

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Typ: Magisterský
Studijní obor: Strojírenská technologie-technologie obrábění

Diplomová práce

Revitalizace metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.

Autor: Bc. Tomáš Holeček
Vedoucí práce: Doc. Ing. František Zvoneček, Ph.D.
Konzultant: Miroslav Šmiřák, dipl. tech.

Akademický rok 20011/2012

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Františkovi Zvonečkovi, Ph.D. a konzultantovi Miroslavovi Šmiřákovi, dipl. tech. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Holeček	Jméno Tomáš		
STUDIJNÍ OBOR	N 2301 „Strojírenská technologie-technologie obrábění“			
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Zvoneček, Ph.D.	Jméno František		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Revitalizace metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2012
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	67	TEXTOVÁ ČÁST	61	PŘÍLOHY	26
---------------	----	---------------------	----	----------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Diplomová práce se zaměřuje na důkladnou analýzu současného stavu metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. Následně dochází k porovnání aktuálního stavu s požadavky zákona o metrologii, ČSN EN ISO 10012:2003 a ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. Z porovnání vyplývají nedostatky a stanovují se nápravná opatření. Závěrem práce se řeší posouzení výhodnosti interních kalibračních dělkových měřidel.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>metrologie, mezinárodní normy ČSN EN ISO 10012:2003 a ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, kalibrace, měření délek</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Holeček	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	N 2301 „Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Zvoneček, Ph.D.	Name František	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Revitalization of Metrology in ŠKODA ELECTRIC a.s. Company		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2012
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	67	TEXT PART	61	SUPPLEMENTS	26
----------------	----	------------------	----	--------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Diploma thesis focuses on detailed analysis of current condition of metrology in ŠKODA ELECTRIC Ltd. which is afterwards compared with metrology law requirements, ČSN EN ISO 10012:2003 and ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. Subsequently the comparison shows the shortcomings and corrective measures are adopted. In the end of the thesis expediency of internal calibration of length measurements is compared.
KEY WORDS	metrology, international standards ČSN EN ISO 10012:2003 a ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, calibration, measuring of lengths

Obsah

Seznam použitých zkratk	2
Seznam symbolů	3
1 Úvod	4
1.1 Cíle práce	5
1.2 Společnost	5
1.3 Integrovaný systém managementu kvality	11
2 Stav metrologie společnosti	13
2.1 Divize Pohony a Trolejbusy	13
2.2 Divize Trakční motory	14
2.2.1 Výrobní program - jednotlivé díly a měřené veličiny (rozměry)	15
2.2.2 Požadavky na přesnost	23
2.2.3 Struktura měřidel	29
3 Porovnání stavu s ohledem na ČSN EN ISO 10012:2003 a 17025:2005	35
3.1 ČSN EN ISO 10012:2003 [13]	36
3.1.1 Odpovědnost managementu	39
3.1.2 Řízení zdrojů	39
3.1.3 Metrologická konfirmace	41
3.1.4 Proces měření	42
3.1.5 Analýza a zlepšování systému managementu měření	44
3.2 ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 [14]	46
4 Alternativy nápravných opatření	49
4.1 Návrh opatření k odstranění nedostatků	49
5 Hodnocení přínosů	54
5.1 Zavedení metrologické evidence měřidel s využitím SW	54
5.2 Posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel	56
5.3 Hodnocení přínosů interních kalibrací délkových měřidel	61
6 Závěr	63
Seznam použité literatury	65
Přílohy	67

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BUS	Divize Trolejbusy
CAQ	Computer Aided Quality (Systémy posilující řízení jakosti)
ČMI	Český metrologický institut
ČMS	Česká metrologická společnost
IMS	Integrovaný systém managementu
IRIS	International Railway Industry Standard (Mezinárodní standardizace železničního průmyslu)
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MSA	Measurement System Analysis (Analýza systémů měření)
PDCA	Cyklus pro postupné zlepšování kvality formou opakovaného provádění čtyř základních činností (neustálé zlepšování)
POH	Divize Pohony
RAL	Speciální vzorníky na tloušťky a odstíny lakovaných vrstev trolejbusů
ŘPM	Řád podnikové metrologie
SI	Le Système International (Mezinárodně domluvená soustava jednotek)
SPC	Statistical Process Control (Statistická regulace procesů)
SW	Software
TRM	Divize Trakční motory

SEZNAM SYMBOLŮ

Symbole a značky	Jednotky	Popis
U	[V]	elektrické napětí
I	[A]	elektrický proud
R	[Ω]	elektrický odpor
P	[W]	výkon
\emptyset	[mm]	průměr
d,l	[m]	délka

1 ÚVOD

Metrologie je v současné době velmi důležitým oborem, který se neustále vyvíjí a je mu věnována stále větší pozornost, a to nejen v oblasti strojírenství. Měření délek je důležitou složkou metrologie samotné, neboť se jedná o nejčastěji uplatňované měření ve strojírenské praxi, a proto mu bude v této práci věnována velká pozornost. Už v dávné minulosti si vynutila výroba a obchod určování jednotek délky. Byla určena délka ruky či délka stopy (určení délky stopy, Köbl, rok 1584). Roku 1875 na metrické konvenci v Paříži vznikla první definice měřicí jednotky délky, která se stále měnila v závislosti na poznání a možnostech techniky až do současné podoby definice metru, jež je platná od roku 1983. Metr je jednou ze sedmi zákonných měrových jednotek mezinárodní soustavy SI. Oblast metrologie, jejíž podstatnou součástí je měření délek, je v současné době pro všechny strojírenské podniky velmi důležitým oborem. Důvodů je hned několik: ať už z důvodu konkurenceschopnosti vůči ostatním podnikům na trhu, v případě vývoje nových produktů či inovace zastaralých výrobků. Metrologie a samotné metody měření jsou také velmi důležitým prvkem při zvyšování kvality a efektivnosti výroby, a proto by společnosti, ani v dnešní době, neměly mít strach investovat své zdroje (finance) do zavádění nebo jen případného zdokonalování systémů metrologie (jakosti).

Diplomová práce se dopodrobna zabývá oblastí metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. Obor metrologie je ve společnosti, vyrábějící trakční motory, pohony a trolejbusy velmi rozsáhlou oblastí, a proto se, z důvodu rozsahu, diplomová práce zaměřuje jen převážně na měření délek a geometrických veličin v divizi Trakční motory.

Z počátku práce se zjišťuje současný stav metrologie v divizi Trakční motory. Jedná se o prozkoumání výrobního programu a získání informací o jednotlivých dílech, které společnost sama vyrábí anebo naopak, které nakupuje od externích dodavatelů. Poté se shromažďují údaje o měřených veličinách (rozměrech) jednotlivých dílů a s akceptováním rozdílných požadavků na přesnost (MSA - analýza systémů měření a SPC - statistická regulace procesů) individuálních dílů se zkoumá struktura měřidel. Následně je pak porovnáván zjištěný aktuální stav metrologie s požadavky zákona o metrologii č. 505/1990 Sb. a doplňujících vyhlášek Ministerstva průmyslu a obchodu, které jsou realizovány pomocí mezinárodních norem ČSN EN ISO 10012:2003 a ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, jakožto nástrojů jejich realizace. Porovnání s požadavky norem je směřováno převážně ke kalibrační laboratoři délkových veličin (evidence měřidel, opravy a seřizování měřidel, záznamy, kalibrace atd.), kde se provádí jak podniková metrologie – zajištění interních kalibračních služeb, tak i externí kalibrace. K porovnání současného stavu metrologie s mezinárodní normou ČSN EN ISO 10012 je využito získaných informací o stavu a průběhu systému metrologie podniku, Metrologického řádu podniku, Příručky Integrovaného systému managementu a přihlídnutí k normě ISO 9001, jež stanovuje požadavky na systém řízení kvality. Závěrem porovnání zjištěného aktuálního stavu metrologie je vytyčení všeobecných požadavků na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří podle mezinárodní normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, které kalibrační laboratoř, v případě vydávání kalibračních protokolů externím zákazníkům a nabízení kalibračních služeb, musí splnit. Z porovnávání současného stavu metrologie se stanovenými požadavky, které vyžadují mezinárodní normy, vyplývají chyby a diplomová práce řeší a nachází nápravná opatření, v případě zásadních chyb, anebo jen varianty zlepšení, v případě nedostatků.

Na závěr práce jsou zhodnoceny přínosy zavedení metrologické evidence měřidel s využitím softwaru Palstat CAQ a je vyhodnocen rozbor nákladů a výnosů kalibrační laboratoře (za určité časové období). Dochází k posouzení výhodnosti interních kalibrací a rozboru ekonomického hlediska, zda by pro společnost bylo výhodnější nahradit práci vlastní kalibrační laboratoře pro délkové veličiny nákupem kalibračních služeb od externí akreditované kalibrační laboratoře či nikoliv.

