

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJÍ
ÚSTAV TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ, PROJEKTOVÁNÍ A METROLOGIE

METROLOGICKÝ SYSTÉM VÝROBNÍHO PODNIKU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Metrologický systém výrobního podniku“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. BcA. Jana Podaného, Ph.D., s použitím literatury uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze __.__.____

.....

Ondřej Janský

Anotace

Bakalářská práce je zaměřena na metrologický systém ve výrobní společnosti KYB Manufacturing Czech s.r.o. (KMCZ) a zabývá se zavedením metrologického pořádku v organizaci.

V teoretické části práce jsou shrnuty základní poznatky z oboru metrologie. Praktická část se věnuje analýze současného stavu společnosti se zaměřením na metrologický systém.

Na základě provedené analýzy jsou následně navrženy možnosti pro zlepšení stavu metrologického systému v organizaci.

Annotation

The bachelor thesis is focused on the metrological system in the production company KYB Manufacturing Czech s.r.o. (KMCZ) and deals with the implementation of metrology order in organization.

The theoretical part of the thesis summarizes basic knowledge of metrology. Practical part deals with the analysis of the current state of the company with a focus on the metrological system.

On the basis of the analysis, the possibilities for improvement are subsequently proposed for the metrology system in the organization.

Seznam použitých zkratk

BIPM - Bureau international des poids et mesures - Mezinárodním úřadem pro míry a váhy

VIM - Ontologický a mezinárodní slovník metrologie

JCGM - společný výbor pro návody v metrologii

IEC - International Electrotechnical Commission

IFCC - The International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine

ISO - International Organization for Standardization - Mezinárodní organizace pro normalizaci

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry

IUPAP - The International Union of Pure and Applied Physics

OIML - International Organization of Legal Metrology

ILAC - International Laboratory Accreditation Cooperation

WLMEC - Western European Legal Metrology Cooperation

ANS/ANSI - American National Standards Institute

UTC - Coordinated Universal Time

SI - Système International - mezinárodní systém jednotek

NIST - National Institute of Standards and Technology

CGPM - Conférence Générale des Poids et Mesures

FDA - U.S. Food and Drug Administration

OMS - Quality management systém

NMS - Národním metrologickým systémem

ÚNMZ - Ústřední orgán státní správy pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

IATF - International Automotive Task Force

Obsah

Úvod.....	6
1 Metrologie	7
1.1 Metrologie	7
1.2 Základní jednotky.....	11
1.3 Historie	13
1.4 Mechanismus.....	15
2 Metrologický systém	17
2.1 Kvalita	19
2.2 Národní metrologický systém České republiky.....	19
2.3 Metrologický systém podle ISO 9001:2015.....	21
2.3.1 Historie ISO 9001.....	24
2.4 Metrologický systém podle ISO/TS 16949:2009.....	27
3 Struktura metrologického systému pro dodavatele automobilového průmyslu	32
3.1 Metrologický systém podniku	32
3.2 Měřicí a testovací přístroje a nástroje.....	34
3.3 Analýza systému měření (MSA)	36
3.3.1 ANOVA Gage R & R.....	37
3.4 Určování optimální doby pro kalibraci měřicích zařízení	40
4 Struktura metrologického systému KYB Manufacturing Czech s.r.o.	41
4.1 Představení KYB Manufacturing Czech s.r.o.	41
4.2 Metrologický systém v KYB Manufacturing Czech	42
5 Závěr.....	47
6 Seznam použité literatury	49
7 Seznam obrázků, tabulek a rovnic.....	51
8 Seznam příloh.....	52

Úvod

Egyptané používali standardy měření s pravidelnými kalibracemi, aby zajistily, že kameny se v jejich velkých stavebních projektech hodí k sobě. Moderní systémy kvality však skutečně začaly během průmyslové revoluce. Předtím bylo zboží postaveno řemeslníky, kteří každý díl vyrobili individuálně, aby zapadl do sestavy. To znamenalo, že každý stroj a každá jeho část byla jedinečná. Pokud bylo třeba díl vyměnit, musel řemeslník nové díly přizpůsobit sestavě.

Tímto vznikla potřeba zajištění stejnorodosti výroby a její kontroly a dala vzniku metrologickému systému řízení kvality. Ve výrobních procesech je měření prostředkem pro ověřování vlastností nového nebo již zavedeného výrobku, musí tedy splňovat určitou míru přesnosti. K tomu je nutné zabezpečit přesná měřidla a kvalitní lidské zdroje ve výrobě.

Cílem této bakalářské práce je porovnání celosvětových standardů s interními normami a realitou ve společnosti KYB Manufacturing Czech s.r.o..

Práce je rozdělena na teoretickou část, kde se zaměřím na provedení rozboru metrologie a jejího významu na dnešní systémy řízení kvality a praktickou část, kde se zaměřím na představení firmy KMCZ, zhodnocení systému řízení kvality v KMCZ a návrh jeho optimalizace.

1 Metrologie

1.1 Metrologie

Metrologie je věda o měření a je základem jednotného a správného měření. Zabývá se všemi poznatky a činnostmi, které se týkají měření ve všech oblastech vědy, hospodářství, státní správy, obrany, ochrany životního prostředí a zdraví. Metrologie je definována Mezinárodním úřadem pro míry a váhy (BIPM - Bureau international des poids et mesures) jako "věda o měření, a to jak u experimentálních, tak teoreticky stanovených veličin na jakékoliv úrovni". Ontologický a mezinárodní slovník metrologie (VIM) je udržován společným výborem pro návody v metrologii (JCGM), skupinou tvořenou osmi mezinárodními organizacemi: BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, ILAC. Metrologie je rozdělena do tří základních, vzájemně se překrývajících činností:

- definování mezinárodně uznávaných jednotek,
- realizace jednotek měření pomocí vědeckých metod,
- vytváření řetězců návazností cestou stanovení a dokumentování hodnoty, přesnosti měření a přesnost těchto údajů.

Metrologie má také tři základní podobory, které všechny používají tři základní činnosti v různé míře:

- vědecká nebo fundamentální metrologie,
- aplikovaná, technická a průmyslová metrologie,
- právní metrologie.

Vědecká nebo fundamentální metrologie se týká zavedení množstevních systémů, jednotkových systémů, jednotek měření, vývoje nových metod měření, realizace měřicích standardů a přenosu sledovatelnosti z těchto systémů k uživatelům ve společnosti. BIPM udržuje databázi metrologických kalibračních a měřicích schopností jednotlivých institutů po celém světě. Tyto instituty, jejichž aktivity jsou přezkoumávány, poskytují referenční body na nejvyšší úrovni pro metrologickou návaznost.

Aplikovaná, technická a průmyslová metrologie se týká použití měření pro výrobní a další procesy a jejich využití ve společnosti, zajištění vhodnosti měřicích přístrojů, jejich kalibraci a kontroly kvality měření. Přestože důraz v této oblasti metrologie je na samotném měření, sledovatelnost kalibrace měřicích přístrojů je nezbytná k zajištění důvěryhodnosti měření.

Právní metrologie se týká činností, které vyplývají ze zákonných požadavků, měrných jednotek, měřicích přístrojů a metod měření, které jsou prováděny příslušnými orgány. Zákonné požadavky vznikají z potřeby ochrany zdraví, veřejné bezpečnosti, životního prostředí, umožnění výpočtu daní, ochrany spotřebitele a spravedlivého obchodu. OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale - Mezinárodní organizace pro legální metrologii) byla zřízena pro pomoc při harmonizaci těchto předpisů napříč národními hranicemi. Zajišťuje, aby právní požadavky nebránily obchodu. V Evropě bylo založeno na podporu spolupráce na poli legální metrologie sdružení autorit legální metrologie (WELMEC).

Jádro konceptu v oblasti metrologie je metrologická návaznost, definována smíšeným výborem pro návody v metrologii jako „vlastnost výsledku měření, se kterým může být výsledek spojen s odkazem přes dokumentovaný nepřerušovaný řetězec kalibrací, z nichž každý přispívá k měřicí nejistotě“. Metrologická návaznost zajišťuje srovnatelnost měření, zda-li je výsledek porovnatelný s předchozím výsledkem ve stejné laboratoři, měřením provedeným například před rokem, nebo s výsledkem měření provedeného kdekoli jinde na světě.

Sledovatelnost se nejčastěji získá kalibrací, kterou se stanoví vztah mezi indikací měřidla a hodnoty etalonu. Tyto standardy jsou obvykle koordinovány národními metrologickými instituty: National Institute of Standards and Technology; National Physical Laboratory, UK; Physikalisch-Technische Bundesanstalt; atd.

Sledovatelnost, přesnost, preciznost, systematická zaujatost, vyhodnocení nejistoty měření jsou kritické části systému řízení kvality.

Dostatečně přesná měření jsou nezbytná k obchodu. Přibližně devět z deseti lidí, kteří pracují v oblasti metrologie se specializují na obchodní měření, nejvíce na technické úrovni. Správná měření jsou prospěšná pro výrobu. Z důvodu technické nebo finanční náročnosti je mnohdy výhodné využít jiné metody, například porovnání.

Metrologii se daří na rozhraní mezi vědou a výrobou. Kosmonautika, komerční výroba jaderné energie, léky, zdravotnické prostředky a polovodiče spoléhají na metrologii, kde se převádí teoretická věda do sériově výroby.

Základní pojmy z metrologie se jeví jednoduché na povrchu, ale metrologie je zřídka vyučována systematicky na technické úrovni. Ve většině podniků, základy metrologie, jako je záznam všech nastavovaných a měřených hodnot pro případnou budoucí kontrolu jsou v rozporu s všeobecnou obchodní praxí minimalizovat vedení záznamů a omezení soudních sporů, nebo možnosti vyvinění se.

Metrologické laboratoře jsou místa, kde se provádějí jak metrologická měření, tak kalibrace přístrojů. Kalibrační laboratoře se obecně specializují pouze na kalibrační práci.

Metrologické i kalibrační laboratoře musí izolovat vykonanou práci před vlivy, které by mohly ovlivnit výsledky měření. Teplota, vlhkost, vibrace, elektrické napájení, vyzařované energie a jiné vlivy jsou často pod kontrolou. Obecně jsou změny a nestabilita prostředí (ovlivňujících veličin) škodlivé pro výsledky měření.

Kalibrační technici provádějí kalibrační práce. Ve velkých organizacích je práce dále rozdělena do tří skupin:

- příprava - uspořádání vybavení potřebné pro kalibraci a ověření, zda funguje správně,
- měření - provedení kalibračních postupů a sběru dat,

- rozebrání - demontáž nástavců, kontrola součástí, zda nejsou poškozeny a následné uložení komponentů.

Alternativně technici mohou být rozděleni podle hlavních disciplín v oblasti: fyzické, dimenzionální, elektrické, radiofrekvenční, mikrovlny a tak dále. Principy jsou však stejné bez ohledu na zařízení.

Metrologičtí technici provádějí měřicí práce kromě kalibrací. Rovněž používají osvědčené principy známých situací a vyhodnotí neočekávané nebo rozporné výsledky.

Velké průmyslové organizace také investují do rozvoje lidské síly, která demonstruje nadání v testovacích funkcích. Je-li to v kombinaci s inženýrským titulem, kvalifikuje to osobu jako metrologického inženýra. V průběhu posledních 15 let univerzity jako University of North Carolina v Charlotte vytvořily konkrétní osnovy metrologického inženýrství. V Anglii byla metrologie součástí pátého ročníku některých vysokoškolských technických programů. Metrologové jsou lidé, kteří vykonávají práci v metrologii a nad úrovní technika.

