

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie  
obrábění

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Zpracování dat z robotického měřicího pracoviště

Autor: **Bc. Dana KUBÁTOVÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Martin MELICHAR Ph.D.**

Akademický rok 2013/2014

## **Prohlášení o autorství:**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

*V Plzni dne:.....*

.....  
*Podpis autora*

## **Poděkování:**

Děkuji Ing. Martinu Melicharovi, Ph.D. za věcné připomínky a rady při vypracování této diplomové práce.

Děkuji také Ing. Liboru Hamouzovi Ph.D. a Ing. Antonínu Holubovi z firmy Astro – Kovo Plzeň s.r.o. za jejich konzultace a vstřícný přístup při řešení problémů vzniklých v průběhu práce.

Dále chci poděkovat panu Ing. Martinu Širajchovi za jeho nekonečnou trpělivost a ochotu při řešení problémů vzniklých v oblasti programování.

V neposlední řadě chci poděkovat mým rodičům za jejich podporu a za to, že mi finančně umožnili studovat na fakultě strojní.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Bc. Kubátová		Dana	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	N 2301 - Strojírenské technologie-technologie obrábění			
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Ing. Melichar, Ph.D.		Martin	
<b>PRACOVISTĚ</b>	ZČU - FST - KTO			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b><del>BAKALÁŘSKÁ</del></b>	<b>Nehodící škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Zpracování dat z robotického měřicího pracoviště			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	95	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	69	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	26
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Práce je zaměřena na analýzu současného stavu ukládání a zpracování dat při stoprocentní kontrole vyrobených dílů, za použití 3D měřicího zařízení od společnosti Renishaw ve spojení s robotem Kuka s vytvořením programu na ukládání a zpracování dat z robotického měřicího pracoviště. Hlavní část práce je návrh vhodnějšího způsobu získávání, ukládání dat a návrh programu pro zpracování těchto dat, jehož ovládání je snadné a intuitivní.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Měřicí přístroje, Equator, AstroBox, program na zpracování dat zpracování dat, Uživatelský formulář

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Bc. Kubátová</b>		<b>Dana</b>
<b>FIELD OF STUDY</b>	N 2301 - Manufacturing Processes - Technology of Metal Cutting		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. Melichar, Ph.D.		Martin
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST – KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<del><b>BACHELOR</b></del>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Robotic measuring unit data processing		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KTO	<b>SUBMITTED IN</b>	2014
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	95	<b>TEXT PART</b>	69	<b>GRAPHICAL PART</b>	26
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The thesis is focused on the analysis of the current state of the storage and processing of data in total control of manufactured parts using 3D measuring equipment from Renishaw connected with Kuka robot with the creation of a program on savings and processing data from the robotic measuring workplace. The main part of the thesis is to design a more appropriate method of getting, storing data and a draft program for processing such data, which control is easy and intuitive.
<b>KEY WORDS</b>	Measuring instruments, Equator, AstroBox, program data processing, data processing, user forms

# OBSAH:

<b>SEZNAM ZKRATEK:</b> .....	<b>4</b>
<b>CÍL PRÁCE:</b> .....	<b>5</b>
<b>1 ÚVOD A PŘEDSTAVENÍ FIRMY</b> .....	<b>6</b>
1.1 Firma Astro - Kovo Plzeň s.r.o. ....	6
1.2 Renishaw Equator.....	7
1.3 Umístění přístroje ve firmě Astro-Kovo Plzeň s.r.o. ....	9
<b>2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU</b> .....	<b>11</b>
2.1 Modus Reportér v1.4 SP .....	13
2.1.1 The Report Data Window .....	15
2.1.2 The Database Window .....	15
2.1.3 The Report Page .....	15
2.1.4 Ovládací prvky .....	16
<b>3 OPTIMALIZACE DATOVÝCH VÝSTUPŮ</b> .....	<b>18</b>
<b>4 APLIKACE STATISTICKÉHO ZPRACOVÁNÍ DAT</b> .....	<b>22</b>
4.1 Nástroje kvality .....	22
4.2 Histogram .....	22
4.2.1 Základní popis.....	22
4.2.2 Tvary histogramů.....	23
4.2.3 Princip stanovení .....	24
4.3 Regulační diagramy .....	25
4.3.1 Regulační diagram měřením.....	26
4.3.2 Princip stanovení SPC .....	27
4.4 Způsobilost procesu.....	28
4.4.1 Index způsobilosti procesu $c_p$ .....	28
4.4.2 Index způsobilosti procesu $c_{pk_u}$ a $c_{pk_l}$ .....	29
4.4.3 Princip stanovení způsobilosti procesu .....	29

<b>5</b>	<b>VLASTNÍ APLIKACE .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>Práce s programem.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2</b>	<b>Načtení dat.....</b>	<b>31</b>
5.2.1	Makro pro načtení dat.....	32
<b>5.3</b>	<b>Hlavička protokolu.....</b>	<b>37</b>
<b>5.4</b>	<b>Vyhodnocení dat .....</b>	<b>39</b>
5.4.1	Podoba zpracovaných dat .....	41
5.4.1.1	Způsobilost procesu, SPC.....	41
5.4.1.2	Histogram .....	43
5.4.1.3	Protokol .....	44
<b>5.5</b>	<b>Zprávy z měření .....</b>	<b>45</b>
<b>5.6</b>	<b>Ukončení programu .....</b>	<b>46</b>
<b>5.7</b>	<b>Souhrnný příklad zpracování dat .....</b>	<b>47</b>
5.7.1	Představení dílu .....	47
5.7.2	Čísla parametrů .....	47
5.7.3	Ukázka uložených dat v CSV souboru.....	48
5.7.4	Práce s programem na zpracování dat .....	49
5.7.4.1	Spuštění programu .....	49
5.7.4.2	Načtení dat .....	49
5.7.4.3	Vyplnění hlavičky .....	50
5.7.4.4	Datum pro zpracování .....	52
5.7.4.5	Vyplnění čísla protokolu .....	53
5.7.5	Výstupy .....	54
5.7.5.1	Výstup – Histogram.....	55
5.7.5.2	Výstup – SPC .....	56
5.7.5.3	Výstup - protokol .....	57
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
<b>6.1</b>	<b>Ekonomické zhodnocení .....</b>	<b>58</b>

6.1.1	Původní systém zpracování dat bez Equatoru.....	59
6.1.2	Současný systém zpracování dat s Equatoru.....	60
6.1.3	Nově navrhovaný systém zpracování dat.....	60
<b>6.2</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>61</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA: .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ: .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM TABULEK:.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH: .....</b>	<b>69</b>



## **SEZNAM ZKRATEK:**

ZČU .....	Západočeská univerzita v Plzni
FST.....	Fakulta strojní
KTO .....	Katedra Technologie obrábění
3D.....	Trojdimenzionální, trojrozměrný
s.r.o.....	Společnost s ručením omezeným
atd.....	a tak dále
PDF .....	Portable Document Format – Přenosný formát dokumentů
CSV.....	Comma-separate values – Textový soubor
OK.....	V pořádku
NOK.....	V nepořádku
NC.....	Numeric control – číslicově řízeny
CNC .....	Computer numeric control – počítačově řízené číslicové řízení
PC.....	Personal computer – osobní počítač
SPC .....	Statistic Process Control – statistická regulace procesů
CL .....	Center line – centrální příčka regulačního diagramu
UCL .....	Upper centre line – horní mezní křivka regulačního diagramu
LCL.....	Low centre line – dolní mezní křivka regulačního diagramu
$c_p$ .....	Způsobilost procesu - charakterizuje potenciaální možnost procesu
$c_{pku}$ .....	Způsobilost procesu - charakterizuje skutečnou možnost procesu
$c_{pk1}$ .....	Způsobilost procesu - charakterizuje skutečnou možnost procesu

## **CÍL PRÁCE:**

Cílem této diplomové práce je navrhnout a vytvořit vhodný program pro zpracování dat získaných při práci v automatickém režimu na robotickém měřicím pracovišti.

Diplomová práce je vyhotovena na základě požadavků firmy Astro – Kovo Plzeň s.r.o., která z důvodu zkvalitnění kontroly a možnosti dokladování dodržování stoprocentní kontroly dílů, zakoupila a začlenila do procesu kontroly 3D měřicí přístroj od společnosti Renishaw - Equator. Přístroj byl umístěn na jimi navrženém pracovišti přímo v prostoru výrobní haly, nazvaném „AstroBox“ s robotickou obsluhou a je zapojen v automatickém měřicím režimu.

Práce je zaměřena na analýzu současného stavu ukládání a zpracování dat při stoprocentní kontrole vyrobených dílů, za použití 3D měřicího zařízení od společnosti Renishaw ve spojení s robotem Kuka s vytvořením programu na ukládání a zpracování dat z robotického měřicího pracoviště. Hlavní část práce je návrh vhodnějšího způsobu ukládání dat a návrh programu pro zpracování těchto dat, jehož ovládání je snadné a intuitivní.

# 1 ÚVOD A PŘEDSTAVENÍ FIRMY

„Integrita povrchu nabývá nebývalého významu a tím i některé oblasti v dílenské metrologii se velmi intenzivně rozvíjí. Ve spojení s oblastí 3D měřicí techniky hraje i velkou roli v oblasti kontroly. V práci je řešen problém a možnosti propojení požadavku na 100% kontrolu dílů a zpracování dat s automatizovaným měřením ve spojení s 3D měřicím přístrojem Equator od společnosti Renishaw. “[10] Dále se v práci objevuje základní charakteristika přístroje a jeho možnosti umístění v pracovním prostoru. Po představení firmy a přístroje použitého pro měření, je již řešena vlastní problematika získání dat a jejich ukládání. Hlavním tématem jsou však informace o možnosti zpracování dat dle způsobu zakládání dílů do prostoru měření a návazná úskalí při vyhodnocování získaných dat v automatickém měřicím procesu.

„V době, kdy je prvořadá otázka kvality a s ní související získávání důvěryhodnosti, je zřejmé, že bude nutno vykonat další náročný krok. Právě integrita povrchu v dnešní době nabývá nebývalého významu. Pod tímto pojmem si však každý představí něco jiného. Při posuzování povrchu z hlediska dílenské metrologie se vyhodnocuje jen omezené množství parametrů. Firma Astro-Kovo Plzeň s.r.o. sleduje zejména geometrické parametry, úchyly tvarů a polohy. Pro kontrolu těchto parametrů jsou dvě možnosti určování. První možnost je ruční kontrola dle předem daných postupů. Druhá možnost, pronikavě se rozvíjející, probíhá za použití 3D měřicích zařízení. Právě druhou možnost si zvolila firma Astro-Kovo Plzeň s.r.o. jako svoji cestu.“[10]

## 1.1 Firma Astro - Kovo Plzeň s.r.o.



Obr. č.: 1-1 Logo firmy Astro-Kovo Plzeň s.r.o.[interní zdroje]

Firma Astro-Kovo Plzeň s.r.o. je zcela česká společnost se sídlem v Třemošné u Plzně. Firma byla založena v roce 1994. Nyní zaměstnává 52 zaměstnanců ve třísměnném provozu. Její činnost je zaměřena na automatizované obrábění kovů. Specializují se na realizace kooperací dle dokumentace dodané

zákazníkem, především z oblasti automobilového průmyslu. Společnost je vybavena vysoce výkonnými NC stroji s CNC řízením, hlavně z oblasti soustružnických center, které denně vyrobí tisíce kusů výrobků, povětšinou pro automobilový průmysl.



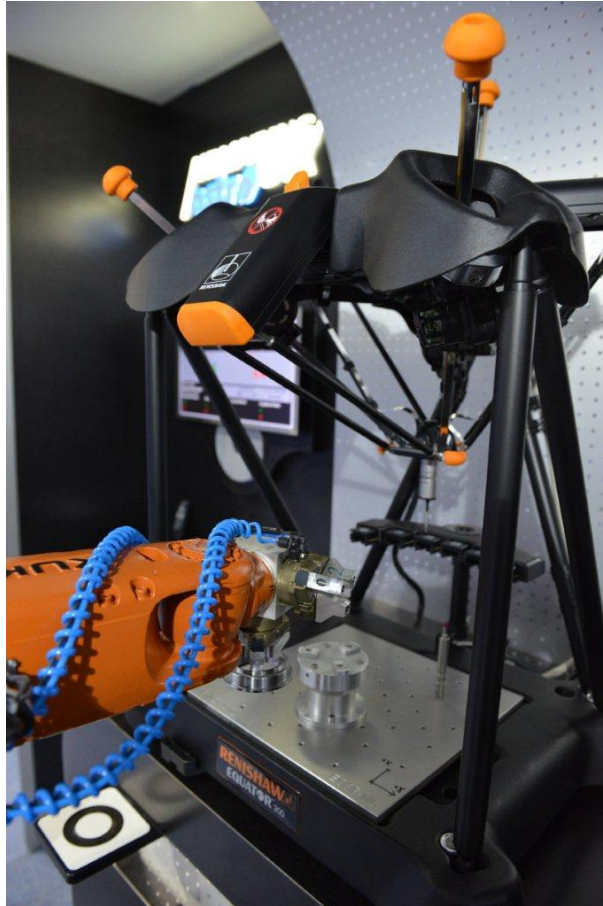
Obr. č.: 1-2 Výrobky společnosti Astro - Kovo Plzeň s.r.o. [1]

Zákazníci neustále zvyšují požadavky na kontrolu kvality. Cílem firmy je všem požadavkům vyhovět a to nejen v podobě naměřených dat, ale i v podobě zpráv z měření a dokladování. V době před zapojením automatizace dílenského měření firma spotřebovávala mnoho času na stoprocentní kontrolu těchto dílů. Neméně času vyžadovalo zpracování dat a následné vytvoření zprávy z měření, kterou zákazníci v automobilovém průmyslu vyžadují. Firma Astro – Kovo Plzeň s.r.o. až do roku 2012 používala ruční měření pro 100% kontrolu dílů. Od roku 2012 přešla na automatizovanou kontrolu dílů pomocí 3D měřicího zařízení Equator od firmy Renishaw®. Pro měření byl vybrán dále popsáný přístroj (viz kapitola 1.2 Renishaw Equator) z důvodu jeho flexibility při měření, snadné obsluhy, a hlavně pro jeho výkonnost v počtu změřených kusů. Schopnost práce v automatickém režimu byla však hlavním důvodem, proč byl přístroj zvolen pro realizaci měření ve firmě.[1,3]

## 1.2 Renishaw Equator

Přístroj Renishaw Equator je univerzální 3D měřicí zařízení, pracující s unikátní konstrukcí, založenou na funkci paralelní kinematiky. Systém Renishaw Equator je všestranná alternativa běžného měření, která nabízí kontrolu dříve nedosažitelného rozsahu vyráběných dílů, z hlediska počtu kusů za čas, anebo z hlediska tvarové složitosti. Po změření dílu přístroj umí vyhodnotit, zda je měřený kus dobrý anebo zmetkový a výstupy zobrazit na displeji ovládacího PC. [10]

Základní princip procesu měření je založen na komparačním porovnávání měřeného dílu k „zlatému“. „Zlatý“ díl je takový díl, jenž je vyroben jako model pro masterování = nastavení parametrů před, anebo v průběhu měření, při změně teploty, dosažení limitního počtu kontrolovaných kusů, či vyčerpání časového limitu mezi nastavováním atd.[2,10]



Obr. č.: 1-3 Měřicí zařízení Renishaw Equator [11]

Zařízení Equator je vyráběno ve dvou základních provedeních dle výšky měřicího prostoru. První verze s označením Equator 300 s měřicím prostorem o rozměrech 300 x 150 mm s max. výškou měřeného dílu 55 mm, druhá verze je Equator 300 s rozšířenou výškou s měřicím prostorem o rozměrech 300 x 150 mm s max. výškou měřeného dílu 205 mm. Firma Astro\_kovo vlastní zařízení Equatro 300.

Ke každému přístroji je dodáváno:

- Sonda SP 25 s dotykem o  $\varnothing$  5 mm – dotyky u sondy je možno od firmy Renishaw dokoupit i v jiných průměrech dotykové kuličky

- Držák na výměnné dotyky sondy, pro Equator s rozšířenou výškou je tento držák dodáván v prodloužené verzi
- Ovládací joystick pro ruční navádění sondy
- Tlačítko centrálního stopu
- Uchycovací desky
- Čistící souprava.[5]

Velkou předností přístroje je, že nevyžaduje udržení stálých klimatických podmínek. Zařízení může být umístěno, jak v klimatizovaném prostoru uzavřené ohrady v prostoru metrologické laboratoře, tak umí pracovat i v prostoru bez klimatizace přímo na hale, kde se teplota neustále mění. Toto umístění umožňuje vlastnost zařízení, která při změně teploty, v intervalu hodnot o hodnotu zadanou uživatelem, okolního prostoru nebo dílů, sám začne požadovat nové re-masterování. Nastavení re-masteringu je možno:

- Z teplotního hlediska
- Z hlediska počtu změřených dílů
- Z časového hlediska.[2]

### **1.3 Umístění přístroje ve firmě Astro-Kovo Plzeň s.r.o.**

Přístroj Renishaw Equator je umístěn přímo v prostoru výrobní haly v měřicím boxu tzv.: AstroBoxu viz obr. 1-4.

„Měřicí box = AstroBox je název automatizovaného měřicího pracoviště pro non-stop měření dílů bez ovlivnění měření lidským faktorem. Box je vyhotoven v excelentní kvalitě designu, a ne jen díky kterému je AstroBox předmětem obdivu návštěv v podniku. Při použití přístroje je zajištěna požadovaná stoprocentní kontrola všech dílů.

Okruh potenciálních uživatelů a tím i možnost širšího uplatnění AstroBoxu zajišťuje, že přístroj Renishaw Equator má schopnost kontroly nejen pro kovové díly, ale také pro díly zhotovené z plastu, keramiky atd.“[10]

„AstroBox je osazen řadou prvků, které jsou unikátní a pomohou zjednodušit a zrychlit práci. Patří sem dálkový ovladač s dotykovým displejem umístěným na

venkovní straně boxu, jenž usnadňuje práci při programování ramena robota, nebo v horní části boxu jsou umístěny světelné nápisy, které dle toho, zda jsou díly v toleranci nebo mimo, signalizují stav příslušnými barvami, atd.“[10]



Obr. č.: 1-4 AstroBox [10]

„Při návrhu boxu je myšleno i na bezpečnost odpovědné osoby. Ve vstupních dveřích do prostoru AstroBoxu jsou umístěny koncové spínače, jež vypnou běh všech zařízení při otevření dveří a po zavření tyto spínače zařízení opět spustí, pokud je k tomu zadán příkaz. Dále přímo nad základním ovládacím panelem je umístěno pomocné ruční ovládání a nachází se zde i jeden z nejdůležitějších ovladačů a to tlačítko centrální stop a přepínání mezi automatickým a manuálním režimem.

Výhodou boxu je modularita, tedy možnost použití více boxů pro různá měřicí zařízení v různě koncipovaných sestavách.”[10]

## 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Před vlastní realizací návrhu programu na zpracování dat bylo nutné v prvním kroku provést analýzu současného stavu práce stroje. Analýza byla zaměřena na práci s daty získanými při měření v automatickém režimu. Dále byly zkoumány možnosti a podoba ukládání získaných dat v návaznosti na možnosti zpracování.

Pro zpracovávání dat z dílů zakládaných manipulátorem v současné době není možno přímo ze softwaru od firmy Renishaw data zpracovávat. V tomto případě zařízení umí pouze vyhodnocovat, zda je díl v toleranci nebo mimo toleranci a zobrazit výsledek na displeji (viz obr. 2-1). Toto je nastaveno přímo od výrobce stroje. Ve firmě Astro-Kovo Plzeň s.r.o. se data po zobrazení na displeji ukládají do souboru PDF. Tento formát souboru se dá jen velmi obtížně dále zpracovávat. Z důvodů těchto nedostatků firma Astro-Kovo Plzeň s.r.o. již v této oblasti podnikla kroky ke zdokonalení. Nechala si na zakázku vyrobit software, který umí z načtených dat z čárových kódů, umístěných na paletách na kterých jsou dodávané díly do prostoru AstroBoxu, získat informaci, kdo výrobek vyrobil a vyhodnotit data dobrých/zmetkových kusů s ohledem na konkrétního pracovníka a toto zobrazit na displeji ovládacího PC (viz obr. 2-1). Ovšem ani toto nestačí, protože i když už jsou data vyhodnocována v částečně rozšířené podobě, stále se ukládají do PDF souboru.

Velkým nedostatkem je, že se data nedají nebo jen velmi obtížně, dále statisticky vyhodnocovat pokud jsou uložena ve formátu PDF. Z důvodu tohoto nedostatku se v současné době na zpracování dat získaných při měření v automatickém režimu přístrojem Equator firma zaměřila. Hlavní přínos spatřuje v možnosti budoucího rozvoje a lepší konkurenceschopnosti na trhu, zejména v automobilovém průmyslu, kde se stále zvyšují nároky na dodržování a dokladování 100% kontroly dílů.





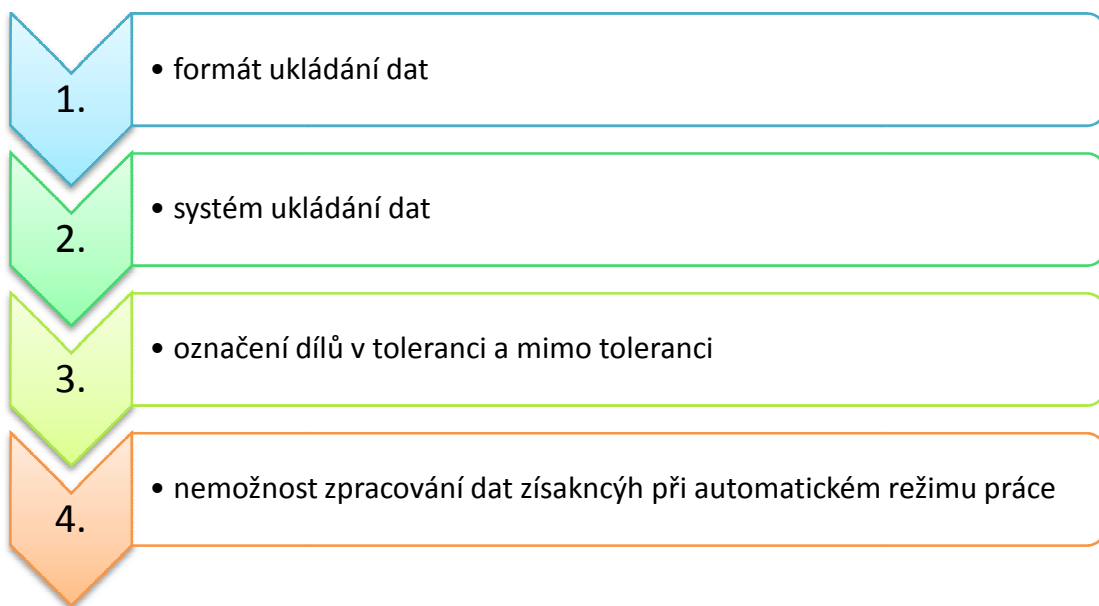
Obr. č.: 2-1 Obrazovka ovládacího PC v AstroBoxu [11]

Při této analýze byly zjištěny velké nedostatky hlavně v oblasti ukládání dat a z toho plynoucí nemožnost dále data zpracovávat.

- Základní formát ukládání dat v současném stavu je formát PDF. Tento formát neumožňuje nebo jen velmi obtížně umožňuje další práci s uloženými informacemi
- Veškeré informace získané z měření a to rozdílných druhů dílů jsou ukládány do jednoho souboru PDF. Tento soubor za 1 rok měření a to jen omezeného množství typů dílů, má již přes 250 000 stran.
- Další nedostatek je, že se hodnoty po změření a vyhodnocení a následně i je-li díl mimo toleranci, uloží do souboru PDF bez viditelného zvýraznění. Toto je problém v případě dohledávání, v jakém měřeném parametru je díl mimo toleranci.
- Veškeré tyto nedostatky vyplývají z toho, že sice je zařízení velmi kvalitně předpřipraveno pro zapojení a práci v automatickém režimu měření, ale nemá žádný softwarový základ přímo z výroby na vyhodnocování naměřených dat v tomto režimu. Práce je prozatím založena pouze na třídění dílů dobrý/zmetkový.

Tyto nedostatky se vztahují pouze k automatickému režimu měření strojem, v případě ručního režimu je k zařízení v základním softwarovém balíčku dodáván software MODUS Organiser jehož součástí je i MODUS Reporter, který slouží pro vyhodnocování dat v ručním režimu.