1.1 Cíle práce

Diplomová práce si vytyčuje hned několik cílů. Prvním z nich je důkladná analýza současného stavu metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s., a to ve vymezeném rozsahu, který se zaměří na měření délkových a geometrických veličin.

Dalším cílem je porovnání aktuálního stavu s požadavky zákona o metrologii, ČSN EN ISO 10012:2003 a ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 a následné identifikace nedostatků a prohřešků.

Třetí cíl má pak navrhnout opatření k odstranění veškerých nedostatků a ukázat možná řešení jejich nápravy.

Čtvrtý cíl se zaměřuje na oblast technologie, vývoje a inovací a hodnotí přínosy zavedení metrologické evidence měřidel s využitím nejnovějších softwarů.

Pátý a poslední cíl diplomové práce má za úkol posoudit výhodnost interních kalibrací délkových měřidel ve vlastním kalibračním středisku a zaměřuje se zejména na hledisko ekonomické.

1.2 Společnost

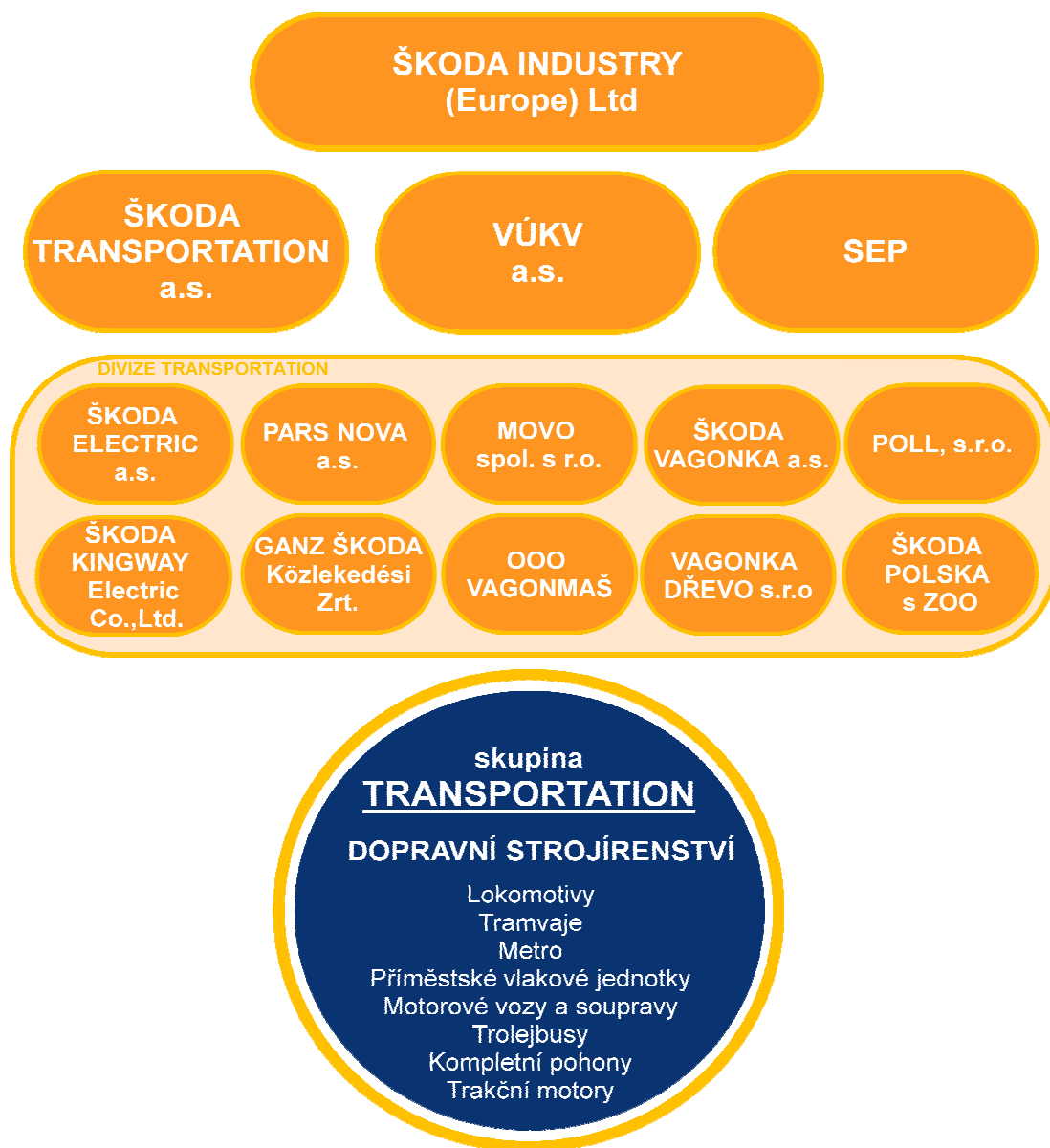
Společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. je výrobcem moderních trolejbusů a elektrických pohonů dalších dopravních prostředků. Strategickým záměrem společnosti je dosáhnout špičkových parametrů vyvíjených a vyráběných produktů a stát se rovnocenným a spolehlivým partnerem významných výrobců dopravních prostředků na světovém trhu, při dodržování zásad ochrany životního prostředí, bezpečnosti a ochrany zdraví během realizace i provozu produktů.

Historie společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.

- 1859 Založení strojírenské dílny p. Emilem Škodou
- 1920 Byl navržen první trakční motor, zahájena výroba el. trakčních lokomotiv ŠKODA
- 1921 Vybudována továrna elektrotechnického strojírenství v Plzni
- 1927 Vyrobená první elektrická lokomotiva ŠKODA
- 1936 Zhotoven první trolejbus ŠKODA 1Tr

- 1959 Patentované řešení přenosu momentu na nápravu (kloubová spojka ŠKODA)
- 1961 Zřízena nová továrna na motory
- 1962 Byly vyrobeny první měniče (pro lokomotivy 70E)
- 1972 Aplikován první kompenzovaný 1000kW motor pro dvousystémové lokomotivy 55E
- 1985 Vyroben první střídavý trakční motor
- 1993 Použity první měniče GTO (lokomotivy 90 E, 93 E)
- 1994 Zavedeny elektromagnety pro lineární krokové pohony tyčí jaderných elektráren
- 1996 Vyvinuty měniče střídavého napětí, založené na technologii IGBT (tramvaje T3m, metro Praha)
- 1998 Uveden do provozu první trolejbus s asynchronním trakčním motorem a IGBT měničem ŠKODA (21 ACI)
- 1999 Použity DC/AC měniče na bázi HV IGBT technologie (EMU 471)
- 2003 Založení ŠKODA ELECTRIC s.r.o. fúzí ŠKODA DOS s.r.o. se ŠKODA CONTROLS s.r.o.
- 2003 Fúze ŠKODA ELECTRIC s.r.o. se ŠKODA TRAKČNÍ MOTORY s.r.o.
- 2003 Homologace ISO 9001:2000
- 2003 Přejechod oboru Trolejbusy do ŠKODA ELECTRIC s.r.o. ze ŠKODA OSTROV s.r.o.
- 2004 Zahájení dodávek trolejbusů do USA
- 2004 Nové nízkopodlažní trolejbusy ŠKODA z Plzně
- 2007 Přejechod na akciovou společnost

SKUPINA ŠKODA



Obr. 1 Strukturální a organizační schéma skupiny ŠKODA [1]

Výrobní struktura společnosti se dělí na tři primární divize:

1) Divize TRAKČNÍ MOTORY



2) Divize POHONY

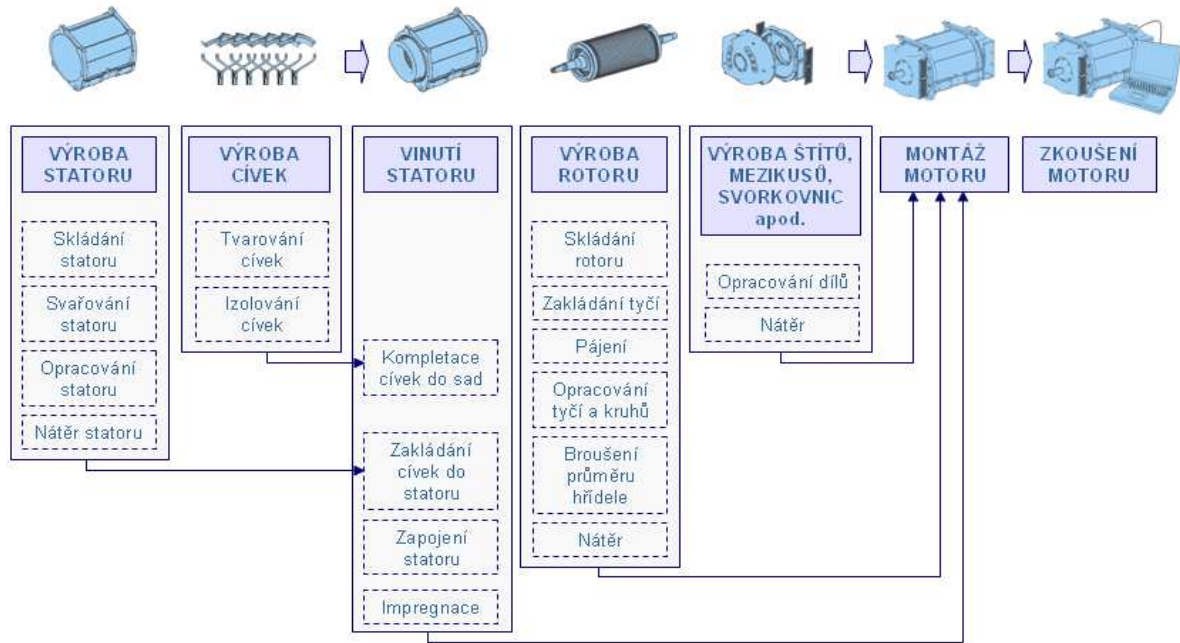


3) Divize TROLEJBUSY



ad1) Divize TRAKČNÍ MOTORY:

