

Analýza měření produktů a schopnosti měřidel

Martina Mervová

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina Mervová**
Osobní číslo: **M14577**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Analýza problematiky měření produktů a schopnosti měřidel**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte průzkum literárních pramenů z oblasti problematiky měření produktů a zpracujte teoretické poznatky.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav procesu měření produktů ve výrobním podniku.
- Na základě analýzy navrhněte doporučení ke zlepšení současného stavu.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

JAROŠOVÁ, Eva a Darja NOSKIEVIČOVÁ. Pokročilejší metody statistické regulace procesu. 1. vydání. Praha: Grada, 2015, 296 s. ISBN 978-80-247-5355-3.
MONTGOMERY, Douglas C. Introduction to Statistical Quality Control. 6th Edition. USA: John Wiley and Sons, 2009, 754 s. ISBN 978-0-470-16992-6.
NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. 1. vydání. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. 1. vydání. Praha: Grada, 2011, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
TOŠENOVSKÝ, Josef a Darja NOSKIEVIČOVÁ. Statistické metody pro zlepšování jakosti. 1. vydání. Ostrava: Montanex, 2000, 362 s. ISBN 80-7225-040-X.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Petr Briš, CSc.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: **15. prosince 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnaní případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 12. 5. 2014

Jméno a příjmení: MARTINA MERVOVÁ

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá analýzou měření produktů ve vybrané společnosti, která dodává komponenty pro automobilový trh. Teoretická část obsahuje literární rešerši na téma systémy řízení jakosti, základní nástroje kvality, analýzu systémů měření, statistickou regulaci procesu, měření podle normy ISO/TS 16949:2009 a měřidla. Praktická část se zabývá samotným měřením produktů od prototypu až po sériovou výrobu a jeho nedostatky. V závěru práce jsou navržena nápravná opatření, která by mohla situaci zlepšit.

Klíčová slova: nástroje kvality, měřicí laboratoř, MSA, SPC, ISO/TS 16949:2009, 3D měření

ABSTRACT

The Bachelor thesis deals with the analysis of product measurement in a selected company that supplies components for the automotive market. The theoretical part contains literary research on quality management systems, basic quality tools, analysis of measurement systems, statistical process regulation, measurements according to ISO / TS 16949: 2009 and gauges. The practical part deals with the measurement of products from prototype to series production and its deficiencies. At the end of the thesis, corrective measures are proposed that could improve the situation.

Keywords: Quality tools, measuring laboratory, MSA, SPC, ISO / TS 16949:2009, 3D measurement

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěla poděkovat především vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Petru Brišovi, CSc za odborné vedení, cenné rady a připomínky.

Také bych ráda poděkovala rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia motivovali a podporovali.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 SYSTÉM ŘÍZENÍ JAKOSTI	12
1.1 KONCEPCE SYSTÉMŮ ŘÍZENÍ JAKOSTI	13
1.1.1 Koncepce ISO	13
1.1.2 Koncepce odvětvových standardů.....	14
1.1.3 Koncepce TQM	14
1.2 SEDM ZÁKLADNÍCH NÁSTROJŮ MANAGEMENTU JAKOSTI	15
1.2.1 Vývojové diagramy	16
1.2.2 Paretův diagram	17
1.2.3 Išikawův diagram	18
1.2.4 Kontrolní tabulky a záznamníky	19
1.2.5 Regulační diagram	21
1.2.6 Bodový diagram	23
1.2.7 Histogram	23
2 JAKOST DLE ISO/TS 16949	25
2.1 PLÁN KONTROLY A ŘÍZENÍ.....	26
2.1.1 Etapy plánu kontroly a řízení	27
2.1.2 Prvky plánu kontroly a řízení	27
2.2 ŘÍZENÍ MONITOROVACÍHO A MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ.....	28
2.2.1 Analýza systému měření	29
2.2.2 Záznamy o kalibraci / ověřování.....	29
2.2.3 Požadavky na laboratoř	29
3 ANALÝZA SYSTÉMŮ MĚŘENÍ (MSA)	30
4 STATISTICKÁ REGULACE PROCESU (SPC)	31
4.1 HLAVNÍ NÁSTROJ STATISTICKÉ REGULACE PROCESU.....	31
5 SCHOPNOSTI MĚŘIDEL	34
5.1 POSUVNÁ MĚŘIDLA	34
5.1.1 Náležitosti měření	34
5.2 ÚCHYLKOMĚRY.....	35
5.2.1 Náležitosti měření	36
5.3 MIKROMETRICKÁ MĚŘIDLA.....	36
5.4 SILOMĚRY	37
5.5 MĚŘICÍ MIKROSKOPY	37
5.6 3D MĚŘICÍ PŘÍSTROJE	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	40
6.1 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI XY S.R.O., ZÁVODU BZENEC	41
6.2 PRODUKCE	42
6.2.1 Středisko Stamping	42
6.2.2 Středisko Moulding.....	42

6.2.3	Střediska Stitching a Stitching DIN & light auto	43
6.2.4	Středisko ECU	44
6.2.5	Středisko Overmoulding	44
6.2.6	Středisko Hand assembly	45
6.2.7	Středisko New Market	46
6.3	PROCESNÍ INŽENÝRSTVÍ	46
6.4	ODDĚLENÍ KVALITY	47
7	MĚŘIDLA A JEJICH KALIBRACE	48
7.1	MĚŘENÍ VE VÝROBĚ	48
7.2	MĚŘENÍ V LABORATOŘI KVALITY	49
7.3	KALIBRACE MĚŘIDEL	52
7.3.1	Přehled nákladů externích kalibrací	54
8	LABORATOŘ KVALITY	56
8.1	VYBAVENÍ LABORATOŘE	56
8.2	SMARTSCOPE ZIP 300	57
8.2.1	Měřicí programy	59
8.2.2	Měření	59
8.3	ZEISS CONTURA	60
8.4	PRIORITY MĚŘENÍ	64
9	PROTOTYPOVÉ ZKOUŠKY	65
9.1	OVĚŘENÍ ZPŮSOBILOSTI STROJŮ (MFU)	67
9.2	OVĚŘENÍ ZPŮSOBILOSTI PROCESU (PFU)	67
10	MĚŘENÍ PRVNÍCH KUSŮ	69
11	SPC MĚŘENÍ	71
12	ZHODNOCENÍ ANALÝZY METROLOGICKÝCH ČINNOSTÍ V ORGANIZACI	72
13	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ	73
13.1	DOŠKOLENÍ TECHNIKŮ LABORATOŘE	73
13.2	ROZŠÍŘENÍ KAPACITY LABORATOŘE	73
13.3	OUTSOURCING	74
13.4	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ	75
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	80
	SEZNAM OBRÁZKŮ	81
	SEZNAM TABULEK	82

ÚVOD

V dnešní době firmy kladou daleko větší nároky na plynulost a přizpůsobivost procesů, stejně jako na jejich efektivitu a kvalitu výrobků, které jsou předávány k dalšímu zpracování nebo použití, než tomu bylo v minulosti.

Jako téma své bakalářské práce jsem si zvolila analýzu problematiky měření produktů a schopnosti měřidel, protože již několik let pracuji jako technik laboratoře kvality a zástupce vedoucího laboratoře ve firmě, která vyrábí součástky pro automobilový průmysl.

Automobilový průmysl patří mezi klíčová průmyslová odvětví nejen v České Republice, ale také v Evropské unii, respektive v celém vyspělém světě. Jsou v něm kladeny vysoké nároky a požadavky na kvalitu a celé toto odvětví je pod velkým konkurenčním tlakem. Jakákoliv chyba může ohrozit pozici firmy na trhu, nebo ji úplně vyřadit z dodavatelského řetězce trhu.

Hodnocení dodavatelů na automobilový průmysl je velmi přísné. Společnosti musí striktně dodržovat pravidla, která jsou určena normami a směrnicemi. Zákazníci provádějí časté kontroly nejen kvality produktů, ale i procesů a celých systémů managementu.

V této práci bude poukázáno na základní nástroje managementu kvality, na analýzu systémů měření, normy pro automobilový průmysl ISO/TS 16949 i na samotná měřidla.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

V dnešní době je kladen vysoký důraz na kvalitu výrobku, a na jeho funkční vlastnosti. Tyto funkční vlastnosti můžeme ověřovat pomocí různých měření (délkové měření, srovnávání), nebo pomocí zkoušek. Abychom mohli prokázat způsobilost zkoušky systému měření, začala se ve firmách používat analýza systémů měření (MSA).

Hlavním cílem této práce je provést analýzu systému měření produktů dodávaných na automobilový trh.

V teoretické části je zpracována rešerše dostupné literatury týkající se systému řízení jakosti, zlepšování jakosti, analýzy systémů měření (MSA) a statistické regulace procesu (SPC).

V praktické části je následně analyzován současný stav měření produktů ve výrobní společnosti dodávající komponenty na automobilový trh, a to nejen na začátku výroby, ale také v jejím průběhu.

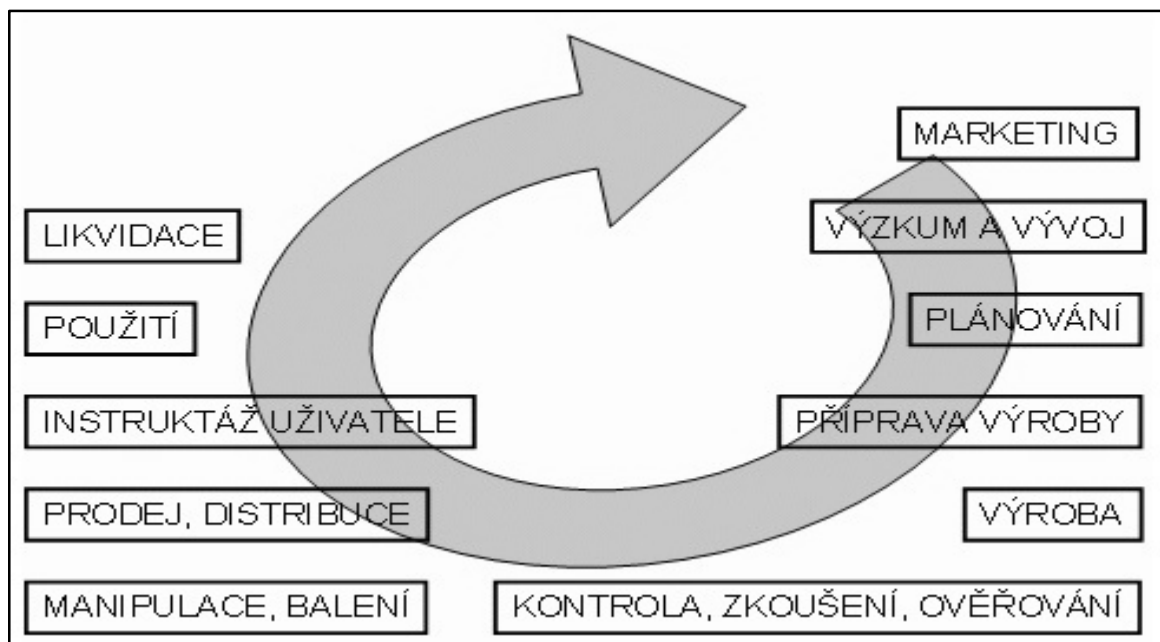
K této analýze jsem využila dlouholeté pracovní zkušenosti ve zmíněné společnosti a téměř neomezený přístup k interním informacím.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SYSTÉM ŘÍZENÍ JAKOSTI

Systémy řízení jakosti se dnes již ve většině společností staly samozřejmostí, některým pomáhají udržovat nebo dokonce zlepšují jejich postavení na trhu, pro jiné jsou pouhou administrativní záležitostí a nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu. (Nenadál, 2016, s. 7)

Pojem jakost lze vyjádřit mnoha různými definicemi. Někdo chápe jakost jako vyhovění všem požadavkům a přáním zákazníka, jiný zase jako výrobek nebo službu bez vady, další člověk jako moderní výrobek s mnoha novými funkcemi a atraktivním designem. O jakost byl zájem již v dobách dávno minulých a dokonce již Aristotelovi je přisuzována nejstarší definice tohoto pojmu. (ikvalita.cz, © 2017)



Obrázek 1 – Spirála jakosti

Zdroj: ikvalita.cz, © 2017

Na výsledné kvalitě se podílí nejen kvalita samotné výroby, ale kvalita prakticky všech etap životního cyklu výrobku. Cyklus se neustále opakuje, ale začíná pokaždé na vyšší úrovni kvality. Nejde o kruh, ale o spirálu zlepšování jakosti. (ikvalita.cz, © 2017)

1.1 Koncepce systémů řízení jakosti

Podle Nenadála (2016, s. 12) by se měly fungující a pokročilé systémy managementu kvality stát trvalou součástí všech typů organizací. V současnosti lze rozlišit tři základní koncepce budování a rozvoje těchto systémů:

- koncepce ISO,
- koncepce odvětvových standardů a
- koncepce TQM (Total Quality Management).

1.1.1 Koncepce ISO

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětovou federací národních normalizačních orgánů (členů ISO). Mezinárodní normy obvykle vypracovávají technické komise ISO. Každý člen ISO, který se zajímá o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být v této technické komisi zastoupen. Práce se zúčastňují také vládní i nevládní mezinárodní organizace, s nimiž ISO navázala pracovní styk. ISO úzce spolupracuje s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech záležitostech normalizace v elektrotechnice. (ISO/TS 16949, 2009, s. 15)

Základnou koncepcí ISO je čtveřice celosvětově respektovaných norem:

- ISO 9000:2015 (Systémy managementu kvality – Základy a slovník)
Tato mezinárodní norma uvádí základní pojmy, zásady a slovník pro systémy managementu kvality a je také podkladem pro jiné normy systému managementu kvality. Tato mezinárodní norma má pomoci uživatelům pochopit základní pojmy, zásady a slovník managementu kvality, aby byli schopni efektivně a účinně zavádět systém managementu kvality a získat hodnotu z jiných norem systému managementu kvality.
- ISO 9001:2015 (Systémy managementu kvality – Požadavky)
Tato mezinárodní norma využívá procesní přístup, který zahrnuje cyklus Plánuj – Dělej – Kontroluj – Jednej (PDCA) a zvažování rizik.
- ISO 9004:2009 (Řízení organizací k udržitelnému úspěchu – přístup managementu kvality)

Tato mezinárodní norma poskytuje návod, který má sloužit jako podpora při dosahování udržitelného úspěchu jakékoli organizace působící v komplexním, náročném a stále se měnícím prostředí přístupem managementu kvality.

- ISO 19011:2011 (Systémy managementu – Směrnice pro auditování systémů managementu)

Tato mezinárodní norma nestanovuje požadavky, ale poskytuje návod k řízení programu auditů, plánování a provádění auditů systému managementu, i ke kompetencím a hodnocení auditora a týmu auditorů.

Kromě těchto základních existuje relativně početná doplňková řada norem ISO 10000, které se orientují na návody jak naplňovat konkrétní požadavky normy ISO 9001.

1.1.2 Koncepce odvětvových standardů

Tato koncepce standardů se vyznačuje se různými přístupy, které však mají jeden společný znak - jsou náročnější než požadavky definované normami ISO řady 9000. Dnes jsou uplatňovány tzv. ASME kódy pro oblast těžkého strojírenství, speciální směrnice AQAP pro zabezpečování jakosti v rámci NATO, předpisy QS 9000, VDA 6 a ISO/TS 16949 pro systémy jakosti dodavatelů automobilového průmyslu atd.

Podle Nenadála (2016, s. 14 – 15) je v českých podnicích nejrozšířenějším odvětvovým standardem norma ISO/TS 16949, vymezující požadavky na systémy řízení kvality v dodavatelském řetězci automobilového průmyslu. Tento předpis zahrnuje všechny požadavky normy ISO 9001 a kromě toho stanovuje i mnohé další požadavky, které jsou pro automobilový průmysl zásadní.

1.1.3 Koncepce TQM

Přestože se tato myšlenka zrodila v 50. letech v USA (základní myšlenky lze nalézt u Armanda Feigenbauma a dále je rozvíjeli Joseph M. Juran, W. Edwards Deming a další), koncepce vznikla v 70. letech v Japonsku a na rozdíl od koncepce ISO a koncepce oborových standardů není svázána s normami, ale je otevřeným systémem absorbujícím vše pozitivní, co by mohlo být využito pro rozvoj podniku. Podstatou této koncepce je neustálé zlepšování a zdokonalování v jednotlivých útvarech podniku. Důraz je kladen nejen na spokojenost zákazníků, ale i pracovníků.

Nenadál a kol. (1998, s. 30) uvádí některé základní principy TQM:

- orientaci na zákazníka
- neustálé zlepšování
- účast všech
- sociální ohleduplnost

1.2 Sedm základních nástrojů managementu jakosti

Skupinu sedmi základních nástrojů managementu jakosti tvoří jednoduché statistické a grafické metody, které mají své nezastupitelné místo i v rámci cyklu zlepšování výkonnosti procesů známého pod zkratkou DMAIC [(D) Definování – (M) Měření – (A) Analýza – (I) Zlepšování – (C) Kontrola (regulace)]. Tento cyklus vytváří metodický rámec pro zlepšování výkonnosti procesů při uplatňování metodiky Six Sigma, resp. Lean Six Sigma. Hlavními cíli ve fázi (D) jsou definování procesu, zákazníka a jeho požadavků na výstup procesu, odhad předpokládaných ekonomických přínosů projektu zlepšení. Ve fázi (M) je cílem měření stávající výkonnosti procesu, ve fázi (A) je to analýza procesu s cílem stanovit kořenové příčiny nízké výkonnosti procesu či výskytu chyb. Fáze (I) představuje volbu, přípravu a realizaci opatření ke zlepšení výkonnosti procesu. Cílem fáze (C) je udržování procesu na nově dosažené úrovni výkonnosti. (Nenadál a kol., 2008, s. 298-299)

Fáze	Metody	Fáze	Metody
Definování (D)		Měření (M)	<ul style="list-style-type: none"> • Vývojové diagramy • Paretův diagram • Ishikawův diagram • Kontrolní tabulky a záznamníky • Regulační diagramy
Analýza (A)	<ul style="list-style-type: none"> • Bodový diagram • Paretův diagram • Ishikawův diagram 	Zlepšování (I)	<ul style="list-style-type: none"> • Vývojové diagramy • Paretův diagram • Ishikawův diagram • Kontrolní tabulky a záznamníky • Regulační diagramy
Kontrola a regulace (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Bodový diagram • Histogram • Kontrolní tabulky a záznamníky • Paretův diagram • Regulační diagramy 		

Obrázek 2 - Zařazení základních nástrojů managementu jakosti do cyklu DMAIC

Zdroj: Nenadál a kol., 2008, s. 299

1.2.1 Vývojové diagramy

Vývojové diagramy slouží k názornému grafickému zobrazení posloupnosti a vzájemné návaznosti všech kroků určitého procesu. (Plura, 2001, s. 192)

Podle Nenadála (2008, s. 306) je vývojový diagram orientovaný graf, který má jeden začátek a jeden konec. Je to velmi účinný nástroj při:


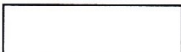
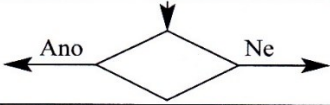



- vysvětlování procesu zákazníkům nebo uživatelům při prokazování jakosti;
- vysvětlování propojení mezi činnostmi procesu novým pracovníkům;
- odhalování a objasňování vazeb mezi útvary, které se podílí na určitém procesu;
- odhalování různých chyb a nedostatků v procesu a následném navrhování zlepšení;
- porovnání skutečného a ideálního průběhu procesu.

