

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra technologií a měření

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Optimalizace QMS podniku vyrábějícího elektronické
součástky pro oblast průmyslové výroby a automotive**

Josef Klouda

Plzeň 2013

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Josef KLOUDA**
Osobní číslo: **E11N0019P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Optimalizace QMS podniku vyrábějícího elektronické součástky pro oblast průmyslové výroby a automotive**
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Popište účel QMS a certifikace dle platných norem ISO.
2. Zhodnoťte současný stav QMS podniku a porovnejte s požadavky pro automotive.
3. Navrhněte optimalizaci QMS pro oblast měření a metrologie.
4. Posuďte zlepšení v oblasti řízení podnikové metrologie.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

- 1. Zákon o metrologii 505/1990 Sb. v aktuálním znění**
- 2. platné vyhlášky MPO a nařízení vlády č. 464/2005.**
- 3. platné normy ČSN ISO**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.**

Katedra technologií a měření

Konzultant diplomové práce:

Otto Holota


INTEGRATED MICRO-ELECTRONICS CZECH
REPUBLIC s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Anotace

Předkládaná diplomová práce se zabývá kvalitou měřicích systémů podniku vyrábějícího elektronické součástky pro oblast průmyslové výroby a automotive.

Hlavním cílem práce bylo zajistit takovou kvalitu měřicích systémů podniku, aby podnik splňoval z hlediska metrologie normu ČSN ISO/TS 16949. K tomu měla dopomoci nově vytvořená směrnice metodiky analýzy měřicích systémů a především metrologický řád, vytvořený v souladu s platnými zákony ČR a výše zmíněnou normou.

První část práce obsahuje teoreticky popsanou podstatu certifikace dle norem ISO, v druhé části nalezneme vytvořenou směrnici a metrologický řád spolu s vysvětlením jednotlivých kapitol a jejich účelu vzhledem k požadavkům normy a platných zákonů.

Klíčová slova

Metrologie, metrologický řád, ISO, normy, MSA

Abstract

This thesis deals with the quality of the measurement systems in the company which produces the electronic components for the industrial manufacturing and the automotive. The main objective of this work was to provide such a distinction measuring systems to make the company fulfil the terms of metrology standard ČSN ISO/TS 16949. The newly developed direction of methodology of analysis the measuring systems and primarily the metrological order, created in accordance with the laws of the Czech Republic and the norm described above, should help with this goal.

The first part of the work includes the essence of the certification according to the ISO standards in theory, in the second one we can find the created direction and the metrological order together with an explanation of each chapter and its purpose in relation to the requirements of the norm and the applicable laws.

Key words

Metrology, metrological order, ISO, norm, MSA

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval 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.

V Plzni dne 28.4.2013

Jméno a příjmení

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce, za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

1	Úvod	10
2	Účel QMS a certifikace dle platných norem ISO	11
2.1	Přehled norem pro systémy řízení jakosti	13
3	Hodnocení QMS podniku pro oblast metrologie	14
4	Problémy	16
4.1	Problém - informativní měřidla	16
4.2	Problém - přípravky	18
4.3	Problém - interní kalibrace	18
5	Metodika tvorby metrologického řádu	20
5.1	Obecná struktura metrologického řádu	20
5.2	Popis vzniklého metrologického řádu	21
6	Metrologický řád	23
6.1	Účel	23
6.2	Oblast platnosti	23
6.3	Přehled zákonů, vyhlášek a norem vztahujících se k metrologii	23
6.4	Názvosloví z oblasti metrologie	24
6.5	Organizace podnikové metrologie	25
6.5.1	Jednatelé závodu	25
6.5.2	Manažer kvality	25
6.5.3	Metrolog	25
6.5.4	Způsobilost metrologa	26
6.5.5	Mistr	26
6.5.6	Uživatel	26
6.5.7	Inženýr kvality	26
6.5.8	Oddělní kvality	27
6.5.9	Procesní inženýr	27
6.5.10	Útvar oprav neshodných výrobků	27
6.5.11	Test inženýr	27
6.6	Kategorie měřidel	27
6.6.1	Legislativní určení měřidel	27
6.6.2	Měřicí zařízení podniku	28
6.6.3	Zásady správného uchování a zacházení s měřidly	29
6.7	Popis činností tvořící náplň podnikové metrologie	29
6.7.1	Nákup nových měřidel	29
6.7.2	Evidence nových měřidel	29
6.7.3	Kalibrace pracovních měřidel	30
6.7.4	Identifikace neshodných měřidel	32
6.7.5	Nečitelné nebo chybějící označení měřidla evidenčním číslem	32
6.7.6	Evidentně poškozené měřidlo	32
6.7.7	Měřidlo s důvodným podezřením na poškození	33
6.7.8	Měřidlo s prošlou dobou kalibrace nebo s chybějící kalibrací	33
6.7.9	Analýza příčin nalezení neshodného měřidla a prevence	33

6.7.10	Vyřazení měřidel a jejich případné skladování.....	34
6.7.11	Pravidelná kontrola měřidel.....	34
6.7.12	Validace a přezkoušení softwaru.....	34
6.7.13	Analýza systému měření (MSA).....	34
6.8	Závěrečná ustanovení.....	34
6.9	Přílohy.....	35
6.9.1	Postupové diagramy.....	35
6.9.2	Seznam typů podnikových nestanovených (pracovních) měřidel.....	40
7	Statistické studie měřicích systémů.....	42
8	Směrnice metodiky analýzy měřicích systémů.....	43
8.1	Účel směrnice.....	43
8.2	Oblast použití.....	43
8.3	Související dokumenty.....	43
8.4	Obecné informace.....	43
8.5	Výpočet způsobilosti měřidla.....	44
8.5.1	Příprava před studií.....	44
8.5.2	Realizace studie.....	45
8.5.3	Postup vyhodnocení dat v programu Palstat.....	45
8.5.4	Základní vztahy.....	46
8.5.5	Analýza výsledků.....	47
8.6	Určování opakovatelnosti a reprodukovatelnosti metodou průměru a rozpětí.....	47
8.6.1	Příprava před studií.....	47
8.6.2	Realizace studie.....	48
8.6.3	Postup vyhodnocení dat.....	49
8.6.4	Analýza výsledků.....	50
8.7	Metoda křížových tabulek.....	50
8.7.1	Příprava před studií.....	50
8.7.2	Realizace studie.....	51
8.7.3	Postup vyhodnocení dat v programu Palstat.....	52
8.7.4	Analýza výsledků.....	52
8.8	Příloha.....	53
8.8.1	Obecný postupový diagram.....	53
9	Závěr.....	54
	Literatura.....	55
	Přílohy.....	57
A	List pro sběr dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla.....	57
B	Protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla.....	58

1 ÚVOD

Tato práce vznikla jako diplomová práce na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni. Jejím cílem bylo zajistit potřebnou kvalitu měřicích systémů konkrétního podniku vyrábějícího elektronické součástky pro oblast automotive tak, aby podnik splňoval v oblasti metrologie normu ČSN ISO/TS 16949.

První etapa práce se týkala zmapování současného stavu metrologie v podniku. Přitom byly zjištěny některé nedostatky, které následně vytvořený metrologický řád odstranil. Dále byly shromážděny požadavky od vedení společnosti, které dotvořily finální podobu vzniklého metrologického řádu.

Druhá etapa práce spočívala v samotném sepsání metrologického řádu tak, aby byly splněny veškeré požadavky a nařízení plynoucí z Úplného pracovního znění zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii a příslušných norem, především pak výše zmíněné normy ČSN ISO/TS 16949.

V první části diplomové práce je rozebrán účel QMS a certifikace dle platných norem ISO.

Druhá část diplomové práce pojednává o problémech a nedostacích v kvalitě měřicích systémů, na které jsem v první etapě práce narazil a jejich řešení.

Ve třetí části je okomentován vznik metrologického řádu, jeho struktura a především obsah.

Poslední část této práce obsahuje samotný metrologický řád a související směrnici pro vykonávání statistických analýz měřicích systémů.

2 ÚČEL QMS A CERTIFIKACE DLE PLATNÝCH NOREM ISO

Hlavním úkolem systémů řízení jakosti (QMS – Quality Management System) je stanovit, pochopit a zajistit plnění stanovených požadavků, dále posuzovat podnikové procesy podle přidané hodnoty a efektivnosti a nakonec tyto procesy neustále zlepšovat tak, aby bylo dosaženo požadované procesní, ale také produktové kvality – jakosti. Kvalita je přitom normou ČSN EN ISO 9000:2001 definována jako „*stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků.*“ Zmíněné požadavky pak mohou plynout z obecných očekávání, z příslušných norem nebo jsou tato očekávání daná smluvním závazkem mezi zákazníkem a dodavatelem. Přitom rozlišujeme dva druhy znaků kvality a to měřitelné znaky jakosti (rozměr, hmotnost, vodivost, apod.) a neměřitelné znaky kvality (lesklost, čistota výrobku, apod.).

Důležitost implementovaného systému řízení jakosti v podniku je zcela zásadní. Každý podnik musí přesvědčit svého potenciálního nebo stávajícího odběratele o tom, že jeho systém řízení kvality je na dostatečné úrovni. Tím dá svému odběrateli určitou záruku o své schopnosti dodávat výrobky s požadovanou kvalitou, v požadovaný čas a s minimálním množstvím zmetků nebo dalšími nepříjemnými komplikacemi. Prokázat odběrateli dostatečný systém řízení kvality se může provést více způsoby, avšak nejběžnější způsob je získání příslušného certifikátu, který prokáže shodu mezi systémem řízení kvality daného podniku a předepsanou normou. Mezi normy zabývající se systémem řízení kvality patří normy ISO řady 9000 nebo upravená norma ISO/TS 16949, která vychází z normy ISO 9001. Certifikát může podnik dostat pouze od certifikačních orgánů, což jsou nezávislé společnosti, na které jsou uvalena přísná kritéria vycházející z dalších norem. Celý certifikační proces je velice obsáhlý a je stručně popsán např. v [5].

Jak již bylo řečeno, normy ISO řady 9000 nedefinují požadavky na konkrétní výrobek nebo konkrétní proces, ale orientují se na systém řízení. Protože existuje opravdu mnoho podniků, které vyrábějí mnoho výrobků a žádné dva podniky nejsou zcela stejné, musí být tyto normy psány velice univerzálně tak, aby mohly být implementovány do všech podniků, nehledě na jejich individualitu. Univerzálnost je zároveň hlavním rysem těchto norem a často i zdrojem problémů. To proto, že vyložení velmi obecně sepsaných požadavků může činit nezkušeným pracovníkům často skutečně velké problémy. Správný výklad jednotlivých norem mohou pracovníkům podniku poskytnout jiné společnosti, jež se touto problematikou zabývají. Mnoho

informací lze získat například u České společnosti pro jakost (ČSJ) nebo jiné, soukromé společnosti.

Pro normy ISO řady 9001 je dále typická jejich nezávaznost. U tohoto bodu je ale třeba podotknout, že pro podniky sice skutečně neexistuje jakékoli nařízení a povinnost tyto normy splňovat, ale zároveň je v jejich nejlepším zájmu podmínky norem naplnit a získat o tom příslušný certifikát. To proto, že, jak již bylo řečeno, jde o nejefektivnější způsob prokázání dostatečného systému řízení kvality, který od podniku bude požadovat prakticky každý zákazník. Poté, co se podnik před svým odběratelem smluvně zaváže dodržovat podmínky v normě stanovené, stává se splnění předepsaných požadavků ve vztahu podnik – zákazník vlastně závazným.

Dále je nutné podotknout, že normy pojednávající o požadavcích na systém řízení kvality, podávají pouze minimální požadavky, které je nutno splnit. Nelze si proto myslet, že pokud podnik splňuje podmínky pro držení příslušného certifikátu, není již co zlepšovat a zákazník nemůže mít přísnější požadavky na systém řízení kvality.

S výše zmíněným souvisí i poslední základní vlastnost norem ISO řady 9000. Tou je skutečnost, že stoprocentní dodržování těchto norem není zárukou dobrého fungování systému kvality podniku a jeho celkové prosperity. Tyto normy dávají pouze jakýsi předpoklad pro výše zmíněné. Zásadním problémem je navíc rozdíl mezi pouhým sepsáním příslušných podnikových směrnic, které reflektují požadavky mezinárodních norem a jejich skutečným dodržováním na pracovišti. Vrcholní pracovníci snažící se na pracovišti prosadit dodržování sepsaných směrnic jsou pak často konfrontováni s odporem zaměstnanců a velice často padá argument o tom, že „dosud se to dělalo takhle a také to šlo, tak proč to měnit?“ Pro prosazení všech požadavků vyplývajících z norem je proto potřeba, aby všichni pracovníci středního a vyššího managementu chápali důležitost těchto norem a všichni se snažili o jejich prosazení.