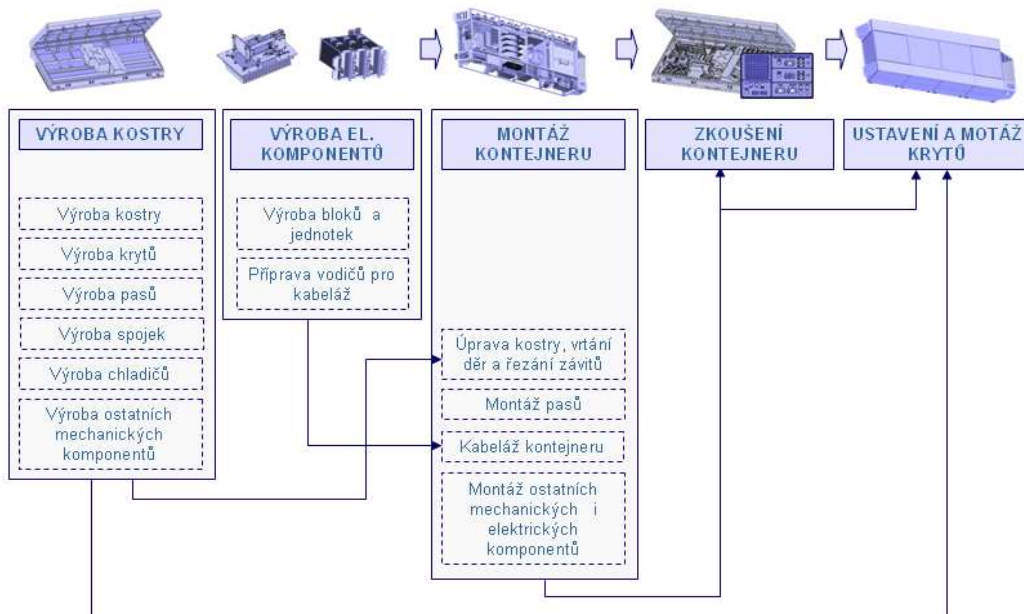
- AC motory pro tramvaje, trolejbusy. AC trakční motory pro důlní vozidla, metro, lokomotivy. PMSM motory; AC statory; speciální motory.
- Modernizace a generální opravy trakčních motorů.



Obr. 2 Technologické schéma výroby motoru [1]

ad2) Divize POHONY:

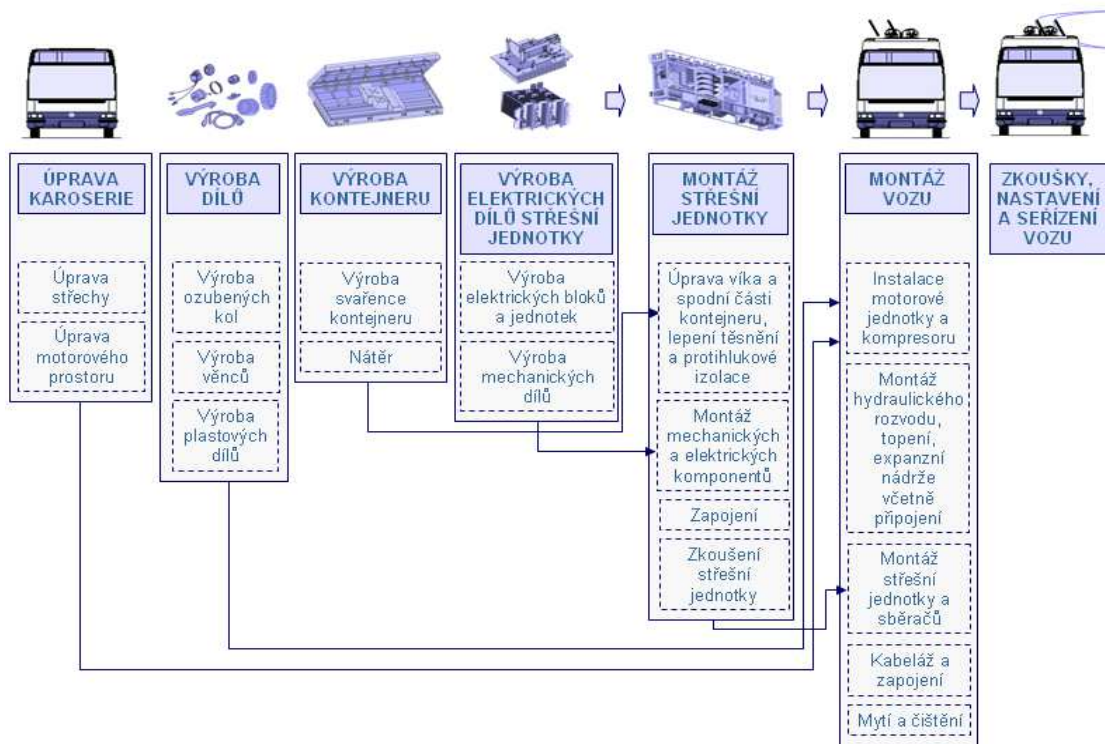
- Trakční pohony pro tramvaje, trolejbusy, metro, lokomotivy, příměstské jednotky.
- Měníče pro hlavní i pomocné pohony.
- Pohony pro lokomotivy elektrické i dieselelektrické.



Obr. 3 Technologické schéma výroby pohonu [1]

ad3) Divize TROLUJBUSY:

- Nízkopodlažní sólo a kloubové trolejbusy ŠKODA.
- Přestavba dieselových autobusů na trolejbusy, instalace elektrických součástí do koster vozů.
- Dodávky kompletních trakčních elektrických výzbrojí trolejbusů.



Obr. 4 Technologické schéma výroby trolejbusu [1]

Pracoviště:

Plzeň – generální ředitel, divize Trakční motory, divize Pohony a Trolejbusy, exekutiva

Praha – vývojové pracoviště

Ostrov u Karlových Varů – konstrukce trolejbusů, obchod a servis trolejbusů (v současné době rovněž přesun do Plzně – divize Pohony a Trolejbusy)

Zajímavosti vyráběných produktů:

- Největší trakční motory ŠKODA pohánají obří důlní vozidla, která mají průměr kola 4 metry a uvezou 320 tun nákladu.



- Vysokorychlostní vlaky, které jezdí rychlostí přes 320 km/h, také používají statory ŠKODA.
- Rovněž 30 nejmodernějších vlakových souprav METRO PRAHA je vybaveno pohonem ŠKODA.
- Společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. uvádí na trh v průměru 1 nový typ trolejbusu ročně (např: ŠKODA 27Tr, ŠKODA 30Tr, barvy trolejbusů si zadává konečný uživatel trolejbusu v objednavce, liší se podle Dopravních podniků).
- Nový kloubový trolejbus ŠKODA má stejnou přepravní kapacitu jako dopravní letoun Boeing 737.



- Trolejbus ŠKODA může jezdit i bez elektrické trakce a urazí tak vzdálenost až 200 km.

1.3 Integrovaný systém managementu kvality

Společnost disponuje platnými certifikáty pro vývoj, výrobu, zkoušení, obchod, servis a modernizaci elektrických zařízení (TRM), vč. tvorby SW a uvádění zařízení do provozu (PaT).

