

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektroenergetiky a ekologie**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Analýza systému metrologie v podniku Hutchinson s.r.o.**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslava JANEČKOVÁ**  
Osobní číslo: **E13N0043K**  
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**  
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**  
Název tématu: **Analýza systému metrologie v podniku Hutchinson s.r.o.**  
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište stručně činnost firmy a její historii.
2. Popište systém kvality ve firmě.
3. Vypracujte studii o dílenské metrologii v této firmě.
4. Analyzujte další rozvoj a zlepšování podnikové metrologie.

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce je zaměřená na ukázkou sledování systému kvality a postupů při jejich plnění. Sleduje vazbu mezi plněním požadavků na výrobu a finálním výrobkem. Práce popisuje podnikovou metrologii, zákonné normy, které firma používá, a praktické ukázky při kalibracích teplotních snímačů nebo tlakových přístrojů. Práce také pojednává o výpočtech chyb a nejistot měření. V závěru je shrnutí postupů a ukázka konkrétního testu kvality manometrů.

## **Klíčová slova**

Kvalita, nástroje pro řízení kvality, metrologie, manometr, normy, management jakosti, příručka jakosti

**Abstract**

The Diploma thesis is aimed at the demonstration of the quality systems monitoring and processes for their fulfillment. It monitors the connection between the production and the final product. The work describes the company metrology, used legal standards, and practical demonstration of heat-sensitivity elements and manometers calibration. The work deals with calculation of uncertainty and measurement errors, too. The conclusion contains the summary of describes methods and an example of the actual quality test of manometers.

**Key words**

Quality, tools for controlling quality, metrology, manometer, standards, quality management, quality manual

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 5.5.2015

Jaroslava Janečková

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce paní doc. Ing. Olze Tůmové, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Na tomto místě bych také chtěla poděkovat zaměstnancům firmy Hutchinson, především podnikovému metrologovi panu Martinu Krocovi, za vstřícnost, ochotu a poskytnuté informace.

# Obsah

<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK - OBOR KVALITA .....</b>	<b>9</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK - OBOR METROLOGIE .....</b>	<b>9</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>1 HISTORIE VZNIKU FIRMY HUTCHINSON .....</b>	<b>12</b>
1.1 PRODUKTOVÉ PORTFOLIO.....	13
<b>2 KVALITA JAKO POJEM A VIZE .....</b>	<b>14</b>
2.1 CÍLE SYSTÉMU KVALITY.....	14
2.1.1 <i>Pojem kvalita</i> .....	16
2.2 POSTOJ ZAMĚSTNANCŮ VŮČI KVALITĚ .....	21
2.2.1 <i>QRQC - metodika postupu kvality</i> .....	22
2.2.2 <i>Zavedení akčních limitů NOK dílů</i> .....	22
2.2.3 <i>Politika integrovaného systému Managementu</i> .....	23
2.3 VÝSLEDKY KVALITY A CÍLE .....	24
<b>3 METROLOGIE A PROCESY MĚŘENÍ.....</b>	<b>25</b>
3.1 HISTORIE METROLOGIE .....	25
3.2 KATEGORIE METROLOGIE .....	26
3.2.1 <i>Základní metrologické pojmy</i> .....	27
3.3 CHYBY MĚŘENÍ.....	29
3.3.1 <i>Druhy chyb</i> .....	29
3.3.2 <i>Nejistoty měření</i> .....	31
<b>4 PODNIKOVÁ METROLOGIE A NORMY.....</b>	<b>33</b>
4.1 POVINNOSTI PODNIKOVÉHO METROLOGA .....	34
4.1.1 <i>Základní povinnosti zaměstnanců</i> .....	35
4.2 ZPŮSOBILOST MĚŘIDLA .....	36
4.2.1 <i>Ověřování měřidla</i> .....	36
4.2.2 <i>Kalibrace</i> .....	36
4.2.3 <i>Kalibrační postupy a podmínky prostředí</i> .....	37
4.2.4 <i>Kalibrační protokol</i> .....	37
4.2.5 <i>Poškození a vyřazení měřidel</i> .....	38
4.3 KALIBRACE TEPLOTNÍCH SNÍMAČŮ V PRAXI .....	39
4.3.1 <i>Odporové snímače teploty</i> .....	39
4.3.2 <i>Termoelektrické články</i> .....	40
4.3.3 <i>Kalibrace teplotních snímačů</i> .....	41
4.3.4 <i>Kalibrace snímačů tlaku</i> .....	42
4.3.5 <i>Kalibrace manometrů</i> .....	43
4.4 PODNIKOVÁ LABORATOŘ.....	43
4.4.1 <i>Materiálové testy</i> .....	44
4.4.2 <i>Funkční testy</i> .....	47
<b>5 ANALÝZA POUŽÍVANÝCH METOD V PODNIKOVÉ METROLOGII, DALŠÍ ROZVOJ A ZLEPŠOVÁNÍ PODNIKOVÉ METROLOGIE .....</b>	<b>48</b>
5.1.1 <i>MSA - Measurement System Analysis – Analýza systému měření</i> .....	48

---

5.1.2	ANOVA (Analyse of Variance).....	56
5.1.3	Ukazatele C <sub>g</sub> a C <sub>gk</sub> .....	58
5.1.4	Programová podpora CAQ .....	59
5.1.5	Palstat CAQ - Metrologie.....	60
5.1.6	VDA 5.....	61
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>69</b>



## Seznam symbolů a zkratek - obor kvalita

FMEA.....	Analýza možnosti vzniku poruch a jejich následků (z angl. Failure Mode and Effect Analysis)
MSA .....	Analýza systému měření (z angl. Measurement System Analysis)
NOK .....	Neshodný výrobek
PDCA .....	Naplánuj, udělej, kontroluj, zaveď (z angl. plan-do-check-act)
PPAP .....	Postup pro schvalování produktu a výrobního procesu (z angl. Production Part Approval Process)
SPC.....	Statistická regulace procesů (z angl. Statistic Process Control)
APQP+CP.....	Plánování kvality produktu
KQ.....	Kontrolor kvality
QRQC.....	Quick Response Duality Control- metodika postupu kvality

## Seznam symbolů a zkratek - obor metrologie

°C.....	Stupeň Celsia
$C_g$ .....	Ukazatel opakovatelnosti měřidla
$C_{gk}$ .....	Ukazatel strannosti a opakovatelnosti měřidla
GRR.....	Opakovatelnost a reprodukovatelnost měřidla
TV.....	Celková variabilita
$\bar{X}$ .....	Výběrový průměr
ČMI .....	Český metrologický institut
ISO .....	Mezinárodní organizace pro normalizaci
P.....	Tlak
P.....	Pravděpodobnost
R .....	Odpor
$R_T$ .....	Odpor závislý na teplotě
$u_{AX}$ .....	Standardní nejistota řešená způsobem A
$u_{BX}$ .....	Standardní nejistota řešená způsobem B
U .....	Napětí
ÚNMZ.....	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
KMZZ.....	Kontrolní měřicí a zkušební zařízení
Shore.....	Měřicí metoda pro zjišťování tvrdosti materiálu tloušťky nad 6 mm

IRHD ..... Měřicí metoda pro zjišťování tvrdosti materiálu tloušťky 2,5 – 6 mm

## Úvod

Tato diplomové práce se zabývá podnikovou metrologií a jejími procesy ve firmě, jež je orientována na výrobu pro automobilový průmysl. Systém metrologie je vždy úzce spjat se systémem kvality. Cílem každé organizace, ať výrobní nebo nevýrobní, je obstát v obrovské konkurenci, proto je nezbytně nutné sledovat i legislativní předpisy, řídit se jimi a následně vyžadovat jejich dodržování v každé výrobní části.

Text je rozdělen do pěti větších oddílů. V první části je popsán historie vzniku firmy a produktové portfolio.

Druhý oddíl práce se věnuje sledování systémů kvality a postupů při jejich plnění. Monitoruje se vazba mezi splněním požadavků na výrobu a finálním výrobkem, sladění požadavků zákazníků, jež se zákonitě promítnou v organizační struktuře podniku, a zavádění nových postupů ve spojení s legislativními požadavky.

Třetí oddíl práce je věnován metrologii. Nejprve je stručně uvedena historie, neboť i tento obor procházel a prochází vývojem, jenž vyplývá ze zvyšujících se nároků na přesnost. Hlavní část je zaměřena na podnikovou metrologii, spojenou s praktickými ukázkami kalibračních postupů. Jsou zde ukázky kalibrace teplotních snímačů, měřicí řetězce tlakových snímačů, ukázky navazování měřidel a výstupní grafy zapisovačů. Práce také pojednává o výpočtech chyb a nejistot měření.

Čtvrtá část je věnována dílenské metrologii. Jsou zde ukázány povinnosti podnikového metrologa ale i kontrolní mechanismy v podnikové laboratoři. Ukázky zkoušek a jejich hodnocení s vazbou na zákazníka.

Pátá část je věnována použitým metodám v oblasti MSA s praktickou ukázkou zkoušek a s možností dalšího aktivního přístupu.

V závěru je zpracována studie zaměřená na zavedení pokročilých nástrojů v metrologii vedoucí ke zlepšení a zjednodušení postupů, jež jsou závislé na stálé modernizaci výroby, ale také na stránce finanční.

# 1 Historie vzniku firmy Hutchinson

Podnik Hutchinson provází 160 letá historie. Jejím zakladatelem byl Hiram Hutchinson narozen v roce 1869, americký průmyslník britského původu, jenž v roce 1853 založil první podnik na zpracování kaučuku ve Francii v městě Langlé. Odkoupil patentová práva k vulkanizaci gumy od Karlova Goodyeara a jeho prvními výrobky, se staly gumové holínky. V roce 1869 obrovský požár zničil celou továrnu. Rekonstrukce objektů byla velice náročná a zdouhavá. V rámci rekonstrukce se zakoupil nové stroje a v roce 1890 započal výrobu pláštěů na jízdní kola [21]. S plynoucím časem se výrobky z gumy začaly rozšiřovat i po Evropě, a ve spojení s rozvojem automobilového průmyslu, vznikalo mnoho poboček firmy. Díky kvalitě výrobků a dalšímu rozvoji výroby jsou produkty známy po celém světě.

## Milníky v historii firmy Hutchinson

1853 – Založení první firmy Hiramem Hutchinsonem

1860 – Rozšíření výroby v Evropě – filiálka v Mannheimu (Německo)

1890 – Vyrobena první pneumatika na bicykl

1910 – Účast na 1. letecké balónové show v Paříži – Canvas for Airchips

1920 – Rozšíření kanceláří a prodejních míst ve Francii, Čechách, Mexiku a Německu

1923 – Spolupráce s automobilkou Citroën

1974 – Vstup do společnosti Total

1983 – Nové pláště MTB 26“ (Horská kola)

1990 – Spojení se společností Marvic – bezdušová technologie

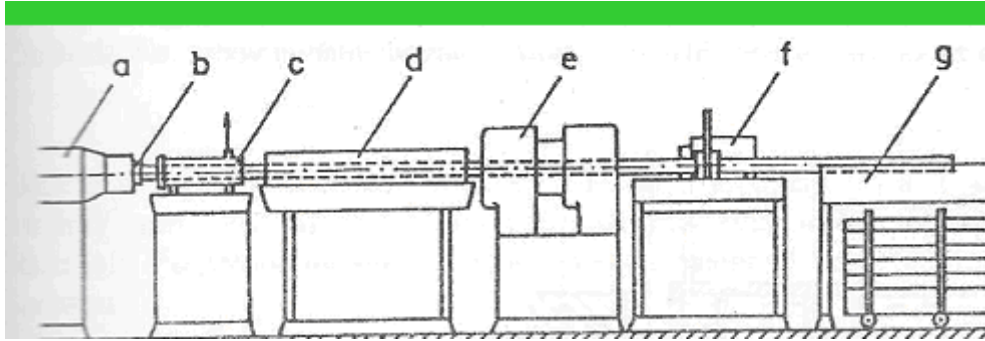


Obrázek 1 Logo firmy [Firemní zdroj]

## 1.1 Produktové portfolio

Společnost Hutchinson je tvořena třemi divizemi; automobilovou, průmyslovou a spotřebního zboží. Je nadnárodní společností, jež má více než 100 výrobních závodů, které se nacházejí v Evropě, Americe i Asii. V roce 1974 se stala součástí společnosti Total, působící ve více než 130 zemích světa. Rokycanská divize byla založena 8. 6. 1994 a produkce zahájena v roce 1995. Výrobní proces je orientován na výrobu, montáž a kompletaci výrobků z kaučuku, určených pro automobily. Zpracování kaučuku má svá specifika, důležitá je perfektní znalost chování taveniny polymerů. Kaučuky a plasty nelze přímo zpracovávat v hotové výrobky. Hmota musí být nejprve zpracována v přípravném procesu, což znamená, že jsou do hmoty přidávány různé vulkanizační přísady, plniva, stabilizátory, změkčovadla atd. Polymerům musíme dodat fyzikální formu, abychom je mohli dále zpracovávat. To znamená, že jsou zpracovány do granulátu, pásů, suchých směsí atd. Do podniků jsou potom dodávány v této formě a baleny například v pytlích. Granule lze snadno dávkovat do zpracovatelských strojů. Těmto strojům říkáme *protlačovací linky*. Hlavní částí této linky je šnek, do něhož je polymer ve formě granulí přiveden násypkou. Granule jsou ve šneku (extruderu) tlačeny směrem k protlačovací hlavě za současného ohřátí. V tomto místě je hmota plastifikována (roztavena) a pod příslušným tlakem prochází tvářecí hlavou, kde se vytvoří požadovaný tvar, síla a velikost hadice. V tuto chvíli je důležitým ukazatelem viskozita a základní chování tavenin při toku, které je určeno tzv. *tavným indexem*. Tato veličina je dána normou a je definována jako hmotnost materiálu (v gramech), který proteče definovanou tryskou za 10 min, při daném zatížení pístu a dané teplotě. Znalost těchto hodnot je důležitá při výběru vhodného šneku do protlačovacího stroje. V případě špatného výběru šneku by mohla hmota příliš stékat, nebo by vůbec nemuselo dojít k vytlačení do vytlačovací hlavy [2]. Při vytlačování kaučuku se mnoho energie přeměňuje na teplo. Stroje jsou proto obvykle vybaveny regulátory teploty a snímači tlaku. Všechny tyto kontrolní mechanismy podléhají kontrolám a kalibracím ve stanovených lhůtách, abychom mohli dodržet požadovanou kvalitu výrobku. Odběrateli výrobků jsou světoznámé automobilky, jako je AUDI, BMW, Ford, PSA, Scania a další. Hlavním výrobním programem jsou hadice pro nízkotlaké i vysokotlaké systémy automobilů. Hadice jsou vyráběny na speciálních koextruzních linkách (obr. 2) skládajících se ze tří protlačovacích strojů. Je zde společná protlačovací hlava a díky této technologii lze vyrobit třívrstvou i dvouvrstvou hadici. V současné době je to pokrokové řešení. Dále jsou hadice vytvarovány a zakráčeny na potřebný tvar. Toho je docíleno v tzv. *autoklávu*, což je zařízení, kde pod tlakem a v páře dochází k vulkanizaci gumy. Vulkanizace je proces, při němž dochází ke konečnému vytvrzení hadice a

pokud je navlečena na trn určitého tvaru, získá konečnou a neměnnou podobu. Dále jsou zde montovány topné sestavy pro ohřev AD Blue do nákladních automobilů. Nynější ukázky výrobních produktů jsou vodní hadice, vzduchové hadice, palivové hadice, olejové hadice a topné sestavy. Příklady výrobků jsou v příloze A.



Obrázek 2 Protlačovací linka [2]

a-vytlačovací stroj se šnekem; b-vytlačovací hlava; c-kalibrace; d-chladicí lázeň; e-odtah; f-řezání; g-stohovací zařízení.

## 2 Kvalita jako pojem a vize

„Kvalita“ z anglického slova QUALITY je pojem, jenž nám sám o sobě nic neříká. Pokud je ale ve spojení s nějakým výrobkem nebo službou, už nabývá na významu. Základ tohoto slova lze sledovat již v latinském jazyce a znamená otázku jaký? Z hlediska historie, ač si to možná lidé ani příliš neuvědomovali, rozhodovala kvalita o tom, jestli přežijí. Zda postaví přístřešek, jenž odolá nástrahám počasí, jaké nástroje a potažmo jaké kvality jsou k dispozici. Jednoduše řečeno dobré - „kvalitní“ nebo špatné - „nekvalitní“ [1]. V současném moderním a technicky vyspělém světě tomu není jinak, jen se nám pojem promítá do kvality výrobků a služeb. Pokud se budeme věnovat metodám jak dosáhnout odpovídajících výsledků ve výrobní sféře, musíme proniknout do celé struktury řízení výroby. To znamená sledovat proces od zadání až po finální část, kterou je prodej výrobku a udržení konkurenční schopnosti.

### 2.1 Cíle systému kvality

Systém kvality vychází ze základní normy ISO 9000 : 2005 - Quality management systems - Fundamentals and vocabulary - u nás zavedena pod ČSN EN ISO 9000 : 2006 (01 0300) - Systém managementu kvality - základní principy a slovník, což je mezinárodní norma pro systém ve výrobních podnicích. Výrobci i dodavatelé se jí snaží plnit, neboť se jedná o nástroj umožňující se udržet v obrovské konkurenci na celosvětových trzích. Norma

je ukazatelem, že jsou dodržovány standardy, které jsou zárukou kvality, a ukazuje na vzájemné pochopení terminologie používané v managementu kvality. Dalším opěrným bodem pro podnikové kvalitáře je norma ISO 9001 : 2008 - Quality management systems – Requirements - zavedena v ČSN EN ISO 9001 : 2009 (01 0321) - Systém managementu kvality – Požadavky. V této normě jsou specifikovány požadavky na systém řízení, které se musí důsledně dodržovat, vzhledem k trvalému poskytování kvality dodávaného výrobku, jenž splňuje požadavky zákazníka a požadavky předpisů. Snahou je zvyšování spokojenosti zákazníka a proces neustálého zlepšování. Tyto normy vypracovala technická komise Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO/TC 176 Quality management and quality assurance [2]. Pro podnik Hutchinson jsou uvedené normy stěžejní. Další, a to neméně důležité, jsou Automobilové standardy tzv. automotive. Jeto systém určený především pro výrobce automobilových součástí, vycházející z normy ISO/TS 16949:2002. Obsahem norem jsou pokyny týkající se výrobců automobilového průmyslu, požadavky na kvalitu a jejich harmonizaci. Certifikace dle této normy, provádí výlučně certifikační společnost, jenž jsou akreditované skupinou IATF (International Automotive Task Force) a auditori se speciální kvalifikací. Norma je dělena do osmi částí, z nichž každá má svou specifickou část [3].