Metrologická a kalibrační práce popsaná výše je vždy doprovázena dokumentací. Dokumentaci lze rozdělit do dvou typů: první souvisí s úkolem, druhý souvisí s administrativním programem. Dokumentace zahrnuje kalibrační postupy a shromážděná data. Administrativní program dokumentace obsahuje identifikační údaje o zařízení, "kalibrační certifikáty" kalibrační časový interval a oznámení, zda je měřidlo v toleranci.

Administrativní programy standardizují metrologii a kalibrační práci, aby bylo možné nezávisle ověřit, že práce byla provedena. Obecně platí, že správný program je specifický pro organizace provádějící práci a řeší požadavky zákazníků. Všeobecná administrativní programová specifikace vytvořená průmyslovými skupinami, jako je například série ANS (ANSI) Z540, může být také zahrnuta ve správním programu.

Další specifikace vytvořené Americkou potravinářskou a lékařskou administrativou, správou civilního letectví amerického Federálního úřadu, nebo jiných agentur doplňují nebo nahrazují ANS Z540 pro práci v jejich doménách. Často administrativní programy mohou být tak složité a detailní jako měřicí práce sama.

Normy jsou objekty nebo myšlenky označené jako autoritativní. Ať už jsou hodnoty jakékoliv, jsou užitečné pro srovnání, nebo potvrzení přiřazené hodnoty založené na standardu. Konstrukce tohoto srovnávacího způsobu měření je metrologie. Provedení srovnání měření za účelem stanovení vztahu mezi standardem a jiným měřicím přístrojem je kalibrace.

Ideální standard je nezávisle reprodukovatelný bez nejistoty. To je to, o co tvůrci délky standardu "metr" pokoušeli již v 19. století, kdy definovali metr jako jednu desetinu z jedné miliontiny vzdálenosti od rovníku k jednomu ze zemských pólů. Později se zjistilo, že zemský povrch je nespolehlivý základ pro standard, protože Země není sférická a neustále mění tvar. Zvláštní tyče ze slitiny, které byly vytvořeny a schváleny v tomto časovém období, byly standardizované pro měření mezinárodní délky až do roku 1950. Pečlivé kalibrace dovolily tolerance malé až 10 mikrometrů, které byly rozděleny a reprodukovány v laboratořích metrologie na celém světě, bez ohledu na to, zda byl zaveden metrický systém, a to i přes nedostatky původního základu metru.
[1][2][3][4]

1.2 Základní jednotky

V současné době je pět nezávislých měrných jednotek a jsou mezinárodně uznávané: teplotní interval, lineární vzdálenost, elektrický proud, frekvence a hmotnost.

Jakékoliv měření může být založeno na jedné nebo více z těchto měřicích jednotek. K doplnění těchto pěti jednotek se používají dvě jednotky měření úhlů, které jsou také nezávisle uznávány. Například, Ohmův zákon je široce známý koncept v elektrickém studiu. Ze tří zapojených měrných jednotek je jen proud (ampér) samostatná jednotka.

Zúčastněné strany se domnívají, že nakonec normalizační organizace bude definovat každou z měrných jednotek z hlediska čtyř samostatných jednotek. Délka (m) a čas (sekundy) jsou již spojeny tímto způsobem. Pokud je k dispozici přesná časová základna, pak standardní délka metru může být reprodukována bez zvláštní tyče (etalon metru), použitím známé konstantní rychlosti světla. Méně známý je vztah jasu (Candela) a proudu (Ampéry). Candela je definován z hlediska Wattu, který pochází z Ampéru.

Nekomerční podrobnosti měření byly kdysi akademické kuriozity. Nicméně, strojírenství, výroba a obyčejný život nyní běžně dochází k limitům měření. Vývoj norem následuje potřeby technologií. V důsledku toho některé měrné jednotky mají vyšší rozlišení než ostatní. Například, měření času. Věřilo se, že sluneční čas je konstantní, ale ukázal se velmi mírně nepravidelný. To mělo za následek vyrovnání přestupných sekund, aby se udržel koordinovaný světový čas (UTC - anglicky *Coordinated Universal Time*) synchronizovaný se slunečním časem.

Standardní jednotku Candela je obtížné znovu vytvořit. Design žhavicí žárovky musí být použit jako sekundární doplňkový standard. Speciální candela žárovky znovu vytvoří Candelu, pokud se aplikuje specifické množství proudu. Svítivost (Candela) může být reprodukována pouze na 5% z původní hodnoty jedné Candely přesto, že máme k dispozici senzory, které mají přesnost +/- 50 dílů na milion (0,005%), vzhledem ke standardu, který není přesně reprodukovatelný.

Teplota (Kelvin) je definován podle dohodnutých pevných bodů. Tyto body jsou definovány podle změn stavů téměř čistých materiálů, obvykle při přechodu z kapaliny na pevnou látku. Mezi těmito pevnými body jsou použity standardní platinové odporové teploměry (SPRTs), postavené stanoveným způsobem, k interpolaci hodnot teploty. Tato mozaika přístupů vytváří nejistoty měření, která nejsou jednotná v celém rozsahu teplot. Měření teploty je koordinováno mezinárodní praktickou teplotní stupnicí, vedenou v BIPM.

Kromě norem vytvořených národními a mezinárodními normalizačními organizacemi, mnoho velkých i malých průmyslových podniků si definuje vlastní normy a postupy v oblasti metrologie, aby splňoval konkrétní potřeby pro technickou a ekonomickou konkurenceschopnost výroby. Tyto normy a postupy, vychází z národních a mezinárodních standardů, přičemž řeší otázky, jaké konkrétní technologie a nástroje použít k měření každé jednotky, jak často měřit, a kterou definici každé jednotky použít pro řízení procesů pro určitou výrobu a specifikaci produktu. Průmyslová metrologická norma obsahuje dynamický kontrolní plán (DCP).

Mimo měření přesnosti a použitelnosti metod v průmyslové metrologii je několik dalších otázek. Tyto zahrnují:

- rychlost, s jakou může být měření provedeno na části nebo povrchu v procesu výroby, který musí odpovídat času taktu výrobní linky,
- rozsah, ve kterém je možné vyráběné části měřit,
- schopnost mechanismu měření spolehlivě fungovat ve výrobním prostředí závodu s ohledem na teplotu, vibrace, prach a jiné nepřátelské faktory,
- způsobilost výsledků měření, které jsou ovlivněny výrobními operátory nebo automatizací,
- celkové finanční náklady na měření každé části. [1][2][5]

1.3 Historie

Metrologie existovala v té či oné podobě již od starověku. Nejranější formy metrologie byly prostě libovolné standardy zřízené regionálními nebo místními orgány, často na základě praktických opatření, jako je délka ramene. Nejčasnější příklady těchto standardizovaných opatření jsou délka, čas a hmotnost. Proto byly stanoveny normy s cílem usnadnit obchod a zaznamenat lidskou aktivitu.

Významný pokrok v metrologii byl proveden různými vědci, chemiky a fyziky v průběhu vědecké revoluce. S pokrokem ve vědách, porovnání experimentů s teorií vyžaduje racionální systém jednotek, a něco těsněji podoba moderní metrologie začala přicházet do bytí. Objev atomů, elektřiny, termodynamiky, a dalších základních

vědeckých principů by mohly být použity v normách měření a mnoho vynálezů usnadňuje kvantitativně nebo kvalitativně posuzovat fyzikální vlastnosti, pomocí definovaných jednotek měření stanovené vědy.

Metrologie byla tedy jedním z předpokladů pro vznik průmyslové revoluce. Byla nutná pro realizaci masové výroby a zprostředkování shodnosti na montážních linkách.

Moderní metrologie má své kořeny ve francouzské revoluci s politickou motivací harmonizovat jednotky v celé Francii a je koncepcí stanovení měrné jednotky na základě konstant přírody. Poskytla měrné jednotky k dispozici "pro všechny lidi, na věčné časy". Například odvozování jednotky délky od rozměrů Země, a jednotku hmoty z krychle vody. Výsledkem byly platinové standardy pro metr a kilogram zřízené jako základ metrického systému dne 22. června 1799. To dále vedlo k vytvoření *Système International* (SI - mezinárodním systému jednotek). Tento systém získal nebývalý celosvětový ohlas jako definice a standardy moderních měrných jednotek. SI je udržován pod záštitou Metrické úmluvy a jejími institucemi na Generální konferenci pro míry a váhy nebo CGPM, její exekutivy Mezinárodního výboru pro váhy a míry, nebo VMKI a její technické instituci Mezinárodního úřadu pro váhy a opatření, nebo BIPM.

Úřady vytvořily a vyhlásily SI s ambicí poskytovat služby pro všechny. Zahrnuje to také zavedení nových jednotek, jako jsou relativně nové jednotky, např.: moly, pro použití metrologie v chemii. Tyto jednotky jsou pak vytvářeny a udržovány prostřednictvím různých agentur v každé zemi, a tvoří hierarchii norem měření. Lze je vysledovat zpětně do zavedené standardní jednotky - koncept známý jako metrologická návaznost. Americká agentura držící tuto odpovědnost je Národní institut standardů a technologie (NIST) a American National Standards Institute (ANSI).

Vývoj norem také dále zahrnuje individuální i nemalé skupiny úspěchů. V roce 1893, Edward Weston (chemik) a jeho společnost zdokonalila design nasyceného

standardního elektrického článku, který dovolil reprodukci voltu na jednu desetinu milivoltu. Tento pokrok udělal obrovský praktický rozdíl v kritickém okamžiku ve vývoji moderních elektrických zařízení. Seskupení nasycených elektrických článků, zvaných banky, může ještě být nalezený v některých metrologických a kalibračních laboratořích dnes. Edward Weston nechtěl patent na jeho mobilní design. Tím jeho lepší konstrukce rychle nahradila podobné, ale horší již patentované zařízení na celém světě bez větších diskusí. [1][2]

1.4 Mechanismus

Základem metrologie je definice, realizace a šíření měrných jednotek. Fyzikální a chemické vlastnosti jsou kvantifikovány přiřazením hodnotám v několika měrných jednotkách.

Základní 'Linie' měřicích standardů jsou:

- definice jednotky, na základě fyzikální konstanty, jako je absolutní nula, bodem mrazu vody, atd.,
- realizace jednotky experimentálními metodami a škálováním do násobků a dílů základních standardů. V některých případech se používá aproximace, kdy realizace jednotek jsou méně přesné než ostatní metody generování rozsahu dotčeného množství. To je v současné době situace elektrických jednotek v SI, kdy napětí a odpor jsou definovány, pokud jde o ampér,
- převod sledovatelnosti z primárních standardů do sekundárních a pracovních měřicích zařízení. Toho je dosaženo kalibrací.

Teoreticky jde o pokusy o ověření dat získaných z testovacích zařízení. Přestože metrologie je věda o měření, v praktických aplikacích jde o vymáhání, ověřování a validaci předdefinovaných standardů pro:

- přesnost - stupeň přesnosti, s jakým konečný produkt odpovídá standardu měření,
- preciznost - schopnost reprodukovat měření konzistentně,

- spolehlivost - konzistence přesných výsledků jiných, než po sobě jdoucích měřeních v průběhu času,
- sledovatelnost - probíhající validace, že měření konečného výrobku odpovídá původnímu standardu měření.

Tyto normy se velmi liší, ale často jsou uloženy vládami, agenturami jako je Mezinárodní organizace pro normalizaci, Metrickou úmluvou, nebo FDA (U.S. Food and Drug Administration – Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv). Tyto agentury propagují zásady a předpisy, které standardizují odvětví zefektivněním mezinárodního obchodu, kvality produktů a měření. Metrologie je ve svém jádru analýza nejistoty jednotlivých měření. Pokouší se ověřit každé měření provedené daným přístrojem a správnost získaných údajů. Šíření sledovatelnosti spotřebitelům ve společnosti se často provádí ve specializované kalibrační laboratoři s uznaným systémem kvality v souladu s těmito normami. Byly stanoveny režimy národních akreditovaných laboratoří, nabízející posouzení systému kvality třetí stranou. Ústředním požadavkem těchto procedur je popsat návaznost na národní nebo mezinárodní standardy.