- Certifikace IMS dle EN ISO 9001 (od r. 1996)

- Implementace požadavků IRIS - International Railway Industry Standard, certifikace od 05/2011 (včetně implementace normy EN 50126 – RAMS systémy zabezpečování bezpečnosti a spolehlivosti)
- Implementace standardů a nástrojů automobilového průmyslu ISO/TS 16949
- EMS (Životní prostředí) dle EN 14001 (od r. 2007)
- OHSAS (BOZP) (ČSN OHSAS 18001:2008)
- QMS ve svařování, dle EN 15085-2 (SLV Hannover) pro železniční aplikace
- QMS ve svařování, dle ISO 3834-2 (SVV Praha)

Všechny platné certifikáty jsou k dispozici na internetových stránkách společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. [2].

2 STAV METROLOGIE SPOLEČNOSTI

2.1 Divize Pohony a Trolejbusy

V divizi Pohony a Trolejbusy se měření délek a geometrických veličin vyskytuje jen v omezené míře, a proto se v této kapitole jedná jen o souhrnný výčet veškerých měřených veličin v této divizi.

Divize Pohony

K měření je zapotřebí stejnosměrných, střídavých i kombinovaných zdrojů elektrického napětí a proudu.

K měření elektrických veličin se používají voltmetry, ampérmetry, wattmetry, multimetry, osciloskopy, signální generátory pulzů, výkonové analyzátory, napěťové a proudové sondy.

Měření teploty: dotykové přístroje (odporové teploměry, termoelektrické snímače teploty)

Při montáži se nejčastěji používají posuvná měřítka, ocelová měřítka, krimpovací kleště a momentové klíče. Veškeré šroubové spoje musejí být označeny na moment.

Výroba a montáž má k dispozici řadu návodků, podle kterých se provádí. Jako je např. návodka pro zajišťování šroubových spojů, návodka pro utahování šroubů či návodka na pájení.

- viz Příloha č. 1

Divize Trolejbusy

Na vstupní kontrole se ověřuje materiál od dodavatelů. Na vozových skříních (nejčastěji firma Solaris) se přeměřují rozteče a průměry již vyvrtaných otvorů. Kontrolují se svary. Podle speciálních vzorníků RAL se sledují tloušťky a odstíny lakovaných vrstev.

Při montáži se provádí řada měření a zkoušek:

- Měření hluku a vibrací,
- Speciální měření malých mag. polí (aby nemohla být např. ovlivněna činnost kardiostimulátoru cestujícího),
- Měření proudění rychlosti vzduchu,
- Měřiče izolačních odporů (megmetry).

Před vyjetím trolejbusu do provozu ještě probíhají měření na vysokonapěťovém testovacím zdroji s rozsahem měření 0 – 10 kW ú (v Plzni a ve většině ostatních měst ČR je trolejové napětí 600V, České Budějovice 750V) a speciální zkoušky UTZ a TBZ, které provádějí akreditovaní externisté.

UTZ – Určené technické zařízení

- Revize elektrotechniky a tlakového vzduchu (ovládání dveří, ovládání sběračů).

TBZ – Technicko-bezpečnostní zkouška

- Brzdy, geometrie.

- Veškeré kalibrace přístrojů pro měření elektrických veličin se provádějí externě.

2.2 Divize Trakční motory

V této divizi se vyrábějí synchronní a asynchronní motory s výkony 45 – 1600 kW. Asynchronní motor je točivý elektrický stroj (elektromotor) napájený střídavým proudem. Naopak synchronní motor (rotor) je buzen stejnosměrným proudem.

V divizi Trakční motory jsou všeobecně významně vyšší požadavky na měření délek, průměrů, úchylek tvaru a polohy, drsností atd. Je požadována nejen vyšší četnost měření ale i vyšší přesnost měření (tisíciny milimetru – viz dále).

Měření elektrických veličin

K měření jsou využívány:

- předřadné odpory,
- multimetry,
- osciloskopy,
- mikroohmmetry,
- převodníky napětí,
- převodníky proudu,
- rázové generátory pro zkoušku mezizávitové izolace,
- analyzátory – spočítají výkon (příkon) motoru, změření otáček a momentu (každý motor je vybaven otáčkovým čidlem).

Dále se také měří skluz motoru, tedy posunutí skutečných otáček oproti synchronním.

Měření izolačního stavu vinutí (měří se polarizační index stavu vinutí = tzv. stárnutí vinutí).

Kusové zkoušky – provádí se na každém motoru. V divizi TRM je pro výrobu, montáž či kontrolu k dispozici také celá řada pracovních návodů, se kterými se pracuje on-line v Easy archivu. Jako např.: návodka na operace v průběhu kusové kontrolní zkoušky; měření vůle ložisek v zamontovaném a nezamontovaném stavu; měření házivosti; vizuální zkouška; kontrola nátěru atd.

- viz Příloha č. 2

Měření neelektrických veličin (mechanické měření)

Měření vibrací – vyhodnocuje se závislost vibrací na otáčkách [mm/s].

Měření hluku – podle otáček (hodnota v decibelech je stanovena normou). Měří se ve vzdálenosti 0,5 – 1 metr od motoru v různém poli otáček a musí se započítávat vliv prostředí. Měření má pouze informativní charakter. V případě prezentace výsledků veřejnosti je potřeba měřením pověřit externí firmu s atestací.

Měření vlhkosti – vlhkoměr.

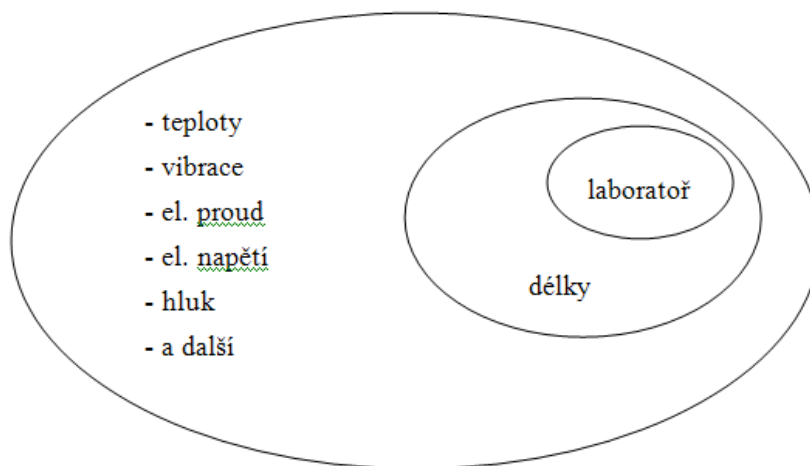
2.2.1 Výrobní program - jednotlivé díly a měřené veličiny (rozměry)

Výrobní program

Výrobní program tvoří jednotlivé druhy výrobků, které podnik vyrábí v určitém množství v daném časovém období. V rámci příslušných časových období dochází k neustálým změnám ve skladbě výrobního programu v souvislosti se zařazováním nových výrobků a vyřazováním výrobků zastaralých. Tempo změn závisí jak na změnách požadavků zákazníků, tak na rozvoji daného oboru, ve kterém podnik podniká. Managementu podniku jde o to vytvořit takovou strukturu výrobního programu, která v co největší míře odpovídá požadavkům zákazníků a přitom zajistit efektivnost výroby [3].

Dále se práce bude vztahovat jen na metrologii v Divizi Trakční motory, kde jsou významně vyšší požadavky na měření délek a geometrických veličin. Metrologický řád společnosti je shodný (platný) pro obě divize - divize Trakční motory, Divize Pohony a Trolejbusy.

- Oblast metrologie v divizi TRM zahrnuje velmi rozsáhlou škálu měřených veličin, jak již bylo řečeno, jedná se o měření teplot, hluku, frekvence, vibrací, ale i elektrických veličin U, I, R atd. Z důvodu příliš velkého objemu měřených veličin není možné zahrnout do diplomové práce celý rozsah oblasti metrologie divize TRM, a proto předmětem práce je měření délkových rozměrů (geometrických veličin).



Obr. 5 Celý rozsah oblasti metrologie v divizi Trakční motory

Měření délkových rozměrů a jejich kontrola

Délkové rozměry součástí můžeme měřit metodou přímou nebo metodou nepřímou (komparační čili porovnávací).

Při přímém měření odečítáme pomocí měřidel nebo měřicích přístrojů přímo číselnou hodnotu číselného rozměru. Přímé měření používáme z důvodu hospodárnosti zejména v kusové výrobě, kde využíváme možnosti kontroly více rozměrů jedním měřidlem s využitím celého jeho rozsahu. Nevýhodou tohoto měření je jeho časová náročnost.