#### **Části normy:**

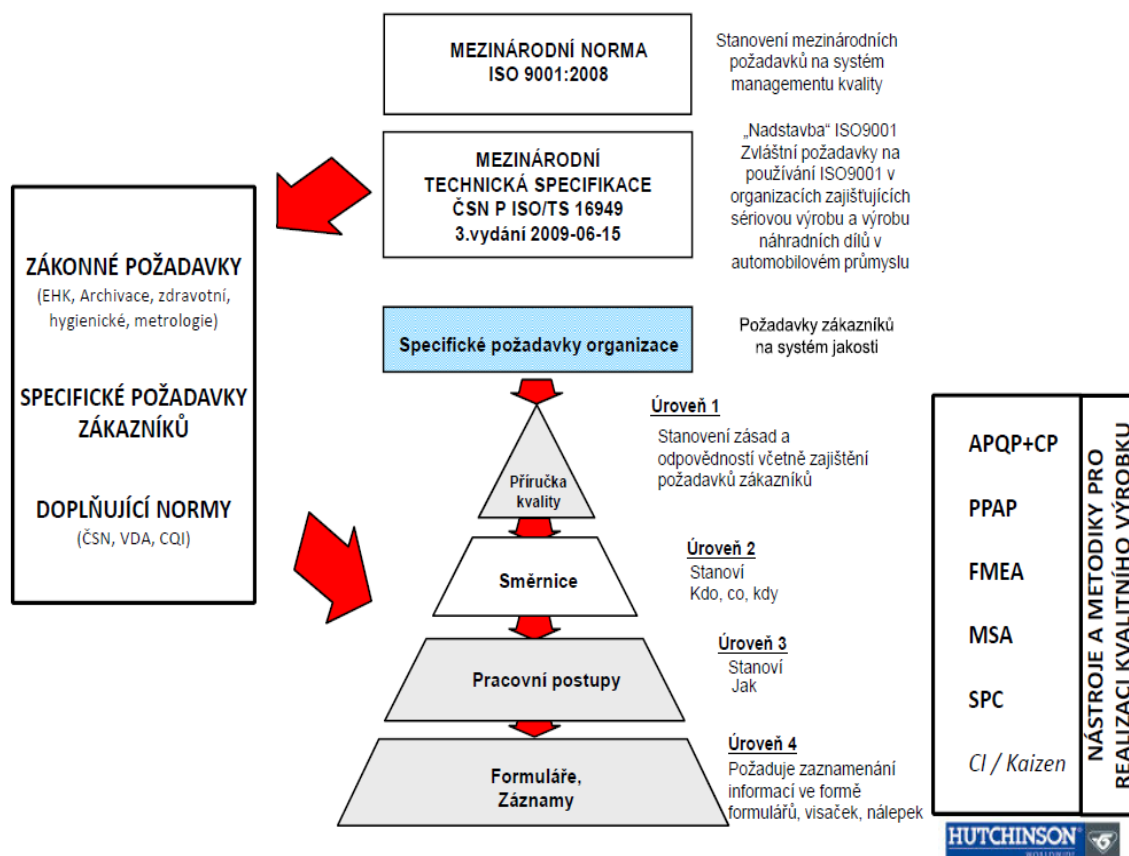
1. Předmět normy - zde se nacházejí obecné informace a aplikace
2. Citované normativní dokumenty
3. Termíny a definice týkající se automobilového průmyslu
4. Systém managementu kvality – obsahuje všeobecné požadavky a požadavky na dokumentaci
5. Odpovědnost managementu – obsahuje požadavky na angažovanost a aktivitu managementu, zaměření na zákazníka, plánování, odpovědnost a pravomoce managementu
6. Management zdrojů – zaměřena na infrastrukturu podniku, na lidské zdroje, na pracovní prostředí
7. Realizace produktu – obsahuje pokyny pro realizaci produktu, návrhy a vývoj produktu, oblast nákupu
8. Měření analýza a zlepšování – obsahuje pokyny pro monitorování a měření, analýzu dat, zlepšování a řízení neshodného výrobku

## 2.1.1 Pojem kvalita

Pro systém kvality jsou tyto standardy základním stavebním kamenem, k nimž se ještě přidružují specifické požadavky odběratelů. Pokud bychom chtěli definovat pojem kvalita, lze říci, že se skládá z jasně stanovených cílů:

- přesně stanovený parametr výrobku nebo služby,
- přesně stanovené vlastnosti a způsoby hodnocení,
- konečné vnímání kvalitního výrobku nebo služby,

Z těchto požadavků na kvalitu lze sestavit pomyslný strom, jak je vidět na (obr. 3)



Obrázek 3 Požadavky na kvalitu [Firemní zdroj]



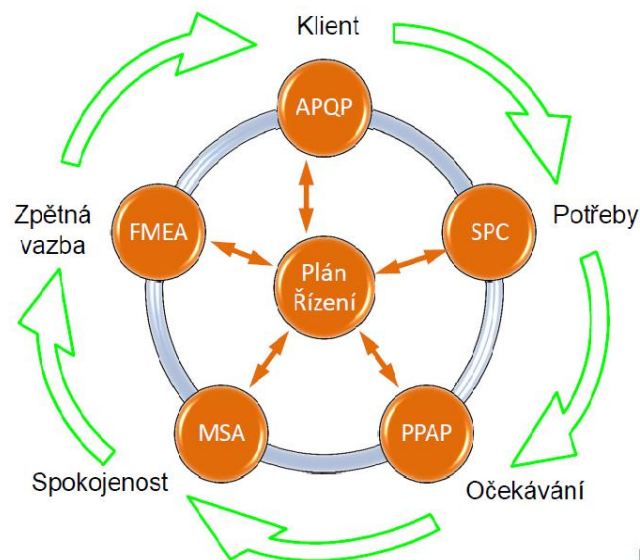
Jak již bylo zmíněno v předešlém odstavci, kořenem stromu je norma ISO 9001:2008. Nadstavbou je norma pro výrobce v automobilovém průmyslu ČSN P ISO/TS 16949, která v sobě skrývá zákonné požadavky na archivaci, metrologii, zdravotní a hygienické normy. V souladu s těmito normami je třeba brát zřetel na specifické požadavky zákazníků a doplňující normy, jež jsou stanoveny na výkresové dokumentaci. Převáděno do podnikové strategie to znamená, že máme několik úrovní.

**Úrovně** norem v podnikové strategii:

- \* Příručka kvality
- \* Podnikové směrnice, které stanoví, kdo má za co zodpovědnost
- \* Pracovní postupy, kde je stanoveno, jak dosáhnout kvality
- \* Formuláře a záznamy o provedených měřeních

### 2.1.2 Nástroje pro zabezpečení kvality

Cílem každého výrobce je "nulová" chybovost ve fázi sériové výroby. K dosažení těchto cílů nám napomáhají nástroje řízení, které pomocí sběru dat a následné analýzy pomáhají řešit problémy s kvalitou. Propojení a vzájemné vazby mezi systémy řízení jsou naznačeny na kruhovém diagramu (Obr. 4)



Obrázek 4 Vzájemné vazby mezi nástroji kvality [Firemní zdroj]

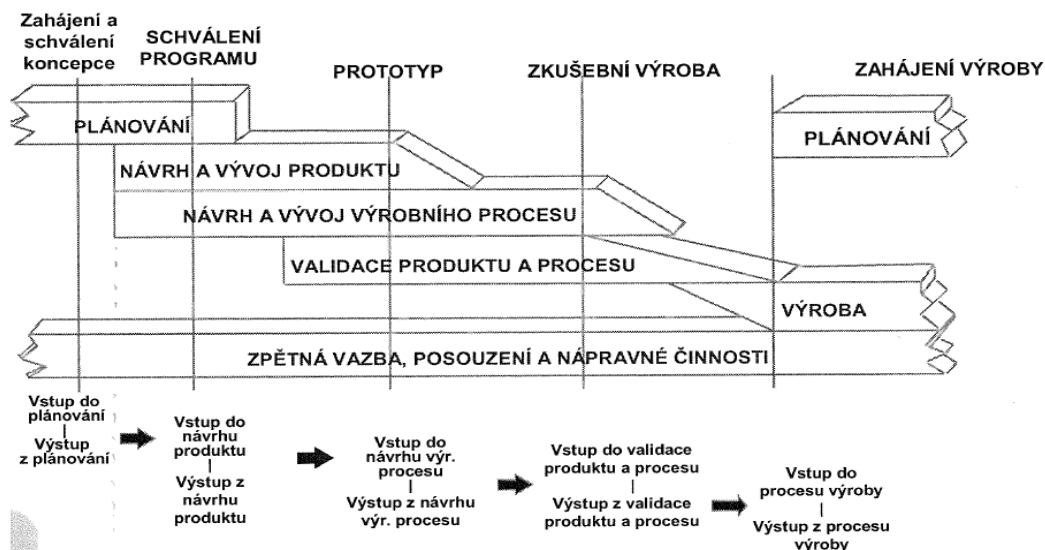
## APQP - Advanced Product Quality Planning - Plánování kvality produktu

Tento nástroj zahrnuje kompletní postupy výrobního procesu. Obsahem je strategie postupu při vývoji nového výrobku nebo při jeho významnějších změnách [3]. Dále pochody pro přípravu výroby a realizaci projektu až po finální sériovou výrobu.

Výsledkem jsou fáze plánování v přesně určených mezích (Obr. 5):

- \* stanovení konceptu a plán projektu,
- \* návrh a vývoj produktu,
- \* návrh a vývoj výrobního procesu,
- \* ověření produktu i procesu,
- \* výrobu (před sériovou i sériovou),
- \* systém plánování výroby a dodávek,
- \* ověření/zpětná vazba/nápravné činnosti.

### Časový sled plánování kvality produktu



Obrázek 5 APQP Plánování kvality produktu [Firemní zdroj]

To znamená, že hlavním vstupem je požadavek zákazníka a výstupem pak odezva zákazníka (speciálně vyžadováno americkými zákazníky).

### **SPC - Statistical Process Control - Statistické řízení procesů**

Nástroj vhodný pro velké výrobní dávky a nebo tam, kde se výroba víckrát opakuje. Používá se jako preventivní nástroj řízení kvality, na jehož základě jsme schopni, při včasném zachycení odchylek ve výrobním procesu, včas realizovat zásahy do tohoto procesu. Tak můžeme dlouhodobě udržovat kvalitu na stabilní a přípustné úrovni [22].

### **PPAP - Production Part Approval Process – Postup pro schvalování produktu a výrobního procesu**

zde se ověřuje, jak organizace pochopila požadavky zákazníka na specifikace a záznamy. Je zde ukázána metodika pro validaci. Z pohledu zákazníka se validací rozumí získání důkazů ve formě dokumentace, že výrobní proces bude trvale poskytovat produkt odpovídající specifikaci [18]. Z praktického hlediska jsou kontrole podrobeny výrobky z jednoho výrobního dne. To odpovídá výrobě jedné směny (1– 8 hodin) vyrobeno alespoň 300 ks [3] a jsou kontrolovány parametry výrobku dle specifikace.

### **MSA - Measurement System Analysis – Analýza systému měření**

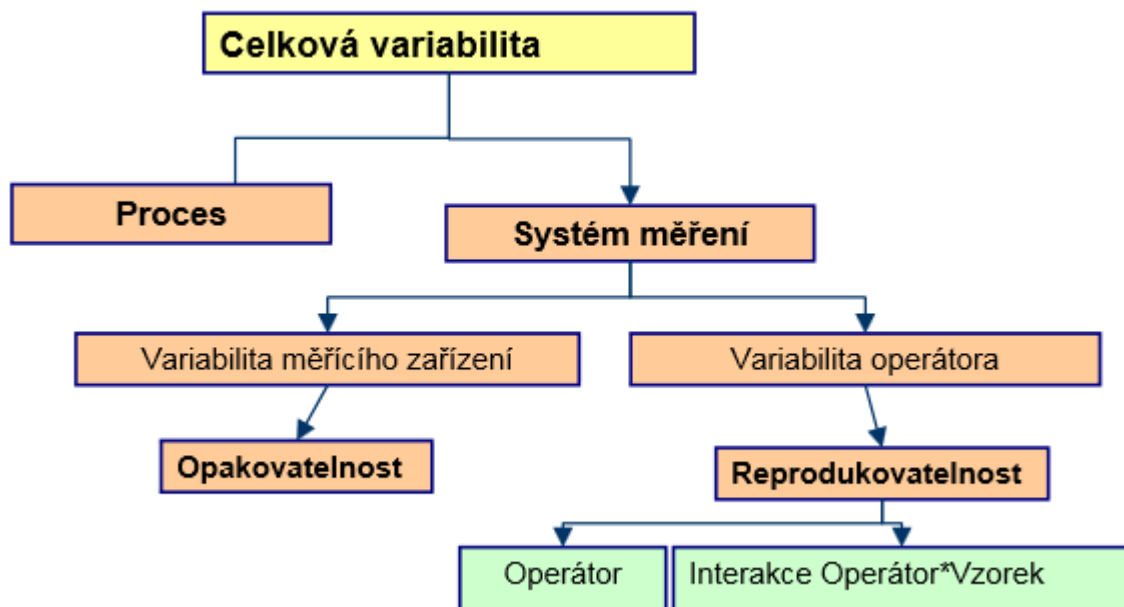
Analyzuje systém měření zaměřuje se na systém měření jako takový, nikoliv na produkováný výsledek. Vychází se z předpokladu, že pro měření nestačí mít jen přesná měřidla, ale vliv na výsledek mohou mít i jiné faktory, proto se hodnotí měřicí systém jako celek. V tomto případě je systém zaměřen na správnost postupů a operací. Důležitá jsou i měřidla, sloužící jako prostředek pro získávání důležitých údajů. Mezi měřidla spadají i kalibry, již jsou v tomto případě hojně používány [19]. Ověřuje se, zda je měření opakovatelné (GR) a reprodukovatelné (GRR). Výsledkem je zjištění, kolik chyb vzniká chybou výrobního procesu, a kolik chyb vzniká proměnlivostí měření [22].

Je zřejmé, že v praxi je velmi složité dodržet všechny tyto podmínky, proto se často používá metoda průměru a rozpětí - R&R - Repeatability Reproducibility [24]. Aplikace metody probíhá v následujících fázích:

1 - Přípravná fáze - musíme určit měřené veličiny, měřicí zařízení s dostatečnou přesností, dostatečný počet vzorků pro měření, dostatečné množství operátorů a počtu opakování měření.

2 - Vlastní měření - realizujeme v místě používání měřidla a všichni operátoři musí dodržet stejný postup měření.

3 - Vyhodnocení analýzy - realizujeme srovnáním variability systému měření s celkovou variabilitou nebo pomocí srovnání variability měření s tolerančním rozpětím.



Obrázek 6 Rozdělení celkové variability zaznamenaných dat [24]

## **FMEA - Failure Mode and Effect Analysis – Analýza možných způsobů poruch a jejich následků**

Proces slouží k vyhodnocení vzniku vad, jejich příčin a také jejich následků. Zásadní pro tuto metodu je "včasnost", to znamená předcházení poruchovému stavu. Jsou využívány nástroje řízení pro stávající proces jak v oblasti prevence, tak detekce. Díky vyhodnocení pracovních procesů je možné najít potencionální selhání a včasnou reakcí předejít neshodě. FMEA musí být živý, neustále otevřený dokument [25]. Ve výrobním procesu tedy označíme možné vady výrobku, tyto vady pak hodnotíme ze tří možných hledisek:

- \* význam vady,
- \* výskyt vady,
- \* odhalení vady.

Po tomto zhodnocení jsme schopni spočítat míru rizika:

Riziko=Význam x Výskyt x Odhalení

Pro výrobky s největší mírou rizika se navrhuje nápravná opatření a tím významně předchází neshodným výrobkům.

### **2.2 Postoj zaměstnanců vůči kvalitě**

Je zřejmé, že na kvalitu pohlíží každý zaměstnanec ze svého specifického hlediska. Co je dobré pro jednoho, druhý již pokládá za chybu. Je tedy důležité z hlediska zaměstnavatele, aby pracovník byl kompetentní pro činnost, kterou vykonává, o čemž rozhoduje nejen vzdělání, ale i patřičný výcvik a zkušenosti [4]. Proto je nezbytně nutné vytvořit přesně definované postupy pro kvalitu a pracovníky motivovat, aby sami možnou neshodu včas zachytili a oznámili svému nadřízenému. K motivačním krokům může směřovat nejenom mzda, ale i školení pracovníků a seznámení se s důsledky pro zákazníka v případě neshodného výrobku. Každý pracovník je veden k tzv. **Brainstormingu**, což znamená sdělení názoru bez obav z postihu, ale i schopnost týmového řešení problému. V praxi to znamená, že je sestaven řešitelský tým, v němž je deset členů. Čím je tým pestřejší tím lépe, podstatou je, že jsou si všichni rovni. V úvodu sezení jsou jasně formulované otázky a cíle, k čemuž je tým veden. Poté účastníci produkují co nejvíce nápadů, byť třeba i netradičních, které jsou zaznamenány. Je zakázána jakákoli kritika či hodnocení nápadů [4]. Na závěr je provedeno hodnocení Brainstormingu, a dobré a realizovatelné nápady jsou využity ve výrobním procesu.