[5]

2.1 Přehled norem pro systémy řízení jakosti

ČSN EN ISO 9000

- norma obsahuje terminologii a vysvětlení základních principů systémů managementu kvality

ČSN EN ISO 9001

- v této normě jsou obsaženy požadavky na systém řízení kvality podniku, podle kterých se musí podnik řídit, chce-li mít prokazatelně dostatečně zvládnutý systém řízení kvality a získat o tom příslušný certifikát

ČSN ISO/TS 16949

- norma vychází z ČSN EN ISO 9001, přičemž požadavky na systém řízení kvality jsou upraveny speciálně pro podniky, jejichž výroba spadá do podskupiny automobilového průmyslu
- kapitola 7.6 této normy mluví o řízení monitorovacích a měřicích zařízení a byla tak stěžejní pro vypracování metrologického řádu

ČSN EN ISO 9004

- norma se zabývá efektivností a účinností již zavedených podnikových systémů řízení jakosti

[6]

3 HODNOCENÍ QMS PODNIKU PRO OBLAST METROLOGIE

Jak již bylo řečeno, řízením monitorovacích a měřicích zařízení se zabývá kapitola 7.6 normy ČSN ISO/TS 16949. V této kapitole jsou kladeny požadavky na zacházení s měřidly (tj. jejich identifikace, kalibrace, správné skladování a manipulace s nimi), dále je zde stanoven požadavek na provádění statistických studií systémů měření, na něž je odkaz v plánu kontroly a řízení. Následuje požadavek na správné uchování záznamů o kalibraci nebo ověření měřidel a nakonec je zde požadavek na zkušební a kalibrační laboratoře, které mohou být z pohledu podniku interní nebo externí.

Porovnání požadavků zmíněné normy ČSN ISO/TS 16949 a reality v podniku přineslo následující závěry.

V podniku byla měřidla identifikovatelná evidenčním číslem, pod kterým byla zaevidována v počítačovém programu Palstat. Navíc listy se základními údaji o měřidle byly uchovány společně s kalibračními listy v tištěné podobě v příslušných deskách. Problém tak nastával spíše v občasných nesrovnalostech mezi tištěnými údaji, údaji v počítačovém programu Palstat a realitou na pracovišti. Proto musela být provedena důkladná inventura měřidel, ve které se údaje o měřidlech daly do pořádku. Ve vznikajícím metrologickém řádu navíc z tohoto důvodu přibyla povinnost metrologa provádět tyto inventury pravidelně. Dalším problémem souvisejícím s identifikací měřidel bylo nejasné vymezení a označení neshodných měřidel. Některá měřidla byla označena štítkem s nápisem „informativní měřidlo,“ jiná byla označena potiskem s nápisem „neshodné měřidlo“ nebo jen „nepoužívat.“ Běžný operátor pak mohl nabýt falešného dojmu, že například měřidlo označené jako informativní má lepší metrologické vlastnosti, než měřidlo s nápisem „neshodné měřidlo“ nebo „nepoužívat.“ Bylo tedy nutné neshodná měřidla definovat, sjednotit jejich označení a vymežit způsob zacházení s nimi. Tomuto problému se věnuje také kapitola pojednávající o problému informativních měřidel.

Požadavek na provádění statistických studií systémů měření byl v podniku realizován velmi starou, neúplnou směrnicí, která obsahovala řadu nepřesností. Bylo proto třeba vytvořit novou směrnici, jež vycházela ze čtvrtého vydání příručky „Analýza systémů měření (MSA).“

Zbývající požadavky vyplývající z normy ČSN ISO/TS 16949, tedy požadavky na záznamy o kalibraci a ověřování měřidel a požadavky na interní nebo externí laboratoř podnik splňoval.

Podnik disponoval několik let starou interní směrnicí s názvem „Metrologie,“ která plnila funkci metrologického řádu. Tato směrnice však byla neúplná, neobsahovala řadu kapitol, které jsou v metrologických řádech zcela běžné a především obsahovala celou řadu nepřesností a omylů. Nově vzniklý metrologický řád, který je součástí této práce, je proto od základu

přepracovaný a reflektuje všechny požadavky vycházející z norem a platných zákonů, stejně jako z požadavků a potřeb podniku.

4 PROBLÉMY

Následující odstavce se zabývají popisem zásadních problémů a nedostatků, které bylo nutné v podniku vyřešit. Je zde uvedeno navržené řešení problémů, které se pak vyskytuje i v samotném metrologickém řádu.

4.1 Problém - informativní měřidla

Pojem „informativní měřidlo“ je velmi známý a dá se dohledat v mnohé literatuře, stejně jako v průmyslové praxi. Také v daném podniku se tato měřidla nacházela. Pod tímto pojmem si lze představit měřidlo, které nezasahuje do výrobního procesu a slouží pouze k tzv. orientačnímu měření. Jako příklad použití takového měřidla může sloužit skladník, který vydává dva různé typy trubek, přičemž jedna měří 1 m a druhá 1,3 m. Aby si skladník ověřil, že vydává správný typ trubky, použije tzv. informativní měřidlo. Přitom mu nemusí příliš záležet na tom, zda toto měřidlo měří s chybou v řádu tisícín milimetrů nebo desetin milimetrů. Dalším příkladem těchto měřidel mohou být měřidla, která používají údržbáři například při údržbě nebo úpravě budovy podniku. Existence těchto měřidel, jejich smysl a použití je tedy zřejmé, ovšem jak k tomuto problému přistupovat z metrologického hlediska?

Úplné pracovní znění zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii definuje čtyři typy měřidel a to:

- etalony
- pracovní měřidla stanovená (dále jen stanovená měřidla)
- pracovní měřidla nestanovená (dále jen pracovní měřidla)
- certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály, pokud jsou určeny k funkci etalonu nebo stanoveného nebo pracovního měřidla

Tento zákon typy měřidel dále definuje a určuje způsob ověřování nebo kalibrace těchto měřidel, ale pojem „informativní měřidlo“ nezná. Při důkladnějším pročetí zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii je zřejmé, že „informativní měřidlo“ nemůže být ani etalonem, ani stanoveným měřidlem. Pro jeho zařazení do jedné z kategorií už tedy zbývají pouze pracovní měřidla nebo certifikované referenční materiály, pokud jsou určeny k funkci pracovního měřidla. Budeme-li uvažovat, že naším „informativním měřidlem“ je například ocelové měřítko délky, bude toto měřidlo spadat nejspíše do kategorie pracovních měřidel. Doslovná citace Úplného pracovního znění zákona č. 505/1990 Sb. §11, odstavec 5 říká: „*Jednotnost a*

správnost pracovních měřidel zajišťuje v potřebném rozsahu jejich uživatel kalibrací, není-li pro dané měřidlo vhodnější jiný způsob či metoda.“ To lze formulovat tak, že uživatel měřidla (v našem případě spíše podnikový metrolog nebo určený pracovník) stanovuje lhůty kalibrací (či jiného způsobu konfirmace). Pak by však platila povinnost kalibrace i pro naše „informativní měřidlo.“ Metrolog by sice mohl rozhodnout o tom, že se takové měřidlo bude nechávat opětovně kalibrovat po výrazně delší době než obdobná měřidla, která však na rozdíl od „informativního měřidla“ zasahují do výrobních a kontrolních procesů podniku. Také si lze představit, že by metrolog zajistil pouze prvotní kalibraci „informativního měřidla“ a další kalibrace by už neproběhly. Podnik by však taková měřidla nejrady nekalibroval vůbec a ušetřil tak mnohdy značné finanční prostředky za provedení kalibrace u akreditované společnosti. Navíc již zmíněný údržbář budovy opravdu nepotřebuje pro svou činnost mít měřidlo s kalibračním protokolem od akreditované kalibrační společnosti. Vždy se ale může stát, že toto měřidlo se nedopatřením dostane do rukou operátora ve výrobním nebo kontrolním procesu a my nebudeme schopni prokázat, že měřidlo má požadované vlastnosti.

V mém metrologickém řádu jsem tento problém vyřešil následovně. Pojem „informativní měřidlo“ jsem zrušil. Především proto, že tento název nemá oporu ani ve zmíněném zákoně, ani v normě ČSN ISO/TS 16949. Měřidla musí být dle metrologického řádu označena evidenčním číslem a kalibrační značkou, která udává měsíc a rok vypršení kalibrační doby a tedy doby, kdy se musí měřidlo poslat znovu na kalibraci. Měřidlo, které bude nalezené bez těchto označení, musí být vyjmutο z procesu měření a musí být informován metrolog, který dle metrologického řádu bude s tímto měřidlem dále nakládat. Metrolog mimo jiné toto měřidlo označí nápisem: „Nepouzivat! Neshodne meridlo.“ Podnik má tak dvě možnosti, jak se zachovat. Buď bude mít všechna měřidla značená a kalibrovaná v daných lhůtách. Tento postup je pochopitelně ekonomicky nákladný a neefektivní. Druhou možností je ponechat nekalibrovaná a evidenčním číslem neoznačená měřidla například zmíněným údržbářům. Tyto měřidla však musí být označena výše uvedeným nápisem: „Nepouzivat! Neshodne meridlo.“ Tak je zabráněno tomu, aby neshodná měřidla použili pracovníci ve výrobních nebo kontrolních procesech.

[1], [9]

4.2 Problém - přípravky

Před vypracováním metrologického řádu jsem byl požádán, abych do něho zahrnul také přípravky. Přípravkem přitom rozumíme jednoduchý nástroj, který slouží operátorům ke zjednodušení jejich, po většinou, manuální práce. Bylo mi řečeno, že v podniku se nachází dvě kategorie těchto přípravků. První slouží ke kontrole rozměru nebo tvaru daného výrobku (tyto přípravky budeme dále označovat jako „měřicí přípravky“). Druhou skupinu přípravků pak tvoří pomůcky pro jednoduché úkony, například držátko pro čištění desek plošných spojů nebo nástroj, který pomáhá montáži žárovek (tyto přípravky budeme dále označovat jako „neměřicí přípravky“). Neměřicí přípravky sice nemají žádnou metrologickou vlastnost, přesto jsem považoval za logické je v metrologickém řádu zmínit. Především proto, že byly evidovány stejným způsobem, jako měřicí přípravky a metrologický řád tak mohl poskytnout informaci o jejich dělení (na měřicí a neměřicí) a způsobu jejich evidence. Jelikož měřicí přípravky zasahovaly do výrobních a kontrolních procesů a přitom záleželo na jejich metrologických vlastnostech, zajímalo mě, jakým způsobem je zajišťována kontrola správnosti jejich metrologických vlastností. Bylo mi řečeno, že kontrolu provádí metrolog pouhým přeměřením přípravku některým z měřidel podniku. To prý stačí, protože se jedná pouze o přípravek, nikoli o měřidlo. Toto vysvětlení jsem nepovažoval za dostatečné, a to především z již zmíněného důvodu, že tyto přípravky zasahovaly do výrobních a kontrolních procesů podniku a měly tak mnohdy značný vliv na kvalitu výrobku. Při další úvaze jsem dospěl k závěru, že tyto měřicí přípravky plní vlastně funkci kalibru či koncového měřidla, a proto by se s nimi mělo zacházet stejně jako s ostatními měřidly, tj. především nechat je kalibrovat u akreditované společnosti.

Ze zmíněných důvodů se v metrologickém řádu pojem přípravek nakonec neobjevil. Neměřicí přípravky, které nemají žádnou metrologickou vlastnost, se nemusejí kalibrovat a dle mého názoru se nemusí ani evidovat. Měřicí přípravky jsou ve skutečnosti měřidla, platí pro ně tedy stejná pravidla a nemusí tak mít vlastní odstavec v metrologickém řádu.

4.3 Problém - interní kalibrace

Další problém, na který jsem při práci na metrologickém řádu narazil, byl problém interních kalibrací měřidel. Motivace podniku provádět si vlastní – interní kalibrace měřidel je přitom ušetření finančních prostředků, které by se musely zaplatit cizí akreditované kalibrační společnosti za provedení úkon. V daném podniku se konkrétně uvažovalo o interní kalibraci

lístkových spároměrek. Taková kalibrace by se mohla provést pomocí digitálního mikrometru, který podnik vlastní. Důležité však bylo, co o interních kalibracích měřidel říká norma ČSN ISO/TS 16949.

V kapitole 7.6.3.1 normy ČSN ISO/TS 16949 se pojednává o požadavcích na laboratoř pro provádění interních kalibrací. V této kapitole se mimo jiné požaduje odborná způsobilost zaměstnanců laboratoře, správné laboratorní postupy a samozřejmě navázaný etalon, pomocí kterého se bude daná kalibrace provádět. Norma dále říká, že se při snaze o splnění požadavků na provádění interních kalibrací můžeme držet normy ČSN EN ISO/IEC 17025 (tato norma se zabývá všeobecnými požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří), avšak není to povinné. Metodický předpis pro kalibraci spároměrek je dán padesát let starou normou ČSN 25 1670.