Jeho analýza, viz kapitola 2.1 Modus Reportér v1.4 SP, je zde provedena na žádost firmy Astro - Kovo Plzeň s.r.o. z důvodu teoretické možnosti použití při zpracování dat získaných při automatickém režimu chodu stroje. Ovšem tato možnost se nepotvrdila a tento program zůstává stále jen pro zpracování dat v ručním režimu.



Obr. č.: 2-2 Souhrn hlavních nedostatků zjištěných při analýze současného stavu

## 2.1 Modus Reportér v1.4 SP

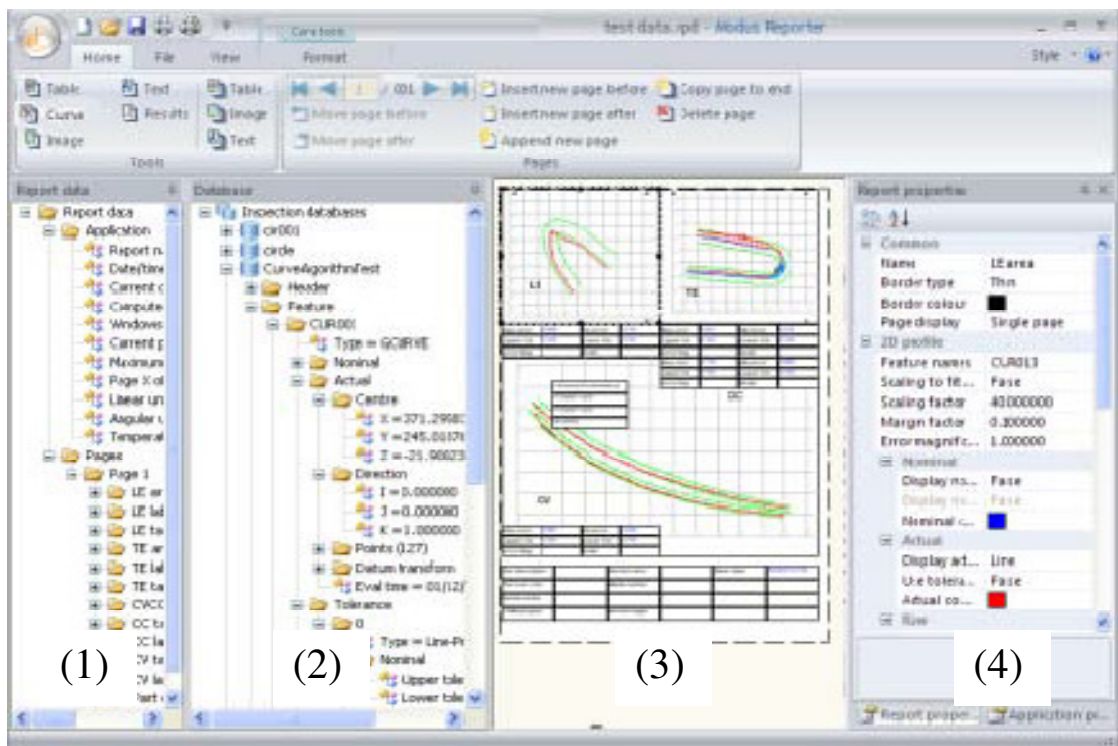
MODUS Reportér je programové vybavení dodávané v základním balíčku softwaru přístroje. Tento program umožňuje velmi snadné vytvoření zprávy z dat získaných při měření, ovšem tyto data mohou být získané pouze v ručním režimu měření přístroje.

Ovládání a zpracovávání dat v tomto programu je velmi jednoduché a intuitivní. MODUS Reporter je založen na stejné podobě zobrazení ovládacích prvků jako programy od společnosti Microsoft. Z tohoto důvodu i ovládací tlačítka najdeme na stejných místech a s velmi podobným deklarováním funkcí pod nimi schovaných.

V softwaru je možno nastavit velké množství informací, které mají být statisticky zpracovávány. Po zapnutí programu se zobrazí ovládací prvky v pásu na horní straně obrazovky. Pod tímto pásem se nabízí 4 základní okna, jež se dají dle požadavků zapínat a vypínat právě v pásu ovládacích prvků na kartě View (zobrazení). Tato okna jsou:

- The Report Data Window (1)
- Database Window (2)
- The report Page (3)
- The report Properties Window (4)

Software je založen na databázovém zpracování dat, tedy podobu výstupních informací, kterou ze softwaru dostaneme, můžeme nastavit na několika místech a vždy se tyto data budou objevovat ve výsledné podobě zprávy např.: když v okně Database Window nastavíme, požadavek měření prvku s tolerancí  $\pm 0,1\text{mm}$  a poté v okně The Report Page nastavíme tolerance  $\pm 0,2\text{ mm}$ , přístroj nás upozorní na kolizi. Z tohoto důvodu je zpracování dat velmi jednoduché, podrobné a bezproblémové.[2,4]



Obr. č.: 2-3 MODUS Reportér - základní zobrazení [4]

### **2.1.1 The Report Data Window**

Okno slouží pro získání přehledu o aktuálně otevřené zprávě a datech k této zprávě uložených. Informace které zde dostaneme, jsou rozděleny do tří základních skupin. První skupina prvků jsou Application (aplikace), druhou skupinou jsou Page (stránky) a třetí skupinou jsou Feature Groups (skupiny prvků).

Ve skupině Application (aplikace) se dozvíme název zprávy, datum a čas měření, základní měřené prvky a jejich tolerance tvarů a polohy, teplotu, při které byly díly měřeny, čas od posledního masterování atd.

Ve skupině Page (stránky) se dozvíme o počtu stran ve zprávě z reportu. Pro každou stranu je zde složka, do které se ukládají parametry prvků, které mají být na stránce zobrazeny, po nastavení v dále popsaném okně The Report Page.

Ve skupině Feature Groups (skupiny prvků) se zobrazí záhlaví a zápatí stránek. Po otevření složky se zobrazí prvky v záhlaví nastavené k zobrazení.[2,4]

### **2.1.2 The Database Window**

Účel okna je složkové zobrazení pro všechny díly, které se měřily nebo se připravují pro měření. V tomto okně je možnost zvolit a otevřít požadovanou složku pro zobrazení podrobností pro právě zpracovávanou zprávu. Po provedení úprav v jakékoli položce tohoto okna, je nutno provést znovunačtení. Znovunačtení se provede pomocí stisku klávesy F5.[2,4]

### **2.1.3 The Report Page**

Okno je asi nejdůležitější pro celé zpracování dat z měření. Zde se nastaví veškeré požadované výstupní zobrazení dat. Základní zobrazení tohoto okna je prázdná stránka, která je ohraničená čárkovanou čarou. V této oblasti je dle návodu doporučeno si zapnout přichycovací mřížku. Mřížka je poté určena k usnadnění práce při vkládání prvků pro zobrazení požadovaných informací. Data se mohou zobrazit v podobě:

- Tabulky
- Textu
- Obrázku
- Křivky
- Výsledků
- Grafu
- Podpisu.

Následně po zapnutí mřížky se nastavuje velikost pole záhlaví a zápatí stránky. Toto slouží pro nastavení prvků a informací které mají být zobrazeny na každé stránce reportu. Základní informace zobrazené právě v záhlaví a zápatí jsou:

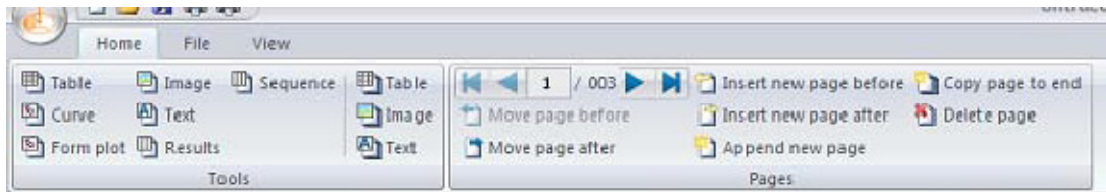
- Pořadí stránky z počtu stran
- Datum a čas vystavení reportu
- Název dílu a označení výkresu.

Každý z těchto prvků, ať už pro záhlaví a zápatí nebo pro prvky zpracování dat, mají svůj význam pro zobrazení výstupních informací. Práce se vkládáním prvků je velmi jednoduchá. Po vybrání prvku v horním lištovém menu v záložce Home (domů) a následném zvolení příslušného prvku se pomocí kurzoru myši umístí na příslušnou pozici na stránce reportu. Právě po provedení tohoto úkonu se ve složce The Report Page zobrazí příslušná podsložka s informacemi o tomto prvku v ní.[4]

#### **2.1.4 Ovládací prvky**

Ovládací prvky jsou umístěny v horním levém rohu obrazovky. Jak už bylo výše řečeno zobrazení a ovládání prvků je velmi podobné jako u systémů od společnosti Microsoft. Hlavní prvky jsou umístěny v pásu karet pod záložkami Home (Domů), File (Soubor), View (Zobrazení). V některých případech se k těmto základním kartám pro ovládání programu přidává ještě karta Format (Formát). [4]

V záložce Home (Domů) najdeme prvky pro ovládání a nastavení nástrojů pro zobrazení informací o měřeném prvku. [4]



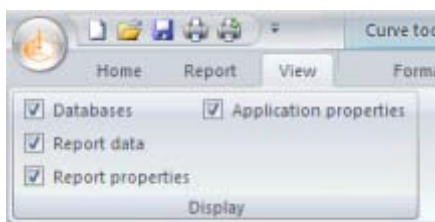
Obr. č.: 2-4 Ovládací prvky MODUS Reportér [4]

V záložce File (Soubor) se nastavují základní parametry, jako jsou založení nové zprávy z měření, otevření stávajících zpráv, nebo vyvolání tisku. [4]



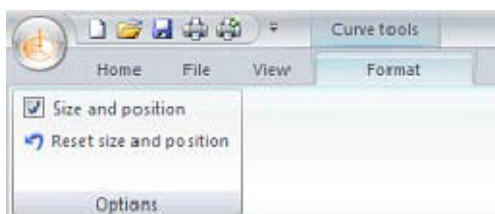
Obr. č.: 2-5 Ovládací prvky MODUS Reportér [4]

V záložce View (Zobrazení) se nastavuje zapnutí a vypnutí jednotlivých základních oken zobrazení (The Report Page, atd.). [4]



Obr. č.: 2-6 Ovládací prvky MODUS Reportér [4]

Karta Format (Formát) se zobrazí jen v případě, že na stránce The report Window máme vložený jeden z prvků Křivka nebo Form Plot areas. Po zapnutí okna se zpřístupní zaškrtnací políčko poloha a velikost. Toto políčko je doporučeno zaškrtnout po nastavení právě formátů Křivka a Form plot areas.[4]



Obr. č.: 2-7 Ovládací prvky MODUS Reportér [4]

### 3 OPTIMALIZACE DATOVÝCH VÝSTUPŮ

Jak už bylo výše popsáno, hlavním a tím největším problémem při vlastní analýze naměřených dat je problém s formátem ukládání získaných dat viz ukázka současného stavu ukládání dat obr. 3-1. Proto bylo nutno toto změnit a to na jednu z popsaných možností z nabídky, kterou nabízí přímo Renishaw Equator .

Zentrierbuchsemerenisrobotem 20/11/2013 18:39:13

	Actual	Nominal	Hi-tol	Lo-tol	Deviation	Graphic	Error	% tol.
<b>Circle_dia16H7</b>								
Diameter	16.0058	16.0140	0.0080	-0.0110	-0.0082	-*+---	0.0000	74.5972
<b>Circle_dia24p6</b>								
Diameter	24.0220	24.0280	0.0090	-0.0070	-0.0060	*--+---	0.0000	85.1290
<b>bod_upinac_Z</b>								
Length-Z	28.0021	28.0000	0.1000	-0.1000	0.0021	---*---	0.0000	2.0548

Zentrierbuchsemerenisrobotem 20/11/2013 18:47:12

	Actual	Nominal	Hi-tol	Lo-tol	Deviation	Graphic	Error	% tol.
<b>Circle_dia16H7</b>								
Diameter	16.0431	16.0140	0.0080	-0.0120	0.0291	---+-->	0.0211	364.3142
<b>Circle_dia24p6</b>								
Diameter	24.0495	24.0280	0.0090	-0.0070	0.0215	---+-->	0.0125	238.5595
<b>bod_upinac_Z</b>								
Length-Z	27.9732	28.0000	0.1000	-0.1000	-0.0268	--*+---	0.0000	26.8026

Obr. č.: 3-1 Původní systém ukládání dat ve formátu PDF[interní zdroje]

K formátování souboru bylo možno použít několik typů formátů souborů např.: PDF, CSV, RTF, RES, XML, OUT,...Z možných formátů byl zvolen formát ukládání xxx.csv soubor. Z tohoto formátu je možno data konvertovat do libovolného dalšího programu, tudíž změnit formát dat. Další co hovoří v jeho prospěch, je že se nejsnáze nastaví jeho podoba, ve které se data v něm mají ukládat. Další informace k jednotlivým formátům pro ukládání dat viz tab. 3-1.

<b>Označení formátu</b>	<b>Krátký popis formátu</b>
.btc	-Becker tools compressed archivační soubor
.cal	-Computer Aided Acquisition and Logistics Support formát ukládání dat standardizovaný pro grafickou výměnu dat pro elektronické publikování.
.csv	-Comma-separated values – textový soubor textový soubor soubor, vhodný k dalšímu zpracování dat, pomocí transformace
.dmi	-Dream maker icon rastrové obrazové soubory, tvůrce byond
.mst	používány v operačním systému Microsoft Windows. Přizpůsobují nastavení aplikace Microsoft Windows Installer k instalaci
.out	Výstup total commander po chybném sloučení souborů. Nezná koncovku vzniklého souboru, si přiřadí příponu .out
.pdf	-Portable Document Format souborový formát pro ukládání dokumentů nezávisle na softwaru i hardwaru, ve kterém byly pořízeny
.res	-Resource File soubor pro obnovu, zkompileovaný zdrojový soubor používá různé nástroje rozvoje.
.rpd	-Roleplay Designer datové soubory obsahující uložená data, která představují strukturu navrhovaného vzdělávacího e-lerningu
.rtf	-Rich Text Format formát vyvinutý Microsoftem pro ukládání textu s velkým množstvím formátovacích příkazů.



.txt	-Textový soubor textový soubor může obsahovat prostý text, formátovaný text obohacený dalšími informacemi například v nějakém značkovacím jazyce
.xml	-Extensible Markup Language značkovací jazyk, který definuje soubor pravidel pro kódování dokumentů ve formátu, který je čitelný jak člověkem tak i strojově

Tab. č.: 3-1 Formáty ukládání dat z Renishaw Equator [12]

Základní nastavení pro správné ukládání CSV souboru se provede pomocí příkazů ve zdrojovém kódu pro měření daného dílu. Informace jak z oblasti měřeného rozměru, tak tolerance k těmto rozměrům jsou v tomto kódu propojeny mezi sebou a to jak v oblasti vyhodnocování dat, tak v oblasti podoby ukládání dat. Příklad podoby zdrojového kódu můžete vidět na obr. č. 3-2 a celý výpis je v příloze č. 4 jak původní zdrojový kód, tak nový zdrojový kód. Na obr. 3-3 je vidět vlastní výsledek získané podoby uložených výstupů.

```
T(24p6)=TOL/DIAM,-0.007,0.009
OUTPUT/FA(Circle_dia24p6),TA(24p6)

T(16H7)=TOL/DIAM,-0.014,0.007
OUTPUT/FA(Circle_dia16H7),TA(16H7)

T(vyska_28)=TOL/DISTB,NOMINL,28,-0.1,0.1,ZAXIS,AVG
OUTPUT/FA(bod_upinac_Z1),FA(Point_+Z),TA(vyska_28)

$$ CSV zacatek

DECL/GLOBAL,DOUBLE,TA1,TA2,TA3,TA4

TA1=OBTAIN/FA(Circle_dia24p6),10
TA2=OBTAIN/FA(Circle_dia16H7),10
TA3=OBTAIN/FA(bod_upinac_Z1),5

DECL/GLOBAL,INTGR,Stav,Stav_Kruhovitost,Stav_Prumer_D16,Stav_Prumer_D30,Stav_Prumer_D80
DECL/GLOBAL,CHAR,512,Rozhodnuti

Stav_Prumer_D16=VALUE/TA(16H7),OUTOL
Stav_Prumer_D30=VALUE/TA(24p6),OUTOL
Stav_Prumer_D80=VALUE/TA(vyska_28),OUTOL
```

Obr. č.: 3-2 Ukázka zdrojového kódu pro zajištění uložení dat v CSV souboru [11]

Jak už je velmi dobře vidět přímo z podoby dat uložených v CSV souboru na obr. 3-3 tak bez zjevného úsilí je možno vyhodnotit, zda je díl v toleranci nebo zda je díl mimo toleranci. Toto v původních uložených datech v PDF souboru bylo velmi obtížné, protože v tomto souboru to nebylo přímo řečeno, ale bylo to jen označeno malým symbolem což je vidět v červeném kroužku na obr. 3-1.

Datum;	Datum;2013/11/24
Cas;	Cas;16:20:34
Smena;	Smena;Ranni
Jmeno operatora;	Jmeno operatora;Honza Novak
Soucast;	Soucast;Mimo toleranci
Cislo vykresu;059105329A	Cislo vykresu;059105329A
Prumer D80;D24;-	Prumer D80;24.050;OUTOL
Prumer D30;D16;-	Prumer D30;16.043;OUTOL
Prumer D16;D30;-	Prumer D16;-27.990;INTOL
::	::
Datum;	Datum;2013/11/24
Cas;	Cas;16:21:26
Smena;	Smena;Ranni
Jmeno operatora;	Jmeno operatora;Honza Novak
Soucast;	Soucast;V toleranci
Cislo vykresu;	Cislo vykresu;059105329A
Prumer D80;20;25	Prumer D80;24.025;INTOL
Prumer D30;16;17	Prumer D30;16.005;INTOL
Prumer D16;-28;-27	Prumer D16;-28.020;INTOL
::	::
::	Datum;2013/11/24
Datum;2013/11/24	Cas;16:21:55
Cas;16:12:31	Smena;Ranni
Smena;Ranni	Jmeno operatora;Honza Novak
Jmeno operatora;Honza Novak	Soucast;Mimo toleranci
Soucast;Mimo toleranci	Cislo vykresu;059105329A
Cislo vykresu;059105329A	Prumer D80;24.027;INTOL
Prumer D80;24.050;OUTOL	Prumer D30;16.001;OUTOL
Prumer D30;16.043;OUTOL	Prumer D16;-28.015;INTOL
Prumer D16;-27.989;INTOL	::

Obr. č.: 3-3 Podoba uložených dat v CSV souboru

## 4 APLIKACE STATISTICKÉHO ZPRACOVÁNÍ DAT

### 4.1 Nástroje kvality

„Sedm základních nástrojů kvality, je pevně stanovený soubor především grafických technik napomáhajících řešení problémů s kvalitou. Patří mezi ně:

- Diagram příčin a následků (diagram rybí kostry)
- Kontrolní tabulka
- Histogram
- Parettova analýza
- Korelační diagram
- Vývojový diagram
- Regulační diagram.

Největšího využití nalezne těchto 7 nástrojů především v hromadné a sériové výrobě, kde lze snadno sledovat zmetkovitost, případně chybovost jednotlivých strojů či pracovníků. Jejich užití bývá ve firmách preferováno před složitějšími statistickými metodami pro svou jednoduchost.“[6]

V práci jsou použity jen 2 z těchto 7 nástrojů kvality a to Histogram a Regulační diagram neboli Statistic Proces Control (SPC). Proto se dále seznámíme podrobněji jen s těmito nástroji a hlavně se zaměříme na způsob jejich použití.

### 4.2 Histogram

#### 4.2.1 Základní popis

V případě velkého množství dat ke zpracování, je velmi náročné tato data přehledně prvotně vyhodnotit a vytvořit si představu o kontrolovaném procesu. Proto se tato data zobrazují v grafické podobě Histogramu, který práci s nimi usnadňuje. [8]

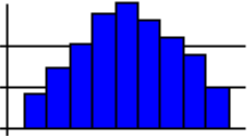
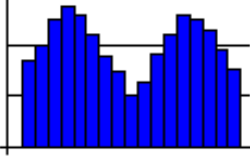
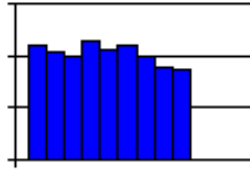
Histogram je sloupcový graf, umožňující vidět tvar datových hodnot. Zaznamenává rozpětí naměřených hodnot rozdělených do skupin, v závislosti na četnosti naměřených hodnot.[8]

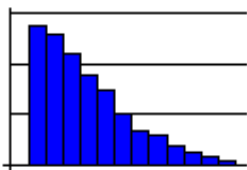
Při analýze histogramu se soustředíme na tři základní informace.

- Centrování histogramu – určení cílové hodnoty sledovaného znaku
- Šířka histogramu – určení variabilitu kolem cílové hodnoty
- Tvar histogramu – umožňuje odhalit veškeré vymeřitelné příčiny, ovlivňující proces v daných mezích.

Tvar histogramu představuje významnou informaci o sledovaném souboru údajů. [8]

#### 4.2.2 Tvary histogramů

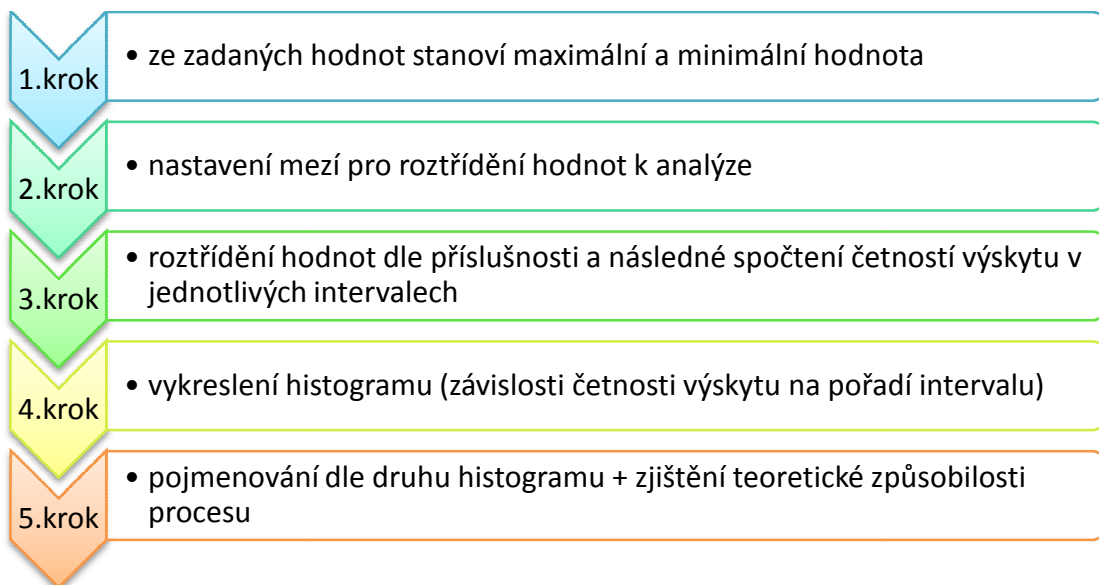
<p><u>Zvonovitý tvar</u></p> <p>„Je základní tvar histogramu a odpovídá normálnímu rozdělení výskytu zjištěných hodnot.“[8]</p> <p>Tento tvar je žádaný.</p>	 <p>Obr. č.: 4-1 Histogram zvonovitého tvaru [7]</p>
<p><u>Dvouvrcholový či více vrcholový</u></p> <p>„Výsledný soubor hodnot vznikl spojením dvou či více souborů, odpovídajících různým podmínkám (výroba téže součásti na dvou strojích a shromažďování v jenom zásobníku.“ [8]</p>	 <p>Obr. č.: 4-2 Histogram dvouvrcholový tvar [7]</p>
<p><u>Hřebenový histogram</u></p> <p>„Charakter pravidelného střídání vyšších a nižších hodnot četností v jednotlivých intervalech. Obvykle upozorňuje na nerespektování přesnosti měření nebo neshodné zaokrouhlování údajů.“[8]</p>	 <p>Obr. č.: 4-3 Histogram hřebenový tvar [7]</p>
<p><u>Plochý histogram</u></p> <p>„Vznikne obvykle spojením několika souborů, nebo v případech, kdy sledovaný parametr je např. lineární fází času.[8]</p>	

<p><u>Usekнутý histogram</u> „Ukazuje, že výrobek prošel třídící kontrolou a že tedy již byly vyřazeny výrobky, u nichž hodnota kvalitativního znaku přesáhla stanovené toleranční meze.“[8]</p>	 <p>Obr. č.: 4-4 Histogram useknutého tvaru [7]</p>
<p><u>Dvouvrcholový histogram s výraznou četností v krajní mezi</u> „Signalizuje úmyslné zkreslení naměřených údajů.“[8]</p>	

Tab. č.: 4-1 Tvary histogramů

### 4.2.3 Princip stanovení

Při konstrukci histogramu se postupuje v krocích, které jsou na sebe navázány. V prvním kroku se ze zadaných hodnot stanoví maximální a minimální hodnota. Ve druhém kroku se mezi těmito hodnotami ve zvoleném kroku (popř. zadaném) vytvoří skupiny, do kterých se ve třetím kroku jednotlivé hodnoty rozdělí dle příslušnosti. V posledním čtvrtém kroku se spočítají hodnoty v jednotlivých rozmezích a zakreslí se do grafu. Ze získaného grafu se posuzuje kontrolovaný proces. Příklad výpočtu v ručně spočítaných příkladech viz příloha č. 1. [15]



Obr. č.: 4-5 - Postup výpočtu Histogramu

### 4.3 Regulační diagramy

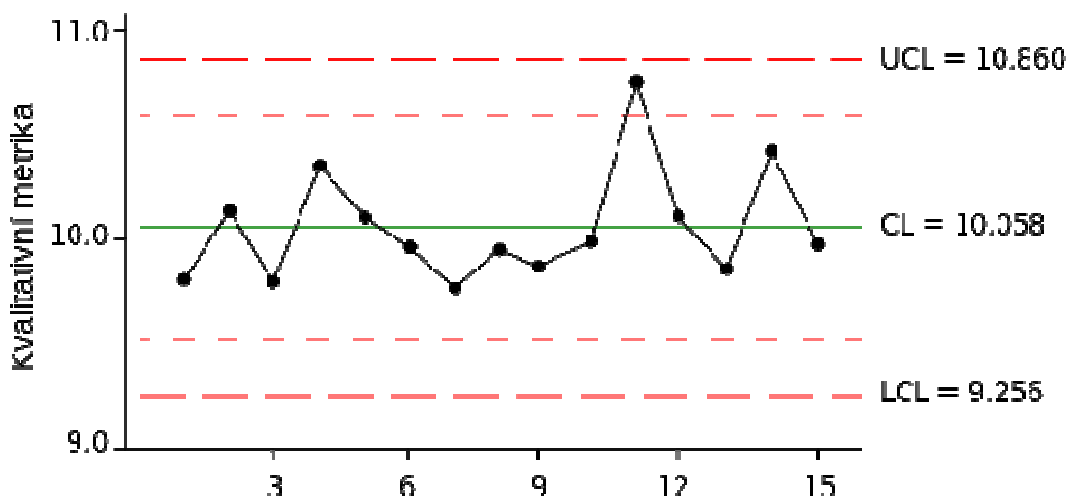
Regulační diagramy jsou hlavním nástrojem SPC (Statistical Process Control). „Regulační diagramy slouží ke stálému grafickému záznamu dat z procesu v časovém sledu a znázornění klíčových ukazatelů kvality tak, aby na jejich základě bylo možno daný proces regulovat.