### 2.2.1 QRQC - metodika postupu kvality

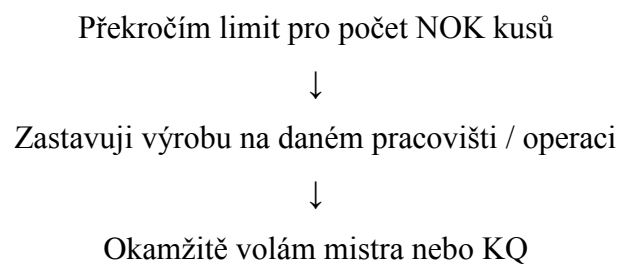
QRQC je metodika vhodná především pro interní procesy velkých podniků. Je využívána jako operativní nástroj při řešení problémů výroby. Jednoduše řečeno, je třeba se soustředit na identifikaci daného problému a položit si přesně stanovené otázky:

- \* co je konkrétní problém,
- \* proč problém vznikl,
- \* kdy problém vznikl,
- \* kde se problém objevil,
- \* jak se problém projevil,
- \* kolik bylo vadných dílů.

Po tomto zjištění se okamžitě zjedná nápravné opatření, tj. odstraní se či opraví příčina problému. Tato okamžitá nápravná opatření se zaznamenávají do QRQC formuláře. Jejich obsahem je část s přesnou vizualizací příčiny problému a s určením časového období, po které je třeba sledovat problémové zařízení. Z těchto formulářů lze jednoduše zanalyzovat příčinu problému, a tím efektivně předcházet dalším poruchám. V závěru je hodnocení, zda provedené kroky byly efektivní, a zda byla odstraněna pravá příčina problému [13].

### 2.2.2 Zavedení akčních limitů NOK dílů

Tento odstavec je zaměřen na praktickou ukázkou využití nástroje kvality, usnadňující operátorům snadnější pochopení stavu, kdy se setká s neshodným výrobkem značeno "NOK". S tímto postupem jsou všichni operátoři seznámeni.



Po tomto zastavení výroby nebo operace mistr společně s KQ, za podpory seřizovače, provedou společně s operátorem analýzu, co je příčinou NOK výrobků.

Mistr s KQ mohou zvolit mezi třemi vhodnými variantami:

- \* okamžitá náprava,
- \* nastavení zkoušky, z níž bude možné zjistit příčinu NOK,
- \* rozhodnutí o přenesení problému na ranní QRQC meeting.

Poté je na pracovišti opět spuštěna výroba, a sleduje se, zda opatření pomohlo k vyřešení problému. Dále je uvedeno shrnutí důvodů pro zavedení akčních limitů, které též ukazuje úzké propojení výroby s kvalitou.

Akční limity umožňují:

- \* reagovat rychleji na výrobu NOK výrobků na montážních pracovištích,
- \* dát jasná pravidla pro operátory, KQ, a mistry na jakou úroveň kvality je třeba reagovat a nepokračovat ve výrobě s příliš velkou zmetkovitostí,
- \* zapojit mistra, seřizovače, KQ a operátory do analyzování příčin vzniku špatných výrobků,
- \* v případě zjištění jednoduše proveditelné nápravy zajistit okamžité odstranění příčiny,
- \* pokud nelze příčinu odstranit, zajistit řešení problému na ranní QRQC schůzku.

Přesně definování limitů:

- \* pro každou výrobní zónu je stanoven TQ limit maximálního počtu NOK kusů,
- \* limit je stanoven zvlášť pro NOK vadných komponentů a zvlášť pro počet NOK výrobků způsobených přímo během montáže,
- \* limity jsou vyvěšeny na nástěnkách poblíž pracovišť mistrů.

### **2.2.3 Politika integrovaného systému Managementu**

Tento proces je nově zaváděn z důvodů trvale udržitelného rozvoje společnosti v rámci výroby automobilových komponentů. V tomto systému je prioritou spokojenost zákazníků, zdraví zaměstnanců, životní prostředí a bezpečnost aktivit uvnitř podniku i ve vztahu k okolí.

Aby mohl systém správně pracovat, musí splňovat řadu požadavků.

QMS-systém managementu kvality dle ČSN ISO/TS 16949

EMS-systém environmentálního managementu dle ČSN EN 14001

BOZP-management bezpečnosti a ochrany při práci dle ČSN OHSAS 18001

Evropská charta kvality

Charta bezpečnosti životního prostředí a kvality a kodex chování vyhlášeného vedením společnosti Total

Specifické požadavky zákazníků

Ve shodě s těmito požadavky se organizace zavázala dodržovat řadu zásad. To znamená, že je kladen důraz na *prevenci* neshod, vznik úrazů, poškození zdraví, znečištění a provozních poruch s nepříznivým dopadem na kvalitu výrobku s rizikem kontaminace životního prostředí. Neustále je sledován *soulad* výrobků, činností a záměrů s požadavky zákazníků a legislativními předpisy. V celé společnosti jsou stanoveny *cíle* QMS, EMS a BOZP tak aby bylo možné měřit pokrok v plnění těchto cílů. Samozřejmostí je monitorování a následné vyhodnocení na úrovni vedení podniku. Je zde snaha o zvyšování *povědomí* zaměstnanců o integrovaném systému managementu, formou adekvátního výcviku. Tím je umožněno účinně vykonávat práci a dosahovat stanovených cílů. Je veden otevřený *dialog* se zaměstnanci, veřejností ale i se státními orgány. Jsou upřednostňováni dodavatelé s vybudovaným systémem řízení, pracující na stejných principech. Neustále se *zlepšuje* efektivnost a výkonnost systémů QMS, EMS a BOZP.

### 2.3 Výsledky kvality a cíle

Výsledkem kvality by měla být nulová zmetkovitost ve výrobní fázi. Víme, že to není reálné, jak z hlediska stárnutí strojů, na kterých je výroba produkována, tak také proto, že dochází k fluktuaci pracovníků a tím stálému zaučování nových pracovních sil, jež nemají potřebné zkušenosti. Zmetkovitost lze měřit na základě operací, kterým říkáme "vícepráce". Lze říci, že jsou to hodiny strávené na pracovních operacích navíc, samozřejmě se zvětší i spotřeba výrobního materiálu. Díky tomu jsme schopni zcela přesně vyčíslit náklady. Můžeme vyhodnotit, která operace je ztrátová, a na lidově řečeno, "slabé místo" soustředit pozornost a operativně problém řešit.



### 3 Metrologie a procesy měření

Metrologie je vědní obor, jenž se zabývá přesným měřením všech veličin. Pro podnik je to jeden z pilířů výroby. Přesné a kvalitní postupy v metrologii vycházejí z legislativních předpisů, jimiž se organizace musí řídit, a také z nich vychází.

#### 3.1 Historie metrologie

Proces měření z historického hlediska je závislý na stavu hospodářství daného státu nebo celku. I metrologie prošla dlouhým vývojem, a zajisté se budou kontrolní mechanismy stále vyvíjet a zdokonalovat. Vždyť nedodržování pravidel v dávných dobách stálo nepoctivého obchodníka i život. Trestem smrti byl ohrožen ten, kdo zapomněl nebo nedodržel svoji povinnost s kalibrovat své měřidlo délky při každém úplňku. To bylo riziko královských architektů odpovědných za budování chrámů a pyramid pro faraony ve starém Egyptě tři tisíce let před naším letopočtem. První délková míra *loket* byl definován jako délka předloktí od lokte ke špičce nataženého prostředníčku vládnoucího faraóna plus šířka jeho ruky. Výsledky měření byly přeneseny na černou žulu a do ní vytesány. Pracovníkům na staveništích byly předány žulové nebo dřevěné kopie a architekti byli odpovědni za jejich udržování [3]. Dalším příkladem je nedodržení objemového množství u piva nebo vína ve středověku.



Obrázek 7 Významné mezníky v českých zemích z pohledu metrologie [21]

### Významné mezníky v historii metrologie v českých zemích

- 1268 - Královské míry - nařízení krále Přemysla Otakara II o mírách a vahách
- 1358 - Karel IV - úprava měř a vydání měř Pražských
- 1549 - Ferdinand I Habsburský - uzákonil objemové míry, to znamená cejchování  
ale i zavedení sankcí při nedodržování pravidel
- 1765 - Marie Terezie - zavádí císařský patent, v němž jsou dolnorakouské váhy a míry
- 1875 - Rakousko přistoupilo k metrické konvenci
- 1922 - Přístup Československa na tuto metrickou konvenci
- 1962 - V Československu zřízen Úřad pro normalizaci a měření
- 1966 - Založení Metrologického ústavu v Praze

### 3.2 Kategorie metrologie

Metrologie se rozvíjí společně s rozvojem vědy ve snaze být v předstihu k potřebám podniků, institucí, laboratoří a jiných organizací využívajících metrologii. V Evropské unii je obor metrologie rozdělen do tří oblastí s různým stupněm složitosti, přesnosti a užití.

**1. Vědecká metrologie** – je to nejvyšší úroveň v žebříčku zabývající se vývojem etalonů, jejich uchováním a organizací

**2. Průmyslová metrologie** – slouží k zajišťování funkčnosti měřidel používaných v průmyslu, zkušebních i výrobních procesech

**3. Legální metrologie** – zabývá se přesností měření v místech, kde může dojít k neprůhlednosti měření, která mají vliv na ekonomické transakce, případně ohrozit zdraví a bezpečnost

V oblasti kategorizace metrologie se nachází ještě **fundamentální metrologie**, která není zahrnuta v mezinárodním měřítku. Přesto představuje nejvyšší stupeň přesnosti v dané oblasti, zahrnující vědeckou metrologii, doplněnou o části průmyslové a legální metrologie, které vyžadují vědeckou kompetenci.

### 3.2.1 Základní metrologické pojmy

Metrologie obsahuje řadu odborných výrazů. Tyto výrazy jsou přejímány z mezinárodního metrologického slovníku International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology - VIM3. Obsahem slovníku je nejen anglicko – český překlad odborných výrazů sloužící k harmonizaci metrologie, ale i systém základních všeobecných pojmů s diagramy pro bližší objasnění vztahů v tomto oboru. Vytváří jednotný přístup k měřicímu procesu [16]. Číselná hodnota nás informuje, že je schválené 3. vydání. Slovník nalezneme pod označením TN 01 0115 a je datovaný k 1. únoru 2009. Je rozdělen do pěti kapitol.

Stavba slovníku VIM3

- \* Veličiny a jednotky
- \* Měření
- \* Zařízení pro měření
- \* Vlastnosti měřících zařízení
- \* Etalony

Do odborných názvů nacházejících se ve slovníku spadají také další termíny. Ty slouží k popsání operací, které nám napomáhají přesně definovat činnost vedoucí k dosažení referenční hodnoty.

- **JUSTOVÁNÍ** - je to činnost, jež připraví přístroj na podmínky používání měřidla. To znamená nastavení potřebných rozsahů a přesnosti. Nejdůležitější je uzpůsobení danému prostředí, ve kterém bude měření probíhat.

- **KALIBRACE MĚŘIDLA** - při této činnosti porovnáváme hodnoty většinou pracovního měřidla s příslušným etalonem. Znamená to závislost mezi hodnotami ukázané měřicím přístrojem a pravými hodnotami etalonu. Z pohledu kalibrace probíhá buď prvotní kalibrace, nebo kalibrace periodická. **Prvotní kalibrace** je zaměřena na nová měřidla, a je dáno zákonem, že za ni odpovídá výrobce měřidla. To znamená v praxi jediné. Pokud nejsou dodrženy stanovené hodnoty, lze uplatnit u výrobce reklamaci.

**Periodická kalibrace** je opakované zkoumání stanovených hodnot v pravidelných časových intervalech [3]. Vždy musí být proveden a uchován záznam o průběhu měření.

- **METROLOGICKÁ KONFIRMACE** - je složka činností zajišťující, aby měřicí prostředek byl ve shodě s požadavky na jeho zamýšlené použití. Tento pojem v sobě zahrnuje kalibraci, ověření, ale i něco navíc, a to další operace jako je oprava či seřízení přístroje [5].

- **NÁVAZNOST** - jde o zařazení měřidla do nepřerušené posloupnosti přenosu hodnot. Nejčastěji z etalonu nevyšší metrologické hodnoty - to znamená státní etalon. Tento etalon schvaluje ÚNMZ a uchovává jej ČMI. O tom, jak bude návaznost měřidel pokračovat na nižších úrovních, rozhoduje metrolog organizace.

- **OVĚŘENÍ** - ověřením stanoveného měřidla je potvrzena skutečnost, že stanovené měřidlo má požadované parametry. Způsob ověřování je stanoven vyhláškou a k měřidlu je vydán ověřovací list [5].

Základním metrologickým dokumentem v České republice je Zákon o metrologii č.505/1990 Sb. v platném znění. Dále zákon upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob, aby byla zajištěna jednotnost a správnost měřidel a měření. V paragrafu 3 se nachází základní rozdělení měřidel [26].

\* **Etalon,**

\* **Pracovní měřidla stanovená,**

\* **Pracovní měřidla nestanovená,**

\* **Certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály, pokud jsou určeny k funkci etalonu nebo stanoveného nebo pracovního měřidla.**

Následují definice jednotlivých měřidel.

- **ETALON** - Slouží k uchování a k realizaci určité veličiny a dále k jejímu přenosu na měřidla nižší návaznosti [26].

- **STÁTNÍ ETALON** - Slouží příslušnému oboru měření a je nejvyšší metrologickou kvalitou ve státě [26].

- **HLAVNÍ ETALON** - Je hlavním základem návaznosti měřidel u subjektů, a podléhá povinné kalibraci. Tyto kalibrace provádí akreditovaná kalibrační laboratoř nebo ČMI [26].

- **STANOVENÁ MĚŘIDLA** - Do této kategorie spadají měřidla, jež jsou vyhláškou určena k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam. Jsou to měřidla k poskytování služeb, pro ochranu zdraví, pro bezpečnou práci, pro stanovení sankcí, poplatků, tarifů a daní nebo při ochraně jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy. U těchto měřidel musí být evidován ověřovací list. Na ověřovacím listě, je zaznamenána přesná doba kontroly a termín další kontroly. Pro organizaci to znamená nakupovat tato měřidla s kalibračním listem z AKL [3] a dodržovat kalibrační lhůty.

- **PRACOVNÍ MĚŘIDLA** - Jsou to měřidla, která nejsou etalonem ani stanoveným

měřidlem, což znamená, že nespádají do kategorií, jež podléhají pravidelné kalibraci. Taková měřidla se používají na mnoha místech v pracovním procesu [26].

- **REFERENČNÍ MATERIÁLY** - Jsou to látky a materiály přesně stanoveného složení nebo vlastností, sloužící převážně pro ověřování přístrojů nebo jejich kalibraci. Mohou také sloužit k vyhodnocování měřících metod či ke kvantitativnímu určování vlastností materiálů [26].

### 3.3 Chyby měření

Měření je soubor úkonů, jejichž výsledkem je určení hodnoty určité veličiny. Každé měření a kontrola probíhá za určitých podmínek, a efektivita kolísá podle druhu a složitosti operace. Prostředí může proces měření značně ovlivnit. Při ovlivnění procesu logicky vznikají chyby, to znamená, že výsledek měření je zatížen vždy chybou, jenž vyjadřuje jak je naměřená hodnota blízko k hodnotě pravé. Zápis hodnoty je tedy ve tvaru  $\bar{x} \pm \Delta$ . kde  $\bar{x}$  je střední hodnota a  $\Delta$  je interval v němž s určitou pravděpodobností leží skutečná hodnota. (Výsledek měření = změřená hodnota  $\pm$  chyba) Říkáme, že jde o **chybu měření**. Tyto chyby mohou vzniknout chybnou volbou měřicího procesu, rušivými vlivy, nestejnými podmínkami prostředí a nedokonalostí lidských smyslů.

#### 3.3.1 Druhy chyb

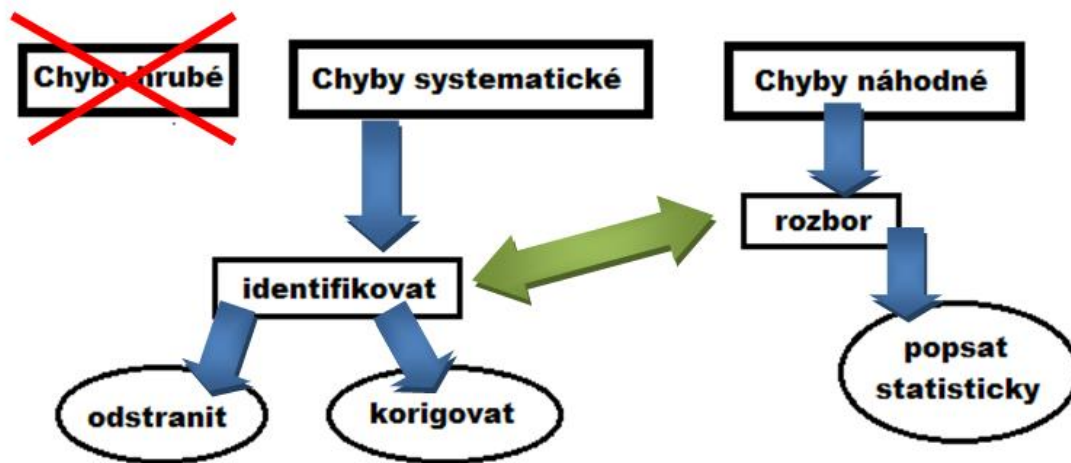
Hlavní příčiny vzniku chyb dělíme podle:

- časové závislosti na **statické** a **dynamické**,
- možnosti vyloučení na **odstranitelné** a **neodstranitelné**,
- způsobu výskytu na chyby **hrubé**, **systematické** a **náhodné**.

**Chyby hrubé** - charakteristické pro tyto chyby je, že jsou většinou viditelné a nepřehlédnutelné. To vede k tomu, že musí dojít k okamžitému zastavení výroby. Výrobu lze zahájit až po odstranění příčiny chyby. Příčinami je často viditelné poškození přístroje, únava operátora i třeba nedostupnost potřebné dokumentace. V procesech výroby nebývá problémem hrubé chyby odhalit a následně je odstranit.

**Chyby systematické** - spadají do kategorie chyb, jež mají poznatelnou příčinu. Výhodné je, že jsou relativně stálé co do velikosti nebo znaménka. Systematické chyby se nezjistí opakovaným měřením (tím se pouze potvrdí), ale pouze změnou podmínek, za kterých se měří [3]. Systematické chyby lze odstranit vhodnou korekcí (opravou).

