, optické, laserové a další. Základním principem je zjišťování souřadnice X, Y a Z jednotlivých bodů objektu. Tyto body jsou zjišťovány pomocí sondy, která je umísťována ručně (technikem) nebo automaticky pomocí počítače -Direct Computer Control (dále jen DCC). CMM je možné pomocí DCC naprogramovat tak, aby opakovaně měřily stejné díly, čímž se z těchto CMM stává specializovaná forma průmyslových robotů.



Obr. 2.4 – CMM Mitutoyo

Firma vlastní 4 CMM, které se skládají ze tří os X, Y a Z. Tyto osy jsou navzájem kolmé v typickém trojrozměrném souřadnicovém systému. Každá osa má systém měřitek, který označuje umístění této osy. Stroj bude číst vstup z dotykové sondy, podle

Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

pokynů operátora nebo programátora. Stroj pak používá X, Y, Z souřadnice každého z těchto bodů pro určení přesné velikosti a polohy. [1]

Měření pak probíhá následovně. Z výrobních linek jsou přineseny komponenty v jednotlivých intervalech, na kterých se provádí PA nebo CH.O.. CH.O. znamená přejetí linky na jiný typ obráběného dílu.



Obr. 2.5 – Temperující díly

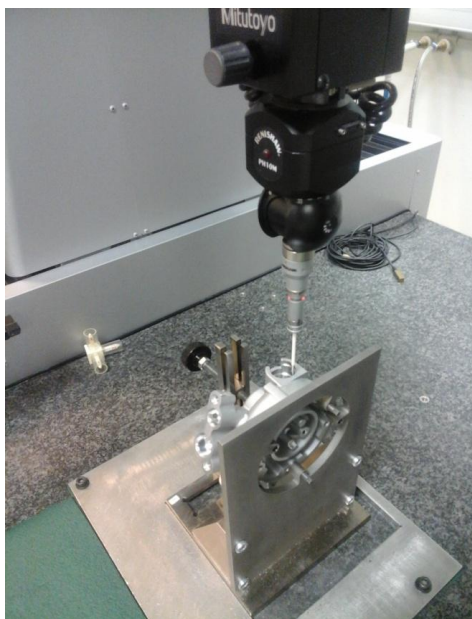
Díly, které jsou přineseny na měření, tak zůstanou před měřením minimálně 10 minut v prostředí laboratoře, nejčastěji na mramorovém stole viz obr. 2.6, aby nedošlo k temperování dílů a v průběhu měření se nekroutili. Pro každý komponent, který se v závodě vyrábí, je potřebný program.



Komponent před měřením se dočistí, ten kdo měření požaduje, nesmí přinést díly od oleje, emulze, třísek a jinak znečištěné. Pokud se provádí na některé lince CH.O., tak seřizovač nahlásí název dílu, číslo dílu a požadované měření. Při měření PA

se postupuje dle dokumentu FO-P3-PPA/CZ, tento dokument je duševním vlastnictvím firmy.

Dále technik zvolí dle dílu program pro měření PA, potom postupuje dle návodu v příslušném programu. Po upnutí dílu do příslušného přípravku zahájí měření viz obr. 2.7. Programy pro měření komponent vytváří specialista pro měření, obsluha v žádném případě nesmí zasahovat do programu.



Obr. 2.6 – Měření obrobeného komponentu na CMM

2.2.2 Ruční měření

Do této části spadají ostatní měřidla, která jsou umístěna v laboratoři. V této kapitole je stručně popsáno měření drsností, kontury a tvarových odchylek. Dále se používají měřidla jako jsou mikrometry vnější a vnitřní, pasometry, posuvná měřítka, kalibry a další. Při měření PA nebo CH.O. se nejčastěji měří:

a) Měření drsnosti

V metrologické místnosti se nachází jeden drsnoměr, který je znázorněn na obr. 2.8. Drsnost povrchu má významný vliv na životnost a spolehlivost součástí jako je například přesnost chodu strojní součásti, hlučnost, ztráty třením, přestup tepla, nebo odolnost proti opotřebení. Proto se drsnost povrchu funkčních ploch sleduje

a vyhodnocuje. Naměřené parametry se zapíše do PA a vyhodnotí. V případě, že je drsnost povrchu mimo toleranci technik je zakroužkuje a zaškrtně NG. Poté postupuje dle dokumentu reakce na neshodu FO-S6-RNM/CZ.



Obr. 2.7 – Surfcom 1800D

Vysoce kvalitní povrchy jsou nákladné na výrobu, a tak zvyšují i cenu komponentu, ale nejakostní povrchy zase mohou ohrozit kvalitu a spokojenost zákazníka. Proto je potřeba volit optimální kompromis. U obráběných dílů máme dva základní typy funkčních ploch:

- plochy stykové - vyznačují se vzájemným dotykem povrchu součástí; jakost těchto stykových ploch následně ovlivňuje funkci celého zařízení
- plochy volné - nejsou ve vzájemném dotyku; jakost povrchu nemá vliv na funkci zařízení

U těchto součástí můžeme rozdělit povrch podle způsobu svého vzniku:

- povrch neobrobený – vzniklý z původního polotovaru,
- povrch obrobený – vzniklý obráběním.

Postup měření na Surfcomu 1800D je dle PA pro laboratoř nebo podle výkresové dokumentace k dílu, případně měřicí standardu, který zpřesňuje výklad výkresové dokumentace. Pro měření se používá podprogram Normal, který je před nastaven. Pro

měření kulových tvarů se používá podprogram BallPocket, který má obdobné nastavení, pouze se kompenzuje kulový tvar.

b) Měření kontury

Měření kontury neboli profilu se používá převážně pro měření pozic drážek, jejich šířek, rádiusu, úhlů a další.



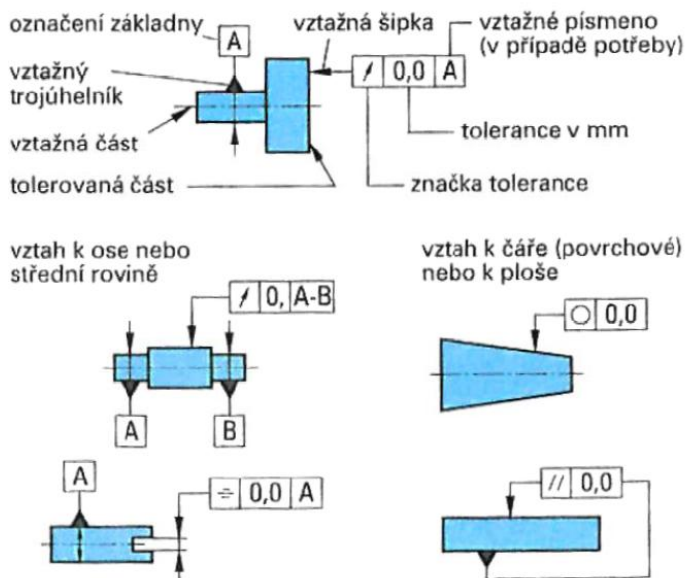
Obr. 2.8 - Konturoměr

Díl se měří podle PA pro laboratoř. Postup dle výkresové dokumentace k dílu, případně dle měřicího standardu, který zpřesňuje výklad výkresové dokumentace. Základním nastavením konturoměru je rychlost měření, dle složitosti dílu se nastavuje 0,2 – 1mm/s, hustota bodů 0,002mm/s.

c) Měření tvarových odchylek – kruhoměr

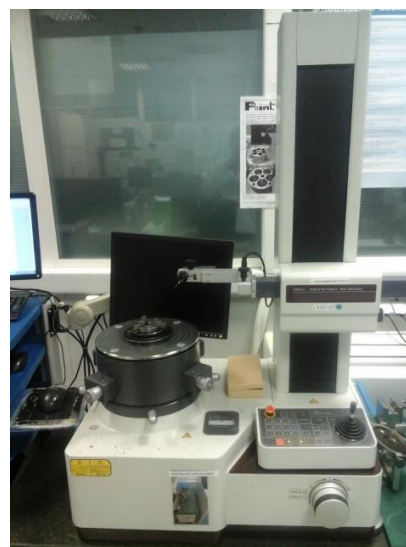
Měření tvaru, polohy, roviny, směru a házení, souhrnně nazývané geometrická tolerance. Naměřené odchylky skutečných ploch mohou nepříznivě ovlivnit funkci jednotlivých komponentů i celého výrobku, tedy v našem případě kompresoru. Například odchylka kruhovitosti valivých ložisek zvyšuje opotřebení a hlučnost chodu. Na přímosti, rovnoběžnosti nebo kolmosti vodících a upínacích ploch závisí přesnost obráběcích strojů. Odchylka je potřebná k popisu geometrie skutečných tvarů nebo

vztahů mezi prvky. Tolerance je obecně největší dovolená mezní hodnota uvažovaných odchylek. Předepisování tolerancí tvarových odchylek je znázorněno na obr. 2.10.



Obr. 2.9 – Předepisování tolerancí

V laboratoři se nachází tři měřicí kruhoměry. Dva od firmy Mitutoyo a jeden od firmy Rondcom 60A. Nejčastěji měřené odchylky jsou válcovitost, kruhovitost, rovinnost, souosost, soustřednost a házení. Díly se měří dle požadavku PA pro laboratoř. V případě, že je vytvořen program na kruhoměru Mitutoyo používá se ten a dále se postupuje dle návodu v programu. Pokud program není vytvořen, technik postupuje dle výkresové dokumentace k příslušnému dílu, případně dle měřicího standardu, který zpřesňuje výklad výkresové dokumentace.