Statistická regulace představuje zpětnovazební systém. Základním cílem je nastolit a udržet výrobní proces na přípustné a stabilní úrovni, zajišťující shodu výrobku se specifikací a splnění požadavků zákazníka => SPC je založeno na strategii prevence.“[8]

Regulační diagram je graf hodnot dané charakteristiky, v němž vodorovná osa je časovou osou, ve směru svislé osy se v bodech příslušejícím jednotlivým výběrům zakreslují příslušné hodnoty výběrové charakteristiky.[8]

Graf je charakterizován:

- Centrální přímkou CL
- Horní regulační mez UCL
- Dolní regulační mez LCL



Obr. č.: 4-6 Příklad podoby regulačního diagramu [14]

Regulační diagramy se používají:

- Vyhodnocování stability procesu
- Určení kdy proces vyžaduje úpravy a kdy má být ponechán tak, jak je
- Potvrzení zlepšení procesu[13]

Druhy regulačních diagramů:

- Regulační diagram měřením
  - Základní hodnoty jsou stanoveny
  - Základní hodnoty nejsou stanoveny
- Regulační diagram srovnáváním
  - Základní hodnoty jsou stanoveny
  - Základní hodnoty nejsou stanoveny [13]

Dále jsou použity pouze regulační diagramy měřením proto i následující text bude zaměřen pouze na ně.

#### 4.3.1 Regulační diagram měřením

Diagramy měřením a zvláště jejich nejobvyklejší formy diagramy pro průměr a rozpětí představují klasickou aplikaci vyhodnocování regulace výrobních procesů pomocí diagramů.

Dělit diagramy měřením můžeme nejen dle toho, zda jsou hodnoty zadané nebo nejsou, ale dále se můžou dělit dle toho, pro jaké hodnoty jsou:

- Diagram pro průměr ( $\bar{X}$ ) a diagram pro rozpětí (R) nebo směrodatnou odchylku (s)
- Diagram pro individuální hodnoty (X) a diagram pro klouzavé rozpětí (R)
- Diagram pro medián (Me) a diagram pro rozpětí (R).[13]

„Regulační diagramy měřením jsou užitečné zvláště z několika důvodů.

- Většina výrobních procesů a jejich výstupy poskytují znaky, které jsou měřitelné, takže je možné široké použití

- Naměřené hodnoty obsahují více informací než prosté konstatování ano - ne
- Chování výrobních procesů se může analyzovat bez ohledu na specifikaci. Diagramy odrážejí vlastní výrobní proces a dávají nezávislý obraz o tom, čeho je výrobní proces schopen. Navíc výrobní proces může nebo nemusí být srovnatelný se specifikací.
- Ačkoliv získání naměřeného údaje z jedné jednotky je obecně nákladnější než získání údaje o téže jednotce kalibrováním, jsou rozsahy podskupin při kontrole měřením většinou vždy mnohem menší než rozsahy podskupin při kontrole srovnáváním a tak jsou i vhodnější. To v některých případech přispívá ke snížení celkových nákladů na kontrolu a ke zkrácení časového rozdílu mezi výrobou dílů a nápravným zásahem.“[13]

Statistika	Základní hodnoty nejsou stanoveny		Základní hodnoty jsou stanoveny	
	Centrální přímka	UCL a LSL	Centrální přímka	UCL a LSL
$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}$ $\bar{\bar{X}} \pm A_3 \bar{s}$	$X_o$ nebo $\mu_o$	$X_o \pm A\sigma_o$
R	$\bar{R}$	$D_4 \bar{R}, D_3 \bar{R}$	$R_o$ nebo $d_2 \sigma_o$	$D_1 \sigma_o, D_2 \sigma_o$
s	$\bar{s}$	$B_4 \bar{s}, B_3 \bar{s}$	$s_o$ nebo $C_4 \sigma_o$	$B_1 \sigma_o, B_2 \sigma_o$
Poznámka: Základní hodnoty $X_o, R_o, s_o, \mu_o, \sigma_o$ jsou stanovené Ostatní potřebné součinitele uvádí tabulka 2 v normě ČSN ISO 8258 – Shewhartovy regulační diagramy				

Tab. č.: 4-2 Výpočet regulačních mezí pro graf měřením [9]

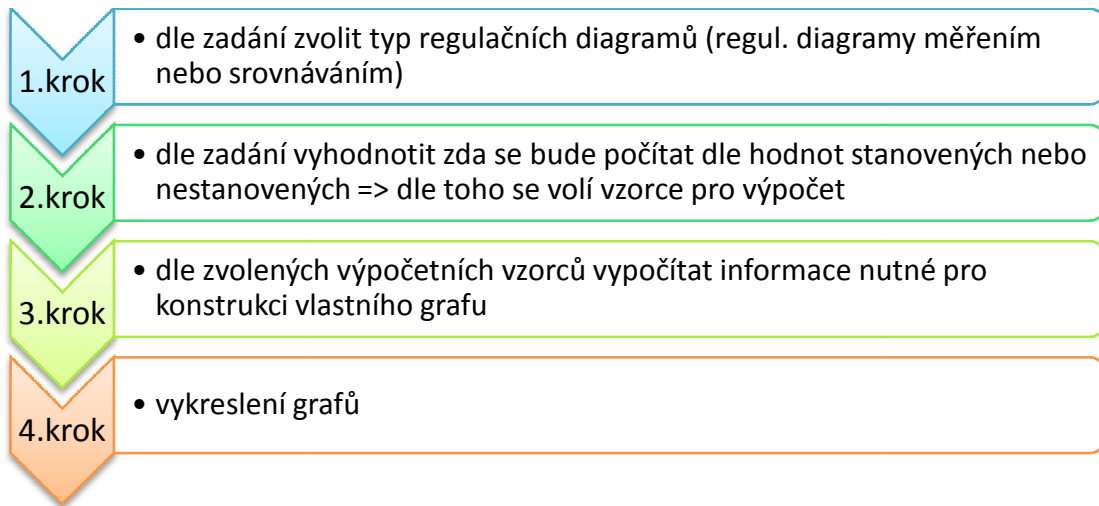
#### 4.3.2 Princip stanovení SPC

Stejně jako při výpočtu histogramu, i při výpočtu regulačních diagramů se postupuje v krocích. V prvním kroku výpočtu regulačních diagramů je důležité stanovit, zda jsou hodnoty stanovené či nikoli, podle toho jsou dále voleny vzorce z příslušného sloupce (tab. 4-1), které použijeme pro výpočet mezí diagramu, což je provedeno v dalším kroku. V následném kroku je již vytvořen graf a to tak, že jednotlivé vypočtené meze jsou zakreslené do grafu jako vodorovné přímkové a následně



veškeré hodnoty jako jednotlivé body, které jsou použity pro vyhodnocování, jsou zakresleny do grafu.[13,9,15]

Stejný postup je použit i pro druhý graf, protože jak již je výše popsáno tak regulační diagramy měřením se vždy vytvářejí ve dvojici. Příklad výpočtu viz příloha č. 2.



Obr. č.: 4-7 Postup výpočtu regulačních diagramů

## 4.4 Způsobilost procesu

„V případě, že proces je statisticky zvládnutelný, což lze usoudit dle podoby grafů; lze hodnotit jeho způsobilost. Způsobilost procesu se hodnotí dle indexu způsobilosti.

Hodnoty indexů způsobilosti porovnávají předepsanou přípustnou variabilitu hodnot, danou mezními hodnotami, se skutečně dosahovanou variabilitou sledovaného znaku kvality.

Nejčastěji se používají tři typy indexů způsobilosti:

- Index způsobilosti  $c_p$
- Index způsobilosti  $c_{pku}$
- Index způsobilosti  $c_{pk}$ “[9]

### 4.4.1 Index způsobilosti procesu $c_p$

Index lze počítat pouze v případě, že jsou stanoveny obě mezní hodnoty USL (horní mezní hodnota) a LSL (dolní mezní hodnota) sledovaného znaku.

Index způsobilosti procesu charakterizuje potenciální možnosti procesu, ale již nic neříká o tom, jak tyto možnosti jsou využity.[9]

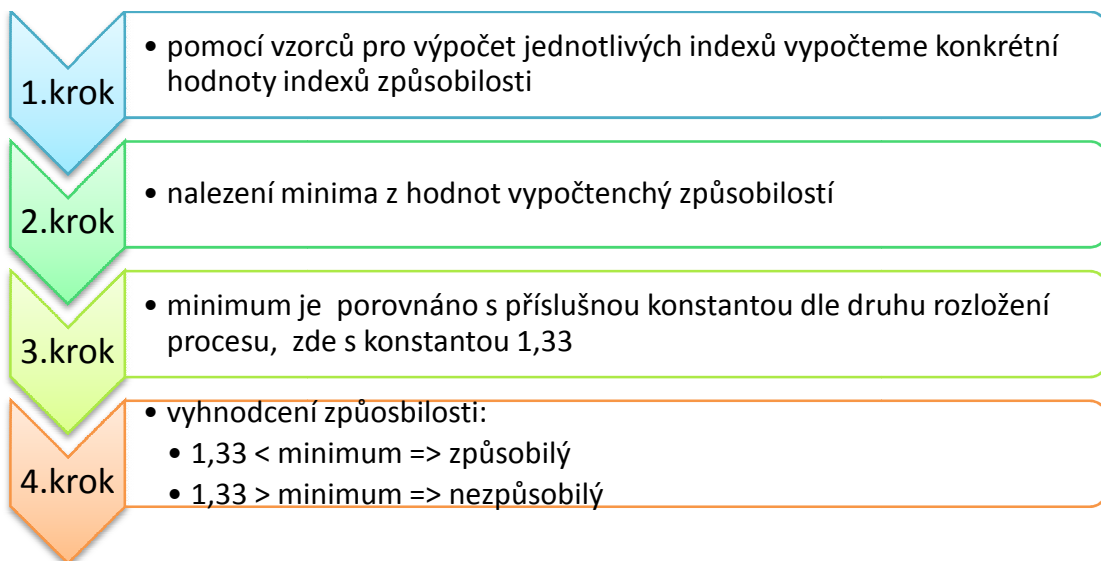
#### 4.4.2 Index způsobilosti procesu $c_{pku}$ a $c_{pk}$

Index lze počítat pouze v případě, že je stanovena alespoň jedna z mezních hodnot USL nebo LSL sledovaného znaku.

Index způsobilosti procesu charakterizuje skutečnou způsobilost procesu dodržovat předepsané meze.[9]

#### 4.4.3 Princip stanovení způsobilosti procesu

Opět stejně jako v případě stanovení Histogramu nebo Regulačních diagramů tak postup stanovení je v několika jednoduchých krocích. V prvním kroku si pomocí vzorců pro výpočet jednotlivých indexů vypočteme konkrétní hodnoty indexů způsobilosti. Z těchto hodnot je poté ve druhém kroku vybrána ta minimální hodnota. Tato hodnota je následně ve třetím kroku porovnána s hodnotou, dle toho jaké rozložení hodnot je uvažováno, s příslušnou konstantou daného rozdělení. V tomto případě je porovnána vždy s hodnotou 1,33. Hodnota 1,33 je běžně používaná pro strojírenskou praxi. Pro automobilový průmysl se tato hodnota ještě může zvyšovat např. automobilka BMW požaduje k porovnání hodnotu 2. Poslední krok je vyhodnocení, pokud je minimální hodnota menší než hodnota 1,33 tak je proces nezpůsobilý, pokud je hodnota větší, než 1,33 proces je způsobilý. Příklad výpočtu viz příloha č. 3.



Obr. č.: 4-8 Postup výpočtu způsobilosti procesu

## 5 VLASTNÍ APLIKACE

V případě vlastní aplikace na zpracování dat jsou veškeré tyto postupy schovány do uživatelského formuláře a výpočty se provádí na základě vytvořených maker v jazyce VBA v programu MS Excel. Na popis programu a vlastní funkci zpracování dat je zaměřena tato kapitola.

Pro vlastní práci s daty je zvolen program MS EXCEL z důvodu možnosti zpracování velkého množství dat. Při ukládání dat získaných z měření se předpokládá použití jednoho xxx.CSV souboru pro jeden typ dílu. Vlastní zpracování dat se provede po načtení naměřených dat do programu MS Excel.

Podoba uložených dat v CSV souboru je vidět na obr. č. 5-1. Tato podoba je dána přímo pomocí příkazů, ve zdrojovém kódu pro měření kontrolovaných dílů, které jsou k měřicímu programu doplněny. Podrobný popis viz kapitola 3. Optimalizace datových výstupů.

### Podoba souboru pro ukládání:

```
Datum;2013/11/24
Cas;16:12:31
Smena;Ranni
Jmeno operatora;Honza Novak
Soucast;Mimo toleranci
Cislo vykresu;059105329A
Prumer D80;24.050;OUTOL
Prumer D30;16.043;OUTOL
Prumer D16;-27.989;INTOL
;;
Datum;2013/11/24
Cas;16:20:34
Smena;Ranni
Jmeno operatora;Honza Novak
Soucast;Mimo toleranci
```

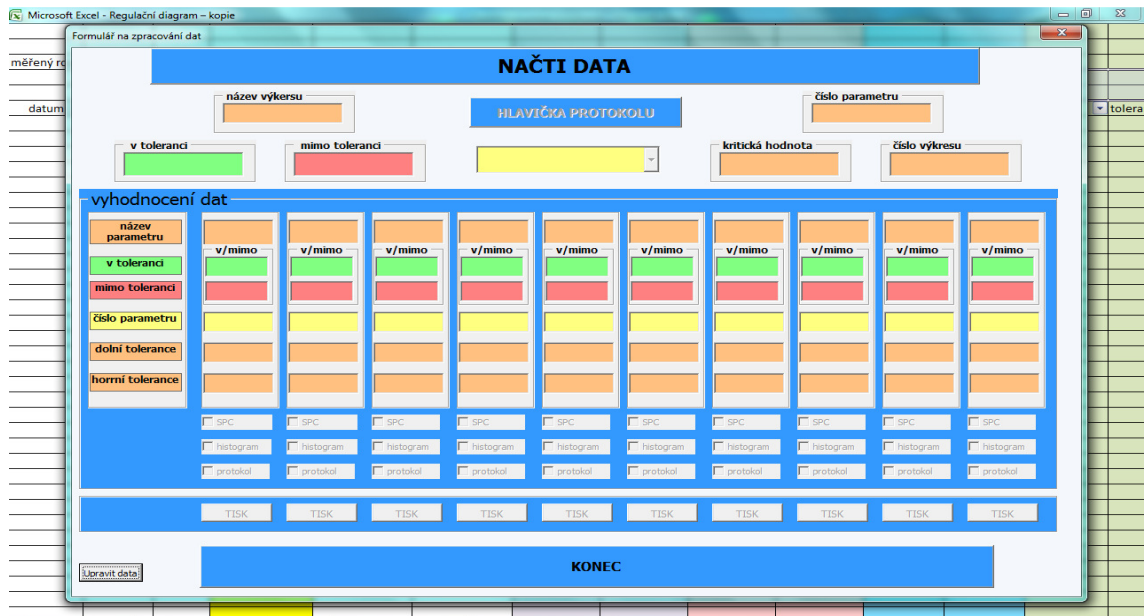


```
Cislo vykresu;059105329A
Prumer D80;24.050;OUTOL
Prumer D30;16.043;OUTOL
Prumer D16;-27.990;INTOL
;;
Datum;2013/11/24
Cas;16:21:26
Smena;Ranni
Jmeno operatora;Honza Novak
Soucast;V toleranci
Cislo vykresu;059105329A
Prumer D80;24.025;INTOL
Prumer D30;16.005;INTOL
Prumer D16;-28.020;INTOL
;;
Datum;2013/11/24
```

Obr. č.: 5-1 Podoba uložených dat v CSV souboru

### 5.1 Práce s programem

Vlastní práce s programem na zpracování dat je jednoduchá. Po úvodním spuštění programu na zpracování dat naběhne MS Excel do podoby, kterou je možno vidět na obr. č. 5-2, a to do podoby předpřipravené, ale nevyplněné tabulky pro načtení dat, přes kterou se otevře uživatelský formulář, pomocí kterého se celé zpracování dat provádí.



Obr. č.: 5-2 Podoba úvodního naběhnutí programu na zpracování dat

Uživatelský formulář na obr. č. 5-2 slouží pro jednoduché, centralizované a hlavně intuitivní ovládání celého zpracování dat, pomocí maker které jsou ukryty pod většinou tlačítek na tomto uživatelském formuláři.

## 5.2 Načtení dat

V prvním kroku při zahájení zpracování dat je nutné spustit MS Excel, do kterého je nejprve nutné, vždy po naběhnutí do avizované podoby, načíst data, která mají být zpracována. Tedy nechat nahrát jeden z vytvořených CSV souborů. Toto je provedeno pomocí tlačítka, NAČTI DATA. Toto tlačítko a tlačítko KONEC jsou po úvodním spuštění dostupné, ostatní tlačítka jsou zneprístupněna viz obr. č. 5-2 a k jejich funkcím se dostaneme postupným procházením a naplněním programu daty.

Pod tlačítkem NAČTI DATA je uschované makro, které je vidět na obr. 5-3 tedy jeho část, celý výpis makra je v příloze č. 5 a podrobný popis makra je v kapitole 5.2.1 Makro pro načtení dat.

```
pocatekVkladani = "A4"
vkladejRadek = 0
vkladejSloupec = 0

fileToOpen = Application.GetOpenFilename("Microsoft Excel Files (*.csv), *.csv")
If fileToOpen <> False Then
Set dataFile = Workbooks.Open(fileToOpen)
```

```

Set myRange = dataFile.Sheets(1).Range("A:A") 'vyber sloupce A

For Each row In myRange.Rows                'pro každou řádku v sloupci A dělej ->
  If Len(Trim(row)) = 0 Then                'pokud najdeš prázdný řádek -> konec práce
    Exit For
  Else
    If Trim(row.Value) = ";" Then          'pokud je hodnota v buňce = ';'
      vkladejRadek = vkladejRadek + 1    'další dávka se bude vkládat na další řádek v řadě
      vkladejSloupec = 0                  'další dávka se bude vkládat od začátku sloupce
    Else
      rowValueArray = Split(row.Value, ":") 'rozděl hodnoty v buňce dle ';'
      Dim i As Integer                    'pomocná proměnná
      i = 0
      For Each arrayValue In rowValueArray
        If i > 0 Then                      'pro všechny hodnoty v buňce (ty oddělené středníkem dělej
          ThisWorkbook.Sheets("naměřenádata").Range(pocatekVkladani)
            .Offset(vkladejRadek, vkladejSloupec).Value = arrayValue
          'uložené hodnoty do buňky [index_radek; index_sloupec]
          vkladejSloupec = vkladejSloupec + 2 'zvedni index sloupce
        End If
        i = i + 1
      Next
    End If
  End If
End For

```

Obr. č.: 5-3 Ukázka makra pro načtení dat - pouze část

### 5.2.1 Makro pro načtení dat

Makro pomocí příkazů ukrytých v něm převede data z podoby CSV souboru do podoby, kterou můžete vidět na obr.č. 5-9 v programu na zpracování dat

Pro funkci makra pro načtení dat, které je nejdůležitější v celém programu, je důležité zadeklarovat proměnné, které se budou v průběhu práce s makrem používat, viz obr. 5-4.

```

Dim fileToOpen As Variant
Dim myRange As Range
Dim row As Range
Dim vkladejRadek As Integer
Dim vkladejSloupec As Integer
Dim retezec As String
Dim pocatekVkladani As String
Dim rowValueArray() As String
Dim arrayValue As Variant

```

Obr. č.: 5-4 Zadeklarování proměnných potřebných pro práci s makrem

Dalším krokem při načítání dat je zadání příkazu kam se mají data do programu na zpracování dat vkládat (od jaké buňky), což je dáno příkazem pocatekVkladani a také velmi důležitý příkaz fileToOpen, který se dotazuje, na to jaký CSV soubor se má vlastně nahrát do programu na zpracování dat. Zápis v příkazové formě je na obr. č. 5-5.

```

pocatekVkladani = "A4"
vkladejRadek = 0
vkladejSloupec = 0
fileToOpen = Application.GetOpenFilename("Microsoft Excel Files (*.csv), *.csv")

```

Obr. č.: 5-5 Příkaz pro začátek vkládání dat a dotaz jaký soubor se má nahrát

Po zvolení příslušného CSV souboru pro zpracování dojde k nahrání dat do MS Excel pomocí příkazů, které jsou na obr. č. 5-6.

```

If fileToOpen <> False Then
Set dataFile = Workbooks.Open(fileToOpen)

Set myRange = dataFile.Sheets(1).Range("A:A")
For Each row In myRange.
  If Len(Trim(row)) = 0
    Exit For
  Else
    If Trim(row.Value) = ";;" Then'
      vkladejRadek = vkladejRadek + 1
      vkladejSloupec = 0
    Else
      rowValueArray = Split(row.Value, ";")
      Dim i As Integer
      i = 0
      For Each arrayValue In rowValueArray
        If i > 0 Then
          ThisWorkbook.Sheets("naměřenádata").Range(pocatekVkladani).Offset(vkladejRadek,
            vkladejSloupec).Value = arrayValue 'ulozeni hodnoty do bunky [index_radek;
            index_sloupece]
          vkladejSloupec = vkladejSloupec + 1
        End If
        i = i + 1
      Next arrayValue
    End If
  End If
Next row

```

Obr. č.: 5-6 Příkazy pro nahrání CSV souboru do podoby v MS Excel

Posledním krokem vlastního převodu dat je automatické zavření nově vytvořeného pomocného excelového sešitu, který sloužil pro převod CSV souboru. Toto umožní příkazy `dataFile.Close`.