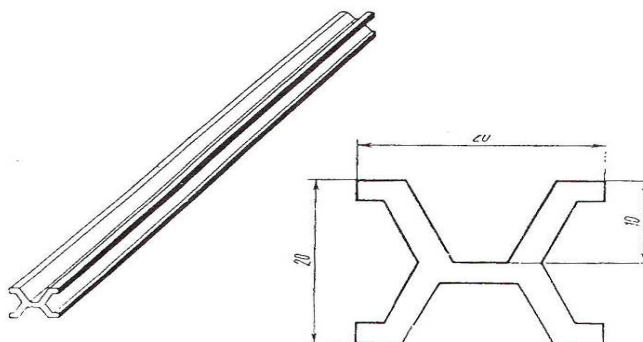
Při nepřímém měření porovnávací metodou porovnáváme rozměr součástky s neměnným nebo nastavitelným rozměrem měřidla či přístroje. Výsledkem měření v tomto případě není číselná hodnota kontrolovaného rozměru, ale jen zjištění, zda je výrobek dobrý, anebo zmetkový, či je-li odchylka v dovořených mezích. Nepřímé měření používáme v hromadné výrobě. Při nepřímém měření můžeme kontrolovat obvykle jeden rozměr, ale potřebný čas pro měření je v porovnání s měřením přímým nepatrný [4].

Základní jednotka délky: 1m – metr

Současná definice metru (podle soustavy SI):

Metr je délka dráhy, kterou ve vakuu proběhne světlo za dobu 1,299 792 458 sekundy [4].

- *Smyslem této definice je fixovat rychlost světla na hodnotě $299\,792\,458\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (přesně).*



Obr. 6 Mezinárodní prototyp metru, čárkové měřidlo[4]

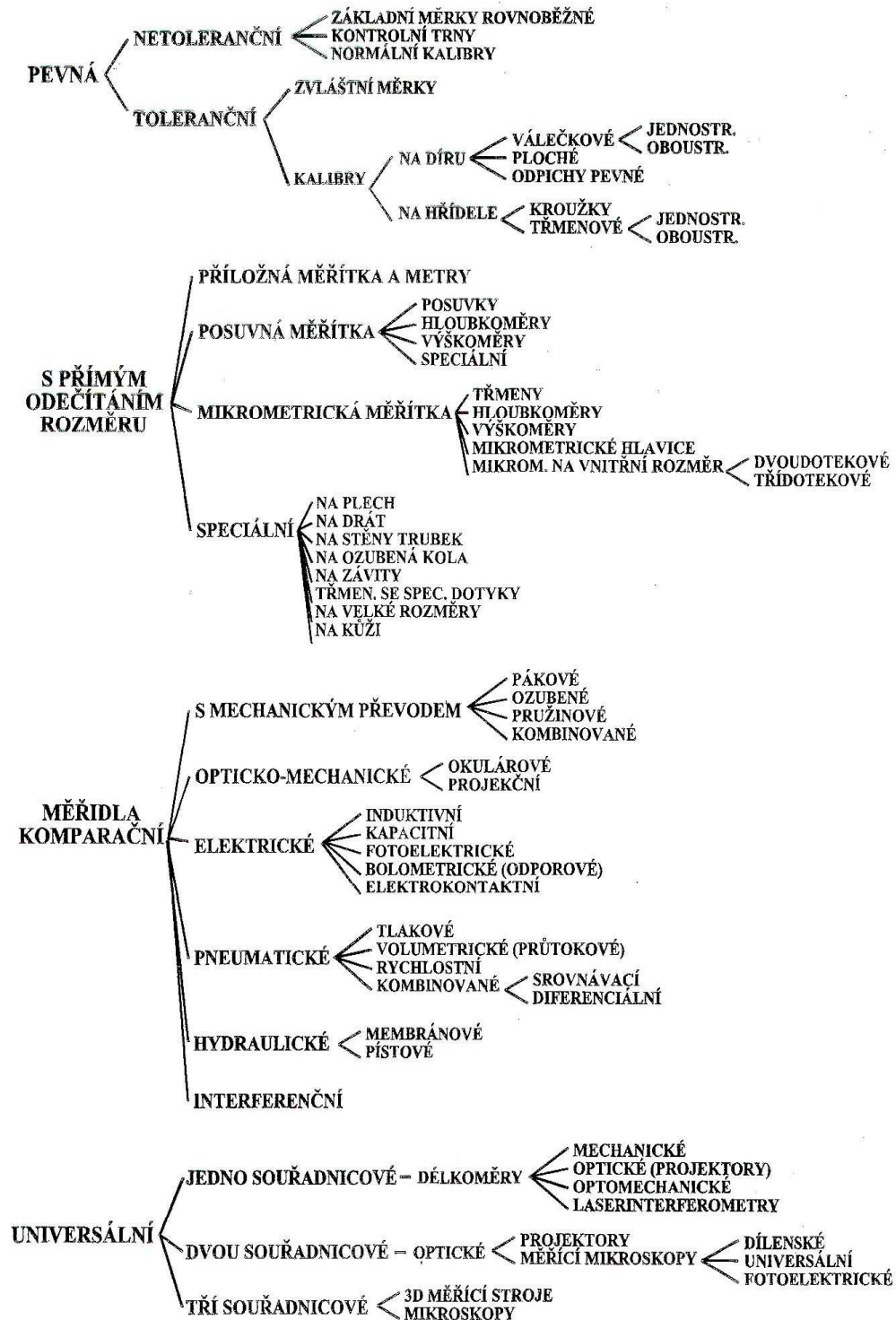
Mezinárodní prototyp metru:

Prototyp metru je uložen v archívu Mezinárodního úřadu pro váhy a míry v Sévres u Paříže. Protože je uložen v archívu, říká se mu také někdy archivní metr. Tento prototyp slouží jako vzor pro výrobu národních kopií, ze kterých se pak odvozují všechna vyráběná měřidla.

Konečnou podobu získal prototyp metru roku 1889. Je to tyč ze slitiny platiny a iridia s průřezem ve tvaru H, na které je dvěma vrypy vyznačena vzdálenost 1 m.

Současně byla vytvořena soustava násobných a dílčích délkových jednotek na základě desetinného dělení a celá soustava byla nazvána soustavou metrickou [5].

Přehled délkových měřidel a měřících přístrojů [4]



Obr. 7 Mezinárodní prototyp metru, čárkové měřidlo[4]

Metrologické zabezpečení měření délek v divizi TRM se vykonává od měření svinovacím metrem na vstupní kontrole (odlitky, výpalky), přes různé mezioperační kontroly (posuvná měřítka, mikrometry, třídotykové dutinoměry, číselníkové úchylkoměry, pasametry), až po měření na 3D měřícím stroji, kde se měří souososti, kolmosti atd. Při výstupní kontrole probíhá proměřování nátěrů.

Jednotlivé díly

- Hřídele,
- Rotory,
- Statory,
- Kostry,
- Štíty (přední, zadní),
- Ložiskové kryty
- Plechy rotoru (vždy paket plechů na rotor),
- Drobné díly (jako např. klíny na pojištění cívek při vkládání do statoru).

VSTUP:

- Odlitky (kostry, štíty),
- Výpalky,
- Hřídele (nakupované),
- Dráty do cívek (vstupní kontrola – měří se profil (průřez) drátů).

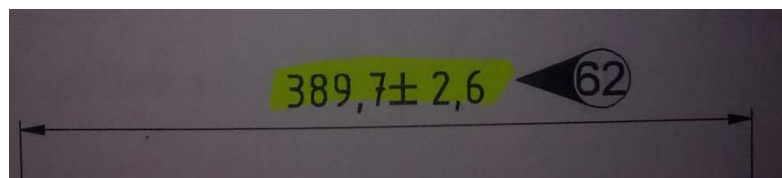
Měřené veličiny (rozměry)

Při metrologickém zabezpečení měření délek v divizi TRM se pozornost a zároveň přesnost měření zaměřuje na tzv. CCR znaky (1 – 64 znaků), které vyžaduje americká společnost při dodávce trakčních motorů pro obří důlní vozidla Caterpillar. CCR znaky jsou nejdůležitější a zároveň nejkritičtější hodnoty rozměrů a tolerancí motoru pro připojení traku. Trakční motor obřího důlního vozidla Caterpillar je umístěn přímo v kole (na hřídeli), průměr kola je 4 metry.

Přehled CCR znaků pro motor MY 4855 K/6

- viz Příloha č. 3

Značka CCR znaků:



Obr. 8 Značka CCR znaku, znak č. 62 [1]

Rotory

ROTOR Ed 600 990

Na rotorech se měří průměry na ložiska, aby nedocházelo k přehřívání, nebo naopak, aby nevznikla vůle. Tolerance předepisovány (stanoveny) v tisícinách milimetru. Průměry na ložiska od $\varnothing 110$ mm až $\varnothing 170$ mm, $\varnothing 110$ k5, $\varnothing 110$ m6, $\varnothing 112$ m6, $\varnothing 160$ k6, $\varnothing 160$ n6, $\varnothing 170$ k6, $\varnothing 585,4$ h7.