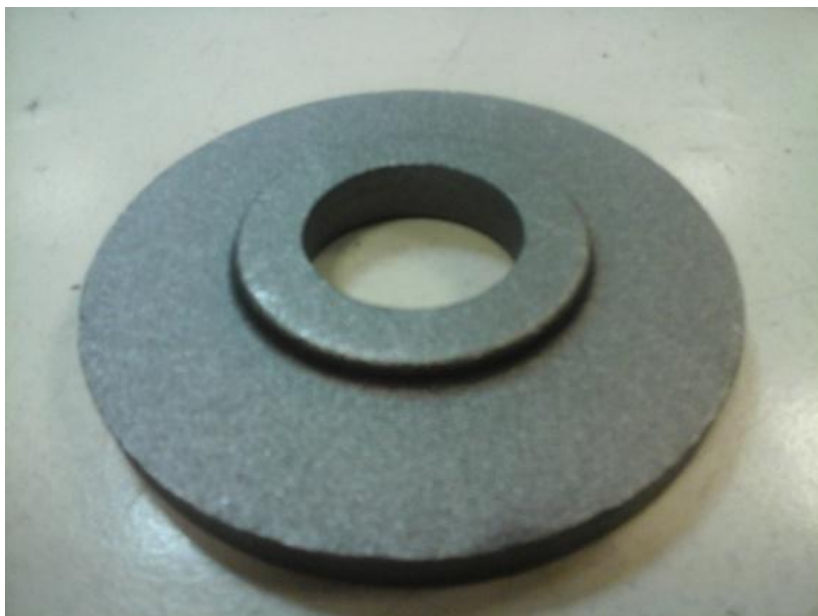


Základní nastavení pro kruhoměr je Filtr 2RC, nastavení LOW (=nízký) 50, LSC – nutno zkontrolovat před každým měřením.

LSC je metoda kružnice nejmenších čtverců její definice zní „*Kružnice je přizpůsobena měřenému profilu tak, aby součet čtverců odchylek profilu dat od této kružnice byl minimální. Hodnota kruhovitosti je pak definována jako rozdíl mezi maximální odchylkou profilu od této kružnice (nejvyšší výstupek k největší prohlubni)*“ [2].

3 Měření obráběného dílu

Z několika možných komponentů, které se ve firmě obrábí a pak se z nich na montáži sestaví celý kompresor. Zvolil jsem díl, který se nachází uvnitř kompresoru. Tento komponent projde několika linkami, kde je obráběn do finální podoby. Díl se dováží odlitý a prochází přes vstupní kontrolu, nežli se dostane na obráběcí linku. Po obrobení se komponent odnáší na měření do metrologické laboratoře. K dílu, který jsem zvolil, není vložena do této práce technická dokumentace, duševní vlastnictví firmy Valeo Compressor Europe, s.r.o.



Obr. 3.1 – Odlitek dílce

3.1 Měření komponentu

Dílec, který je přinesen do laboratoře se pokládá na desku obr. 3.13. a nechává se minimálně deset minut temperovat. Poté technik očistí díl a vezme příslušný PA, kde vyplní jméno auditora, čas a datum. Měřicí postup bude následně popsán v podkapitolách.



Obr. 3.2 – Temperující komponent

3.1.1 Měření průměru

Postup měření průměru je následující. Přistoupíme k jednomu CMM, kde zvolíme záložku *SWASH PLATE*. Kde jsou programy na měření po jednotlivých operacích na linkách a pro různé typy komponentu. Spustíme program *SWASH RING MAL PRUM*, dále postupuje tak jak je uvedeno v programu. Kus upneme do sklíčidla, které je umístěno na kostce a umístíme do CMM viz obr. 3.14.. Poté dovyplníme v okénku na PC čas, datum a příslušnou fázi, z které díl pochází, jelikož ve firmě jsou tři linky, na kterých se komponent obrábí. Před spuštěním měření ještě technik očistí měřicí sondu pomocí ubrousku a lihu a spustí měření.



Obr. 3.3 – Upnutí a uložení komponentu v CMM

Jakmile CMM doměří, technik ukončí program. V PC ve složce *KC – 88* najde složku *Swasch Plate* a v ní otevře textový dokument s názvem *Ring*. Po otevření souboru se zobrazí naměřené hodnoty. CMM měří tři průměry, do PA se zapisuje pouze průměr 47,00. Po zapsání naměřené hodnoty technik vyhodnotí dle tolerance. V případě, že hodnota neodpovídá toleranci, rozměr zakroužkuje. Poté vytiskne naměřené hodnoty průměrů, které se posílají zpátky na linku.

3.1.2 Měření drsností

Před měřením drsnosti technik zkontroluje měřicí dotek, jestli není uražený hrot. Dále zvolí podprogram *Normal* a na kalibrační destičce provede náměr. Na PC se zobrazí naměřená hodnota tu technik porovná s hodnotou na destičce. Jednoduchý příklad drsnost destičky je $R_{\max} 9,3\mu\text{m}$ a tolerance je 7% tz., že by drsnost měla být naměřena v rozmezí 8,65 – 9,95 μm . Pokud je hodnota naměřená v toleranci měřidlo je v pořádku a může se provést měření. Kus položí na silonový kroužek, jak je znázorněno na obr. 3.16. Nyní změří drsnosti na funkčních plochách a zapíše do PA. Následně je potřeba v podprogramu zkrátit dráhu pro měření drsnosti na podpůrné ploše na hodnotu

0,4 mm. Po změření technik aktualizuje podprogram *Normal* a změří drsnost na průměru. Změřené drsnosti vyhodnotí podle tolerance. V případě, že hodnota neodpovídá toleranci rozměr zakroužkuje.



Obr. 3.4 – Měření drsnosti

3.1.3 Měření tvarových odchylek

Přichází nejnáročnější část měření komponentu. Na kruhoměru Mitutoyo je vytvořen program, kterým změříme díl. Technik před měřením očistí měřící dotek ubrouskem a spustí program *SW Ring – univerzální*. Zkontroluje zda jsou nastaveny parametry, jak je uvedeno v kapitole 2.2.2. Dále očistí pomocí ubrousku komponent a přípravek, na který díl našroubuje. Provede upnutí dle obr.3.17, zkontroluje zda přípravek nemá žádnou vůli v čelistech sklíčidla. Pokud by byla vůle a přípravek s obrobkem by se mírně hýbal dochází k nepřesnosti měření. Dále technik provede nastavení měřícího doteku na 10° a ST3 OUT.



Obr. 3.5 – Upnutí komponentu v kruhoměr

Po spuštění programu nejdříve proběhne centrování a následně toltování součásti. Dále kruhoměr změří na přípravku dvě kružnice s kterými pak vyhodnocuje soustřednost a házení komponentu. Po změření kružnic se stroj zastaví a na PC se objeví pokyn *Přejed' dotekem na velký průměr pro měření soustřednosti a nastav rozlišení na 100*. Po změření kružnice na průměru opět program zastaví a požaduje další pokyn pro technika. *Otoč sondu cca 10° a nastav ST3 INT pro měření rovinností na zadní funkční ploše. Najed' v ose x na průměr podle typu dílu: Steel – 31mm; S – 28mm; L – 36mm*. Nastavení doteku a najetí je znázorněno na obr. 3.19.. Proběhne měření rovinností ve třech řezech, měřící rameno odjede nad dílec, kde zastaví a na PC opět vyskočí pokyn *Otoč dotek cca 10° a nastav ST3 OUT a přejed' v ose x měřícím ramenem nad podpůrnou plochu, tak aby byl měřící dotek na středu plochy*. Po změření roviny na podpůrné ploše pokračuj dle pokynu *Přejed' dotekem na přední funkční plochu v ose x na průměr dle typu dílu: Steel – 31mm; S – 28mm; L – 36mm*. Po doměření měřící rameno odjede mimo díl a stroj se zastaví. Na PC se objeví tabulka, kde se vyplní příslušná fáze a typ materiálu po odklepnutí tlačítka *OK* se zobrazí naměřené výsledky viz příloha. Potřebné výsledky technik zapíše do PA a vyhodnotí dle tolerance, v případě že naměřená hodnota neodpovídá toleranci, tak ji zakroužkuje.

Technik vyhodnotí celý PA, zkontroluje všechny hodnoty, jestli souhlasí s tolerancí. Pokud není žádná naměřená hodnota zakroužkována, technik vyhodnotí PA jako *OK* a podepíše ho. Tím je celé měření dokončeno a PA se založí do příslušného boxu viz obr. 3.20.. Pokud je některá naměřená hodnota zakroužkována, technik vyhodnotí PA jako *NG* a podepíše ho. Dále postupuje dle reakce na neshodu podle dokumentu FO-S6-RNM/CZ.



Obr.3.6 – Měření rovinnosti na podpurné ploše

3.2 Časová náročnost

Při měření komponentu je časově nejnáročnější měření tvarových odchylek. Proto jsem zvolil tři možné varianty pro měření, které jsou popsány v následujících podkapitolách. Obsahují postup měření, vyhodnocení náměrů a čas měření. Aby bylo měření objektivní a efektivní zvolil jsem deset stejných komponentů, které změřím na kruhoměru Roncom 60A, kruhoměru Mitutoyo (s upraveným programem) a manuálně v koníku pomocí úchylkoměru. Po tomto měření bychom měli vědět, co je nejpřesnější měření a časově méně náročné nežli dosud. Jelikož je mnoho dílů, které se vyrábí a měří na kruhoměrech, tak každá ušetřená minuta je zcela výhodná pro měření jiných komponentů případně pro přeměřování nebo sledování stability obráběcího stroje.