Některé běžné normy zahrnují:

- ISO 17025: 2005, Všeobecné požadavky na kalibrační laboratoře,
- ISO 9000 Systémy managementu kvality,
- ISO 14000 Vedení prostředí,
- 21 CFR Part 210/211-FDA týkající se GMP (Good Manufacturing Practices - správné výrobní praxe) systému kvality,
- 21 CFR Part 110-FDA týkající se Potravinářského průmyslu GMP. [1][2][6]

2 Metrologický systém

Systém řízení kvality (QMS - quality management system) je sbírka obchodních procesů zaměřených na důsledné plnění požadavků zákazníků a zvyšování jejich spokojenosti. Je v souladu s cílem a strategickým směrem organizace (ISO9001: 2015). QMS je vyjádřena jako organizační cíle a aspirace, politiky, procesy, zdokumentované informace a zdroje potřebné pro její realizaci a udržování. Rané systémy řízení kvality zdůrazňovaly předvídatelné výsledky výrobní linky pro průmyslové výrobky, a to pomocí jednoduchých statistik a náhodného odběru vzorků. Do 20. století byly zásahy do pracovní činnosti obvykle nejvíce nákladnými vstupy ve většině industrializovaných společností, a proto se zaměření posunulo na týmovou spolupráci a dynamiku, zejména včasné signalizaci problémů prostřednictvím cyklu průběžného zlepšování. V 21. století se systém managementu kvality snažil sbližovat s iniciativami udržitelnosti a transparentnosti, neboť spokojenost investorů, zákazníků a vnímaná kvalita jsou stále více vázány na tyto faktory. Systémy řízení kvality jsou podle normy ISO 9000 celosvětově nejrozšířenějším auditorským režimem. Norma ISO 19011 se vztahuje na oba typy a zabývá se kvalitou a udržitelností a jejich integrací.

Termín "systém řízení kvality" a zkratka "QMS" byly poprvé použity v roce 1991 britským manažerským konzultantem Ken Croucher, který pracoval na návrhu a implementaci generického modelu systému řízení kvality v IT průmyslu.

Pojem kvality, jak o něm smýšlíme nyní, se poprvé vynořil z průmyslové revoluce. Dřívější zboží bylo vyrobeno od začátku až do konce stejnou osobou nebo týmem lidí, přičemž výrobek byl vyroben tak, aby splňoval "kvalitativní kritéria". Sériová výroba spojila obrovské týmy lidí dohromady, aby pracovali na konkrétních fázích výroby, kdy jedna osoba nemusí nutně dokončit výrobek od začátku do konce. V pozdějších letech 19. století průkopníci jako Frederick Winslow Taylor a Henry Ford rozpoznali omezení metod používaných v hromadné výrobě v té době a následnou různou kvalitu výstupu. Společnost Birland zřídila oddělení kvality, aby dohlížela na kvalitu výroby a opravy chyb, a společnost Ford zdůraznila standardizaci konstrukčních standardů a konstrukčních prvků, aby zajistila, že bude vyrábět standardní výrobek. Za řízení

kvality bylo zodpovědné oddělení kvality a byla prováděna inspekce výstupu výrobku na chyby, aby byly "zachyceny".

Aplikace statistické kontroly přišla později v důsledku výrobních metod za 1. světové války, které pomohly pokročit ve výzkumné práci W. Edwards Demingovi, statistika, po němž byla jmenována Demingova cena za kvalitu. Joseph M. Juran se více zaměřil na řízení kvality. První vydání příručky Juran's Quality Control Handbook bylo vydáno v roce 1951. Vyvinul také "Juranovu trilogii" - přístup k multifunkčnímu řízení, který se skládá ze tří manažerských procesů: plánování kvality, kontroly kvality a zlepšování kvality. Tyto funkce hrají zásadní roli při hodnocení kvality.

Povolání kontrolora kvality se rozvíjelo od jednoduché kontroly ve strojírenství až po systémové inženýrství. Činnosti kontroly kvality převládaly ve čtyřicátých, padesátých a šedesátých letech. Sedmdesátá léta byla érou kvalitního inženýrství a 90. léta 20. století zaznamenaly systémy kvality jako vznikající pole. Stejně jako medicína, účetnictví a inženýrství, kvalitářství dosáhlo statusu uznávaného povolání.

Jak říkají Lee a Dale (1998), existuje řada organizací, které usilují o zhodnocení metod a způsobů, aby bylo dosaženo jejich celkové produktivity a kvality jejich výrobků a služeb a požadovaných operací k jejich dosažení.

Proces řízení kvality je součástí organizačního systému managementu kvality. Norma ISO9001: 2000 požaduje, aby organizace, které usilují o dodržování předpisů nebo certifikaci, definovaly procesy, které tvoří jejich systém managementu kvality, a sled a interakci těchto procesů. Butterworth-Heinemann a další vydavatelé nabízejí několik knih, které poskytují krok za krokem průvodce těm, kteří usilují o kvalitní certifikace svých produktů.

Příklady takových procesů zahrnují:

- objednávky,
- výrobní plány,
- měření produktu / služby / procesu, aby vyhověly konkrétním požadavkům, např. statistické řízení procesů a měření systémů analýzy,
- kalibrace,
- interní audity,
- nápravná opatření,
- preventivní akce,
- identifikaci, označování a kontrolu neshodných produktů s cílem zabránit jejich neúmyslnému použití, dodání nebo zpracování,
- nákupu a souvisejících procesů, jako je výběr dodavatelů a sledování.

ISO9001 požaduje, aby výkony těchto procesů byly měřeny, analyzovány a průběžně zlepšovány a výsledky tohoto procesu jsou vstupem do procesu kontroly řízení. [7][8]

2.1 Kvalita

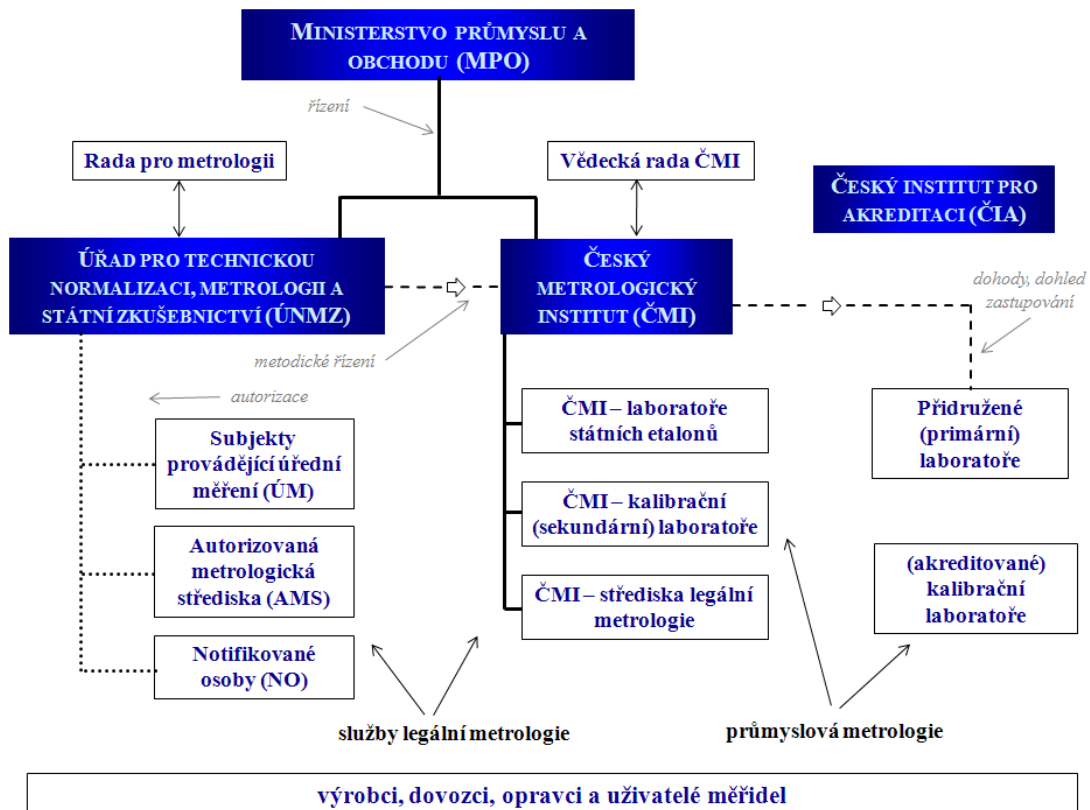
V oblasti podnikání, strojírenství a výroby má kvalita pragmatickou interpretaci jako nepodřadnost nebo nadřazenost něčeho; to je také definováno jako vhodnost pro účel. Kvalita je vnímavý, podmíněný a poněkud subjektivní atribut a různí lidé ho mohou chápat různě. Spotřebitelé se mohou zaměřit na kvalitu specifikace produktu / služby nebo na to, jak se porovná s konkurencí na trhu. Výrobci mohou měřit kvalitu jako shodu nebo stupeň, v jakém byl výrobek / služba vyrobena správně.

Pracovníci kontroly kvality mohou měřit kvalitu v míře v jaké je výrobek spolehlivý, udržovatelný nebo udržitelný. Kvalitní položka (položka, která má kvalitu) má schopnost uspokojivě fungovat a je vhodná pro svůj určený účel.

2.2 Národní metrologický systém České republiky

„Národním metrologickým systémem (dále jen NMS) se rozumí systém, který slouží k zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření v daném státě, a to prostřednictvím

soustavy technických prostředků a zařízení, jakož i technických předpisů, práv a povinností správních orgánů a právnických osob nebo podnikajících fyzických osob.“



Obrázek 1 - Struktura NMS ČR

Hlavním orgánem České republiky zajišťujícím fungování metrologického systému je Ministerstvo průmyslu a obchodu a jeho součástí Ústřední orgán státní správy pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (dále jen ÚNMZ). ÚNMZ má svou působnost zakotvenou v zákoně č. 20/1993 Sb., a zákonem č. 505/1990 Sb., o metrologii. Náplní práce ÚNMZ je stanovení programu státní metrologie a zabezpečení jeho realizace, zastupování České republiky v mezinárodních metrologických orgánech a organizacích, provádí kontrolu českého institutu pro akreditaci a autorizuje subjekty k výkonům v oblasti státní metrologické kontroly měřidel a úředního měření.

Český institut pro akreditaci je další součástí českého systému. Jeho práce je posuzování odborné způsobilosti subjektů působících v metrologii. Tyto subjekty jsou především Autorizovaná metrologická střediska, výrobci měřidel, subjekty autorizované k výkonu

úředního měření a registrované subjekty, které mohou provádět opravy a montáž stanovených měřidel.

Český metrologický institut plní funkci národního ústavu. Hlavní oblasti působnosti jsou provádění výzkumu, uchovávání státních etalonů, certifikace referenčních materiálů, státní kontrola měřidel a registrace dozoru nad subjekty provádějící opravu, nebo montáž stanovených měřidel. Český metrologický institut má několik přidružených laboratoří, např.: Vysoká škola chemicko-technologická a Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR [13].