**Chyby náhodné** - jsou to chyby vznikající neznámou příčinou, tudíž je z hlediska identifikace velmi obtížné je odhalit. Většinou, i při stejných podmínkách, vznikají zcela nahodile, což znamená, že jsou nestálé jak do velikosti, tak i znaménka. Nelze je odstranit korekcí. Ve výrobním procesu vznikají nejčastěji v místech, kde byly opomenuty nebo zanedbány některé vlivy [3].



Obrázek 8 Odstraňování chyb [Firemní zdroj]

Na obrázku výše je graficky znázorněno, jak reagovat a systematicky postupovat při odstraňování chyb. Při chybách hrubých je třeba zcela zastavit výrobu pro danou část, a učinit nápravné opatření, tudíž takovou chybu zcela vyloučit. Pro systematickou chybu využijeme možnost zásahu do měřicího procesu, případně provedeme korekci. V případě chyb náhodných je třeba zpracovat rozbor, a v případě zjištění příčiny tato chyba přechází do chyb systematických. Postup při jejím odstranění je pak totožný s předchozím případem. Jestliže nastane situace, že jsme náhodnou chybu neodhalili, je nutné učinit statistické zpracování.

### 3.3.2 Nejistoty měření

Z obecného hlediska jde o hodnotu (parametr), který vznikne rozptylem hodnot při měření nebo sledování nějakého parametru. Je třeba uvést, že nejistota měření neznamena vyjádření něčeho negativního nebo odhalení případného nedostatku. Výsledku měření se uvedením nejistoty připisuje reálná kvalita či záruka [27]. Tento údaj využíváme nejen pro měření, ale i pro výpočet parametrů měřidel nebo konstant. Jde o statistický údaj, a jeho hodnota nám naznačuje, o kolik se může námi měřená hodnota lišit od pravé. Nejistota měření zjištěná při kalibraci je základem pro zjištění nejistot měření ve výrobě, kontrole a zkušebně [5]. Výpočet nejistot je dán dle způsobu, jakým chyba vzniká

Výsledek je ovlivněn tím, zda vyhodnocujeme:

- \* přímé měření jedné veličiny,
- \* nepřímé měření jedné veličiny,
- \* nepřímé měření více veličin.

**Standardní nejistota řešená způsobem A** - (značené  $u_A$ ) je způsobena náhodnými vlivy. Její výpočet je prováděn matematicko-statistickou metodou. Ve výpočtu jsou použity hodnoty z měření téže veličiny, za stejných podmínek. To znamená, že vyhodnotíme sérii  $n$  nezávislých měření, které proběhlo za stejných podmínek. Pokud možno 10 opakování. Je-li počet měření  $n < 10$  pak musíme výběrovou směrodatnou odchylku násobit koeficientem  $k_{uA}$ , jenž závisí na počtu měření. Hodnoty koeficientu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1 Závislost koeficientu  $k_s$  na počtu měření

Počet měření	9	8	7	6	5	4	3	2
Koeficient $k_{uA}$	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,7	2,3	7,0

Postup výpočtu je tedy následující. Spočteme výběrový rozptyl  $s^2$ , dosadíme koeficient rozšíření  $k_{uA}$  a za  $n$  dosadíme počet měření.

(1)

$$u_A = k_{uA} \cdot \sqrt{\frac{s^2}{n}} = k_{\mu A} \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n - 1)} \cdot (\bar{x} - x_i)^2}$$

**Standardní nejistota řešená způsobem B** - (značené  $u_B$ ) je způsobena vlivy, které známe, nebo je můžeme předpokládat, ale hodnoty nejsou závislé na počtu měření. V tomto případě, se tedy berou do úvahy všechny známé zdroje nejistot v měřicím řetězci. Složky nejistoty  $u_{Bi}^2$  jsou určeny jednotlivými veličinami ať už měřeními, ovlivňujícími nebo ostatními. Může to být vliv použitých metod měření, nestálost místních podmínek při měření, vlivy operátora, nepřesnost etalonů atd.

(2)

$$u_B = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_{Bi}^2}$$

**Standardní kombinovaná nejistota** - je geometrický součet nejistot řešené způsobem  $u_A$  a řešené způsobem  $u_B$ . Standardní kombinovaná nejistota  $u_c$  určuje interval, ve kterém leží s přibližně 68 % pravděpodobností konvenčně pravá hodnota.

(3)

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

**Rozšířená (kombinovaná) nejistota** - je používána v případech, kde nestačí standardní kombinovaná nejistota  $u_c$ , pokud je požadována větší pravděpodobnost výskytu skutečné hodnoty[29]. Výpočet provedeme dle vztahu (1.4) kde  $k$  je koeficient rozšíření. Koeficient  $k = 2$  (nebo 3) to znamená, že pravá hodnota leží v daném intervalu s pravděpodobností 95% (nebo 99.73%)

(4)

$$U = k \cdot u_y$$



## 4 Podniková metrologie a normy

Jak již bylo uvedeno, přesné a kvalitní postupy v metrologii vycházejí z legislativních předpisů. Podniková metrologie vychází nejen z norem ISO / TS 16949 pro automobilový průmysl, ale i ze Zákona o metrologii č505/1990 v platném znění. Nejpřesnějším a nejprůhlednějším řešením je METROLOGICKÝ ŘÁD. Tak je tomu i ve firmě Hutchinson. Je to dokument zajišťující jednotnost evidence, hospodaření a manipulace s měřidly. Tím je také zajištěna správnost, přesnost, jednotnost a opakovatelnost měření při řízení všech měřicích systémů. MŘ je platný pro společnost, která jej vytvořila, a stává se závazným interním předpisem pro všechny pracovníky [3].

Je zřejmé, že zavedení metrologie v podniku, ač je nákladné, přináší i řadu jistot:

- \* snižuje zmetkovitost a množství reklamací,
- \* lze snížit náklady na minimum,
- \* zvyšuje konkurenceschopnost,
- \* zajišťuje dobré jméno firmy prostřednictvím kvality,
- \* garantuje stabilitu kvality.

Velmi dobře a přehledně jsou v podnikovém metrologickém řádu rozdělena používaná měřidla. Základním dokumentem v oblasti metrologie je samozřejmě již zmiňovaný Zákon o metrologii. Pracovní měřidla **nestanovená** jsou dle účelu a použití ve společnosti rozdělena do tříd. Tímto je umožněno i zaměstnancům, kteří nejsou znalí metrologických norem, aby se lépe orientovali při používání měřidel.

### Měřidla - třída C1

V této třídě jsou měřidla sloužící ke kontrole množství a jakosti výrobku, pro řízení a ochranu technologických procesů. Dále jsou zde přístroje pro měření, u nichž by nefunkčnost mohla ohrozit bezpečnost a zdraví pracovníků a přístroje kontrolující koncentraci škodlivých látek

### Měřidla - třída C2

Slouží k informativnímu zjištění hodnot. Je stanoveno pouze toleranční pole. Tato měřidla spadají do kategorie, kde dochází k periodické vizuální kontrole se záznamem do evidenční karty.

### **Měřidla - třída C3**

Na tato měřidla nejsou kladeny nároky jako na měřidla pracovní, to znamená, že žádným způsobem neovlivňují kvalitu finálního výrobku. Jsou pouze zaevidována a prvotně podrobena kalibraci, dále však nejsou periodicky kalibrována. V podniku jsou značena speciální oranžovou značkou.

### **Měřidla uložená (U)**

To jsou měřidla, která jsou uložena u podnikového metrologa jako rezerva. Slouží v případě poruchy nebo poškození měřidla využívaného ve výrobě. Tato rezervní měřidla stačí zkalibrovat těsně před jejich vydáním do pracovního procesu. Po dobu uložení se nekalibrují z důvodu vysokých nákladů na tyto operace.

### **Měřidla vyřazená, archivní (A)**

Jsou to měřidla, která byla vyřazena z důvodu poškození, poruchy, případně ztráty. V organizaci jsou označena značkou červené barvy, a následně jsou likvidována dle podnikové směrnice.

## **4.1 Povinnosti podnikového metrologa**

Každý podnik je zodpovědný za vybudování metrologie v organizaci. Z toho vyplývá povinnost stanovit hlavního metrologa organizace, jenž zodpovídá za dodržování metrologického pořádku a kázně na kterémkoliv pracovišti společnosti. Povinnosti lze shrnout do několika metrologických oblastí jako je *evidenční, metodická a kontrolní*.

### **Oblast evidenční**

Do této oblasti spadá evidování hlavních etalonů společnosti, s tím je spojeno dohlížení na používání a uchování hlavních měřidel podniku. Obsahem činnosti je také doplňování zásob měřidel dle požadavků a aktuálních potřeb výroby. Odpovídá za uložení (konzervaci), manipulaci a správné zacházení s měřidly. Eviduje a archivuje kalibrační listy, vede seznam vyřazených nevyhovujících měřidel. S dostatečným předstihem zajišťuje kalibraci a dostatečné rezervy z kalibrovaných měřidel pro jejich výměnu. Mimo jiné vede seznam interních kalibračních místností.

## **Oblast metodická**

V této oblasti se sleduje metrologická legislativa umožňující řídit metrology organizace a kalibrační techniky. Definuje kvalifikační požadavky pro zaměstnance v metrologii. Navrhuje zabezpečení kalibrace interní i externí, nová kalibrační místa, případně tato ruší. Poskytuje odbornou pomoc, proškolení a odborné zkoušky zaměstnanců, udržuje kontakt s Českým metrologickým institutem. Vytváří vhodné kalibrační postupy a postupy na měření s měřidly. Předkládá zprávy o stavu metrologie vedení podniku a navrhuje řešení.

## **Oblast kontrolní**

Provádí audity a kontroly v oblasti metrologie, a to nejen ve stanovených lhůtách, ale i namátkově. Pro výrobní oblast a pro požadovaný výsledek v měření je nezbytně nutné vybrat vhodné prvky KMZZ (kontrolní měřicí a zkušební zařízení).

KMZZ - jsou měřicí zařízení, míry, snímače, speciální zkušební i programovací zařízení, která mohou ovlivnit specifické znaky výrobku. Metrolog určuje pro výrobu potřebné druhy měření, přesnost měření a vhodnost měřicího zařízení. To je důležité z hlediska ovlivnitelnosti jakosti výrobku. Před prvním použitím KMZZ je třeba provést jeho kalibraci, vyhotovit evidenční kartu, a dále stanovit kalibrační lhůtu. Je také nezbytně nutné zabezpečit měřidlo z hlediska možné změny parametrů, která by narušila platnost výsledků. Další z povinností metrologa je kontrola návaznosti měřidel, a jak již bylo uvedeno, provádí průběžnou kontrolu měřidel a jejich správné používání.

### **4.1.1 Základní povinnosti zaměstnanců**

Z hlediska metrologického je nezbytně nutné, aby zaměstnanec používal měřidla jen daným způsobem, to znamená k měření, ke kterému je určeno. Měl by sledovat technický a metrologický stav zapůjčeného měřidla - to jest poškození, znečištění měřidla, ztrátu nebo poškození kalibračního štítku, ukončení platnosti kalibrace, ale i vhodné uložení měřidla. Každou neshodu musí neprodleně nahlásit vedoucímu pracovníkovi, jehož povinností je zajistit přezkoušení a nápravu u metrologa. Je zřejmé, že používání vlastních (neregistrovaných), nekalibrovaných či prošlých měřidel je bráno jako přestupek v oblasti metrologie. Do přestupků je zahrnuto i úmyslné poškození měřidla nebo přestavování a demontáž funkčních prvků nebo nevhodné skladování měřidel. V případě nedodržení pravidel MŘ může být zaměstnanec i jeho nadřízený finančně postižen.

## 4.2 Způsobilost měřidla

Způsobilostí měřidla je míněno především schopnost důvěryhodně plnit funkci, ke které je měřidlo určeno [12]. Z tohoto vychází nutný předpoklad stanovení parametru, s jakou přesností chceme měřit a co chceme měřit. Princip sledování měřidel v čase spočívá v záznamu dat z měřidla v daném časovém úseku. To znamená, že vyšetříme měřidlo, zjistíme statistické charakteristiky naměřených dat a porovnáváme je s hodnotami naměřenými v dalších časových okamžicích. Vyšetřením časového průběhu jsme schopni vysledovat vývoj schopností měřidla. Jsme schopni stanovit, zda je měřidlo použitelné bez omezení, omezeně použitelné nebo zda je měřidlo neshodné. Dle těchto sledování měřidel lze jednodušeji určit nebo stanovit kalibrační lhůty [10].

### 4.2.1 Ověřování měřidla

Pracovní měřidla stanovená spadají do skupiny, kde se neprovádí kalibrace měřidla ale ověřování měřidla. To znamená, že prvotní ověřování měřidla i následné periodické ověřování je stanoveno státem dle Zákona o metrologii č.505/1990 v platném znění. Pro každý druh stanoveného měřidla je dána mez, ve které se kontrolované hodnoty mohou pohybovat. Největší dovolená chyba většinou odpovídá třídě přesnosti [2]. Ověřovací perioda měřidla je tudíž pevně dána a metrolog podniku ji nemůže nijak měnit, vtom je hlavní rozdíl mezi kalibrací. V podniku Hutchinson jsou ověřovaná měřidla pouze čtyři a to hlavní vodoměr podniku, hlavní plynoměr podniku, hlavní elektroměr podniku a záznamové zařízení docházky. Uvedená měřidla nejsou majetkem firmy a za dodržení ověřovacích lhůt tudíž zodpovídají majitelé měřidel. Doby ověřování stanovených měřidel jsou uvedeny ve vyhlášce MPO.

### 4.2.2 Kalibrace

Jak již bylo uvedeno, kalibraci podléhají etalony, pracovní měřidla, měřicí přístroje a softwary. Pracovní etalony mohou být kalibrovány externě (tj. dodavatelskou firmou) ale i interně. Je vhodné, aby si organizace kalibraci pracovních měřidel zajišťovala interně, a to s ohledem nejen na finanční stránku, ale i vzhledem k velkému množství těchto měřidel. Pro každé měřidlo musí být k dispozici vhodný etalon dostatečné přesnosti. Intervaly pro dalších kalibrací stanovuje metrolog, případně kalibrační technik. Stanovení časového období pro periodickou kontrolu je poměrně složité, neboť je ovlivňováno mnoha faktory, jako je charakter používání, životnost, pracovní prostředí, zajištění jakosti výroby, bezpečnost práce, ale opět i ekonomie společnosti. Pokud bylo měřidlo kalibrováno v externí společnosti, jež stanovila kalibrační lhůtu, bere se tato jako doporučená, a je v pravomoci podnikového

metrologa ji pozměnit.

#### 4.2.3 Kalibrační postupy a podmínky prostředí

Pro kalibrace musí být dodržovány stanovené postupy a metody. Je přesně stanoven způsob vyhodnocení výsledků, nejistoty měření, podmínky prostředí – teplota, vlhkost osvětlení, čistota, atd. Nedodržení těchto podmínek ovlivňuje výsledné hodnoty a může výrazně ovlivnit požadovanou kvalitu výrobku.

#### 4.2.4 Kalibrační protokol

Obsah kalibračního protokolu je dán již zmiňovaným metrologickým zákonem a data jsou přesně stanovena.

Obsahem je:

- předmět kalibrace
- měřicí rozsah
- třída přesnosti
- výrobce
- typ
- výrobní číslo
- evidenční číslo
- četnost kalibrace
- povolená odchylka
- teplota okolí
- kalibrační postup
- návaznost etalonů



Obrázek 9 Manometr

V závěru je datum a jméno osoby, která kalibraci provedla. Na kalibrovaný předmět je vylepen kontrolní štítek s datem příští kontroly. Vzhled protokolu je uveden v příloze této práce. Do ukázky kalibračního protokolu jsem zvolila v podniku často používaný manometr (Obr. 9) o rozsahu 0-10 Bar, zavít G1/2", spodní vývod, výrobce WIKI.

#### 4.2.5 Poškození a vyřazení měřidel

Měřidla jsou pro výrobní část podniku nezbytná a je jim věnována patřičná pozornost. I přes tuto péči dochází k poruchám nebo poškození měřidla. V takovémto případě musí metrolog nebo kalibrační technik posoudit, zda je možné provést opravu. Pokud to možné je, měřidlo se po opravě a opětovné kalibraci vrací zpět do výroby. Nastane-li stav opačný, a měřidlo je neopravitelné, je považováno za nevyhovující. V tomto případě je odstraněna kalibrační známka, měřidlo je označeno značkou červené barvy a shromážděno odděleně od ostatních měřidel u metrologa.

Příčiny vyřazení měřidla lze shrnout do několika bodů:

- \* poškození takového rozsahu, že některá z hodnot již není v toleranci s etalonovou hodnotou,
- \* případné změny nebo úpravy měřidla, které ovlivnily metrologické hodnoty,
- \* uplynutí doby platnosti kalibrace.

Nevyhovující měřidla mohou být po posouzení metrologem ještě využita, a to přeřazením mezi měřidla nestanovená bez rekalibračních lhůt. V tomto případě je vylepena značka oranžové barvy, a měřidlo nepodléhá periodické kontrole. Pokud je poškození velkého rozsahu, je měřidlo zcela vyřazeno. Neopravitelná měřidla jsou vyřazena s označením A (archivní měřidla). Je vyhotoven vyřazovací protokol, a proces vyřazení probíhá dle interních směrnic organizace. Ukázka vyřazovacího protokolu je vyobrazena na konci práce v části příloha.



Obrázek 10 Kalibrační známka



Obrázek 11 Označení orientačních měřidel



Obrázek 12 Označení archivních měřidel

### 4.3 Kalibrace teplotních snímačů v praxi

**Princip měření** je fyzikální jev nebo souhrn jevů, na kterých je měření založeno. Tyto procesy využíváme i při kontrole měřicího okruhu teploty [22]. V praxi můžeme využít několik způsobů. To znamená, že kontrola může probíhat přímo přes kalibrační píčku (obr. 13), kdy jsme schopni přímo vyčíst teplotní údaj, nebo nepřímo, kdy měřicí přístroj zaznamená hodnotu, například v ohmech ( $\Omega$ ) či milivoltech (mV). Výstupní údaj vychází z druhu použitého teplotního snímače. Nejběžněji využívanými senzory jsou odporové snímače teploty, případně termočlánky.