4	Jmeno operatora		
5	Soucast		
6	Cislo vykri	059105329A	
7	Prumer Dē	D24	-
8	Prumer Dē	D16	-
9	Prumer Dē	D30	-
10			
11	Datum		
12	Cas		
13	Smena		
14	Jmeno operatora		
15	Soucast		
16	Cislo vykresu		
17	Prumer Dē	20	25
18	Prumer Dē	16	17
19	Prumer Dē	-28	-27
20			
21			
22	Datum	#####	
23	Cas	16:12:31	
24	Smena	Ranni	
25	Jmeno op	Honza Novak	
26	Soucast	Mimo toleranci	
27	Cislo vykri	059105329A	
28	Prumer Dē	24.05	OUTOL
29	Prumer Dē	16.043	OUTOL
30	Prumer Dē	-27.989	INTOL
31			



4			
5			
6			059105329A
7	D24	-	
8	D16	-	
9	D30	-	
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17	20	25	
18	16	17	
19	-28	-27	
20			
21			
22	#####		
23	16:12:31		
24	Ranni		
25	Honza Novak		
26	Mimo toleranci		
27	059105329A		
28	24.05	OUTOL	
29	16.043	OUTOL	
30	-27.989	INTOL	
31			

Obr. č.: 5-7 První krok nahrání dat převod CSV =MS Excel

Obr. č.: 5-8 Podoba po odstranění sloupečku A

datum	čas	smēn	dēlnik	v/mimo toleranc	číslo dílu	parametr	tolerance	parametr	tolerance	parametr	tolerance	parametr	tolerance
24.11.2013	16:12:31	Ranni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.05	OUTOL	16.043	OUTOL	-27.989	INTOL		
24.11.2013	16:20:34	Ranni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.05	OUTOL	16.043	OUTOL	-27.99	INTOL		
24.11.2013	16:21:26	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.025	INTOL	16.005	INTOL	-28.02	INTOL		
24.11.2013	16:21:55	Ranni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.027	INTOL	16.001	OUTOL	-28.015	INTOL		
25.11.2013	16:22:39	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	99999	INTOL	16.006	INTOL	-28.023	INTOL		
25.11.2013	16:25:25	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.028	INTOL	16.014	INTOL	-28	INTOL		
25.11.2013	16:27:27	Ranni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.026	INTOL	16	OUTOL	-28.025	INTOL		
24.11.2013	16:28:01	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.028	INTOL	16.002	INTOL	-28.017	INTOL		
24.11.2013	16:28:45	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.029	INTOL	16.002	INTOL	-28.017	INTOL		
24.11.2013	16:29:30	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.027	INTOL	16.001	INTOL	-28.025	INTOL		
27.11.2013	16:30:14	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.028	INTOL	16.001	INTOL	-28.02	INTOL		
27.11.2013	16:30:58	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.03	INTOL	16.001	INTOL	-28.018	INTOL		
27.11.2013	16:31:44	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.028	INTOL	16.001	INTOL	-28.019	INTOL		
24.11.2013	16:32:27	Ranni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.029	INTOL	16.002	INTOL	-28.02	INTOL		

Obr. č.: 5-9 Podoba převedených dat z CSV souboru do MS Excel

Nyní už je program naplněn daty, která jsou připravena pro zpracování. Proto je dalším logickým krokem propojení těchto dat s formulářem na zpracování dat přes, který se celé zpracování provádí. Toto je provedeno opět pomocí makra, které je součástí programu a automaticky se spustí po ukončení činnosti makro pro načtení dat do programu. Činnost tohoto makra je zaměřena na naplnění rozbalovacího menu s daty, ve kterých byly díly měřeny. Toto je zajištěno pomocí makra na obr. č. 5-10.

V tomto makru pro naplnění rozbalovacího menu se pomocí příkazů porovnává datum na listu naměřená data s rolovacím menu, zda se shodují nebo liší. Pokud se shodují tak dojde pouze k posunu o jeden řádek dále na listě naměřená data, pokud se neshodují tak nejprve dojde k zápisu do rozbalovacího menu a následnému posunu o jeden řádek dále na listě naměřená data. V příkazech to znázorňuje obr. č. 5-10.

```
For Each rowCombo In rangeCombo.Rows
  If Len(Trim(rowCombo)) = 0 Then
    MsgBox rowCombo
  Exit For
  Else
    Dim Index As Integer
    Dim vkladej As Boolean
    vkladej = True
    For Index = 0 To ComboBox1.ListCount - 1 Step 1
      If ComboBox1.List(Index) = Format(ThisWorkbook.Sheets("naměřená
data").Range("A"
      & rowIndex), "dd.MM.YYYY") Then
        vkladej = False
      End If
    Next
    If vkladej = True Then
      ComboBox1.AddItem (Format(ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" &
rowIndex), "dd.MM.YYYY"))
    End If
    rowIndex = rowIndex + 1
  End If
```

Obr. č.: 5-10 Příkazy pro vyplnění rolovacího menu s datумы

Druhá část tohoto makra je zaměřena na zjištění u jednotlivých parametrů počet hodnot mimo a v toleranci a označení kritické hodnoty (což je hodnota nejčastěji mimo toleranci). Opět je to zajištěno pomocí makra, které je vidět na obr. č. 5-11.

```
Dim rangeMax As Range
Dim maximum As Integer
Dim maximum_value As String

Set rangeMax = ThisWorkbook.Sheets("tolerance").Range("D9:D18")
  Sheets("tolerance").Select
  maximum = Application.WorksheetFunction.Max(rangeMax)
  Range("G8").Value = maximum
  Set rangeMaxAddress = rangeMax.Find(What:=maximum, After:=Range("D9"),
LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole, SearchOrder:=xlByRows, SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:=False)
  Sheets("tolerance").Select
  Range("F8").Value = rangeMaxAddress.Offset(0, -2).Value
  TextBox12.Text = ThisWorkbook.Sheets("tolerance").Range("F8")
```

Obr. č.: 5-11 Makro pro výčet hodnot v a mimo toleranci a pro nalezení kritické hodnoty

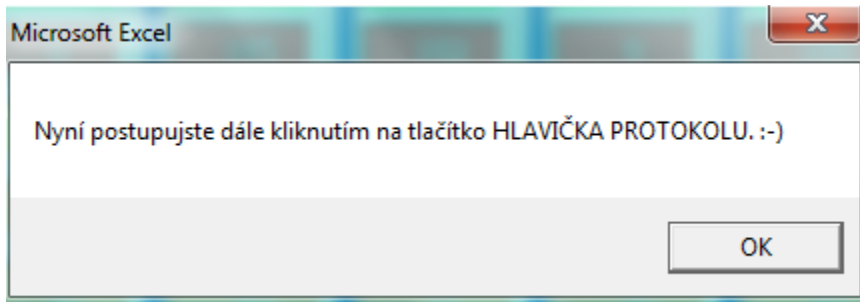


Po proběhnutí těchto dvou maker se opět vrátí na obrazovku uživatelský formulář který se vyplnil informacemi získanými při úvodním načtení dat viz obr. č. 5-12. Nyní máme data v programu již částečná a předpřipravená pro další zpracování.

Obr. č.: 5-12 Vyplněný uživatelský formulář

Poslední krok celého načtení dat a propojení dat s formulářem je informační zpráva o tom jak postupovat dále v práci s programem. Zpráva se zobrazí přes uživatelský formulář, viz obr. č. 5-13. Zpráva se ukončí tlačítkem OK a je možno pokračovat v další činnosti zpracování dat. Podrobná podoba zprávy viz obr. č. 5-14.

Obr. č.: 5-13 Umístění zprávy s dalším postupem



Obr. č.: 5-14 Informační tabulka jak postupovat ve zpracování dále po načtení dat

### 5.3 Hlavička protokolu

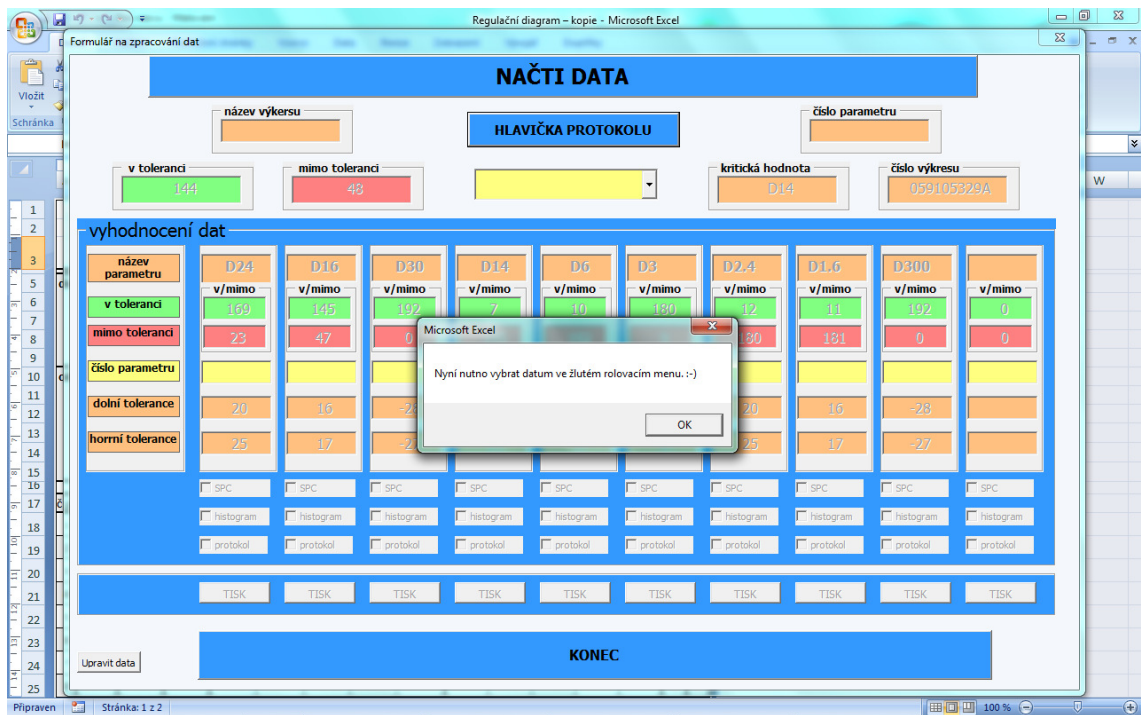
Jak zpráva zobrazená po načtení dat naviguje, tak dalším krokem je vyplnění HLAVIČKY PROTOKOLU. Doplnění informací pro jednoznačnou identifikaci měřeného dílu, o informace které nelze získat z měřicího programu. Pro vyplnění HLAVIČKY PROTOKOLU je nutno kliknout na tlačítko (červeně zakroužkované na obr. č 5-13) se stejným názvem na hlavním uživatelském formuláři pro zpracování dat.

Obr. č.: 5-15 Uživatelský formulář pro vyplnění HLAVIČKY PROTOKOLU

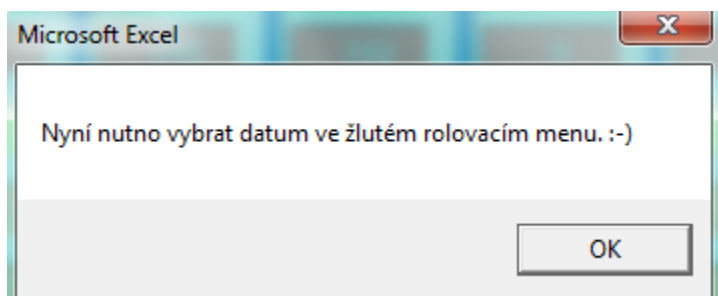
Po provedení tohoto úkonu se otevře další formulář, do kterého se data nenačítají ale je nutné je zadat ručně pomocí klávesnice. Podobu formuláře je možno vidět na obr. č. 5-15.

Po vyplnění požadovaných dat se formulář pomocí tlačítka KONEC FORMULÁŘE zavře. Opět je zavření provedeno pomocí makra ukrytého pod tímto tlačítkem. Dále tlačítko dává příkaz, pomocí makra, pro zápis dat uvedených v tomto formuláři na list formulář, na kterém je hlavička pro protokol z měření a také aby byla zajištěna kontrola vyplnění HLAVIČKY FORMULÁŘE tak se vybrané informace zobrazí i na hlavním formuláři na zpracování dat. Více ke zprávě z měření v kapitole. č. 5.5 Zpráva z měření. Po proběhnutí všech příkazů se opět zobrazí navigační zpráva s informacemi pro další krok. V tomto případě se jedná o upozornění na nutnost výběru datumu, pro který se data mají zpracovávat.

Zpráva se opět zobrazí přes uživatelský formulář. Podoba zobrazení viz obr. č. 5-16. Podrobná podoba zprávy viz obr. č. 5-17.



Obr. č.: 5-16 Umístění zprávy s dalším postupem



Obr. č.: 5-17 Podrobné zobrazení zprávy pro další postup

## 5.4 Vyhodnocení dat

Druhá oblast je zaměřena na zpracování dat, která jsou do programu nahraná po předchozím kroku načtení dat.

Prvním krokem v této oblasti je vybrání datumu, pro který se data na listě naměřená data vyfiltrují a budou se dále zpracovávat viz obr. č. 5-18. Opět se to provede díky makru, které je vypsáno v příloze č. 6 Díky tomuto výběru jsou již data definitivně připravena pro vyhodnocení dle potřeb firmy a možností tohoto programu.

**Formulář na zpracování dat**

**NAČTI DATA**

název výkresu: Hříděl  
číslo parametru: 234/2014

v toleranci: 144  
mimo toleranci: 48

HLAVIČKA PROTOKOLU  
kritická hodnota: D14  
číslo výkresu: 059105329A

vyhodnocení dat

název parametru	D24	D16	D30			D2.4	D1.6	D300	
v toleranci	169	145	192	7	10	180	112	11	192
mimo toleranci	23	47	9	185	182	9	189	181	9
číslo parametru									
dolní tolerance	20	16	-28	20	16	-28	20	16	-28
horní tolerance	25	17	-27	25	17	-27	25	17	-27

SPC, histogram, protokol (checkboxes)

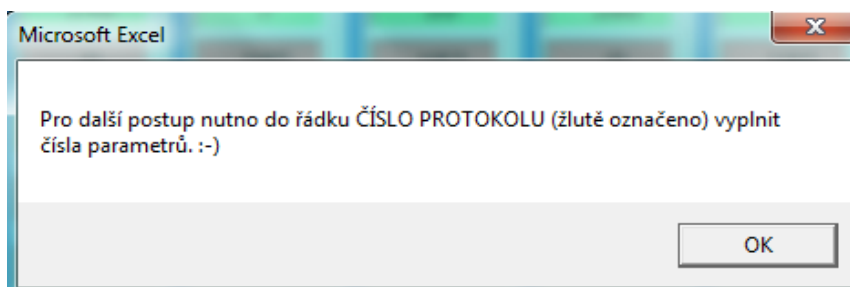
TISK (buttons)

KONEC

Upravit data

Obr. č.: 5-18 Uživatelský formulář - zvolení datumu

Po zvolení datumu se opět zobrazí informační zpráva, jakým způsobem pokračovat dále. Zpráva je zobrazena na obr. č. 5-19 a říká co dále doplnit pro pokračování při vyhodnocování dat. V tomto případě je nutné zadat ČÍSLO PARAMETRU k jednotlivým měřeným rozměrům a to dle dokumentace dodané k měřenému dílu.



Obr. č.: 5-19 Podrobné zobrazení zprávy pro další postup

Číslo parametru slouží pro jednoznačnou identifikaci parametru při zpracování dat, ze kterých se má vytvořit měrový protokol pro kontrolu měření. Tento protokol a přesně označené díly se poskytují zadavatelské firmě, která si vlastním měřením nebo měřením v kooperaci překontroluje přesnost výroby a hlavně přesnost měření firmy Astro – Kovo Plzeň s.r.o.

Zadání čísel parametrů se provádí do políček, žlutě označených v červeném rámečku označených na obr. č. 5-20. Vlastní naplnění čísel se provede klasicky, pomocí klávesnice a potvrzení je provedeno pomocí tlačítka enter.

název parametru	D24	D16	D30	D14	D6	D3	D2.4	D1.6	D300	
v toleranci	169	145	192	7	10	180	12	11	192	0
mimo toleranci	23	47	0	185	182	0	180	181	0	0
číslo parametru	1	2	3	4						
dolní tolerance	20	16	20	20	16	20	20	16	20	20
horní tolerance	25	17	-27	25	17	-27	25	17	-27	
SPC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
histogram	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
protokol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. č.: 5-20 Uživatelský formulář - čísla parametrů

Díky naplnění čísel parametrů jsou zpřístupněna políčka pro výběr informací, které mají být vyhodnoceny k jednotlivým parametrům dílu. Výběr informace, která má být vyhodnocena je provedeno pomocí zatržení příslušného políčka ve spodní části uživatelského formuláře. Vyhodnocení je provedeno díky makrům, které jsou pod těmito políčky ukryty. Obr. č. 5-20 – fialově orámovaná oblast zobrazuje, kde se tato políčka v uživatelském formuláři nachází. Podrobné výpisy maker pod tlačítka SPC viz příloha č. 11 a 12 , histogram viz příloha č. 13 a 14 a protokol viz příloha č. 9 a 10.

### 5.4.1 Podoba zpracovaných dat

Data, která mají být získána z měření, byla stanovena firmou na základě požadavků zákazníků společnosti. Mezi tyto informace patří počet hodnot  $v$  a mimo toleranci, kritický rozměr a způsobilost procesu. Dále byla přidána informace z vyhodnocení histogramů.

#### 5.4.1.1 Způsobilost procesu, SPC

Data, která jsou potřebná pro stanovení způsobilosti procesu, jsou zobrazována systémem co parametr to jeden list, tedy každý z parametrů má vlastní list označený příslušným písmenem A až J. Důležité informace, tedy výsledky jsou žlutě zvýrazněny.

Pro výpočet způsobilosti procesu byl stanoven systém deseti skupin po pěti prvcích, tedy celkem padesát hodnot. Tuto hodnotu firma požadovala a stačí jim a není potřeba navyšovat data, která mají být analyzována, i když norma ČSN ISO 8258 udává, že pro správný výpočet způsobilosti procesu je potřeba minimálně 125 hodnot, které se zpracovávají.

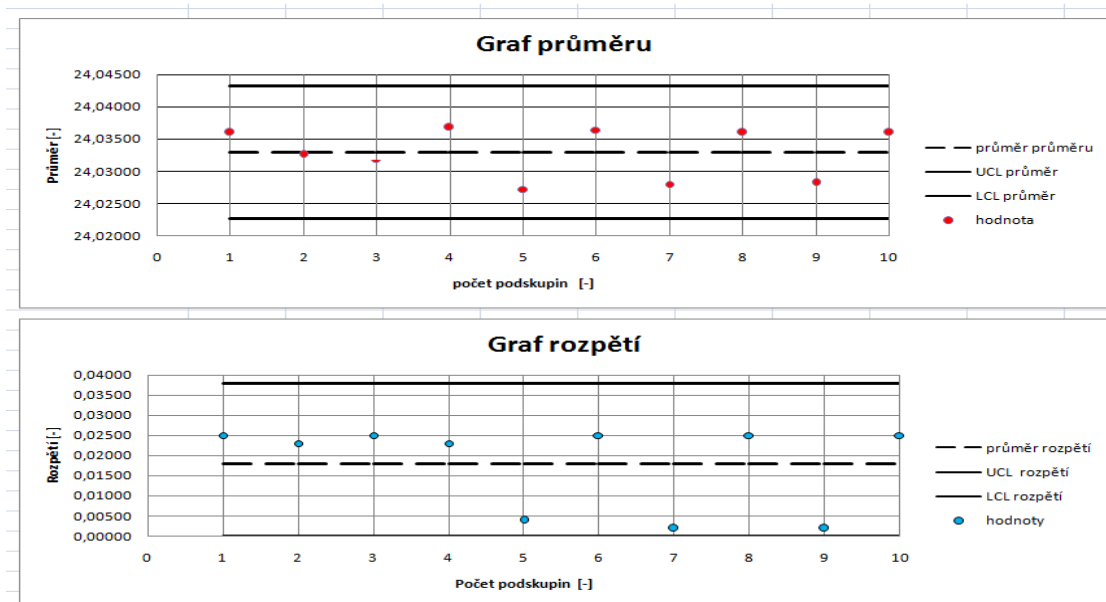
Na každém listu označeném jako SPC + písmeno příslušného parametru je stejný systém ukládání dat. V horní části je stručná hlavička protokolu, která slouží pro jednoznačnou identifikaci měřeného dílu. Hlavička obsahuje informace:

- Číslo výkresu
- Název výkresu
- Kontrolor
- Datum kontroly
- Hodnoty parametru
  - Jmenovitý rozměr
  - Horní rozměr
  - Dolní rozměr
  - Toleranční pole

	číslo výkresu:	059105329A			jmenovitý rozměr:	D24				
	název dílu:	fds			horní rozměr:	25 mm				
	kontrolor:	fdsa			dolní rozměr:	20 mm				
	datum:	24.11.2013			toleranční pole:	5 mm				
	24.05	24.029	24.05	24.027	24.025	24.029	24.027	24.028	24.028	24.05
	24.05	24.027	24.025	24.029	24.027	24.028	24.028	24.05	24.029	24.05
	24.025	24.029	24.027	24.028	24.028	24.05	24.029	24.05	24.027	24.025
	24.027	24.028	24.028	24.05	24.029	24.05	24.027	24.025	24.029	24.027
	24.028	24.05	24.029	24.05	24.027	24.025	24.029	24.027	24.028	24.028
průměrná honota	24.036	24.0326	24.0318	24.0368	24.0272	24.0364	24.028	24.036	24.0282	24.036
min	24.025	24.027	24.025	24.027	24.025	24.025	24.027	24.025	24.027	24.025
max	24.050	24.050	24.050	24.050	24.029	24.050	24.029	24.050	24.029	24.050
rozpětí	0.025	0.023	0.025	0.023	0.004	0.025	0.002	0.025	0.002	0.025
směrodatná odchylka	0.0128258	0.0097622	0.0102811	0.0120706	0.0014832	0.012502	0.001	0.0128258	0.0008367	0.0128258
rozptyl	0.0001316	7.624E-05	8.456E-05	0.0001166	1.76E-06	0.000125	8E-07	0.0001316	5.6E-07	0.0001316
počet skupin	10.0000			USL	20					
rozsah podskupin	5.0000			LSL	25					
suma rozpětí	0.1790									
koeficient A <sub>2</sub>	0.577									
koeficient D <sub>4</sub>	2.114			C <sub>po</sub>	-369.3445	<b>C<sub>p</sub></b>	<b>-229</b>	minimum:	-369.3445	
koeficient D <sub>3</sub>	0.000			C <sub>pu</sub>	-88.56979	<b>C<sub>pk</sub></b>	<b>-369.3</b>	<b>způsobilý?</b>	<b>Ne</b>	
koeficient d <sub>2</sub>	4.918									
průměr průměru	24.03290	24.03290	24.03290	24.03290	24.03290	24.03290	24.03290	24.03290	24.03290	24.03290
UCL průměr	24.04323	24.04323	24.04323	24.04323	24.04323	24.04323	24.04323	24.04323	24.04323	24.04323
LCL průměr	24.02257	24.02257	24.02257	24.02257	24.02257	24.02257	24.02257	24.02257	24.02257	24.02257
průměr rozpětí	0.01790	0.01790	0.01790	0.01790	0.01790	0.01790	0.01790	0.01790	0.01790	0.01790
UCL rozpětí	0.03784	0.03784	0.03784	0.03784	0.03784	0.03784	0.03784	0.03784	0.03784	0.03784
LCL rozpětí	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Obr. č.: 5-21 Uložená data při zpracování SPC

Pod halvičku jsou načtena data, která jsou analyzována. Na ty přímo navazuje vyhodnocení dat v číselné podobě viz obr. č. 5-21. Uprostřed stránky, žlutě označeno, je to nejdůležitější a to stanovení zda je proces způsobilý či nikoliv. Celé toto snažení podtrhuje i grafické vyjádření všech početních výsledků, které navazují na tuto část výpočtů. Podoba grafů viz obr.č. 5-22.



Obr. č.: 5-22 Grafy vzniklé z výpočtů SPC

### 5.4.1.2 Histogram

Listy s výpočty Histogramů mají opět stejný charakter uložení jako listy pro výpočet způsobilosti procesu (SPC). Opět je co parametr to jeden list v excelovém souboru.