Vývojové diagramy můžeme rozdělit do tří základních typů, a to:

- lineární diagram,
- diagram vstup/výstup,
- integrovaný diagram.

Při sestavování vývojového diagramu je důležité dodržovat jednoduché zásady a pravidla, mezi které Nenadál (2008, s. 307) zařadil následující:

1. Sestavovat vývojový diagram v týmu.
2. Zvolit vhodně základní otázky. Vyvarovat se však otázky typu „Proč?“.
3. Proces popsat jednoduše, stručně a přehledně.
4. Popisy všech činností udržet na stejné úrovni podrobnosti a jazykové formy.
5. Správně identifikovat rozhodování.
6. Snažit se umístit diagram pouze na jednu stránku.
7. Využívat jednotnou symboliku.
8. Používat jeden blok začátku a jeden blok konce.
9. Zobrazit, kterým směrem je proces orientován.

Symbol	Význam
	Spojka, přechod na jinou část nebo pokračování vývojového diagramu
	Výkon operace, činnost
	Rozhodovací proces vždy jeden vstup a jen dva výstupy
	Subproces popsáný v jiném subdiagramu
	Začátek nebo konec procesu
	Dokument

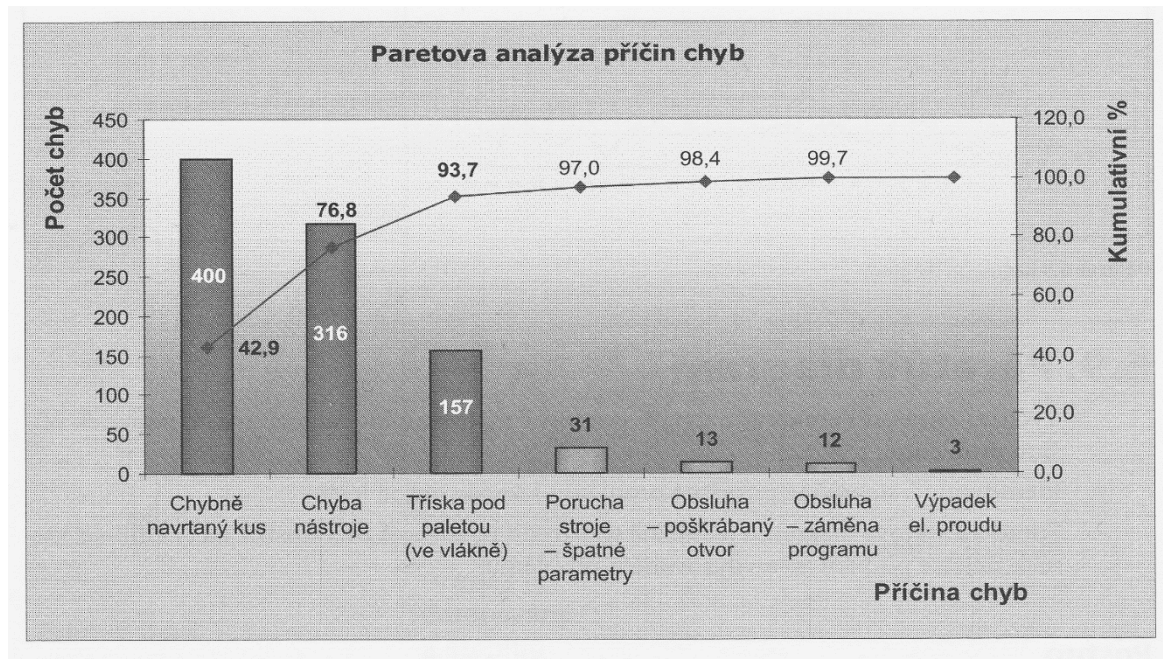
Obrázek 3 – Symboly používané při tvorbě vývojových diagramů a jejich význam

Zdroj: Nenadál a kol., 2008, s. 308

1.2.2 Paretův diagram

Dalším důležitým nástrojem kvality je podle Plury (2001, s. 200) Paretův diagram. Tento diagram získal své pojmenování podle italského sociologa a ekonoma Vilfreda Pareta, který v 19. století popsal nerovnoměrné rozdělení bohatství mezi obyvateli, přesněji řečeno, že 80 % bohatství vlastní pouze 20 % lidí. Americký odborník na jakost Joseph Moses Juran později transformoval tento princip do oblasti řízení jakosti.

Využití Paretovy analýzy je nejen podle Nenadála (2008, s. 308 – 312) v oblasti managementu jakosti mnohostranné, ať už jde o analýzu počtu neshodných výrobků a jejich druhů, analýzu příčin výroby neshodných výrobků, analýzu reklamací z hlediska nákladů nebo důvodů reklamací, analýzu příčin prostojů strojů či analýzu opotřebování náradí.



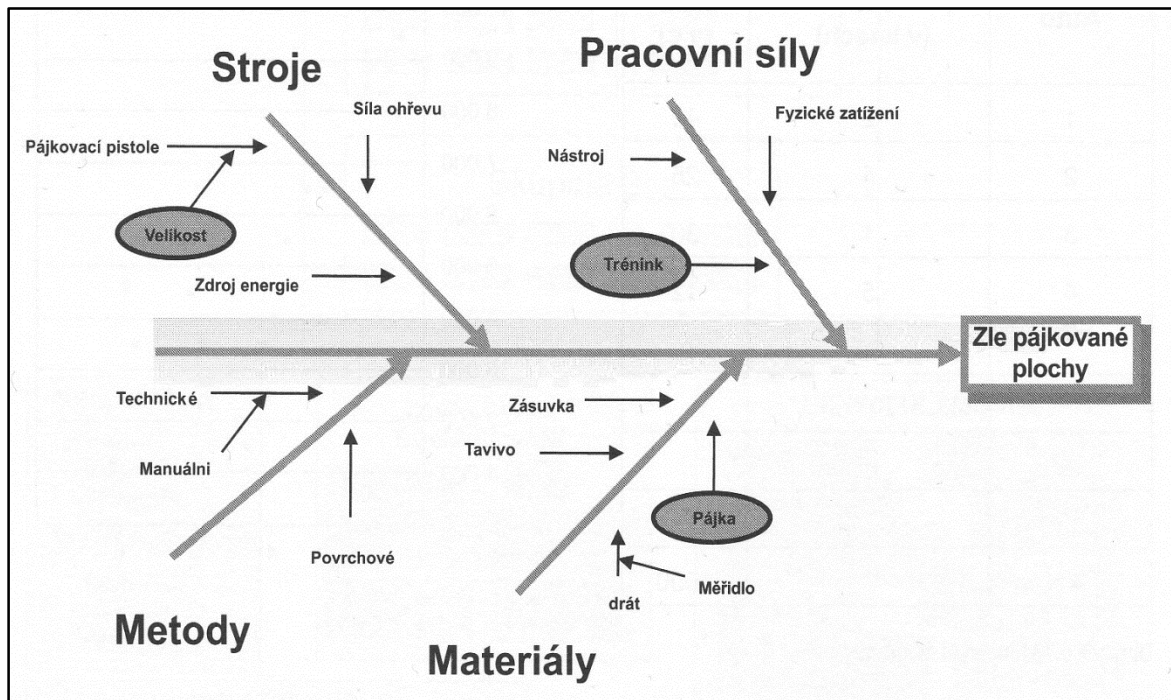
Obrázek 4 – Paretův diagram

Zdroj: Košťuriak a kol., 2010, s. 190

1.2.3 Ishikawův diagram

Nenadál a kolektiv (2008, s. 313 – 3014) popisují Ishikawův diagram jako grafický nástroj, který logicky zobrazuje příčiny daného následku. Tento diagram zobrazuje relace mezi problémy a možnými příčinami jejich vzniku. Jednotlivé větve tohoto stromčkového diagramu tvoří různé vlivy, které mohou působit na proces a tím zapříčinit problém neboli následek.

Nezbytným předpokladem pro efektivní zpracování diagramu je týmová práce s využitím brainstormingu, při kterém musí být zaznamenán každý nápad možné příčiny čitelně, jasně a stručně. Zároveň je zakázána kritika nápadů. Následně se zhodnotí veškeré návrhy a určí se nejpravděpodobnější možná příčina, která se dále analyzuje.



Obrázek 5 – Ishikawův diagram

Zdroj: Košťuriak a kol., 2010, s. 191

1.2.4 Kontrolní tabulky a záznamníky

Integrovaným prvkem systému managementu jakosti je informační systém o jakosti, jehož velkou část tvoří dokumentace prvotních údajů o jakosti. Na správnosti sběru a záznamu prvotních dat o jakostních parametrech, vadách, příčinách odchylek od očekávané variability procesu závisí úspěšnost aplikace ostatních metod řízení a zlepšování jakosti. Kontrolní tabulky a záznamníky slouží k ručnímu sběru a záznamu prvotních dat o procesu spolehlivým, organizovaným způsobem. (Nenadál a kol., 2008, s. 299)

Chceme-li, aby kontrolní tabulky usnadňovaly prvotní sběr a záznam dat a aby poskytly prvotní informace o procesu, je při jejich tvorbě nutné dodržet následující principy:

- princip stratifikace;
- princip jednoduchosti a standardizace;
- princip vizuální interpretace. (Nenadál a kol., 2008, s. 300)

Při plánování sběru dat je potřeba vycházet z toho, jaké informace je potřeba získat, přičemž vypovídací schopnost informace nezávisí jen na počtu získaných údajů, ale zejména na vhodné volbě sledovaných parametrů. Vzhledem k tomu, že informace získané na zá-

kladě shromážděných údajů představují důležitý prostředek poznání a výchozí předpoklad kvalifikovaných rozhodnutí, je potřeba se vyvarovat informací, které jsou:

- neúplné, tj. informace získané na základě neúplných údajů;
- opožděné, tj. informace, které vzhledem k pozdnímu zpracování údajů nejsou k dispozici včas;
- zkreslené, tj. informace získané na základě nesprávně zjištěných, nesprávně identifikovaných nebo nesprávně zpracovaných údajů. (*Plura, 2001, s. 199*)

Základem tvorby kontrolních tabulek je princip stratifikace. Jde o proces třídění dat podle zvolených hledisek nebo jejich kombinací. Typickými hledisky pro stratifikaci provozních dat jsou druhy vad, poloha nebo místo výskytu vady, stroj, pracovník, výrobní linka, směna, druh materiálu, časový úsek, technologické parametry, použité měřicí přístroje apod. Cílem stratifikace je oddělit data z různých zdrojů tak, aby bylo možné určit rychle a jednoznačně původ každé položky dat a aby tak byl urychlen proces vyhledávání příčin neshod a problémů. (*Nenadál a kol., 2008, s. 300*)

Způsob zápisu musí být jednoduchý a jasný, aby jej zvládl bez chyb každý pracovník. Zjednodušení je charakterizováno použitím čárek nebo značek a symbolů místo čísel nebo textových charakteristik. Umožňuje mj. záznam velkého počtu dat do jedné tabulky. (*Nenadál a kol., 2008, s. 300*)

Již ve fázi sběru dat je třeba data uspořádat tak, aby záznam byl ihned interpretovatelný či dále použitelný jako vstup pro zpracování pomocí dalších statistických a grafických nástrojů a aby nebylo nutné data přepisovat do dalších formulářů (při tomto procesu by mohlo dojít k náhodnému či záměrnému zkreslení prvotní informace). (*Nenadál a kol., 2008, s. 300*)

Cílem standardizace je předcházení možnosti vzniku chyb při záznamu, popř. při přepisování, interpretaci a ukládání dat, dále minimalizace potřeby přepisování dat, poskytnutí ucelené informace o analyzovaném procesu a přispění k rychlejšímu odhalení příčiny problému. (*Nenadál a kol., 2008, s. 300*)

Postup při tvorbě kontrolní tabulky lze shrnout do následujících kroků:

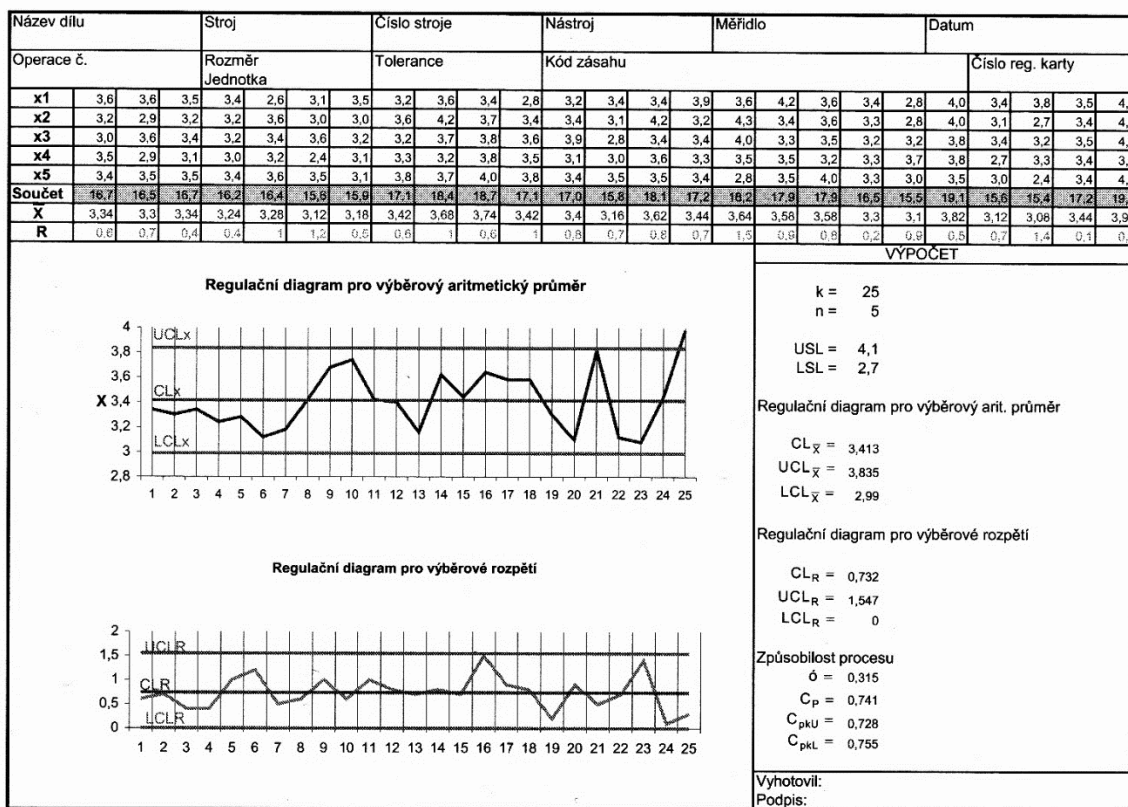
1. Identifikace konečných cílů a opatření (na které otázky chceme dostat odpověď a jaká rozhodnutí mají být přijata), identifikace typu dat, jejichž sběr má být proveden.

2. Identifikace všech faktorů a hledisek, podle kterých je třeba stratifikovat sledovaná data s cílem odhalit příčiny problému.
3. Identifikace časového úseku a podmínek pro seriózní sběr dat, odhad maximálního počtu dat na jednu tabulku, stanovení rozsahu výběrů, vhodných okamžiků sběru a záznamu dat.
4. Volba způsobu záznamu dat (číslem, čárkou, symbolem).
5. Vytvoření kontrolní tabulky tak, aby umožnila snadný a jednoduchý sběr, záznam, popř. přepis a interpretaci dat. Každá tabulka má mít tyto části:
 - a) hlavičku s identifikačními údaji,
 - b) vlastní tabulkovou část pro záznam dat (tak, aby záznam dat byl co nejjednodušší, nejrychlejší, nejúplnější, odolný vůči chybám, aby dal prvotní vizuální informaci o analyzovaném procesu).
6. Testování navržené tabulky v praktických podmínkách.
7. Proškolení pracovníků, kteří budou provádět sběr a záznam dat, aby se předešlo nesprávnému používání tabulky a nepřesné interpretaci dat.
8. Sběr dat (nutné zajisti, aby byla zaznamenávána všechna data, nejen příznivé hodnoty, a to čitelně).
9. Interpretace dat a využití zjištěné informace pro rozhodování.

(Nenadál a kol., 2008, s. 301 - 302)

1.2.5 Regulační diagram

Regulační diagram představuje graf zobrazující dynamické změny vybraných ukazatelů kvality v čase, v závislosti na systematických vlivech. Využívá se pro analýzu a též pro kontrolu a řízení procesů. Jeho cílem je dostat výrobní proces pod statistickou kontrolu, aby kvalita procesu byla předvídatelná a bylo možné posoudit, do jaké míry budou splněny požadavky zákazníka. Považuje se za osvědčený prostředek při zlepšování kvalitativních parametrů produkce a při prevenci chyb. Zároveň napomáhá zabránit zbytečnému, respektive nepotřebnému nastavování zařízení v případě, že je příslušný proces stabilní. Využívá se při opakovaných procesech, když při relativně stabilních podmínkách výroby působí i další vlivy, které se považují za náhodné vlivy. *(Košturiak a kol., 2010, s. 187)*



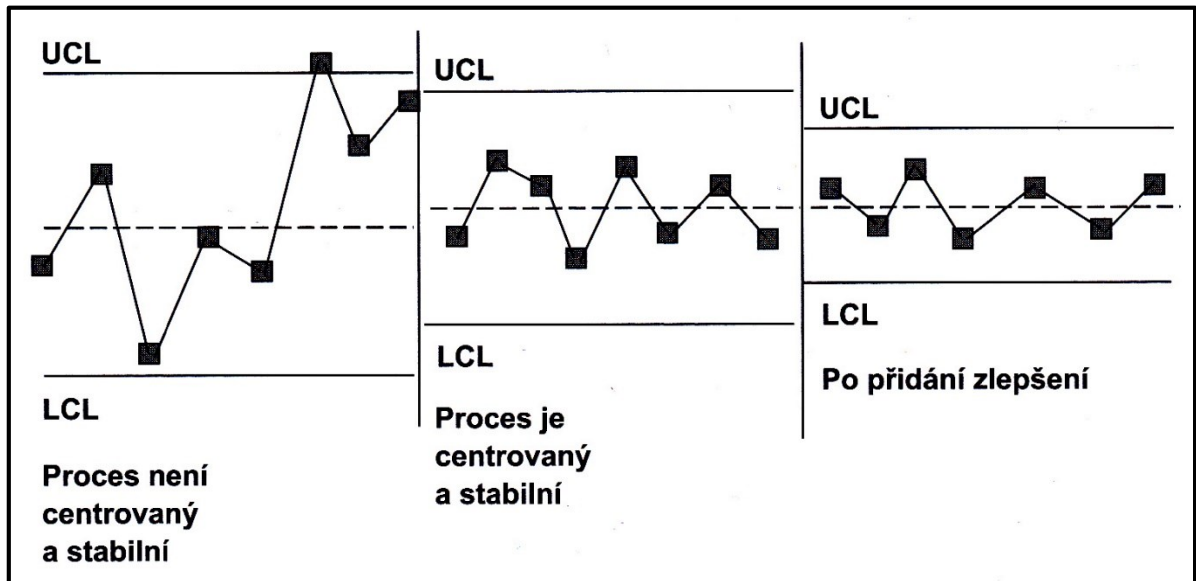
Obrázek 6 – Regulační diagram

Zdroj: Košturiak a kol., 2010, s. 189

Samotná statistická kontrola procesu však nezajišťuje, že v procesu nebudou vznikat neshodné výrobky. To je potřeba posoudit hodnocením způsobilosti procesu, při kterém se ověřuje, zda přirozená variabilita procesu vyhovuje předepsaným kritériím jakosti, obvykle předepsaným tolerančním mezím. (Plura, 2001, s. 214)

Pro použití regulačních diagramů je možno využít norem ISO, které definují jednak používanou terminologii, jednak popisují metodu jako takovou.