Pro podnik by to tedy znamenalo následující. Vyčlenit pracovníka (nejspíše metrologa), který získá certifikát o provádění interních kalibrací. Stanovit odpovídající měřidlo, které bude plnit úlohu etalonu a zajistit jeho návaznost na etalony vyšších řádů a nakonec mít k dispozici normu ČSN 25 1670.

Žádná z výše uvedených podmínek pro provádění interních kalibrací nebyla za mého působení v podniku splněna, proto metrologický řád nepojednává o interních kalibracích, ale naopak nařizuje provádět kalibrace u externích akreditovaných společností.

[3]

5 METODIKA TVORBY METROLOGICKÉHO ŘÁDU

Metrologický řád patří mezi nejdůležitější metrologické stanovy každého podniku, ve kterém jsou popsány veškeré potřebné pokyny k řízení podnikové metrologie a všech dalších činností s metrologií neoddělitelně souvisejících.

5.1 Obecná struktura metrologického řádu

Tvorba metrologického řádu je specifickou záležitostí, při které se musí brát zřetel na individualitu daného podniku. Jde především o typ výrobního programu, převládající typ výroby, velikost podniku, strukturu podniku a jeho řízení, atd. Každý z těchto činitelů ovlivňuje výslednou podobu metrologického řádu, stejně jako jeho obsáhlost a podrobnost.

Z výše uvedených důvodů neexistuje žádný předpis nebo norma, která by určovala přesnou podobu metrologického řádu, jeho strukturu nebo obsah. Přesto existují určité zásady, které by měly být při tvorbě metrologického řádu dodrženy.

Typický metrologický řád můžeme rozdělit na pět částí:

- a) informativní část
- b) organizační část
- c) technickou část
- d) závěrečná ustanovení
- e) přílohy

Informativní část metrologického řádu by měla obsahovat účel metrologického řádu a podnikové metrologie obecně. Dále by se v této části metrologického řádu měl objevit seznam platných zákonů, vyhlášek, mezinárodních norem a vnitropodnikových (interních) směrnic, které s metrologií souvisí a ovlivňují požadavky na podnikovou metrologii.

Organizační část metrologického řádu obsahuje informace o jednotlivých odděleních podniku, pracovních místech a vazbách mezi nimi. Především pak vymezuje práva a povinnosti oddělení a pracovníků na daných pracovních pozicích.

V technické části metrologického řádu by měly být obecné informace o měřidlech, které podnik vlastní a o zacházení s nimi. Dále by zde měly být uvedeny a popsány všechny činnosti, které musí probíhat, aby bylo dosaženo požadovaného metrologického pořádku. Mezi takové

činnosti patří periodická kalibrace měřidel, nákup nových měřidel, vyřazení měřidel, zacházení s neshodnými měřidly, atd.

Závěrečné ustanovení obsahují mimo jiné obor platnosti metrologického řádu, seznam podnikových směrnic, které se tímto metrologickým řádem ruší, klíčová slova, apod.

V příloze může být uveden seznam měřidel, a to buď jmenovitý (pokud jde o podnikové etalony nebo stanovená měřidla) nebo druhový (pokud jde o pracovní měřidla). Dále může být uvedena matice odpovědností, apod.

[8], [10]

5.2 Popis vzniklého metrologického řádu

Jak již bylo řečeno, každý metrologický řád je specifický, protože musí brát v potaz individualitu každého konkrétního podniku a požadavků jeho vrcholových pracovníků. Představa podniku byla vytvořit stručný, jasný, ale zároveň všeříkající, ucelený text, který nahradí stávající a v mnohém nedostačující podnikovou směrnici „Metrologie“ EPIQ – SQ - 99/004.

První a třetí kapitola metrologického řádu patří do tzv. informativní části. Tyto kapitoly obsahují účel metrologického řádu a přehled platných zákonů, vyhlášek, mezinárodních norem a vnitropodnikových směrnic, které souvisejí s metrologií. Druhá a čtvrtá kapitola, tedy oblast platnosti a názvosloví z oblasti metrologie patří spíše do závěrečných ustanovení. V tomto metrologickém řádu se ovšem na přání vedení podniku objevují v samém úvodu. Mělo by tím být docíleno větší přehlednosti metrologického řádu.

Následuje organizační část metrologického řádu. V různých podnicích je řízení metrologické činnosti zabezpečeno různě. Zde záleží především na velikosti podniku a na množství měřidel, kterými podnik disponuje. U velkých podniků má podnikovou metrologii na starost celé oddělení, v jehož čele stojí tzv. hlavní metrolog. U menších podniků je podniková metrologie starostí jediného člověka – metrologa, který může mít vedle zabezpečování metrologického pořádku na starost i jiné činnosti nesouvisející s metrologií. To byl případ i tohoto podniku. Metrologie zde spadala pod oddělení kvality, proto se v metrologickém řádu objevuje i manažer kvality (vedoucí oddělení kvality) a inženýři kvality (běžní pracovníci oddělení kvality, mezi něž patřil také podnikový metrolog). V organizační části metrologického řádu je

kladen důraz na povinnosti zaměstnanců při nalezení neshodného měřidla. Každý zaměstnanec, který přichází do pravidelného kontaktu s měřidly, musí nahlásit případný nález neshodného měřidla a nesmí jej použít pro danou metrologickou funkci.

V pořadí šestá kapitola metrologického řádu se týká podnikových měřidel a zacházení s nimi. Nejprve je uveden výňatek z paragrafu 3 Úplného pracovního znění zákona č. 505/1990 Sb., týkající se členění měřidel do příslušných kategorií. Následuje krátký odstavec pojednávající o zařízeních určených k testování desek plošných spojů, pro které platí zvláštní podniková směrnice. V poslední části šesté kapitoly se hovoří o zásadách správného uchovávání měřidel a zacházení s nimi.

Sedmá kapitola je věnována činnostem, které tvoří náplň podnikové metrologie. Je zde popsán postup při nákupu nových měřidel, jejich evidování a kalibrace. Následují odstavce týkající se zacházení s neshodnými měřidly, tzn. měřidly, u nichž chybí evidenční číslo, kalibrační značka nebo oboje, poté se jedná o měřidla s prošlou dobou kalibrace a o měřidla poškozená nebo s důvodným podezřením na jejich poškození. Popis činností obsahuje kroky, které musí pracovníci podniku a především podnikový metrolog podniknout, aby byl problém s neshodným měřidlem co nejrychleji a nejefektivněji vyřešen, tzn., aby bylo měřidlo především staženo z výrobního nebo kontrolního procesu a následovaly kroky vedoucí k možnosti jeho opětovného zařazení mezi pracovní měřidla nebo aby došlo k jeho vyřazení. Za účelem přehlednosti byly pro tyto činnosti navrženy vývojové diagramy, které se nachází v příloze metrologického řádu. Je v nich popsán krok za krokem postup při zacházení s neshodným měřidlem. Mezi další činnosti, které sedmá kapitola popisuje, patří provedení analýzy příčin nalezení neshodného měřidla, činnosti související s vyřazením měřidel, pravidelná kontrola měřidel, validace a přezkoušení softwaru souvisejícího s metrologickými činnostmi a analýza systému měření (MSA).

Poslední, osmá kapitola pouze informuje o zrušení dosavadní směrnice zabývající se podnikovou metrologií.

6 METROLOGICKÝ ŘÁD

Následující kapitoly obsahují přesné znění mnou navrženého metrologického řádu, který byl vyhotoven pro potřeby daného podniku.

6.1 Účel

Účelem tohoto metrologického řádu je stanovit jednotný postup pro řízení, kalibraci a udržování kontrolního, měřicího a zkušebního zařízení pro prokazování shody výrobku se specifikovanými požadavky. Tyto činnosti se týkají i softwaru a hardwaru pokud se používá jako vhodná forma kontroly. Metrologie se řídí zákonnými předpisy a normami viz „Přehled zákonů, vyhlášek a norem vztahujících se k metrologii“.

6.2 Oblast platnosti

Tato směrnice je platná pro IMI CZ Třemošná s.r.o. a je závazná pro všechny útvary podniku.

6.3 Přehled zákonů, vyhlášek a norem vztahujících se k metrologii

- Úplné pracovní znění zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb., zákona č. 13/2002 Sb., zákona č. 137/2002 Sb., zákona č. 226/2003 Sb., zákona č. 444/2005 Sb., zákona č. 481/2008 Sb., zákona č. 223/2009 Sb. a zákona č. 155/2010 Sb.
- Úplné pracovní znění vyhlášky MPO č.264/2000, o základních měřicích jednotkách a ostatních jednotkách a o jejich označování, ve znění vyhlášky č. 424/2009 Sb.
- Úplné pracovní znění vyhlášky č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb. a vyhlášky č. 229/2010 Sb.
- Úplné pracovní znění vyhlášky č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění vyhlášky č. 65/2006 Sb., vyhlášky č. 259/2007 Sb., vyhlášky č. 204/2010 Sb. a vyhlášky č. 285/2011 Sb.
- Norma ČSN EN ISO 9000

- Norma ČSN EN ISO 9001
- Norma ČSN EN ISO 10012
- Norma ČSN ISO/TS 16949
- ČSN ISO 3534-1
- ČSN ISO 3534-2
- ČSN ISO 3534-3
- Směrnice „Nákup a hodnocení dodavatelů“ EPIQ CZ-SQ-99/012
- Směrnice „Plánování jakosti“ EPIQ CZ-SQ-2001/006
- PP „Evidenční čísla a pravidelné kontroly strojů“ EPIQ CZ-PP-99/00/002
- Pracovní postup „Pravidelná kontrola testerů“ EPIQ CZ – PP – 99/20/008
- Směrnice „Metodiky analýzy měřicích systémů“

6.4 Názvosloví z oblasti metrologie

Systém měření – soubor přístrojů nebo měřidel, etalonů, operací, metod, přípravků, softwaru, pracovníků, prostředí a předpokladů používaných pro kvantifikaci jednotky měření nebo posouzení měřeného charakteristického znaku; kompletní proces používaný k získání výsledku měření.

Hodnota veličiny – velikost blíže určené veličiny obecně vyjádřená jako (měřicí) jednotka násobená číselnou hodnotou.

Konvenčně hodnota – hodnota, která je přisuzována blíže určené veličině a přijatá konvencí jako hodnota, jejíž nejistota je vyhovující pro daný účel.

Měření – soubor činností, jejichž cílem je stanovit hodnotu veličiny.

Výsledek měření – hodnota získaná měřením přisouzená měřené veličině.

Korigovaný výsledek – výsledek měření po korigování z hlediska systematické chyby.

Přesnost měření – těsnost shody mezi výsledkem měření a pravou hodnotou měřené veličiny.

Chyba měření – výsledek měření minus pravá hodnota měřené veličiny.

Nejistota měření – parametr přidružený k výsledku měření, který charakterizuje rozptyl hodnot, které by mohly být důvodně přisuzovány měřené veličině.

Metrologická konfirmace – soubor činností požadovaných pro zajištění toho, aby měřicí vybavení bylo ve shodě s požadavky na jeho zamýšlené použití.

Návaznost měřidel – vlastnost výsledku měření nebo hodnoty etalonu, kterou může být určen vztah k uvedeným referencím, zpravidla národním nebo mezinárodním etalonům, přes nepřerušovaný řetězec porovnávání, jejichž nejistoty jsou uvedeny.

Opakovatelnost (výsledků měření) – těsnost shody mezi výsledky po sobě následujících měření téže měřené veličiny provedených za stejných podmínek měření (stejný operátor, stejné měřidlo, atd.).

Reprodukovatelnost (výsledků měření) – těsnost shody mezi výsledky měření téže měřené veličiny provedených za změněných podmínek měření - různí operátoři, různá (typově stejná) měřidla.

[4], [10]

6.5 Organizace podnikové metrologie

6.5.1 Jednatelé závodu

Jednatelé zodpovídají za plnění povinností v oblasti metrologie vyplývajících ze zákona. Výkonnou odpovědnost přenáší ředitel jmenováním na metrologa.

6.5.2 Manažer kvality

Řídí metrologické procesy z pozice vedoucího oddělení, pod něž metrologie patří. Viz organizační struktury podniku.

6.5.3 Metrolog

Vede a zodpovídá za evidenci hlavních podnikových etalonů, měřidel stanovených a měřidel nestanovených (pracovních). Uchovává kalibrační listy měřidel a to aktuální i prošlé. Navrhuje periodicitu kalibrace jednotlivých druhů měřidel dle způsobu používání a typu měřidla, dále určuje vhodnost měřidla směrem k procesu. Navrhuje metody měření vzhledem k specifikům jednotlivých procesů. Zabezpečuje ověřování stanovených měřidel a kalibraci pracovních měřidel a případný další styk s orgány státního metrologického dozoru. Konzultuje s mistry možnost uvolnění měřidla z výrobního nebo kontrolního procesu za účelem metrologické confirmace měřidla. Poskytuje odbornou a metodickou pomoc všem střediskům firmy, která používají měřidla, případně zprostředkovává odbornou pomoc od jiných organizací nebo pracovišť státní metrologie. Kontroluje dodržování metrologického řádu a v případě potřeby navrhuje nápravná opatření. Je odpovědný za správné značení měřidel. Metrolog výhradně zabezpečuje nákup a posouzení nových měřidel a případné vyřazení nebo likvidaci nevyhovujícího měřidla.