V horní části listu je stručná hlavička protokolu pro jednoznačnou identifikaci měřeného parametru. Na hlavičku již navazují hodnoty pro stanovení Histogramu. Pro výpočet Histogramu je zvoleno stopadesát hodnot, což postačuje, jelikož norma pouze říká, že je nutno zvolit takové množství dat, aby byl vzniklý histogram dostatečně vypovídající.

Z hodnot vypsanych v levé části stránky se spočítají četnosti výskytu hodnot v jednotlivých intervalech. Tyto hodnoty četností jsou zobrazeny v malé tabulce v pravé části stránky. Na obr. č. 5-23 červeně orámováno.

	číslo výkresu:	059105329A	jmenovitý rozměr:	D30	
	název dílu:	Hřídel	horní rozměr:	-27 mm	
	kontrolor:	Jan	dolní rozměr:	-28 mm	
	datum:	24.11.2013	toleranční pole:	1 mm	

naměřená data						max hodnota	min hodnota	rozdíl	krok
-27.989	-28.021	-28.013	-28.007	-28.03	-28.002	-27.989	-28.037	0.048	0.0048
-27.99	-28.017	-28.013	-28.013	-28.027	-27.996				
-28.02	-28.021	-28.009	-28.011	-28.031	-28.012				
-28.015	-28.02	-28.022	-28.013	-28.03	-27.998				
-28.017	-28.018	-28.013	-28.021	-28.035	-27.996				
-28.017	-28.011	-28.007	-28.012	-28.037	-27.994				
-28.025	-28.016	-28.019	-28.017	-28.031	-28.002				
-28.02	-28.015	-28.014	-28.016	-28.031	-27.999				
-28.018	-28.017	-28.016	-28.01	-28.03	-27.992				
-28.019	-28.018	-28.014	-28.011	-28.035	-27.998				
-28.015	-28.002	-28.013	-28.032	-27.995	-27.999				
-28.024	-28.019	-28.016	-28.01	-28.016	-27.998				
-28.016	-28.014	-28.017	-28.008	-28.021	-27.992				
-28.018	-28.015	-28.015	-28.02	-28.02	-28.002				
-28.018	-28.019	-28.013	-28.012	-28	-28				
-28.024	-28.018	-28.011	-27.99	-28.026	-27.993				
-28.015	-28.013	-28.018	-28.018	-28.015	-27.994				
-28.017	-28.027	-28.014	-28.013	-27.996	-27.996				
-28.019	-28.012	-28.01	-28.006	-27.996	-27.997				
-28.016	-28.011	-28.017	-28.031	-27.992	-27.998				
-28.013	-28.015	-28.014	-28.021	-27.998	-28.027				
-28.019	-28.013	-27.999	-28.029	-27.995	-28.014				
-28.021	-28.019	-28.015	-28.026	-28	-28.022				
-28.018	-28.017	-28.015	-28.033	-27.997	-27.998				
-28.019	-28.021	-28.011	-28.005	-27.996	-28				

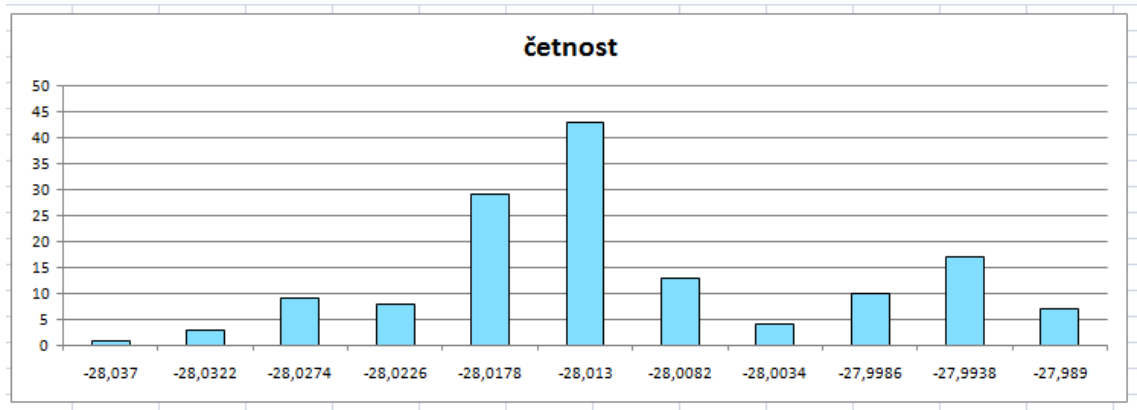
  

pomoc	interval	četnost
0	-28.037	1
1	-28.0322	3
2	-28.0274	9
3	-28.0226	8
4	-28.0178	29
5	-28.013	43
6	-28.0082	13
7	-28.0034	4
8	-27.9986	10
9	-27.9938	17
10	-27.989	

Obr. č.: 5-233 Uložení dat při zpracování Histogramu



Ovšem z výpočtů Histogramu je nejdůležitější vzniklý graf, protože z jeho tvaru je možno poměrně snadno předpokládat, jakým způsobem je nastavený sledovaný proces. Graf se zobrazuje na další straně tohoto listu v podobě, která je vidět na obr. č. 5-24.



Obr. č.: 5-24 Graf Histogram

#### 5.4.1.3 Protokol

Protokol z měření je velmi důležitý dokument, hlavně v době kdy se zavádí nová výroba. Dle informací v něm uložených se kontroluje přesnost výroby a měření firmy Astro – Kovo Plzeň s.r.o. s požadavky zákazníka. V neposlední řadě se dle něj dokladuje, že díl byl skutečně změřen.

Podoba protokolu z měření je vidět na obr. č. 5-25. Protokol má podobu řádkového zápisu dat. Firma Astro – Kovo Plzeň s.r.o. požaduje, aby se do tohoto protokolu převáděly informace o všech měřených parametrech z 5 po sobě jdoucích dílů z vybraného dne (dle zvoleného datumu). K těmto hodnotám také patří název parametru, horní a dolní mezní rozměr daného parametru. Vše je zobrazeno v jedné polovině stránky. V druhé polovině stránky je necháno 5 prázdných políčko, do kterých zadavatelská firma zapisuje hodnoty, které u dílů naměřila ona. Na tyto prázdná políčka navazují políčka pro označení, zda si měřené hodnoty odpovídají či nikoli. Tyto políčka jsou v protokolu pod označením OK/NOK.

č.p.	název	horní	dolní	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	OK	NOR
1	D24	25.000	20.000	24.050	24.050	24.025	24.027	24.028							
2															
3															
4	D16	17.000	16.000	16.043	16.043	16.005	16.001	16.002							
5															
6	D30	-27.000	-28.000	-27.989	-27.990	-28.020	-28.015	-28.017							
7															
8															

Obr. č.: 5-25 Systém ukládání dat do protokolu

## 5.5 Zprávy z měření

Jak už bylo výše v textu popsáno, jedním z důvodů proč se tvoří tento program je i usnadnění a zkrácení času potřebného na tvorbu zpráv z měření. Základ usnadnění práce spočívá v zajištění vyhodnocení dat, získaných z měření v automatickém režimu, centralizovaně.

Vlastní typy výstupů ze zpracování dat jsou popsány v kapitole 5.4 Vyhodnocení dat. V kapitole 5. 4 je popsáno jaké informace mají být vyhodnoceny a v jaké podobě se ukládají v době, kdy se s těmito daty ještě pracuje.

Při tvorbě zprávy z měření je kladen důraz na to, jak tato data lze dostat z programu na zpracování dat do podoby, kterou je možno distribuovat zákazníkům, kteří si měření u firmy objednali a také jakým způsobem tyto zprávy lze zálohovat.

Tento problém tvorby a ukládání zpráv z měření byl vyřešen tím, že se data z programu na zpracování dat, pomocí maker ukrytých pod příslušnými tlačítky, tisknou do nového excelového souboru. Toto je provedeno pomocí tlačítek TISK na uživatelském formuláři obr. č. 5-26 červeně orámovaná tlačítka.

název parametru	D24	D16	D30	D14	D6	D3	D2.4	D1.6	D300	v/mimo
v toleranci	169	145	192	7	10	180	12	11	192	0
mimo toleranci	23	47	0	185	182	0	180	181	0	0
číslo parametru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
dolní mez. honota	20	16	-28	20	16	-28	20	16	-28	
horní mez. hodnota	25	17	-27	25	17	-27	25	17	-27	

Obr. č.: 5-26 Uživatelský formulář -TISK dat

Tlačítka TISK se zpřístupní až na základě výběru, zatržení příslušného políčka SPC, Histogramu a Protokolu u jednotlivých měřených parametrů. Příslušná zatrhávací políčka jsou propojena s listy v programu a díky tomu že jsou zatržena, dojde ke zkopírování celých vybraných listů do nového excelového souboru a v některých případech i propojení více listů do jednoho. Takto uložené zprávy z měření, je možno dále upravovat nezávisle na programu na zpracování dat.

Při ukládání protokolu měření dochází v okamžiku tisku do nového souboru spojení hlavičky protokolu a protokolu z měření. Díky tomuto je vytvořena titulní strana celého souboru. Výpis makra pro tisk viz příloha č. 15 a 16.

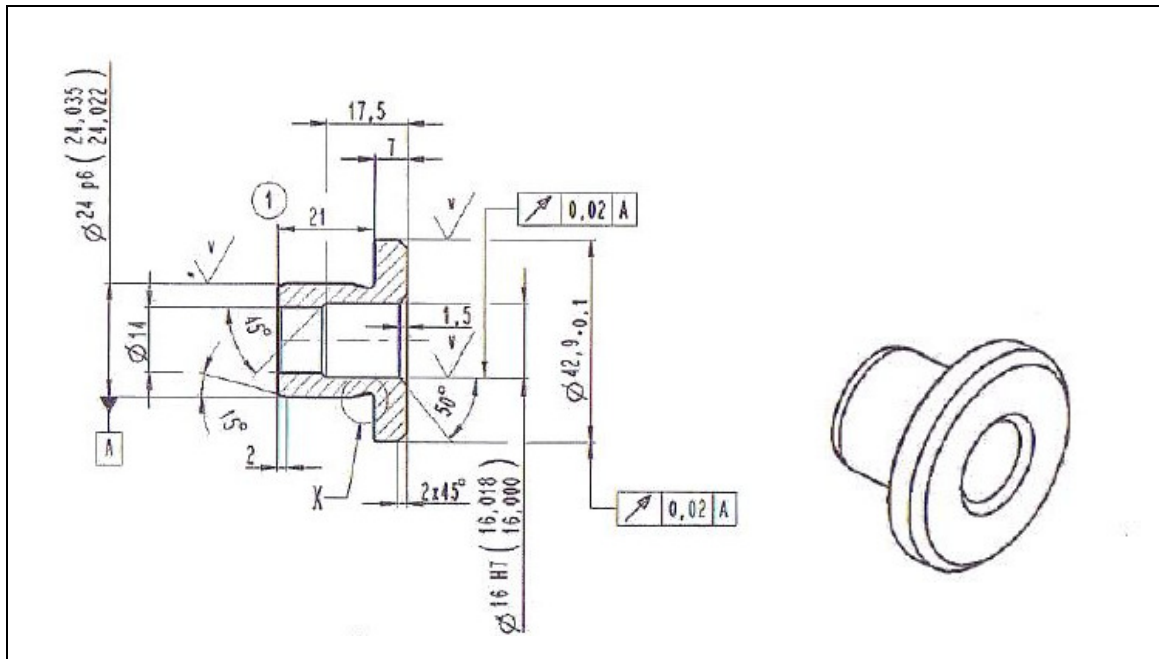
## 5.6 Ukončení programu

Převedením dat z měření do nového excelového souboru je vlastní činnost v programu na zpracování dat ukončena a je možno tento program opustit. Ukončení programu se provede pomocí tlačítka KONEC na spodní hraně uživatelského formuláře na zpracování dat. Po kliknutí na tlačítko se provede zavření formuláře a programu jako celku včetně zavření nově vytvořeného excelového souboru se zprávou z měření. Tato činnost je opět provedena na základně makra ukrytého pod tímto tlačítkem. Výpis makra viz příloha č. 17.

## 5.7 Souhrnný příklad zpracování dat

### 5.7.1 Představení dílu

Pro vzorovou ukázkou zpracování dat byl zvolen díl Zeintriebuchse, který je vidět na obr. č. 6-1.



Obr. č.: 5-27 Výkres měřené součásti

### 5.7.2 Čísla parametrů

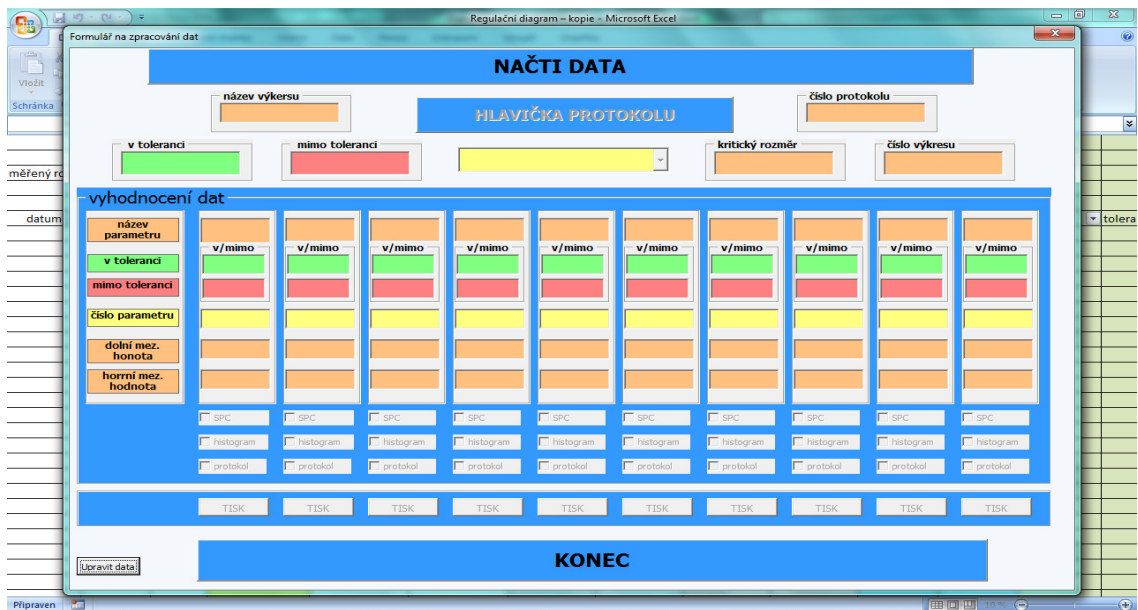
Na součásti je měřeno 8 rozměrů z toho 3 přímo na Renichaw Equatoru. Veškeré kontrolované parametry jsou označeny červenými čísly v kroužcích. Označení je vidět na obr. č. 5-28. Čísla u míst označených ve čtverečku jsou kontrolována na Renichaw Eguator.



## 5.7.4 Práce s programem na zpracování dat

### 5.7.4.1 Spuštění programu

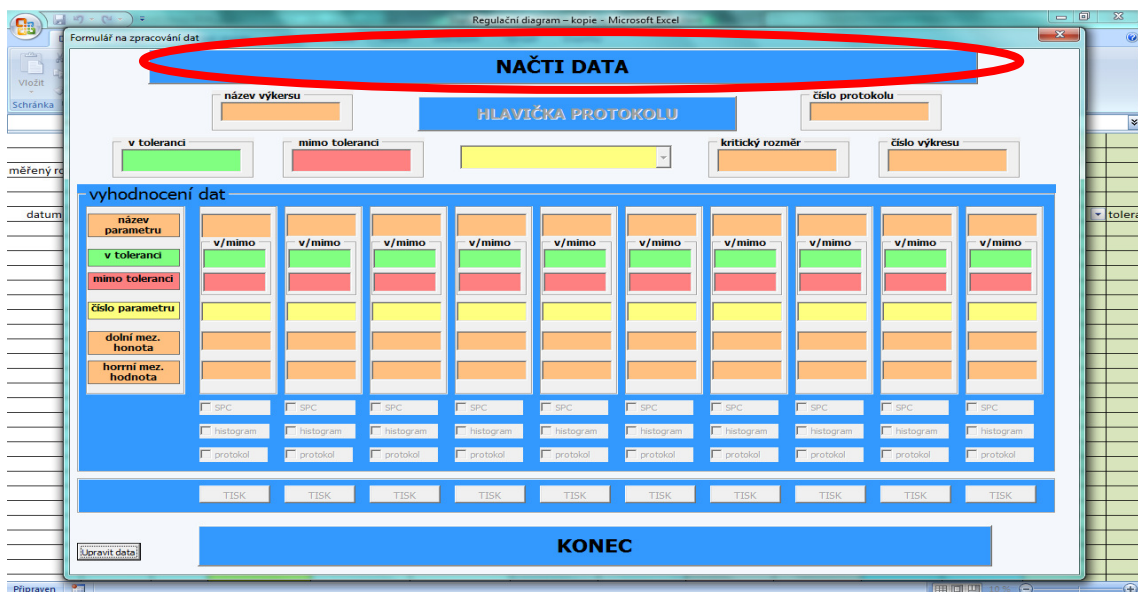
Po spuštění programu na zpracování dat naběhne program do podoby na obr. č. 5-30.



Obr. č.: 5-30 Úvodní podoba spuštěného programu na zpracování dat

### 5.7.4.2 Načtení dat

Načtení dat do programu je provedeno pomocí stlačení tlačítka NAČTI DATA. Na obr. č. 5-31 v červeném kroužku.



Obr. č.: 5-31 Program na zpracování dat

Pomocí maker pod tímto tlačítkem nahraných, dojde k převedení dat do podoby na obr. č. 5-32.

datum	čas	směn	dělník	v/mimo toleranc	číslo dílu	parametr	tolerance	parametr	tolerance	parametr	tolerance	parametr	tolerance
22.4.2014	14:21:04	Ranni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.03	OUTOL	16.009	INTOL	-28.028	OUTOL		
22.4.2014	20:38:57	Nocni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.028	INTOL	16.008	INTOL	-28.03	INTOL		
22.4.2014	20:40:51	Nocni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.028	OUTOL	16.005	INTOL	-28.029	INTOL		
22.4.2014	20:41:48	Nocni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.026	INTOL	16.003	OUTOL	-28.031	INTOL		
22.4.2014	20:42:45	Nocni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.028	INTOL	16.005	INTOL	-28.037	INTOL		
22.4.2014	20:43:43	Nocni	Honza Novak	Mimo toleranci	059105329A	24.028	OUTOL	16.009	INTOL	-28.032	OUTOL		
22.4.2014	20:44:40	Nocni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.028	INTOL	16.009	INTOL	-28.037	INTOL		
22.4.2014	20:45:38	Nocni	Honza Novak	V toleranci	059105329A	24.029	INTOL	16.009	INTOL	-28.031	INTOL		

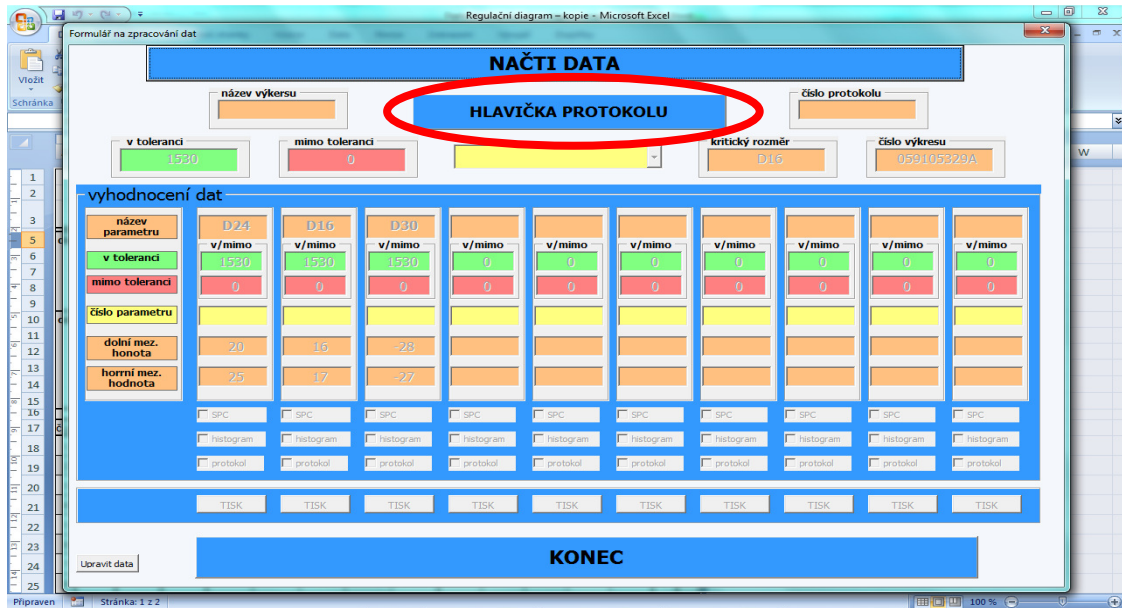
Obr. č.: 5-32 Převedená data do podoby požadované v programu na zpracování dat

Po proběhnutí celého načtení dat a dalších dílčích vyhodnocení se program zobrazí v podobě na obr. č. 5-33. Zpráva, která se zobrazí nad uživatelským formulářem, informuje o ukončení načítání dat a dává podnět pro další postup práce.

Obr. č.: 5-33 ukončení načítání dat

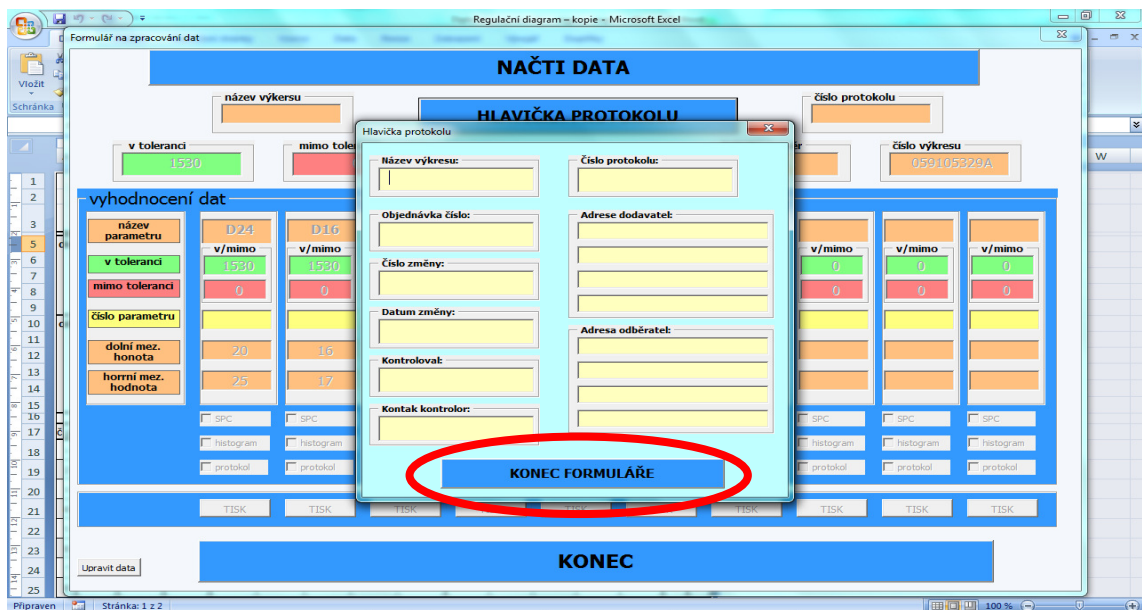
### 5.7.4.3 Vyplnění hlavičky

Další krok v postupu práce je vyplnění hlavičky protokolu. Vyplnění hlavičky protokolu je provedeno pomocí stlačení tlačítka HLAVIČKA PROTOKOLU. Na obr. č. 5-34 v červeném kroužku.



Obr. č.: 5-34 Načtení hlavičky protokolu

Po kliknutí na tlačítko HLAVIČKA PROTOKOLU se otevře další uživatelský formulář, pomocí kterého se hlavička protokolu vyplní, viz obr. č. 5-35.



Obr. č.: 5-35 Uživatelský formulář pro vyplnění hlavičky formuláře

Po vyplnění všech políček se formulář ukončí tlačítkem KONEC FORMULÁŘE, viz červený kroužek na obr. č. 5-35. Po ukončení formuláře se převede zobrazení na podobu, která je vidět na obr. č. 5-36. Zpráva, která se zobrazí nad uživatelským formulářem, informuje o ukončení formuláře pro vyplnění hlavičky a dává podnět pro další postup práce.