2.3 Metrologický systém podle ISO 9001:2015

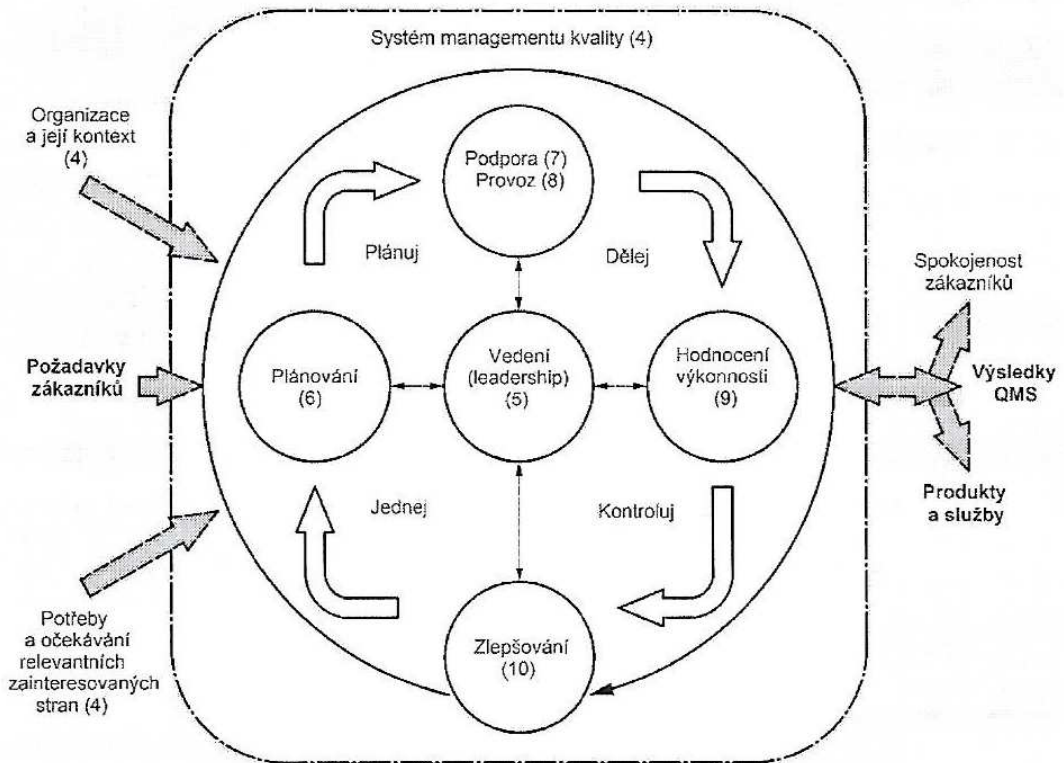
Systémy řízení kvality ISO 9001: 2015 - Požadavky je dokument o přibližně 30 stranách, který je k dispozici v národní organizaci pro normalizaci v každé zemi. Pouze ISO 9001 je kontrolována přímo pro účely hodnocení třetích stran.

Obsah normy ISO 9001: 2015 je následující:

- Oddíl 1: Rozsah působnosti,
- Oddíl 2: Normativní odkazy,
- Oddíl 3: Termíny a definice,
- Oddíl 4: Kontext organizace,
- Oddíl 5: Vedení,
- Oddíl 6: Plánování,
- Oddíl 7: Podpora,
- Oddíl 8: Provoz,
- Oddíl 9: Hodnocení výkonnosti,
- Oddíl 10: Zlepšování.

V zásadě je rozložení standardu podobné předchozímu standardu ISO 9001: 2008, protože se řídí cyklem Plánuj, Dělej, Kontroluj, Jednej v procesu založeném na procesech, ale nyní to dále povzbuzuje k tomu, aby měl podnik myšlení založené na rizicích. (Oddíl 0.3.3 úvodu) Cílem cílů kvality je určit shodu požadavků (zákazníků

a organizací), usnadnit účinné nasazení a zlepšení systému řízení kvality.



Obrázek 2 - Znárodnění struktury mezinárodní normy v cyklu PDCA – ISO 9001:2015

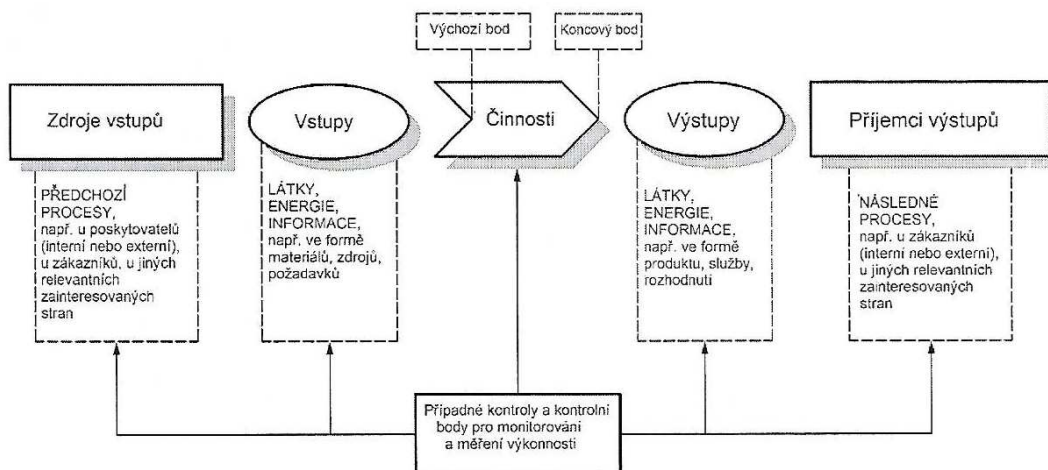
Před tím, než certifikační orgán může vystavit nebo obnovit certifikát, musí být auditor přesvědčen, že posuzovaná společnost splnila požadavky článků 4 až 10. Oddíly 1 až 3 se nekontrolují přímo, ale protože poskytují kontext a definice pro zbytek standardu, nikoliv organizace, musí být jejich obsah zohledněn.

Norma již neuvádí, že organizace vydá a udržuje zdokumentované postupy, avšak ISO 9001: 2015 požaduje, aby organizace zdokumentovala další postupy potřebné pro její efektivní fungování. Tento standard také vyžaduje, aby organizace vydala a sdělila zdokumentovanou politiku kvality, příručku o kvalitě (která může nebo nemusí zahrnovat zdokumentované postupy) a řadu záznamů, jak jsou specifikovány v celé normě. Novinkou pro vydání v roce 2015 byl požadavek, aby organizace posuzovala rizika a příležitosti (oddíl 6.1) a určila vnitřní a vnější otázky týkající se jejího účelu a strategického směřování (oddíl 4.1). Organizace musí prokázat, jak jsou splněny

požadavky standardu, zatímco úlohou externího auditora je určit účinnost systému řízení kvality. Podrobnější interpretační a implementační příklady jsou často vyhledávány organizacemi, které hledají více informací o tom, co pro ně může být velmi konkrétní technická oblast.

Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) neosvědčuje samotné organizace. Existuje řada certifikačních orgánů, které auditují organizace a úspěšným vydávají certifikáty shody ISO 9001. Ačkoli se obvykle označuje jako certifikace "ISO 9000", je skutečnou normou, na kterou lze systém řízení kvality organizace certifikovat, ISO 9001: 2015 (vyprší koncem září 2018). Mnoho zemí vytvořilo akreditační orgány, které autorizují ("akreditují") certifikační orgány. Akreditační orgány i certifikační orgány účtují poplatky za své služby. Různé akreditační orgány mají vzájemné dohody, aby zajistily, že certifikáty vydané jedním z akreditovaných certifikačních orgánů (CB) budou přijaty po celém světě. Samotné certifikační orgány pracují podle normy kvality ISO / IEC 17011, zatímco akreditační orgány pracují podle normy ISO / IEC 17021. [10][11]

Organizace žádající o certifikaci ISO 9001 je auditována na základě rozsáhlého vzorku svých stránek, funkcí, produktů, služeb a procesů. Auditor uvádí seznam problémů (definovaných jako "neshody", "pozorování" nebo "příležitosti ke zlepšení"). Pokud neexistují závažné neshody, certifikační orgán vydá certifikát. Pokud jsou zjištěny závažné neshody, organizace předloží certifikačnímu orgánu plán zlepšení (např. Zprávy o nápravných opatřeních, které ukazují, jak budou problémy vyřešeny); Jakmile je certifikační orgán přesvědčen, že organizace provedla dostatečná nápravná opatření, vydá certifikát. Certifikát je omezen určitým rozsahem (např. Výroba jed noučelových strojů) a adresou subjektu, na kterou se vztahuje certifikát.



Obrázek 3 - Schematické znázornění prvků jednoho procesu – ISO 9001:2015

Certifikát ISO 9001 není jednorázovým oceněním, ale musí být obnovován v pravidelných intervalech doporučených certifikačním orgánem, obvykle jednou za tři roky. V rámci ISO 9001 neexistují známky způsobilosti: buď je společnost certifikována (což znamená, že se zavázala k metodě a modelu řízení kvality popsanému v normě), nebo není.

2.3.1 Historie ISO 9001

Normu ISO 9000 neustále revidují stálé technické komise a poradní skupiny, které obdrží zpětnou vazbu od těch odborníků, kteří realizují standard.

- 1987 verze:

ISO 9000: 1987 měla stejnou strukturu jako britská norma BS 5750 se třemi "modely" pro systémy řízení kvality, jejichž výběr byl založen na rozsahu činností organizace:

ISO 9001: 1987 Model pro zajištění kvality při navrhování, vývoji, výrobě, instalaci a servisu byl určen firmám a organizacím, jejichž činnost zahrnovala tvorbu nových výrobků.

ISO 9002: 1987 Model pro zajištění kvality ve výrobě, montáži a servisu měl v podstatě stejný materiál jako ISO 9001, ale bez pokrytí tvorby nových výrobků.

ISO 9003: 1987 Model pro zajištění kvality při závěrečné kontrole a zkoušce se týkal pouze závěrečné kontroly hotového výrobku bez ohledu na to, jak byl výrobek vyroben.

ISO 9000: 1987 byla také ovlivněna stávajícími americkými a jinými standardy obrany ("MIL SPECS") a byla tak vhodná pro výrobu. Důraz byl kladen na soulad s postupy spíše než na celkový proces řízení, který byl pravděpodobně skutečným záměrem.

- 1994 verze:

ISO 9000: 1994 zdůraznila zajištění kvality prostřednictvím preventivních opatření namísto pouze kontroly konečného výrobku a dále vyžadovala důkaz o shodě s dokumentovanými postupy. Stejně jako v případě prvního vydání bylo vedlejší, že společnosti měly tendenci implementovat své požadavky tím, že vytvářely policejní návody procedurálních příruček a stávaly se zátěží ISO byrokracií. V některých společnostech může systém přizpůsobovat a zlepšovat procesy.

- 2000 verze:

ISO 9001: 2000 nahradila všechny tři bývalé normy z roku 1994, ISO 9001, ISO 9002 a ISO 9003. Postupy návrhu a vývoje byly požadovány pouze tehdy, když se společnost ve skutečnosti zabývá tvorbou nových výrobků. Verze z roku 2000 usilovala o radikální změnu v myšlení tím, že centralizovala koncepci řízení procesů (sledování a optimalizaci úkolů a činností společnosti namísto pouze kontroly konečného produktu). Verze z roku 2000 také požadovala zapojení vrcholového managementu za účelem integrace kvality do podnikového systému a vyloučení delegování funkcí řízení kvality juniorským administrátorům. Dalším cílem bylo zlepšit efektivitu pomocí metrik výkonnosti procesu: numerické měření účinnosti úkolů a činností. Očekávalo se neustálé zlepšování procesů a sledování spokojenosti zákazníků.