6.5.4 Způsobilost metrologa

Způsobilost metrologa pro vykonávání jeho funkce se zajišťuje pomocí pravidelných školení z oblasti metrologie, MSA a SPC, které jsou v plánu ročního rozvoje.

6.5.5 Mistr

Mistrem rozumíme pracovníka podniku, který odpovídá za výrobní nebo kontrolní procesy probíhající na konkrétním pracovním úseku. Mistr je povinen znát druhy měřidel vyskytujících se na jeho pracovním úseku a způsob jejich použití. Podává návrhy na nákup nových měřidel, které směřuje k metrologovi podniku. Po procesu nákupu nového měřidla je povinen zkontrolovat jeho označení a kalibrační značku. Mistr konzultuje s metrologem možnost uvolnění měřidla z výrobního nebo kontrolního procesu za účelem metrologické confirmace měřidla. Pokud je mistr upozorněn uživatelem měřidla na poškození, nesprávnou funkci nebo chybějící označení měřidla, je povinen toto nahlásit okamžitě metrologovi (totéž platí i v případech, že takové měřidlo nalezne sám).

6.5.6 Uživatel

Uživatelem měřidla rozumíme pracovníka podniku, který měřidlo používá pro účely, ke kterým měřidlo slouží. Jsou odpovědní za správné uchovávání a manipulaci s měřidly a za včasné předání poškozených nebo jinak vadných měřidel k opravě, metrologické confirmaci, případně likvidaci. Jednotliví pracovníci odpovídají v celém rozsahu za měřidla, která mají v užívání. Podezření na poškození nebo nesprávnou funkci měřidla musí uživatelé nahlásit metrologovi, a to buď přímo, nebo prostřednictvím mistra do jehož oblasti působnosti měřidlo náleží. Stejně tak musí uživatelé nahlásit měřidlo nevidované nebo s prošlou (nebo chybějící) kalibrační značkou. Uživatelům se zakazuje používat měřidla nevidovaná a nekalibrovaná (neověřená).

6.5.7 Inženýr kvality

Spolupracuje s metrologem na udržování metrologického pořádku na úseku výroby, který spadá do jeho oblasti působnosti.

6.5.8 Oddělní kvality

Při požadavcích na mimořádnou přesnost nebo neobvyklý způsob měření spolupracuje se střediskem projektu, procesu a metrologem při výběru vhodného měřidla.

6.5.9 Procesní inženýr

Vytváří pracovní postupy, které specifikují jednotlivé kontrolní operace na výrobku a tím určuje i jednotlivé druhy měřidel k těmto operacím potřebné.

6.5.10 Útvar oprav neshodných výrobků

Mohou provádět drobnou údržbu, jako čištění, výměnu baterií a přívodních kabelů. Nesmí být prováděny jakýkoliv zásah do měřidla, který by mohl ovlivnit přesnost, nebo rozsah měřidla.

6.5.11 Test inženýr

Zabezpečuje pravidelné údržby a kontroly testovacích zařízení dle termínů v programu Palstat CAQ a nebo dle potřeb uživatelů. Dále vyvíjí a navrhuje nové testovací a měřicí zařízení, nebo zajišťuje externí společnosti, které testovací a měřicí zařízení vyvíjí a dodávají. Po přijetí nového testovacího a měřicího zařízení musí být veškerá dokumentace od měřicích přístrojů předaná ke zpracování metrologovi a to včetně dokumentace od softwaru.

6.6 Kategorie měřidel

6.6.1 Legislativní určení měřidel

Dle Úplného pracovního znění zákona č. 505/1990 Sb. §3, se měřidla definují a člení následovně: „*Měřidla slouží k určení hodnoty měřené veličiny. Spolu s nezbytnými pomocnými měřicími zařízeními se pro účely tohoto zákona člení na:*

- a) *etalony;*
- b) *pracovní měřidla stanovená (dále jen "stanovená měřidla");*
- c) *pracovní měřidla nestanovená (dále jen "pracovní měřidla");*
- d) *certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály, pokud jsou určeny k funkci etalonu nebo stanoveného nebo pracovního měřidla.*

Etalony:

Etalon měřicí jednotky anebo stupnice určité veličiny je měřidlo sloužící k realizaci a uchování této jednotky nebo stupnice a k jejímu přenosu na měřidla nižší přesnosti. Uchováváním etalonu se rozumí všechny úkony potřebné k zachování metrologických charakteristik etalonu ve stanovených mezích.

Stanovená měřidla:

Stanovená měřidla jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam

- a) v závazkových vztazích, například při prodeji, nájmu nebo darování věci, při poskytování služeb nebo při určení výše náhrady škody, popřípadě jiné majetkové újmy,*
- b) pro stanovení sankcí, poplatků, tarifů a daní,*
- c) pro ochranu zdraví,*
- d) pro ochranu životního prostředí,*
- e) pro bezpečnost při práci, nebo*
- f) při ochraně jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy.*

Pracovní měřidla:

Pracovní měřidla jsou měřidla, která nejsou etalonem ani stanoveným měřidlem.

Certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály

Certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály jsou materiály nebo látky přesně stanoveného složení nebo vlastností, používané zejména pro ověřování nebo kalibraci přístrojů, vyhodnocování měřicích metod a kvantitativní určování vlastností materiálů.“

6.6.2 Měřicí zařízení podniku

Společnost IMI CZ s.r.o. vlastní vedle druhů měřidel stanovených zákonem ještě tzv. testery.

Testery jsou systémy pro testování správné funkčnosti osazené desky plošného spoje. Skládají se z několika subsystémů, mimo jiné jsou jejich součástí digitální multimetry, pro které platí stejná pravidla zacházení, jako pro všechna ostatní měřidla podniku. Kontrolu, údržbu a další operace prováděné na testerech řeší pracovní postup EPIQ CZ – PP – 99/20/008.

6.6.3 Zásady správného uchovávání a zacházení s měřidly

Měřidla musí být uchovávána tak, aby se zabránilo jejich poškození vlivem vnějších podmínek. Zakazuje se uchovávat měřidla především ve vlhkých, prašných prostorách a prostorách s přímým slunečním zářením a nepřiměřeně vysokými teplotami. Měřidla musí být uložena tak, aby při manipulaci s nimi nebo s okolními předměty nedocházelo k jejich mechanickému poškození.

Uživatel měřidla musí být dostatečně seznámený s jeho funkcí a správným zacházením prostřednictvím mistra nebo metrologa.

6.7 Popis činností tvořící náplň podnikové metrologie

V rámci plánování procesu dle směrnice „Plánování jakosti“ EPIQ CZ-SQ-2001/006 výroby jsou stanovována měření v procesu a jejich požadovaná přesnost. Na základě těchto měření je nutné zvolit vhodné měřicí nebo zkušební zařízení. U těchto zařízení je nutné před začátkem použití včas zajistit kalibraci.

6.7.1 Nákup nových měřidel

Nákup nového měřidla je prováděn na základě požadavku, který vychází z potřeb firmy na některém z jejího úseku výroby. Nákup nového měřidla může iniciovat projektový inženýr, mistr daného úseku výroby nebo metrolog. V každém případě musí být tento návrh konzultován s podnikovým metrologem. Po vzájemné domluvě je další postup nákupu nového měřidla dán dle směrnice „Nákup a hodnocení dodavatelů“ EPIQ CZ-SQ-99/012.

6.7.2 Evidence nových měřidel

Po ukončení operací souvisejících s nákupem měřidla nesmí být toto měřidlo uvedeno do provozu dříve, než jej metrolog zaeviduje a označí evidenčním číslem a kalibrační značkou. Označení evidenčním číslem se provede dle pracovního postupu „Evidenční čísla a pravidelné kontroly strojů“ EPIQ CZ-PP-99/00/002. Každé měřidlo se eviduje v počítačovém programu „PALSTAT DAT“, pomocí něhož se vytiskne evidenční list měřidla a založí se s jeho kalibračními listy do příslušných desek uložených u metrologa. Záznamy o kalibraci všech měřidel musí obsahovat:

- identifikaci zařízení, včetně návaznosti na etalony, podle nichž je zařízení kalibrováno
- revize po technických změnách

- jakékoli hodnoty zjištěné při kalibraci, neodpovídající specifikaci
- posuzování vlivu podmínek neodpovídajících specifikaci, které metrolog posuzuje při určení vhodnosti měřidla
- vyjádření o shodě se specifikací po kalibraci
- oznámení zákazníkovi, jestliže byl expedován podezřelý produkt nebo materiál

U nového měřidla se musí před jeho začleněním do procesu měření provést analýza způsobilosti měřidla (viz kapitola 6.7.13).

Metrolog dle specifikace měřidla a kalibračního listu musí navíc zvážit vhodnost měřidla pro daný systém měření tak, aby platil vztah 6.7.2:

$$\frac{1}{10}T \geq \Delta_{MV} \quad (6.7.2)$$

kde T ... tolerance měřeného znaku

Δ_{MV} ... dovolená chyba měřicího zařízení

Viz postupový diagram v tabulce 6.9.1.

Příklad evidenční značky je na Obr. 6.1.

6.7.3 Kalibrace pracovních měřidel

Úplné pracovní znění zákona č. 505/1990 Sb. §9, odstavec 5 říká: „Při kalibraci pracovního měřidla se jeho metrologické vlastnosti porovnávají zpravidla s etalonem; není-li etalon k dispozici, lze použít certifikovaný nebo ostatní referenční materiál za předpokladu dodržení zásad návaznosti měřidel.“

Úplné pracovní znění zákona č. 505/1990 Sb. §5, odstavec 6 dále říká, že: „Způsob návaznosti pracovních měřidel stanoví uživatel měřidla. Kalibraci pracovních měřidel si mohou jejich uživatelé zajistit sami pomocí svých hlavních etalonů nebo u jiných tuzemských nebo zahraničních subjektů, které mají hlavní etalony příslušné veličiny navázány v souladu s odstavcem 5 zákona 505/1990 Sb.“

Společnost IMI CZ s.r.o. Třemošná neprovádí interní kalibraci, proto využívá služeb externích partnerů. Tito partneři musí mít platnou akreditaci dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. Pokud nelze zajistit vhodnou akreditovanou laboratoř, která by provedla kalibraci daného měřidla, může kalibraci zajistit laboratoř se stanovenou oblastí působnosti, pro kterou musí existovat

důkaz, že je pro zákazníka přijatelná (komunikaci se zákazníkem realizuje CS – inženýr). Výběr se provede dle směrnice „Nákup a hodnocení dodavatelů“ EPIQ CZ-SQ-99/012.

Stanovení kalibračních lhůt (doby, mezi jednotlivými kalibracemi pracovních měřidel) stanovuje metrolog. Vychází přitom především z doporučení výrobce, dále posuzuje podmínky, ve kterých je měřidlo používáno a sleduje historii údajů v kalibračních listech. Při stanovení kalibrační lhůty se metrolog také řídí účelem a důležitostí procesů, ve kterých se měřidlo používá.

Kalibrace se provádí v krátkém časovém období (dle lhůty Palstatu 30 dní) před uplynutím kalibrační lhůty. Metrolog je povinen domluvit se s mistrem, pod jehož oblast působnosti měřidlo patří, na přesném datu kalibrace tak, aby kalibrované měřidlo nechybělo při výrobním procesu, popř. zajistit náhradní měřidlo (s platnou kalibrací), které dočasně nahradí měřidlo odeslané na kalibraci

Měřidla jsou předávána ke kalibraci v těchto případech:

- v případě blížícího se konce platnosti kalibrace,
- po opravě, justaci (podle způsobu její provedení),
- při podezření na nesprávnou funkci.

Po provedení kalibrace vystaví metrologický orgán k měřidlu kalibrační list. Tento list musí obsahovat všechny naměřené údaje zjištěné při kalibraci. Metrolog založí kalibrační list k evidenčnímu listu měřidla v písemné podobě. Archivace se řídí směrnicí pro archivaci. Příklad kalibrační značky je na Obr. 6.1.



Obr. 6.1 Evidenční značka měřidla (vlevo) a kalibrační značka (vpravo)

Kalibrační značka (stejně jako evidenční číslo) se musí umístit na viditelném místě, které nebude bránit funkci měřidla a čtení naměřených hodnot a zároveň se musí umístit na místo, kde nehrozí sloupnutí značky vinou mechanického zacházení s měřidlem.