#### 4.3.1 Odporové snímače teploty

Odporové snímače jsou využívány v mnoha výrobních technologiích, a to pro jejich snadnou montáž i cenovou dostupnost. Jak už název senzoru napovídá, výstupní veličinou je odpor  $R$  ( $\Omega$ ). Velikost (hodnota) odporu pro daný materiál snímače je stanovena normou. V České Republice je to norma ČSN EN 60 751. Snímače jsou rozděleny do tří tříd dle přesnosti a teplotní tolerance, viz tab. 1. Uvedené tolerance platí pro teplotu 0 °C. Díky jejich minimální odchylce to jsou jedny z nejpřesnějších snímačů.

Tabulka 2 Třídy odporových snímačů

Třída přesnosti	Tolerance ( $\pm$ °C)
A	0,15
B	0,30
C	0,60

Nejvíce využívaným teplotním senzorem ve výrobních technologiích podniku jsou platinové snímače Pt100 (obr. 14). Důvodem jsou vynikající vlastnosti platiny, jež má vysokou chemickou odolnost a také vysoké teplotní rozhraní v mezích od  $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $630\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Číselný údaj v typu čidla tzn. Pt100 nám říká, že při teplotě  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  je hodnota výstupního odporu čidla  $100\Omega$ . Výstupní hodnota je vždy udávána pro základní teplotu  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Typy snímačů se liší číselnými hodnotami Pt200..... $200\Omega$ , Pt500.... $500\Omega$ , Pt1000.... $1000\Omega$  atd.



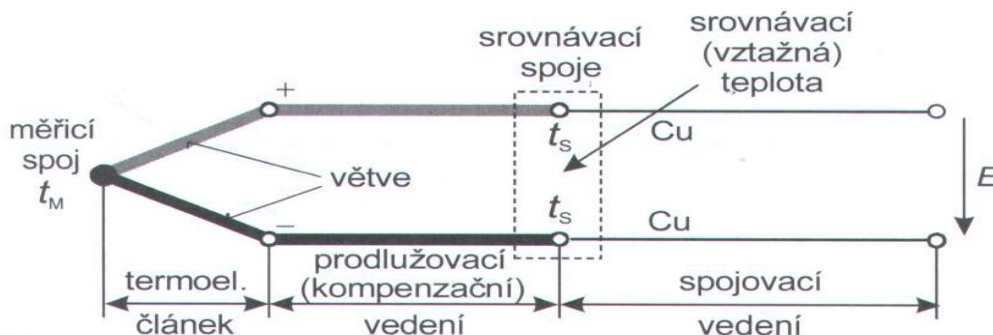
Obrázek 14 Platinový snímač



Obrázek 13 Kalibrační pírka

### 4.3.2 Termoelektrické články

Dalším často používaným snímačem je termoelektrický článek (Obr. 16). Hlavní předností je výstupní hodnota článku, a tím je napětí  $U$ , řádově v milivoltech. Princip snímání termočlánků je založen na Seebeckově jevu. Thomas Johan Seebeck byl německý fyzik, jenž v 18. století zjistil, že různé kovy jsou zdrojem rozdílných potenciálů, závislých na teplotním gradientu [3]. To znamená, že termočlánek je vyroben ze dvou různých vodičů (polovodičů). Proud protéká tehdy, je-li el. Obvod v uzavřeném obvodu a jsou-li oba spoje o rozdílné teplotě. Námí zjištěné napětí jsme schopni díky převodníku přepočítat na výslednou teplotu.



Obrázek 15 Zapojení termoelektrického článku



I pro výrobce termočlánků platí norma, jejímž obsahem se musí řídit. V České Republice jde o normu ČSN EN60 584. Páry vodičů termoelektrických článků, jak již bylo uvedeno, jsou tedy normalizovány, a lze je vyhledat v mezinárodních tabulkách. Důvodem je zajištění linearity a stanovených hodnot v přijatelných mezích. Výhodou termočlánků je velký teplotní rozsah začínající na hodnotách od  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $2300\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Evropská norma pro třídu A má stanovenou odchylku  $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nevýhodou, ale v dnešní době již ne nepřekonatelnou, je nutnost ochrání vodičů od rušivých vlivů. V současné době využíváme stíněných vodičů, jež jsou vůči rušivým vlivům odolné [27].



Obrázek 16 Měřicí řetězec [Firemní zdroj]



Obrázek 17 Termočlánek kabelový MTC 13T

### 4.3.3 Kalibrace teplotních snímačů

V praxi většinou zůstává zapojen kompletní měřicí řetězec, neboť demontáž jednotlivých snímacích zařízení by byla velmi složitá. Kompletní měřicí řetězec (obr. 16) obsahuje regulátor teploty (v tomto případě typ JUMO dTRON 08.1 výrobce Jumo) a čidlo teploty Pt100 (typ MTR16N-000-A280-J výrobce Mavis Nový Bor). Čidlo od regulátoru teploty vložíme do kalibrační pícky a nastavíme kaskádu jednotlivých kroků. Počáteční teplotou je teplota v prostoru kde kalibrujeme, pak postupujeme dále: I. krok –  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , II. Krok –  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , III. Krok –  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , IV. krok –  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Stabilizační doba je 3min. To znamená, že musíme čekat uvedený čas, než se teplota ustálí. Samotná doba odečtu je pak 1min. Zobrazovací jednotka regulátoru teploty a kalibrační pícky musí vykazovat stejné hodnoty teploty. Pokud to tak je, vidíme, že je měřicí řetězec v pořádku. Z toho vyplývá, že nikde v měřicím okruhu nemáme velké přechodové odpory a i čidlo teploty je v pořádku. V reálných podmínkách je pro  $330\text{ }^{\circ}\text{C}$  povolená teplotní tolerance max.  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vyjádřeno v procentech je tato odchylka 1,75 %, a to je povolená tolerance zákazníkem.

#### 4.3.4 Kalibrace snímačů tlaku

Ke snímání tlaku na autoklávech (tlaková nádoba) je využíváno převodníků. Tyto převodníky umožňují převod tlaku na napěťovou hladinu v rozsahu 0-10 mV, případně proudovou hladinu 4-20 mA. Převodník je nutné vymontovat ze systému a připojit jej na etalon tlaku (obr. 18). Prvotní hodnotou při kalibraci je údaj při nulovém tlaku. Pokud hodnota výstupu neodpovídá stanovenému požadavku, je snímač seřízen mechanicky pomocí seřizovacích šroubů. Výsledná hodnota se musí zobrazovat na daném záznamovém zařízení. Tlakový spínač je zkoušen v celém pracovním rozsahu v tomto případě 0-12 Bar. Přesnost je v tomto případě důležitá, protože při tlaku 11,5 Bar dochází k úniku tlaku na pojistných ventilech autoklávu a tím k odstavení dané výrobní technologie s ohledem na bezpečnostní hledisko.

I v oblasti snímačů jde pokrok nezadržitelně kupředu. Mechanické ovládací prvky jsou postupně nahrazovány novými technologiemi. Nyní jsou montovány snímače, které už nemají mechanické seřizovací šrouby. Hodnota tlaku je již pevně nastavena výrobcem. V tomto případě je kalibrace možná pouze přes ofsetovou hodnotu, kdy se do vstupního bloku PLC zavede analogový signál a na základě porovnání hodnot, lze tuto hodnotu programově upravit. Nespornou výhodou je, že není třeba zařízení vymontovat ze systému a k porovnávání tlaků dochází v průběhu celého cyklu výroby. Ukázka výstupního zobrazení grafu je součástí přílohy.



Obrázek 18 Etalon tlaku s připojeným snímačem tlaku

#### 4.3.5 Kalibrace manometrů

Kalibrace manometrů v praxi je časově i materiálově náročnou operací. Aby mohl kalibrační technik provést kalibraci, musí výrobní zařízení osadit náhradní s kalibrovanou sadou manometrů. Vymontované manometry se musí nechat stabilizovat 24 hodin při dané teplotě. V případě nedodržení stanovené lhůty by mohlo dojít k chybné kalibraci, což je způsobeno roztažností materiálu. Po uplynulém čase je tedy sada připravena na kalibraci. Manometr je vmontován do měřicího řetězce s etalonem tlaku. Hodnoty manometru musí vykazovat opět stejné hodnoty jako etalon. Potom je vylepena kalibrační známka. Po provedené kalibraci jsou manometry opět vráceny na původní zařízení. Další kalibrace probíhá ve stanovené lhůtě, nebo při podezření, že zařízení vykazuje známky poruchy. Zde je vidět, že je velmi složité zkombinovat časový harmonogram s harmonogramem výroby a zabezpečit chod výroby.

#### 4.4 Podniková laboratoř

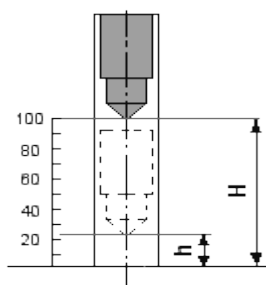
Pro opravdu přesnou kontrolu a neustálý vývoj ve výrobní oblasti je podnik vybaven podnikovou laboratoří. Každá laboratoř musí mít stanovenou oblast působnosti, což znamená, že je způsobilá provádět zkušební a kontrolní činnosti v dané oblasti. Není ale nezbytnou podmínkou vlastnit akreditační certifikát. Tak je tomu i v tomto podniku. Laboratoř má akreditovány jen určité typy zkoušek, které si akredituje sám odběratel, ostatní zkoušky slouží k informativním účelům, a napomáhají dodržet kvalitativní ukazatel výrobku. Jsou zde přísná kritéria na dodržování norem a jsou kladeny velké nároky na profesní odbornost pracovníků při zkoušení produktů a dodržování zkušebních postupů [22].

Pokud bychom sledovali výrobek už v jeho prvopočátku, lze říci, že jeho život začíná právě v laboratoři. Při zadávání projektu si zákazník na výkresové dokumentaci sám určí dle jakých norem a jaké testy mají být na výrobku provedeny. To znamená, že jde o normu zadavatelské firmy a normy podnikové. Protože jde o výrobu z kaučuku, jedná se o soubor norem na materiálové testy a funkční testy. Nežřídkou se stává, že je zadána pouze část norem funkčních, a pracovníci laboratoře si musí sami dohledat materiálové normy.

#### 4.4.1 Materiálové testy

Materiálové testy v případě kaučuku se týkají především určování správné tvrdosti. Tvrdost je definována jako odpor, který klade materiál proti vnikání cizího tělesa. Hodnoty tvrdosti jsou uváděny bezrozměrně s udáním způsobu měření nebo stupnice [8]. V tomto případě jde o normované metody měření **Shore** a **IRHD**. Rozdílnost metod je především ve velikosti použitého tlaku, tvaru zkušebního tělíska a na rozměrech zkoušeného vzorku [10].

**Shore** - tento test tvrdosti spadá do dynamicko-elastických zkoušek, a je vhodný právě pro nekovové materiály, jako jsou elastomery konvexních a konkávních tvarů s tloušťkou větší než 6 mm. Jedná se o zkoušku odrazem zkušebního tělesa, kdy zjišťujeme výšku odskoku od měřené plochy [9]. Vnikající tělísko – kužel (Obr. 19) případně komolý kužel – vyčnívá z opěrné plochy měřidla. Je-li přístroj přitlačen celou plochou na měřený předmět, vnikající tělísko se vtlačí do hloubky materiálu více nebo méně, a to v závislosti na tvrdosti materiálu. V normovaném případě jsou odečteny hodnoty po 3 nebo po 15 sekundách [10].



Obrázek 19 Měřicí hrot

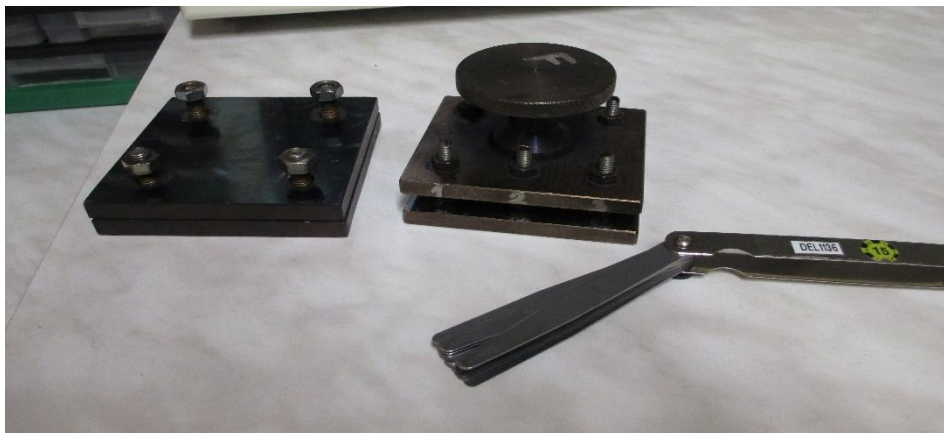


Obrázek 20 Tvrdoměr s ukázkou měřicího hrotu

**IRHD** - tento test tvrdosti také spadá do dynamicko-elastických zkoušek. Rozdílnost je ve snímacím bloku, který tvoří kulička a mnohem složitější snímací přístroj, schopný vytvořit konstantní zkušební sílu bez nárazu (Obr. 20) Prodloužila se i doba snímání, a to na 30 sekund. Je-li hloubka vniknutí ve fázi zatěžování a odlehčování zaznamenávána kontinuálně, např. induktivním snímačem, získáme přehled o časové závislosti chování materiálu a jeho vlastnostech (tečení). Lze snímat materiály o tloušťce 2,5 až 6 mm. Výhodou je, že lze materiál při zkoušce vrstvit. Maximálně lze sestavit 3 vrstvy z důvodu možného ovlivnění testu vzduchovými polštářky mezi jednotlivými vrstvami [10].

### Test trvalé deformace po stlačení

Tento test je prováděn v laboratorních podmínkách. To znamená, že jsou dodrženy veškeré normy pro tento test. Z hotových vzorků hadic jsou na setiny přesně vysekána kolečka. Ta jsou na přesně stanovený čas dána do pece. Po uplynutí zadaného času jsou kolečka vyjmuta. Zákazník si určuje, jakou silou může být guma stlačena. Měříme tzv. spároměrkami

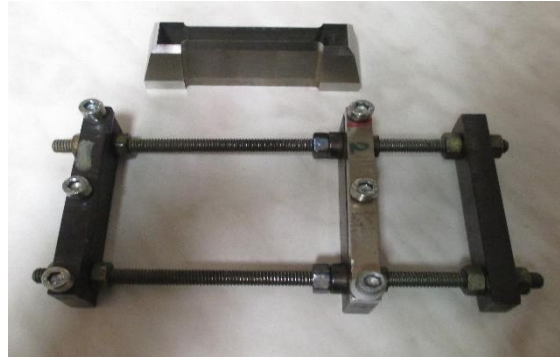


Obrázek 21 Spároměrky

(Obr. 21), které podléhají kalibraci.

### Test trvalé deformace po protažení

Tento test je také prováděn v laboratorních podmínkách. Z vyrobené hadice jsou ve speciálních formičkách (Obr. 22) vysekány potřebné 3 kusy vzorků, které jsou upnuty do přípravku. Takto připravený vzorek je dán do pece s nuceným oběhem a zahřát na určenou teplotu po stanovený čas. V průběhu ohřevu nesmí dojít k prasknutí vysekaného vzorku. Po vyjmutí z pece musí vzorek hadice přirozeně chladnout a měření probíhá až po uplynutí této doby. Výsledkem měření je délka, o kolik se vzorek zvětšil po zpětném vychladnutí.



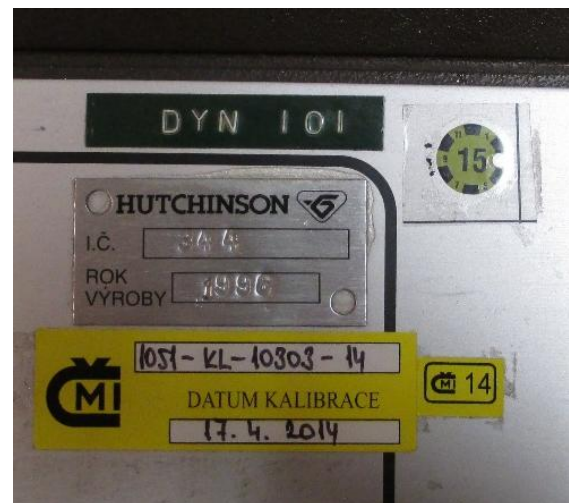
Obrázek 22 Vysekávací formičky

## Tahové zkoušky

V tomto případě se z vyrobené hadice odebere vzorek, který je dále rozdělen na jednotlivé vrstvy. Po vložení mezi přípravek extenzometru se měří na daném vzorku tloušťka na každé vrstvě přístrojem zvaným extenzometr a měření se vyhodnocuje za pomoci počítačového programu. Provedená analýza nás pak informuje, zda-li je hadice dostatečně provulkanizována dle požadavků zákazníka



Obrázek 23 Extenzometr



Obrázek 24 Evidenční a kalibrační štítek

#### 4.4.2 Funkční testy

Mechanicky namáhané součásti, a těmi automobilové hadice bezesporu jsou, obsahují nejen kaučuk, ale i různá vlákna, nitě, textilie, kevlar, jež plní funkci výztuže. Snaha o zvyšování spolehlivosti produktu vede k potřebě určit provozní vlastnosti, tj. napjatost a deformaci. Tyto hodnoty nám pak dají obrázek o soudržnosti výrobku [11]. Dle požadavku zákazníka se pak určuje, zda-li je zvolený kaučuk dostatečně teplotně odolný, případně zda-li je výrobek odolný vůči předepsaným tlakům při tlakových zkouškách.

**Impuls tester** je zařízení, které má co možná nejuvěrněji zobrazit skutečné podmínky při provozu automobilů, kde hadice odolávají jak vysokým teplotám, tak vysokým tlakům. Zkouší se zde o kolik je možné překročit stanovenou mez, než nastane trvalé poškození hadice. Laboratoř je vybavena testry, kde se hadice ve stanovených intervalech nafukují a smršťují. Norma dle druhu materiálu předepisuje tlak a teplotu. Každý zákazník si potom určuje počet cyklů a způsob, jakým má být hadice nafouknuta (pomalu-rychle). Rozmezí bývá od 50 tisíc až po např. 350 tisíc. Doba trvání testu u jednoho vzorku může být i například 12 dnů.