Požadavky ISO 9000 zahrnují:

- schválit dokumenty před distribucí,
- zajistit správnou verzi dokumentů v místech použití,
- použít záznamy k prokázání splnění požadavků,
- vytvořit postupy pro kontrolu záznamů.

- 2008 verze:

ISO 9001: 2008 je v podstatě obsahově shodná s ISO 9001: 2000. Verze 2008 představila pouze objasnění stávajících požadavků normy ISO 9001: 2000 a některé změny, které měly zlepšit soulad s normou ISO 14001: 2004. Neexistovaly žádné nové požadavky. Například v systému ISO 9001: 2008 je třeba zkontrolovat systém řízení kvality, který je aktualizován, aby zjistil, zda se řídí objasněním zavedeným v pozměněné verzi.

ISO 9001 je doplněna přímo o další dva standardy:

- ISO 9000: 2005 "Systémy řízení kvality - základy a slovní zásoba",
- ISO 9004: 2009 "Správa pro trvalý úspěch organizace. Přístup řízení kvality".

Jiné normy, jako ISO 19011 a řada ISO 10000, mohou být také použity pro určité části systému kvality.

- 2015 verze:

V roce 2012 ISO TC 176 - zodpovědná za vývoj ISO 9001 - oslavila 25 let implementace ISO 9001 a dospěla k závěru, že je třeba vytvořit nový model systému řízení kvality pro příštích 25 let. Proto zahájila oficiální práci na vytvoření revize ISO 9001, počínaje novými principy řízení kvality. Tento okamžik považovali významní odborníci v oboru za "začátek nové éry ve vývoji systémů řízení kvality". V důsledku intenzivní práce této technické komise byla zveřejněna revidovaná norma ISO 9001: 2015 dne 23. září 2015. Rozsah standardu se nezměnil. Struktura a základní termíny

byly upraveny tak, aby umožnily snadnější integraci do standardů jiných mezinárodních systémů řízení.

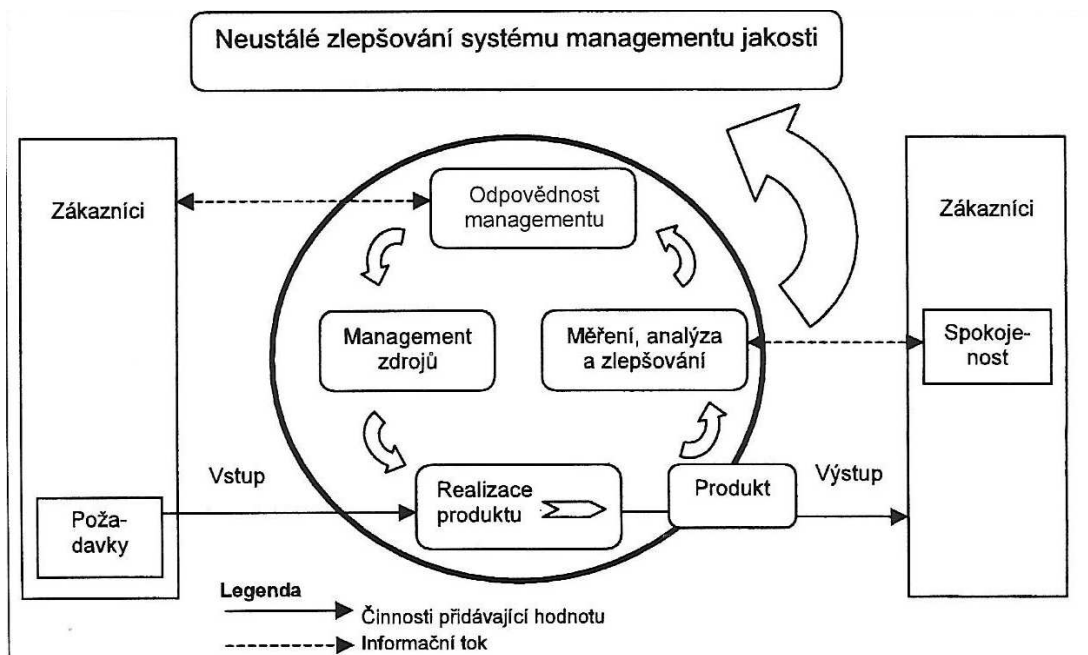
Verze 2015 je také méně normativní než její předchůdci a zaměřuje se na výkon. Toho bylo dosaženo kombinací procesního přístupu s myšlenkami založenými na rizicích a využíváním cyklu Plan-Do-Check-Act (Plánuj, Dělej, Kontroluj, Jednej) na všech úrovních organizace.

Mezi klíčové změny patří:

- větší důraz na budování systému řízení přizpůsobeného konkrétním potřebám každé organizace,
- požadavek, aby ti, kteří jsou na vrcholu organizace, byli zapojeni a byli odpovědní za kvalitu se širší obchodní strategií,
- řešení založené na rizicích v celém standardu činí celý systém řízení preventivním nástrojem a podporuje nepřetržité zlepšování,
- méně normativních požadavků na dokumentaci: organizace může nyní rozhodnout, jaké dokumentované informace potřebuje a jaký formát by měly mít,
- sladění s dalšími standardy řízení klíčových systémů pomocí společné struktury a hlavního textu,
- zahrnutí principů řízení znalostí. [12]

2.4 Metrologický systém podle ISO/TS 16949:2009

ISO / TS16949 je technická specifikace ISO zaměřená na vývoj systému řízení kvality, který zajišťuje neustálé zlepšování, zdůrazňuje prevenci defektů a snižuje odchylky a nekvalitu v dodavatelském řetězci automobilového průmyslu. Vychází z normy ISO 9001 a první vydání bylo vydáno v červnu 1999 jako ISO / TS 16949: 1999.



Obrázek 4 - Model procesně orientovaného systému managementu kvality – ISO/TS 16949:2009

Byla připravena Mezinárodní automobilovou pracovní skupinou (IATF) a "Technickou komisí" ISO. Harmonizuje pravidla specifická pro jednotlivé země v systému řízení kvality.

Asi 30 procent z více než 100 stávajících výrobců automobilů uznává požadavky normy, ale zejména velcí asijští výrobci mají diferencované vlastní požadavky na systémy řízení kvality své podnikové skupiny a jejich dodavatele.

TS16949 se vztahuje na návrh / vývoj, výrobu a případně instalaci a servis automobilových výrobků.

Požadavky jsou určeny pro použití v celém dodavatelském řetězci. Prvním krokem je, že montážní závody vozidel budou ověřeny certifikací ISO / TS16949.

Mnozí dodavatelé byli požádáni výrobci automobilů, aby sestavili a osvědčili svůj systém vlastního řízení kvality podle pravidel a předpisů ve svých organizacích, jako jsou:

- VDA (Německo),
- AIAG (Severní Amerika),
- AVSQ (Itálie),
- FIEV (Francie),
- SMMT (UK).

Díky tomuto předpisu však dodavatel potřeboval pro Daimler a Chrysler (VDA 6.1 pro Německo a QS 9000 pro Ameriku) dva odlišné certifikáty, přestože dodavatel dodával pouze pro jednu společnost. Tyto složitosti urychlily potřebu harmonizace.

Cílem normy je zlepšit kvalitu systému a procesu s cílem zvýšit spokojenost zákazníků, identifikovat rizika a problémy ve výrobním procesu a dodavatelském řetězci, eliminovat jejich příčiny. Důležité je stanovit a přijmout nápravná a preventivní opatření pro jejich účinnost. Zaměření není na objevení, ale na vyhýbání se chybám. Osm hlavních kapitol této normy je:

- Oddíl 1-3: Úvod a předmluva,
- Oddíl 4: Systém řízení kvality (obecné požadavky, kontrola dokumentů a záznamů),
- Oddíl 5: Odpovědnost vedení,
- Oddíl 6: Správa zdrojů,
- Oddíl 7: Realizace produktu,
- Oddíl 8: Měření, analýza a zlepšení.

Na proces orientovaný přístup k podnikovým procesům, který je řešen v ISO 9001: 2008 je základem standardu. Dívá se na podnikové procesy v procesním prostředí, ve kterém existují interakce a rozhraní, které musí být rozpoznány, mapovány a řízeny

systemem řízení kvality. Dále jsou definovány brány do exteriéru (do subdodavatelů, zákazníků a vzdálených míst). Standard rozlišuje procesy orientované na zákazníka, podpůrné procesy a řídicí procesy. Tento na proces orientovaný přístup má zlepšit přehled celého procesu. Nejedná se o izolovaný proces, nýbrž o kombinaci všech interaktivních obchodních procesů, které mají vliv na kvalitu podniku.

Klíčovým požadavkem normy ISO / TS 16949: 2009 je splnění požadavků specifických pro zákazníka, které výrobce automobilů zavádí vedle systému řízení kvality svých dodavatelů. To může rozhodujícím způsobem přispět k celosvětovému uznání TS mnoha dalšími výrobci.

ISO / TS16949 lze aplikovat v celém dodavatelském řetězci v automobilovém průmyslu. Certifikace probíhá na základě certifikačních pravidel vydaných International Automotive Task Force (IATF). Certifikát je platný po dobu tří let a musí být potvrzen každoročně (jako minimum) auditorem ověřeným IATF (auditor třetí strany) certifikačního orgánu uznávaného IATF. Po uplynutí tříletého období je požadováno opětovné osvědčení. Certifikace podle normy ISO / TS 16949 má za cíl vybudovat nebo prosazovat důvěru (potenciálního) zákazníka k systému a kvalitě procesu (potenciálního) dodavatele. Dodavatel bez platného certifikátu má dnes malou šanci dodávat výrobci automobilů standardní díly.

Certifikační orgány zahrnují:

- Skupina BSI (UK),
- Bureau Veritas (Francie),
- DNV GL (Norsko),
- DQS (Německo),
- Indický systém registru kvality,
- LRQA (UK),
- SAI Global (Austrálie),

- SGS S.A. (Švýcarsko),
- TÜV NORD (Německo),
- TÜV SÜD (Německo). [9]

3 Struktura metrologického systému pro dodavatele automobilového průmyslu

3.1 Metrologický systém podniku

Metrologický systém se musí udržovat kvůli přehlednosti všech měřicích a testovacích přístrojů a nástrojů a dokazatelnosti jejich přesnosti a historie. Přesnost je zajištěna dodržováním zákonem stanovených požadavků při veškeré metrologické činnosti, což zajišťuje eliminaci zmetků při výrobě, garanci kvality a spokojenost zákazníků. Mimo jiné je požadována řádná evidence veškerých úkonů týkajících se ovlivnění měřidla správně ukázat hodnoty, jejich údržby a správné obsluhy. Takovýto systém zajišťuje, že jsou používána měřidla vhodná pro dané použití, jsou kalibrována vůči dokazatelným standardům a schopna vyprodukovat přesné a správné výsledky.

Takovéto požadavky musí být aplikovány na veškeré měřicí a testovací přístroje a nástroje, které se ve výrobě objeví, ať už jsou majetkem společnosti, nebo jsou jen pronajaté bez ohledu na to, zda jsou použita pro vývoj, výrobu, inspekci, nebo provedení servisních úkonů. Tyto měřicí a testovací přístroje a nástroje spadají do tohoto systému, ať už jsou součástí stroje, nebo vybavení, tak jednotlivě používané.