[3]

6.7.4 Identifikace neshodných měřidel

Neshodným měřidlem rozumíme měřidlo, které je označeno nečitelným evidenčním číslem nebo evidenční číslo chybí, dále se jedná o měřidlo evidentně poškozené nebo existuje důvodné podezření na poškození měřidla. Do neshodných měřidel řadíme také měřidla s prošlou kalibrací nebo s chybějící kalibrační značkou. Neshodné měřidlo je na viditelném místě označeno červeným štítkem s nápisem: „Nepoužívat! Neshodne meridlo.“ viz Obr. 6.2.



Obr. 6.2 Označení neshodného měřidla

6.7.5 Nečitelné nebo chybějící označení měřidla evidenčním číslem

V případě nalezení takového měřidla je pracovník povinen vyjmout toto měřidlo z měření a informovat metrologa. Metrolog ověří stav měřidla v evidenci měřidel a je-li to možné, obnoví označení měřidla a měřidlo vrátí zpět uživateli. Není-li možné pomocí evidence měřidel zpětně dohledat, o jaké měřidlo se jedná, musí metrolog měřidlo zaevidovat pod novým evidenčním číslem a tímto číslem jej označit. Protože u takového měřidla chybí jakýkoli záznam o kalibraci, je nutné toto měřidlo před vrácením uživateli nechat kalibrovat.

Viz postupový diagram v tabulce 6.9.2.

6.7.6 Evidentně poškozené měřidlo

Evidentně poškozeným měřidlem rozumíme měřidlo v takovém stavu, který nedovoluje správnou funkci měřidla (např. mechanická deformace měřidla, porucha znemožňující odečet hodnot apod.). V případě nalezení takového měřidla je pracovník povinen vyjmout měřidlo z měření a informovat metrologa. Metrolog označí takové měřidlo viditelným štítkem s nápisem: „Nepoužívat! Neshodne meridlo.“ Pokud bylo poškozené měřidlo před vyjmutím použito, je nutné dohledat výrobky, které byly měřidlem měřené, ověřit výsledky měření a

případně informovat zákazníka. Metrolog vydá náhradní měřidlo (je-li to potřeba), které musí být evidováno a s platnou kalibrací, popřípadě kalibraci okamžitě zajistit. Poškozené měřidlo se dle uvážení metrologa může poslat na opravu nebo vyřadit.

Viz postupový diagram v tabulce 6.9.3.

6.7.7 Měřidlo s důvodným podezřením na poškození

Měřidlem s důvodným podezřením na poškození rozumíme takové měřidlo, které vykazuje nedůvěryhodné výsledky nebo je jeho fungování jiným způsobem nestandardní (např. měřidlo v nulové poloze nevykazuje na stupnici nulu – nezatížená váha neukazuje 0 kg). V případě, že má pracovník podezření na poškození, je povinen toto měřidlo vyjmout z měření a informovat metrologa. Metrolog provede ověření správnosti funkce měřidla. Pokud shledá podezření na poškození jako důvodné, postupuje dále jako v případě evidentně poškozeného měřidla. V opačném případě analyzuje důvody, kvůli kterým bylo měřidlo podezřené na poškození a po sjednání nápravy měřidlo vrátí na pracoviště.

Viz postupový diagram v tabulce 6.9.4.

6.7.8 Měřidlo s prošlou dobou kalibrace nebo s chybějící kalibrací

V případě, že pracovník nalezne měřidlo s prošlou nebo chybějící kalibrační značkou, je povinen takové měřidlo vyjmout z měření a informovat metrologa. Metrolog vydá náhradní měřidlo (je-li to potřeba), které je evidované a s platnou kalibrací a nekalibrované měřidlo označí nápisem: „Nepoužívat! Neshodne měřidlo.“ Pokud bylo nekalibrované měřidlo před vyjmutím použito, je nutné dohledat výrobky, které byly měřidlem měřené, ověřit výsledky měření a případně informovat zákazníka. Nekalibrované měřidlo se může podle posouzení metrologa odeslat na kalibraci nebo vyřadit.

Viz postupový diagram v tabulce 6.9.5.

6.7.9 Analýza příčin nalezení neshodného měřidla a prevence

Metrolog je povinen ve spolupráci s ostatními zainteresovanými pracovníky provést analýzu příčin nalezení neshodného měřidla a vydat taková preventivní opatření, která zabrání v budoucnosti opakování této situace. S tím souvisí i případné nové proškolení uživatelů měřidel.

6.7.10 Vyřazení měřidel a jejich případné skladování

Vyřazená neaktivní měřidla se skladují společně s evidenčními listy v uzamčeném skladu, který se nachází v úseku výstupní kontroly.

6.7.11 Pravidelná kontrola měřidel

Pravidelnou kontrolou měřidel se rozumí především dohledání měřidel na jednotlivých výrobních úsecích podle záznamů v evidenci měřidel. Tuto činnost provádí metrolog a ověřuje si tak, zda souhlasí údaje v evidenci měřidel s jejich skutečným výskytem a použitím ve výrobě.

6.7.12 Validace a přezkoušení softwaru

Software používaný v procesech měření a při výpočtech výsledků musí být validovaný, popř. přezkoušený, aby se zajistilo, že je software schopný dosahovat platných výsledků měření. U každého používaného softwaru musí být provedeno porovnání výpočtů dle referenčního výpočtu (např. dle aktuálního vydání příručky MSA). Týká se to např. testerů, 2D, AOI, software pro měření teploty, Palstatu, atd.

6.7.13 Analýza systému měření (MSA)

V podniku se provádějí statistické studie pro systémy měření, na něž je odkaz v plánu kontroly a řízení. Provádí se výpočet způsobilosti měřidla, analýza opakovatelnosti a reprodukovatelnosti u systémů měření proměnných a metoda křížových tabulek u systémů měření metodou srovnávání. Metody jsou popsány v příslušné směrnici.

6.8 Závěrečná ustanovení

Touto směrnicí se ruší směrnice „Metrologie“ EPIQ – SQ - 99/004.

6.9 Přílohy

6.9.1 Postupové diagramy

Tabulka 6.9.1 Pořízení nového měřidla

č.	Vstup	Postupový diagram	Popis činnosti	Provádí	Výstup	
1.	Potřeba nového měřidla	<pre> graph TD START([START]) --> P1[Požadavek nového měřidla] P1 --> P2[Konzultace s metrologem] P2 --> P3[Proces nákupu měřidla] P3 --> D1{Kalibrační listy?} D1 -- NE --> P4[Proces kalibrace] D1 -- ANO --> P5[Označení, evidování] P4 --> P5 P5 --> D2{Způsobilé?} D2 -- ANO --> P6[Předání měřidla] D2 -- NE --> P7[Analýza] P6 --> E1([KONEC]) P7 --> P8[Vyžití měřidla] P8 --> E2([KONEC]) </pre>	Na některém z úseků výroby vznikne požadavek pořízení nového měřidla.	Mistr/ metrolog/ projektový inženýr	Požadavek směřován k metrologovi	
2.	Požadavek pořízení nového měřidla		Metrolog zhodnotí oprávněnost požadavku a posoudí správnost výběru pořízení daného měřidla vzhledem k účelu jeho použití. Dále zjistí, zda by se k danému účelu nedalo použít již stávající, nevyužitě (např. vyřazené) měřidlo	Metrolog	Konečné rozhodnutí o pořízení nového měřidla	
3.	Konečné rozhodnutí o pořízení nového měřidla		Proces nákupu měřidla	Proces nákupu měřidla dle platných směrnic a postupů podniku	Oddělení nákupu	Zakoupení nového měřidla
4.	Nové měřidlo		Kalibrační listy?	Měřidlo je po zakoupení dáno metrologovi, který zkontroluje veškerou dokumentaci měřidla a zjistí, zda jsou součástí dokumentace kalibrační listy.	Metrolog	Kalibrační listy ANO/ NE
5.	Chybějící kalibrační listy k novému měřidlu		Proces kalibrace	Odeslání měřidla na kalibraci	Metrolog	Kalibrované měřidlo
6.	Kalibrované měřidlo		Označení, evidování	Označení měřidla evidenčním číslem, kalibrační značkou a jeho zaevidování	Metrolog	Evidované měřidlo
7.	Evidované měřidlo		Způsobilé?	Analýza způsobilosti měřidla a celého systému měření, jehož součástí je nové měřidlo, dle platných podnikových směrnic.	Metrolog/ školený pracovník	Způsobilé ANO/ NE
8.	Způsobilé měřidlo		Předání měřidla	Předání měřidla uživateli	Metrolog	
9.	Nezpůsobilé měřidlo		KONEC	Analýza příčin zakoupení nevhodného měřidla, sjednání nápravy	Mistr, metrolog, projektový inženýr	Zamezení opakování situace nákupu nevhodného měřidla
10.	Nezpůsobilé měřidlo		KONEC	Vyžití měřidla	Metrolog	Rozhodnutí o dalším zacházení s měřidlem (např. zařazení měřidla do jiného systému měření, který bude vyhovující a způsobilý)

Tabulka 6.9.2 Nalezení neoznačeného měřidla

č.	Vstup	Postupový diagram	Popis činnosti	Provádí	Výstup
1.	Neoznačené měřidlo nebo měřidlo s nečitelným označením	START Nalezení měřidla	Nalezení neoznačeného měřidla nebo měřidla s nečitelným označením	Jakýkoli pracovník podniku	Informování mistra nebo metrologa
2.	Metrolog Informován o neshodném měřidlu	Vyjmutí měřidla	Vyjmutí měřidla z měřičiho procesu	Mistr/ Metrolog	Vyjmuté měřidlo
3.	Vyjmuté měřidlo	Specifický znak?	Hledání jiného specifického znaku, podle kterého by bylo možné měřidlo dohledat v evidenci (např. výrobní číslo)	Metrolog	Specifický znak ANO/NE
4.	Specifický znak	Dohledávání měřidla Nalezeno?	Dohledávání měřidla dle specifického znaku v evidenci (Palstat, tištěná evidence)	Metrolog	Měřidlo nalezeno ANO/NE
5.	Nové/stávající evidenční číslo	Obnovení označení Nové evidenční číslo	Obnovení označení měřidla novým nebo stávajícím evidenčním číslem	Metrolog	Označené měřidlo
6.	Označené měřidlo	Prošla kalibrace?	Kontrola kalibrace měřidla (dle evidence)	Metrolog	Rozhodnutí o kalibraci
7.	Rozhodnutí o kalibraci	Viz. postup nekalibrované měřidlo KONEC Vrácení měřidla KONEC	Vrácení měřidla na pracoviště nebo postup zacházení viz nekalibrované měřidlo	Metrolog	Vrácení měřidla na pracoviště / zahájení procesu kalibrace

Tabulka 6.9.3 Nalezení poškozeného měřidla

č.	Vstup	Postupový diagram	Popis činnosti	Provádí	Výstup
1.	Měřidlo evidentně poškozené	START	Nalezení evidentně poškozeného měřidla	Jakýkoli pracovník podniku	Informování mistra nebo metrologa
2.	Metrolog Informován o neshodném měřidlu	Nalezení měřidla	Vyjmutí měřidla z měřícího procesu	Mistr/ Metrolog	Vyjmuté měřidlo
3.	Vyjmuté měřidlo	Označení jako neshodné měřidlo	Označení měřidla jako neshodného	Metrolog	Měřidlo označené jako neshodné
4.	Měřidlo označené jako neshodné	Měřidlo použito? ANO: Dohledat výrobky NE: Náhradní měřidlo?	Pokud bylo měřidlo použito v době již evidentního poškození použito, musí se dohledat výrobky, jejichž kvalita mohla být měřidlem ovlivněna, příp. informovat zákazníka	Mistr/ inženýr kvality	Dohledané výrobky
5.		Náhradní měřidlo? ANO: Předání náhradního měřidla NE: Opravit?	Metrolog konzultuje s mistrem, zda je potřeba zajistit náhradní měřidlo, pokud ano, metrolog zajistí náhradní měřidlo s platnou dobou kalibrace	Metrolog, mistr	
6.		Opravit? ANO: Proces opravy NE: Funkční?	Metrolog zváží podle rozsahu poškození měřidla, jeho stavu a účelu použití, zda se provede proces opravy měřidla nebo ne. Toto rozhodnutí konzultuje s mistrem	Metrolog, mistr	Oprava ANO/ NE
7.	Měřidlo po procesu opravy	Funkční? ANO: Kalibrovat? NE: Vyřazení měřidla	Metrolog ověří funkčnost měřidla po opravě	Metrolog	Funkční ANO/ NE
8.	Ověřena funkčnost měřidla	Kalibrovat? ANO: Proces kalibrace NE: Vyhovuje?	Metrolog spolu s mistrem zváží, zda měřidlo vzhledem k jeho stavu, oblasti použití apod. je potřeba okamžitě kalibrovat nebo se může dočasně nebo trvale vyřadit	Metrolog, mistr	Měřidlo odesláno na kalibraci nebo vyřazené
9.	Kalibrované měřidlo	Vyhovuje? ANO: Uložení kalibračních listů, označení NE: Vyřazení měřidla KONEC	Metrolog uloží kalibrační listy a z jejich údajů zváží, zda je měřidlo nadále schopno plnit svůj původní účel. Pokud ano, měřidlo vrátí na pracoviště. Pokud ne, dočasně nebo trvale vyřadí měřidlo.	Metrolog	Měřidlo odesláno na kalibraci nebo vyřazené