- viz Příloha č. 4

Velkým problémem při tomto typu měření je zajištění přesnosti, neboť se měření provádí s přesností na tisíce milimetru. V současné době probíhá nákup nového tisícínového měřidla. Lze též použít pasometr, ale pouze pro zjištění odchylky – jde o porovnávací měřidlo, měří s přesností na 0,002 mm. Délky rotoru (696 mm) se měří standardně posuvným měřítkem. Dále je požadována (měřena) drsnost povrchu 0,4; 0,8 a geometrické úchyly tvaru a polohy.

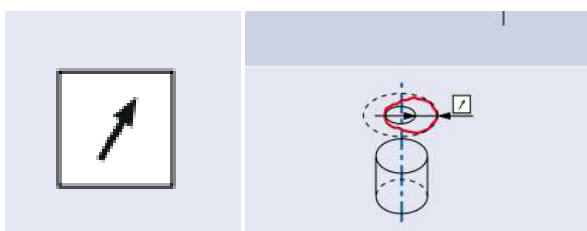
Drsnost (struktura povrchu):



Obr. 9 Rozšířená grafická značka vyjadřující požadavek odebrání materiálu [6]

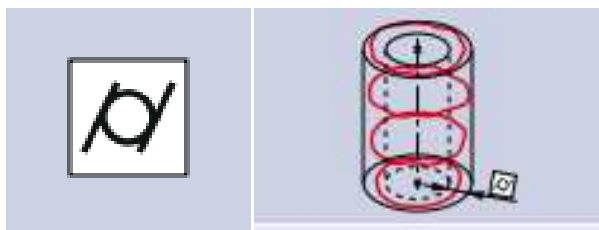
Geometrické úchyly tvaru a polohy:

- Obvodové házení: Toleranční pole v kterékoliv rovině kolmé k ose je omezeno dvěma soustřednými kružnicemi vzdálenými od sebe o hodnotu házení v kterékoliv radiální poloze na válci, jehož osa je totožná se základní osou [7].



Obr. 10 Značení obvodového házení, výsledek měření [7]

- Válcovitost: Toleranční prostor je omezen dvěma sousými válci vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance válcovitosti [7].



Obr. 11 Značení válcovitosti, výsledek měření [7]

Plechý rotoru

Měření vnitřního průměru $\varnothing 200$ H7 (viz Příloha č. 5b) třídotekovým mikrometrem (viz Obr. 12). Nevýhodou je centrování tří bodů (doteků), maximální/minimální rozměr. Měření je obtížné, plech musí být kvůli spodní kuželové části měřidla vypodkládán přípravkem na desce. Rovnoměrné podkládání plechu znamená také problém, neboť tloušťka plechu je jen 0,5 mm.

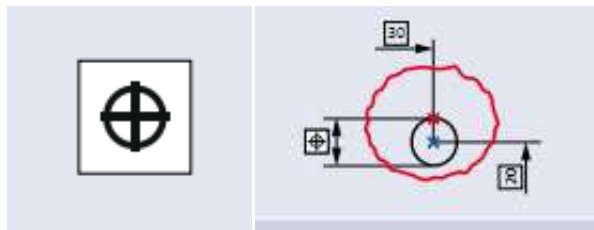
Plechý v paketu jsou poskládány do přípravku, poté se ohřejí na 200 °C a následně se hřídel rotoru lisuje do celé seskládané sady plechů – skutečný rozměr plechů $\varnothing 200 +0,2; +0,16$ (viz Příloha č. 5a – zvýrazněný obdélník).



Obr. 12 Třídotekový mikrometr [1]

Dále je měřena geometrická tolerance polohy:

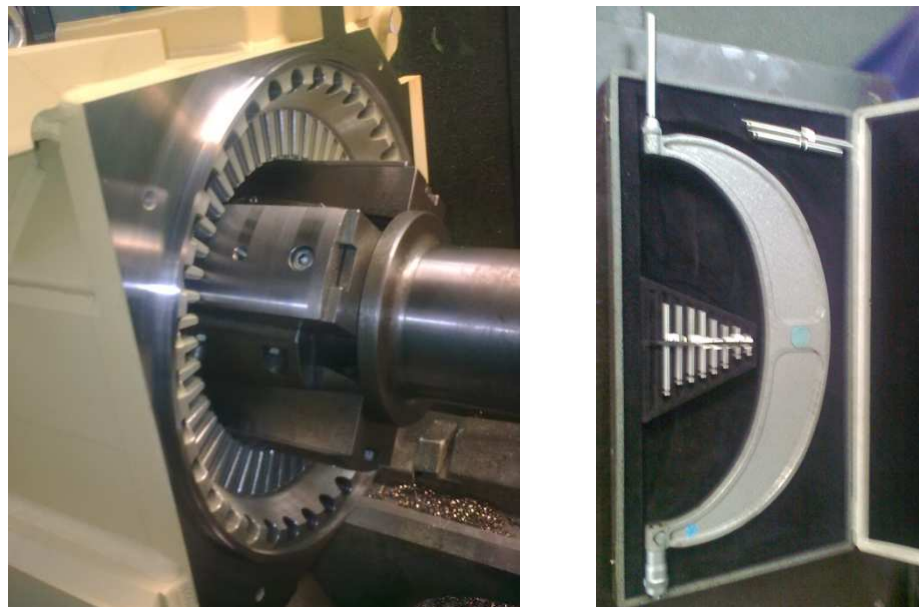
- Tolerance jmenovité polohy: Je-li hodnota tolerance předznamenána značkou průměru, je toleranční prostor omezen kružnicí o průměru rovném toleranci umístění [7].



Obr. 13 Značení tolerance jmenovité polohy, výsledek měření [7]

Statory

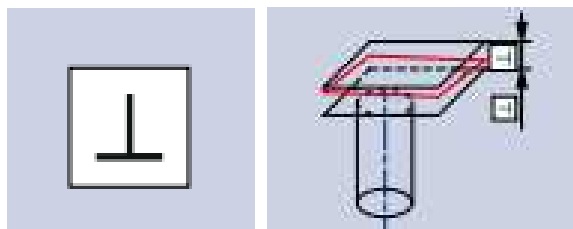
Měření vnitřního průměru statoru INCHEON Ed 606 652 (viz Příloha č. 6). Jelikož měření nemůže být provedeno mikrometrickým odpichem, kterému brání hřídel uprostřed, je zajištěno raritou společnosti, potažmo divize TRM, tzv. obráceným mikrometrem – doteky směrem „ven od třmenu“ (Obr. 14).



Obr. 14 Stator INCHEON Ed 606 652, obrácený mikrometr [1]

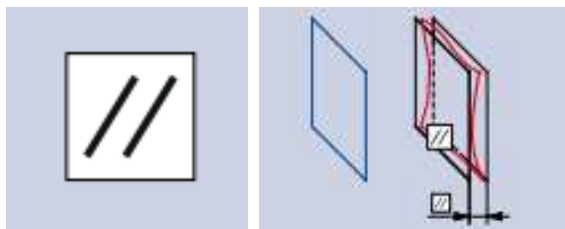
Dále jsou měřeny geometrické úchytky tvaru a polohy:

- Kolmost (rovina - osa): Toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance kolmosti a kolmými k základní vztažné ose [7].



Obr. 15 Značení kolmosti, výsledek měření [7]

- Rovnoběžnost (rovina - rovina): Toleranční prostor je omezen dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovnoběžnosti a rovnoběžnými se základní rovinou [7].



Obr. 16 Značení rovnoběžnosti, výsledek měření [7]

- Obvodové házení (viz Obr. 10),
- Tolerance jmenovité polohy (viz Obr. 13).

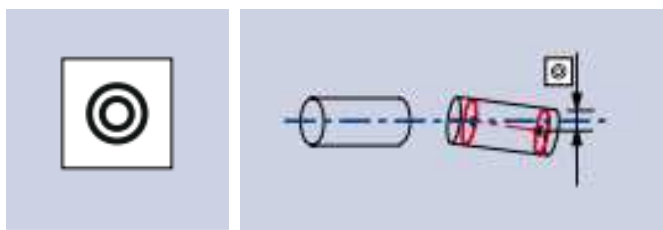
Motory

Měření tzv. pilotního průměru motoru $\varnothing 961,9$ mm ($\varnothing 961,9 \pm 0,25$). Měření je zajištěno mikrometrem. Nevýhodou je vysoká hmotnost mikrometru. Dále se měří tzv. skládaná míra 389,7 mm ($389,7 \varnothing \pm 2,6$). Rozměr se měří od patek (uší), přes štít a kryt ložiska, až na čelo hřídele. Měření je zajištěno ručním 3D ramenem (měřicí rameno Romer Sigma). Požadovaná drsnost 1,6.

- viz Příloha č. 7 (Motor Ed 607 733)

Kostry

- Souosost: Je-li hodnota tolerance předznamenána značkou průměru, je toleranční prostor omezen válcem o průměru rovném toleranci souososti a jeho osa se shoduje se základní osou [7].