Vybrané díly pro měření si pečlivě očistíme ubrouskem a popíšeme jedna až deset, budou uloženy v zelené bedýnce, aby nedošlo k jejich poškození.



Obr. 3.7 – Uložení komponentů v bedýnce

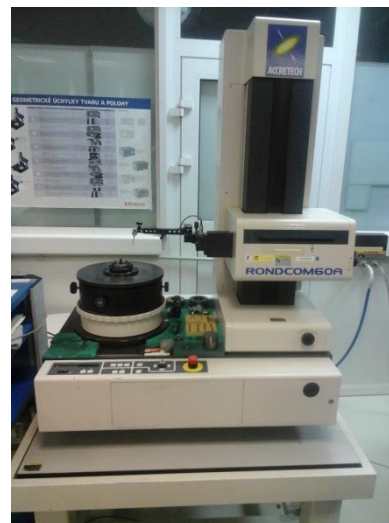
3.2.1 Měření na Rondcom 60A

Změříme deset komponentů, vyhodnotíme pro nás důležité rozměry a čas měření. Očistíme měřicí dotek a přípravek a zahájíme měření. Postup měření je následující.

Kus číslo	1	2	3	4	5
Házení	0,013	0,0087	0,017	0,013	0,0086
Rovinnost přední	0,0094	0,0077	0,0087	0,0093	0,0109
Rovinnost zadní	0,0070	0,0081	0,0079	0,0103	0,0090
Soustřednost	0,049	0,026	0,027	0,087	0,051
Rovnoběžnost	0,0073	0,0058	0,0092	0,0051	0,0077
Čas měření	8,56min	8,40min	8,38	8,45min	8,58

Tabulka 3.1. – Výsledky měření Rondcom 60A, první část

Po upnutí do sklíčidla na měřicím stolku provedeme *Centrování*. Následně zvolíme *Tolting*, kde musíme nastavit hodnoty v ose z. První hodnota je 59mm a druhá hodnota je 44mm a spustíme vyrovnávání. Jakmile stroj zastaví, máme komponent ideálně vyrovnaný a můžeme provést veškerá měření. Nejdříve provedeme měření dvou kružnic na přípravku. Konkrétně na hodnotách, které jsme nastavili pro



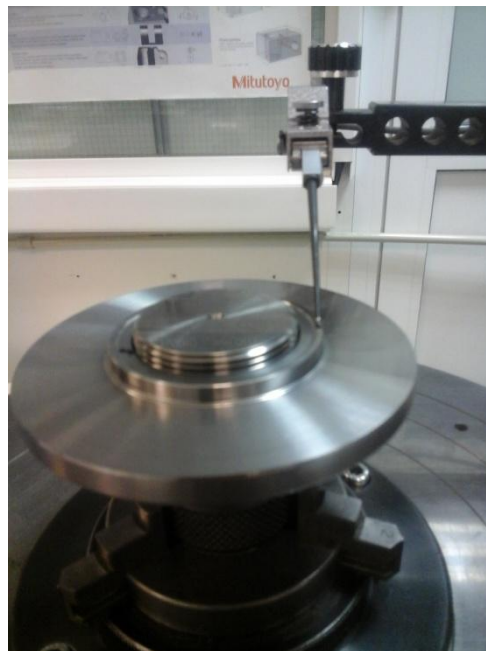
Tolting. Po změření těchto kružnic, přejedeme měřicím ramenem na měření největšího průměru a změříme kružnici. Následně klikneme na PC na ikonu Concentricity a vybereme tyto tři naměřené kružnice. Označíme základny, které jsou pro nás dvě kružnice změřené na přípravku, a potvrdíme. Zobrazí se nám výsledek pro soustřednost, který zapíšeme do tabulky 3.1. Pokračujeme dále v měření, otočíme sondu pro měření rovinnosti na zadní funkční ploše a najedeme dotekem v ose z od spodu k dílu a v ose x na 41mm a spustíme měření. Zobrazí se výsledek, který zapíšeme do tabulky 3.1. Přejedeme dotekem na měření rovinnosti přední funkční plochy, opět otáčíme dotek jak je na obr. 3.22. Po změření se zobrazí výsledek rovinnosti, který zapíšeme do tabulky 3.1. Zbývá změřit poslední rovinnost a to na podpůrné ploše. Přejedeme měřicím ramenem tak aby dotek byl na středu této plochy, a spustíme měření. Nyní na PC klikneme na ikonu Rout, kde vybereme dvě kružnice změřené na přípravku a rovinu podpůrné plochy. Zobrazí se výsledek pro házení, opět zapíšeme do tabulky 3.1. Zbývá nám poslední hodnota výpočet rovnoběžnosti, která se spočítá rovinností zadní funkční plochy a podpůrné plochy, výsledek zapíšeme do tabulky 3.1. Po doměření všech potřebných údajů se čas měření zastavil na 8,45min, který také zapíšeme do tabulky 3.1. Tímto máme změřený první kus a takto budeme pokračovat u všech dílů, dokud nezměříme všech deset dílů.

Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

Kus číslo	6	7	8	9	10
Házení	0,0086	0,012	0,015	0,011	0,011
Rovinnost přední	0,0083	0,0047	0,0055	0,0053	0,0073
Rovinnost zadní	0,0069	0,0038	0,0048	0,0047	0,0074
Soustřednost	0,052	0,059	0,024	0,041	0,034
Rovnoběžnost	0,0068	0,0061	0,0062	0,0043	0,0047
Čas měření	8,35min	8,30min	8,40min	8,28min	8,15min

Tabulka 3.2. – Výsledky měření Rondcom 60A, druhá část

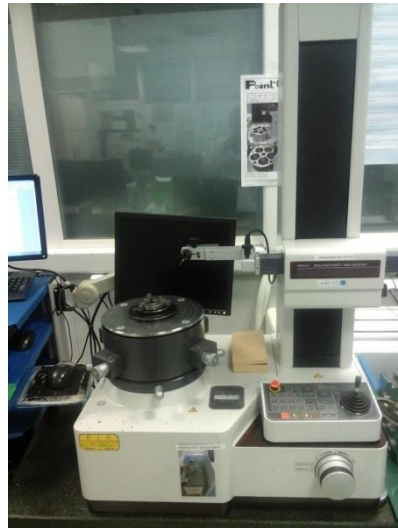
Tato metoda měření je poměrně rychlá a přesná. Její takový malý nedostatek je přítomnost technika po celou dobu měření. Kde technik zadává co se bude měřit za tvar v jakých místech. Nastavuje hodnoty v ose z při vyrovnávání komponentu a ručně najíždí dotekem přímo na měřenou plochu viz obr. 3. .



Obr. 3.8 – Najedí doteku na měřenou plochu

3.2.2 Měření na Mitutoyo

Zde bude postup měření obdobný, jak byl popsán v podkapitole 3.1.3. U tohoto měřicího zařízení se používá příslušný program pro daný komponent. Program pro tento díl je upraven dle mého návrhu. Za asistence specialisty jsem upravil program dle mého návrhu. Specialista musel být přítomen po dobu úpravy programu, jelikož technik jinak nesmí do programů vůbec zasahovat. Program jsem zkrátil o měření dvou rovinností na přední funkční ploše tak i na zadní funkční ploše, které se nevyhodnocují do PA. Nový vzniklý program je k nahlédnutí v příloze C. Program se liší v najíždění měřicím ramenem na měření rovinností na funkčních plochách. V obou případech bude technik najíždět na průměr dle typu Steel – 41mm, S – 38mm, L – 46mm.



Kus číslo	1	2	3	4	5
Házení	0,011	0,0093	0,012	0,014	0,0077
Rovinnost přední	0,0065	0,0073	0,0083	0,0061	0,0074
Rovinnost zadní	0,0053	0,0088	0,0091	0,0067	0,0077
Soustřednost	0,062	0,025	0,042	0,045	0,062
Rovnoběžnost	0,0048	0,0038	0,012	0,0037	0,0051
Čas měření	7,20min	6,55min	6,59min	7,05min	6,50min

Tabulka 3.3 – Výsledky měření Mitutoyo, první část

Měření na kruhoměru Mitutoyo s upraveným programem je rychlejší, nežli starým programem. Po doměření komponentu se zobrazí naměřené hodnoty v PDF,

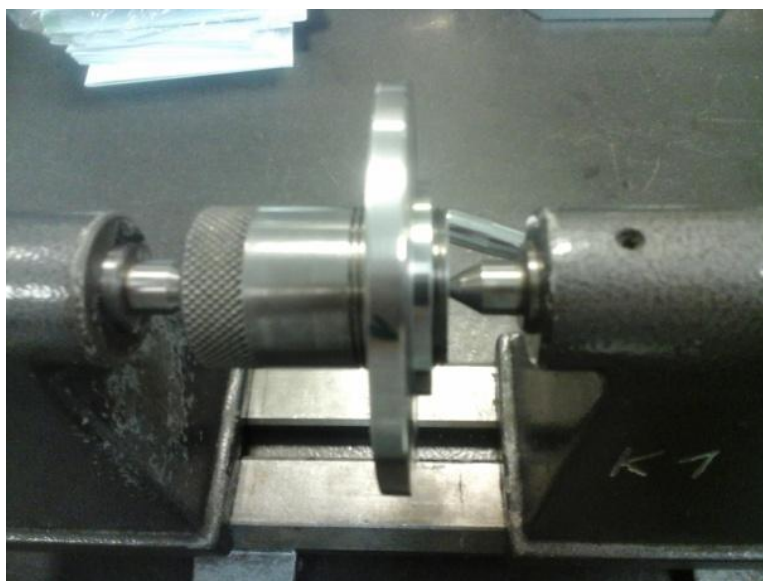
kteřé se zapíší do PA. Při této metodě je minimální manipulace s dílcem. Výsledky na měřené na všech deseti kusech jsou uvedeny v tabulce 3.3 a 3.4.