Tabulka 6.9.4 Nalezení měřidla důvodně podezřelého na poškození

č.	Vstup	Postupový diagram	Popis činnosti	Provádí	Výstup	
1.	Měřidlo důvodně podezřelé na poškození	<pre> graph TD START([START]) --> Nalezeni[Nalezení měřidla] Nalezeni --> Vyjmuti[Vyjmutí měřidla] Vyjmuti --> Poškozené{Poškozené?} Poškozené -- ANO --> Oznaceni[Označení jako neshodné měřidlo] Oznaceni --> Viz[Viz. postup poškozené měřidlo] Viz --> Konec1([KONEC]) Poškozené -- NE --> Analýza[Analýza] Analýza --> Vraceni[Vrácení měřidla] Vraceni --> Konec2([KONEC]) </pre>	Nalezení měřidla důvodně podezřelého na poškození	Jakýkoli pracovník podniku	Informování mistra nebo metrologa	
2.	Metrolog Informován o neshodném měřidlu		Vyjmutí měřidla	Vyjmutí měřidla z měřícího procesu	Mistr/ Metrolog	Vyjmuté měřidlo
3.	Vyjmuté měřidlo		Poškozené?	Metrolog posoudí oprávněnost podezření na poškození (např. ověřením funkčnosti, údaji v katalogu od výrobce apod.)	Metrolog	Poškozené ANO/ NE
4.	Poškozené ANO/ NE		Označení jako neshodné měřidlo Viz. postup poškozené měřidlo KONEC Analýza Vrácení měřidla KONEC	Pokud metrolog neshledá měřidlo jako poškozené, provede analýzu příčiny podezření na poškození, sjednání nápravy a vrácení měřidla uživateli. V opačném případě označí měřidlo jako neshodné a pokračuje dle postupu viz poškozené měřidlo.	Metrolog	

Tabulka 6.9.5 Nalezení nekalibrovaného

č.	Vstup	Postupový diagram	Popis činnosti	Provádí	Výstup
1.	Měřidlo s prošlou dobou kalibrace nebo bez kalibrační značky	START	Nalezení měřidla s prošlou dobou kalibrace nebo bez kalibrační značky	Jakýkoli pracovník podniku	Informování mistra nebo metrologa
2.	Metrolog informován o neshodném měřidlu	Nalezení měřidla Vyjmutí měřidla	Vyjmutí měřidla z měřičiho procesu	Mistr/ Metrolog	Vyjmuté měřidlo
3.	Vyjmuté měřidlo	Evidenční číslo?	Identifikace měřidla dle evidenčního čísla	Metrolog	Evidenční číslo ANO/NE
4.	Evidenční číslo ANO/NE	Viz. postup neoznačené měřidlo Dohledávání měřidla	Dohledání měřidla v evidenci nebo postup zacházení viz neoznačené měřidlo	Metrolog	Identifikované měřidlo
5.	Identifikované měřidlo	KONEC	Podle evidence metrolog zjistí skutečný stav kalibrace daného měřidla	Metrolog	Prošla kalibrace ANO/NE
6.	Prošla kalibrace ANO/NE	Obnovení kalibrační značky a vrácení Označení jako neshodné měřidlo	Obnovení kalibrační značky a vrácení uživateli nebo označit jako neshodné měřidlo	Metrolog	Vrácené/označené měřidlo
7.	Měřidlo označené jako neshodné	Měřidlo použito? Dohledat výrobky	Pokud bylo měřidlo použito v době již prošlé kalibrace měřidla, musí se dohledat výrobky, jejichž kvalita mohla být měřidlem ovlivněna, příp. informovat zákazníka	Metrolog	Dohledané výrobky
8.		Náhradní měřidlo? Předání náhradního měřidla	Metrolog konzultuje s mistrem, zda je potřeba zajistit náhradní měřidlo, pokud ano, metrolog zajistí náhradní měřidlo s platnou dobou kalibrace	Metrolog, mistr	
9.		Kalibrovat? Proces kalibrace	Metrolog spolu s mistrem zváží, zda měřidlo vzhledem k jeho stavu, oblasti použití apod. je potřeba okamžitě kalibrovat nebo se může dočasně nebo trvale vyřadit	Metrolog, mistr	Měřidlo odesláno na kalibraci nebo vyřazené
10.	Kalibrované měřidlo	Vyhovuje? Vyřazení měřidla Uložení kalibračních listů, označení Vrácení měřidla KONEC	Metrolog uloží kalibrační listy a z jejich údajů zváží, zda je měřidlo nadále schopno plnit svůj původní účel. Pokud ano, měřidlo vrátí na pracoviště. Pokud ne, dočasně nebo trvale vyřadí měřidlo.	Metrolog	Vrácení měřidla na pracoviště / vyřazení měřidla

6.9.2 Seznam typů podnikových nestanovených (pracovních) měřidel

- Měřidla rozměrů
- Mikrometr
- Posuvné měřítko
- Ocelové měřítko
- Úchylkoměr
- Sada měrek otvorů
- Sada spároměrů
- Sada koncových měrek
- Sada válečkových měrek
- Optický projektor
- Optická inspekce
- Kalibr průměrový
- Kalibr otvorů
- Kalibr plastu
- Měřidla hmotnosti
- Váha
- Měřidla el. veličin
- Multimetr
- Osciloskop
- Univerzální systém (zdroj, multimetr, čítač)
- Odporová dekáda
- LCR metr
- Ampérmetr
- Tester elektrické pevnosti
- Scopometr
- Spektrální analyzátor
- Čítač
- Měřič ESD pole
- VN měřicí sonda HVP-40
- Měřidla teploty
- Teploměr

- Teplotní čidlo
- Měřidla vlhkosti
- Vlhkoměr

7 STATISTICKÉ STUDIE MĚŘICÍCH SYSTÉMŮ

Norma ČSN ISO/TS 16949, kapitola 7.6.1 o analýze systémů měření říká: „*Aby se analyzovala variabilita výsledků všech typů měřicích a zkušebních systémů, musí se provádět statistické studie. Tento požadavek musí platit pro systémy měření, na něž je odkaz v plánu kontroly a řízení.*“ Z tohoto důvodu byla kromě metrologického řádu vypracovaná také směrnice metodiky analýzy měřicích systémů, vycházející ze čtvrtého vydání příručky „*Analýza systémů měření (MSA)*.“ Tato příručka obsahuje veškerou potřebnou teorii k provádění statistických studií a její součástí jsou zároveň i názorné příklady výpočtu jednotlivých statistických parametrů.

Pro potřeby podniku jsou ve směrnici kromě teoretického úvodu obsaženy postupy měření dat potřebné k výpočtu parametrů způsobilosti měřidla a určení opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřicího systému. Směrnice obsahuje také tzv. metodu křížových tabulek, což je statistická studie měřicích systémů, které jsou založeny na metodě srovnávání.

Podnik vlastnil počítačový program Palstat CAQ, který umožňoval výpočet a vyhodnocení parametrů výše zmíněných statistických analýz. Proto jsou součástí směrnice také postupy pro zadávání dat do tohoto počítačového programu.

V příloze směrnice je vývojový diagram, který popisuje obecný postup při provádění některé z popsaných statistických analýz.

Vytvořená směrnice statistických studií měřicích systémů podniku je v následující kapitole, v příloze pak můžeme najít list pro sběr dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla a protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla. Tyto listy byly vytvořeny jako názorný příklad provedení jedné ze statistických studií pomocí počítačového programu Palstat.

8 SMĚRNICE METODIKY ANALÝZY MĚŘICÍCH SYSTÉMŮ

Následující kapitoly obsahují přesné znění mnou navržené směrnice metodiky analýzy měřicích systémů, který byl vyhotoven pro potřeby daného podniku.

8.1 Účel směrnice

Tato směrnice realizuje požadavky kapitoly 7.6.1. normy ISO/TS 16949.

8.2 Oblast použití

Metoda se aplikuje na všechny systémy měření, na které je odkaz v plánu kontroly. U každého takového systému měření musí být provedena tato studie minimálně jednou a poté vždy, když je podezření na změnu parametrů měřicího systému.

8.3 Související dokumenty

- Příslušné formuláře pro sběr dat

8.4 Obecné informace

Systémy měření dělíme pro účely této směrnice na:

- a) Systémy měření proměnných
- b) Systémy měření metodou srovnávání (atributivní)

U systémů měření proměnných může být výsledkem měření spojitá řada hodnot (např. 9,62 mm, 9,63 mm, ...), zatímco u systémů měření metodou srovnávání je hodnota výsledku měření jednou z konečného počtu kategorií (např. „vyhovuje“ – „nevyhovuje“).

V podniku IMI CZ se provádí studie systémů měření proměnných pomocí směrnice pro určování opakovatelnosti a reprodukovatelnosti metodou založenou na průměru a rozpětí dle příručky MSA. Před použitím této metody je nutné znát způsobilost měřidla, která se provede výpočtem indexů způsobilosti C_g a C_{gk} . Obecně se hodnocení způsobilosti měřidla používá před uvedením měřidla do měřicího procesu.

U systémů měření metodou srovnávání se provádí metoda křížových tabulek dle MSA.

Veškeré výpočty se provádějí ve validovaném počítačovém programu Palstat CAQ, popř. jiném validovaném počítačovém programu.

Uvedené metody jsou platné pouze tehdy, když proces je ve statisticky zvládnutém stavu (data mají normální rozdělení a jsou predikovatelné). Pro proces statisticky nezvládnutý (v procesu se objevují nenáhodné příčiny, které se v čase mění) mohou být ukazatele vzešlé z těchto metod zcela zavádějící.

V příloze lze najít obecný postupový diagram (Tabulka 8.8.1) pro provedení analýzy systému měření.

[4],[7]

8.5 Výpočet způsobilosti měřidla

8.5.1 Příprava před studií

Studii provádíme na skutečném výrobku, který z hlediska této metody plní roli etalonu. Abychom zjistili skutečnou hodnotu etalonu, použijeme měřidlo, které má alespoň o řád vyšší přesnost. Poté analyzovaným měřidlem opakovaně měříme hodnotu etalonu a podle příslušných vztahů dopočteme hodnoty jednotlivých parametrů. Měřidlo je považováno za způsobilé, pokud $C_g > 1,33$ a $C_{gk} > 1,33$. Index C_g zohledňuje pouze opakovatelnost měření, index C_{gk} zohledňuje strannost i opakovatelnost měření. Přitom vždy platí $C_g \geq C_{gk}$.

Pracovník pověřený vedením studie si vytiskne příslušný formulář pro sběr dat, do kterého bude zapisovat naměřená data.

[7]

8.5.2 Realizace studie

Postupuje se podle následujících kroků:

1. Z výrobků, jež se měřidlem v daném systému měření běžně měří, vybereme jeden (považujeme za etalon), jehož skutečná hodnota x_m je v tolerančním rozmezí zkušební charakteristiky. Ke zjištění skutečné hodnoty etalonu není stanovena žádná metodika, avšak skutečná hodnota etalonu by se měla změřit opakovaně pomocí měřidla, které má o řád vyšší přesnost, než je přesnost běžného měřidla, které je v daném systému měření použito a z hodnot vypočítat aritmetický průměr. Není-li takové měřidlo k dispozici, je nutné zjistit skutečnou hodnotu etalonu externě. Pokud není možné žádným způsobem zjistit skutečnou hodnotu etalonu, výpočet se omezí pouze na stanovení hodnoty C_g .
2. Operátor změří etalon minimálně 20x, a to v krátkých intervalech a při splnění podmínek opakovatelnosti.
3. Naměřená data vyhodnotíme pomocí programu Palstat.