Obr. 17 Značení souososti, výsledek měření [7]

Hřídele

- Měření tolerance válcovitosti (viz Obr. 11).

Štíty

- viz Příloha č. 8 a Příloha č. 9

Štít přední – měření tzv. centrovacího průměru $\varnothing 240$ mm ($\varnothing 240$ K6). Vnější průměr $\varnothing 889$ mm ($\varnothing 889$ n6).

Štít zadní – měření centrovacího průměru $\varnothing 290$ mm ($\varnothing 290$ N6). Vnější průměr $\varnothing 882$ mm ($\varnothing 882$ n6).

Dále je požadována (měřena) drsnost povrchu 1,6; 3,2 a geometrické úchytky tvaru a polohy:

- Obvodové házení (viz Obr. 10),
- Válcovitost (viz Obr. 11),
- Tolerance jmenovité polohy (viz Obr. 13).

Měření na 3D měřícím stroji

3D - CNC LK Evolution

Většina dílů je proměřována (kontrolována) na 3D měřícím stroji LK EVOLUTION. Měří se zde i geometrické tolerance polohy:

- *Souosost* (viz Obr. 17),
- *Kolmost* (viz Obr. 15).

Také se zde proměřují rozteče (osy) závitu – a to pomocí speciálního přípravku (etalonu), který se našroubuje dovnitř závitu.

2.2.2 Požadavky na přesnost

- Požadavky na přesnost měření se odvíjejí od požadavků na výrobu.

Měření délek se v divizi TRM provádí nejčastěji s přesností na desetiny milimetru (popřípadě setiny milimetru), ale je zde vyžadováno i měření s přesností na tisíce milimetru.

Nejkritičtější požadavky na přesnost měření jsou stanoveny tisícinovými tolerancemi při měření průměrů na ložiska rotoru. Dále mezi nejkritičtější požadavky na přesnost patří veškeré CCR znaky (1 - 64), což jsou nejdůležitější a zároveň nejkritičtější hodnoty rozměrů a tolerancí pro připojení traku (viz Obr. 8 - Značka CCR znaku a Přehled CCR znaků – viz Příloha č.3).

Tam, kde se výroba zvyšuje a opakuje, je potřeba, k zajištění jakosti výroby, použití statistických metod.

Matematicko – statistické metody

Uplatňují se při analýze výrobního procesu, odhalování zvláštních příčin a jejich odstraňování, při postupném dosahování stabilizovaného a statisticky zvládnutého procesu, který pracuje na požadované úrovni jakosti a splňuje s jistou rezervou požadavky zákazníka (tedy splňuje požadavky na prevenci, hospodárnost, stabilitu a hodnoty ukazatelů způsobilosti C_p , resp. C_{pk}) [4].

Ukazatel způsobilosti C_p :

- Nepřihlíží k otázce centrování procesu. Charakterizuje, čeho jsme schopni dosáhnout.

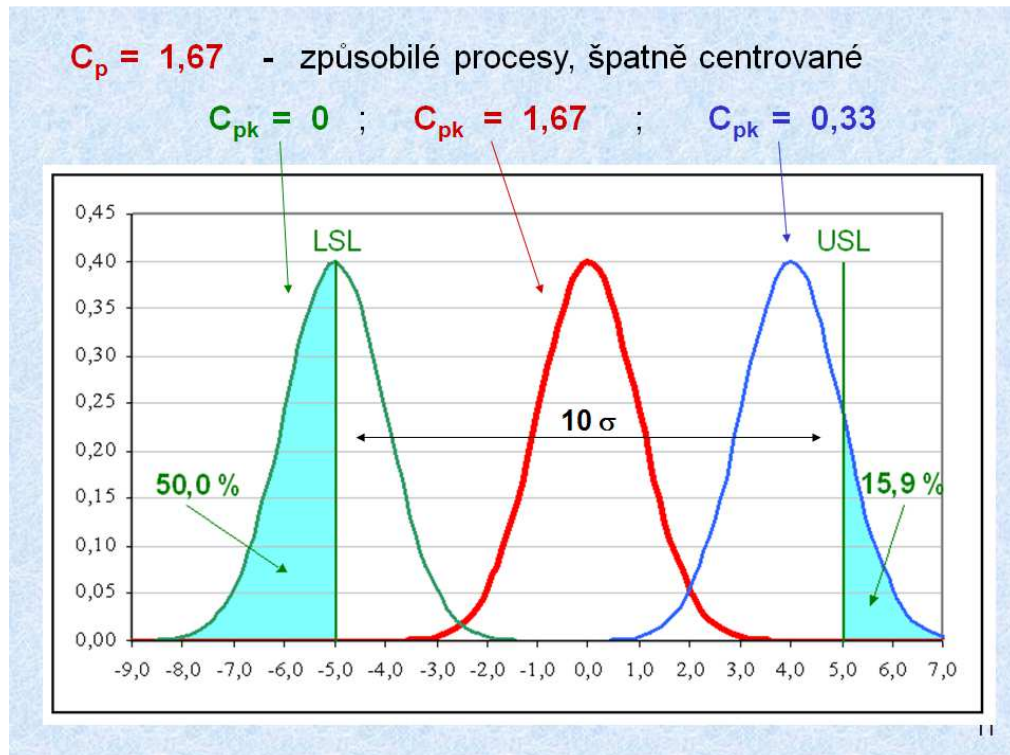
Ukazatel způsobilosti C_{pk} :

- Přihlíží k dosaženému stupni centrování procesu. Charakterizuje, čeho jsme skutečně dosáhli.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad ; \quad C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad ; \quad \mu \approx \bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{x}_j$$

σ = směrodatná odchylka; μ = střední hodnota; USL, LSL = horní, dolní toleranční mez



Obr. 18 Způsobilost procesu – centrování procesu [4]

Ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. (divize TRM) se u nejpřesnějších dílů k zajištění jakosti výroby používají metody statistické regulace procesů (SPC) a analýza systémů měření (MSA). Metody jsou např. využívány u motoru při měření tzv. pilotního průměru $\varnothing 961,9$ mm (měření zajištěno mikrometrem), či při měření tzv. skládané míry 389,7 mm, kde měření je zajištěno ručním 3D ramenem (měřicí rameno Romer Sigma).

MSA - Analýza systémů měření

Ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. se provádí analýza systému měření vždy v případech, kdy je v kontrolním plánu uveden u položky nebo měřeného znaku požadavek na SPC. O provedení MSA v dalších případech rozhodují vedoucí úseku Řízení jakosti v divizích [15].

Analýza měřicího systému je jedna z nových metod, která vychází ze zkušeností amerických automobilek. Zaměřuje se na analýzu zdrojů nejistot měření. Pro měření nestačí mít jen

kalibrované měřidlo, ale sledujeme měřicí systém jako celek. Cílem je zjistit vliv operátora na naměřené hodnoty [8].

MSA se používá hlavně v automobilovém průmyslu. Nejpoužívanější je metoda opakovatelnosti a reprodukovatelnosti - R&R Repeatability and Reproducibility.

R&R

Repeat = OPAKOVAT

Reproduce = REPRODUKOVAT

Jedná se o postupy, které hodnotí nejen měřidlo samotné, ale jde o posouzení jakosti celého měřicího systému. Sledované měřidlo se kontroluje v daném časovém okamžiku. Hodnotíme průměry a rozpětí naměřených hodnot [8].

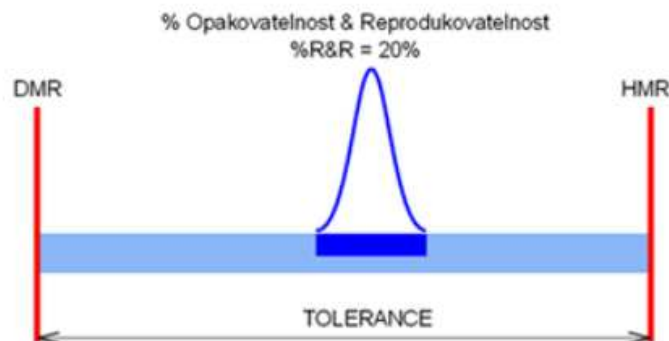
- Analýza měřicích systémů se používá k určení zdroje nepřesnosti měřicího systému za účelem jeho vylepšení.

Vyhodnocení opakovatelnosti a reprodukovatelnosti probíhá výpočtem empirických koeficientů opakovatelnosti (variabilita měřicího zařízení při opakovaném měření jedním pracovníkem) a reprodukovatelnosti (variability hodnocení při opakovaném měření různými pracovníky). Poté se vypočte empirický koeficient celkové variability měření R&R% vyjádřený v procentech vzhledem k toleranci výrobku.

Pokud je R&R% < 10, je systém měření vyhovující.

Pokud je R&R% v rozmezí 10-30, je podmíněně vyhovující (systém měření může být přijatelný podle důležitosti aplikace, nákladů na měřidlo, nákladů na opravy a podobně).