Kus číslo	6	7	8	9	10
Házení	0,0076	0,014	0,013	0,0095	0,011
Rovinnost přední	0,0081	0,0036	0,0045	0,0048	0,0070
Rovinnost zadní	0,0089	0,0047	0,0050	0,0051	0,0072
Soustřednost	0,070	0,051	0,020	0,037	0,036
Rovnoběžnost	0,0039	0,0030	0,0071	0,0039	0,0045
Čas měření	6,45min	6,53min	6,48min	6,42min	6,58min

Tabulka 3.4 – Výsledky měření Mitutoyo, druhá část

3.2.3 Manuální měření

Připravíme si koníka, magnetický stojánek s úchylkoměrem a desku, na kterou stojánek připevníme. Úchylkoměr je analogový a jeden dílek je 0,001 μ m. Kus našroubujeme na přípravek a umístíme mezi hroty koníka viz obr. 3.8. Očistíme dotek na úchylkoměru a zahájíme měření. Dotek přikládáme opatrně k měřícím plochám, aby nedošlo k poškození měřidla. Nejprve změříme soustřednost, kde dotek přiložíme k největšímu průměru a rukou pomalu točíme s přípravkem a odečítáme hodnotu z úchylkoměru. Dále změříme rovinnosti na přední funkční ploše a zadní funkční ploše. Dotek přikládáme vždy na kraj velkého průměru, tedy podobně jako jsme najížděli u obou kruhoměrů. Rovnoběžnost změříme tak, že podpůrnou plochu položíme na měřicí desku. Po měřené ploše přejedeme v několika bodech úchylkoměrem upevněným v magnetickém stojánku. Pro nalezení největších nerovností musí být měřené body rovnoměrně rozloženy po celé měřené ploše. Úchylnka rovnoběžnosti je dána rozdílem výšky nejvyššího a nejnižšího místa.



Obr. 3.9 – Upnutí kusu mezi hroty

Manuální měření není tak výrazné jak by se čekalo, vyhodnocování výsledků není tak rychlé jako u kruhoměrů. Technik zde musí odečítat z číselníkového úchylkoměru což podstatně prodlužuje dobu měření. Na kruhoměru, vyhodnocuje naměřené výsledky příslušný softwer. Také je zde větší manipulace s komponentem, opět zde narůstá čas měření. Celkový čas měření jednoho komponentu v průměru je 10,15min, proti kruhoměru je to U kruhoměru je s dílcem minimální manipulace. Výsledky manuálního měření jsou uvedeny v tabulkách 3.5 a 3.6.

Kus číslo	1	2	3	4	5
Házení	0,015	0,009	0,015	0,020	0,010
Rovinnost přední	0,009	0,008	0,009	0,0095	0,010
Rovinnost zadní	0,007	0,0085	0,008	0,009	0,007
Soustřednost	0,051	0,030	0,035	0,090	0,055
Rovnoběžnost	0,007	0,006	0,010	0,005	0,008
Čas měření	9,30min	10,05min	9,10min	10,25min	10,45min

Tabulka 3.5 – Výsledky manuálního měření, první část

Kus číslo	6	7	8	9	10
Házení	0,009	0,009	0,017	0,010	0,011
Rovinnost přední	0,008	0,005	0,004	0,005	0,007
Rovinnost zadní	0,007	0,004	0,006	0,005	0,007
Soustřednost	0,055	0,062	0,030	0,040	0,039
Rovnoběžnost	0,007	0,005	0,0065	0,004	0,005
Čas měření	9,56min	9,48min	10,30min	9,45min	9,58min

Tabulka 3.6 – Výsledky manuálního měření, druhá část

4 Nový postup měření

V kapitole 3.2, kde jsem provedl všechny tři možné varianty měření a hodnoty zapsal do tabulek. Provedl jsem vyhodnocení pro nejpřesnější metodu a časové zvýhodnění metody. V tabulce 4.1 jsou uvedeny průměrné naměřené hodnoty a průměrný čas měření. Nejpřesnější měření a časově nejkratší je měření na kruhoměru Mitutoyo, kde jsem za asistence specialisty upravil program, kterým jsem vybrané komponenty změnil. Pro lepší přehlednost jsou nejpřesnější výsledky zobrazeny v tab. 4.1 tučně. Kruhoměr Mitutoyo zobrazuje výsledky měření ve reformátu PDF a okamžitě vyhodnocuje, jestli je komponent OK nebo NG. Jestliže porovnáme současný stav měření PA, který je 12,08min a nynější čas PA 9,53min, tak se celkový čas PA se zkrátil o 2,55min

	Rondcom 60A	Mitutoyo	Manuálně
Ø házení	0,01179	0,01089	0,0125
Ø rovinnost přední	0,0077	0,0064	0,0075
Ø rovinnost zadní	0,007	0,0069	0,0069
Ø soustřednost	0,045	0,045	0,049
Ø rovnoběžnost	0,0063	0,0052	0,0064
Ø čas měření	8,39min	7,03min	10,15min

Tabulka 4.1 – Vyhodnocení náměrů

Po vyhodnocení jsem navrhl vedení kvality ve firmě Valeo Compressor Europe, s.r.o. změnit standard měření pro obráběný komponent z důvodu časové úspory a rychlejšího vyhodnocování. Tento postup je popsán v následující podkapitole. Dále je z tab. 4.1 patrné že všechny metody měření jsou přesné a naměřené výsledky jsou v řádech μm . Tímto se nám potvrzuje správnost měření u všech metod. Můžeme tedy uvést, že používaná metoda pro měření komponentu bude na kruhoměru Mitutoyo a další dvě budou sloužit jako ověřovací metody pro správnost měření.

4.1 Měřící standard

Při ověřování přesnosti měření a časové náročnosti v předchozích kapitolách by bylo pro firmu nejvýhodnější měřit tvarové odchylky komponentu upraveným programem na kruhoměru Mitutoyo. Jelikož čas PA se zkrátil o 2,55min a při vyhodnocování naměřených výsledků se zobrazují hodnoty potřebné pro PA. Při měření PA na komponentu SWP Ring bude technik postupovat následovně.

- 1) Technik před měřením provede dočištění kusů pomocí ubrousku. Ten kdo měření požaduje, přinese díly očištěné v žádném případě nesmí být od oleje; emulze; třísek a jinak znečištěné.
- 2) Kusy zůstanou před měřením PA minimálně 10minut v prostředí laboratoře, aby došlo k temperování dílu a v průběhu měření se nekroutil a neovlivnil naměřené hodnoty.
- 3) Díl se měří dle požadavků dokumentu PA pro metrologickou laboratoř.
- 4) Technik nejdříve změří průměry na CMM, kde volí program *SWASH RING MAL PRUM* a postupuje dle návodu v programu.
- 5) Technik provede měření drsností podle PA. Před měřením zkontroluje hrot a vyvolá podprogram *Normal*. Postupuje dle měřícího standardu, který zpřesňuje výklad výkresové dokumentace.
- 6) Technik provede měření tvarových odchylek na kruhoměru Mitutoyo, kde je vytvořen program *SWP RING – UNIVERZALNI NEW*. Zkontroluje základní

nastavení kruhoměru: Filtr 2RC, nastavení LOW (=nízký) 50, LSC – nutno kontrolovat před každým měřením. Dále postupuje dle návodu v programu.

- 7) Technik výsledky měření zapíše do dokumentu PA pro SWP RING.
- 8) Kontrola dílu a provedených měření – technik kontroluje
 - a) Zda nebyl komponent během měření poškozen
 - b) Zda naměřené hodnoty odpovídají tolerancím, pokud hodnoty neodpovídají, technik je zakroužkuje
- 9) Technik vyhodnotí PA – zatrhnutím OK nebo NG.
- 10) Pokud je komponent nepoškozen a měření vyhovuje, vrací se díl zpět do výroby, došlo-li k poškození nebo naměřené hodnoty neodpovídají tolerancím, řídí se technik akčním plánem – Reakce na neshodu FO-S6-RNM/CZ.

5 Závěr

V této absolventské práci se podařilo splnit všechny požadavky zadání. Nejprve autor popsal činnost metrologické laboratoře ve firmě Valeo Compressor Europe, s.r.o. Poté popsal měřidla a měřící přístroje používané ve firmě Valeo Compressor Europe, s.r.o. Jejich základní nastavení a obsluhu. Dále bylo zadáním zvolit jeden obráběný komponent pro měření, kde autor popsal způsob měření a časovou náročnost. Pro navržení nového postupu měření využil autor tři metod měření. Všechny tři metody měření autor popsal a vyhodnotil naměřené hodnoty pomocí tabulek. Porovnání všech metod měření je uvedeno v kapitole 4. Nejpřesnější metoda a časově přijatelná byla měření na kruhoměru Mitutoyo. Dále autor zpracoval nový měřící standard pro daný komponent, který předložil oddělení kvality ke schválení ve firmě Valeo Compressor Europe, s.r.o.

Literatura

Literatura:

- [1] MITUTOYO, Mitutoyo Controlled Open System for Modular Operation Support
- [2] Firemní literatura Valeo Compressor Europe, s.r.o.

Přílohy

A Obsah přiloženého DVD

K této práci je přiloženo DVD s obsahem.