[7]

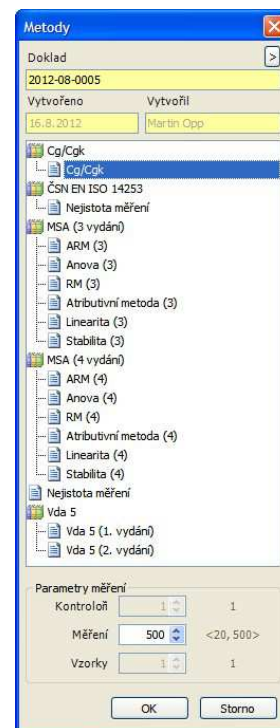
8.5.3 Postup vyhodnocení dat v programu Palstat

1. Otevřeme počítačový program Palstat CAQ. V okně „Moduly Palstat CAQ“ vybereme dvojným kliknutím ikonu „MSA“
2. V rozbalovací nabídce ve funkční liště zvolíme možnost „Doklady“
3. Kliknutím na ikonu „Nový záznam“ na funkční liště otevřeme okno „Metody“ (Obr.8.1)
4. Zvolíme výpočet parametrů C_g/C_{gk} a počet měření
5. Vyplníme veškeré informace na kartě „Základní informace“ (Obr. 8.2)

JR = jmenovitý rozměr, pouze informační, nezahrnuje se do výpočtu

HT = horní toleranční mez

DT = dolní toleranční mez



Obr. 8.1 Palstat - metody

Etalon = skutečná hodnota etalonu, na kterém se měření provádí. Zjistí se pomocí měřidla, které má o řád vyšší přesnost

Měřidlo – z databáze Palstatu se vybere měřidlo, které se testuje

Název dílu – název výrobku (etalonu), na kterém se měření provádí

Informace o dílu (kód kóty apod.) – povinně vyplnitelný

Způsob výpočtu – MSA

The screenshot shows a software interface with the following fields and values:

- Doklad:** 2012-08-0006
- Vytvořeno:** 20.8.2012
- Vytvořil:** Martin Opp
- Císlo postupu:** [empty]
- Vydání postupu:** [empty]
- Císlo operace:** [empty]
- Index změny:** [empty]
- Císlo kroku:** [empty]
- Císlo dílu:** [empty]
- Index změny dílu:** [empty]
- Název dílu:** [empty]
- Kód kóty:** [empty]
- Název kóty:** [empty]
- Jednotka:** [empty]
- Desetiny:** -1 / 3
- JR:** [empty]
- DT:** [empty]
- HT:** [empty]
- Tolerance:** [empty]
- Etalon:** [empty]
- Měřidlo:** [empty]
- Vedoucí:** [empty]
- Datum měření:** [empty]
- Teplota:** [empty]
- Firma:** [empty]
- Volné pole 1:** [empty]
- Volné pole 2:** [empty]
- Způsob výpočtu:** MSA
- Mezní hodnota:** 1,33
- K1:** 0,2
- K2:** 4

Obr. 8.2 Palstat – základní informace

6. V kartě „Kontroloři“ vyplníme údaje o pracovníkovi, který měření realizoval
7. V kartě „Měření“ vyplníme tabulku naměřenými údaji
8. Automaticky se vypočtou hodnoty \bar{X}_a (aritmetický průměr), S_a (směrodatná odchylka), C_g a C_{gk} .
9. Vytiskneme dokument a uložíme do příslušných desek.

8.5.4 Základní vztahy

$$\bar{x}_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (8.5.1)$$

$$s_g = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_g)^2} \quad (8.5.2)$$

$$C_g = \frac{0,2T}{4s_g} \quad (8.5.3)$$

$$C_{gk} = \frac{0,1T - |\bar{x}_g - x_m|}{0,1} \quad (8.5.4)$$

\bar{x}_g ... aritmetický průměr naměřených hodnot

T ... tolerance

n ... počet naměřených hodnot

x_m ... skutečná hodnota etalonu

s_g ... směrodatná odchylka

Výsledky výpočtů pomocí počítačového programu Palstat se pro nízké n mohou mírně lišit od výsledků, které získáme dosazením do vzorců výše. Počítačový program Palstat hodnoty parametrů C_g a C_{gk} mírně podhodnotí, aby získal jistou rezervu pro statistickou nepřesnost způsobenou malým počtem n .

[7]

8.5.5 Analýza výsledků

1. $C_g \geq C_{gk} \geq 1,33$

Měřicí zařízení je způsobilé.

2. $C_{gk} \leq 1,33$ a $C_g \geq 1,33$

Měřicí zařízení není způsobilé.

Je možné, že skutečná hodnota x_m etalonu nebyla stanovena správně. Skutečná hodnota x_m by se měla zkontrolovat a v případě potřeby upravit.

3. $C_{gk} \leq C_g \leq 1,33$

Měřicí zařízení není způsobilé.

V případě nezpůsobilého měřicího zařízení je potřeba:

- Zkontrolovat, popř. zlepšit faktory ovlivňující měřicí systém, (měřicí vybavení, měřicí postup, podmínky okolního prostředí, měřený předmět, operátor
- Opatřit přesnější měřicí systém
- Posoudit charakteristiky, tolerance, proces

[7]

8.6 Určování opakovatelnosti a reprodukovatelnosti metodou průměru a rozpětí

8.6.1 Příprava před studií

Před samotnou studií systému měření je nutné provést opatření, pomocí kterých dojde k bezproblémovému průběhu studie. Především se musí stanovit počet pracovníků, kteří provedou konkrétní měření měřených dílů, stanovit počet měřených dílů a stanovit počet opakování měření každého dílu. Je nutné uvážit následující faktory:

- a) kritičnost rozměrů

b) konfigurace díl

c) požadavky zákazníka

Pro účely této směrnice budeme předpokládat 3 pracovníky, 10 dílů a 3 opakování měření.

Dále se musí zajistit pracovník seznámený s problematikou studie, který bude řídit proces studie a vykonávat dohled nad průběhem.

Při volbě pracovníků provádějících měření se doporučuje, aby tito pracovníci byli vybíráni z těch, kteří se systému měření běžně zúčastňují.

Jednotlivé díly je nutné shromáždit v průběhu několika dní, nikoliv všechny najednou v jeden den.

Dále je nutné stanovit počítačový program, pomocí kterého se budou naměřená data analyzovat. Možná je analýza dat v programu Microsoft Excel (v příslušném vytvořeném souboru „R&R_ověření_MSA“) nebo v počítačovém programu Palstat.

Pracovník pověřený vedením studie si vytiskne příslušný formulář pro sběr dat (buď předpřipravený formulář nebo je po zadání povinných údajů o měření možný tisk formuláře pomocí programu Palstat – „list pro sběr dat + vzorce“), do kterého bude zapisovat naměřená data.

Výstupem z této analýzy jsou hodnoty parametrů *GRR* a *ndc*. Parametr *GRR* udává odhad kombinované variability opakovatelnosti a reprodukovatelnosti systému měření. Parametr *ndc* stanovuje počet různých kategorií, které lze spolehlivě rozlišit systémem měření.

[4]

8.6.2 Realizace studie

Postupuje se podle následujících kroků:

1. Zajistí se výběr $n = 10$ měřených dílů. Stejně jako u všech statistických metod přitom platí, že čím větší je rozsah výběru, tím menší je variabilita výběru a menší výsledné riziko.
2. Provede se označení operátorů písmeny A, B, C a díly se očíslovají 1 až 10 tak, aby operátoři nemohli tato čísla vidět a vědět, který díl právě měří. Tak se zabrání možné znalostní strannosti. Jediný, kdo tyto informace má k dispozici, je pracovník řídící proces studie, který naměřené údaje zapíše do připraveného formuláře.

3. Proměřování začne u operátora A. Nejprve v náhodném pořadí proměří všech 10 dílů a pracovník řídící proces studie zapíše naměřená data do příslušné tabulky. Stejný postup opakuje pracovník A také při druhém a třetím přeměření. Tyto tři série měření musí proběhnout v co nejkratším časovém okamžiku, aby byly co nejlépe naplněny podmínky opakovatelnosti. Operátoři B a C provedou své série měření stejným způsobem jako operátor A. [4]

8.6.3 Postup vyhodnocení dat

Způsob stanovení výsledků měření je závislý na zvoleném počítačovém programu.

a) Microsoft Excel

Naměřené hodnoty se zapíší do připravené tabulky v programu Microsoft Excel „R&R overeni MSA“

b) Palstat

1. Otevřeme počítačový program Palstat CAQ. V okně „Moduly Palstat CAQ“ vybereme dvojitým kliknutím ikonu „MSA“
2. V rozbalovací nabídce ve funkční liště zvolíme možnost „Doklady“
3. Kliknutím na ikonu „Nový záznam“ na funkční liště otevřeme okno „Metody“ (obr.1)
4. V okně „Metody“ zvolíme pod nejvyšším vydáním MSA položku „ARM“ a vybereme počet kontrolorů, počet vzorků a počet měření (3, 10, 3)
5. Vyplníme položky na liště „Základní informace“ (Obr. 8.3).

JR = jmenovitý průměr dle kontrolního listu

DT = dolní tolerance

HT = horní tolerance

$Vztažná\ hodnota$ = variabilita

Obr. 8.3 Palstat – základní informace R&R

6. V kartě „Kontroloři“ vyplníme údaje o pracovnících, kteří měření realizovali
7. V liště „Měření“ vyplníme naměřené hodnoty
8. Automaticky se vypočtou výsledky i mezivýsledky
9. Vytiskneme dokument a uložíme do příslušných desek

8.6.4 Analýza výsledků

1. Podle parametru *GRR*

$GRR < 10\%$ Obecně platí, že se jedná o přijatelný systém měření.

$GRR < 10\%; 30\% >$ Proveďte se rozhodnutí o přijatelnosti procesu vycházející z důležitosti měření aplikace, nákladů vynaložených na měřicí zařízení, z nákladů na přepracování nebo opravu. Přijatelnost systému měření by měla být schválena zákazníkem.

$GRR > 30\%$ Systém měření se považuje za nepřijatelný

2. Podle parametru *ndc*

Ndc by měla být rovna nebo větší než 5.

Ndc ... stanovuje počet různých kategorií, které lze spolehlivě rozlišit systémem měření.

[4]

8.7 Metoda křížových tabulek

Metoda křížových tabulek patří mezi studie systémů měření metodou srovnávání, které provádějí hodnocení rizik špatných nebo nekonsistentních rozhodnutí pomocí analýz testů hypotéz. To mohou být např. systémy měření založené na hodnocení pomocí kalibrů nebo vizuální hodnocení. Tato metoda nekvantifikuje variabilitu systému měření, měly by se používat pouze se souhlasem zákazníka. Stejně tak výsledné hodnocení rizik by mělo být založeno na posouzení zákazníkem.

[4]

8.7.1 Příprava před studií

Pro účely této směrnice budeme předpokládat pouze dva možné výsledky (stejně jako je tomu při měření pomocí kalibrů nebo při vizuálním hodnocení). Výsledek 1 označuje díl, který splnil

dle názoru operátora provádějícího měření danou specifikaci (např. rozměr byl menší než maximální dovolená mez a zároveň větší než minimální dovolená mez) a výsledek 0 označuje díl nevyhovující specifikaci.

Čím blíže bude zkoumaná specifikace dílu blíže toleranční mezi, tím větší bude riziko špatného rozhodnutí operátora. Doporučuje se záměrně vybrat pro tuto studii 50% dílů blízkých toleranční mezi.

Před zahájením samotné studie je nutné stanovit referenční rozhodnutí. To se může provést měřidlem pro měření proměnných (např. posuvné měřítko) s dostatečnou přesností, pomocí kterého zjistíme skutečnou hodnotu sledovaného atributu a následně to, zda díl vyhovuje nebo ne. Pokud není možné změřit skutečnou hodnotu sledovaného atributu měřidlem pro měření proměnných, musí se použít ke stanovení referenčního rozhodnutí jiné prostředky, např. experti, kteří stanoví, které vzorky jsou dobré nebo vadné.

Pracovník pověřený vedením studie si vytiskne příslušný formulář pro sběr dat (buď předpřipravený formulář nebo je po zadání povinných údajů o měření možný tisk formuláře pomocí programu Palstat – „naměřené hodnoty“), do kterého bude zapisovat naměřená data.

[4]

8.7.2 Realizace studie

Postupuje se podle následujících kroků:

1. Vybereme 50 dílů, na kterých se měření běžně provádí.
2. Stanovíme referenční rozhodnutí.
3. Stanovíme 3 operátory, kteří každý díl 3x změří a provedou hodnocení, zda díl vyhovuje dané specifikaci (označí 1) nebo nevyhovuje (označí 0)
4. Pracovník vykonávající dozor nad měřením a provádějící vyhodnocení studie předkládá operátorům díly tak, aby operátoři nevěděli, který díl právě měří. Pracovník vykonávající dozor zapisuje výsledky do předem připravené tabulky. Např. operátor 2, díl 23, 2. měření. (Celkem tedy zaznamená 3x3x50 hodnot)

[4]

8.7.3 Postup vyhodnocení dat v programu Palstat

1. Otevřeme počítačový program Palstat CAQ. V okně „Moduly Palstat CAQ“ vybereme dvojitým kliknutím ikonu „MSA.“
2. V rozbalovací nabídce ve funkční liště zvolíme možnost „Doklady.“
3. Kliknutím na ikonu „Nový záznam“ na funkční liště otevřeme okno „Metody“ (obr.1)
4. V okně „Metody“ zvolíme pod nejvyšším vydáním MSA položku „Atributivní metoda“ a vybereme počet kontrolorů, počet vzorků a počet měření (3, 50, 3)
5. V kartě „Základní informace“ vyplníme údaje o měření, v kartě „Kontroloři“ vyplníme údaje o operátorech, kteří měření provedli.
6. V kartě „Měření“ vyplníme tabulky „Naměřené hodnoty“ a „Referenční rozhodnutí.“
7. Automaticky se vypočtou výsledky, které můžeme vidět v kartě „Grafy & analýzy.“
8. Vytiskneme dokument a uložíme do příslušných složek.