Regulační diagramy mohou při řádné aplikaci být použity operátory pro plynulou regulaci procesu a umožnit, aby proces dosáhl vyšší jakosti, nižších nákladů na jednotku a vyšší reálné kapacity. Mohou pomoci k tomu, aby proces pracoval v souladu s požadavky a byl predikovatelný z hlediska jakosti a nákladů. Dále poskytují společný jazyk pro diskuzi o výkonu procesu a jsou vhodné ve snaze odlišit zvláštní příčiny kolísání procesu od náhodných příčin a tím ukázat na potřebu lokálního opatření nebo opatření v systému. (ČSJ, 1999, s. 28)



Obrázek 7 – Hodnocení procesu pomocí regulačních mezí

Zdroj: Košturiak a kol., 2010, s. 188

1.2.6 Bodový diagram

Bodový diagram představuje grafické zobrazení závislosti dvou náhodných proměnných.

Pomocí bodového diagramu lze posuzovat například vzájemnou souvislost mezi dvěma znaky jakosti výrobku, souvislosti mezi určitým znakem jakosti výrobku a jednotlivými parametry procesu, posuzovat jak dalece údaje měřidla odpovídají referenčním hodnotám apod. (Plura, 2001, s. 210)

1.2.7 Histogram

Prvotní data, získaná obvykle ve formuláři pro sběr údajů v tabelární formě, dávají jen hrubou představu o sledovaném znaku jakosti. Tuto představu poněkud zlepšují vypočtené statistické charakteristiky polohy a variability, například aritmetický průměr a směrodatná odchylka, ale podrobnější informace o „struktuře“ naměřených dat lze získat až jejich grafickým zobrazením pomocí histogramu. (Plura, 2001, s. 205)

Histogram je sloupcový graf se sloupci většinou stejné šířky, kde základna jednotlivých sloupců odpovídá šířce třídního intervalu h a výška sloupců většinou vyjadřuje četnosti

hodnot sledované veličiny (např. počet vad určitého druhu. Každý interval je definován dolní a horní hranicí x_D a x_H . (Nenadál a kol., 2008, s. 302)

Sestrojení histogramu lze shrnout do následujících kroků:

1. Výpočet rozpětí souboru R .
2. Stanovení počtu a šíře intervalů.
3. Sestavení tabulky četností.
4. Stanovení hranic intervalů.
5. Stanovení středů intervalů (třídních znaků).
6. Přiřazení naměřených hodnot do jednotlivých intervalů v tabulce četností pomocí čárkovací metody.
7. Sestrojení vlastního histogramu.

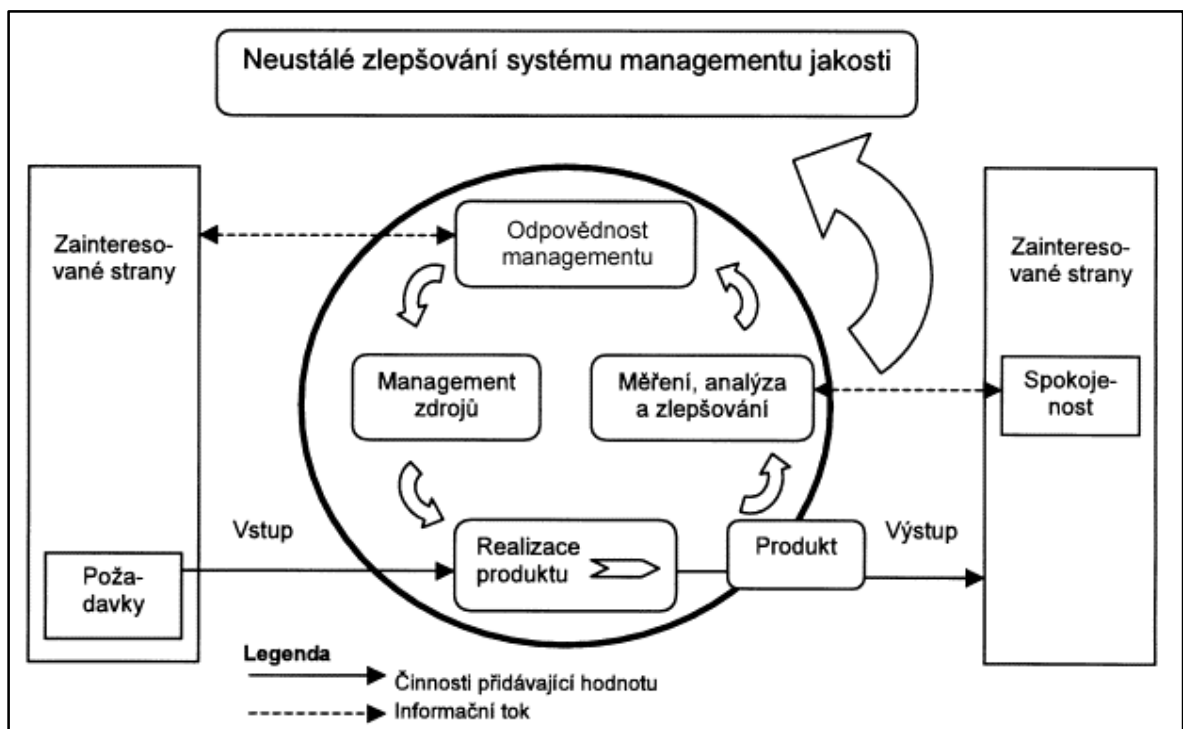
(Nenadál a kol., 2008, s. 303)

2 JAKOST DLE ISO/TS 16949

Podle normy ISO/TS 16949 by mělo být zavedení systému managementu kvality strategickým rozhodnutím organizace. Návrh a implementace systému managementu kvality organizace jsou ovlivňovány:

- prostředím, ve kterém organizace pracuje, jeho změnami a riziky spojenými s tímto prostředím,
- jejími měnícími se potřebami,
- jejími konkrétními cíli,
- poskytovanými produkty,
- používanými procesy,
- velikostí a strukturou organizace.

(ISO/TS 16949, 2009, s. 19)



Obrázek 8 – Neustálé zlepšování systému managementu jakosti

Zdroj: ISO/TS 16949, 2009, s. 24

V souladu s požadavky této mezinárodní normy musí organizace vytvořit, dokumentovat, implementovat a udržovat systém managementu kvality a neustále zlepšovat jeho efektivnost.

Organizace musí

- a) určovat procesy potřebné pro systém managementu kvality a dále stanovit, jak jsou tyto procesy v rámci celé organizace aplikovány,
- b) určovat posloupnost a vzájemné působení těchto procesů,
- c) určovat kritéria a metody potřebné pro zajištění efektivního fungování a řízení těchto procesů,
- d) zajišťovat dostupnost zdrojů a informací nezbytných pro podporu fungování těchto procesů a pro jejich monitorování,
- e) monitorovat, tam, kde je to možné, měřit a analyzovat tyto procesy a
- f) uplatňovat opatření nezbytná pro dosažení plánovaných výsledků a pro neustálé zlepšování těchto procesů.

(ISO/TS 16949, 2009, s. 36 – 37)

2.1 Plán kontroly a řízení

Podle mezinárodní normy ISO/TS 16949 musí firma vypracovat pro všechny své vyráběné produkty plány kontroly a řízení, ve kterých musí být uveden přehled všech kontrol použitých pro řízení výrobního procesu, metody pro monitorování řízení zvláštních znaků stanovených zákazníkem i organizací, informace požadované zákazníkem a iniciovat specifikované plány reakce, jestliže se proces stane nestabilním nebo statisticky nezpůsobilým. Tyto plány musí přezkoumávat a aktualizovat, pokud nastane jakákoli změna, která by mohla ovlivnit produkt, výrobní proces, měření, logistiku, dodavatelské zdroje nebo FMEA. Po přezkoumání a aktualizaci plánu může být požadováno jeho schválení zákazníkem.

(ISO/TS 16949, 2009, s. 88 – 89)

2.1.1 Etapy plánu kontroly a řízení

Plán kontroly musí zahrnovat podle vhodnosti tři rozdílné etapy:

- Prototyp – popis měření rozměrů, zkoušek materiálu a funkčních vlastností, které se provádějí při realizaci prototypu.
- Ověřovací série – popis měření rozměrů, zkoušek materiálu a funkčních vlastností, které se provádějí po etapě prototypu a před sériovou výrobou.
- Sériová výroba – dokumentace znaků produktu / procesu, nástrojů řízení procesu, zkoušek systémů měření, které se provádějí v průběhu hromadné výroby.

(ISO/TS 16949, 2009, s. 123)

2.1.2 Prvky plánu kontroly a řízení

Plán kontroly a řízení musí podle normy obsahovat alespoň tyto údaje:

- 1) Všeobecná data
 - číslo plánu kontroly a řízení,
 - datum vydání, popř. datum revize,
 - informace od zákazníka,
 - název organizace / označení výrobního místa,
 - číslo (čísla) dílu,
 - název / popis dílu,
 - stav technických změn,
 - uplatněná etapa (prototyp, ověřovací série, sériová výroba),
 - kontakt na klíčové osoby,
 - číslo dílu / operace procesu,
 - název procesu / popis operace.
- 2) Kontrola produktu
 - zvláštní znaky týkající se produktu,
 - jiné kontrolní znaky (číslo, produkt nebo proces),
 - specifikace / tolerance.
- 3) Řízení procesu
 - parametry procesu,
 - zvláštní znaky týkající se procesu,

- stroje, přípravky, upínací přípravky, nástroje pro výrobu.
- 4) Metody
- metody hodnocení měření,
 - ochrana proti chybám,
 - rozsah a četnost výběru,
 - metoda řízení.
- 5) Plán reakce a nápravné opatření
- plán reakce (uvedený přímo nebo odkazem),
 - nápravné opatření.

(ISO/TS 16949, 2009, s. 124 – 125)

2.2 Řízení monitorovacího a měřicího zařízení

Norma nařizuje, že organizace musí určovat monitorování a měření, které bude prováděno, a monitorovací a měřicí zařízení, které je potřebné pro poskytování důkazů o shodě produktu se stanovenými požadavky. Zároveň musí stanovovat procesy, které zajistí, že monitorování a měření může být prováděno a je prováděno způsobem, který je v souladu s požadavky na monitorování a měření. *(ISO/TS 16949, 2009, s. 97- 98)*

V případě, že je nezbytné zajistit platné výsledky, musí být měřicí zařízení

- a) ve specifikovaných intervalech nebo před použitím kalibrováno nebo ověřováno nebo obojí, podle etalonů navázaných na mezinárodní nebo národní etalony; v případě, že takové etalony neexistují, musí se základ použitý pro kalibraci nebo ověřování zaznamenat,
- b) justováno nebo podle potřeby opakovaně justováno,
- c) identifikováno tak, aby bylo možné určit stav kalibrace,
- d) zabezpečeno před takovým seřizením, které by narušilo platnost výsledku měření,
- e) chráněno před poškozením a znehodnocením v průběhu manipulace, údržby a skladování.

(ISO/TS 16949, 2009, s. 98)

Pokud organizace zjistí, že měřicí zařízení neodpovídá požadavkům, musí přijmout nápravná opatření a posoudit platnost předchozích výsledků měření.

2.2.1 Analýza systému měření

Pro analyzování variability výsledků každého typu měřicích a zkušebních systémů se musí provádět statistické studie. Tento požadavek platí pro systémy měření, na něž je odkaz v plánu kontroly a řízení. Použité analytické metody a přijímací kritéria se musí shodovat s metodami a kritérii uvedenými v příručkách zákazníka, které se používají při analýze systémů měření. Mohou se používat i jiné analytické metody přijímací kritéria, pokud je schválí zákazník. *(ISO/TS 16949, 2009, s. 99 – 100)*

2.2.2 Záznamy o kalibraci / ověřování

Záznamy o kalibraci / ověřování všech měřidel, měřicích a zkušebních zařízení potřebných pro poskytnutí důkazu o shodě produktu se stanovenými požadavky, včetně měřidel zaměstnanců a zákazníků, musí obsahovat

- identifikaci zařízení, včetně návaznosti na etalony, podle nichž je zařízení kalibrováno,
- revize po technických změnách,
- jakékoli hodnoty zjištěné při kalibraci / ověřování, neodpovídající specifikaci,
- posuzování vlivu podmínek neodpovídajících specifikaci,
- vyjádření o shodě se specifikací po kalibraci / ověřování a
- oznámení zákazníkovi, jestliže byl expedován podezřelý produkt nebo materiál.

(ISO/TS 16949, 2009, s. 100 – 101)

2.2.3 Požadavky na laboratoř

Laboratoř organizace musí mít stanovenou oblast působnosti, která zahrnuje její způsobilost provádět požadované kontrolní, zkušební nebo kalibrační služby. Zároveň musí specifikovat a uplatňovat alespoň tyto technické požadavky na přiměřenost laboratorních postupů, odbornou způsobilost pracovníků laboratoře, zkoušení produktu, způsobilost provádět tyto zkoušky správně, v návaznosti na příslušné normy procesu a přezkoumání příslušných záznamů. *(ISO/TS 16949, 2009, s. 101)*

3 ANALÝZA SYSTÉMŮ MĚŘENÍ (MSA)

Analýza systémů měření (MSA) je soubor postupů pro vyhodnocení nastaveného systému měření. MSA vychází z měření kvality v automobilovém průmyslu a stala se součástí normy QS 9000, přesněji 3. vydání. Sama o sobě je MSA analytická technika pro posouzení systému měření, která je však součástí nějakého systému řízení jakosti - buď podle zmiňované normy QS 9000, nebo jiné normy či celostní metody řízení kvality (TQM, Six Sigma). (*Management Mania*, © 2017)

Metoda MSA se používá pro hodnocení jak samotného měřidla (např. kalibrovaného měřidla), tak na posouzení celého systému měření. Metoda se zaměřuje na analýzu zdrojů nejistot v celém procesu měření, protože vychází z předpokladu, že pro měření nestačí mít jen přesné měřidlo, ale vliv mohou mít i jiné faktory a proto hodnotí měřicí systém jako celek. Cílem je zjistit vliv různých faktorů na variabilitu výsledků měření, tedy jaký mají faktory v celém procesu měření vliv na proměnlivost výsledků (například operátora). Metoda MSA proto využívá a obsahuje další statistické metody a techniky. Klade důraz na opakovatelnost a reprodukovatelnost měření (R&R - Repeatability and Reproducibility). Hlavním cílem této metody je vylepšení přesnosti celého systému měření. (*Management Mania*, © 2017)

4 STATISTICKÁ REGULACE PROCESU (SPC)

Statistická regulace procesu je jedním z největších technologických postupů ve 20. století, protože je založena na spolehlivých základních principech, je snadno použitelná, má významný dopad a může být aplikována na jakýkoli proces. (*Montgomery, 2009, s. 180*)

Principy statistické regulace procesu zformuloval ve dvacátých letech minulého století W. A. Shewhart, který také poprvé prakticky aplikoval diagramy známé jako klasické Shewhartovy regulační diagramy. Podstatou je bezprostřední, pravidelná a průběžná výběrová kontrola kvality procesů založená na matematicko-statistickém hodnocení kvality. Dává podněty k operativním zásahům do procesu a umožňuje tak okamžitě zlepšit proces, a dokonce předejít nevyhovující kvalitě. (*Jarošová a Noskiewičová, 2015, s. 16*)

Statistická regulace procesu tedy představuje preventivní nástroj řízení jakosti, neboť na základě včasného odhalování významných odchylek v procesu od předem stanovené úrovně umožňuje realizovat zásahy do procesu s cílem udržovat jej dlouhodobě na přípustné a stabilní úrovni. (*Tošenovský a Noskiewičová, 2000, s. 165*)

Podle Jarošové a Noskiewičové (*2015, s. 16*) jsou cíle statistické regulace procesu následující:

- dosažení stavu, kdy je proces statisticky stabilní (zvládnutý);
- udržení procesu na stabilní a požadované úrovni;
- předcházení neshodným výrobkům;
- rozlišování mezi náhodnými a zvláštními příčinami variability procesu;
- rychlý zásah do procesu v případě působení zvláštních příčin;
- vytvoření podmínek pro hodnocení způsobilosti a zlepšování procesu;
- dokumentování procesu pro zákazníka.

4.1 Hlavní nástroj statistické regulace procesu

Hlavním nástrojem statistické regulace procesu je regulační diagram, který byl již popsán v kapitole 1.5.

Rozhodnutí o tom, zda proces je nebo není statisticky zvládnutý, umožňují tři základní kritéria – centrální přímka CL, dolní regulační mez LCL a horní regulační mez UCL. Cen-

trální přímkou odpovídá tzv. referenční (požadované) hodnotě použité znázorňované charakteristiky. Tato referenční hodnota může být definována několika způsoby:

- a. jako odhad z hodnot regulované veličiny získaných v podmínkách statisticky zvládnutého procesu (používá se, když parametry rozdělení sledované veličiny nejsou známy);
- b. jako nominální hodnota (např. jmenovitá hodnota nebo hodnota daná technickým předpisem); tento způsob je vhodný v případě, kdy proces lze jednoduše seřadit na tuto hodnotu;
- c. jako hodnota založená na minulých zkušenostech s daným výrobním procesem.

(Jarošová a Noskiewičová, 2015, s. 19)

Regulační meze UCL a LCL se nazývají také akční meze. Vymezují pásmo působení pouze náhodných příčin variability a jsou základním rozhodovacím kritériem, zda učinit zásah do procesu, či nikoliv. Regulační meze jsou stanoveny statisticky, nelze je zaměňovat s tolerančními mezemi. V klasických Shewhartových regulačních diagramech jsou tyto meze většinou stanoveny ve vzdálenosti 3sigma (směrodatná odchylka) dané výběrové charakteristiky na obě strany od centrální přímkou. *(Jarošová a Noskiewičová, 2015, s. 19)*

Regulační diagram se nejčastěji aplikuje v následujících krocích:

- V pravidelných kontrolních intervalech se ze sledovaného procesu realizují výběry velikosti n , které mají charakter logické podskupiny.
- Z každé n -tice zjištěných hodnot ve výběru se vypočte hodnota zvolené testové charakteristiky (výběrový průměr, výběrová směrodatná odchylka, výběrový medián, výběrové rozpětí, počet neshodných jednotek v podskupině, počet neshod na jednotku v podskupině apod.). Pro $n = 1$ představují hodnoty testové statistiky jednotlivé naměřené hodnoty sledovaného znaku kvality.
- Tyto hodnoty testové statistiky se chronologicky zakreslují do regulačního diagramu.
- Zda je proces statisticky zvládnutý, je pak posuzováno dle polohy bodů v regulačním diagramu vůči UCL, LCL, CL. Pokud leží body uvnitř regulačních mezí a jsou rozloženy náhodně, lze považovat proces za statisticky zvládnutý. Pokud se nějaký bod či více bodů vyskytuje mimo regulační meze nebo body uvnitř mezí vytvářejí nenáhodná seskupení, nelze proces považovat za statisticky zvládnutý.

tý. Potom je nutné vyhledat zvláštní (neobvyklou) příčinu a její působení omezit či plně odstranit.