#### Čistota hadic na finálních kusech

V tomto případě se kontrolují již vyrobené vzorky hadic. Tyto vzorky se uloží do pytle a přesně zaevidují. V proplachovacím přístroji jsou hadice propláchnuty etylalkoholem. Proplachovací roztok prochází přes filtrační papír, kde dochází k zachycení nečistot. Po ukončení testu se filtrační papír vysuší. K tomuto účelu je určena speciální pícka. Po vysušení se zachycené množství nečistot změří a výsledná hodnota je opět konfrontována s požadavkem zákazníka.

#### Čistota pracovního prostředí

V požadavcích zákazníka bývá často kladen důraz nejen na funkčnost a správnost testování vzorku, ale i požadavek na čistotu pracovního prostředí. Nezřídka je součástí auditů i tato oblast, to znamená péče o zaměstnance. K tomuto účelu jsou v provozních částech hal umístěny lapače vzduchu s filtry (obr. 25). Filtry jsou šestkrát do roka vyjmuty a za pomoci skeneru (obr. 26) vyhodnoceny. Pokud by byla shledána vysoká koncentrace škodlivých emisí, musí být v nejkratším možném čase sjednána náprava.



Obrázek 25 Filtry



Obrázek 26 Skener

## 5 Analýza používaných metod v podnikové metrologii, další rozvoj a zlepšování podnikové metrologie

Konečné přijetí systému měření by se nemělo omezovat na jediný soubor ukazatelů, je nezbytně nutné přezkoumávat dlouhodobou funkčnost systému měření. Cílem procesu měření je pravá hodnota měření. Jak již bylo zmíněno ve firmě Hutchinson je nejvíce využívána norma MSA (Americký automobilový trh). Z automobilek především DC (DaimlerChrysler). Pomocníkem pro výrobce automobilového průmyslu může být i normativ VDA5 (Německý automobilový trh) z automobilek Volkswagen, Fiat, jenž doporučuje i svaz automobilového průmyslu.

### 5.1.1 MSA - Measurement System Analysis – Analýza systému měření

MSA - Analýza systému měření zabývá se metodami měření, to znamená, že není metodou orientovanou přímo na výrobek ale na měřicí cyklus. Kvalitu měření jsme schopni posuzovat, pokud je proces ve statisticky zvládnutém stavu [12]. MSA dokáže stanovit velikost chyby v procesu měření a díky těmto datům, můžeme posoudit adekvátnost zvoleného procesu pro kontrolu zhotovených výrobků. Podmínky měření však nebývají vždy shodné a díky tomu dochází k variabilitě systému měření. Variabilitu může zapříčinit mnoho faktorů člověk, stroj, materiál, metoda měření, okolní prostředí atd. Zdroje variability mohou mít chybu **systematickou** - jejíž příčinou bývá strannost, linearita, stabilita

**náhodnou chybou** - jejíž příčinou bývá opakovatelnost, homogenita, reprodukovatelnost

Výhodou je možnost uceleného sledování interakcí několika metodami:

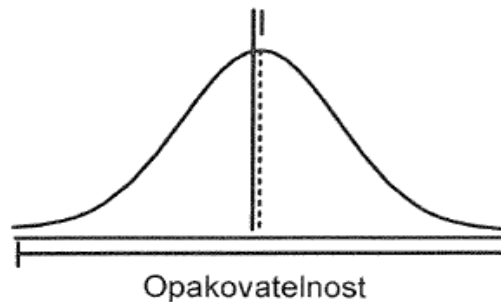
**R&R měřidla, strannost&linearita, pomocí indexů způsobilosti  $C_g$  a  $C_{gk}$**



Ve firmě Hutchinson, jak již bylo uvedeno výše, je nejvíce využívána metoda MSA-metoda zabývající se systémem měření a sběrem dat z těchto systémů. Vypovídající hodnotou o kvalitě dat je strannost a rozptyl. Charakteristika dat nazývaná strannost udává polohu dat vůči referenční (skutečné) hodnotě. V charakteristice rozptylu je pak vidět rozptyl dat. Pokud je kvalita dat nízká, je častou příčinou velká variabilita naměřených hodnot, na které se má vliv interakce mezi prostředím, operátorem ale i zvoleným postupem měření. Výsledkem pak může být i chybná analýza výrobního procesu.

Metodami používanými ve firmě jsou **opakovatelnost, reprodukovatelnost a srovnávací metoda**

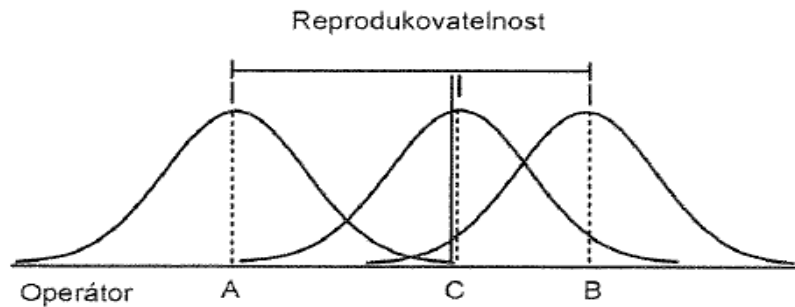
**Opakovatelnost** (Repeatability) - Označuje se jako variabilita "operátora" je to soubor dat získaných jedním měřicím přístrojem, který byl použit několikrát jedním operátorem při měření identické charakteristiky na stejném dílu. Na obrázku (obr. 28) je vyobrazena plnou svislou čarou námi sledovaná referenční hodnota. Nejlepším výsledkem je variabilita uvnitř systému, kdy jsou pevně stanoveny a definovány podmínky měření.



Obrázek 27 Opakovatelnost

Možnou příčinou chybné opakovatelnosti může být deformace měřidla, dílu, chybný návrh přístroje nebo metody, závada zařízení nebo přípravku, uvnitř etalonu kvalita, třída, opotřebení atd.

**Reprodukovatelnost** (Reproducibility) - Označuje se jako variabilita "mezi operátory" tento soubor dat je prováděn různými operátory za použití stejného měřicího zařízení při měření identické hodnoty na stejném dílu [28]



Obrázek 28 Reprodukovatelnost procesu

Na obrázku výše (Obr. 29) je graficky znázorněna reprodukovatelnost v měření. V tomto případě písmena znamenají směny nebo operátory (A-ranní směna, B-odpolední směna, C-oční směna). Výsledky naměřených hodnot by se měly pohybovat v blízkosti středových os písmen A,B,C aby rozptyl naměřených hodnot byl co nejmenší a co nejbližší k plně svislé čáře značící pravou hodnotu. Z naměřených hodnot zjistíme průměrné hodnoty variability měření mezi systémy nebo mezi podmínkami. Možnými příčinami chybných dat může být například mezi přístroji rozdílné použití přístrojů A,B,C, rozdíl mezi operátory zapříčiněný špatným výcvikem, odborností zkušenostmi, špatnou aplikací dílu velikost, chyba pozorování atd.

**Opakovatelnost a reprodukovatelnost měřidla (GRR)** je tedy rozptyl, který se rovná součtu rozptylů uvnitř systému a mezi systémy. Vypočítá se jako druhá odmocnina součtu druhé mocniny variability zařízení (EV) a druhé mocniny variability operátora (AV).

$$GRR = \sqrt{(EV)^2 + (AV)^2} \quad (5)$$


Jako ukázkou jsem vybrala záznam měření, kdy tři operátoři provádějí tři měření, na deseti výrobcích, stejným měřidlem v tomto případě tloušťkoměrem. Měřena byla tloušťka stěny hadice s tolerancí 0,7 mm. Z formuláře pro sběr dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti jsme schopni vyčíst odhad variability a podíl variability procesu pro celkový systém měření a složky pro opakovatelnost, reprodukovatelnost a variabilitu mezi díly. Tyto výsledky se pak porovnají s grafickou analýzou a musí je doplnit [28].

Operator -A-		J. Kús				Operator -B-		Z. Kučera				Operator -C-		J. Kolařík			
Sample No.	1st Trial	2nd Trial	3rd Trial	Range	Sample No.	1st Trial	2nd Trial	3rd Trial	Range	Sample No.	1st Trial	2nd Trial	3rd Trial	Range			
1	3,49	3,51	3,48	0,03	1	3,46	3,45	3,47	0,02	1	3,47	3,51	3,5	0,04			
2	3,5	3,48	3,48	0,02	2	3,5	3,52	3,53	0,03	2	3,5	3,48	3,51	0,03			
3	3,51	3,48	3,5	0,03	3	3,47	3,49	3,5	0,03	3	3,5	3,52	3,51	0,02			
4	3,47	3,5	3,49	0,03	4	3,49	3,48	3,5	0,02	4	3,5	3,5	3,51	0,01			
5	3,5	3,48	3,49	0,02	5	3,48	3,5	3,5	0,02	5	3,5	3,5	3,52	0,02			
6	3,47	3,47	3,48	0,01	6	3,48	3,49	3,5	0,02	6	3,5	3,48	3,5	0,02			
7	3,51	3,48	3,49	0,03	7	3,48	3,5	3,49	0,02	7	3,51	3,48	3,48	0,03			
8	3,5	3,47	3,48	0,03	8	3,49	3,51	3,51	0,02	8	3,51	3,52	3,49	0,03			
9	3,51	3,5	3,5	0,01	9	3,5	3,52	3,5	0,02	9	3,52	3,51	3,5	0,02			
10	3,47	3,47	3,48	0,01	10	3,48	3,49	3,47	0,02	10	3,47	3,49	3,48	0,02			
AVG	34,93	34,84	34,87	0,22	Totals	34,83	34,95	34,97	0,22	Totals	34,98	34,99	35	0,24			

Xa	3,48800	Ra	0,022	Xb	3,491667	Rb	0,022	Xc	3,499	Rc	0,024
Avg_R		0,022667		X Diff		0,01100		Rp		0,02889	
UCLR				0,05848							

<b>Repeatability-Equipment Variation (EV)</b> EV = 0,013391 %EV = 11,48 78,76473	<b>Part Variation (PV)</b> PV = 0,009088 %PV = 7,79 53,4556	<b>Repeatability and Reproducibility (R&amp;R)</b> Gauge R&R = 0,014369 <b>%R&amp;R = 12,32</b> <b>84,51</b>
<b>Reproducibility-Appraiser Variation (AV)</b> AV = 0,005209 %AV = 4,46 30,6369	<b>Total Variation (TV)</b> TV = 0,017002	

Obrázek 29 Formulář pro sběr dat [Firemní zdroj]

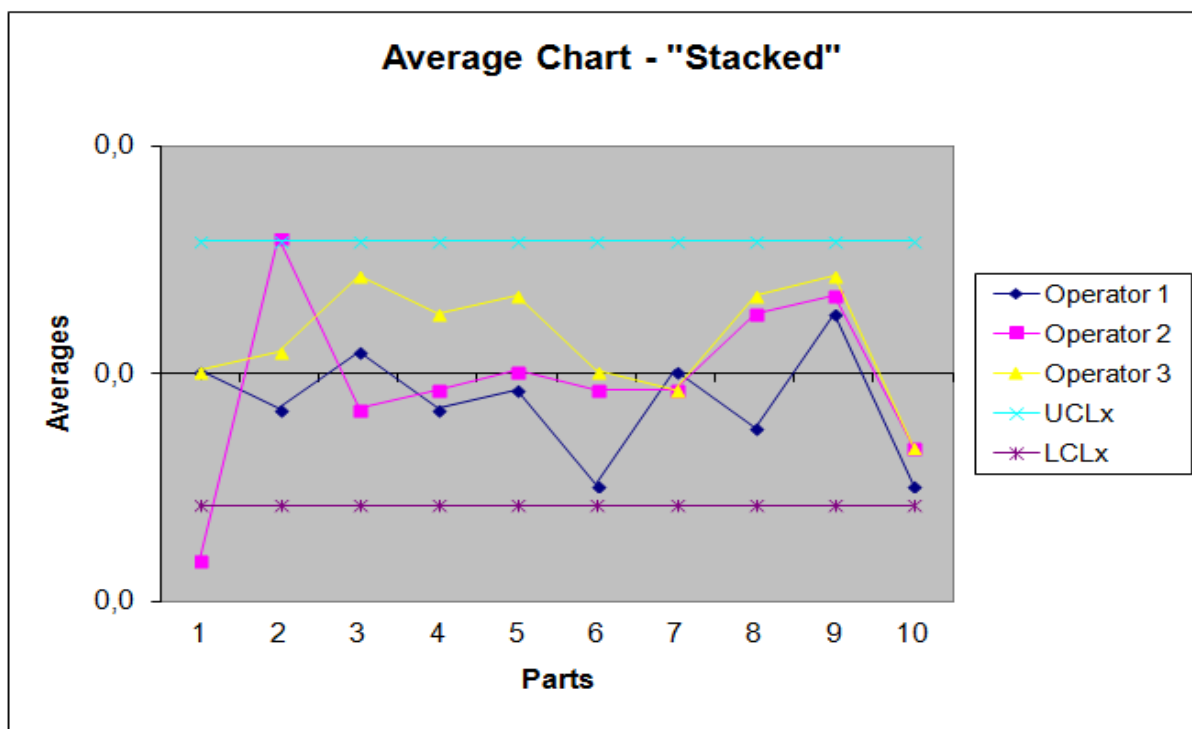
Na obrázku výše je vidět opakovatelnost a variabilita zařízení EV - určena vynásobením průměrného rozpětí R a konstantou  $K_1$ . Konstanta závisí na počtu měření, počtu dílů a počtu operátorů, to vše se vynásobí. Výsledkem konstanty je převrácená hodnota výsledků. Dalším ukazatelem je reprodukovatelnost a variabilita operátora AV - určena násobením maximálního rozdílu průměru operátora konstantou  $K_2$ . Konstanta závisí na počtu operátorů krát výpočet rozpětí. Dalším údajem, který můžeme pozorovat, je variabilita dílu PV - určena vynásobením rozpětí průměru dílů krát konstanta měřidla. Je zde také uvedena hodnota TV což je celková variabilita. Vypočtena jako druhé odmocnina součtu druhé mocniny variability opakovatelnosti tak variability reprodukovatelnosti a druhé mocniny variability dílu.

(6)

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

Výsledným údajem je hodnota rozptylu a rozpětí R&R udána v procentech. Z formuláře pro sběr dat je patrné, že data nejsou ve stanovených mezích (červené pole) a proces je tím pádem nestabilní.

Dalším ukazatelem je i grafická analýza, kde je patrné, že u operátora č.2 jsou hodnoty mimo toleranční meze UCL a LCL.



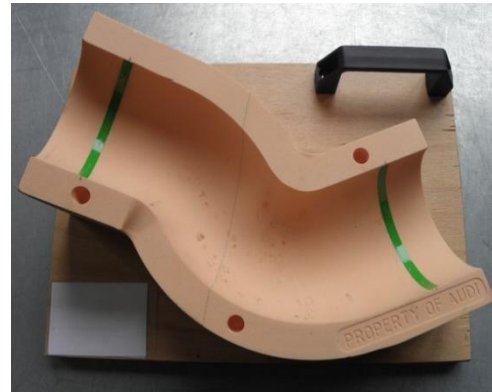
Obrázek 30 Grafická analýza měření [Firemní zdroj]

**Srovnávací metoda** je další metodou v oblasti MSA, která aplikována ve firmě Hutchinson. Na tuto metodu jsou používány kontrolní šablony. Výsledkem této metody nejsou numerické výpočty ale hodnocení výrobku buď shodný výrobek pak značíme OK nebo neshodný výrobek pak značíme NOK.

Zkouška probíhá následujícím způsobem. Je vybráno náhodně z hotových výrobků padesát kusů hadic. Zkoušku provádí tři operátoři a jeden zapisovatel, jenž zaznamenává data od všech tří operátorů. Hadice se vloží do šablony a je posuzována z více hledisek, např. správná geometrie hadice, správné značení hadice, zalisování kroužku, poloha drátěnky atd. Operátoři mezi sebou nesmějí znát data, aby se vzájemně neovlivňovali ve výsledcích. Výsledkem je pak kontrola ne na výrobek ale na tvar šablony - ověřuje se té typ šablony. Sledované ukazatele jsou samozřejmě zadány zákazníkem. Na obrázku (Obr. 31) jsou vyobrazeny šablony, způsob prováděné kontroly je zřejmý z obrázku (Obr 32). Kontrolovaná hadice se musí svými konci dotýkat zelených čar šablony.