Za správné fungování metrologického systému je odpovědný každý, kdo nakládá s měřicími a testovacími přístroji a nástroji z pohledu používání při výrobě, kalibrace a údržby a celkového životního cyklu těchto zařízení.

a) Osoba odpovědná za kalibraci:

- posuzuje a schvaluje požadavky na kalibraci,
- připravuje kalibrační postupy,
- spravuje záznamy kalibrace každého měřicího a testovacího přístroje a nástroje,
- zajišťuje dokumentovaný důkaz návaznosti na primární, nebo přijatý standard,
- prisuzuje jednotlivým zařízením kalibrační specifikace a kalibrační intervaly,
- během plánované kalibrace zajišťuje, že každý přístroj a nástroj je řádně označen identifikačním štítkem a kalibrační značkou,
- spolupracuje na kalibrační činnosti,

- stará se o zajištění nápravy, nebo odstranění zařízení, které jsou mimo tolerance.

b) Kalibrační koordinátor:

- posuzuje a schvaluje požadavky na kalibraci,
- posuzuje a schvaluje kalibrační postupy,
- spravuje záznamy kalibrace každého měřicího a testovacího přístroje a nástroje,
- zajišťuje dokumentovaný důkaz návaznosti na primární, nebo přijatý standard,
- přisuzuje jednotlivým zařízením kalibrační specifikace a kalibrační intervaly,
- spolupracuje na kalibrační činnosti,
- zpracovává data z kalibračních činností,
- zajišťuje přesné a aktuální výkresy k zakázkově vyráběným měřicím zřízením,
- stanovuje nejistoty měření spojené s měřicím systémem a standardy.

c) Technické oddělení:

- definuje přesnost a preciznost potřebnou pro proces a kontrolu měřicího a testovacího přístroje a nástroje,
- vybírá měřicí a testovací přístroje a nástroje podle potřebné aplikace,
- zajišťuje, že všechny měřicí a testovací přístroje a nástroje jsou součástí kalibračního systému.

d) Výroba:

- zajišťuje, že všechny měřicí a testovací přístroje a nástroje jsou součástí kalibračního systému,
- posuzuje a schvaluje kalibrační požadavky na modifikované měřicí a testovací přístroje a nástroje.

e) Manažer kvality

- posuzuje a schvaluje kalibrační postupy.

f) Ředitel oddělení kvality:

- stará se o vedení záznamů a analýzy metrik procesu,

g) Zaměstnanci:

- používají pouze kalibrované měřicí a testovací přístroje a nástroje,

- zachází s měřicími a testovacími přístroji a nástroji tak, aby se nezměnila jejich přesnost a funkce,
- vyvarují se změnám na přístrojích a nástrojích, které by mohly znehodnotit předchozí kalibrace. [14]

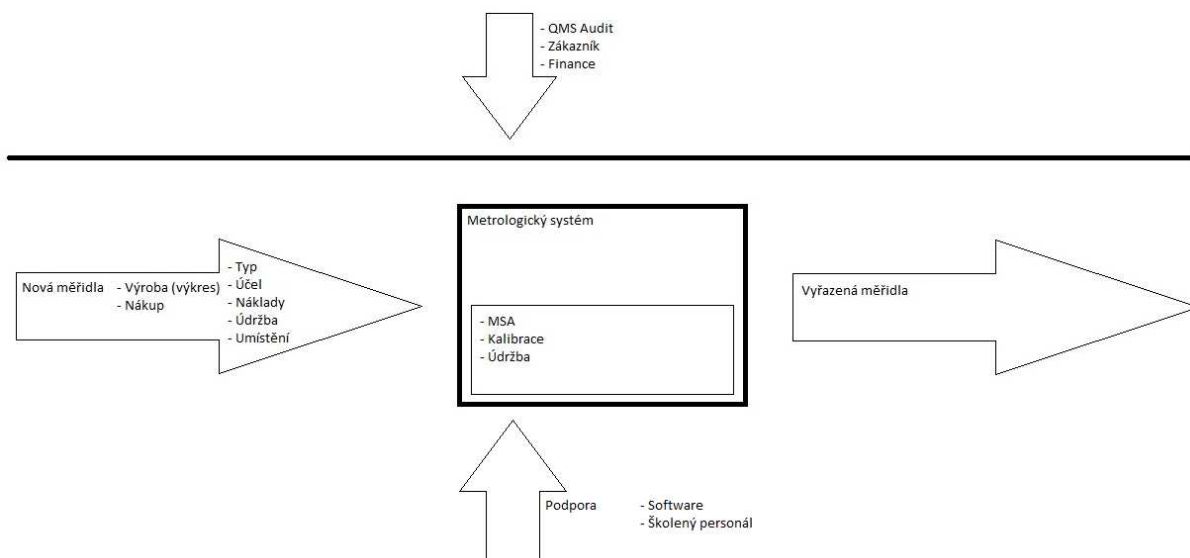
3.2 Měřicí a testovací přístroje a nástroje



Obrázek 5 - Schéma možností pro kalibraci měřidla

Při koupi nových měřicích a testovacích zařízení musíme určit, jak kritickou roli hrají ve výrobním cyklu, a podle toho jim přisoudit potřebu kalibrace. Některá měřidla nemusí být kalibrována vůbec, pokud splňují podmínky, že:

- nemají vliv na kvalitu finálního produktu,
- neovlivňují charakteristiky procesu, které by mohly ovlivnit finální produkt,
- ovlivňují finální produkt, ale mají stejnou kontrolu v následující operaci, nebo v akceptovatelné době tak, že další kontroly by byly zbytečné,
- ovlivňují finální produkt, ale po úvodní kalibraci se měřidlo může změnit jedině při jeho poškození, nebo zničení, což bude viditelné pro uživatele, nebo se tímto stane nepoužitelným,
- ovlivňuje finální produkt, ale svými fyzickými, nebo elektrickými charakteristikami by jakákoliv chyba vyřadila měřidlo z provozu.



Obrázek 6 – Schéma životní cyklus měřidla v metrologickém systému

Dále se dají měřidlům udělovat výjimky, díky kterým nemusí být kalibrovány:

- měřidlo monitoruje funkčnost systému pouze jako referenční,
- měřidlo nekontroluje žádnou specifickou funkci, která je spojená s výrobou produktů,
- měřidlo se používá pouze jako referenční při nastavování a neovlivňuje integritu produktu,
- měřidlo se kontroluje před použitím dobrým/špatným kusem pro udržení integrity procesu,
- měřidlo se nepoužívá pro měření, ale pouze k určení průchodu,
- měřidlo je použito k přidržení produktu, což umožňuje porovnání, testování, nebo měření. Integrita je kontrolována před použitím,
- měřidlo je použito pouze jako reference pro výpomoc při montáži,
- měřidlo je použito pro hrubé měření. Poškození, nebo opotřebení znamená, že je měřidlo nepoužitelné,
- kritický rozměr měřidla se při běžném používání neopotřebovává. Veškeré poškození by bylo viditelné pro uživatele,
- měřidlo je používáno k extrémnímu testování. Jeho přesnost je ověřena při výrobě a opotřebení z používání bude zanedbatelné,
- kalibrace měřidla by byla přebytečná,

- měřidlo je kalibrované při uvedení do provozu a jeho přesnost je ověřuje ve vymezených intervalech. [14]

3.3 Analýza systému měření (MSA)

Analýza měřicích systémů (MSA) je speciálně navržený experiment, jehož cílem je identifikovat složky změn v měření.

Stejně jako procesy, které vytvářejí produkt, se mohou lišit, procesy získávání dat měření se mohou změnit a způsobit vady. Analýza měřicích systémů vyhodnocuje zkušební metodu, měřicí přístroje a celý proces získávání měření, aby byla zajištěna celistvost údajů používaných pro analýzu (obvykle kvalitativní analýza) a aby byly pochopeny důsledky chyb měření při rozhodování o produktu nebo procesu. MSA je důležitým prvkem metodologie Six Sigma (šest sigma) a dalších systémů řízení kvality.

MSA analyzuje shromážděná data ze zařízení, operací, postupů, softwaru a personálu, které ovlivňují přiřazení čísla k měřicí charakteristice.

Analýza měřicích systémů zvažuje následující:

- výběr správného měření a přiblížení,
- hodnocení měřicího zařízení,
- hodnocení postupů měření a operátorů,
- hodnocení jakýchkoli interakcí měření.

Výpočet nejistoty měření jednotlivých měřicích zařízení a / nebo měřicích systémů

Mezi běžné nástroje a techniky analýzy měřicích systémů patří: kalibrační studie, fixní efekt ANOVA, složky rozptylu, studie atributů, Gage R & R, Gage ANOVA R & R, analýza destruktivních testů a další. Vybraný nástroj je obvykle určen podle charakteristik samotného měřicího systému.

Faktory mohou zahrnovat:

- zařízení: měřicí přístroj, kalibrace, upínky atd.,
- lidé: provozovatelé, školení, vzdělání, dovednosti, péče,

- proces: zkušební metoda, specifikace,
- vzorky: materiály, testované položky, plán vzorkování, příprava vzorků atd.,
- prostředí: teplota, vlhkost, klimatizace, předběžná úprava,
- řízení: vzdělávací programy, metrologický systém, podpora lidí, podpora systému řízení kvality atd..

Ty mohou být vykresleny v Ishikawa diagramu "rybí kosti", který pomůže identifikovat potenciální zdroje změn měření.

Proces analýzy měřicích systémů je definován v řadě publikovaných dokumentů včetně manuálu AIAG MSA, který je součástí řady vzájemně souvisejících dokumentů, které AIAG kontroluje a publikuje. Akční skupina automobilového průmyslu (AIAG) je nezisková asociace automobilových společností založená v roce 1982. Tyto příručky zahrnují:

- analýza možného výskytu a vlivu vad (FMEA),
- manuál statistické kontroly procesu (SPC),
- manuál pro analýzu měřicích systémů,
- manuál procesu schválení výroby (PPAP). [15]

3.3.1 ANOVA Gage R & R

Opakovatelnost a reprodukovatelnost měřicího systému ANOVA je technickou analýzou měřicích systémů, která používá analýzu rozptylu (ANOVA) modelu náhodných efektů pro posouzení měřicího systému.

Hodnocení měřicího systému není omezeno na měřidla (Gage), ale na všechny typy měřicích přístrojů, zkušební metody a jiné měřicí systémy.

ANOVA Gage R & R měří množství variability vyvolané měřeními samotným měřicím systémem a porovnává jej s celkovou variabilitou zjištěnou pro určení životaschopnosti měřicího systému. Existuje několik faktorů ovlivňujících systém měření, včetně:

- měřicí přístroje, měřidlo nebo přístroj samotný a všechny montážní bloky, podpěry, armatury, nosiče energie apod. Jednoduchost použití stroje, sklon mezi spojenými částmi a "nulové" bloky jsou například zdroje variability měřicího systému. V systémech provádějících elektrické měření jsou zdrojem obměny rozlišení elektrického šumu a analogového digitálního převodníku,
- provozovatelé (lidé), schopnost a/nebo disciplína osoby dodržující písemné nebo slovní pokyny,
- metody testování, způsob nastavení zařízení, zkušební příslušenství, způsob nahrávání dat atd.,
- specifikace je měřena na základě specifikace nebo referenční hodnoty. Rozsah nebo technická tolerance nemá vliv na měření, ale je důležitým faktorem při hodnocení životaschopnosti měřicího systému,
- části nebo vzorky (které se měří), některé položky lze jednodušeji měřit než jiné. Měřicí systém může být vhodný pro měření délky ocelových bloků, nikoli však pro měření kaučukových kusů.

Existují dva důležité aspekty Gage R & R:

- opakovatelnost (repeatability): změna měření provedená jednou osobou nebo nástrojem na stejné nebo opakované položce a za stejných podmínek,
- reprodukovatelnost (reproducibility): změna vyvolaná, když různí operátoři, nástroje nebo laboratoře měří stejný nebo replikovaný vzorek.