(Jarošová a Noskievičová, 2015, s. 23)

Podle Montgomeryho (2009, s. 7) lze dosáhnout zlepšení kvality snížením variability procesu a produktů. Nadměrná variabilita procesu vede často k plýtvání penězi, časem i úsilím.

Souhrnný důsledek všech zdrojů variability se nazývá chybou systému měření, nebo zkráceně „chybou“.

Při řízení produktu může variabilita systému měření mít za následek to, že dobrý díl bude označen jako špatný (chyba I. typu, riziko výrobce, zbytečný signál) nebo že špatný díl bude označen jako dobrý (chyba II. typu, riziko zákazníka, chybějící signál). Při řízení procesu má variabilita systému měření obdobné důsledky (označení náhodné příčiny za zvláštní nebo naopak označení zvláštní příčiny za náhodnou).

Kvalitu systému měření určují primárně statistické vlastnosti produkovaných údajů. Nejvíce se užívají dva ukazatelé – opakovatelnost a reprodukovatelnost (R&R).

Opakovatelnost (Repetability) je variabilita výsledků měření, které získáme jedním měřícím přístrojem a jedním pracovníkem pro opakované měření stejných charakteristik na stejném výrobku. Jde o variabilitu zařízení.

Reprodukovatelnost (Reproducibility) je variabilita průměrů měření prováděných různými pracovníky, ale stejným měřidlem při měření stejných charakteristik na stejném výrobku. Jde o variabilitu systému měření ovlivněnou lidským faktorem, variabilitu operátora.

Hodnoty ukazatelů R&R a dalších se vypočítávají různými metodami, při kterých jsou dané postupy i velikost měřeného vzorku.

Metoda rozpětí – minimální velikost vzorku je 5 ks výrobků a dva hodnotitelé měří každý výrobek jednou.

Metoda průměru a rozpětí – minimální velikost vzorku je 10 ks výrobků a tři hodnotitelé měří každý výrobek dvakrát.

Metoda ANOVA – minimální velikost vzorku je 10 ks výrobků a tři hodnotitelé měří každý výrobek dvakrát.

5 SCHOPNOSTI MĚŘIDEL

5.1 Posuvná měřidla

Posuvná měřítka (lidově také posuvky, „šuplery“) můžeme rozdělit do různých hledisek:

- dle zobrazení naměřené hodnoty (s digitálním ukazatelem naměřené hodnoty nebo s noniem – klasické mechanické s nutností odečtu ze stupnice)
- dle třídy přesnosti (digitální s dělením po 0,01 mm nebo 0,001 mm)
- popř. dle dalších jiných kritérií hodnocení (dle rozsahu, určení apod.)

U posuvných měřitek rozeznáváme 4 základní druhy měření:

- vnější měření: např. vnější průměr trubky, některé rozměry izolačních tělísek
- vnitřní měření: např. vnitřní průměr trubky, šířka vyfrézované drážky
- výškové (stupňové) měření: např. výška osazení kontaktů
- měření hloubek: např. hloubka vyfrézované drážky



Obrázek 9 – Posuvné měřítko

Zdroj: Kuboušek, © 2017

5.1.1 Náležitosti měření

Prvotním předpokladem správného měření je přesné vynulování posuvného měřítka. Při měření vnitřním a výškovém je nutno dbát na přesné doléhání měřících ploch měřítka na povrch měřeného předmětu tak, aby byla zaručena jejich vzájemná rovnoběžnost.

Měřicí plochy musí být naprosto čisté. Měřicí doteky nesmí být svírány / rozevírány násilím, ale pouze silou, která je nutná k jejich plynulému posuvu. Posuv měřících doteků je možný jen v případě uvolněného zajišťovacího šroubu.

5.2 Úchylkoměry

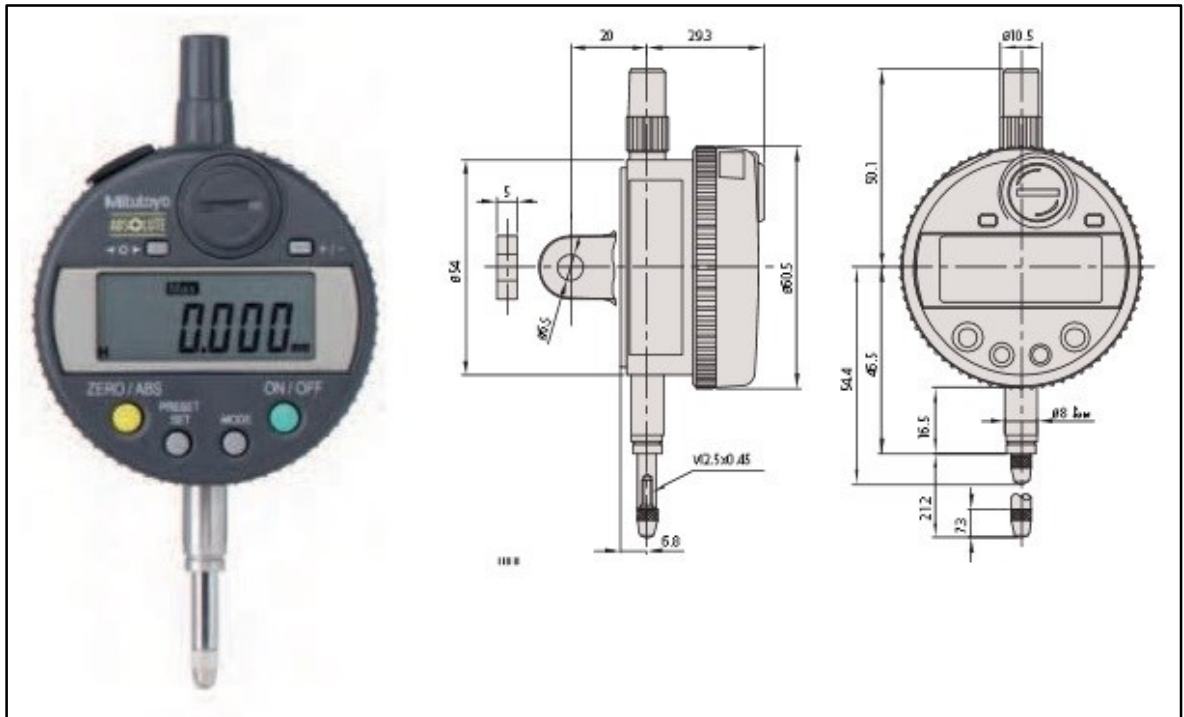
Jinak nazývané též hloubkoměry, výškoměry nebo měřící hodinky. Používají se k měření výškových rozdílů mezi jednotlivými rovinami nebo měřícími body (výška kontaktů vzhledem k povrchu tělíska), k měření rovinnosti povrchu (např. míra prohnutí izolačního tělíska) apod., kde je potřeba přesnost měření vyšší, než je možná při stejném měření pomocí např. posuvného měřítka.

Mohou být v provedení s digitálním ukazatelem nebo s odečítací „čárkovou“ stupnicí, různá může být i přesnost měřidla – měření s přesností na 1/10 mm, 1/100 mm nebo popř. i 1/1000 mm (většinou digitální přístroje), rozsah měření (do 1 mm, do 15 mm, do 25 mm atd.)

Stupnic může být více – hlavní s dělením např. po 1/100 mm, vedlejší stupnice s krokem po 1 mm a pomocná stupnice např. po 5 mm. Výsledná hodnota je pak dána součtem hodnot na jednotlivých stupnicích.

U naměřených hodnot je vždy nutno počítat s maximální úchylkou měřidla f_e . Ta je uvedena buď přímo na měřidle, nebo v katalogu výrobce a většinou činí 1 - 2 nejmenší zobrazitelné jednotky (např. u úchylkoměru s dělením stupnice 1/100 mm je nejčastěji $f_e = 0,02$ mm, což znamená, že např. údaj 6,76 mm může v krajním případě ve skutečnosti být 6,74 mm nebo také 6,78 mm).

Totéž však platí i pro ostatní měřidla (posuvná měřítka, mikrometry).



Obrázek 10 – Úchylkoměr

Zdroj: Kuboušek, © 2017

5.2.1 Náležitosti měření

Při měření je nutno si nejdříve nastavit výchozí měřící polohu (nulový bod u mechanického provedení, vynulování u digitálního přístroje). Přitom je nutno si zajistit pevný podklad měřeného objektu většinou jsou k dispozici k tomu účelu vyrobené speciální přípravky.

Následně je možné začít vlastní měření.

5.3 Mikrometrická měřidla

Mohou být stejně jako předcházející typy měřidel mechanická nebo digitální, s různými druhy stupnic, rozsahů a přesností. Jedná se o velice jemné mechanické konstrukce, a proto je nutno s nimi (stejně jako s ostatními měřidly) zacházet zvláště opatrně.

U mikrometrů je nutno obzvláště dbát na čistotu styčných měřících ploch. Ty jsou obvykle lapované a ručně leštěné. Neměly by se čistit jinak, než pomocí navlhčeného jemného hadříku.

Měřicí plochy se k sobě pohybují pomocí otáčivého pohybu prsty na vřetenu. K dotahování je povoleno používat pouze k tomu určenou „řehtačku“, nikdy ne taktéž se otáčející a pohybující pevný bubínek se stupnicí.



Obrázek 11 – Mikrometr

Zdroj: Kuboušek, © 2017

5.4 Siloměry

Siloměry jsou měřidla používaná ke zkoušení výtlačné a výtažné síly v Newtonech.

Před vlastním měřením je potřeba měřidlo vynulovat a nastavit funkci pro zapamatování naměřené hodnoty – u digitálního měřidla. U analogového měřidla se musí otočit ciferník hodnotou 0 pod ručičku ukazatele a červená zarážka před ručičku.

5.5 Měřicí mikroskopy

Mikroskopy jsou optická měřicí zařízení pro měření délkových rozměrů. Některé typy umožňují využívat více funkcí pro měření (např. vyrovnání, úhel, průměr, radius atd.). Před vlastním měřením je nutné správně nastavit zařízení – intenzitu světla, zaostření, mechanické vyrovnání měřeného kusu a správné upevnění kusu, aby se během měření nemohl pohnout.

5.6 3D měřicí přístroje

Souřadnicové měřicí přístroje představují jednu z nejvýznamnějších inovací v oblasti měření ve strojírenství, která byla vynucena zvyšující se potřebou měření v automobilovém a leteckém průmyslu a potřebou měření u NC strojů ve strojírenské výrobě.

Princip měření spočívá v tom, že se stanoví základní bod v prostoru a polohy dalších bodů na měřeném výrobku se měří formou souřadnicových rozměrů v osách X, Y a Z. Možnost určení základního bodu kdekoliv v pracovním prostoru je velkou výhodou oproti konvenčním metodám. Záznam měření se přímo odesílá do počítače, což usnadňuje zpracování dat.



Obrázek 12 – Souřadnicový měřicí stroj

Zdroj: Ramet, © 2017

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost XY s.r.o. byla založena v červnu 1992 jako dceřiná společnost anglické společnosti. XY s.r.o. je součástí korporace s ústředím v USA a se závody po celém světě. Je součástí japonské skupiny Kyocera Corporation.

Tato korporace se těší významným konkurenčním výhodám, včetně výhody výzkumu, výroby a podpory zákazníků ve více zemích světa. To zajišťuje zákazníkům co nejefektivnější rovnováhu dodávek a výrobních kapacit v reakci na jejich požadavky na skladové zásoby. Díky rozšířeným výzkumným a vývojovým střediskům v pěti lokalitách po celém světě, korporace udržuje a dále rozvíjí vztahy se zákazníky a plní jejich požadavky týkající se designu a technologií pro nové a moderní produkty, které splňují jejich speciální požadavky na konečné produkty.

XY s.r.o. nabízí široké portfolio výrobků. Vedle spotřebních aplikací se zaměřuje na specializované výrobky s velkou spolehlivostí a vysokou přidanou hodnotou (např. lékařská elektronika, automobilový, letecký i kosmický průmysl). *(Zdroj: internetové stránky společnosti XY, © 2017)*

V lanškrounském závodě pracuje přibližně 2000 zaměstnanců a je tak jedním z největších závodů na světě svého druhu. Další závody firmy XY s.r.o. se nachází v Uherském Hradišti a Bzenci. *(Zdroj: internetové stránky společnosti XY, © 2017)*

Závod ve Bzenci spadá v rámci korporace pod divizi německé společnosti, která vznikla v roce 1964 a připojila se ke skupině Kyocera Corporation v roce 1989.

Německá divize v dnešní době rozvíjí a vyrábí DIN-normami a zákazníkem specifické konektory, kontakty a izolační tělíska pro automobilový, elektrický, elektronický a telekomunikační průmysl. Další obchodní oblast tvoří osazování tištěných spojů v lisovací technice.

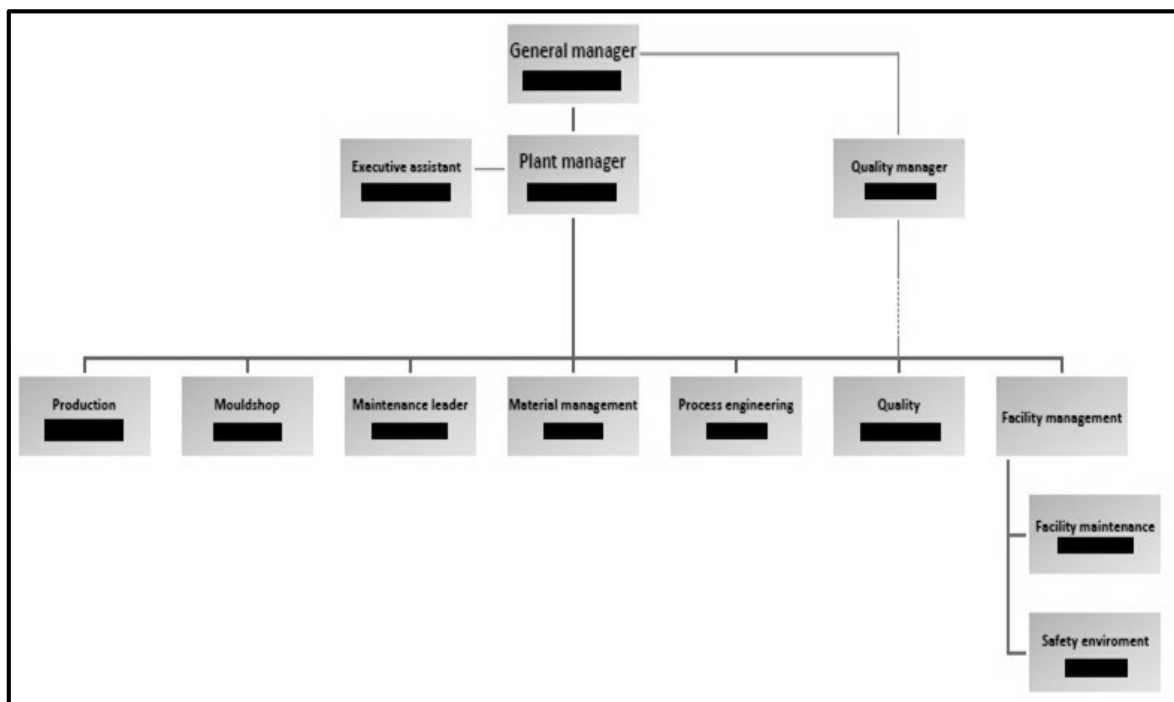
XY s.r.o., německá divize používá procesně-orientovaný systém managementu kvality podle DIN EN ISO 9001:2015 a pro automobilovou oblast podle ISO/TS 16949:2009. Pro analýzu procesů a jakosti společnost využívá základní nástroje kvality, jejichž výsledky prezentuje svým zákazníkům.

Ze strategického plánování, koncernových předpisů, zákaznických předpisů, platné legislativy a výsledků se odvozují obchodní, kvalitativní cíle a cíle životního prostředí. Tyto cíle tvoří měřítko pro určování organizačních procesů a písemné návody na vedoucí pracovní-

ky a spolupracovníky. Systém managementu řídí všechny metody a procesy v podniku a zahrnuje všechna oddělení normálního provozu.

6.1 Organizační struktura společnosti XY s.r.o., závodu Bzenec

Organizační struktura společnosti XY s.r.o. je propojená s vedením mateřské společnosti. Hlavní manažer závodu Bzenec se zodpovídá nejen generálnímu manažerovi v Německu, ale také celému vedení korporace v Americe.



Obrázek 13 – Organizační struktura firmy

Zdroj: Vnitropodnikové směrnice, 2016

Jak je zřejmé z obrázku organizační struktury, všechna oddělení společnosti spadají přímo pod manažera divize, kromě oddělení kvality, které se stejnou měrou odpovídá i hlavnímu manažerovi kvality v Německu.

6.2 Produkce

V Bzeneckém závodu se vyrábí konektory pro automobilový průmysl. Výroba je rozdělena na specifická střediska a prozatím probíhá ve dvou oddělených výrobních halách.

6.2.1 Středisko Stamping

Středisko pro tváření kontaktů, které zpracovává tzv. BAND materiál dodaný z Německa. Tváří se zde kontakty, které se buď přímo zpracovávají ve Bzenci, v Uherském Hradišti nebo v Německu, anebo se odesílají do Německa na další výrobní operaci galvanizování a zpracují se až po této konečné povrchové úpravě.

Toto středisko si jako jediné provádí veškeré kontroly a měření nezávisle na laboratoři.

Tabulka 1 – Měřidla na středisku Stamping

Název měřidla	Počet kusů
Keyence profilprojektor	1
Měřicí mikroskop	2
Mikrometr	3
Výškoměr	3
Posuvné měřidlo	9
Váha	1

Zdroj: vlastní zpracování

6.2.2 Středisko Moulding

Středisko pro vstřikování izolačních těles do forem, zpracovává různé granuláty dodané z Německa. Vyrábí se zde samotná tělíska, vorspritzlingy, nosiče, dekle a vodící lišty, které se zpracovávají na jiných střediscích.