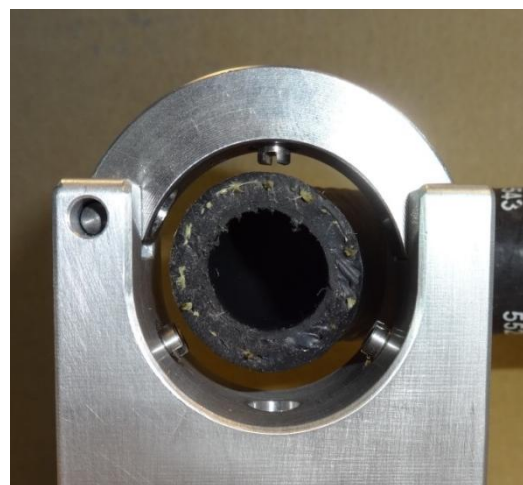
Obrázek 31 Kontrolní šablona



Obrázek 32 Kontrolní meze




Obrázek 33 Kontrolní šablona




Obrázek 34 Kontrolní meze

Na obrázku (Obr. 35) je vyobrazen záznamový list z provedeného měření, kdy jednotliví operátoři zaznamenali nějakou neshodu na výrobku. V tomto případě se mohlo jednat o tři vady na hadicích. Výsledek hodnocení je pak na dalším formuláři (Obr. 36) výsledek NOK je z důvodu překročení 10 % stanovené hranice neshodných výrobků z celku.

 s.r.o. Rokycany	<b>Studie systémů měření metodou srovnáváním</b>			STRANA CELKEM: 1/1	
	PROVEDENÍ: 3	DATUM: 22.1.2013	ČÍSLO DOKUMENTU: HQ-76-03-3		

**Formulář pro sběr dat**      Měřítko: kontrol. šablona      Reference:

Operátor A:                      Operátor B:                      Operátor C:


 S  
 R  
 NE

1 - přijatelné rozhodnutí      0 - nepřijatelné rozhodnutí

Díl	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	Refer.	Refer. Hodnota	Kód
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1		
7	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
14	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1		
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
21	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
22	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0		
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
26	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0		
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
34	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0		
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
36	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1		
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
43	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1		
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Zapsal: \_\_\_\_\_                      Provedeno dne: \_\_\_\_\_

Obrázek 35 Záznamový formulář [Firemní zdroj]

HUTCHINSON s.r.o. Rokycany	Studie systémů měření metodou srovnáváním				STRANA/CELKEM	
PROVEDENÍ: 3	DATUM: 22.1.2013	ČÍSLO DOKUMENTU: HQ-76-03-3				
<b>Výpočet účinnosti měření - celkový výsledek studie</b>						
	% operátora			% bodového hodnocení proti srovnávání		
Zdroj	Operátor A	Operátor B	Operátor C	Operátor A	Operátor B	Operátor C
Celkový zkontrolovaný počet (hadic)	50	50	50	50	50	50
Počet shodných měření	42	45	40	42	45	40
Chybné negativní (Operátor stranil zamítnuti)				0	0	0
Chybné pozitivní (Operátor stranil přijeti)				0	0	0
Smícháno				8	5	10
<b>Vypočtené bodové hodnocení</b>	<b>84%</b>	<b>90%</b>	<b>80%</b>	<b>84%</b>	<b>90%</b>	<b>80%</b>
	% efektivního bodového hodnocení systému			% efektivního bodového hodnocení systému proti referenci		
Celkový zkontrolovaný počet		50			50	
Počet ve shodě		39			39	
<b>Vypočtené bodové hodnocení</b>		<b>78%</b>			<b>78%</b>	
<b>Stránka 1</b>						
	Učinnost	Riziko chybějícího signálu	Riziko zbytečného (falešného) signálu			
Operátor A	84%	6,25%	4,90%			
Operátor B	90%	6,25%	1,96%			
Operátor C	80%	12,50%	8,82%			
<b>Rozhodnutí</b>	Účinnost	Riziko chybějícího signálu	Riziko zbytečného (falešného) signálu			
Systém měření						
Přijatelný pro operátora	≥ 90%	≤ 2%	≤ 5%			
Marginálně (mezně) přijatelný pro operátora - může vyžadovat zlepšení	≥ 80%	≤ 5%	≤ 10%			
Nepřijatelný pro operátora - vyžaduje zlepšení	< 80%	> 5%	> 10%			
<b>Výsledek studie</b>		<b>NOK</b>				

Obrázek 36 Formulář výsledku dat srovnávací metoda [Firemní zdroj]

Metoda vyhodnocení průměru a rozpětí je nejčastěji používaný model. Výhodou je, že jsme schopni vyhodnotit každý ukazatel zvlášť, jak pro průměr, tak pro rozpětí. Nevýhodou ale je, že nejsme schopni určit vzájemnou interakci mezi hodnotami. Výpočtu reprodukovatelnosti a opakovatelnosti lze ještě využít jedné metody. Tento statistický nástroj je nazýván ANOVA.

### 5.1.2 ANOVA (Analyse of Variance)

V rámci této zkoušky lze určit více ovlivňujících veličin současně [27] tzv. variabilitu v datech. To znamená, že jsme schopni určit jak vliv měřidla, tak i vliv operátora. Pomocí jedné zkoušky jsme tedy schopni sledovat více vlivů jako rozptyl uvnitř dílu, nebo rozptyl, který vznikl rozdílným měřením atd.

Rozptyl lze tedy rozdělit do čtyř kategorií:

- \* díly,
- \* operátoři,
- \* interakce mezi díly a operátory,
- \* chyba replikace způsobená měřidlem.

Nevýhodou jsou složitější početní operace, ale za pomoci počítačové podpory je tato metoda výhodou. Jsme schopni zajistit mnohem přesnější odhad rozptylů i získat více informací o vlivech z experimentálních dat [25]. Metodu Anova lze použít buď jako Jednofaktorovou analýzu rozptylu (s jednoduchým tříděním) - kdy sledujeme rozdíl průměrů mezi nezávislými skupinami. Zjišťujeme zda skupiny vytvořené klasifikačním faktorem, jsou si podobné nebo zda-li mají jednotlivé skupiny identifikovatelné shodné znaky. Dvoufaktorovou analýzu rozptylu (s dvojným tříděním) - zde zkoumáme vliv dvou a více faktorů na velikost měřené veličiny. [29]

Jako příklad pro jednofaktorovou analýzu lze uvést: tři operátoři měří průměry jednoho druhu hadic v pěti pokusech. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č.3. Vlivem nestejných podmínek (různí operátoři, povrch hadic atd.) se naměří různé hodnoty. Úkolem je zjistit zda rozdíly v různých průměrech hadic jsou způsobeny rozdílnou kvalitou měření operátorů nebo rozdílnost lze přičíst na vrub náhodným vlivům. Pokud budeme sledovat rozdíly mezi operátory

Tabulka 3 Naměřené hodnoty průměrů

Operátor 1	5,32	5,24	5,47	4,98	5,16
Operátor 2	5,88	5,31	4,86	5,45	5,12
Operátor 3	5,32	4,21	5,44	5,33	5,24



Postup řešení: musíme si označit  $a$ ...počet operátorů,  $n$ ...počet měření

$X_i = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}]$  - data od jednotlivých operátorů

$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ji}$  - průměry dat od jednotlivých operátorů

$S_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\bar{X}_{ji} - \bar{X}_i)^2$  - výběrové rozptyly dat od jednotlivých operátorů

$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a \bar{X}_i$  - průměr pro jednotlivé operátory pro  $i = 1, 2, \dots, a$

Výpočet rozptylu mezi třídami  $S_{\bar{X}}^2$  je výběrový rozptyl jednotlivých průměrů

(7)

$$S_{\bar{X}}^2 = \frac{1}{a-1} \sum_{i=1}^a (\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})^2$$

Výpočet rozptylu uvnitř tříd  $S_p^2$  je průměr jednotlivých výběrových rozptylů

(8)

$$S_p^2 = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a S_i^2$$

Statistické rozdělení F - je podíl rozptylů příslušného faktoru a reziduálního faktoru

Rozdělení F se stupněm volnosti  $(a-1, a(n-1))$

(9)

$$F = \frac{nS_{\bar{X}}^2}{S_p^2} \sim F(a-1, a(n-1))$$

Řešení našeho příkladu

operátoři  $a = 3$ , počet měření  $n = 5$ ,

průměry  $\bar{X}_i$  : 5.23; 5.32; 5.11;

rozptyly  $S_i^2$  : 0.33; 0.145; 0.257

rozptyl mezi třídami  $S_{\bar{X}}^2 = 0.0118$

rozptyl uvnitř tříd  $S_p^2 = 0.145$

Statistika

$$F = \frac{5 * 0.0118}{0.145} = 0.405$$

$p$  - hodnota  $P_v = P(F > Fr) = 0.0676$

při použití rozdělení  $F(a-1, a(n-1)) = F(2, 12)$ .

Z výsledku testu vyplývá, že není rozdíl mezi operátory a ti nedělají velkou chybu v měření.

### 5.1.3 Ukazatele $C_g$ a $C_{gk}$

Jedním ze stěžejních ukazatelů je způsobilost měřidla hodnoceného metodou  $C_g$  a  $C_{gk}$ . Vyhodnocení těchto ukazatelů by mělo proběhnout vždy před používáním měřidla a je na zákazníkovi, zda-li si sám určí vhodnou metodiku a velikost naměřených hodnot.

Měření pro tyto ukazatele by mělo probíhat na místě skutečného měření. Je to hodnocení variability vznikající stranností a opakovatelností. Měření provádí jeden pracovník s jedním měřidlem, který vyhotoví 50 opakovaných měření, minimum je 30 měření[11]. Tyto naměřené hodnoty nám umožní vypočítat oba ukazatele  $C_g$  a  $C_{gk}$ . a tím možnost porovnat podíl šířky tolerančního pole s šířkou pásma variability.

$C_g$ -ukazatel zohledňující pouze opakovatelnost měření.

Výpočet je proveden dle vztahu (10). Kde  $T$ -je parametr tolerance,  $K_1, K_2$  - koeficienty pro stanovení ukazatelů způsobilosti. Pro automobilový průmysl je  $K_1 = 3$  a  $K_2 = 4$ . Pro směrodatnou výběrovou odchylku máme označení -  $S$ . Ukazatel opakovatelnosti by neměl klesnout pod  $C_{gmin} = 1,33$ .

(10)

$$C_g = \frac{K_1 \cdot T}{K_2 \cdot S}$$

$C_{gk}$ -ukazatel zahrnující strannost a opakovatelnost měření. Výpočet je proveden dle vztahu(11). Kde  $T$ -je parametr tolerance,  $K_1, K_2$  - koeficienty pro stanovení ukazatelů způsobilosti. Pro automobilový průmysl je  $K_1 = 3$  a  $K_2 = 4$ ,  $S$ -značí směrodatnou výběrovou odchylku.  $X_{ref}$  - referenční hodnota etalonu,  $\bar{X}$  - výběrový průměr.

(11)

$$C_{gk} = \frac{K_1 T - 2|X_{ref} - \bar{X}|}{K_2 S}$$

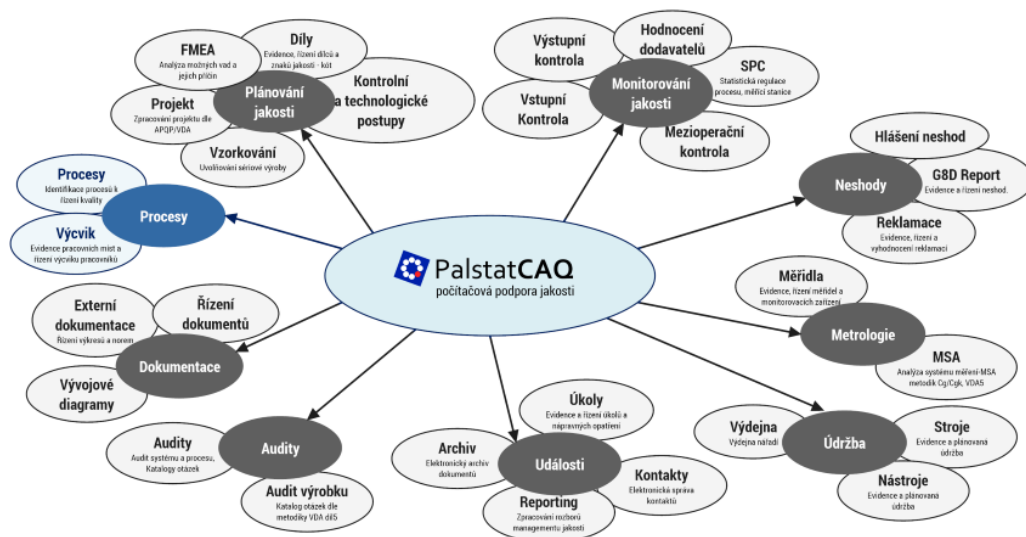
Abychom mohli systém považovat a označit za způsobilý, musí platit  $C_{gk} \geq C_{gmin}$  a zároveň  $C_{gk} \leq C_g$ .

### 5.1.4 Programová podpora CAQ

Účinným a efektivním pomocníkem v oblasti systému řízení kvality a metrologie, by mohl být bezesporu počítačový program CAQ od firmy Palstat. Tato firma byla založena již v roce 1992 a v uvedené problematice má v současné době velké zkušenosti. V programu jsou implementovány mezinárodní normy ČSN EN ISO 9001 a ISO/TS 16949, požadavky automobilového průmyslu dle směrnic VDA i požadavky na systém kvality, dle metodik PPAP, APQP, SPC, FMEA, MSA [15]. Systém programu je rozdělen do jednotlivých kategorií, obsahující jednotlivé dokumenty, nezbytné pro úspěšné absolvování vnitřních ale i zákaznických auditů.

Hlavní obsah programu

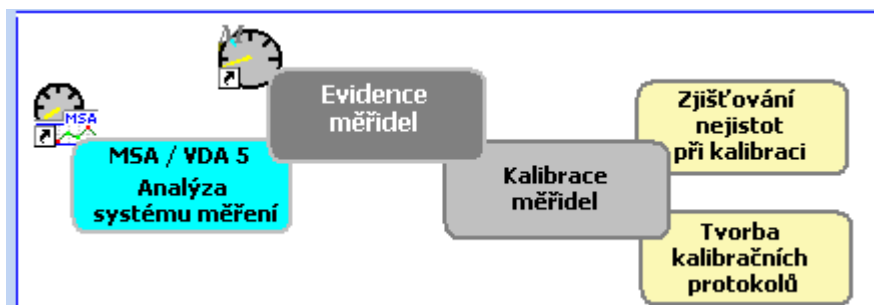
- \* Plánování jakosti - obsahující kontrolní plány, Flowchart výrobního procesu, FMEA, projekt APQP, vzorkování PPAD, pracovní návodky
- \* Neshody - monitoring neshod, postupy při zákaznických a dodavatelských reklamaci, Global 8D Report
- \* Údržba - sleduje časové úseky při preventivní údržbě strojů, náklady na opravy ale i životnost výrobních zařízení.
- \* Dokumentace - řízená dokumentace QM, EMS, ISO 18001,
- \* Monitorování - obsahuje soubory pro dokumenty vstupní a výstupní kontroly, mezioperační kontrola, statistické přejímky, SPC-ISO 21747, VDA4, hodnocení dodavatelů
- \* Metrologie - složka slouží v řízení měřicích prostředků dle zákona č. 505/90 Sb, VDA5, výsledkem je zjednodušená evidence, kalibrace, a výpočet nejistot
- \* Audity - vhodné pro management auditů dle ISO 19011, ISO/TS 16949, VDA6.3, VDA6.5
- \* Procesy - slouží především personální části řízení, obsahem jsou definice požadavků na pracovníky, jejich odbornou způsobilost dle ISO 9001, seznam plánovaných akcí školení a výcvik zaměstnanců. Napomáhá při vedení agendy a tvorbě organizačního řádu.
- \* Události - řídí elektronický archiv, spravuje kontakty, kontroluje vytěžování dat
- \* Palstat CAQ Automotive - je takový bonus, kde jsou zahrnuty vybrané moduly pro automobilový průmysl.



Obrázek 37 Schéma okruhů programu Palstat CAQ [15]

### 5.1.5 Palstat CAQ - Metrologie

Součástí tohoto programu je metrologická část, kterou lze aplikovat i v podniku Hutchinson a byla by zcela jistě užitečným pomocníkem. Je zde zabezpečena metrologická služba dle zákona č.505/90 Sb. v platném znění, dle požadavků normy ČSN EN ISO / IEC 17025:2005. V tomto programovém modulu je zahrnuta evidence, což představuje pomyslnou kartu s přesnou informací, kde je měřidlo uloženo. Stav měřidla nám označuje zda je měřidlo používáno, či zda je na kalibraci, případně vyřazeno. Je zde část zabývající se kalibrací s hlídáním kalibračních lhůt. Program má vytvořenu návaznost vytvářející měsíční reporty (měřidla ke kalibraci, měřidla s prošlou kalibrací) a sám rozesílá informaci majitelům měřidel o blížící se případné kontrole měřidla.



Obrázek 38 Struktura modulu metrologie [15]

Součástí modulu MSA je řada připravených tiskových protokolů pro různé metody. Obsaženy jsou i protokoly bez vyplněných hodnot, určené pro sběr a pozdější ruční zápis dat. Je zde také modul na již zmiňovanou metodu Anova, díky které jsme schopni zjistit interakce mezi sledovanými subjekty. Oproti metodě sledování průměru a rozpětí, jsou oddíly programu schopny sledovat více ukazatelů najednou (např. chyba replikace způsobená měřidlem).

### 5.1.6 VDA 5

Metodika VDA 5 má s metodikou MSA mnoho shodných znaků. Z obrázků (Obr. 38 a 39) je patrné že rozdíl nespočívá v rozdílném sběru dat, nýbrž v rozdílných ukazatelích a v interpretaci vypočtených hodnot. To znamená, že u VDA 5 je každá poloha a bezpečnostní složka hodnocena zvlášť.

MSA 4 versus VDA 5: Einflussparameter					
Einflussparameter	MSA 4	Firmenrichtlinien	VDA 5 oder ISO 22514-7	Informationsquelle	
Auflösung / Datenkategorie	ndc ≥ 5	%RE ≤ 5% TOL	%RE ≤ 5% und $u_{RE} = \frac{RE}{2\sqrt{3}}$	Anzeige Messgerät	
Unsicherheit Referenzteil	*)	U ≤ 5% TOL	$u_{CAL} = \frac{U_{CAL}}{2}$	Kalibrierschein	
Wiederholbarkeit am Referenzteil	klein sein	Cg ≥ 1,33	$u_{EVR} = s$	Verfahren 1	
System. Messabweichung	t-Test	Cgk ≥ 1,33	$u_{BI} = \frac{ \bar{x} - x_m }{\sqrt{3}}$	Verfahren 1	
Linearität	t-Test	%LIN ≤ 5% TOL	$u_{LIN} = \max\{u_{BI,j}\}$	V1 an 3 Normalen	
Wiederholbarkeit am Prüfobjekt	Messsystem	EV (ANOVA)	Messprozess	$u_{EVO} = EV (ANOVA)$	Verfahren 2 bzw. 3
Reproduzierbarkeit am Prüfobjekt		AV (ANOVA)		$u_{AV} = AV (ANOVA)$	Verfahren 2 bzw. 3
Unsicherheit Prüfobjekt		Wiederholungsmessungen an gleicher Position	$u_{OBJ} = \frac{TOL}{\sqrt{3}}$ oder $\frac{a}{\sqrt{3}}$	Mit a aus: • Zeichnungen • Erfahrungswerte • Abschätzungen • Versuchen • ähnliche Messprozesse • Langzeitbeobachtungen • QRK, ...	
Temperatur		————*)	$u_T = \frac{a}{\sqrt{3}}$		
Stabilität		Qualitätsregelkarte	$u_{STAB} = \frac{a}{\sqrt{3}}$		
Andere		————*)	$u_{REST}$		

\*) Keine konkreten Angaben bzw. wird bei %GRR nicht berücksichtigt.