- Absolventská práce v PDF formátu – Jelinek_AP_2015.pdf
- Absolventská práce v Microsoft Office Word 2007 – Jelinek_AP_2015.docx
- Fotodokumentace

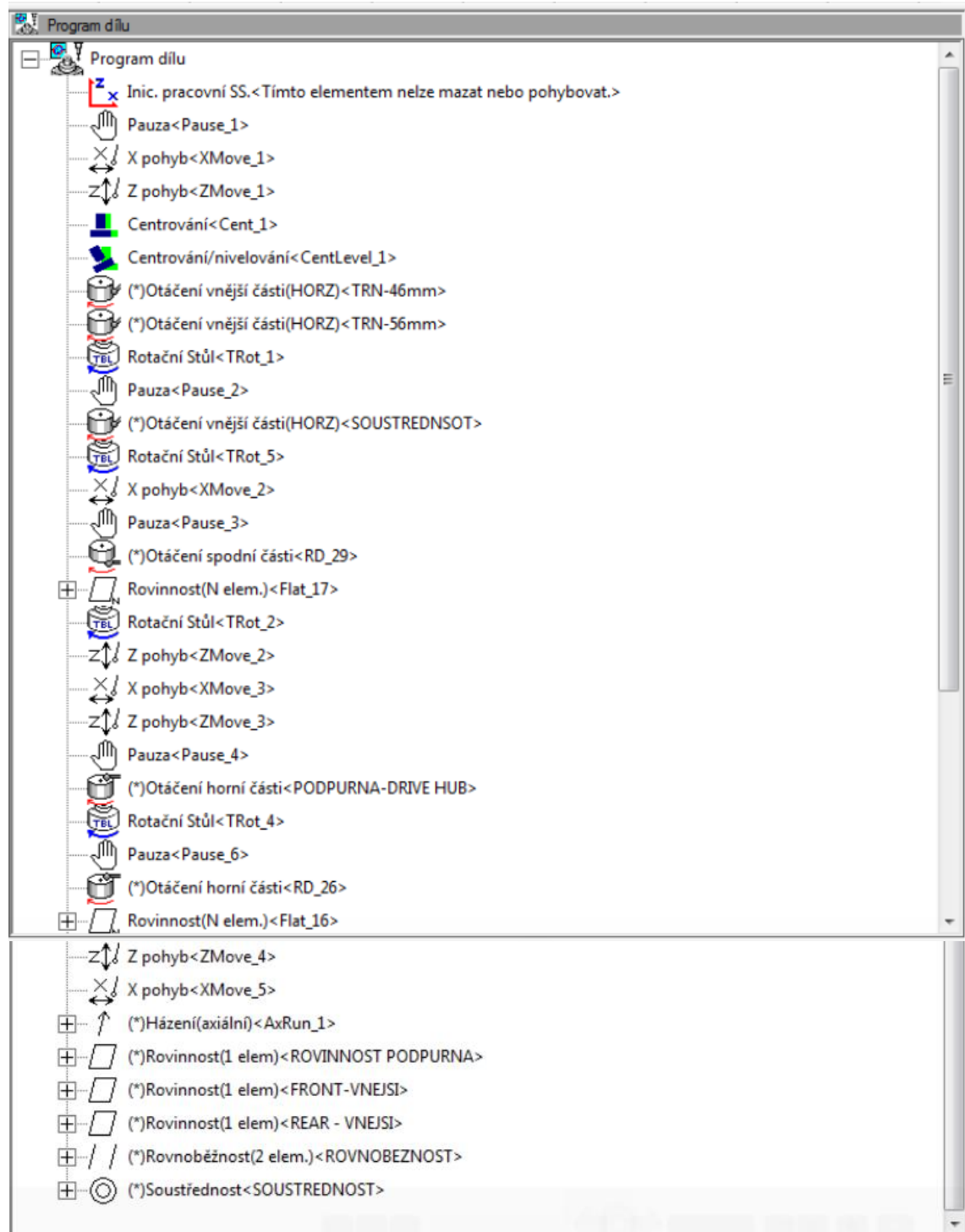
B Použitý software

Microsoft Windows 8	http://windows.microsoft.com/cs-cz/windows/home
Microsoft Office 2007	http://office.microsoft.com/cs-cz/
PDF Creator	http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/

Software z výše uvedených je buď volně dostupný nebo je toho času jeho vlastníkem Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.

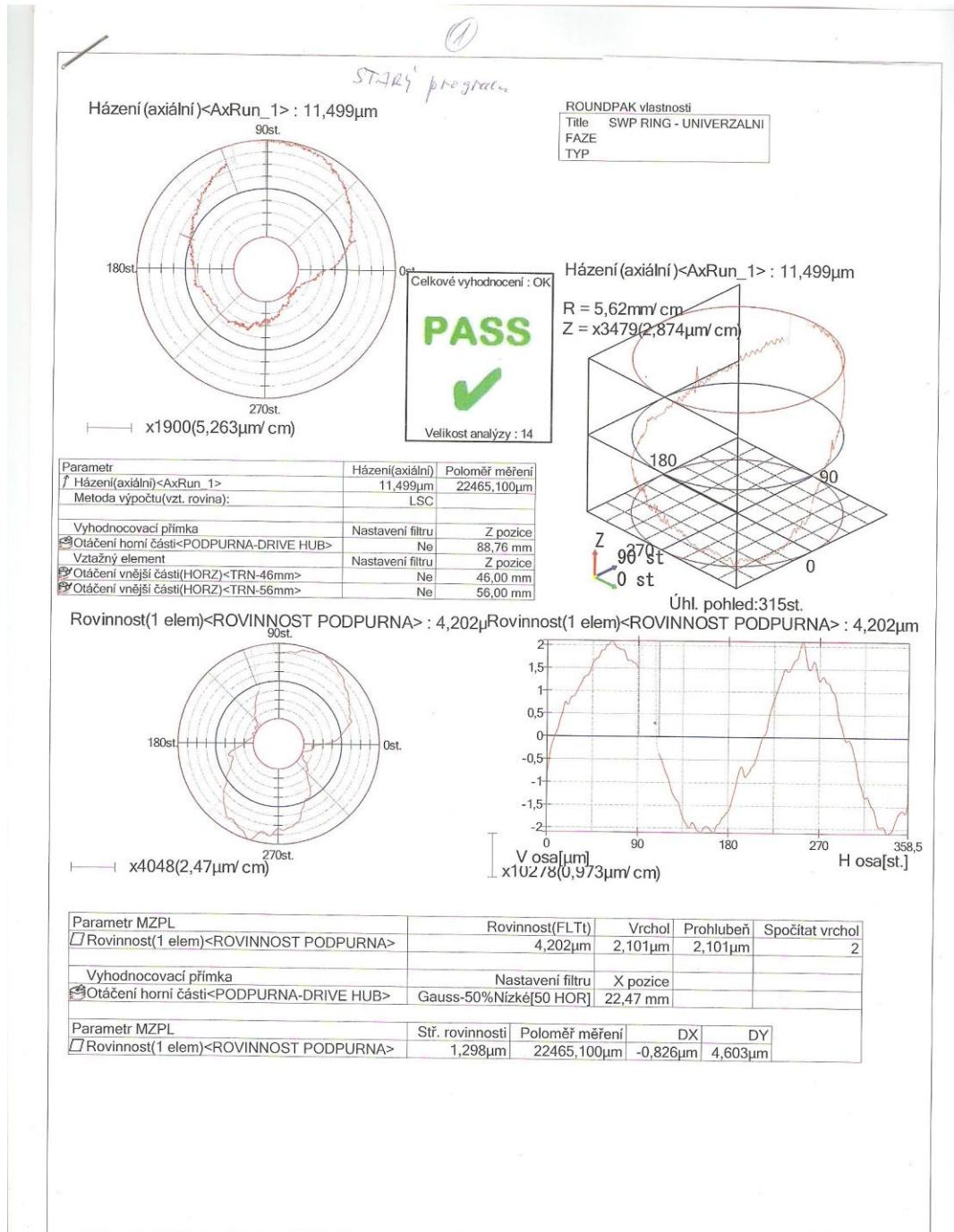
C Program na kruhoměru Mitutoyo

Program pro měření tvarových odchylek pro komponent SWP Ring. Název programu SWP RING – UNIVERZÁLNÍ NEW