Tabulka 2 – Měřidla na středisku Moulding

Název měřidla	Počet kusů
Analyzátor vlhkosti	1
Měřicí mikroskop	1
Digitální teploměr	5
Výškoměr	1
Posuvné měřidlo	9
Váha	2
Momentový klíč	1

Zdroj: vlastní zpracování

6.2.3 Střediska Stitching a Stitching DIN & light auto

Střediska, na kterých se osazují kontakty (ze Stampingu nebo dodané z Německa) do prázdných tělísek, nosičů a vorspritzlingů (z Mouldingu nebo dodané z Německa, případně nakoupené od jiných firem v ČR, Rakousku nebo Německu). Tato střediska se vyznačují velmi širokou škálou a různorodostí vyráběných kusů.

Část střediska Stitching DIN & light auto se prozatím nepřestěhovala z Uherského Hradiště do Bzence, konkrétně však jen výroba DIN konektorů.

Tabulka 3 – Měřidla na střediscích Stitching a Stitching DIN & light auto

Název měřidla	Počet kusů
Měřicí mikroskop	3
Siloměr	4
Váha	2
Výškoměr	10
Posuvné měřidlo	8
Mikrometr	1
Hematech	3

Zdroj: vlastní zpracování

6.2.4 Středisko ECU

Toto středisko zpracovává granuláty dodané z Německa a osazené nosiče ze Stitchingu, které obstríkne ve formě na vstřikolisu. Následně obstríknuté kontakty na jiném stroji ohnou a nasadí vodící lišty (nakupované nebo vyrobené na Mouldingu). Vyrábí se zde převážně 154-pólové konektory do řídicích jednotek.

Tabulka 4 – Měřidla na středisku ECU

Název měřidla	Počet kusů
Měřicí mikroskop	1
Váha	2
Výškoměr	2
Posuvné měřidlo	4
Hematech	2
Digitální teploměr	1

Zdroj: vlastní zpracování

6.2.5 Středisko Overmoulding

Středisko pro obstríkování kontaktů dodaných z Německa nebo osazených vorspritzlingů ze Stitchingu. Výrobní portfolio tohoto střediska je různorodé, prozatím však ne tak rozsáhlé jako u osazovaných konektorů.

Tabulka 5 – Měřidla na středisku Overmoulding

Název měřidla	Počet kusů
Měřicí mikroskop	1
Váha	4
Výškoměr	2
Posuvné měřidlo	3
Hematech	6
Digitální teploměr	2
Sada etalonů	1
Momentový klíč	1
Tester odporu	3

Zdroj: vlastní zpracování

6.2.6 Středisko Hand assembly

Středisko pro ruční výrobu je malé a převážně dokončuje výrobky z Overmouldingu. Samostatně osazuje pouze pedálové konektory.

Tabulka 6 – Měřidla na středisku Hand assembly

Název měřidla	Počet kusů
Měřicí mikroskop	1
Váha	1
Výškoměr	1
Posuvné měřidlo	4
Siloměr	1

Zdroj: vlastní zpracování

6.2.7 Středisko New Market

Toto středisko se prozatím nepřestěhovalo z Uherského Hradiště do Bzence a ani přímo nespadá pod německou divizi, nýbrž do divize Anglie. Z německé divize pouze využívá středisko Moulding, na kterém má své vlastní lidi i vstříkolisy.

Tabulka 7 – Měřidla na středisku New Market

Název měřidla	Počet kusů
OGP SmartScope FOV 200	1
Profilprojektor	2
Digitální teploměr	1
Sada etalonů	2
Váha	4
Tester kabeláže	2
Posuvné měřidlo	7
Výškoměr	6

Zdroj: vlastní zpracování

6.3 Procesní inženýrství

Toto oddělení prostupuje samozřejmě celou firmu v horizontální i vertikální úrovni. Podílí se na výrobě a životě samotných výrobků od počátku projektů až po zpětnou vazbu zákazníka.

- **Procesní inženýři**

Samotné středisko procesních inženýrů je relativně mladé, dříve se společnost více spoléhala na mateřskou společnost v Německu. Inženýři mají odpovědnosti rozdělené dle struktury výrobních středisek.

- **Průmysloví inženýři**

Průmysloví inženýři mají na starosti všechna střediska bez rozdílu, manažer jim přiděluje jednotlivé úkoly a odpovědnosti.

- **Vedoucí projektů**

Projektoví vedoucí mají přidělené odpovědnosti dle výrobních sérií, kterých je více než sto a jen relativně malá část z nich je specifická pouze pro jedno výrobní středisko.

Napojení na mateřskou společnost dopadá na toto středisko dost negativně. Projektoví vedoucí nesou plnou odpovědnost za celý projekt od počátku až do konce, ale všechna zásadní rozhodnutí musí schválit přidělený projektový vedoucí v Německu, tudíž konečné rozhodnutí nemusí vždy korespondovat s rozhodnutím vedoucího projektu ve Bzenci.

- **Expertí vstřikování**

Odpovědnosti těchto specialistů jsou rozdělené podle typů vstřikolisů, tudíž částečně podle specializace středisek (vstřikování nebo obštrikování). Jejich úkolem je zjišťovat a následně kontrolovat správné parametry strojů a řešit aktuální problémy, se kterými si neporadí směnoví seřizovači.

- **Technické oddělení**

Oddělení, které zajišťuje technické, technologické, konstrukční i programové záležitosti, do kterých spadá nejen návrhy, sestavování, programování a inovace výrobních strojů, ale také kontrolních a měřicích zařízení používaných ve výrobě.

6.4 Oddělení kvality

Oddělení kvality spadá přímo pod manažera kvality mateřské společnosti v Německu. Kromě inženýrů kvality, kteří mají přidělené jednotlivé výrobní série, odpovídá celé oddělení za všechny vyráběné kusy bez ohledu na série nebo střediska.

7 MĚŘIDLA A JEJICH KALIBRACE

Společnost vlastní širokou škálu měřidel a zkušebních přístrojů. Stroje jsou vybaveny všemožnými testovacími zařízeními, jako jsou kamery, lasery, testery zkratu, těsnosti nebo průchodu.

7.1 Měření ve výrobě

Kromě kontrolních zařízení, která jsou součástí strojů nebo jako samostatné testery, má k dispozici každé SPC pracoviště mikroskop, minimálně jeden digitální výškoměr a několik posuvných měřidel, taktéž digitální s přesností 0,01 mm. Na některých pracovištích (záleží na specializaci výroby a potřeby měření) jsou navíc mikrometry, siloměry, vlhkoměry anebo váhy. Kromě těchto měřidel se ke kontrole ve výrobě používají měrky, zkušební trny a protikusy dodané zákazníkem.

Zacházení s těmito měřidly upravuje vnitřní předpis a každý pracovník je proškolen, o čemž je písemný záznam.

V následující tabulce je přibližné vyčíslení nákladů na zřízení jednoho SPC pracoviště se základním vybavením.

Tabulka 8 – Vyčíslení nákladů pro SPC pracoviště

Výškoměr 0-50 mm s digitálním výstupem dat	19 000 Kč
Posuvné měřidlo 0-150 mm s digitálním výstupem dat	5 700 Kč
Software SPC	34 300 Kč
Signální kabel k měřidlům (2x)	4 800 Kč
PC	25 000 Kč
DMX přístroj pro přenos dat	11 100 Kč
Nožní spínač	2 200 Kč
Mikroskop Vision SX 25	42 200 Kč
Celkem náklady	144 300 Kč

(Zdroj: vlastní zpracování)

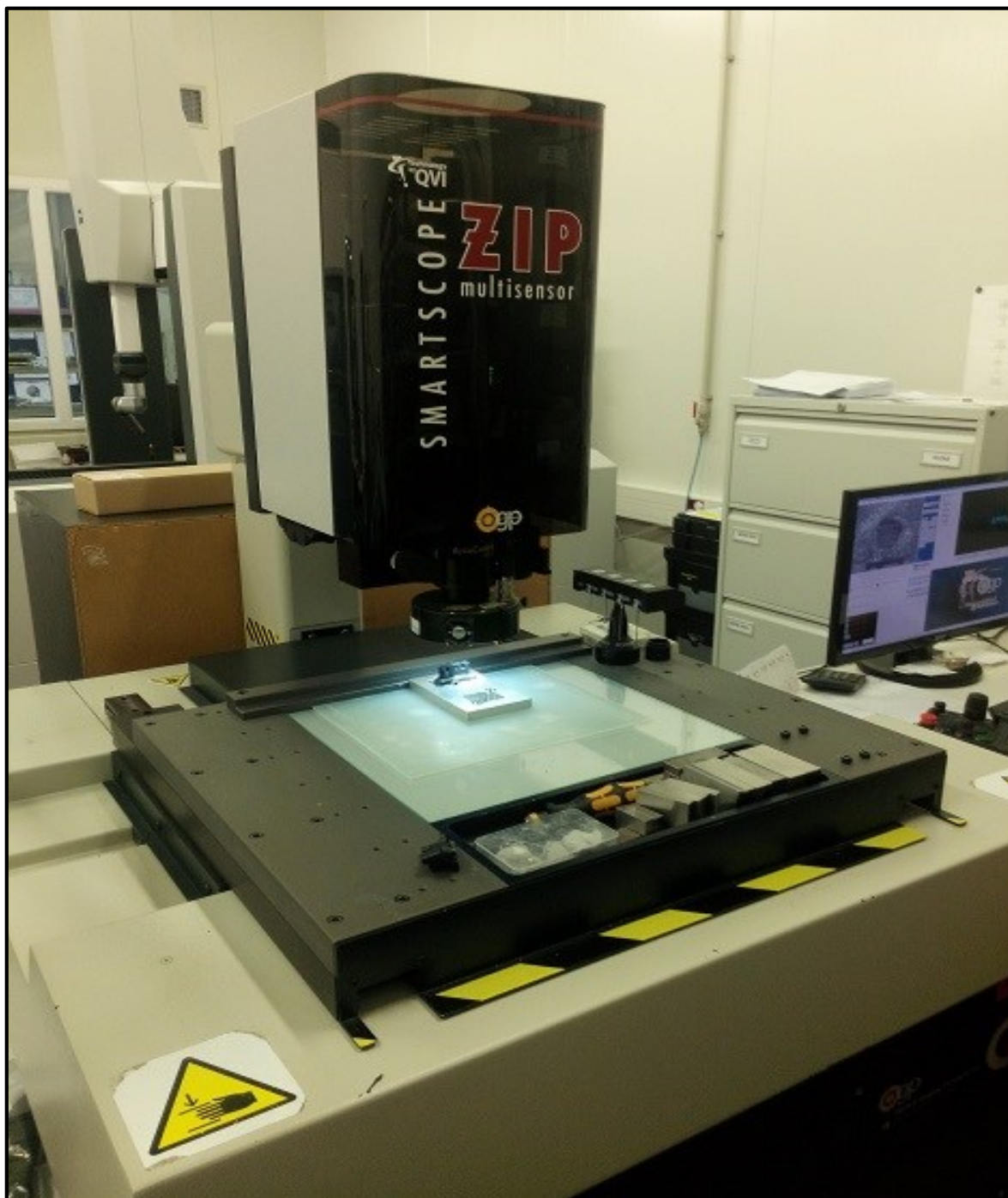
7.2 Měření v laboratoři kvality

V laboratoři kvality jsou kromě dvou 3D měřicích přístrojů OGP SmartScope ZIP 300, jednoho 3D měřicího přístroje Zeiss Contura, několika digitálních výškoměrů, digitálního mikrometru, několika digitálních posuvných měřidel a digitální váhy s přesností 0,001 g, také drsnoměr, momentový klíč, měřicí můstek, plastometr a tester průchodnosti membrán.



Obrázek 14 – 3D měřicí přístroj ZEISS Contura

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 15 – 3D měřicí přístroj OGP SmartScope ZIP 300

Zdroj: vlastní zpracování

3D měřicí přístroje jsou schopné měřit opticky kamerou i dotykově taktilními sondami. Doba potřebná pro tvorbu měřicího programu závisí na složitosti a rozsahu měření.

Výstup dat z měření je v různých formách. U SmartScopů je výstup do souborů s příponami TXT, PRT a CSV, které se dále zpracovávají v excelu nebo přepisují ručně z notepadu. Zeiss vytvoří protokoly v několika souborech PDF, TXT a XLS.

Zpracování dat urychlují šablony vytvořené v excelu, celé zpracování výsledků je takto možné během 5 – 10 minut, včetně načtení excelového souboru přímo do databáze.

```

Machine Serial Number: SK3006577
Page: 1
=====
Routine Name                               Run #      Date & Time
=====
9433 - komplet 2.RTN                        1 Fri Mar 10 03:16:14 2017
=====
10 9433 013 001 001 - komplet
Zakazka: ZAK17/0090
Nest: 4 / 1
Meril: Navratil
=====
Prvek      Jednotka  Nomin  Namereno  Tolerance  Odchy lka  Pres
=====
Krok 28 - 20;Pin01
X poloha   mm +00001.270 +00001.189 +0000.150 -0000.150 -00000.081 ---
Y poloha   mm -00006.820 -00006.873 +0000.150 -0000.150 +00000.053 ++
True Positio mm                +00000.192 +0000.300                +00000.192 +++

Krok 29 - 20;Pin02
X poloha   mm +00001.270 +00001.193 +0000.150 -0000.150 -00000.077 ---
Y poloha   mm -00003.620 -00003.620 +0000.150 -0000.150 -00000.000
True Positio mm                +00000.155 +0000.300                +00000.155 +++

Krok 30 - 20;Pin03
X poloha   mm +00001.270 +00001.330 +0000.150 -0000.150 +00000.060 ++
Y poloha   mm -00001.080 -00001.076 +0000.150 -0000.150 -00000.004 -
True Positio mm                +00000.120 +0000.300                +00000.120 ++
    
```

Obrázek 16 – Data v souboru s příponou PRT

Zdroj: interní

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	20	Pin01	X	+00001.27	+0000.150	-0000.150	1	+00001.18	-00000.081
2	20	Pin01	Y	-00006.82	+0000.150	-0000.150	1	-00006.87	+00000.053
3	20	Pin01	TPOS	+00000.00	+0000.300	-0000.000	1	+00000.19	+00000.192
4	20	Pin02	X	+00001.27	+0000.150	-0000.150	1	+00001.19	-00000.077
5	20	Pin02	Y	-00003.62	+0000.150	-0000.150	1	-00003.62	-00000.000
6	20	Pin02	TPOS	+00000.00	+0000.300	-0000.000	1	+00000.15	+00000.155
7	20	Pin03	X	+00001.27	+0000.150	-0000.150	1	+00001.33	+00000.060
8	20	Pin03	Y	-00001.08	+0000.150	-0000.150	1	-00001.07	-00000.004
9	20	Pin03	TPOS	+00000.00	+0000.300	-0000.000	1	+00000.12	+00000.120
10	20	Pin04	X	+00003.81	+0000.150	-0000.150	1	+00003.76	-00000.046
11	20	Pin04	Y	-00006.82	+0000.150	-0000.150	1	-00006.81	-00000.004
12	20	Pin04	TPOS	+00000.00	+0000.300	-0000.000	1	+00000.09	+00000.093
13	20	Pin05	X	+00003.81	+0000.150	-0000.150	1	+00003.73	-00000.080
14	20	Pin05	Y	-00003.62	+0000.150	-0000.150	1	-00003.56	-00000.052
15	20	Pin05	TPOS	+00000.00	+0000.300	-0000.000	1	+00000.19	+00000.191
16	20	Pin06	X	+00003.81	+0000.150	-0000.150	1	+00003.74	-00000.063
17	20	Pin06	Y	-00001.08	+0000.150	-0000.150	1	-00001.04	-00000.037
18	20	Pin06	TPOS	+00000.00	+0000.300	-0000.000	1	+00000.11	+00000.115

Obrázek 17 – Data v souboru s příponou CSV

Zdroj: interní

7.3 Kalibrace měřidel

Všechny zkušební a měřicí prostředky (mechanické a elektrické), které slouží k zajištění kvality výrobků, musí být ve stanovených časových intervalech nebo před použitím kontrolovány a popř. kalibrovány.

Za uložení, používání a technický stav měřidel, včetně obalu, je zodpovědný uživatel. Kontrolu plnění těchto povinností provádí pravidelně nadřízený pracovník.

Metrolog provádí namátkovou kontrolu zacházení s měřidly. O výsledcích kontroly informuje svého nadřízeného a nadřízeného pracovníka příslušného uživatele.

Při zjištění nedostatků je metrolog také oprávněn přímo na místě vyzvat k nápravě uživatele měřidla. Volba termínu namátkových kontrol je v kompetenci metrologa.

V případě poškození, předává uživatel měřidlo na opravu. Drobné opravy provádí nástrojárna. Vážnější závady řeší uživatel s metrologem, příp. dalším pracovníkem oddělení kvality.

Nová měřidla jsou uložena a skladována v originálních obalech dodaných výrobcem. Pokud dojde k poškození nebo ztrátě obalu je povinností uživatele zabezpečit opravu nebo výrobu plnohodnotné náhrady. Při těchto úkonech mohou uživatelé požádat o spolupráci oddělení, která poskytují servis výrobě, případně požádají o pomoc metrologa.

Měřicí zkušební prostředky, které se používají pro kvalitu ovlivňující zkoušky a měření, musí být kalibrovány a seřizeny ve stanovených časových intervalech dle měřících normálů, které se odvozují dle mezinárodního nebo národního měřicího normálu. Pokud takové měřicí normály neexistují, musí být zaznamenány podklady pro kalibraci. V zásadě musí být kalibrovány pouze měřicí prostředky ovlivňující jakost. Určení, pro které v příslušném oddělení nacházející se zkušební prostředky toto ustanovení platí, je učiněno oddělením používajícím zkušební prostředek ve spolupráci s oddělením kvality. Zkušební prostředek, který není zaevidován, nesmí být přístupný a musí být označen „Nepoužívat“.

Kalibrace zkušebních prostředků pro mechanické a elektrické veličiny, jako např. digitální multimetry, měřicí přístroje teploty, odporu, proudu a napětí jsou v provozu interně prováděny oddělením kvality pomocí podnikových etalonů, popř. referenčními měřicími přístroji.

Podle každého účelu použití může být každý zkušební prostředek také částečně kalibrován. Částečně kalibrovat znamená, že se kalibruje jen měřicí oblast spojená s účelem, zatímco

zbylé oblasti zůstávají nekalibrovány. Kalibrované popř. nekalibrované měřící oblasti musí být v tomto případě na odpovídajících zkušebních prostředcích zřetelně označeny.

Dodatečně ke kalibraci každého jednotlivého měřícího prostředku se dokazuje základní způsobilost různých druhů měřících prostředků pro každý měřící úkol podle zkoumání schopnosti měřících prostředků (MSA). Kontrola přesnosti se pravidelně opakuje v rámci kalibrace pro každou skupinu měřících prostředků podle vybraného měřícího prostředku.

Speciální měřící prostředky (např. přístroje měřící tloušťku pokovení, video-měřící mikroskopy, CMM atd.), které se nemůžou interně kalibrovat, se musí včas před uplynutím kalibračních intervalů externě kalibrovat akreditovanými kalibračními místy. Vnitropodniková organizace pro provádění včasné kalibrace probíhá na vlastní zodpovědnost podnikového metrologa.

Externí zkušební laboratoře, které jsou pověřeny kalibrací, musí vykázat pevně stanovenou oblast práce, ze které vyplývá schopnost požadované kalibrační služby provést. Dále se musí prokázat, že pověřené externí zkušební laboratoře vyhovují požadavkům zákazníka nebo jsou akreditovány podle ekvivalentního národního standardu ISO/IEC 17025.