Obrázek 39 Přehledné vyobrazení rozdílu MSA a VDA 5 [31]

	MSA 4 / Firmenrichtlinien	VDA 5 oder ISO 22514-7
<b>Eignungskennwert</b>	$\%GRR = \frac{\sqrt{EV^2 + AV^2}}{RF} \cdot 100\%$ <p>mit RF = Gesamtstreuung TV, Prozessstreuung <math>\sigma</math>, <math>P_p</math>, <math>P_{pk}</math> oder Toleranz TOL, letztere wird insbesondere bei Firmenrichtlinien verwendet</p>	$Q_{MS} = \frac{2 \cdot U_{MS}}{TOL} \cdot 100\% \quad Q_{MP} = \frac{2 \cdot U_{MP}}{TOL} \cdot 100\%$ <p>mit TOL = Toleranz</p> $U_{MS} \text{ bzw. } U_{MP} = 2 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots$ <p><math>u_i</math> Standardunsicherheit der i-ten Einflusskomponenten für Messsystem bzw. Messprozess</p>
<b>Grenzwerte</b>	<p><math>\%GRR \leq 10\%</math> geeignet</p> <p><math>10 &lt; \%GRR &lt; 30</math> bedingt geeignet</p> <p><math>30 \leq \%GRR</math> nicht geeignet</p>	<p>Messergebnis <math>y = x \pm U_{MP}</math></p> <p><math>Q_{MS} \leq 15\%</math> geeignet</p> <p><math>Q_{MP} \leq 30\%</math> geeignet</p>
<b>Grafische Bewertung</b>	<p>Hinweise: Bei Messwerten an den Spezifikationsgrenzen (U bzw. L) kann es zu Fehlentscheidungen kommen.</p>	<p>Messergebnis y muss innerhalb der Toleranz TOL liegen (s. DIN EN ISO 14253).</p>

Obrázek 40 Toleranční meze MSA a VDA 5 [31].

Rozdílnost interpretace ukazatelů lze ukázat i na tomto příkladě:

Nejistota měření  $U_{EVR}$  a  $U_{BI}$  sledované normativem VDA 5 oproti

indexu způsobilosti měřicího zařízení  $C_g$  a  $C_{gk}$  sledované normativem MSA

Digitální posuvkou s rozlišením 0,01 mm ( $\% RE = 2,5\%$ ) plní požadavek na  $\% RE \leq 5\%$ .

Kontrolujeme průměr  $20 \pm 0,2$  mm. Touto posuvkou je provedeno 25 opakovaných měření na koncové měrce (20 mm), je naměřena 25 krát hodnota 20,00 mm, což znamená, že je  $U_{EVR}$  rovna nule. V tomto případě je běžné, že místo standardní nejistoty z opakovaných měření použijeme standardní nejistotu z rozlišení  $U_{RE} = 2,89 \mu\text{m}$  [31]

V současnosti jsou systémy řešící politiku kvality, zásobování, různých monitoringů výroby, sledovány za pomoci rozdílných SW programů od různých dodavatelů. Ne vždy je možné tyto různé počítačové programy vzájemně propojit. Takto je tomu i v tomto případě. Jako příklad lze uvést právě metrologii, jež je řešena za pomoci tabulek v exelu. Mnoho dat spojených s evidencí a kalibrací je třeba ručně zaznamenat. Pořízení programu CAQ nebo jiného programu zabývajícího se obdobnou problematikou, by bylo jistě přínosem. Je ale třeba zvážit i jiné stránky problému. Programové systémy zdejší firmy jsou nastaveny tak, že umí vzájemně komunikovat se svou mateřskou firmou ve Francii a některé výrobní celky jsou vzájemně propojeny. Nermalou investicí by byla zajisté i finanční částka za uvedený program. S tím souvisí i investice za proškolení pracovníků a jistě i jiné výdaje, spojené s tak náročným přechodem na jinou programovou platformu.

V rámci zlepšování systému metrologie v podniku je nutné se také zaměřit na správnou terminologii dle zákona č.505/1990 Sb. Tento zákon nezná pojem orientační měřidla, viz (Obr. 11). Dle terminologie se jedná o **pracovní měřidlo s neomezenou lhůtou platnosti kalibrace**. Takové měřidlo má pouze omezenou tzv. technickou životnost. Pod tím si lze představit nejen funkčnost měřidla ale i třeba čitelnost stupnic a podobně.

## 6 Závěr

Tématem diplomové práce byla analýza podnikové metrologie a dodržování systémů kvality, a to jak obecně, tak v konkrétním případě. Práce je rozdělena do pěti kapitol.

Dvě první kapitoly jsou věnovány zavedení pojmu kvality, jejích cílů a používaných nástrojů, jakož i ukázky aktivního přístupu k řešení kvality na pracovištích. V této části je podrobně popsána metodika řízení kvality, procesy zavádění akčních limitů na montážních pracovištích a QRQC metodiky. Také je stručně popsána firma Hutchinson, její historie a produktové portfolio.

Třetí kapitola obsahuje zavedení pojmu metrologie. Je zde uveden přehled typů chyb a nejistot měření a vztahy pro jejich výpočet.

Čtvrtá, nejrozsáhlejší kapitola je věnována vlastní analýze podnikové metrologie. Jsou zde zavedeny nejprve obecně pojmy kalibrace, podrobně jsou popsány typy měřidel, jak z hlediska jejich určení v podnikové metrologii, tak z hlediska fyzikálních principů, a dále kalibrace jednotlivých typů měřidel. Můžeme se v této kapitole seznámit s funkcí podnikové laboratoře, jakož i prováděnými materiálovými testy a dalšími zkouškami. Je přitom popsána nejen kontrola vlastních výrobků, ale je též zmíněna kontrola čistoty ovzduší a podmínek na pracovišti. V příloze je potom konkrétní praktická ukázka výsledku procesu kalibrace, a to na příkladu kalibrace manometrů.

Pátá kapitola je zaměřena analýzu používaných metod v podnikové metrologii, další rozvoj a zlepšování podnikové metrologie, a to zejména v oblasti MSA a jejich konkrétní aplikace v praxi. Dále je zde provedena studie aplikace jménem ANOVA a její možné využití v podniku. Jedním z možných řešení je i využití nového počítačového softwaru od firmy Palstat uváděného pod názvem "CAQ Palstat". V předložené práci jsou uvedeny části tohoto programu, jež by byly aplikovatelné v této firmě a výrazně by mohly napomoci v usnadnění řešení metodiky a úspore času.

Cílem práce je nejen popis teorie kvality a metrologie a rozbor techniky prováděných měření a příslušných zařízení, ale také zdůvodnění, proč je nutné systém kvality dodržovat, a to z hlediska ekonomického, ekologického i lidského potenciálu. Všechny popsané principy a příklady, používané nástroje kvality a rozbor podnikové metrologie s ukázkou kalibračního listu, jsou vztaženy k firmě Hutchinson s.r.o. se sídlem v Rokycanech. Tato firma, jejíž historie je zmíněna v úvodu práce, se zabývá výrobou pryžových hadic pro nízkotlaké a vysokotlaké okruhy automobilů. Všechny výrobní postupy musí proto odpovídat vysokým standardům pro automobilový průmysl.



Používání nástrojů kvality se odrazilo zejména v následujících oblastech: Snížilo se množství neshodných výrobků, které představují nejen ekonomické ztráty, ale také značnou ekologickou zátěž, protože likvidace, případně recyklace výrobků z pryže je při současných technologických možnostech velmi nákladná a technicky náročná. Zavedené systémy kvality také pomáhají udržovat konkurenceschopnost podniku vyplývající ze zvětšené důvěry zákazníků, což je při velkém množství dodavatelů pro automobilový průmysl velmi významný přínos. Zachování, případně rozšiřování výroby, které je závislé na počtu zákazníků, znamená současně zachování či zvětšení počtu pracovních míst, což má celospolečenský dopad. V neposlední řadě zavádění standardů na pracovišti znamená i možnost zlepšení výkonů pracovníků ve výrobě, kteří jsou při práci pečlivější a zodpovědnější, a zároveň se zvyšuje prestiž firmy. Z výše uvedených důvodů, ověřených na konkrétním příkladu z praxe, se každé firmě vyplatí zavádět systémy kvality, i přes náklady, které s sebou tento proces přináší.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Kvalita[online] [Cit.10.11.2014] dostupné z [http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky\\_lexikon/K/Kvalita](http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky_lexikon/K/Kvalita)
- [2] KUTA Antonín. Technologie a zařízení pro zpracování kaučuků a plastů. ISBN 978-80-7080-367-7 vydala VŠCHT Praha 1. vydání
- [3] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví [online] [Cit.10.11.2014] dostupné z <http://www.unmz.cz/urad/normy-serie-iso-9001-a-jejich-aplikace>
- [4] Proces quality management - APQP [online] [Cit.10.11.2014] dostupné z <http://www.pqm.cz/nvcss/apqp.html>
- [5] POSPÍŠIL, Miroslav. *Terminologie z oblasti metrologie*. 2. Vydání
- [6] Definice: Konfirmace - Kvalifikace - Validace [online] [Cit.12.11.2014] dostupné z [www.hplc.cz/validace/definice.html](http://www.hplc.cz/validace/definice.html)
- [7] Poradenský portál - PDCA cyklus [online] [Cit.12.11.2014] dostupné z <http://www.vlastnicesta.cz/metody/pdca-cyklus-1/>
- [8] Měření tvrdosti [online] [Cit.12.11.2014] dostupné z <http://www.merenitvrdosti.cz/tvrdost.html>
- [9] Shore - Zkouška tvrdosti podle Shorea [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z <http://www.converter.cz/jednotky/tvrdost-shore.htm>
- [10] MM Průmyslové spektrum [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z <http://www.mmspektrum.com/clanek/metody-a-zpusoby-mereni-tvrdosti-nekovovych-materialu.html>
- [11] VÝPOČTOVÉ A EXPERIMENTÁLNÍ MODELOVÁNÍ [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z <http://www.vutium.vutbr.cz/tituly/pdf/ukazka/80-214-2887-2.pdf>
- [12] O.Tůmová - D.Pirich Nástroje řízení jakosti a základy technické diagnostiky ISBN 80-7043-247-0 vydala ZČU Plzeň 1.vydání
- [13] METODIKA RÝCHLEJ REAKCIE PRI RIADENÍ KVALITY [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj76-cz.pdf>
- [14] CQS-Sdružení pro certifikaci systému jakosti [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z <http://www.cqs.cz/Normy/CSN-EN-ISO-140012005-Environmentalmanagement.html>
- [15] Palstat CAQ systém řízení kvality [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z <http://www.palstat.cz/>

- [16] Mezinárodní slovník metrologických pojmů a chemická a bioanalytická měření [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z [http://web2.stapro.cz/fons/archiv/2010/after/prednasky/4\\_1.pdf](http://web2.stapro.cz/fons/archiv/2010/after/prednasky/4_1.pdf)
- [17] VIM [online] [Cit.06.01.2015] dostupné z [http://www.mzds.cz/P05\\_Pospisil.pdf](http://www.mzds.cz/P05_Pospisil.pdf)
- [18] Validace [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z <http://www.hplc.cz/Validace/definice.html>
- [19] MSA-Mesaurement System Analysis [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z [http://www.pqm.cz/nvcss/met\\_PDF/MSA\\_webcss.pdf](http://www.pqm.cz/nvcss/met_PDF/MSA_webcss.pdf)
- [20] Demingův cyklus PDCA a norma ISO/IEC 20000-1:2011 [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z <http://www.systemonline.cz/sprava-it/deminguv-cyklus-pdca.htm>
- [21] Kalibrace a přesnost měření [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z <http://www.mmspektrum.com/clanek/kalibrace-a-presnost-mereni.html>
- [22] M. Kreidl, Měření teploty Senzory a měřící obvody, BEN, Praha 2005 240s. ISBN 80-7300-145-4
- [23] Management mania [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z <https://managementmania.com/cs/measurement-system-analysis>
- [24] MSA-Analýza systému měření [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z <http://www.statspol.cz/cs/wpcontent/uploads/2013/05/request2006/prezentace/bednar.pdf>
- [25] FMEA [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z <http://www.chaloupka-kvalita.cz/fmea>
- [26] Úplné pracovní znění zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z <http://www.unmz.cz/urad/uplne-pracovni-zneni-zakona-c-505-1990-sb-o-metrologii-c237>
- [27] VDA 5 Vhodnost kontrolních procesů. ISBN 978-80-02-02307-4, vydala Česká společnost pro jakost 2. vydání české 2011
- [28] Analýza systému měření MSA. ISBN 978-80-02-02323-5 vydala Česká společnost pro jakost, čtvrté vydání
- [29] Metrologie a hodnocení procesů. ISBN 978-80-7300-249-7 vydalo nakladatelství BEN - technická literatura, Praha 2009
- [30] Analýza rozptylu [online] [Cit.18.03.2015] dostupné z [http://staff.utia.cas.cz/homolova/skola/\\_na%20web%20pr-stat/Stat/Lec/Lec10.pdf](http://staff.utia.cas.cz/homolova/skola/_na%20web%20pr-stat/Stat/Lec/Lec10.pdf)
- [31] MSA versus VDA 5 - Q DAS expert in sttistics [online] [Cit.03.05.2015] dostupné z <https://www.youtube.com/watch?v=9u1qigxIkP0>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Logo firmy [Firemní zdroj] .....	12
Obrázek 2 Protlačovací linka [2].....	14
Obrázek 3 Požadavky na kvalitu [Firemní zdroj] .....	16
Obrázek 4 Vzájemné vazby mezi nástroji kvality [Firemní zdroj] .....	17
Obrázek 5 APQP Plánování kvality produktu [Firemní zdroje] .....	18
Obrázek 6 Rozdělení celkové variability zaznamenaných dat [24] .....	20
Obrázek 7 Významné mezníky v českých zemích z pohledu metrologie .....	25
Obrázek 8 Odstraňování chyb [Firemní zdroj] .....	30
Obrázek 9 Manometr.....	37
Obrázek 10 Kalibrační známka .....	38
Obrázek 11 Označení orientačních měřidel .....	39
Obrázek 12 Označení archivních měřidel .....	39
Obrázek 13 Platinový snámač .....	40
Obrázek 14 Kalibrační píčka.....	40
Obrázek 15 Zapojení termoelektrického článku .....	40
Obrázek 16 Měřicí řetězec [Firemní zdroj].....	41
Obrázek 17 Termočlánek kabelový MTC 13T.....	41
Obrázek 18 Etalon tlaku s připojeným snímačem tlaku.....	42
Obrázek 19 Měřicí hrot .....	44
Obrázek 20 Tvrdoměr s ukázkou měřicího hrotu.....	44
Obrázek 21 Spároměrky.....	45
Obrázek 22 Vysekávací formičky .....	46
Obrázek 23 Extenzometr .....	46
Obrázek 24 Evidenční a kalibrační štítek.....	46
Obrázek 25 Filtry .....	48
Obrázek 26 Skener .....	48
Obrázek 27 Opakovatelnost .....	49
Obrázek 28 Reprodukovatelnost procesu.....	50
Obrázek 29 Formulář pro sběr dat [Firemní zdroj] .....	51
Obrázek 30 Grafická analýza měření [Firemní zdroj].....	52
Obrázek 34 Kontrolní meze .....	53
Obrázek 31 Kontrolní šablona.....	53
Obrázek 33 Kontrolní šablona.....	53
Obrázek 32 Kontrolní meze .....	53
Obrázek 35 Záznamový formulář [Firemní zdroj].....	54
Obrázek 36 Formulář výsledku dat srovnávací metoda[Firemní zdroj] .....	55
Obrázek 37 Schéma okruhů programu Palstat CAQ [15] .....	60
Obrázek 38 Struktura modulu metrologie [15] .....	60
Obrázek 39 Přehledné vyobrazení rozdílu MSA a VDA 5 [31] .....	61
Obrázek 40 Toleranční meze MSA a VDA 5 [31].....	62

## Přílohy

### Příloha A - ukázka produktů Fi Hutchinson - vodovodní hadice



### Vzduchové hadice



## Olejová hadice



	<b>Kalibrační list-manometry</b>					strana/celkem 1/1
s.r.o.Rokycany	Provedení	1	Datum	29/4/2004	Číslo dokumentu	ME-RD-008

**KALIBRAČNÍ LIST Č.: 562/14**

**Předmět kalibrace:** manometr  
**měřicí rozsah:** 0-10bar  
**třída přesnosti:** kl. 1,6  
**výrobce:** WIKA  
**typ:** neuveden

**výrobní číslo:** neuvedeno  
**evidenční číslo:** M 1051  
**frekvence kalibrace:** 6 měsíců  
**povolená odchylka:** +- 0,5bar

**kalibrační postup:** ME-PO-002  
**teplota okolí:** 21°C

**výsledek kalibrace**

0,0Bar	0,00Bar	0,00Bar
2,0Bar	2,10Bar	2,10Bar
5,0Bar	5,10Bar	5,10Bar
8,0Bar	8,10Bar	8,10Bar
10,0Bar	10,10Bar	

**Seznam použitých etalonů:**

**použitý etalon:** Digitální manometr KELLER(LEO 2) evidenční číslo THY 110  
**nadřazený etalon:** kuličkový tlakoměr HK 10000,v.č.83859 (Energize Group)  
**nadřazený etalon:** ČMI

**U<sub>k=2</sub> = ±1,16%**

Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientem rozšíření k=2 ,což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA 4/02.

v Rokycanech dne: 19.7.2014

Kalibroval:V.Příbyl  
 Funkce:Kalibrace

**Závěr:** Měřidlo v uvedeném rozsahu kalibrace VYHOVUJE  
 výsledek kalibrace se týká jen předmětu kalibrace  
 list nesmí být rozmnožován jinak než celý

počet listů kalibrační  
 list č. 1