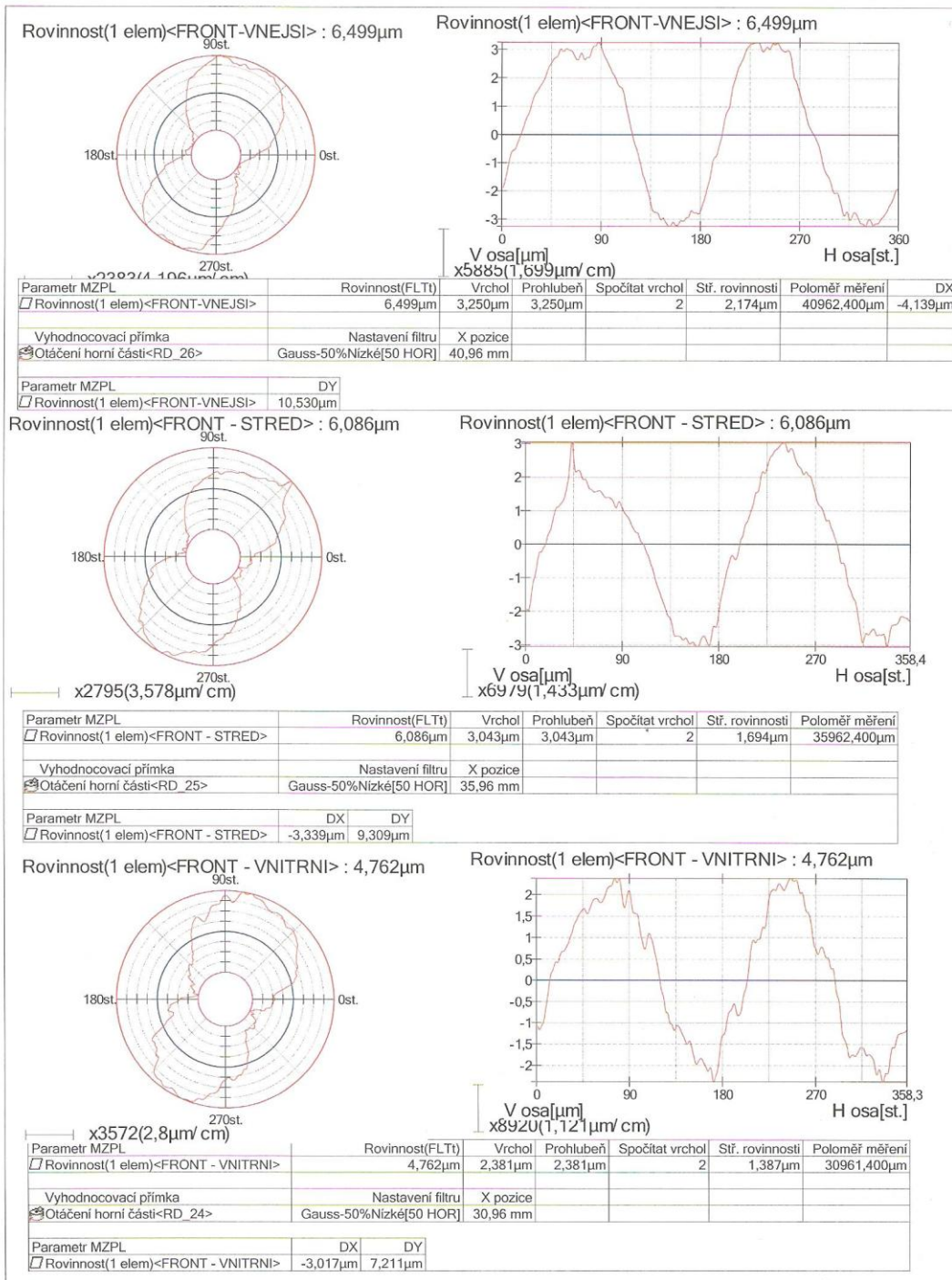


D Protokoly změřeni

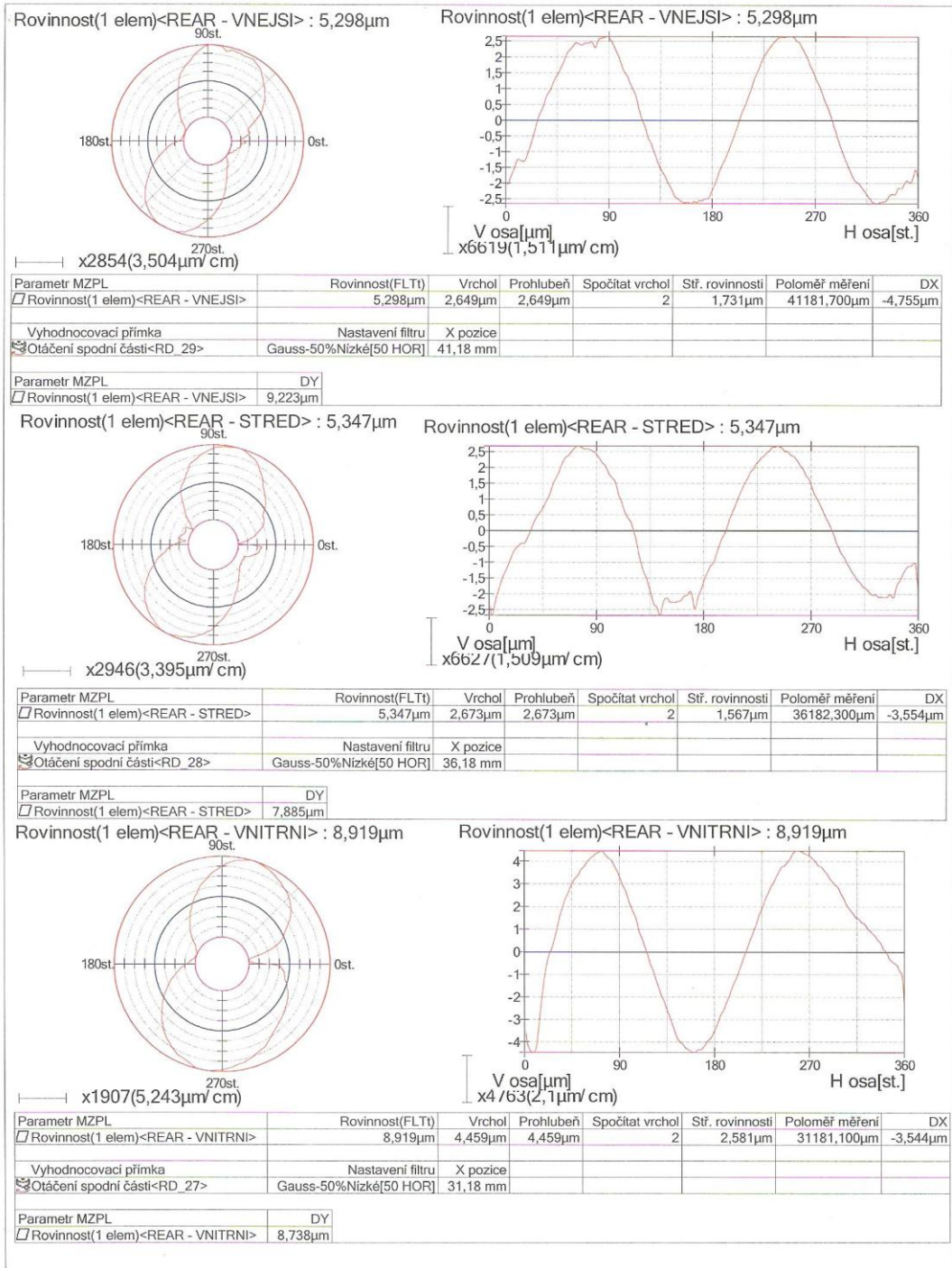
Protokol z měření – starý program SWP RING - UNIVERZALNI



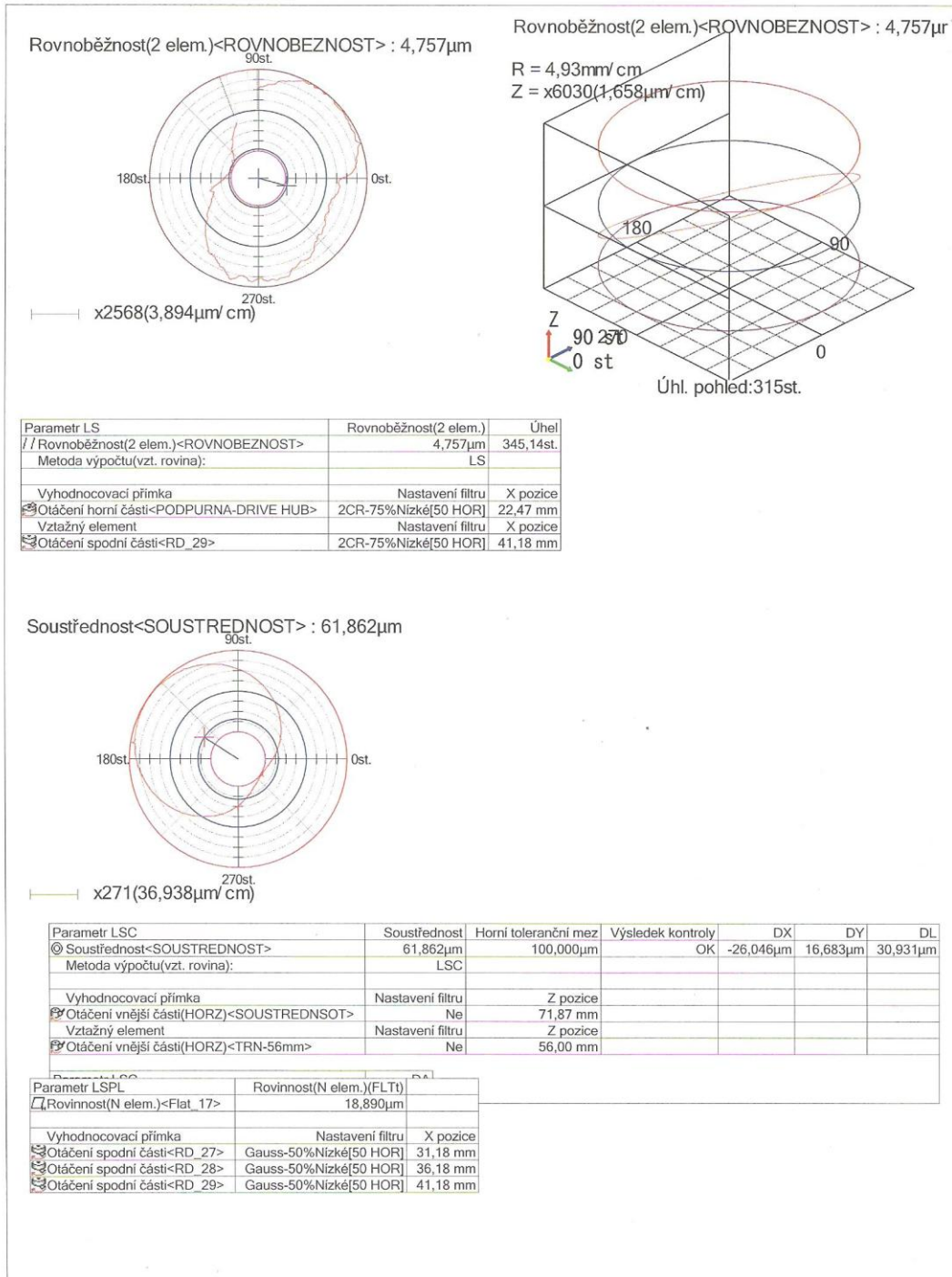
Způsob měření obráběných dílů pro kompresory