Pokud pro kalibraci neexistuje žádná kvalifikovaná laboratoř, může kalibraci provést výrobce měřícího prostředku. Přitom se však musí zajistit, že jsou splněny všeobecné požadavky na interní laboratoř výrobce měřícího prostředku.

7.3.1 Přehled nákladů externích kalibrací

Tabulka 9 – Náklady na externí kalibrace 1x ročně

Název	Počet	Cena za 1 ks	Cena celkem
Aquatrac	1 ks	4 800 Kč	4 800 Kč
Měřicí mikroskop	9 ks	3 800 Kč	34 200 Kč
Smartscope ZIP 300	2 ks	20 000 Kč	40 000 Kč
Smartscope FOV 200	1 ks	18 000 Kč	18 000 Kč
ZEISS Contura	1 ks	35 000 Kč	35 000 Kč
Siloměr	14 ks	3 400 Kč	47 600 Kč
Teploměr	13 ks	1 600 Kč	20 800 Kč
Elektroměr	2 ks	2 500 Kč	5 000 Kč
Celkem			205 400 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 10 – Náklady na externí kalibrace 1x za dva roky

Název	Počet	Cena za 1 ks	Cena celkem
Hloubkoměr	2 ks	600 Kč	1 200 Kč
Samsomatic / Hematech	12 ks	12 000 Kč	144 000 Kč
Analyzátor vlhkosti	2 ks	4 800 Kč	9 600 Kč
Plastometr	1 ks	12 000 Kč	12 000 Kč
Váha	26 ks	1 200 Kč	31 200 Kč
Měřicí můstek	1 ks	4 500 Kč	4 500 Kč
Multimetr	1 ks	4 500 Kč	4 500 Kč
Momentový klíč/šroubovák	4 ks	1 800 Kč	7 200 Kč
Celkem			214 200 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 11 – Náklady na externí kalibrace 1x za tři roky

Název	Počet	Cena za 1 ks	Cena celkem
Ethalony	7 ks	5 400 Kč	37 800 Kč
Normál drsnosti povrchu	1 ks	3 500 Kč	3 500 Kč
Manipulační stanice HHS-05	1 ks	4 800 Kč	4 800 Kč
Celkem			46 100 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

8 LABORATOŘ KVALITY

Laboratoř kvality funguje v nerovnoměrně rozvrženém třísměnném provozu, tedy v dvanáctihodinových směnách od pondělního do sobotního rána. Kromě osmi techniků, kteří samozřejmě mají svého vedoucího, patří dále k personálu laboratoře zástupce vedoucího, podnikový metrolog a fakturantka. Přímým nadřízeným vedoucího laboratoře je manažer kvality.

8.1 Vybavení laboratoře

Laboratoř je vybavena dvěma 3D měřicími přístroji SmartScope ZIP 300 od firmy OGP, jedním 3D měřicím strojem Contura od firmy ZEISS, posuvnými měřidly, výškoměry, mikrometry a dalšími měřidly. Kromě těchto měřidel je potřeba další vybavení laboratoře, které je uvedeno níže v tabulce.

Tabulka 12 – Vybavení laboratoře kvality

Název přístroje / měřidla / zařízení	Počet kusů
OGP SmartScope ZIP 300	2
Zeiss Contura	1
Posuvné měřidlo	13
Výškoměr	7
Mikrometr	2
Momentový klíč	1
Momentový šroubovák	1
Digitální teploměr	5
Sada etalonů	4
Kalibrační koule	4
Zkušební trn	80
Zkušební kalibr	101
Protikus	335
Měřicí přípravek	437
Váha Kern	1

Multimetr	2
Měřicí můstek	1
Vzorkovník barev	1
Plastometr	1
Manipulační stanice	1
Siloměr	3
Drsnoměr	1
Tvrdoměr	1
Ultrazvuková čistička	1
Mokrá bruska	1
Pájecí vana	1
Pec	2
Plastometr	1
Drtič plastů	1
Elektrická pila	1
Ruční lis	4

Zdroj: vlastní zpracování

8.2 SmartScope ZIP 300

SmartScope ZIP 300 je rychlý, přesný podlahový model metrologického systému, který nabízí kombinaci hardwarového výkonu, optické schopnosti a snadného použití. Jeho rychlé servomotory s jednosměrným pohonem snižují dobu cyklu měření. Pevná litinová základna zajišťuje stabilitu a metrologickou přesnost. SmartScope ZIP 300 má k dispozici volitelnou dráhu 300 mm v ose Z. Stejně jako všechny systémy ZIP, SmartScope ZIP 300 je vybaven automatickým kalibračním objektivem AccuCentric 7: 1. (OGP, © 2017)

Součástí tohoto systému je počítačový ovladač MeasureMind 3D MultiSensor, což je metrologický softwarový balík OGP nejvyšší úrovně, který zahrnuje:

- Funkčnosti pro měření 3D prvků jako jsou válce, kužely, koule, či roviny.
- 3D model, který selektivně zobrazí měřené prvky, jmenovité prvky a/nebo surové datové body. Model 3D rovněž zahrnuje ortografické a izometrické pohledy, inter-

aktivní otáčení, a změnu měřítka či sunutí na jedno kliknutí myši. Prvky lze zobrazovat v režimu (módu) drátového nebo povrchového (stínovaného) modelu.

- Nadefinování 3D základen, založené na schématu 3-2-1, které je průmyslovým standardem. Zahrnuje to primární základnu (navýšení oproti nějaké rovině), sekundární základnu (otočení), a terciální základnu (počátek).



Obrázek 18 – OGP SmartScope ZIP 300

Zdroj: vlastní zpracování

MeasureMind 3D MultiSensor je ideální pro systémy s vícero čidly (senzory), a podporuje celou škálu čidel pro snímání dat. Prvky 2D a 3D se mohou měřit opticky s dodatečnými čidly, jako jsou doteková sonda, skenovací sonda, laser, a otočný stůl. (*Referenční příručka, 2003*)

Cena jednoho měřicího přístroje včetně softwaru činí v přepočtu přibližně 2,16 milionu Kč. Základní školení jednoho pracovníka v rozsahu tří dnů vyjde na 81 tisíc Kč. Je to velmi nákladná investice, tudíž certifikát mají jen dva pracovníci laboratoře – zástupce vedoucího a jeden z techniků.

8.2.1 Měřicí programy

Měření je možné bez programu, kdy technik tzv. ručně naměří body a pomocí softwaru zkonstruuje požadovaný rozměr, nebo s vytvořeným programem, ve kterém jsou předdefinované měřicí body a zkonstruované požadované rozměry, kdy technik už pouze potvrzuje zadané body.

Programy vytvářejí pracovníci s certifikátem, kteří absolvovali odborné školení, a to přesně podle výkresové dokumentace, kontrolních plánů a dalších specifických požadavků. Časová náročnost je závislá na složitosti měřeného produktu a počtu požadovaných rozměrů. U složitějších programů to může trvat i několik dnů.

Databáze programů je velmi rozsáhlá. K jednomu výrobku, který prochází různými fázemi výroby, je vytvořeno i 50 různých programů, takže databáze obsahuje několik tisíc programů.

8.2.2 Měření

Během vytváření programu autor zdokumentuje a zapíše přesné uložení dílu na měřicí stůl. Tento popis je potom součástí programu, takže každý z techniků ví, jak má díl uložit, jaký přípravek použít a kde je nulový bod.

Po otevření měřicího programu si technik přečte toto nastavení, položí měřený díl na měřicí stůl a zadá v programu, kam chce uložit naměřená data a v jakém formátu. Následně ručně vyhledá na dílu nulový bod, vynuluje na ovladači osy X, Y, Z a spustí program. Po skončení měření, technik vyhledá naměřená data a zpracuje je.

Běh měření jednoho kusu opět závisí na složitosti dílu a rozsahu požadovaných rozměrů. Některá měření jsou v délce několika málo minut, jiná trvají i hodinu. Naměřená data se zapisují v již průběhu měření.

8.3 Zeiss Contura

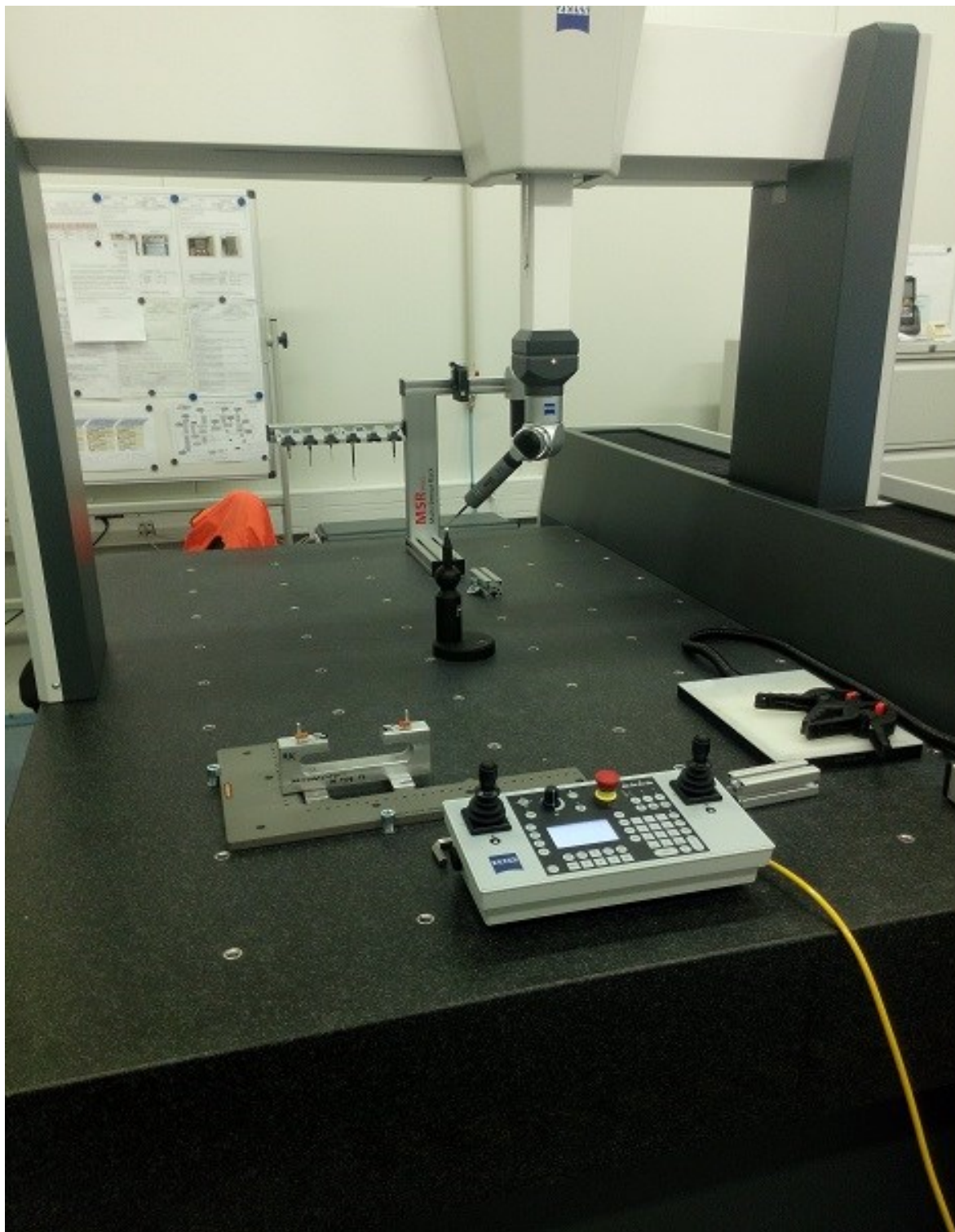
Tento systém poskytuje platformu pro flexibilní, spolehlivé a nekompromisní zajišťování kvality. Je dokonce přesnější než jeho předchůdce a nabízí velký balík optických senzorů navíc k dalším měřicím rozsahům. Vynikající skenovací technologie, software Zeiss Calypso 2016 a vysoce laděný celkový systém umožňují udržet standard ve své třídě. Zeiss Contura má rozsah měření 1200 x 2400 x 1000 milimetrů. (*METALWORKING NEWS*, © 2017)

V kombinaci čidla VAST XXT a flexibilního držáku sondy RDS umožňuje funkci snímání ve všech úhlových polohách. S celkovým počtem 20 736 pozic při přírůstcích 2,5° může RDS dosáhnout prakticky libovolného prostorového úhlu. To je obzvláště výhodné pro měření složitých částí, pro které je třeba vytvořit specifické konfigurace stylusu. Doby kalibrace jsou díky optimálním kalibračním programům omezeny na minimum. RDS také umožňuje použití optických snímačů. (*METALWORKING NEWS*, © 2017)

Cena tohoto měřicího stroje včetně ovládacího softwaru Calypso je v přepočtu přibližně 4,5 milionu Kč. V této ceně je obsaženo i základní školení pro jednoho až čtyři pracovníky a technická podpora na jeden rok. Během instalace v laboratoři byli proškoleni a obdrželi certifikát čtyři pracovníci, z toho však jeden přešel na jiné pracoviště a jeden odmítá na stroji pracovat. Na měřicím stroji tedy zatím pracují jen zástupce vedoucího a jeden s techniků.

Programy se zde vytvářejí podobně jako u SmartScopu s pomocí výkresové dokumentace, kontrolních plánů a dalších specifikací, rozdíl je však v tom, že měřené elementy a charakteristiky se vytvářejí přímo na počítačovém 3D modelu dílu.

Čas potřebný k vytvoření programu už tolik nezávisí na složitosti výrobku, ale více na složitosti výkresové dokumentace a 3D modelu výrobku. Po vytvoření programu je však měření o hodně jednodušší, než na 3D přístrojích SmartScope.



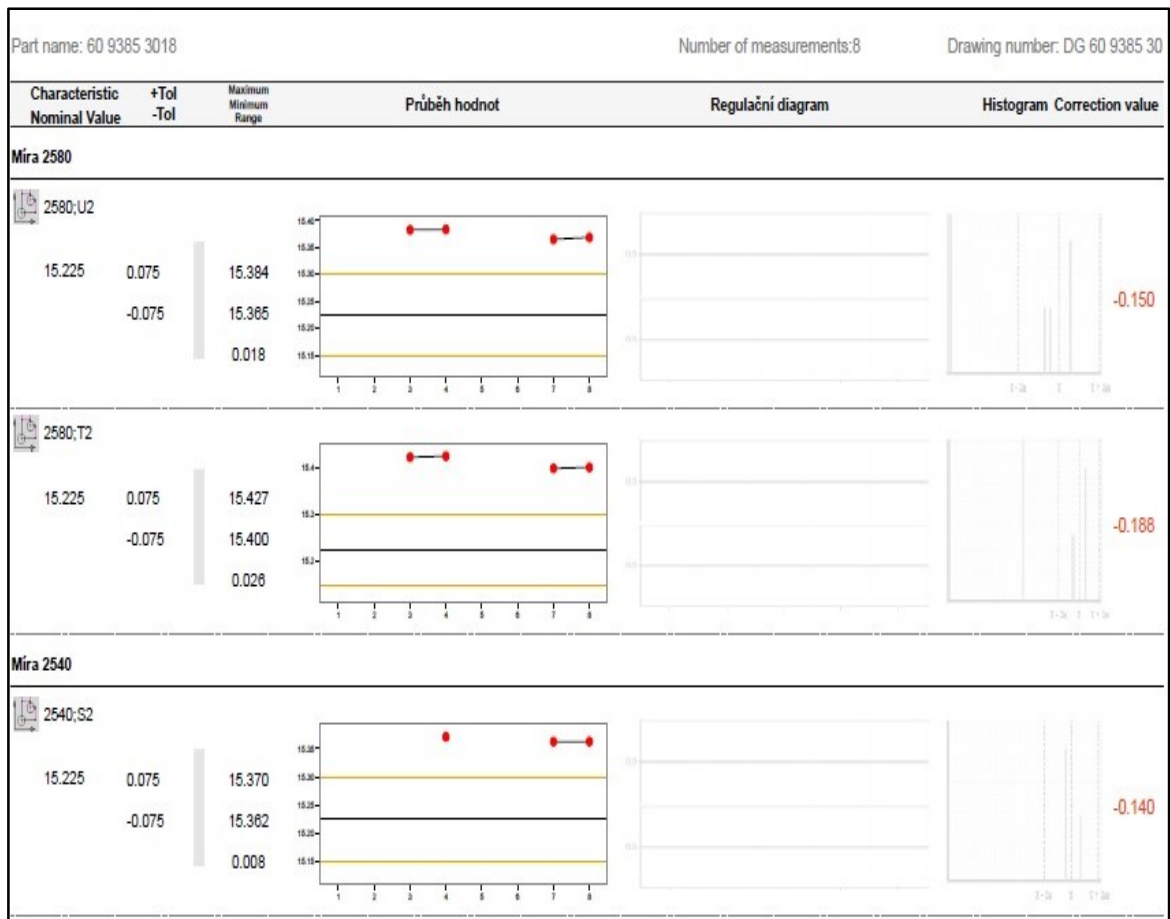
Obrázek 19 – Zeiss Contura

Zdroj: vlastní zpracování

Pracovník pomocí ovladače manuálně naměří tři vyrovnávací elementy a zbytek chodu programu je automatický. Je možné dokonce nastavit měření více kusů v jednom chodu,

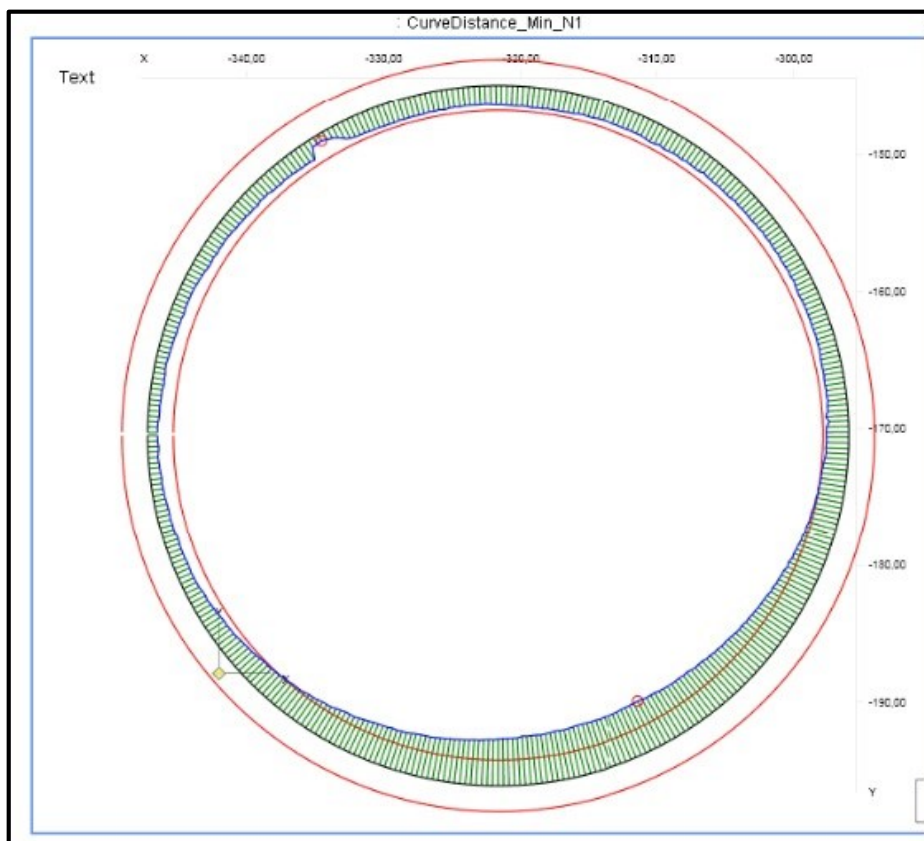
takže pracovník jen správně rozmístí díly na měřicí plochu, nastaví v programu vzdálenosti mezi nimi a stroj je schopen i několikahodinového automatického měření.