Obr. č.: 5-36 Formulář po vyplnění hlavičky

Na základě vyplněných dat ve formuláři hlavičky protokolu se vyplní i některá políčka na hlavním formuláři na zpracování dat. Tato políčka jsou na obr. č. 5-36 červeně orámovaná.

#### 5.7.4.4 Datum pro zpracování

Návazným krokem ve zpracování dat je, volba datumu, pro který se má veškeré vyhodnocení provést. Výběr datumu se provede rozbalením menu, červeně zakroužkovaného na obr. č. 5-37.

Obr. č.: 5-37 Volba datumu pro filtr dat na zpracování

Po zvolení datumu pro filtr dat se zobrazí uživatelský formulář, viz obr. č. 5-38, přes který se zobrazí zpráva informující o ukončení činnosti filtrace dat a dává podnět pro další postup práce.

Obr. č.: 5-38 Ukončení filtru dat

#### 5.7.4.5 Vyplnění čísla protokolu

Čísla parametrů se vyplňují do žlutých políček červeně zakroužkovaných na obr. č. 5-39. Čísla vyplněná do těchto políček odpovídají číslům u jednotlivých parametrů na obr. č. 5-28.

Obr. č.: 5-39 Vyplnění čísel protokolu

Vyplněním čísel parametrů se automaticky provede vyplnění protokolu o měření a také zpřístupnění zatrhávacích políček sloužících pro vlastní vyhodnocení naměřených dat, viz obr. č. 5-40.

Obr. č.: 5-40 Zpřístupnění políček pro nastavení výstupu ze zpracování

### 5.7.5 Výstupy

Aby bylo možno vytvořit výstupu z měření je nutno mít vyplněné a prošlé všechny předešlé kroky v programu na zpracování dat. Tedy až po několika nezbytných krocích je možno zahájit vlastní zpracování a získávání výstupů z dat získaných při měření na přístroji Renichaw Equator.

Získání výstupů ze změřených dat se v programu na zpracování dat provede zatržením příslušných zatrhávacích políček označených na obr. č. 5-41.

V případě tohoto příkladu jsou pro ukázkou zvoleny pro parametr D24 výstup SPC a pro parametr D16 výstup Histogram pro parametr D30 je výstup pouze protokol z měření. Označení jednotlivých zvolených výstupů viz obr. č. 6-15.

Obr. č.: 5-41 Ukázka vybrání toho co má být vyhodnoceno

### 5.7.5.1 Výstup – Histogram

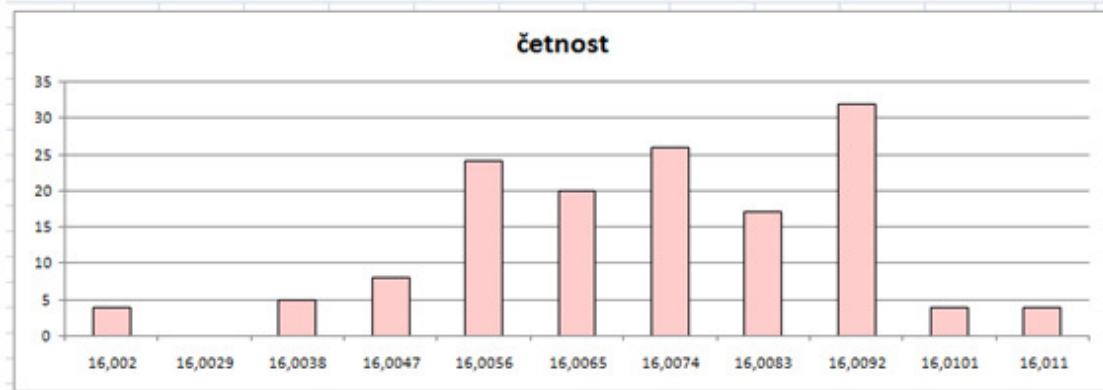
	číslo výkresu:	059105329A	jmenovitý rozměr:	D16
	název dílu:	Hřidel	horní rozměr:	17 mm
	kontrolor:	Novák	dolní rozměr:	16 mm
	datum:	22.04.2014	toleranční pole:	1 mm

naměřená data						max hodnota	min hodnota	rozdíl	krok
16.009	16.005	16.008	16.009	16.005	16.004	16.011	16.002	0.009	0.0009
16.008	16.006	16.007	16.009	16.006	16.009				
16.005	16.007	16.006	16.009	16.01	16.007				
16.003	16.007	16.006	16.009	16.008	16.006				
16.005	16.007	16.007	16.008	16.007	16.005				
16.009	16.005	16.004	16.005	16.009	16.005				
16.009	16.006	16.009	16.002	16.008	16.006				
16.009	16.01	16.007	16.004	16.005	16.007				
16.009	16.008	16.006	16.011	16.003	16.007				
16.008	16.007	16.005	16.009	16.005	16.007				
16.005	16.009	16.005	16.008	16.009	16.005				
16.002	16.008	16.006	16.007	16.009	16.006				
16.004	16.005	16.007	16.006	16.009	16.01				
16.011	16.003	16.007	16.006	16.009	16.008				
16.009	16.005	16.007	16.007	16.008	16.007				
16.008	16.009	16.005	16.004	16.005	16.009				
16.007	16.009	16.006	16.009	16.002	16.008				
16.006	16.009	16.01	16.007	16.004	16.005				
16.006	16.009	16.008	16.006	16.011	16.003				
16.007	16.008	16.007	16.005	16.009	16.005				
16.004	16.005	16.009	16.005	16.008	16.009				
16.009	16.002	16.008	16.006	16.007	16.009				
16.007	16.004	16.005	16.007	16.006	16.009				
16.006	16.011	16.003	16.007	16.006	16.009				
16.005	16.009	16.005	16.007	16.007	16.008				

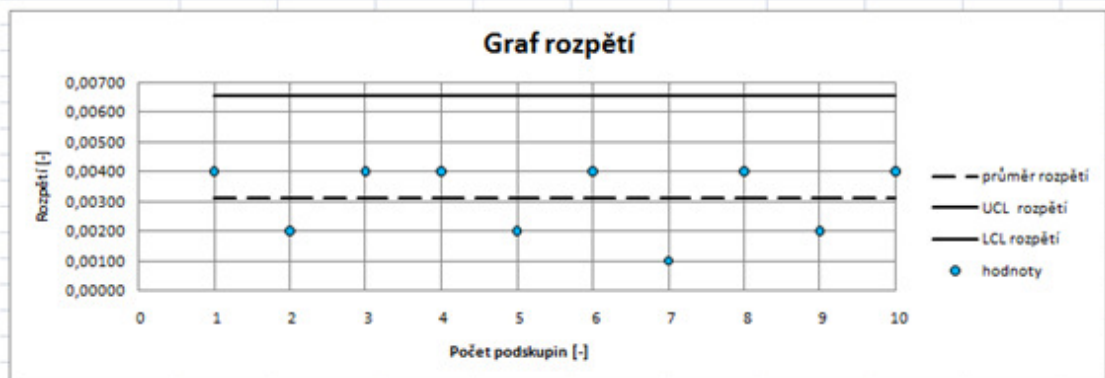
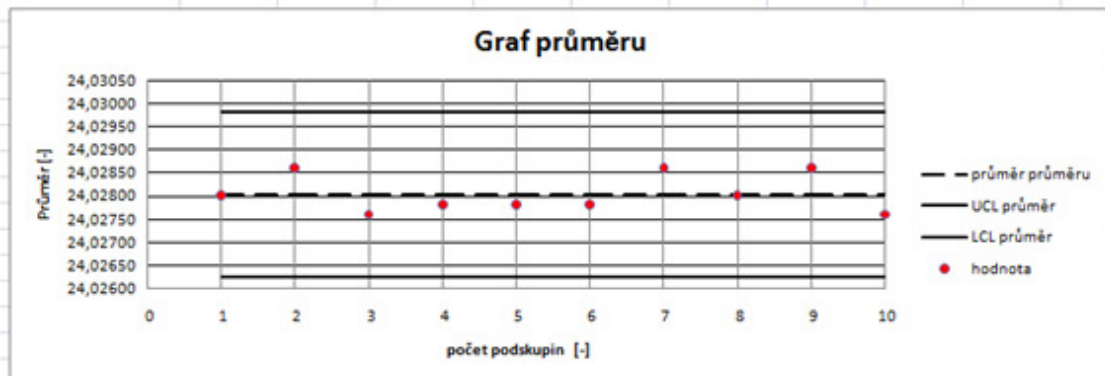
pomoc	inteval	četnost
0	16.002	4
1	16.0029	0
2	16.0038	5
3	16.0047	8
4	16.0056	24
5	16.0065	20
6	16.0074	26
7	16.0083	17
8	16.0092	32
9	16.0101	4
10	16.011	4



Obr. č.: 5-42 Výstup z parametru D16 – Histogram

### 5.7.5.2 Výstup – SPC

	číslo výkresu:	059105329A			jmenovitý rozměr:	D24				
	název dílu:	Hřídel			horní rozměr:	25 mm				
	kontrolor:	Novák			dolní rozměr:	20 mm				
	datum:	22.04.2014			toleranční pole:	5 mm				
	24.03	24.028	24.025	24.03	24.027	24.028	24.028	24.03	24.028	24.025
	24.028	24.028	24.028	24.029	24.028	24.026	24.029	24.028	24.028	24.028
	24.028	24.029	24.028	24.028	24.028	24.03	24.029	24.028	24.029	24.028
	24.026	24.028	24.029	24.026	24.029	24.027	24.028	24.026	24.028	24.029
	24.028	24.03	24.028	24.026	24.027	24.028	24.029	24.028	24.03	24.028
průměrná hodnota	24.028	24.0286	24.0276	24.0278	24.0278	24.0278	24.0286	24.028	24.0286	24.0276
min	24.026	24.028	24.025	24.026	24.027	24.026	24.028	24.026	24.028	24.025
max	24.030	24.030	24.029	24.030	24.029	24.030	24.029	24.030	24.030	24.029
rozpětí	0.004	0.002	0.004	0.004	0.002	0.004	0.001	0.004	0.002	0.004
směrodatná odchylka	0.0014142	0.0008944	0.0015166	0.0017889	0.0008367	0.0014832	0.0005477	0.0014142	0.0008944	0.0015166
rozptyl	1.6E-06	6.4E-07	1.84E-06	2.56E-06	5.6E-07	1.76E-06	2.4E-07	1.6E-06	6.4E-07	1.84E-06
počet skupin	10.0000	USL 20								
rozsah podskupin	5.0000	LSL 25								
suma rozpětí	0.0310									
koeficient A <sub>1</sub>	0.577									
koeficient D <sub>1</sub>	2.114			C <sub>pk</sub> -2130.097	C <sub>p</sub> -1322		minimum: -2130.097			
koeficient D <sub>2</sub>	0.000			C <sub>pu</sub> -513.9892	C <sub>pk</sub> -2130.1		způsobilý? Ne			
koeficient d <sub>1</sub>	4.918									
průměr průměru	24.02804	24.02804	24.02804	24.02804	24.02804	24.02804	24.02804	24.02804	24.02804	24.02804
UCL průměr	24.02983	24.02983	24.02983	24.02983	24.02983	24.02983	24.02983	24.02983	24.02983	24.02983
LCL průměr	24.02625	24.02625	24.02625	24.02625	24.02625	24.02625	24.02625	24.02625	24.02625	24.02625
průměr rozpětí	0.00310	0.00310	0.00310	0.00310	0.00310	0.00310	0.00310	0.00310	0.00310	0.00310
UCL rozpětí	0.00655	0.00655	0.00655	0.00655	0.00655	0.00655	0.00655	0.00655	0.00655	0.00655
LCL rozpětí	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000



Obr. č.: 5-43 Výstup z parametru D24 - SPC

### 5.7.5.3 Výstup - protokol

astro		REPORT PAGE										strana:			
												číslo protokolu:			
												456/2014			
<b>dodavatel:</b> Astro - Kovo Plzeň s.r.o. Třemošná				číslo vákresu:		059105329A									
				název výkresu:		Hříděl									
				datum změny:		12.1.2013									
				číslo změny:		A									
				objednávka č.:		123-123									
<b>odběratel:</b> Dana Kubátová Klatovy				kontrolor:		Novák									
				kontakt:											
				datum kontroly:		22.04.2014									
				kritická honota:		D24									
				hodnoty v toleranci:		1526									
				hodnoty mimo toleranci		4									
č.p	název	horní	dolní	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	OK	NOK
1	D24	25.000	20.000	24.030	24.028	24.028	24.026	24.028							
2															
3															
4	D16	17.000	16.000	16.009	16.008	16.005	16.003	16.005							
5															
6	D30	-27.000	-28.000	-28.028	-28.030	-28.029	-28.031	-28.037							
7															
8															

Obr. č.: 5-44 Výstup – Protokol z měření

## 6 ZÁVĚR

### 6.1 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení je provedeno na základě změřených časů potřebných pro vyhodnocení 150 kusů. Vyhodnocení je provedeno ve třech oblastech:

- Varianta č. 1 - před zavedením měřicího zařízení Renichaw Equator
- Varianta č. 2 – po zapojení měřicího přístroje Renichaw Equator do kontroly bez programu na zpracování dat
- Varianta č. 3 – po zapojení měřicího přístroje Renichaw Equator a programu na zpracování dat

Hlavním parametrem pro hodnocení ekonomických přínosů je cena práce na změření a vyhodnocení 150 změřených a vyhodnocených kusů. Postup výpočtu je následující:

Cena práce na 1 ks - měření:

$$cena\ práce\ 1\ ks(měření) = \frac{potřebný\ čas\ na\ 1ks * hodinová\ sazba}{60}$$

Cena práce na 1 ks – záznam hodnot:

$$cena\ práce\ 1\ ks(záznam) = \frac{potřebný\ čas\ na\ 1ks * hodinová\ sazba}{60}$$

Cena práce - měření :

$$cena\ práce\ 150\ ks = cena\ práce\ 1\ ks * počet\ kusů(150)$$

Cena práce – záznam hodnot:

$$cena\ práce\ 150\ ks = cena\ práce\ 1\ ks * počet\ kusů(150)$$

Cena práce přepisu měření:

$$\text{cena práce přepis} = \text{potřebný čas na přepis} * \text{hodinová sazba}$$

Cena práce na zprávě:

$$\text{cena práce zpráva} = \text{potřebný čas na vytvoř. zprávy} * \text{hodinová sazba}$$

Výsledná cena práce:

$$\begin{aligned} \text{cena práce} = & \text{cena práce 150 ks} + \text{cena práce záznam 150 hodnot} \\ & + \text{cena práce přepis} + \text{cena práce zpráva} \end{aligned}$$

### 6.1.1 Původní systém zpracování dat bez Equatoru

popis činnosti	činnost provádí	potřebný čas [min]	hodinová sazba [Kč/hod]	cena práce 1 kus	počet měřených dílů [ks]	cena práce [Kč]
měření dílu	člověk	3.45	100	5.75	150	862.5
záznam hodnot z měření	člověk	0.14	100	0.233	150	35
suma		3.59		5.983		897.5

Tab. č.: 6-1 Cena práce na měření a záznam dat

popis činnosti	činnost provádí	potřebný čas [min]	hodinová sazba [Kč/hod]	cena práce
přepis hodnot z měření	člověk	25	100	41.667
vytvoření zprávy z měření	člověk	20	100	33.333
suma		45		75.000

Tab. č.: 6-2 Cena práce na přepis a vytvoření zprávy z měření

celková cena práce	<u>972.500</u>
--------------------	----------------

Tab. č.: 6-3 Výsledná cena práce při měření bez Equatoru



### 6.1.2 Současný systém zpracování dat s Equatoru

popis činnosti	činnost provádí	potřebný čas [min]	hodinová sazba [Kč/hod]	cena práce 1 kus	počet měřených dílů	cena práce
měření dílu	stroj	0.35	750	4.375	150	656.25
záznam hodnot z měření	stroj	0.14	750	1.750	150	262.5
suma		0.49		6.125		918.75

Tab. č.: 6-4 Cena práce na měření a záznam hodnot

popis činnosti	činnost provádí	potřebný čas [min]	hodinová sazba [Kč/hod]	cena práce
přepis hodnot z měření	člověk	90	100	150.000
vytvoření zprávy z měření	člověk	20	100	33.333
suma		110		183.333

Tab. č.: 6-5 Cena práce na přepis a vytvoření zprávy z měření

<b>celková cena práce</b>	<b><u>1102.083</u></b>
---------------------------	------------------------

Tab. č.: 6-6 Výsledná cena práce s měřícím zařízením bez programu na zpracování dat

### 6.1.3 Nově navrhovaný systém zpracování dat

popis činnosti	činnost provádí	potřebný čas [min]	hodinová sazba [Kč/hod]	cena práce 1 kus	počet měřených dílů	cena práce
měření dílu	stroj	0.35	750	4.375	150	656.25
záznam hodnot z měření	stroj	0.14	750	1.750	150	262.5
suma		0.49		6.125		918.75

Tab. č.: 6-7 Cena práce na měření a záznam hodnot

popis činnosti	činnost provádí	potřebný čas [min]	hodinová sazba [Kč/hod]	cena práce
přepis hodnot z měření	PC program + člověk	0.45	150	1.125
vytvoření zprávy z měření	PC program + člověk	5	150	12.500
suma		5.45		13.625

Tab. č.: 6-8 Cena práce na přepis a vytvoření zprávy z měření

<b>celková cena práce</b>	<b><u>932.375</u></b>
---------------------------	-----------------------

Tab. č.: 6-9 Výsledná cena práce po zapojení Equatoru i programu na zpracování dat

cena	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Cena práce na měření a záznam dat	897,5 Kč	918,75 Kč	918,75 Kč
Cena práce na přepis a vytvoření zprávy z měření	75,0 Kč	183,33	13,625 Kč
Výsledná cena práce	972,5 Kč	1102,08 Kč	932,375 Kč

Tab. č.: 6-10 Sumarizační tabulka výsledků ekonomického hodnocení

Jak je vidět v tabulce 6-10 cena práce měření a záznamu dat je téměř shodná ať je pro měření zvolen Equatro nebo člověk pro případ měření 150 kusů. Ale i přes možnost použití techniky vychází lépe lidská práce tedy varianta č. 1.

V případě ceny práce na vytvoření zprávy a přepisu hodnot jsou hodnoty poněkud rozdílné a to až v řádu stovek korun již při počtu 150 kusů. A v tomto případě vychází nejlépe varianta č. 3 tedy použití programu na zpracování dat.

V případě stanovení výsledné ceny práce hraje roli propojení těchto cen dohromady tedy součet hodnot ceny práce na měření a záznam dat a ceny práce na přepis a vytvoření zprávy z měření. A v tomto případě vychází jako nejlepší varianta č. 3. Tedy plné zapojení techniky do zpracování dat. Tedy varianta, kterou se vydala firma Astro-Kovo Plzeň s.r.o.

## 6.2 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a vytvořit vhodný program pro zpracování dat získaných při práci v automatickém režimu na robotickém měřicím pracovišti.

Požadavek, zpracovávat data získaná při práci v automatickém režimu měření, vznikl začátkem roku 2013, kdy firma Astro – Kovo Plzeň s.r.o. pořídila a do svého dílenského měření plně zařadila unikátní, a v České republice jedinečný, 3D měřicí přístroj Equator od společnosti Renishaw.

Na základě analýzy současného systému práce stroje s daty byly zjištěny velké nedostatky hlavně v oblasti ukládání data získaných v automatickém režimu měření. Tyto nedostatky pak nedovolovaly jakoukoli práci s daty, což nevyhovovalo požadavkům firmy Astro – Kovo Plzeň s.r.o.

Firma vyrábí díly převážně pro automobilový průmysl. V této oblasti průmyslu zákazníci stále zvyšují tlak na dodržování a dokladování stoprocentní kontroly dílů, zadávaných do výroby a následně distribuovaných. Nutnost stoprocentní kontroly dílů velmi dobře dokládají i slova pana Miroslava Duška ředitele společnosti Astro – Kovo Plzeň s.r.o.: „Současná doba se vyznačuje v podnikatelském prostředí extrémním tlakem na záruku kvality výrobků. Výrobci v automobilovém průmyslu, do kterých spadá i naše firma Astro-Kovo Plzeň s.r.o., jsou tlačeny k tomu, aby maximálně 5 dílů z 1 000 000 bylo mimo toleranci výroby, což je velmi obtížné dosáhnout a udržet, ale jde to. Důležité je vědět, že špatné díly se budou vyrábět vždy, ale nesmí se dostat k zákazníkovi!“

V počátku hledání řešení po analýze současného stavu bylo důležité se zaměřit na nalezení vhodnějšího formátu ukládání dat získaných z Equatoru. Firma Astro - Kovo Plzeň s.r.o. používala formát souboru PDF, který je přednastaven od výrobce stroje. Tento formát je ale nevhodný pro další zpracování dat, v něm uložených, proto byl vybrán při tvorbě programu na zpracování dat jiný formát ukládání dat. Byl zvolen formát xxx.CSV souboru. Z tohoto formátu je možno data konvertovat do libovolného dalšího programu tudíž změnit formát dat.

Pro vlastní práci s daty byl zvolen program MS EXCEL, protože umožňuje zpracování velkého množství dat. Při ukládání dat získaných z měření se předpokládá použití jednoho xxx.CSV souboru pro jeden typ dílu. Vlastní zpracování dat se provede po načtení do programu MS Excel.

Práce s programem na zpracování dat je jednoduchá. Po úvodním spuštění programu na zpracování dat se nastaví do podoby, kterou je možno vidět na obr. č. 5-2. Nabízí se v podobě předpřipravené, ale nevyplněné tabulky pro načtení dat, přes kterou se otevře uživatelský formulář, pomocí kterého se celé zpracování dat provádí.

Uživatelský formulář slouží pro jednoduché a centralizované ovládání celého zpracování dat, pomocí maker, které jsou ukryty pod většinou tlačítek, jež jsou na tomto uživatelském formuláři.

V prvním kroku při zahájení zpracování dat je nutné spustit MS Excel, do kterého je nejprve nutné vždy po naběhnutí do avizované podoby načíst informace, které mají být zpracovány. Tedy jeden z vytvořených CSV souborů. Celé načtení dat je provedeno jako ostatně veškeré činnosti v programu pomocí maker v jazyce VBA.

Po proběhnutí celého makra se opět vrátí na obrazovku uživatelský formulář, který se vyplnil informacemi získanými při úvodním načtení dat viz obr. č. 5-12. Nyní máme data v programu a již částečně předpřipravená pro další zpracování.

V druhém kroku je nuto vybrat datum, pro který se data vyfiltrují a budou se dále zpracovávat.

Zpracování se provede až po zatržení tlačítek pod příslušným parametrem. Opět se zpracování provede z důvodu toho, že pod tlačítka jsou ukryta makra s těmito příkazy.

Výstupem ze zpracování dat je zpráva report page, která je vyplněna přímo z již dobře známého uživatelského formuláře a to pomocí tlačítka protokol. Kliknutím na toto tlačítko se otevře další formulář, který slouží pro vyplnění hlavičky na report page. Protokol v této podobě firma dodává svým zákazníkům na doložení dodržení stoprocentní kontroly dílů.

Použití automatického měřicího boxu a automatického zpracování dat je nejen výhodou při dokladování dodržení předepsaných výrobních tolerancí, ale hlavně ušetří značné množství času a finančních nákladů. Přínosný je při kontrolování dílů, tak i při jejich vyhodnocování a tvoření dokladů o jejich kontrole. Sice počáteční náklady na pořízení boxu jsou vyšší než za použití klasických metod ruční kontroly dílů, ale veškeré náklady spojené s lidskou prací a následným zpracováním se po nedlouhé době činnosti zařízení vrátí.