Je důležité porozumět rozdílu mezi přesností a precizností, abychom pochopili účel Gage R & R. Gage R & R se zabývá pouze přesností měřicího systému. Je běžné zkoumat poměr P / T , který je poměrem přesnosti (P) měřicího systému k (celkové) toleranci (T) výrobního procesu, jehož je součástí. Je-li poměr P / T nízký, dopad na změnu kvality produktu v důsledku měřicího systému je malý. Pokud je poměr P / T větší, znamená to, že měřicí systém "spotřebuje" velkou část tolerance, protože části, které nemají dostatečnou toleranci, mohou být měřeny jako přijatelné měřicím systémem. Obecně poměr P / T menší než 0,1 znamená, že měřicí systém může spolehlivě určit, zda daná součást splňuje specifikaci tolerance. Poměr P / T vyšší než

0,3 naznačuje, že měřicí systém může měřit nevyhovující části jako vyhovující (nebo naopak), což způsobuje, že systém není vhodný pro proces, pro který se používá.

ANOVA Gage R & R je důležitým nástrojem v rámci metodologie Six Sigma a je také požadavkem na balíček dokumentace pro schválení výrobní části (PPAP).

Neexistuje univerzální kritérium minimálních požadavků na vzorek pro matici GR&R, protože je záležitostí technického inženýra, aby vyhodnotil rizika v závislosti na tom, jak je měření kritické a jak je drahé. "10 × 2 × 2" (deset dílů, dva operátoři, dvě opakování) je pro některé studie přijatelným vzorkováním, ačkoli má pro obsluhující komponentu velmi málo stupňů volnosti. Používá se několik metod stanovení velikosti vzorku a stupně replikace.

V jedné studii má být každý díl měřen dvakrát dvěma různými operátory. ANOVA pak umožňuje identifikovat jednotlivé zdroje změn v naměřených datech. Změna dílčí části, opakovatelnost měření, odchylky způsobené různými operátory a odchylky způsobené částečnou interakcí operátora.

Výpočet variačních složek a standardních odchylek pomocí ANOVA je ekvivalentní výpočtu rozptylu a standardní odchylky pro jednu proměnnou, ale umožňuje jednotlivě kvantifikovat více variačních zdrojů, které současně ovlivňují jedinou sadu dat. Při výpočtu rozptylu datové sady se vypočítá součet rozdílů čtverců mezi jednotlivými měřeními a průměrem a pak se dělí stupněm volnosti (n - 1). Součty rozdílů čtverců jsou vypočteny pro měření stejné části, stejného operátora atd., Jak je uvedeno v níže uvedených rovnicích pro část (SSPart), operátor (SSOp), opakovatelnost (SSRep) a celkovou variaci (SSTotal).

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{Part}} &= n_{\text{Op}} \cdot n_{\text{Rep}} \sum (\bar{x}_{i..} - \bar{x})^2 \\
 SS_{\text{Op}} &= n_{\text{Part}} \cdot n_{\text{Rep}} \sum (\bar{x}_{.j.} - \bar{x})^2 \\
 SS_{\text{Rep}} &= \sum \sum \sum (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2 \\
 SS_{\text{Tot}} &= \sum \sum \sum (x_{ijk} - \bar{x})^2
 \end{aligned}$$

Rovnice 1 - Rovnice pro výpočty v ANOVA GR&R

Kde n_{Op} je počet operátorů, n_{Rep} je počet opakovaných měření každé části u každého operátora, n_{Part} je počet částí, \bar{x} je velký průměr, $\bar{x}_{i.}$ je průměr pro každou část, $\bar{x}_{.j.}$ je

Průměr pro každého operátora, x_{ijk} je každé pozorování a x_{tij} je průměr pro každou úroveň faktoru. Při sledování metody výpočtu nejsou výslovně vyžadovány výrazy, protože každý rozdíl čtverců se opakuje automaticky po řádcích pro počet měření, které splňují všechny podmínky. Součet rozdílů čtverců pro interakci s částmi podle operátora (SSPart · Op) je zbytkovou variací dané hodnoty.

Často se předpokládá, že speciální software, jako je Minitab, je nutný k provedení analýzy dat a mnoho lidí provádí tyto studie pouze zapojením čísel bez skutečného pochopení základních výpočtů. Vlastní výpočty pro Gage R & R jsou docela snadno srozumitelné a nastavitelné v tabulkách, jako je Excel. [16]

3.4 Určování optimální doby pro kalibraci měřicích zařízení

Cílem určování optimální doby kalibrace je především úspora financí. Určení optimální doby se dosahuje pomocí výpočtu spolehlivosti měřidla.

Spolehlivost je pravděpodobnost, že měřicí zařízení zůstane v rozmezí specifikace po určenou dobu. Cílová spolehlivost je minimální šance, že bude dosaženo výsledků v toleranci, nebo specifikaci, které jsou přijatelné.

Spolehlivost (Reliability, R_0) se spočítá jako poměr, kolikrát bylo měřidlo v toleranci ku kolikrát bylo měřidlo kalibrováno. [15]

4 Struktura metrologického systému KYB Manufacturing Czech s.r.o.

4.1 Představení KYB Manufacturing Czech s.r.o.



Obrázek 7 - Budova KMCZ v Pardubicích

KYB je výrobce originálních, ale i náhradních dílů tlumičů a pružin pro automobily. Česká pobočka KMCZ japonské firmy KYB byla založena v srpnu 2003 a samotná výroba byla zahájena v prosinci roku 2006. Důvodem bylo pokrýt čtyři hlavní automobilové trhy a zrychlit tak reakci na potřeby zákazníků. KMCZ ve Starých Čívicích, které spadají pod správu města Pardubice, zajišťuje výrobu pro TPCA, Toyota ve Francii a Anglii, maďarskou pobočku Suzuki, Nissan v Anglii, Rusku a Španělsku, Renault ve Slovinsku a Francii a Daimler ve Francii.

Pardubická pobočka firmy KYB je jedna z 84 celosvětových základen výroby.



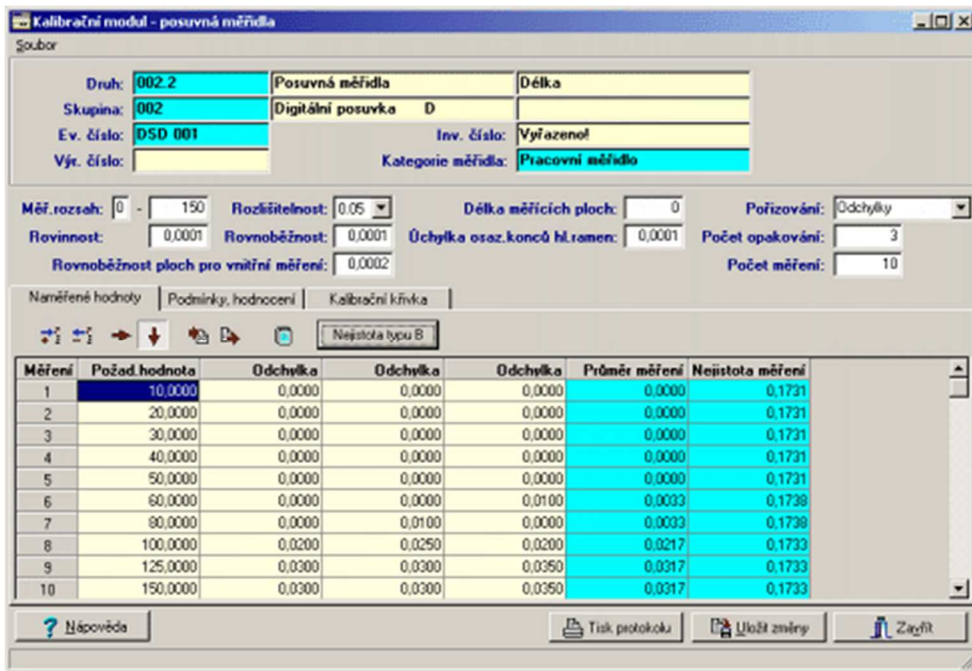
Obrázek 8 - Ukázka produktů v automobilech KMCZ



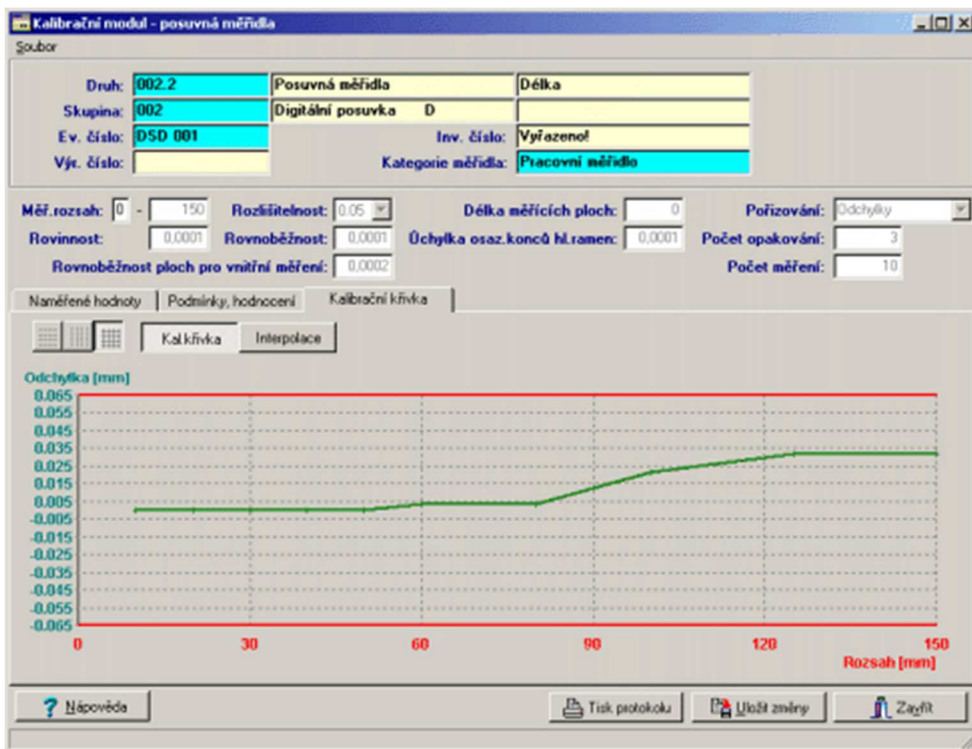
Obrázek 9 - Ukázka produktů KMCZ

4.2 Metrologický systém v KYB Manufacturing Czech

V současné době má KMCZ odhadem 4500 měřidel ve svém systému. Pro vedení záznamů o měřidlech a jejich kalibraci používají systém QTREE od firmy Třeštík.



Obrázek 10 - Ukázka programu QTREE - záznam kalibračního měření



Obrázek 11 - Ukázka programu QTREE - kalibrační křivka

Pro vlastní potřeby KYB vypracovala interní normy Řízení kalibrací. Tato interní norma se skládá z 9 oddílů.

- Oddíl 1 – Účel,
- Oddíl 2 – Rozsah platnosti,
- Oddíl 3 – Související dokumenty,
- Oddíl 4 – Použité zkratky,
- Oddíl 5 – Pojmy a definice,
- Oddíl 6 – Odpovědnosti,
- Oddíl 7 – Postup,
- Oddíl 8 – Vývojový diagram,
- Oddíl 9 – Přílohy.

Účelem této normy je zajištění, aby všechny testovací a měřicí přístroje a nástroje sloužily k zabezpečení požadované kvality výroby. Toho je dosahováno zavedeným systémem kalibrací dle metodik plnící zákonné požadavky a řádnou evidencí, údržbou a použitím měřidel.

Norma se stará i o zavedení odpovědností jednotlivých pracovišť a pracovníků.