Výstupem z těchto měření mohou být kromě samotných naměřených hodnot i různá grafická zobrazení.



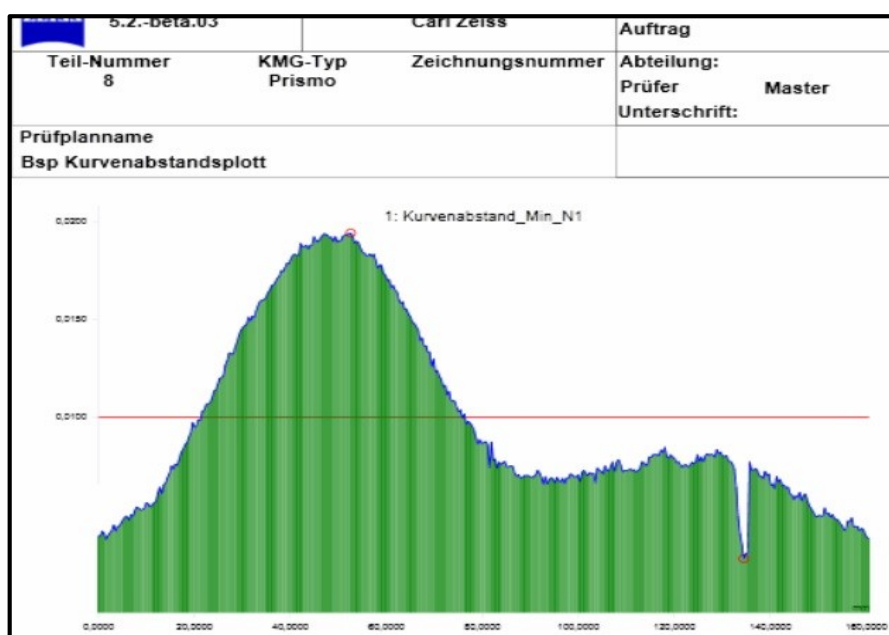
Obrázek 20 – Výstup dat do souboru PDF

Zdroj: interní, vlastní zpracování



Obrázek 21 – Grafický výstup naměřené hodnoty

Zdroj: Referenční příručka, 2016



Obrázek 22 – Grafický výstup dat

Zdroj: Referenční příručka, 2016

8.4 Priority měření

Laboratoř slouží pro potřeby všech výrobních středisek a všech oddělení. Kromě samotného měření se v laboratoři provádí další testy a činnosti související s jakostí výrobků. Všechny tyto činnosti znemožňují měření, protože počet techniků je omezený.

Hlavní prioritou by mělo být měření pro uvolňování prvních kusů z výroby, protože podle směrnic by stroj bez uvolnění z laboratoře neměl vyrábět. Pokud technik jde například zalévat vzorky do pryskyřice a následně je brousit, ztratí tím i několik hodin, které by mohl strávit 3D měřením.

Na uvolňování prvních kusů v laboratoři je závislých šest ze sedmi výrobních středisek, na nichž je současně v provozu přibližně padesát strojů. Každou pracovní směnu dojde k přestavbě nebo změně zakázky přibližně na dvaceti strojích. Po různých odstávkách výroby nebo výpadcích energie musí být kusy ze všech strojů znovu přeměřeny v laboratoři. Kapacita laboratoře je na takový objem měření nedostatečná, tyto kusy se hromadí v laboratoři a jsou měřeny s několikadenním, nebo dokonce několikatydenním (v některých případech i několikaměsíčním) zpožděním.

Mezi tím jsou k zákazníkům odesílány vyrobené kusy, které zkontroluje jen SPC pracovník a následně výstupní kontrola. Ti však nejsou schopni spoustu nedostatků odhalit a dochází k častým reklamacím (jejichž proměňování ještě více zahrnuje laboratoř), nespokojenosti zákazníků a častějším zákaznickým auditům.

9 PROTOTYPOVÉ ZKOUŠKY

V následujících kapitolách se budu zabývat měřením výrobků od samého počátku projektu až po sériovou výrobu.

Plánování zkoušek doprovázející výrobu se provádí v rámci výrobního a procesního vývoje. Zkušební a kontrolní plány vznikají před sériovou výrobou a provádí se společně se zákazníkem, výrobou, vývojem a kvalitou a poté jsou uvolněny kvalitou. Rozsah a způsob prováděných zkoušek se orientuje na plány řízení výroby, požadavky zákazníka a dle opatření zajištění kvality u dodavatele. Rekvalifikační zkouška na výrobcích se provádí v souladu se zákazníkem. Většina dovolí zkoušky, které se provádí v rámci kontroly výroby týkající se posuzování dílů.

Prototypové zkoušky se používají k včasnému odhalení slabin, možných chyb a odchylek od nároků na výrobky kladených a k umožnění včasného zavedení nápravných opatření.

Prototypové zkoušky se provádí během vývojových prací a před náběhem sériové výroby nových výrobků. Podle rozsahu vývojových prací se zde může jednat o komplexní průběh zkoušek nebo též pouze o zkoušku funkčnosti (např. pár konektorů je spojitelný a dá se zabudovat do již stávajícího krytu). Tato část vývoje může být specifikována se zákazníkem.

Před vytvořením je prototyp testován s použitím nových komponentů nebo materiálů zda splňuje nároky, které jsou od něj vyžadovány. To se děje prostřednictvím certifikátů materiálů a / nebo rozměrovými zkouškami, pokud jsou nutné. Tyto rozměrové zkoušky jsou prováděny v laboratoři kvality 3D měřením, případně při větším požadavku na měření v externí laboratoři.

Tam, kde je to možné a nutné, se určí, zda se budou hotové kusy sestavovat předpokládaným způsobem. Přitom je třeba mít na zřeteli, zda díly nejsou při montáži namáhány více, než je nutné, tak aby nedošlo k poškození dílů.

Výrobní postup pro prototypy musí co nejvíce odpovídat pozdějším procesům sériové výroby. Pokud se objeví odchylky na jednotlivých dílech nebo procesní odchylky hotového výrobku oproti později za sériových podmínek vyrobenému výrobku, je nutné je zohlednit při vyhodnocování.

Základem pro zkoušky jsou zadání ve výkresech, interních nebo zákaznických specifikacích. Platné specifikace a normy je nutno při těchto zkouškách zohlednit.

Určení nutných zkoušek přísluší projektovému manažerovi ve spolupráci s oddělením vývoje a kvality. V případech, kdy za design odpovídá společnost, jsou prováděny rozsáhlé testy (ověřování). Testy jsou prováděny oddělením vývoje ve spolupráci s projektovými vedoucími a inženýry kvality. Podle potřeby jsou vytvářeny protokoly o měření a zkušební protokoly. Po vyhotovení vzorků se provádí vizuální kontrola a zkouška protikusem podle specifikací zákazníka, které se dále nedokumentují.

V případě současných měření jsou projektovým týmem ověřovány a vyvíjeny optimalizační opatření pro způsoby výroby nebo design výrobku.

Veškeré protokoly o provedených testech a rozměrových měření se zpracují a odešlou na posouzení zákazníkovi zároveň s vyrobenými vzorky.

Tyto prototypové zkoušky se provádějí v ideálním případě třikrát, minimálně jedenkrát i s přítomností zákazníka, který si ověří, zda je proces schopný fungovat s optimálními náklady, které bude schopen uhradit.

Description		Stecker 5pol. - černé										
Supplier		[REDACTED]										
Drawing no.		DG 07 9331 01										
Date of measurement		1.11.2014										
Measured by		M. Mervová										
ELCO p/n		07 9331 005 004 113										
PER Nr.		-										
Dimensio	Remark 1	Remark 2	Nominal	Upper tol.	Lower tol.	Cavity	Values	Dev.	Total pos.	Min	Max	
245	Rovinnost	FLT	0,00	0,10	0,00	1	0,185	0,185				
183	Celková šířka	YD	22,80	0,20	-0,20	1	22,827	0,027				
193	Celková délka	XD	40,00	0,15	-0,15	1	40,074	0,074				
235	Celková výška	YD	33,80	0,20	-0,20	1						
218	Pozice kontaktů	X	-10,00	0,20	-0,20	1	-10,044	0,044				
218	Pozice kontaktů	Y	-3,00	0,20	-0,20	1	-3,018	0,018				
218	Pozice kontaktů	TPOS	0,00	0,40	0,00	1	0,094	0,094		0,069	0,216	
218	Pozice kontaktů	X	-6,00	0,20	-0,20	1	-6,060	0,060				
218	Pozice kontaktů	Y	-3,00	0,20	-0,20	1	-2,959	-0,041				
218	Pozice kontaktů	TPOS	0,00	0,40	0,00	1	0,146	0,146				

Obrázek 23 – Protokol o měření 1

Zdroj: interní, vlastní zpracování

Description	Stecker 5pol. - černé							
Supplier	██████████							
Drawing no.	DG 07 9331 01							
Date of measurement	1.11.2014							
measured by	M. Mervová							
ELCO p/n	07 9331 005 004 113							
PER Nr.	-							
Dimension	Remark 1	Remark 2	Nominal	Lower tol.	Upper tol.	Cavity	Values	
183	Celková šířka		22,80	22,80	23,00	1	22,83	
						2	22,86	
						3	22,83	
						4	22,86	
						5	22,85	
						6	22,88	
						7	22,83	
						8	22,90	
193	Celková délka		40,00	39,85	40,15	1	40,07	
						2	40,08	
						3	40,06	
						4	40,05	
						5	40,07	
						6	40,09	
						7	40,07	
						8	40,07	
2, 27	Pozice kontaktů nástrčná strana špička		0,00	0,00	0,30	1	0,04	0,23
						2	0,03	0,21
						3	0,03	0,26
						4	0,01	0,31
						5	0,00	0,25
						6	0,04	0,25
						7	0,01	0,31
						8	0,02	0,47
218	Pozice kontaktů lisovací strana		0,00	0,00	0,40	1	0,07	0,22
						2	0,05	0,17
						3	0,14	0,19

Obrázek 24 – Protokol o měření 2

Zdroj: interní, vlastní zpracování

9.1 Ověření způsobilosti strojů (MFU)

Postup „Ověření způsobilosti stroje“ je součástí prototypové zkoušky k ověření možné způsobilosti procesu v krátkém časovém úseku s relativně malým počtem dat.

Krátkodobá ověření tohoto druhu udávají odhad rozptylu, způsobeného samotným strojem. Ostatní vlivy procesu, které se v průběhu času mění, se zde již neodráží.

Z tohoto důvodu vyvstává požadavek na $x\text{-quer} \pm 5$ standardních odchylek v rámci specifikace ($C_{pk} > 1,66$), tzn. 99,99994 % vyrobených dílů v rozmezí mezi hranicemi tolerancí.

Ukazatele způsobilosti jsou použity k vyjádření rozptylu stroje v poměru ke specifikaci.

9.2 Ověření způsobilosti procesu (PFU)

Cílem tohoto ověření je posouzení shody s předepsanými kvalitativními požadavky (znaky), které jsou udané ve výkresech, specifikacích, výrobních prepisech aj.

Způsobilost procesu je mírou dlouhodobých vlivů, které vycházejí z působení tzv. „5M“ (člověk, materiál, stroj, metoda, prostředí).

U způsobilosti procesu je nejnižší požadavek $x\text{-quer} \pm 4$ standardní odchylky v rámci specifikačních hranic ($C_{pk} > 1,33$), tzn. 99,994 % dílů vyrobených v rozmezí mezi hranicemi tolerancí.

10 MĚŘENÍ PRVNÍCH KUSŮ

Měření prvních kusů se provádí ve výrobě SPC pracovníky a v laboratoři kvality techniky na 3D měřicích přístrojích podle výkresové dokumentace. Interní výkresová dokumentace má ve většině případů užší toleranční meze než výkresová dokumentace zákazníka.

Na začátku projektu si projektový vedoucí zadá požadavek na vytvoření měřicích programů a postupů a dodá do laboratoře výkresovou dokumentaci. Zkušenější pracovníci vytvoří programy na potřebná měření, tato měření pak mohou provádět všichni zaškolení technici laboratoře.

Pokud dojde v průběhu projektu ke změně specifikace, výkresové dokumentace nebo požadavku zákazníka, laboratoř kvality je o tom informována a pracovníci provedou příslušnou změnu v měřicích programech.

Naměřená data se zpracovávají a zapisují do databáze prvních kusů, která je k nahlížení přístupná všem pracovníkům společnosti. Úpravy a zaznamenávání dat v této databázi však mohou provádět pouze pracovníci laboratoře.

Po seřízení stroje kusy nejprve zkontroluje SPC pracovník na středisku, který provede vizuální kontrolu, základní měření posuvnými měřidly, výškoměry, případně siloměry a jinými zkušebními přípravky. Všechna tato měření a testy zaznamená do regulačních karet. Po odsouhlasení těchto kusů připraví SPC pracovník dokumentaci pro uvolnění prvního kusu v laboratoři a společně s určeným počtem kusů ji do laboratoře dodá.

Počet kusů na měření v laboratoři je dán specifikací zákazníka a kontrolním plánem k sérii, který vytvoří oddělení kvality ve spolupráci s projektovým týmem.

Po změření kusů na 3D přístroji, případně provedení dalších testů v laboratoři (lepení, zapékání, test povrchového napětí apod.) a zpracování výsledků informuje pracovník laboratoře výrobu, zda je kusy odpovídají specifikacím nebo je potřeba stroj doladit, případně znovu seřídít.

Všichni technici měřící laboratoře nesou odpovědnost za provedená měření a uvolnění výroby, zároveň však mají pravomoci kdykoliv zastavit výrobu kusů kvůli odchylkám měření nebo jiným odchylkám vůči specifikaci (vzhledové vady, špatné povrchové napětí konektorů apod.).

První kus

Materialy Protokoly Reporty

Protokol

[Nový protokol](#) | [Vyhledat protokol](#)

Počet nalezených zakázek: 20401
Stránky (1 stránka = 100 záznamů): 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ... | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 >

			Číslo protokolu	Datum kontroly	Kontrola	Výr. zakázka	Množství	Jednotka	Kód materiálu	Uvolněno	Číslo výjimky
		>>	14/4162	1.11.2014	Mervová	E840920	29 096.00	ks	07 9331 005 004 113	NE	
		>>	14/4161	1.11.2014	Mervová	E853840	5 184.00	ks	07 9423 014 101 003	ANO	
		>>	14/4160	31.10.2014	Jurik	E846730	96 000.00	ks	67 9320 3014	NE	
		>>	14/4159	31.10.2014	Jurik	E854230	28 800.00	ks	67 9425 3114	ANO	
		>>	14/4158	31.10.2014	Jurik	E850290	15 000.00	ks	60 8457 8914	ANO	
		>>	14/4157	31.10.2014	Jurik	E853640	36 852.00	ks	07 9482 018 001 001	ANO	
		>>	14/4156	31.10.2014	Jurik	E848100	9 200.00	ks	10 9474 021 001 001	ANO	
		>>	14/4155	31.10.2014	Jurik	E849920	40 000.00	ks	67 9496 3018	ANO	U1410348
		>>	14/4154	31.10.2014	Jurik	E846960	4 400.00	ks	10 9440 008 001 001 - plech	ANO	
		>>	14/4153	31.10.2014	Jurik	E849970	32 000.00	ks	60 9477 3118	ANO	
		>>	14/4152	31.10.2014	Jurik	E843770	23 400.00	ks	67 9462 3014	ANO	U1410347

Obrázek 25 - Databáze prvních kusů

Zdroj: interní

Výroba však vždy není dokonale přesná. Některé rozměry kvůli vnějším vlivům zasahují mimo toleranční meze. Tyto výrobky musí technici laboratoře zapsat ještě do databáze zvláštních uvolnění a naměřené odchylky musí schválit příslušný inženýr kvality, manažer kvality, příslušný procesní inženýr a vedoucí střediska, na kterém jsou kusy vyrobeny, případně vedoucí střediska, které vyrobené kusy dále zpracovává.