## POUŽITÁ LITERATURA:

- [1] ... [www.astro-kovo.cz](http://www.astro-kovo.cz). [online]. [cit. 2013-11-06].
- [2] ... [www.renishaw.cz/cs/equator-univerzalni-merici-system--13465](http://www.renishaw.cz/cs/equator-univerzalni-merici-system--13465). [online]. [cit. 2013-11-06].
- [3] ... HOLUB, Antonín. Automatizace dílenského měření ve firmě ASTRO KOVO. Plzeň, 2013. Diplomová práce (Ing.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Vedoucí práce Jiří Česánek.
- [4] ... manuál pro ovládání MODUS Reporter V1.4 SP1
- [5] ... EQUATOR the versatile gauge SP 25 MODUS programing softwarwe [www.renishaw.com](http://www.renishaw.com) [online]. [cit. 2013-11-11].
- [6] ... [cs.wikipedia.org/wiki/Sedm\\_z%C3%A1kladn%C3%ADch\\_n%C3%A1stroj%C5%AF\\_zlep%C5%A1ov%C3%A1n%C3%AD\\_kvality](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sedm_z%C3%A1kladn%C3%ADch_n%C3%A1stroj%C5%AF_zlep%C5%A1ov%C3%A1n%C3%AD_kvality). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [online]. [cit. 2013-11-11].
- [7] ... [www.ikvalita.cz/tools.php?ID=24](http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=24). [online]. [cit. 2013-11-11].
- [8] ... ZÍDKOVÁ, Helena a František ZVONEČEK. Jakost - styl života pro třetí tisíciletí. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, Strojní fakulta, 139 s. ISBN 80-708-2720-3.
- [9] ... ZVONEČEK, František. Geometrické přesnosti výrobních strojů - nástroje řízení jakosti. *Strojírenská technologie*. 2002, VIII, č. 4, str. 10 – 14
- [10] ... MELICHAR, Martin; KUBÁTOVÁ Dana; KUTLWAŠER Jan. Zpracování dat z robotického měřicího pracoviště. Sborník konference: 5. Mezinárodní konference ICTKI 2014. Litoměřice 29. – 30. 1.2014 Česká republika ISBN 978-80-7414-679-4
- [11]... Interní zdroje firmy Astro – Kovo Plzeň s.r.o.

[12] ... Equator user guide

[13] ... ČSN ISO 8258. Shewhartovy regulační diagramy. Praha: Český normalizační  
Institutu, 1998. 36 s. Třídící znak 010271

[14] ... [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ControlChart\\_cz.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ControlChart_cz.svg) [online].  
[24.2.2014]

[15]... MELICHAR, Martin. Podklady z přednášek a cvičení z předmětu KTO/NRJ,  
ZČU Plzeň 2012

## SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. č.: 1-1 Logo firmy Astro-Kovo Plzeň s.r.o.[interní zdroje].....	6
Obr. č.: 1-2 Výrobky společnosti Astro - Kovo Plzeň s.r.o. [1] .....	7
Obr. č.: 1-3 Měřicí zařízení Renishaw Equator [11].....	8
Obr. č.: 1-4 AstroBox [10].....	10
Obr. č.: 2-1 Obrazovka ovládacího PC v AstroBoxu [11].....	12
Obr. č.: 2-2 Souhrn hlavních nedostatků zjištěných při analýze současného stavu.....	13
Obr. č.: 2-3 MODUS Reportér - základní zobrazení [4] .....	14
Obr. č.: 2-4 Ovládací prvky MODUS Reportér [4] .....	17
Obr. č.: 2-5 Ovládací prvky MODUS Reportér [4] .....	17
Obr. č.: 2-6 Ovládací prvky MODUS Reportér [4] .....	17
Obr. č.: 2-7 Ovládací prvky MODUS Reportér [4] .....	17
Obr. č.: 3-1 Původní systém ukládání dat ve formátu PDF[interní zdroje] .....	18
Obr. č.: 3-2 Ukázka zdrojového kódu pro zajištění uložení dat v CSV souboru [11] ....	20
Obr. č.: 3-3 Podoba uložených dat v CSV souboru .....	21
Obr. č.: 4-1 Histogram zvonovitého tvaru [7] .....	23
Obr. č.: 4-2 Histogram dvouvrcholový tvar [7] .....	23
Obr. č.: 4-3 Histogram hřebenový tvar [7] .....	23
Obr. č.: 4-5 - Postup výpočtu Histogramu .....	24
Obr. č.: 4-4 Histogram useknutého tvaru [7] .....	24
Obr. č.: 4-6 Příklad podoby regulačního diagramu [14].....	25
Obr. č.: 4-7 Postup výpočtu regulačních diagramů .....	28
Obr. č.: 4-8 Postup výpočtu způsobilosti procesu .....	29
Obr. č.: 5-1 Podoba uložených dat v CSV souboru .....	30
Obr. č.: 5-2 Podoba úvodního naběhnutí programu na zpracování dat .....	31
Obr. č.: 5-3 Ukázka makra pro načtení dat - pouze část.....	32
Obr. č.: 5-4 Zadeklarování proměnných potřebných pro práci s makrem .....	32
Obr. č.: 5-5 Příkaz pro začátek vkládání dat a dotaz jaký soubor se má nahrát .....	33
Obr. č.: 5-6 Příkazy pro nahrání CSV souboru do podoby v MS Excel.....	33
Obr. č.: 5-7 První krok nahrání dat převod CSV .....	34
Obr. č.: 5-8 Podoba po odstranění sloupce A .....	34
Obr. č.: 5-9 Podoba převedených dat z CSV souboru do MS Excel .....	34

Obr. č.: 5-10 Příkazy pro vyplnění rolovacího menu s daty	35
Obr. č.: 5-11 Makro pro výčet hodnot v a mimo toleranci a pro nalezení kritické hodnoty	35
Obr. č.: 5-12 Vyplněný uživatelský formulář	36
Obr. č.: 5-13 Umístění zprávy s dalším postupem	36
Obr. č.: 5-14 Informační tabulka jak postupovat ve zpracování dále po načtení dat	37
Obr. č.: 5-15 Uživatelský formulář pro vyplnění HLAVIČKY PROTOKOLU	37
Obr. č.: 5-16 Umístění zprávy s dalším postupem	38
Obr. č.: 5-17 Podrobné zobrazení zprávy pro další postup	38
Obr. č.: 5-18 Uživatelský formulář - zvolení datumu	39
Obr. č.: 5-19 Podrobné zobrazení zprávy pro další postup	39
Obr. č.: 5-20 Uživatelský formulář - čísla parametrů	40
Obr. č.: 5-21 Uložená data při zpracování SPC	42
Obr. č.: 5-22 Grafy vzniklé z výpočtů SPC	42
Obr. č.: 5-23 Uložení dat při zpracování Histogramu	43
Obr. č.: 5-2-24 Graf Histogram	44
Obr. č.: 5-25 Systém ukládání dat do protokolu	45
Obr. č.: 5-26 Uživatelský formulář -TISK dat	46
Obr. č.: 5-27 Výkres měřené součásti	47
Obr. č.: 5-28 Výkres s očíslovanými měřenými parametry	48
Obr. č.: 5-29 Uložená data získaná z měření dílu v CSV souboru	48
Obr. č.: 5-30 Úvodní podoba spuštěného programu na zpracování dat	49
Obr. č.: 5-31 Program na zpracování dat	49
Obr. č.: 5-32 Převedená data do podoby požadované v programu na zpracování dat	50
Obr. č.: 5-33 ukončení načítání dat	50
Obr. č.: 5-34 Načtení hlavičky protokolu	51
Obr. č.: 5-35 Uživatelský formulář pro vyplnění hlavičky formuláře	51
Obr. č.: 5-36 Formulář po vyplnění hlavičky	52
Obr. č.: 5-37 Volba datumu pro filtr dat na zpracování	52
Obr. č.: 5-38 Ukončení filtru dat	53
Obr. č.: 5-39 Vyplnění čísel protokolu	53
Obr. č.: 5-40 Zpřístupnění políček pro nastavení výstupu ze zpracování	54
Obr. č.: 5-41 Ukázka vybrání toho co má být vyhodnoceno	54



Obr. č.: 5-42 Výstup z parametru D16 – Histogram.....	55
Obr. č.: 5-43 Výstup z parametru D24 - SPC .....	56
Obr. č.: 5-44 Výstup – Protokol z měření.....	57

## **SEZNAM TABULEK:**

Tab. č.: 3-1 Formáty ukládání dat z Renishaw Equator [12] .....	20
Tab. č.: 4-1 Tvary histogramů .....	24
Tab. č.: 4-2 Výpočet regulačních mezí pro graf měření [9] .....	27
Tab. č.: 6-1 Cena práce na měření a záznam dat .....	59
Tab. č.: 6-2 Cena práce na přepis a vytvoření zprávy z měření.....	59
Tab. č.: 6-3 Výsledná cena práce při měření bez Equatoru .....	59
Tab. č.: 6-4 Cena práce na měření a záznam hodnot .....	60
Tab. č.: 6-5 Cena práce na přepis a vytvoření zprávy z měření.....	60
Tab. č.: 6-6 Výsledná cena práce s měřícím zařízením bez programu na zpracování dat.....	60
Tab. č.: 6-7 Cena práce na měření a záznam hodnot .....	60
Tab. č.: 6-8 Cena práce na přepis a vytvoření zprávy z měření.....	60
Tab. č.: 6-9 Výsledná cena práce po zapojení Equatrou i programu na zpracování dat. 60	
Tab. č.: 6-10 Sumarizační tabulka výsledků ekonomického hodnocení.....	61

## **SEZNAM PŘÍLOH:**

- Příloha č. 1 – Výpočet Histogramu – ručně
- Příloha č. 2 – Výpočet Regulačních diagramu – ručně
- Příloha č. 3 – Způsobilost procesu – ručně
- Příloha č. 4 - Výpis zdrojového kódu Equator
- Příloha č. 5 – Makro – NAČTENÍ DAT
- Příloha č. 6 – Makro – datum načtení filtru
- Příloha č. 7 – Makro – vyvolání makra HLAVIČKA PROTOKOLU
- Příloha č. 8 – Makro – zavření HLAVIČKY PROTOKOLU
- Příloha č. 9 – Makro – naplnění dat Protokol na pomocný list
- Příloha č. 10 – Makro – naplnění informace z pomocného listu a protokolu
- Příloha č. 11 – Makro – procedura pro naplnění dat SPC
- Příloha č. 12 – Makro – volání procedury na naplnění SPC
- Příloha č. 13 – Makro – procedura histogram
- Příloha č. 14 – Makro – volání procedury histogram
- Příloha č. 15 – Makro – procedura tisku
- Příloha č. 16 – Makro – volání procedury tisku
- Příloha č. 17 – Makro – konec
- Příloha č. 18 – Výkres součásti Zentrierbuchse – základní výkres
- Příloha č. 19 – Výkres součásti Zentrierbuchse – označené parametry

**Příloha č. 1 – Výpočet Histogramu – ručně**

Ze zadaných hodnot určete Histogram a pojmenujte jej.

9,87	9,69	10,02	9,79	10,02	9,42	9,79	9,55	9,59	9,87
9,7	9,74	10,01	9,69	9,78	9,82	9,87	9,82	10,03	
10,13	9,99	9,98	9,7	9,77	10,12	9,78	9,99	9,81	
9,75	9,87	9,8	9,81	9,79	9,85	9,84	9,7	9,98	
10,11	9,94	9,91	9,94	9,8	10,01	9,89	9,45	9,55	

Max honota: 10,11

Min hodnota: 9,45

Intervaly	Četnost $n_j$	Střední honora $z_j$	$z_j \times n_j$	$z_j^2 \times n_j$
9,4 – 9,5	II – 2	9,45	18,9	178,6
9,5 – 9,6	III – 3	9,55	28,65	273,6
9,6 – 9,7	IIII – 5	9,65	48,25	463,61
9,7 – 9,8	IIIIIIII – 10	9,75	97,5	950,61
9,8 – 9,9	IIIIIIIIII – 11	9,85	108,35	1067,01
9,9 – 10,0	IIIIII – 7	9,95	69,65	693,01
10,0 – 10,1	IIII – 5	10,05	50,25	505,01
10,1 – 10,2	III – 3	10,15	30,45	309,06
			452	4442,75

Výběrový rozptyl:

$$s_z^2 = \frac{1}{n-1} \times \left[ \sum z_j^2 \times n_j - \frac{1}{n} (\sum z_j \times n_j)^2 \right] = 0,0303$$

Rozptyl:

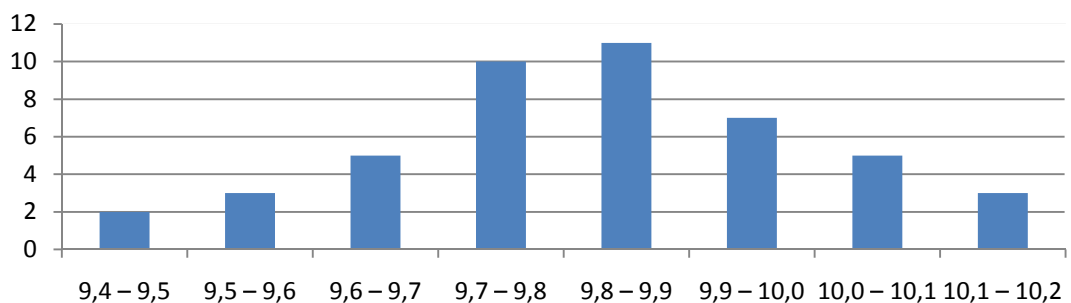
$$s_x^2 = \frac{1}{n} \left[ \sum z_j^2 \times n_j - \frac{1}{n} (\sum z_j \times n_j)^2 \right] = 0,0296$$

Výběrová směrodatná odchylka:

$$s_z = \sqrt{s_z^2} = 0,17$$

Směrodatná odchylka:

$$s_x = \sqrt{s_x^2} = 0,174$$



## Příloha č. 2 – Výpočet Regulačních diagramu – ručně [15]

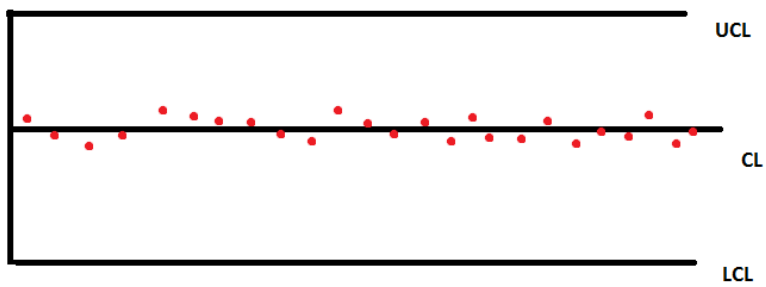
Sestrojte regulační diagramy pro průměr a rozpětí pro 25 podskupin (po 4 kusech v každé)

číslo podskupiny	průměr podskupiny	Rozpětí podskupiny
1	10,002	0,2
2	9,998	0,1
3	9,995	0,1
4	10	0,2
5	10,006	0,1
6	10,003	0,3
7	10,001	0,1
8	10,001	0,3
9	10	0,1
10	9,999	0,1
11	10,005	0,2
12	10,001	0,2
13	10	0,1
14	10,001	0,3
15	9,997	0,1
16	10,002	0,2
17	9,999	0,1
18	9,999	0,1
19	10,002	0,2
20	9,998	0,3
21	10	0,2
22	9,999	0,2
23	10,005	0,1
24	9,998	0,1
25	10	0,1
Suma	250,011	4,1

- 1) základní hodnoty nejsou stanoveny
- 2) graf pro průměr

$$\begin{aligned}\text{CL} &= \bar{\bar{x}} = \frac{250,011}{25} = \underline{10,00044} \\ \text{UCL} &= \bar{\bar{x}} + A_2 \cdot \bar{R} = 10,00044 + 0,729 \cdot 0,164 = \underline{10,12} \\ \text{LCL} &= \bar{\bar{x}} - A_2 \cdot \bar{R} = 10,00044 - 0,729 \cdot 0,164 = \underline{9,88}\end{aligned}$$

$$(\bar{R} = \frac{4,1}{25} = 0,164)$$

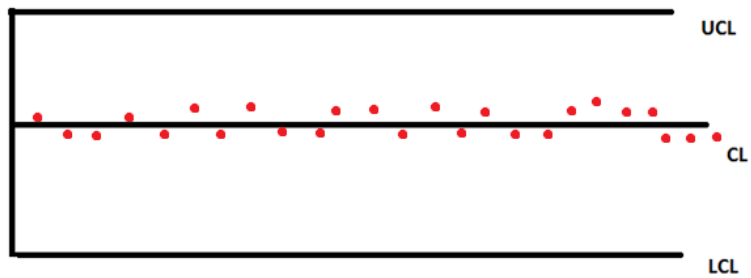


3) graf pro rozpětí

$$CL = \bar{R} = \underline{0,164}$$

$$UCL = D_4 \cdot \bar{R} = \underline{0,374}$$

$$LCL = D_3 \cdot \bar{R} = \underline{0}$$



### Příloha č. 3 – Způsobilost procesu – ručně [15]

vypočítejte způsobilost procesu a stanovte, zda je proces způsobilý. USL = 10,1 LSL = 9,9

číslo podskupiny	průměr podskupiny	Rozpětí podskupiny
1	10,002	0,2
2	9,998	0,1
3	9,995	0,1
4	10	0,2
5	10,006	0,1
6	10,003	0,3
7	10,001	0,1
8	10,001	0,3
9	10	0,1
10	9,999	0,1
11	10,005	0,2
12	10,001	0,2
13	10	0,1
14	10,001	0,3
15	9,997	0,1
16	10,002	0,2
17	9,999	0,1
18	9,999	0,1
19	10,002	0,2
20	9,998	0,3
21	10	0,2
22	9,999	0,2
23	10,005	0,1
24	9,998	0,1
25	10	0,1
Suma	250,011	4,1

Index způsobilosti procesu  $c_p$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}} = \frac{10,1 - 9,9}{6 \cdot \frac{0,164}{2,059}} = \underline{0,4185}$$

Index způsobilosti procesu  $c_{pk}$ ,  $c_{pu}$

$$C_{PK} = \frac{USL - \bar{x}}{3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}} = \frac{10,1 - 10,00044}{3 \cdot \frac{0,164}{2,059}} = \underline{0,4167}$$

$$C_{PU} = \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}} = \frac{10,00044 - 9,9}{3 \cdot \frac{0,164}{2,059}} = \underline{0,42034}$$

Minimální hodnota  $\Rightarrow C_{pk} = 0,4167 \Rightarrow 0,4167 < 1,33 \Rightarrow$  nezpůsobilý proces

**Příloha č. 4 - Výpis zdrojového kódu Equator**

<b><u>Původní program pro měření Equator</u></b>	<b><u>Nově upravený program pro měření Equator</u></b>
<p><b><u>ZAKLADNI NASTAVENI</u></b>  DMISMN/'Location bush',05.2  FILNAM/'Location bush',05.2  DV(0)=DMESWV/'13,1,3,305'  UNITS/MM,ANGDMS,TEMPC  DECPL/ALL,DEFAULT  V(0)=VFORM/ALL  DISPLY/TERM,V(0),STOR,DMIS,V(0)  D(0)=DATSET/MCS  MODE/PROG,MAN</p>	<p><b><u>ZAKLADNI NASTAVENI</u></b>  DMISMN/'Location bush',05.2  FILNAM/'Location bush',05.2  DV(0)=DMESWV/'13,1,3,305'  UNITS/MM,ANGDMS,TEMPC  DECPL/ALL,DEFAULT  V(0)=VFORM/ALL  DISPLY/TERM,V(0),STOR,DMIS,V(0)  D(0)=DATSET/MCS  MODE/PROG,MAN</p> <p>DECL/LOCAL,CHAR,512,READ_CHAR  DID(READNAME)=DEVICE/STOR,'C:\Renishaw  Programs\testCSV\Zentrierbuchsem  erenisrobotem.btc'  OPEN/DID(READNAME),DIRECT,INPUT</p> <p>(READ_AGAIN)  IF/(.NOT.(EOF(DID(READNAME))))  READ/DID(READNAME),READ_CHAR</p> <p>DECL/LOCAL,CHAR,40,DELIM,KEYF,KEYV  DECL/INTGR,FIND_DELIM,INT_ARRAY_POS,  COUNT_NO  DECL/LOCAL,BOOL,Master  Master=ASSIGN/.FALSE.  DECL/LOCAL,BOOL,Measure  Measure=ASSIGN/.FALSE.  DELIM=ASSIGN/'='</p> <p>FIND_DELIM=ASSIGN/INDX(READ_CHAR,  DELIM)  KEYF=ASSIGN/SUBSTR(READ_CHAR,1,  (FIND_DELIM-1))</p> <p>IF/(KEYF.EQ.'comparatorstate')  KEYV=ASSIGN/SUBSTR(READ_CHAR,  (FIND_DELIM+1))  JUMPTO/(KEY_FOUND)</p> <p>ELSE  JUMPTO/(READ_AGAIN)</p> <p>ENDIF  (KEY_FOUND)  ENDIF</p> <p>CLOSE/DID(READNAME),KEEP  IF/(KEYV.EQ.'"Master"')  Master=ASSIGN/.TRUE.  DISPLY/OFF  ENDIF</p>

	<pre>IF/(KEYV.EQ.""Measure"") Measure=ASSIGN/.TRUE. V(0)=VFORM/ALL,PLOT DISPLY/TERM,V(0),STOR,DMIS,V(0) ENDIF  DECL/GLOBAL,CHAR,512,Cas,Datum, Typ_smeny,Zpusob DECL/GLOBAL,CHAR,512,Vykres,Operator Cas=ASSIGN/STIME() Datum=ASSIGN/SDATE() Vykres=ASSIGN/'059105329A' Operator=ASSIGN/'Honza Novak'  IF/(Cas.GE.'6'.OR.Cas.LT.'18') Typ_smeny=ASSIGN/'Ranni' ELSE Typ_smeny=ASSIGN/'Nocni' ENDIF</pre>
<p><b><u>DOTEKY</u></b>  RECALL/SA(D6I25.1.10.6.A0.0-B0.0)  SNSLCT/SA(D6I25.1.10.6.A0.0-B0.0)</p>	<p><b><u>DOTEKY</u></b>  RECALL/SA(D6I25.1.10.6.A0.0-B0.0)  SNSLCT/SA(D6I25.1.10.6.A0.0-B0.0)</p>
<p><b><u>NASTAVENI ZAKLADNICH PARAMETRU</u></b>  SNSET/APPRCH,1  SNSET/RETRCT,0.5  SNSET/DEPTH,OFF  SNSET/CLRSRF,OFF  SNSET/SEARCH,3  FLY/5  FEDRAT/POSVEL,MMPS,300  ACLRAT/POSACL,MMPS,2500  FEDRAT/MESVEL,MMPS,3</p>	<p><b><u>NASTAVENI ZAKLADNICH PARAMETRU</u></b>  SNSET/APPRCH,1  SNSET/RETRCT,0.5  SNSET/DEPTH,OFF  SNSET/CLRSRF,OFF  SNSET/SEARCH,3  FLY/5  FEDRAT/POSVEL,MMPS,150  ACLRAT/POSACL,MMPS,1500  FEDRAT/MESVEL,MMPS,3</p>
<p><b><u>VYROVNANI</u></b>  RECALL/DA(A_datum)  DMESW/DELAY, 'Wait'  GOTO/CART,0,0,10</p> <p>\$\$&lt;MEAS_POINT name = "Point_+Z"&gt;  MODE/PROG,MAN  F(Point_+Z)=FEAT/POINT,CART,9,0,0,0,0,1  MEAS/POINT,F(Point_+Z),1  PTMEAS/CART,9,0,0,0,0,1  ENDMES  \$\$&lt;\MEAS_POINT=Point_+Z&gt;D(Origin_Z)=TR  ANS/ZORIG,FA(Point_+Z)  GOTO/CART,16,0,4  FA(Cylinder_Declared)=FEAT/CYLNDR,  OUTER,CART,0,0,-3,0,0,1,24,11.5</p> <p>\$\$&lt;MEAS_CYLNDR name = "Cylinder_A"&gt;</p>	<p><b><u>VYROVNANI</u></b>  DID(Alignment)=DEVICE/STOR,'C:\Renishaw\  Programs\testCSV\Alignment.txt'  OPEN/DID(Alignment),PCS  RECALL/DA(A_datum),DID(Alignment)  CLOSE/DID(Alignment),KEEP  DMESW/DELAY, 'Wait'  GOTO/CART,0,0,10</p> <p>\$\$&lt;MEAS_POINT name = "Point_+Z"&gt;  MODE/PROG,MAN  F(Point_+Z)=FEAT/POINT,CART,9,0,0,0,0,1  MEAS/POINT,F(Point_+Z),1  PTMEAS/CART,9,0,0,0,0,1  ENDMES  \$\$&lt;\MEAS_POINT = Point_+Z&gt;  D(Origin_Z)=TRANS/ZORIG,FA(Point_+Z)  GOTO/CART,16,0,4  FA(Cylinder_Declared)=FEAT/CYLNDR  OUTER,CART,0,0,-3,0,0,1,24,11.5</p> <p>\$\$&lt;MEAS_CYLNDR name = "Cylinder_A"&gt;</p>