Způsob měření obráběných dílů pro kompresory



Způsob měření obráběných dílů pro kompresory



Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

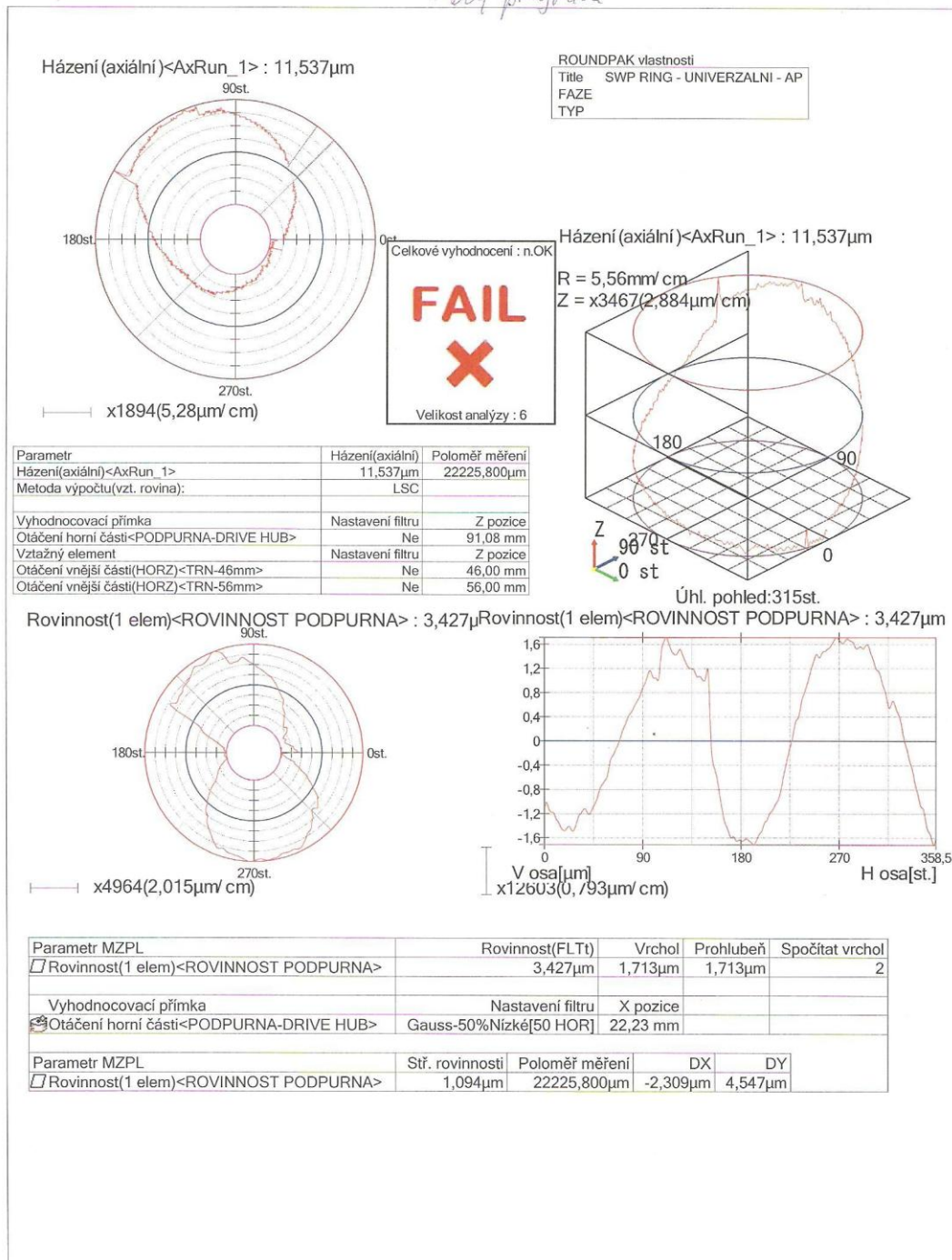
Parametr LSPL	Rovinnost(N elem.)(FLTt)	
<input checked="" type="checkbox"/> Rovinnost(N elem.)<Flat_16>	7,182μm	
Vyhodnocovací přímka	Nastavení filtru	X pozice
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení horní části<RD_24>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	30,96 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení horní části<RD_25>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	35,96 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení horní části<RD_26>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	40,96 mm

Parametr MZPL	Rovinnost(N elem.)(FLTt)	
<input checked="" type="checkbox"/> Rovinnost(N elem.)<FRONT - CELKOVA>	6,841μm	
Vyhodnocovací přímka	Nastavení filtru	X pozice
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení horní části<RD_24>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	30,96 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení horní části<RD_25>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	35,96 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení horní části<RD_26>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	40,96 mm

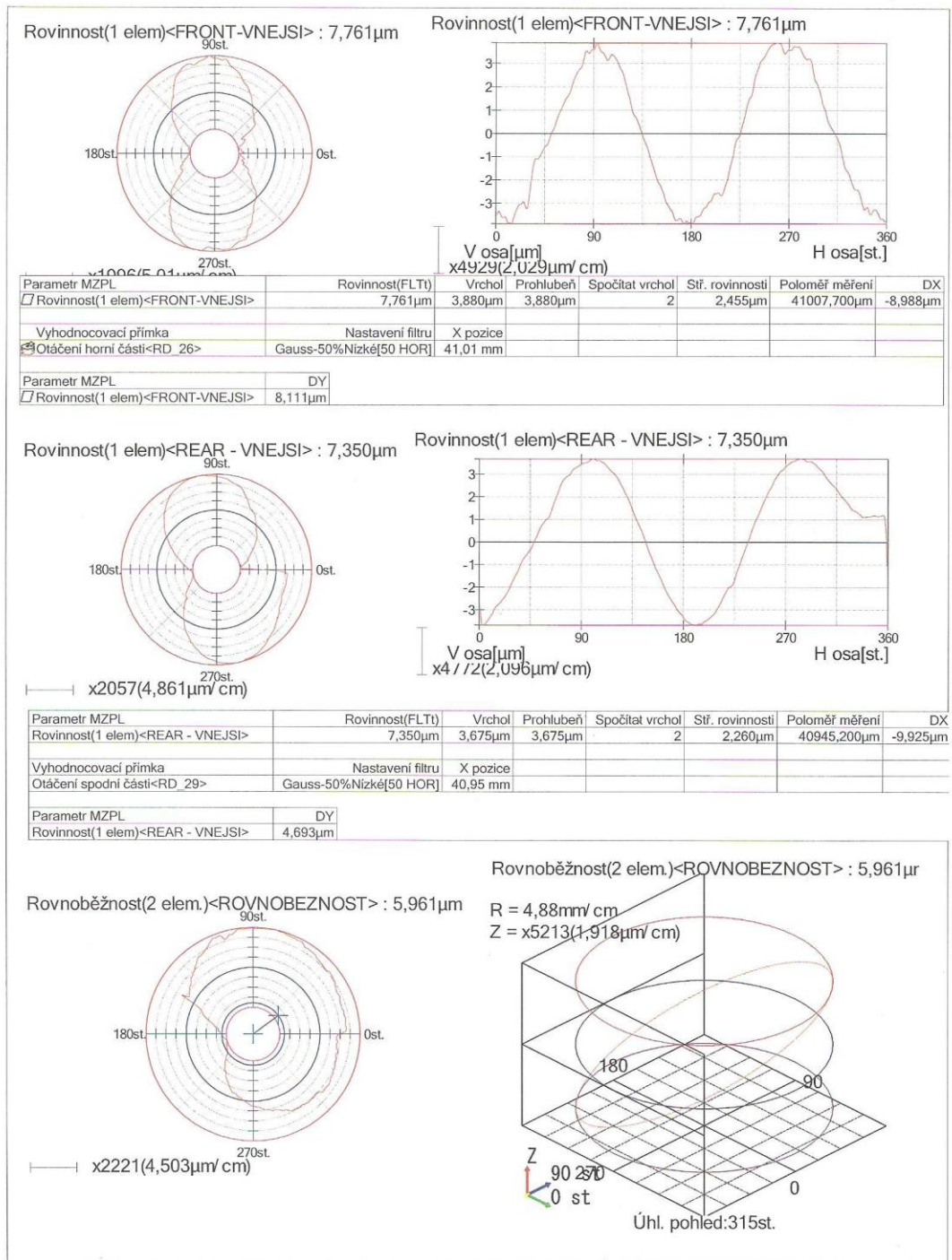
Parametr MZPL	Rovinnost(N elem.)(FLTt)	
<input checked="" type="checkbox"/> Rovinnost(N elem.)<REAR - CELKOVA>	17,869μm	
Vyhodnocovací přímka	Nastavení filtru	X pozice
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení spodní části<RD_27>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	31,18 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení spodní části<RD_28>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	36,18 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Otáčení spodní části<RD_29>	Gauss-50%Nizké[50 HOR]	41,18 mm

Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

Protokol z měření – nový program SWP RING – UNIVERZALNI NEW



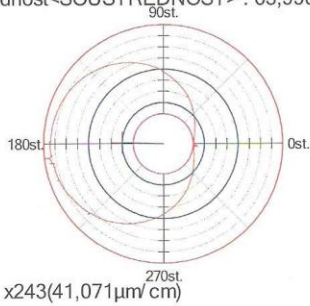
Způsob měření obráběných dílů pro kompresory



Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

Parametr LS	Rovnoběžnost(2 elem.)	Úhel
Rovnoběžnost(2 elem.)<ROVNOBEZNOST>	5,961μm	36,39st.
Metoda výpočtu(vzt. rovina):	LS	
Vyhodnocovací přímka	Nastavení filtru	X pozice
Otáčení horní části<PODPURNA-DRIVE HUB>	2CR-75%Nizké[50 HOR]	22,23 mm
Vztažný element	Nastavení filtru	X pozice
Otáčení spodní části<RD_29>	2CR-75%Nizké[50 HOR]	40,95 mm

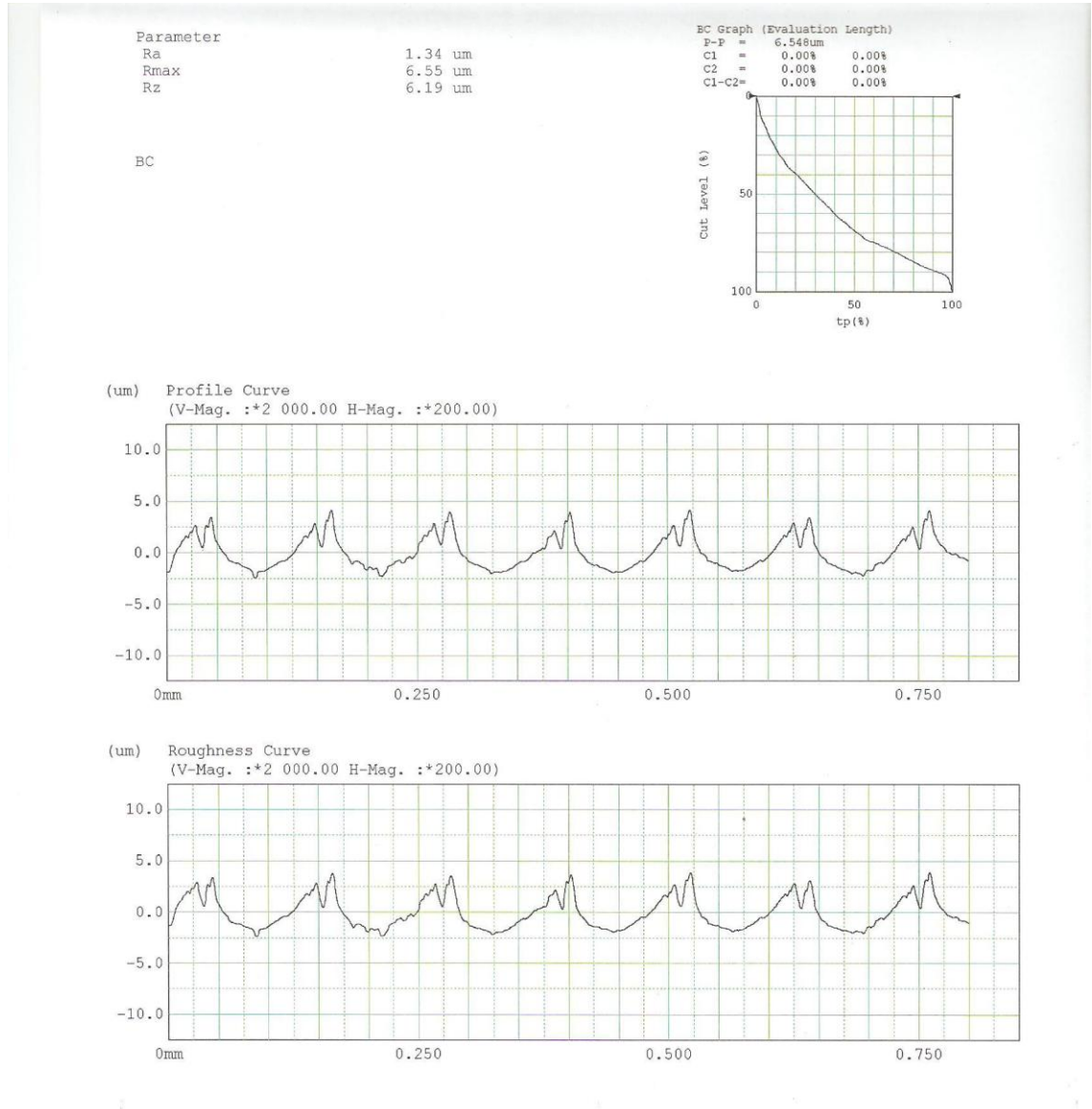
Soustřednost<SOUSTREDNOST> : 63,990μm



Parametr LSC	Soustřednost	Horní toleranční mez	Výsledek kontroly	DX	DY	DL
© Soustřednost<SOUSTREDNOST>	63,990μm	100,000μm	OK	-31,986μm	0,748μm	31,995μm
Metoda výpočtu(vzt. rovina):	LSC					
Vyhodnocovací přímka	Nastavení filtru	Z pozice				
☒ Otáčení vnější části(HORZ)<SOUSTREDNSOT>	Ne	72,08 mm				
Vztažný element	Nastavení filtru	Z pozice				
☒ Otáčení vnější části(HORZ)<TRN-56mm>	Ne	56,00 mm				
Parametr LSC	DA					
© Soustřednost<SOUSTREDNOST>	178,66st.					

Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

Protokoly změření drsnosti.



Způsob měření obráběných dílů pro kompresory

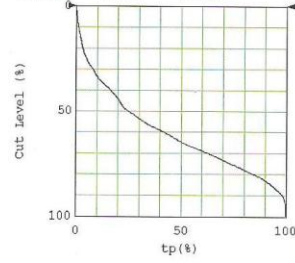
Parameter

Ra 0.17 μm
Rmax 2.18 μm
Rz 1.86 μm

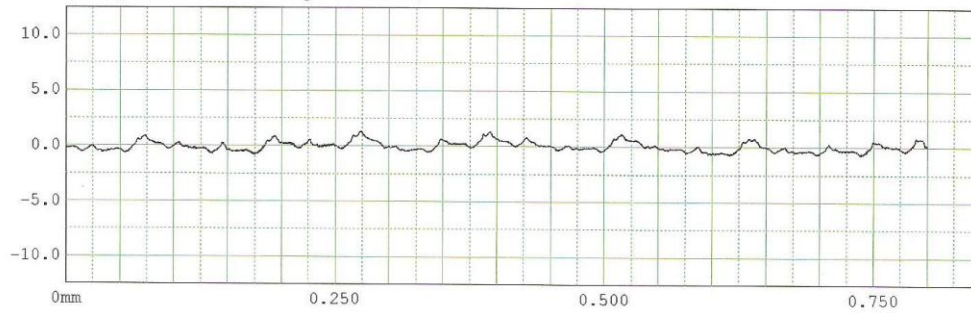
BC Graph (Evaluation Length)

P-P = 2.180 μm
CI = 0.00% 0.00%
C2 = 0.00% 0.00%
CI-C2 = 0.00% 0.00%

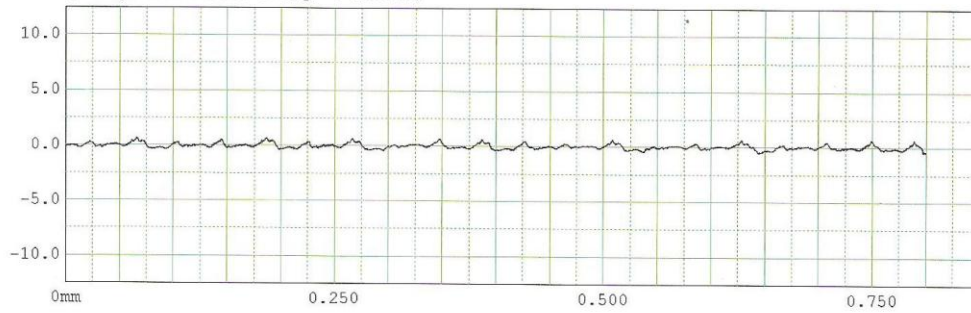
BC



(μm) Profile Curve
(V-Mag. : *2 000.00 H-Mag. : *200.00)



(μm) Roughness Curve
(V-Mag. : *2 000.00 H-Mag. : *200.00)



Protokol z měření průměrů na CMM.

SWASH RING PRUMERY

***No. 18.8.2015 11:25:23 *** F1 ***

**PRUMER 86.6

2 N0038 Durchm.	86.6000	0.0300	86.6055	0.0055	-----**-----
		-0.0300			

**PRUMER 36.2

3 N0040 Durchm.	36.2000	0.1000	36.2478	0.0478	-----*-----
		-0.1000			

**PRUMER 47

4 N0042 Durchm.	47.0000	0.1000	47.0011	0.0011	-----*-----
		-0.1000			