8.7.4 Analýza výsledků

Hodnota *Kappa* udává míru shody mezi hodnotiteli, popř. mezi hodnotitelem a referenčním rozhodnutím.

Obecně platí: $Kappa > 0,75$... dobrá shoda

Analýza hodnocení ostatních parametrů je součástí výpočtu v programu Palstat.

[4]

8.8 Příloha

8.8.1 Obecný postupový diagram

Tabulka 8.8.1 Obecný postupový diagram

č.	Vstup	Postupový diagram	Popis činnosti	Provádí	Výstup
1.	Požadavek provedení MSA	START	Pracovník odpovědný za realizaci studie si před jejím provedením musí přečíst příslušnou podnikovou směrnici, případně aktuální vydání příručky MSA	Metrolog/ školený pracovník	Pracovník seznámen s podnikovou metodikou analýzy systému měření
2.		Studie MSA	Pracovník zjistí potřebné informace k realizaci studie (např. informace o měřidlu, operátorech) a zajistí prostředky k realizaci studie (např. stanovený počet měřených dílů)	Metrolog/ školený pracovník	
3.		Příprava měření	Tisk příslušného formuláře pro zápis naměřených hodnot a dalších informací o měření	Metrolog/ školený pracovník	Formulář pro zápis dat
		Tisk formuláře pro zápis dat			
		Formulář pro zápis dat			
4.		Proces měření	Realizace měření, sběr dat	Metrolog/ školený pracovník, operátor/ operátoři	Naměřená data
5.	Naměřená data	Vyhodnocení	Rozhodnutí, zda se vyhodnocení dat provede v programu Microsoft Excel nebo v Palstatu	Metrolog/ školený pracovník	
6.	Naměřená data	Zápis dat	Zápis dat do příslušného programu	Metrolog/ školený pracovník	Vyhodnocení dat, vyhodnocení systému měření
7.	Vyhodnocení dat, vyhodnocení systému měření	Analýza dat	Vyhodnocení a analýza dat, prohlášení měřicího systému za způsobilý nebo v případě nezpůsobilosti hledání důvodů nevyhovujícího systému, sjednání nápravy a provedení nového měření	Metrolog/ školený pracovník, oddělení kvality	Vyhovuje ANO/ NE
8.	Vyhovující systém	Tisk vyhodnocovacích formulářů	Tisk formulářů s vyhodnocením	Metrolog	Vytisknuté formuláře
		Formulář s vyhodnocením			
9.	Vytisknuté formuláře	Uložení záznamů	Uložení formulářů do příslušných desek	Metrolog	Formuláře uloženy
		KONEC			

9 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zajistit potřebnou kvalitu měřicích systémů konkrétního podniku vyrábějícího elektronické součástky pro oblast automotive tak, aby podnik splňoval v oblasti metrologie normu ČSN ISO/TS 16949. Dále musel být metrologický řád vytvořen v souladu s platnými zákony ČR. Kromě metrologického řádu byla vytvořena směrnice metodiky analýzy měřicích systémů, protože norma ČSN ISO/TS 16949 mluví v kapitole 7.6.1 o požadavku na provádění analýz měřicích systémů prostřednictvím statistických studií.

Podnik disponoval před mým příchodem několik let starým metrologickým řádem a měl dokonce i zpracovanou podnikovou směrnici pro provádění statistických analýz. V obou případech se ovšem v textu objevovaly nesrovnalosti a dokonce i věcné chyby. Jako příklad lze uvést to, že se v jedné kapitole metrologický řád odkazoval na neexistující paragraf zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii. Starý metrologický řád navíc neřešil současné problémy, se kterými se podniková metrologie potýkala.

Před samotným sepsáním metrologického řádu tak bylo nutné stanovit požadavky podniku na nový metrologický řád a zároveň dbát na požadavky plynoucí z legislativy a z normy ČSN ISO/TS 16949. Problematickým tématem bylo například vedení měřidel pod názvem „orientační/informativní měřidla.“ Přestože v mnoha podnicích lze takto vedená měřidla najít a tyto podniky certifikačními audity procházejí, v mém metrologickém řádu jsou tato měřidla vedená jako neshodná. Toto rozhodnutí, jak je vysvětleno v textu, by mělo vést především k lepšímu zamezení možnosti, že se takovým měřidlem bude měřit při výrobních nebo kontrolních procesech.

Samotný metrologický řád reflektuje současný stav metrologie podniku. Jsou v něm mimo jiné jasně vymezeny povinnosti jednotlivých pracovníků a činnosti, které je nutno provádět, aby se kvalita systémů měření mohla zlepšovat. Metrologický řád také obsahuje postupové diagramy, které vytvářejí názornější náhled na opakující se činnosti a vymezují role jednotlivých pracovníků při jejich provádění.

Nově vzniklá směrnice metodiky analýzy měřicích systémů obsahuje pouze potřebné minimum teorie. To proto, že veškerá teorie je sepsána ve čtvrtém vydání Analýzy systémů měření (MSA), podle které byla směrnice sepsána a kterou podnik vlastnil. Ve směrnici je kladen důraz spíše na praktické provedení statistických studií a zahrnuje i návody, jak lze provést vyhodnocení naměřených dat v programu Palstat, který byl v podniku nainstalován.

Dodržováním nově vzniklého metrologického řádu a směrnice metodiky analýzy měřicích systémů by mělo vést ke zjevnému zlepšení QMS podniku v oblasti metrologie.

LITERATURA

[1] Česká republika. Úplné pracovní znění zákona č. 505 z roku 1990 o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb., zákona č. 13/2002 Sb., zákona č. 137/2002 Sb., zákona č. 226/2003 Sb., zákona č. 444/2005 Sb., zákona č. 481/2008 Sb., zákona č. 223/2009 Sb., zákona č. 155/2010 Sb. a zákona č. 18/2012 Sb. In: *Sbírka zákonů České republiky*. [cit. 2013-01-27].

Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/uplne-pracovni-zneni-zakona-c-505-1990-sb-o-metrologii-c237>

[2] ČSN EN ISO 9000:2005. *Systém managementu kvality – Základní principy a slovník*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

Třídící znak: 01 0300

[3] ČSN ISO/TS 16949. *Systém managementu jakosti – Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2000 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu*. Praha: Český normalizační institut, 2002. 68 s.

Třídící znak 01 0329.

[4] Petrášová, Ivana. *Analýza systémů měření (MSA)*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2010. ISBN 978-80-02-02326-5.

[5] Nenadál, Jaroslav. *Moderní systémy řízení jakosti*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-071-6.

[6] Altus software s.r.o. Normy ISO 9000. *Management.jakosti.cz* [online]. Copyright © 2005 [cit. 2013-01-27].

Dostupné z: <http://normy.jakosti.cz>.

[7] PALSTAT s.r.o. Metodiky. *Jakost.cz* [online]. Copyright © 2006 [cit. 2013-01-27]

Dostupné z: <http://www.jakost.cz/metodiky/download/msa.zip>

[8] Kolektiv autorů. *Podnikové metrologické normativy*. Praha: Česká metrologická společnost, 1994.

[9] Jelínek, František, Pošvář, Jindřich. *Informativní nebo orientační měřidla a ne-měřidla*.

Cmi.cz [online]. [cit. 2013-01-27].

Dostupné z: www.cmi.cz/download.php?wdc=975

[10]

Tůmová, Olga. *Podklady k přednáškám předmětu KET/MET*. [cit. 2013-01-27].

Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/>

PŘÍLOHY

A List pro sběr dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla

List pro sběr dat o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla 2013-000001

Operátor / číslo měření	DÍL										Průměr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A 1	5,02	5,06	5,06	5,05	5,01	5,1	5,07	5,08	5,05	5,06	5,056
2	5,02	5,06	5,06	5,05	5,01	5,1	5,07	5,07	5,04	5,06	5,054
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Průměr	5,02	5,06	5,06	5,05	5,01	5,1	5,07	5,075	5,045	5,06	Xa = 5,055
Rozpětí	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0	Ra = 0,002
B 1	5,02	5,06	5,06	5,05	5,01	5,1	5,07	5,08	5,05	5,06	5,056
2	5,02	5,05	5,05	5,06	5,02	5,1	5,07	5,08	5,05	5,06	5,056
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Průměr	5,02	5,055	5,055	5,055	5,015	5,1	5,07	5,08	5,05	5,06	Xb = 5,056
Rozpětí	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0	0	Rb = 0,004
C 1	5,03	5,06	5,06	5,05	5,01	5,1	5,07	5,08	5,05	5,06	5,057
2	5,02	5,06	5,06	5,05	5,01	5,09	5,08	5,08	5,05	5,06	5,056
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Průměr	5,025	5,06	5,06	5,05	5,01	5,095	5,075	5,08	5,05	5,06	Xc = 5,056
Rozpětí	0,01	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	Rc = 0,003
Rozpětí pro díl	5,022	5,058	5,058	5,052	5,012	5,098	5,072	5,078	5,048	5,06	X" = 5,056 Rp = 0,087
$([Ra = 0,002] + [Rb = 0,004] + [Rc = 0,003]) / [\text{počet operátorů} = 3] =$											R" = 0,003
$[\text{Max X} = 5,056] - [\text{Min X} = 5,055] = X_{\text{diff}} = 0,002$											
$* [R" = 0,003] \times [D4 = 2,575] = UCLr = 0,01$											
<p>* D4 = 3,27 pro 2 měření a 2,58 pro 3 měření. UCLr představuje mez pro jednotlivá R. Do kroužku se dají hodnoty mimo tuto mez. Identifikuje se příčina a uskuteční se náprava. Čtení se opakují se stejným operátorem a na téže jednotce, která byla původně použita, nebo se hodnoty vyřadí a opakovaně se vypočítá průměr a ze zbývajících pozorování se přepočítá R" a mez.</p>											
Poznámky: _____											

PALSTAT Software

B Protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla

Protokol o opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měřidla 2013-000001				
Číslo dílu:	9876-54	Název měřidla:	Posuvné měřidlo	
Název dílu:	Plastový kryt	Číslo měřidla:	1234-56	
Znaky:	1	Typ měřidla:	Digitální	
Specifikace:	1			
Hodnoty z listu pro sběr dat:	$\bar{R} = 0,003$	$\bar{X}_{DIFF} = 0,002$	$R_p = 0,087$	
Analýza měřicí jednotky			% celkové variability (TV)	
Opakovatelnost - variabilita zařízení (EV) $EV = \bar{R} \times K_1$ $= 0,003 \times 0,8862$ $= 0,003$			$\%EV = 100 [EV/TV]$ $= [0,003/0,027]$ $= 9,703 \%$	
	Počet měření	K_1		
	2	0,8862		
	3	0,5908		
Reprodukovatelnost - variabilita operátora (AV) $AV = \sqrt{(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / (nr))}$ $= \sqrt{(0,002 \times 0,5231)^2 - (0,003^2 / (10 \times 2))}$ $= 0,001$ n = díly r = měření			$\%AV = 100 [AV/TV]$ $= [0,001/0,027]$ $= 1,869 \%$	
	Operátoři	2		3
	K_2	0,7071		0,5231
Opakovatelnost a reprodukovatelnost (GRR) $GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$ $= \sqrt{0,003^2 + 0,001^2}$ $= 0,003$			$\%GRR = 100 [GRR/TV]$ $= [0,003/0,027]$ $= 9,882 \%$	
	Díly	2		0,7071
	3	0,5231		
Variabilita dílu (PV) $PV = R_p \times K_3$ $= 0,027$			$\%PV = 100 [PV/TV]$ $= [0,027/0,027]$ $= 99,511 \%$	
	4	0,4467		
	5	0,4030		
Celková variabilita (TV) $TV = \sqrt{GRR^2 + PV^2}$ $= \sqrt{0,003^2 + 0,027^2}$ $= 0,027$			$ndc = 1,41 [PV/GRR]$ $= 1,41 (0,027/0,003)$ $= 14,199 \sim 14$	
	6	0,3742		
	7	0,3534		
	8	0,3375		
	9	0,3249		
	10	0,3146		
Kontrolor 1: Novák Kontrolor 2: Svoboda Kontrolor 3: Novotný				
Informace a teorii a konstantách ve formuláři - viz. Příručka MSA Reference Manual, 3. vydání				