<pre> MODE/PROG,MAN F(Cylinder_A)=FEAT/CYLNDR,OUTER,CART,0,0,-3,0,0,1,24,11.5 MEAS/CYLNDR,F(Cylinder_A),6 PTMEAS/CART,12,0,-3,1,0,0 PTMEAS/CART,12,0,-14.5,1,0,0 GOTO/CART,15.753,16.559,-14.51 GOTO/CART,-6.917,16.557,-14.497 PTMEAS/CART,-6,10.392,-14.5,-0.5,0.866,0 PTMEAS/CART,-6,10.392,-3,-0.5,0.866,0 GOTO/CART,-18.85,5.644,-2.989 GOTO/CART,-13.211,-12.971,-2.994 PTMEAS/CART,-6,-10.392,-3,-0.5,-0.866,0 PTMEAS/CART,-6,-10.392,-14.5,-0.5,-0.866,0 ENDMES  \$\$&lt;\MEAS_CYLNR = Cylinder_A&gt;     DATDEF/FA(Cylinder_A), DAT(A)     D(Datum_A)=DATSET/DAT(A),ZDIR,     XORIG,YORIG </pre>	<pre> MODE/PROG,MAN F(Cylinder_A)=FEAT/CYLNDR,OUTER,CART,0,0,-3,0,0,1,24,11.5 MEAS/CYLNDR,F(Cylinder_A),6 PTMEAS/CART,12,0,-3,1,0,0 PTMEAS/CART,12,0,-14.5,1,0,0 GOTO/CART,15.753,16.559,-14.51 GOTO/CART,-6.917,16.557,-14.497 PTMEAS/CART,-6,10.392,-14.5,-0.5,0.866,0 PTMEAS/CART,-6,10.392,-3,-0.5,0.866,0 GOTO/CART,-18.85,5.644,-2.989 GOTO/CART,-13.211,-12.971,-2.994 PTMEAS/CART,-6,-10.392,-3,-0.5,-0.866,0 PTMEAS/CART,-6,-10.392,-14.5,-0.5,-0.866,0 ENDMES  \$\$&lt;\MEAS_CYLNR = Cylinder_A&gt;     DATDEF/FA(Cylinder_A), DAT(A)     D(Datum_A)=DATSET/DAT(A),ZDIR,     XORIG,YORIG </pre>
<p><b><u>MERENI</u></b></p> <pre> COMPARE/ON \$\$&lt;MEAS_CIRCLE name = "Circle_dia24p6"&gt; P(PArc3)=PATH/ARC,CART,0,0,-8,0,0,1,12.014,0,360,0,-1,0 MODE/PROG,MAN F(Circle_dia24p6)=FEAT/CIRCLE,OUTER,CART,0,0,-8,0,0,1,24.028 MEAS/CIRCLE,F(Circle_dia24p6),4 PAMEAS/DISTANCE,0.5,SCNVEL,MMPS,30,P(PArc3),0,-1,0 ENDMES \$\$&lt;\MEAS_CIRCLE = Circle_dia24p6&gt;     GOTO/CART,0,-16,4     GOTO/CART,0,0,4     GOTO/CART,0,0,-18  \$\$&lt;MEAS_CIRCLE name = "Circle_dia16H7"&gt; P(PArc4)=PATH/ARC,CART,0,0,-18,0,0,1,8.007,0,360,1,0,0 MODE/PROG,MAN F(Circle_dia16H7)=FEAT/CIRCLE,INNER,CART,0,0,-18,0,0,1,16.014 MEAS/CIRCLE,F(Circle_dia16H7),4 PAMEAS/DISTANCE,0.5,SCNVEL,MMPS,20,P(PArc4),-1,0,0 ENDMES \$\$&lt;\MEAS_CIRCLE = Circle_dia16H7&gt;     GOTO/CART,2,0,-18 \$\$&lt;MEAS_POINT name = "bod_upinac_Z"&gt; MODE/PROG,MAN </pre>	<p><b><u>MERENI</u></b></p> <pre> COMPARE/ON \$\$&lt;MEAS_CIRCLE name = "Circle_dia24p6"&gt; P(PArc3)=PATH/ARC,CART,0,0,-8,0,0,1,12.014,0,360,0,-1,0 MODE/PROG,MAN F(Circle_dia24p6)=FEAT/CIRCLE,OUTER,CART,0,0,-8,0,0,1,24.028 MEAS/CIRCLE,F(Circle_dia24p6),4 PAMEAS/DISTANCE,0.5,SCNVEL,MMPS,30,P(PArc3),0,-1,0 ENDMES \$\$&lt;\MEAS_CIRCLE = Circle_dia24p6&gt;     GOTO/CART,0,-16,4     GOTO/CART,0,0,4     GOTO/CART,0,0,-18  \$\$&lt;MEAS_CIRCLE name = "Circle_dia16H7"&gt; P(PArc4)=PATH/ARC,CART,0,0,-18,0,0,1,8.007,0,360,1,0,0 MODE/PROG,MAN F(Circle_dia16H7)=FEAT/CIRCLE,INNER,CART,0,0,-18,0,0,1,16.014 MEAS/CIRCLE,F(Circle_dia16H7),4 PAMEAS/DISTANCE,0.5,SCNVEL,MMPS,20,P(PArc4),-1,0,0 ENDMES \$\$&lt;\MEAS_CIRCLE = Circle_dia16H7&gt;     GOTO/CART,2,0,-18 \$\$&lt;MEAS_POINT name = "bod_upinac_Z1"&gt; MODE/PROG,MAN </pre>

<pre>F(bod_upinac_Z)=FEAT/POINT,CART,2,0, -28,0,0,1 MEAS/POINT,F(bod_upinac_Z),1 PTMEAS/CART,2,0,-28,0,0,1 ENDMES \$\$&lt;\MEAS_POINT = bod_upinac_Z&gt; GOTO/CART,0,0,4 GOTO/CART,0,152,82</pre>	<pre>F(bod_upinac_Z1)=FEAT/POINT,CART,2,0 -28,0,0,1 MEAS/POINT,F(bod_upinac_Z1),1 PTMEAS/CART,2,0,-28,0,0,1 ENDMES \$\$&lt;\MEAS_POINT = bod_upinac_Z1&gt; GOTO/CART,0,0,4 GOTO/CART,0,152,82</pre>
<p><b><u>VYHODNOCENI</u></b></p> <pre>T(24p6)=TOL/DIAM,-0.007,0.009 OUTPUT/FA(Circle_dia24p6),TA(24p6) T(16H7)=TOL/DIAM,-0.014,0.007 OUTPUT/FA(Circle_dia16H7),TA(16H7)  T(vyska_28)=TOL/DISTB,NOMINL,2 8, -0.1,0.1,ZAXIS,AVG OUTPUT/FA(bod_upinac_Z),FA (Point_+Z),TA(vyska_28)</pre>	<p><b><u>VYHODNOCENI</u></b></p> <pre>T(24p6)=TOL/DIAM,-0.007,0.009 OUTPUT/FA(Circle_dia24p6),TA(24p6) T(16H7)=TOL/DIAM,-0.014,0.007 OUTPUT/FA(Circle_dia16H7),TA(16H7) T(vyska_28)=TOL/DISTB,NOMINL,28, -0.1,0.1,ZAXIS,AVG OUTPUT/FA(bod_upinac_Z1),FA (Point_+Z),TA(vyska_28)  \$\$ CSV zacatek DECL/GLOBAL,DOUBLE,TA1,TA2,TA3,TA4 TA1=OBTAIN/FA(Circle_dia24p6),10 TA2=OBTAIN/FA(Circle_dia16H7),10 TA3=OBTAIN/FA(bod_upinac_Z1),5  DECL/GLOBAL,INTGR,Stav,Stav_Kruhovitost, Stav_Prumer_D16,Stav_Prumer_D30, Stav_Prumer_D80 DECL/GLOBAL,CHAR,512,Rozhodnuti Stav_Prumer_D16=VALUE/TA(16H7),OUTOL Stav_Prumer_D30=VALUE/TA(24p6),OUTOL Stav_Prumer_D80=VALUE/TA(vyska_28), OUTOL Stav=ASSIGN/Stav_Kruhovitost+ Stav_Prumer_D16+Stav_Prumer_D30+ Stav_Prumer_D80  IF/(Stav.GT.0) Rozhodnuti=ASSIGN/'Mimo toleranci' ELSE Rozhodnuti=ASSIGN/'V toleranci' ENDIF  DECL/GLOBAL,CHAR,512,D16_Prumer_VMIMO, D30_Prumer_VMIMO, D80_Kruhovitost_VMIMO, D80_Prumer_VMIMO  D16_Prumer_VMIMO=OBTAIN/TA(vyska_28),2 D30_Prumer_VMIMO=OBTAIN/TA(16H7),3 D80_Prumer_VMIMO=OBTAIN/TA(24p6),3  IF/(Master.EQ..TRUE.)</pre>

<p>COMPARE/OFF</p> <p>ENDFIL</p>	<pre>JUMPTO/(Konec) ELSE DID(CSV)=DEVICE/STOR,'C:\Renishaw\Programs\ testCSV\New Folder\CSV_059105329A_1' OPEN/DID(CSV),DIRECT,OUTPUT,APPEND WRITE/DID(CSV),'Datum',';',Datum WRITE/DID(CSV),'Cas',';',Cas WRITE/DID(CSV),'Smena',';',Typ_smeny WRITE/DID(CSV),'Jmeno operator',';',Operator WRITE/DID(CSV),'Soucast',';',Rozhodnuti WRITE/DID(CSV),'Cislo vykresu',';',Vykres WRITE/DID(CSV),'Prumer D80',';',TA1:1:3',';',D80_Prumer_VMIMO WRITE/DID(CSV),'Prumer D30',';',TA2:1:3',';',D30_Prumer_VMIMO WRITE/DID(CSV),'Prumer D16',';',TA3:1:3',';',D16_Prumer_VMIMO WRITE/DID(CSV),' ;'  CLOSE/DID(CSV),KEEP  ENDIF  (Konec)  COMPARE/OFF  ENDFIL</pre>
----------------------------------	--

**Příloha č. 5 – Makro – NAČTENÍ DAT**

Private Sub CommandButton5\_Click()

```
Dim fileToOpen As Variant
Dim myRange As Range, row As Range
Dim vkladejRadek As Integer
Dim vkladejSloupec As Integer
Dim retezec As String
Dim pocatekVkladani As String
Dim rowValueArray() As String
Dim arrayValue As Variant
```

```
pocatekVkladani = "A4"
vkladejRadek = 0
vkladejSloupec = 0
```

```
fileToOpen = Application.GetOpenFilename("Microsoft Excel Files (*.csv), *.csv")
If fileToOpen <> False Then
Set dataFile = Workbooks.Open(fileToOpen)
```

```
Set myRange = dataFile.Sheets(1).Range("A:A")
```

```
For Each row In myRange.Rows
  If Len(Trim(row)) = 0 Then
    Exit For
  Else
    If Trim(row.Value) = ";;" Then
      vkladejRadek = vkladejRadek + 1
      vkladejSloupec = 0
    Else
      rowValueArray = Split(row.Value, ";")

      Dim i As Integer 'pomocna promenna
      i = 0

      For Each arrayValue In rowValueArray
        If i > 0 Then 'vynech prvni hodnotu
          ThisWorkbook.Sheets("naměřená.data").Range(pocatekVkladani).Offset(vkladejRadek,
            vkladejSloupec).Value = arrayValue
          vkladejSloupec = vkladejSloupec + 1
        End If
        i = i + 1
      Next
    End If
  End If
Next
Exit Sub
End If
dataFile.Close
```

**Příloha č. 6 – Makro – Datum načtení filtru**

```
Dim rowIndex As Integer
```

```
    rowIndex = 7
```

```
Dim rangeCombo As Range
```

```
    Set rangeCombo = ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex & ":A170")
```

```
    For Each rowcombo In rangeCombo.Rows
```

```
        If Len(Trim(rowcombo)) = 0 Then
```

```
            MsgBox rowcombo
```

```
        Exit For
```

```
    Else
```

```
        Dim index As Integer
```

```
        Dim vkladej As Boolean
```

```
        vkladej = True
```

```
        For index = 0 To ComboBox1.ListCount - 1 Step 1
```

```
        If ComboBox1.List(index) = Format(ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex), "dd.MM.YYYY") Then
```

```
            vkladej = False
```

```
        End If
```

```
        Next
```

```
        If vkladej = True Then
```

```
            ComboBox1.AddItem(Format(ThisWorkbook.Sheets("naměřenádata").Range("A"&rowIndex),"dd.MM.YYYY"))
```

```
        End If
```

```
        rowIndex = rowIndex + 1
```

```
    Next
```

```
    TextBox1.Text = ThisWorkbook.Sheets("tolerance").Range("D7")
```

```
    TextBox15.Text = ThisWorkbook.Sheets("tolerance").Range("C7")
```

```
Dim rangeMax As Range
```

```
Dim maximum As Integer
```

```
Dim maximum_value As String
```

```
Set rangeMax = ThisWorkbook.Sheets("tolerance").Range("D9:D18")
Sheets("tolerance").Select
```

```
    maximum = Application.WorksheetFunction.Max(rangeMax)
```

```
    Range("G8").Value = maximum
```

```
    Set rangeMaxAddress = rangeMax.Find(What:=maximum, After:=Range("D9"),
```

```
        LookIn:=xlValues, LookAt:=xlWhole, SearchOrder:=xlByRows, SearchDirection:=xlNext,
```

```
        MatchCase:=False)
```

```
    Sheets("tolerance").Select
```

```
    Range("F8").Value = rangeMaxAddress.Offset(0, -2).Value
```

```
    TextBox12.Text = ThisWorkbook.Sheets("tolerance").Range("F8")
```

```
    'lbuvzdornost
```

```
    CommandButton20.Enabled = True
```

```
    MsgBox "Nyní postupujte dále kliknutím na tlačítko HLAVIČKA PROTOKOLU. :-)"
```

```
End Sub
```

**Příloha č. 7 – Makro – Vyvolání makra HLAVIČKA PROTOKOLU**

```
Private Sub CommandButton20_Click()
```

```
    UserForm3.Show
```

```
        ComboBox1.Enabled = True
```

```
        TextBox143.Enabled = True
```

```
        TextBox146.Enabled = True
```

```
        TextBox143.Text = ThisWorkbook.Sheets("formulář").Range("J6")
```

```
        TextBox146.Text = ThisWorkbook.Sheets("formulář").Range("M3")
```

```
        MsgBox "Nyní nutno vybrat datum ve žlutém rolovacím menu. :-)"
```

```
End Sub
```

**Příloha č. 8 – Makro – zavření HLAVIČKY PROTOKOLU**

```
Private Sub CommandButton20_Click()
```

```
    UserForm3.Show
```

```
        ComboBox1.Enabled = True
```

```
        TextBox143.Enabled = True
```

```
        TextBox146.Enabled = True
```

```
        TextBox143.Text = ThisWorkbook.Sheets("formulář").Range("J6")
```

```
        TextBox146.Text = ThisWorkbook.Sheets("formulář").Range("M3")
```

```
        MsgBox "Nyní nutno vybrat datum ve žlutém rolovacím menu. :-)"
```

```
End Sub
```

**Příloha č. 9 – Makro – naplnění dat Protokol na pomocný list**

```
Private Sub Protokol1(sloupec_pismeno_nacist As String, spc_pismeno As String)
```

```
Dim rowIndex As Integer
```

```
rowIndex = 7
```

```
Dim kolikrat As Integer
```

```
kolikrat = 0
```

```
Dim radekIndex As Integer
```

```
radekIndex = 4
```

```
Dim columnChar As String
```

```
Set rangeCombo = ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex & ":A170")
```

```
For Each rowcombo In rangeCombo.Rows
```

```
If Len(Trim(rowcombo)) = 0 Or kolikrat = 5 Then
```

```
Exit For
```

```
Else
```

```
If Format(ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex), "dd.MM.YYYY") =
```

```
ComboBox1.Text Then
```

```
kolikrat = kolikrat + 1
```

```
radekIndex = radekIndex + 1
```

```
Select Case kolikrat
```

```
Case 1 To 5
```

```
columnChar = "B"
```

```
End Select
```

```
ThisWorkbook.Sheets("pomoc").Range(columnChar & radekIndex) = ThisWorkbook.Sheets  
("naměřená data").Range(sloupec_pismeno_nacist & rowIndex)
```

```
End If
```

```
End If
```

```
rowIndex = rowIndex + 1 'posouvani v hlavnim listu po radcich
```

```
Next
```

```
MsgBox "protokol" & spc_pismeno & ": " & ComboBox1.Text
```

```
End Sub
```



**Příloha č. 10 – Makro – naplnění informace z pomocného listu a protokolu**

```
Private Sub TextBox111_AfterUpdate()
```

```
    CheckBox92.Enabled = True  
    CheckBox93.Enabled = True  
    CheckBox96.Enabled = True
```

```
    Call Protokol1("G", "A")
```

```
    Sheets("formulář").Activate
```

```
    Set rangeCombo = ThisWorkbook.Sheets("pomoc").Range("B1:B9")  
    Set radek = ThisWorkbook.Sheets("pomoc").Range("B1")  
    radek = radek - 1
```

```
    Dim zacatek As Integer  
    Dim zacatekRow As Integer  
    zacatekRow = 2
```

```
    For Each rowcombo In rangeCombo.Row  
        ThisWorkbook.Sheets("formulář").Range("B18").Offset(radek, zacatek).Value =  
            ThisWorkbook.Sheets("pomoc").Range("B" & zacatekRow)  
        zacatekRow = zacatekRow + 1  
        zacatek = zacatek + 1  
    Next
```

```
    CheckBox96.Value = True
```

```
End Sub
```

**Příloha č. 11 – Makro – procesura pro naplnění dat SPC**

```
Private Sub loadspc(sloupec_pismeno_nacist As String, spc_pismeno As String)
Dim rowIndex As Integer
    rowIndex = 7
Dim kolikrat As Integer
    kolikrat = 0
Dim radekIndex As Integer
    radekIndex = 5
Dim columnChar As String

    Set rangeCombo = ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex & ":A170")

    For Each rowcombo In rangeCombo.Rows
        If Len(Trim(rowcombo)) = 0 Or kolikrat = 50 Then
            Exit For
        Else
            If Format(ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex),
"dd.MM.YYYY")
                = ComboBox1.Text Then
                kolikrat = kolikrat + 1
                radekIndex = radekIndex + 1
                Select Case kolikrat
                Case 1 To 5
                    columnChar = "B"
                Case 6 To 10
                    columnChar = "C"
                Case 11 To 15
                    columnChar = "D"
                Case 16 To 20
                    columnChar = "E"
                Case 21 To 25
                    columnChar = "F"
                Case 26 To 30
                    columnChar = "G"
                Case 31 To 35
                    columnChar = "H"
                Case 36 To 40
                    columnChar = "I"
                Case 41 To 45
                    columnChar = "J"
                Case 46 To 50
                    columnChar = "K"
                End Select

                ThisWorkbook.Sheets("SPC " & spc_pismeno).Range(columnChar & radekIndex) = ThisWorkbook
                .Sheets("naměřená data").Range(sloupec_pismeno_nacist & rowIndex)

                If radekIndex = 10 Then
                    radekIndex = 5
                End If
            End If
            End If
            rowIndex = rowIndex + 1
        Next
        MsgBox "SPC " & spc_pismeno & ": " & ComboBox1.Text
    End Sub
```

**Příloha č. 12 – Makro – volání procedury na naplnění SPC**

```
Private Sub CheckBox92_Click()  
    Call loadspc("G", "A")
```

```
    CommandButton9.Enabled = True
```

```
End Sub
```

**Příloha č. 13 – Makro – procedura histogram**

Sub DataPotokol(sloupec\_pismeno\_nacist As String, spc\_pismeno As String)

Dim rowIndex As Integer

rowIndex = 7

Dim kolikrat As Integer

kolikrat = 0

Dim radekIndex As Integer

radekIndex = 6

Dim columnChar As String

Set rangeCombo = ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex & ":A170")

For Each rowcombo In rangeCombo.Rows

If Len(Trim(rowcombo)) = 0 Or kolikrat = 150 Then

Exit For

Else

If Format(ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range("A" & rowIndex), "dd.MM.YYYY") =

ComboBox1.Text Then

kolikrat = kolikrat + 1

radekIndex = radekIndex + 1

Select Case kolikrat

Case 1 To 25

columnChar = "A"

Case 26 To 50

columnChar = "B"

Case 51 To 75

columnChar = "C"

Case 76 To 100

columnChar = "D"

Case 101 To 125

columnChar = "E"

Case 126 To 150

columnChar = "F"

End Select

ThisWorkbook.Sheets("Hist. " & spc\_pismeno).Range(columnChar &

radekIndex) = ThisWorkbook.Sheets("naměřená data").Range(sloupec\_pismeno\_nacist & rowIndex)

If radekIndex = 31 Then

radekIndex = 6

End If

End If

End If

rowIndex = rowIndex + 1

Next

MsgBox "Hist. " & spc\_pismeno & ": " & ComboBox1.Text

End Sub

### **Příloha č. 14 – Makro – volání procedury histogram**

```
Private Sub CheckBox93_Click()
```

```
    Call DataPotokol("G", "A")
```

```
    CommanButton9.Enabled = True
```

```
End Sub
```

**Příloha č. 15 – Makro – procedura tisku**

Sub Tiskni(parametr As String, SPCC As Boolean, Histogram As Boolean, Protokol As Boolean)

```
If Not Protokol And Not Histogram And Protokol Then
    MsgBox ("Zaškrtněte alespoň jednu možnost")
    Exit Sub
End If
```

```
Application.DisplayAlerts = False
```

```
Dim jmeno_souboru As String
```

```
jmeno_souboru = Workbooks(jmeno_akt_book).Sheets("naměřená data").Range("F4").Text & "_" &
    DatePart("yyyy", Now) & "_" & DatePart("m", Now) & "_" & DatePart("d", Now)
```

```
Dim w As Workbook
```

```
If Not JeWorkBookOpen(jmeno_souboru) Then
    Set w = Workbooks.Add
    w.SaveAs (jmeno_souboru)
Else
```

```
    Set w = Workbooks(jmeno_souboru)
```

```
End If
```

```
If Protokol Then Workbooks(jmeno_akt_book).Sheets("formulář").Copy Before:=w.Sheets(1)
If SPCC Then Workbooks(jmeno_akt_book).Sheets("SPC " & parametr).Copy Before:=w.Sheets(1)
If Histogram Then Workbooks(jmeno_akt_book).Sheets("Hist. " & parametr).Copy
    Before:=w.Sheets(1)
```

```
Workbooks(jmeno_souboru).Activate
```

```
For Each Sheet In w.Sheets
```

```
    If Sheet.Name <> "SPC A" And Sheet.Name <> "SPC B" And Sheet.Name <> "SPC C" And
        Sheet.Name <> "SPC D" And Sheet.Name <> "SPC E" And Sheet.Name <> "SPC F" And
        Sheet.Name <> "SPC G" And Sheet.Name <> "SPC H" And Sheet.Name <> "SPC I" And
        Sheet.Name <> "SPC J" And Sheet.Name <> "Hist. A" And Sheet.Name <> "Hist. B" And
        Sheet.Name <> "Hist. C" And Sheet.Name <> "Hist. D" And Sheet.Name <> "Hist. E" And
        Sheet.Name <> "Hist. F" And Sheet.Name <> "Hist. G" And Sheet.Name <> "Hist. H" And
        Sheet.Name <> "Hist. I" And Sheet.Name <> "Hist. J" And Sheet.Name <> "formulář" Then
        Sheet.Delete
```

```
Next
```

```
Application.DisplayAlerts = True
```

```
Workbooks(jmeno_akt_book).Activate
```

```
End Sub
```

**Příloha č. 16 – Makro – volání procedury tisku**

```
Private Sub CommandButton9_Click()
```

```
    Tiskni parametr:="A", Protokol:=CheckBox96.Value, SPCC:=CheckBox92.Value,  
    Histogram:=CheckBox93.Value
```

```
    If SPCC Then
```

```
        ActiveSheet.ChartObjects("Graf 1").Activate
```

```
        ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
        Workbooks(jmeno_akt_book).Sheets("SPC A").Range("A34").Activate
```

```
        ActiveChart.ChartArea.Paste
```

```
    End If
```

```
    MsgBox "TISK PARAMETRU A PROVEDEN"
```

```
End Subprocedura tisku
```

**Příloha č. 17 – Makro – konec**

```
Private Sub CommandButton6_Click()
```

```
    ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=False
```

```
End Sub
```



## **PŘÍLOHA č. 18**

### **Výkres součásti**



## **Příloha č. 19 – PŘÍLOHA č. 1**

### **CAD modely navrženého přívěsu za zemědělský traktor**