Tabulka 1 - Matice odpovědnosti pracovišť a pracovníků v KMCZ – P14 „kalibrace, metrologie, laboratoř“

Pracovní funkce / oddělení Činnosti a úkoly	Kalibrační pracoviště	Pracovníci pověřeni kalibracemi	Uživatel přístroje	Vedoucí oddělení	Vedoucí oddělení kvality
Viz. bod 6.2	P	P	S	I	I
Viz. bod 6.3	P	P	S	I	I
Viz. bod 6.4	S	S	P	I	I
Viz. bod 6.5	I	I	-	P	I
Viz. bod 6.6	I	I	-	I	P

P - plná odpovědnost

S - spolupráce

I - informován

Jednotlivá pracoviště mají přidělené úkoly a odpovědnosti a jsou navzájem svázaná maticí odpovědnosti.

a) Kalibrační pracoviště (6.2)

Zajišťuje nákupy měřicích zařízení podle schválených požadavků a přiděluje evidenční čísla. Zabezpečuje interní a externí kalibrace a řízení informací o evidenci měřidel. Další náplní je kontrola dodržování metrologického řádu, sledování, udržování a chránění kalibračních standardů a zařízení a určování nápravných opatření pro přístroje s velkou odchylkou po kalibraci.

b) Pracovníci pověření kalibrací (6.3)

Přebírají a zařazují nově zakoupená zařízení, vedou jejich evidenci a provádí přesuny jednotlivých měřidel mezi odděleními. Tito pracovníci plánují a provádí kalibrace měřicích přístrojů v kalibračních intervalech, kontrolují a ověřují výsledné odchylky a vyhotovují požadavky na opravy a vyřazení měřicích zařízení.

c) Uživatel přístroje (6.4)

Musí používat jen evidovaná a kalibrovaná měřidla a sleduje jejich stav. Provádí údržbu a ochranu měřidel, pokud je předepsaná. Dle kalibračního plánu předává měřidla na kalibrační pracoviště.

d) Vedoucí oddělení (6.5)

Dohlíží na systémové provádění zadaných úkolů.

e) Vedoucí oddělení kvality (6.6)

Schvaluje požadavky na vyřazení a nákupy měřidel. Stará se o schvalování identifikace, kalibračních intervalů a třídy přesnosti podle zařízení a požadavků na něj. Vydává a mění stávající normy.

Norma zohledňuje postupy při kalibracích a kalibrační intervaly, postupy nakládání s měřidly při jejich používání, nákupu, údržbě, seřizování a opravování a vyřazování. Životní cyklus takového měřidla je znázorněn v příloze 2 - Vývojový diagram životního cyklu měřidla v KMCZ. Při auditech nemá firma problém dokázat veškeré potřebné dokumenty a uspět. Dostávají pouze připomínky týkající se nadbytečného poškozování a ztrát měřících zařízení, což nejenom přináší komplikace pro měření, ale i finanční zátěž díky nákladům nad plán kalibrací a oprav. [17]

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání celosvětových standardů s interními normami a realitou ve společnosti KYB Manufacturing Czech s.r.o.

Pro správné pochopení fungování metrologického systému jsem provedl analýzu metrologie jako celku, norem ISO9001:2015 a ISO/TS 16949:2009, metrologického systému v systému řízení kvality, který mi dal přehled o systémech v automobilovém průmyslu.

Tímto zpracováním jsem se dostal k optimálnímu řešení a měl jsem základ k porovnávání s KMCZ. Porovnáním kapitol metrologický systém pro dodavatele automobilového průmyslu a metrologický systém v KYB manufacturing czech s.r.o. jsem našel několik oblastí, kde by se interní normy pro KMCZ daly zlepšit.

Jako první z aspektů pro optimalizaci jsem objevil, že norma neobsahuje výjimky pro kalibraci některých nekritických měřicích zařízení, čímž by se ušetřil čas při kalibracích, pracovní síla nutná k této práci a celkové finanční zatížení. Tato zařízení by musela být řádně zaevidována do systému, aby při auditech nedocházelo ke zbytečným nejasnostem.

Norma uvádí odpovědnosti pouze pro pracoviště, nikoliv pro zaměstnance pracující na nich. V matici odpovědnosti je zdvojená odpovědnost pro kalibrační pracoviště a pracovníky pověřenými kalibracemi.

Další vylepšení by se mohlo týkat určování kalibračních intervalů. Stávající norma má přesně určené doby platnosti kalibrací, které mohou být pro některé měřicí zařízení nedostatečné, nebo naopak zbytečně časté. Díky výpočtům spolehlivosti měřicích zařízení se dají určit kalibrační intervaly pro každé měřidlo.

Norma neuvádí žádné požadavky na kvalifikaci a školení jednotlivých pracovníků, které je nezbytné.

V neposlední řadě norma neobsahuje standardní formulář pro požadavky na zařazení měřicího zařízení do systému, požadavky na jeho údržbu, opravu, nebo kalibraci a požadavky o vyřazení měřicího zařízení ze systému.

6 Seznam použité literatury

- [1] PETŘKOVSKÁ, Lenka a Lenka ČEPOVÁ. *Strojírenská metrologie: studijní opora "Strojírenská metrologie"*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 978-80-248-2723-0.
- [2] EURAMET. *Metrology - in short*. 3. edition. Lyngby: [Danish Fundamental Metrology], 2008. ISBN 9788798815457.
- [3] Organisation Internationale de Metrologie Legale. (2000), *International Vocabulary of Terms in Legal Metrology*, [Online]
- [4] Bureau International des Poids et Mesures. (2005), "What is metrology", Copyright BIPM 2004, [Online]
- [5] National Institute of Standards and Technology. (1999), *The NIST Reference of Constants, Units, and Uncertainty*, [Online]
- [6] National Institute of Standards and Technology / Sematech. (n.d.). *Engineering Statistics Handbook*. [Online]
- [7] RAY TRICKER AND BRUCE SHERRING-LUCAS. *ISO 9001: 2000 in brief*. 2nd ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. ISBN 9780750666169.
- [8] ČSN EN ISO 9001:2015. *Systém managementu kvality – požadavky*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [9] ČSN ISO/TS 16949. *Systém managementu kvality – Zvláštní požadavky na používání ISO 9001:2000 v organizacích zajišťujících sériovou výrobu a výrobu náhradních dílů v automobilovém průmyslu*. Český normalizační institut, 2002.
- [10] ISO / IEC 17011. „*Posuzování shody - Všeobecné požadavky pro akreditační orgány akreditující subjekty posuzování shody*“, 2004.
- [11] ISO / IEC 17021. „*Posuzování shody - Požadavky na subjekty poskytující audit a certifikaci systémů řízení*“, 2011.
- [12] *Historie ISO 9001* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.british-assessment.co.uk/iso-9001-history>
- [13] *Národní metrologický systém České republiky* [online]. [cit. 2017-07-01]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/test/narodni-metrologicky-system-ceske-republiky>
- [14] RAQA-104 „*Kontrola inspekčního, měřicího a testovacího zařízení*“, Arrow International Inc., 2014.
- [15] RAQA-105 „*Jak vypočítat kalibrační intervaly*“ Arrow International Inc., 2014.


- [16] *Analýza systému měření (MSA)*. 4.vydání Praha: Česká společnost pro jakost, 2011.
ISBN 978-80-02-02323-5.
- [17] P14 „*Kalibrace, metrologie, laboratoř – systém: podpůrný proces*“ KYB,
2014.

7 Seznam obrázků, tabulek a rovnic

Obrázek 1 - Struktura NMS ČR	20
Obrázek 2 - Znázornění struktury mezinárodní normy v cyklu PDCA – ISO 9001:2015	22
Obrázek 3 - Schematické znázornění prvků jednoho procesu – ISO 9001:2015	24
Obrázek 4 - Model procesně orientovaného systému managementu kvality – ISO/TS 16949:2009	28
Obrázek 5 - Schéma možností pro kalibraci měřidla	34
Obrázek 6 – Schéma životní cyklus měřidla v metrologickém systému	35
Obrázek 7 - Budova KMCZ v Pardubicích	41
Obrázek 8 - Ukázka produktů v automobilech KMCZ	42
Obrázek 9 - Ukázka produktů KMCZ	42
Obrázek 10 - Ukázka programu QTREE - záznam kalibračního měření	43
Obrázek 11 - Ukázka programu QTREE - kalibrační křivka	43
Tabulka 1 - Matice odpovědnosti pracovišť a pracovníků v KMCZ – P14 „kalibrace, metrologie, laboratoř“	44
Rovnice 1 - Rovnice pro výpočty v ANOVA GR&R	39

8 Seznam příloh

Příloha 1 - Kalibrační štítky KMCZ.....	53
Příloha 2 - Vývojový diagram životního cyklu měřidla v KMCZ	54

 <i>Our Precision, Your Advantage</i>	Řízení kalibrací	Číslo:	P14.001
	P14 Calibration, metrology, laboratory	Revize:	3
	Systém: Podpůrný proces	Datum:	9.6.2014
		Strana:	12/13

3. Kalibrační štítky

Evidenční číslo

Interní označení měřidla evidenčním číslem

AA 001

Interní kalibrační štítek

Platnost kalibrace do data vyznačeného na štítku



Externí kalibrační štítek

Platnost kalibrace do data vyznačeného na štítku



Štítek měřidla v zásobě

Označení měřidla v zásobě



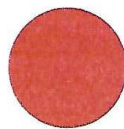
Štítek informačního měřidla

Označení informačního měřidla, které nepodléhá kalibraci



Štítek nevyhovujícího měřidla


Označení nevyhovujícího / vyřazeného měřidla, které se nesmí používat



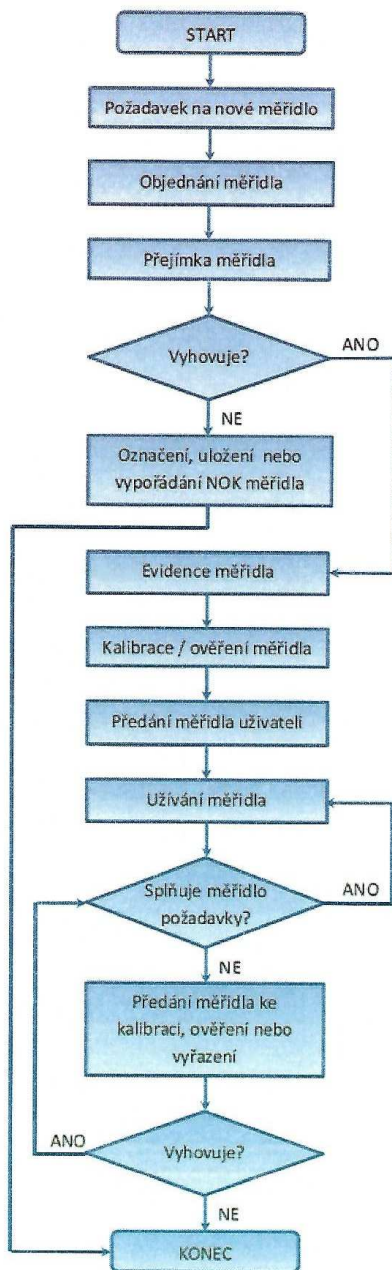
Připravil: Kašpar

Zkontroloval: Pavlíková

Schválil: Kopecký

 Our Precision, Your Advantage	Řízení kalibrací	Číslo:	P14.001
	P14 Calibration, metrology, laboratory	Revize:	3
	Systém: Podpůrný proces	Datum:	9.6.2014
		Strana:	13/13

4. Vývojový diagram



Připravil: Kašpar

Zkontroloval: Pavliková

Schválil: Kopecký