Uvolnění

Uvolnění Uživatelé

[Nový záznam](#) | [Vyhledat uvolnění](#)

Vypis záznamu pro uvolnění

[Všechny](#) | [Čekající](#) | [Schválené](#) | [Zamítnuté](#)

Celkový počet záznamů: 6633
Stránky (1 strana = 50 záznamů): 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ... | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 >

			Číslo	Oddělení	Artikl	Množství	Pdf	Vyjádření	Poznámka	Vytvořil
Edit	Smazat	Schvalování	U1410348	SM	67 9496 3018	40 000.00	U1410348 (pnks)	QI, QE, SM, FE, Q		jurikj (31.10.2014)
Edit	Smazat	Schvalování	U1410347	SM	67 9462 3014	23 400.00	U1410347 (pnks)	QI, QE, SM, FE, Q		jurikj (31.10.2014)
Edit	Smazat	Schvalování	U1410346	FE	10 9477 029 001 001	8 640.00	U1410346 (pnks)	QI, QE, FE, Q		menovam (31.10.2014)
Edit	Smazat	Schvalování	U1410345	SM	67 9324 3014	19 200.00	U1410345 (pnks)	QI, QE, SM, FE, Q		vandaj (31.10.2014)
Edit	Smazat	Schvalování	U1410344	SM	30 9408 154 002 004	6 000.00	U1410344 (pnks)	QI, QE, SM, Q		vandaj (31.10.2014)
Edit	Smazat	Schvalování	U1410343	SM	30 9551 154 101 001	10 000.00	U1410343 (pnks)	QI, QE, SM, Q	1. WZ - 2... (napravných opatření: 0)	vandaj (31.10.2014)
Edit	Smazat	Schvalování	U1410342	QI	67 9481 3310	800.00	U1410342 (vstk)	QI, QE, SM, FE, Q		menovam (31.10.2014)

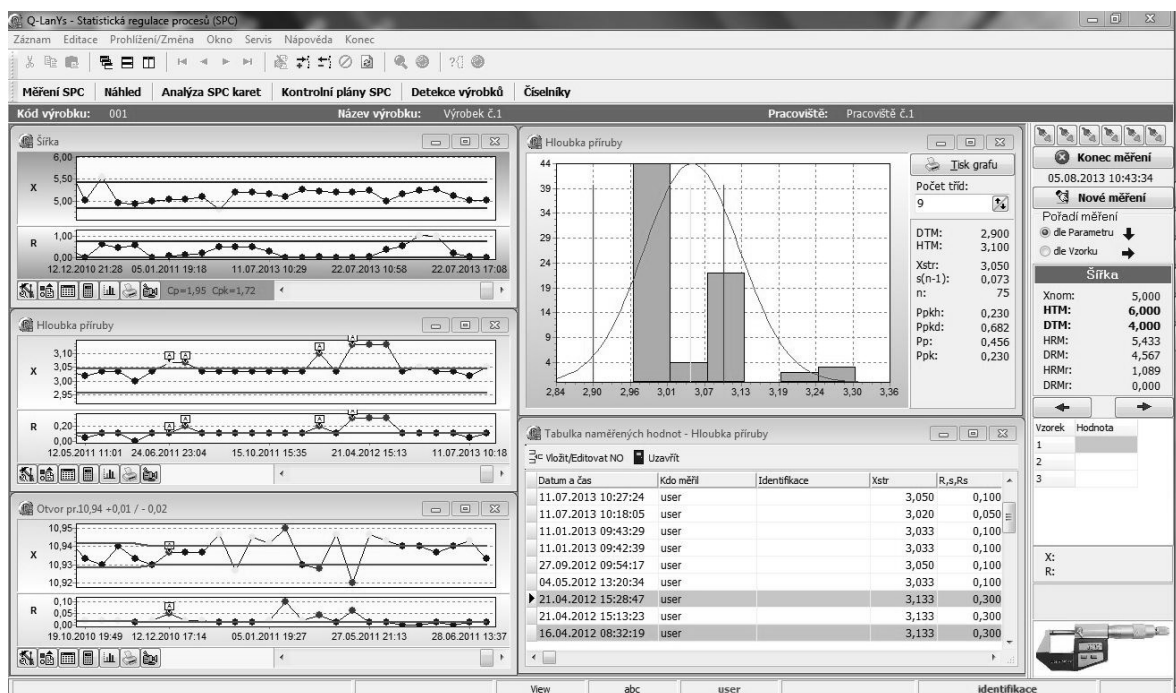
Obrázek 26 – Databáze zvláštních uvolnění

Zdroj: interní

11 SPC MĚŘENÍ

Po uvolnění prvního kusu a spuštění výroby se provádějí tzv. výrobní zkoušky, které už provádí pouze SPC pracovník daného střediska. Kontrolními plány je dána četnost a rozsah tohoto měření. Veškerá měření jsou zaznamenána do regulačních karet.

Pro SPC měření jsou dány užší tolerance, než mají pracovníci laboratoře, jsou omezeny tzv. regulačními mezemi. Pokud SPC pracovník třikrát po sobě naměří hodnotu mimo regulační meze, musí vypsát formulář „Schválení rizika“, ve kterém vypíše artikl výrobku, číslo zakázky a počet vyrobených kusů, dále číslo rozměru, který je mimo regulační mez, výkresové tolerance a regulační meze. Tento formulář poté odevzdá v laboratoři kvality. Pracovník laboratoře tento dokument zanes do databáze a informuje o překročení mezi příslušného inženýra kvality, procesního inženýra příslušícího střediska, vedoucího střediska a manažera kvality. Ti opět musí dané riziko prozkoumat a schválit, procesní inženýr ve spolupráci s techniky daného střediska navrhnout a provést nápravná opatření.



Obrázek 27 – Regulační karty pro SPC měření

Zdroj: QLANYS, © 2017

12 ZHODNOCENÍ ANALÝZY METROLOGICKÝCH ČINNOSTÍ V ORGANIZACI

V rámci analýzy bylo zjištěno, že společnost splňuje veškeré požadavky na kontrolu kvality výrobků dané specifickými normami pro automobilový průmysl. Měřicí pracoviště ve výrobě jsou dostatečně vybavena měřicími prostředky a dodržují postup, rozsah i četnost kontrol kvality výrobků dané kontrolními plány.

Při řešení kvality výrobků a reklamací však dochází k velkému zahlcení měřicí laboratoře speciálními zakázkami na měření, kdy je potřeba na velkém množství kusů nebo ve velmi krátkých intervalech proměřovat požadované parametry. Toto způsobuje, že laboratoř není schopná včasného uvolňování prvních kusů z výroby.

Ačkoliv kontrola ve výrobě je dostatečná a výrobky před odesláním projdou ještě výstupní kontrolou, některé chybné parametry výrobků nejsou odhaleny, protože je toto možné pouze 3D měřením v laboratoři. Dochází k reklamacím těchto chybných parametrů ze strany zákazníka.

V současné době má společnost průměrně 10 zákaznických reklamací za měsíc a náklady spojené s těmito reklamacemi činí v přepočtu 540 tisíc Kč měsíčně.

13 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

13.1 Doškolení techniků laboratoře

Při nynějším obsazení laboratoře připadají na jednu směnu dva až tři technici, což je na počet měřicích 3D zařízení dostatečné. Přístroj Zeiss Contura je schopný automatického provozu, tudíž nepotřebuje stálou obsluhu. Aktuálním problémem je, že všichni technici nejsou na tento nový stroj zaučeni, někteří nejeví ani snahu o zaučení.

Možná náprava - doškolení všech techniků na nový přístroj Zeiss Contura. Školení může být provedeno pracovníky, kteří již získali certifikát. Předpokládaná doba kompletního doškolení všech pracovníků je 6 měsíců. Předpokládané celkové náklady jsou tvořeny pouze platem školicích pracovníků a poměrnou částí platu doškolovaných pracovníků, což v souhrnu činí přibližně 630 tisíc Kč za celé období.

Tabulka 13 – Předpokládané náklady doškolení

Měsíc	Doškolení techniků
7/2017	101 300 Kč
8/2017	212 250 Kč
9/2017	313 550 Kč
10/2017	419 400 Kč
11/2017	525 500 Kč
12/2017	626 800 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

13.2 Rozšíření kapacity laboratoře

Jednou z možností by bylo rozšíření kapacity měřicí laboratoře. Muselo by se však jednat jak o rozšíření technické, tedy nákup dalšího 3D měřicího přístroje, tak o rozšíření personálu a rozšíření prostoru.

Přestěhování firmy do lokality s jinou mentalitou uchazečů o práci, než byla na původním místě, však způsobilo úbytek kvalitních lidských zdrojů a nabrat odborný personál, nebo alespoň takový, který má dobré předpoklady pro rychlé zaškolení, je téměř nemožné.

Předpokládaný čas potřebný na vybudování nových prostor pro laboratoř, nákup nového přístroje a nábor a proškolení nových pracovníků je 1,5 – 2 roky. Investice do dalšího 3D přístroje je v řádech milionů. Předpokládaná investice je 6,36 milionu Kč.

Tabulka 14 – Předpokládané náklady na rozšíření kapacity

Nákup 3D měřicího stroje	4 500 000 Kč
Rozšíření prostoru	250 000 Kč
Plat školicích pracovníků (18 měsíců)	1 206 000 Kč
Plat nově příchozích pracovníků (3 pracovníci, 6 měsíců)	402 000 Kč
Celkem	6 358 000 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

13.3 Outsourcing

Další možností je využití externích laboratoří na kompletnější proměřování více kusů, například při vývoji projektu a na jeho počátku, nebo při měření způsobilosti procesů a strojů.

Při stálém využití plné pracovní doby externí laboratoře by se náklady pohybovaly v rozmezí 150 až 200 tisíc Kč měsíčně, za rok by to tedy bylo 1,8 až 2,4 milionu Kč. Tato možnost by v počátku byla levnější než rozšíření kapacity laboratoře, při dlouhodobém užívání by se však náklady vyrovnaly.

Tabulka 15 – Předpokládané náklady outsourcingu

Měsíc	Outsourcing
7/2017	168 000 Kč
8/2017	352 000 Kč
9/2017	520 000 Kč
10/2017	696 000 Kč
11/2017	872 000 Kč
12/2017	1 040 000 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

13.4 Zhodnocení navrhovaných opatření

Zavedením nápravného opatření se předpokládá snížení nákladů minimálně o 10%.

V následující tabulce jsou kumulativně uvedeny odhadované náklady na reklamace v období jednoho roku.

Tabulka 16 – Předpokládané náklady reklamací

Měsíc	Náklady na reklamace	Předpokládané náklady po zavedení nápravného opatření	Rozdíl
1	540 000 Kč	486 000 Kč	54 000 Kč
2	1 080 000 Kč	972 000 Kč	108 000 Kč
3	1 620 000 Kč	1 458 000 Kč	162 000 Kč
4	2 160 000 Kč	1 944 000 Kč	216 000 Kč
5	2 700 000 Kč	2 430 000 Kč	270 000 Kč
6	3 240 000 Kč	2 916 000 Kč	324 000 Kč
7	3 780 000 Kč	3 402 000 Kč	378 000 Kč
8	4 320 000 Kč	3 888 000 Kč	432 000 Kč
9	4 860 000 Kč	4 374 000 Kč	486 000 Kč
10	5 400 000 Kč	4 860 000 Kč	540 000 Kč
11	5 940 000 Kč	5 346 000 Kč	594 000 Kč
12	6 480 000 Kč	5 832 000 Kč	648 000 Kč

Zdroj: vlastní zpracování

Srovnáním nákladů na navrhovaná řešení a maximálních předpokládaných nákladů na reklamace v čase jsem zjistila, že náklady na doškolení všech pracovníků laboratoře jsou investice návratná rok po zavedení nápravného opatření. Investice do rozšíření kapacity laboratoře by se při poklesu nákladů na reklamace jen o 10 % vrátila až po téměř deseti letech (118 měsíců) a investice do outsourcingu je investice nenávratná.

Jelikož pracuji ve firmě již více než deset let, mohu dle minulosti a současné situace předpokládat, že se firma bude dále rozvíjet a postupně se navýší i objem měřených produktů. Proto do budoucna připadá v úvahu i rozšíření kapacity laboratoře.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést analýzu měření produktů a schopností měřidel ve vybrané společnosti. Vybraná společnost je součástí celosvětové korporace, dodává konektory na automobilový trh a řídí se standardy pro automobilový průmysl.

Teoretická část byla zpracována jako literární rešerše na téma systémů managementu jakosti, analýzy systémů měření, normy ISO/TS 16949:2009 a měřidel. Jednotlivé kapitoly teoretické části souvisí se systémem zavedeným ve společnosti, ve které byla v následující praktické části prováděna analýza.

Praktická část seznamuje s vybranou společností, její organizační strukturou a systémem měření. Velká část se věnuje také laboratoři kvality a jejímu vybavení.

V práci je popsáno, jak by mělo v této vybrané společnosti vypadat měření výrobků, ale také jak ve skutečnosti vypadá. Analýza těchto postupů ukázala, že společnost má nedostatečnou kapacitu měřicí laboratoře vůči požadavkům výroby. Produkty vyráběné pro automobilový trh, který má přísná pravidla a velké nároky na kvalitu, se na trh dostanou většinou bez důkladného proměření, což způsobuje zákaznické reklamace.

V poslední kapitole praktické části jsou uvedeny návrhy možné nápravy problému a propočítány předpokládané náklady těchto nápravných opatření. Jako nejvýhodnější se jeví první nápravné opatření – doškolení techniků laboratoře kvality. Náklady na toto opatření jsou hodnoceny pouze platy školících pracovníků a poměrnou částí doškolovaných pracovníků v časovém horizontu šesti měsíců, což je předpokládaný čas potřebný k doškolení všech pracovníků. Celkově by se tato investice začala zhodnocovat po jednom roce.

Druhé nápravné opatření je větší finanční investice do rozšíření kapacity laboratoře. Náklady tohoto opatření jsou v řádech milionů korun, takže za současné situace je návratnost této investice až za deset let. Jelikož se automobilový trh stále vyvíjí a vybraná společnost má na trhu stálou pozici, předpokládá se další růst společnosti a následně větší požadavky na laboratoř. V budoucnu by se toto opatření zefektivnilo.

Poslední navržené opatření je využití outsourcingu – služby externích měřicích laboratoří. Po propočítání předpokládaných nákladů na tato měření se opatření nejeví příliš ekonomicky výhodné, protože náklady budou stále přesahovat předpokládanou úsporu 10 % z nákladů na reklamace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Analýza systémů měření (MSA): Příručka*, 2011. 4. vydání. Praha: Česká společnost pro jakost, 231 s. ISBN 978-80-02-02326-5.
- ISO/TS 16949: Systémy managementu kvality - zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2008 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu*, 2009. 3. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost 128 s. ISBN 978-80-02-02176-6.
- JAROŠOVÁ, Eva a Darja NOSKIEVIČOVÁ, 2015. *Pokročilejší metody statistické regulace procesu*. 1. vydání. Praha: Grada, 296 s. ISBN 978-80-247-5355-3.
- KOŠTURIÁK, Ján a kol., 2010. *Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 234 s. ISBN 978-8-251-2349-2.
- MONTGOMERY, Douglas, C., 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. 6th Edition. USA: John Wiley & Sons, 754 s. ISBN 978-0-470-16992-6.
- NENADÁL, Jaroslav, 2016. *Systémy managementu kvality: Co, proč a jak měřit?* 1. vydání. Praha: Management Press, 302 s. ISBN 978-80-7261-426-4.
- NENADÁL, Jaroslav a kol., 2008. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. 1. vydání. Praha: Management Press, 277 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- NENADÁL, Jaroslav a kol., 1998. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality Management*. 1. vydání. Praha: Management Press, 284 s. ISBN 80-85943-63-8.
- PLURA, Jiří, 2001. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vydání. Praha: Computer Press, 244 s. ISBN 80-7226-543-1.
- Referenční příručka: MeasureMind 3D MultiSensor*, 2003. 5. vydání. New York: OGP, 406 s.
- QS - 9000: SPC*, 1999. 1. vydání. Český Krumlov: VYŠEHRAD, 160 s. ISBN 80-02-01293-3.
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vydání. Praha: Grada, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- TOŠENOVSKÝ, Josef a Darja NOSKIEVIČOVÁ, 2000. *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. 1. vydání. Ostrava: Montanex, 262 s. ISBN 80-7225-040-X.

Vhodnost kontrolních procesů: vhodnost měřicích systémů, vhodnost procesů měření a kontroly, rozšířená nejistota, posuzování shody, 2011. Praha: Česká společnost pro jakost, 168 s. ISBN 978-80-02-02307-4.

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

IKVALITA.CZ [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-05-08]. Dostupné z:
<http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=76>

MANAGEMENT MANIA [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/measurement-system-analysis>

METALWORKING NEWS [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://metalworkingnews.info/the-new-generation-of-the-zeiss-contura-coordinate-measuring-machine/>

KUBOUŠEK [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-05-08]. Dostupné z:
<http://www.kubousek.cz/files/kubousek-sro/uploads/files/02-mikrometry2.pdf>

KUBOUŠEK [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-05-08]. Dostupné z:
<http://www.kubousek.cz/files/kubousek-sro/uploads/files/04-posuvna-meritka.pdf>

KUBOUŠEK [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-05-08]. Dostupné z:
<http://www.kubousek.cz/files/kubousek-sro/uploads/files/07-uchylkomery2.pdf>

OGP [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-05-09]. Dostupné z:
<https://www.ogpnet.com/north-america/systems/video-multisensor/smartscope-zip/smartscope-zip-300/index>

QLANYS [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-04-13]. Dostupné z:
<http://www.qlanys.cz/cz/qlanys-scp.php>

RAMET [on-line], © 2017. Uherské Hradiště [cit. 2017-05-08]. Dostupné z:
<http://www.ramet.as/press-kit>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CMM	Coordinate Measuring Machines – souřadnicový měřicí stroj
CL	Central Line – centrální přímka
Cpk	index způsobilosti; míra rozptylu a polohy způsobilosti procesu v poměru ke specifikaci
DIN	Deutsche Industrie Norm; konektory vyrobené dle normy
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis - analýza možného výskytu a vlivu vad
ISO	International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci
LCL	Lower Control Limit – dolní regulační mez
MFU	Machine Capability Examination – zkouška způsobilosti stroje
MSA	Measurement Systems Analysis – analýza systémů měření
NC stroj	Numerical Control – číslicově řízený stroj
PFU	Process Capability and SPC – způsobilost procesu a SPC
SPC	Statistical Process Control – statistická regulace procesu
UCL	Upper Control Limit – horní regulační mez
VDA	Verband Der Automobilindustrie – Svaz automobilového průmyslu
x-quer	aritmetická střední hodnota namátkové zkoušky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Spirála jakosti	12
Obrázek 2 - Zařazení základních nástrojů managementu jakosti do cyklu DMAIC	16
Obrázek 3 – Symboly používané při tvorbě vývojových diagramů a jejich význam	17
Obrázek 4 – Paretův diagram.....	18
Obrázek 5 – Ishikawův diagram	19
Obrázek 6 – Regulační diagram.....	22
Obrázek 7 – Hodnocení procesu pomocí regulačních mezí	23
Obrázek 8 – Neustálé zlepšování systému managementu jakosti.....	25
Obrázek 9 – Posuvné měřítko	34
Obrázek 10 – Úchylkoměr	36
Obrázek 11 – Mikrometr.....	37
Obrázek 12 – Souřadnicový měřicí stroj	38
Obrázek 13 – Organizační struktura firmy	41
Obrázek 14 – 3D měřicí přístroj ZEISS Contura.....	49
Obrázek 15 – 3D měřicí přístroj OGP SmartScope ZIP 300	50
Obrázek 16 – Data v souboru s příponou PRT	51
Obrázek 17 – Data v souboru s příponou CSV.....	51
Obrázek 18 – OGP SmartScope ZIP 300.....	58
Obrázek 19 – Zeiss Contura.....	61
Obrázek 20 – Výstup dat do souboru PDF	62
Obrázek 21 – Grafický výstup naměřené hodnoty	63
Obrázek 22 – Grafický výstup dat	63
Obrázek 23 – Protokol o měření 1	66
Obrázek 24 – Protokol o měření 2	67
Obrázek 25 - Databáze prvních kusů	70
Obrázek 26 – Databáze zvláštních uvolnění.....	70
Obrázek 27 – Regulační karty pro SPC měření	71

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Měřidla na středisku Stamping	42
Tabulka 2 – Měřidla na středisku Moulding	43
Tabulka 3 – Měřidla na střediscích Stitching a Stitching DIN & light auto	43
Tabulka 4 – Měřidla na středisku ECU	44
Tabulka 5 – Měřidla na středisku Overmoulding	45
Tabulka 6 – Měřidla na středisku Hand assembly	45
Tabulka 7 – Měřidla na středisku New Market	46
Tabulka 8 – Vyčíslení nákladů pro SPC pracoviště	48
Tabulka 9 – Náklady na externí kalibrace 1x ročně	54
Tabulka 10 – Náklady na externí kalibrace 1x za dva roky	54
Tabulka 11 – Náklady na externí kalibrace 1x za tři roky	55
Tabulka 12 – Vybavení laboratoře kvality	56
Tabulka 13 – Předpokládané náklady doškolení	73
Tabulka 14 – Předpokládané náklady na rozšíření kapacity	74
Tabulka 15 – Předpokládané náklady outsourcingu	74
Tabulka 16 – Předpokládané náklady reklamací	75