Pokud je R&R% > 30, je systém měření nevhovující [8].



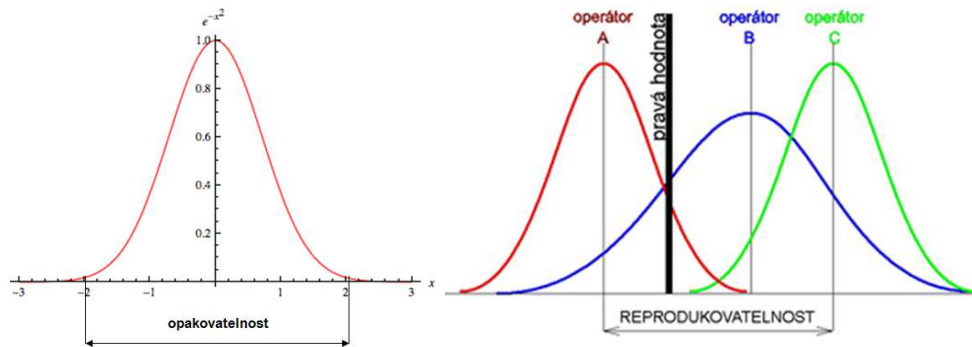
Obr. 19 Vyhodnocení metody R&R [8]

Závěry z měření se zakládají na předpokladu, že měření jsou přesná. Proces ale ovlivňují chyby, které způsobují *variabilitu – proměnnost*.

Pět základních kategorií, na kterých je postavena analýza měření [4]:

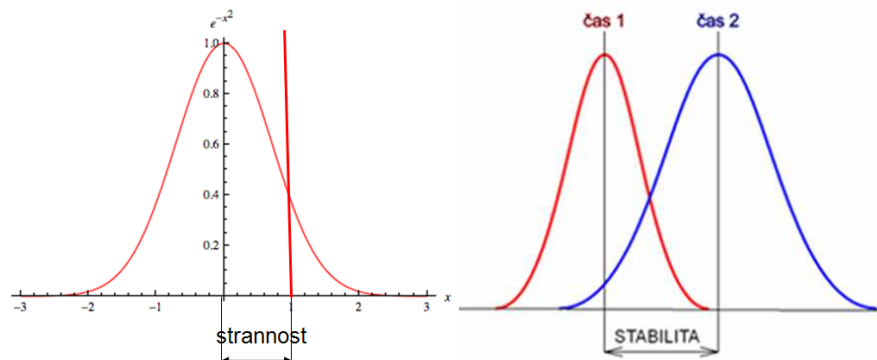
1. OPAKOVATELNOST - Je variabilita měření zjištěná při měření jedním měřidlem, které použije jeden operátor při opakovaném měření stejného znaku na stejném kusu.

2. **REPRODUKOVATELNOST** (standardní odchylka)- Je variabilita průměrů měření, která provedou různí operátoři, při použití stejného měřidla na stejném kusu.

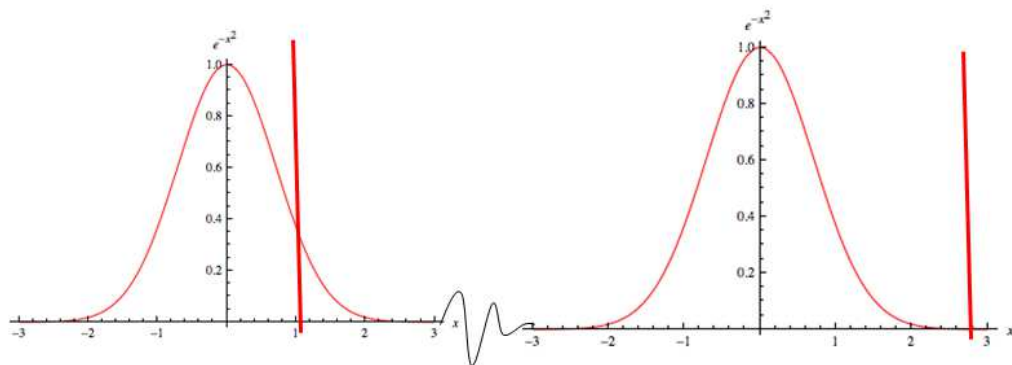


Obr. 20 Opakovatelnost; Reprodukovanost [4]

3. **STRANNOST** – Je systematickou chybou. Jedná se o rozdíl mezi zjištěným průměrem měření a konvenčně pravou hodnotou.
4. **STABILITA** - Celková variabilita měření na stejném vzorovém kusu při měření jediného znaku v delším časovém období.
5. **LINEARITA** – Rozdílnost v hodnotách se stranností v očekávaném provozním rozsahu měřidla.



Obr. 21 Strannost; Stabilita [4]



Obr. 22 Linearita [4]

SPC - Statistická regulace procesů

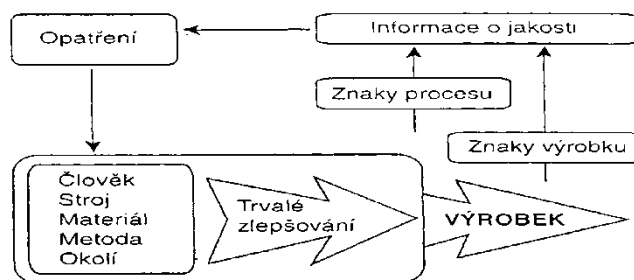
- Jedná se o regulaci procesu – tedy o aktivní ovlivňování.

Proces musí být chápán jako úplná kombinace dodavatelů, výrobců, obsluhy, zařízení, vstupního materiálu, metod (výrobních i měření), prostředí a zákazníků.

Statistickou regulací procesu měření rozumíme jeho udržení ve statisticky zvládnutém stavu. Jen tímto způsobem je možné zabezpečit shodu výsledků měření se specifickými požadavky na měření. Přitom se předpokládá, že chování procesu měření charakterizuje chování jedné nebo více výstupních veličin, které se porovnávají se stanoveným kritériem. Tak se dá po každé kontrole rozhodnout, zda se může či nemůže proces považovat za stabilní. Hlavní statistický nástroj pro řízení procesů měření představuje regulační diagram.

Regulační diagramy slouží k posouzení, zda je proces pod kontrolou. Regulační diagram nedává odpověď na to, co je třeba udělat, aby byl proces opět pod kontrolou, ale dává nám informaci, do jaké míry je proces pod kontrolou nebo naopak není [4].

SPC je regulační okruh, který lze chápat (schematicky znázornit) jako proces, který je možno ve zpětné vazbě řídit pomocí znaků procesu a znaků výrobku.



Obr. 23 Zpětnovazební regulační okruh SPC [4]

- Vždy je důležité uplatňovat strategii prevence a nikoliv detekce.

Strategie prevence:

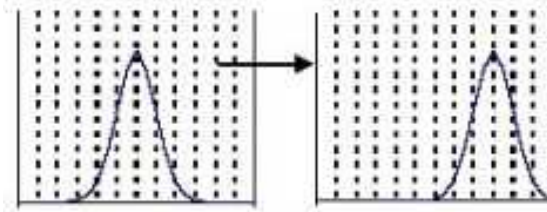
- těžiště zodpovědnosti je tam, kde jakost vzniká,
- předchází vzniku neshodných výrobků,
- snižuje náklady,
- přispívá k neustálému zlepšování jakosti.

Strategie detekce:

- těžiště zodpovědnosti je na výstupu z procesu,
- vyžaduje nákladné třídící kontroly,
- neumožňuje přímý zpětnovazební zásah,
- vkládá práci, čas a materiál do nepoužitelných výrobků [4].

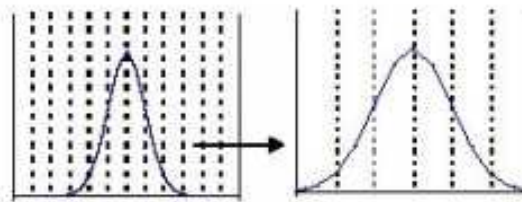
Při správně prováděné statistické regulaci procesu nesmíme nikdy najít zmetek. Musíme reagovat mnohem dříve. Při SPC hlídáme záruky. Hlídáme Gaussovu křivku a dohlížíme na to, že je ukryta s velkou rezervou ve středu tolerancí [9].

O tyto rezervy můžeme přijít dvěma způsoby [9]:



Obr. 24 Významná změna středu proměnlivosti

- Významnou změnu středu proměnlivosti hlídáme pomocí průměru či mediánu.



Obr. 25 Významná změna šířky proměnlivosti

- Významnou změnu šířky proměnlivosti hlídáme pomocí rozpětí.

V dnešní době je vedoucí silou na trhu automobilový průmysl, ale ne všichni zákazníci vyžadují po svých dodavatelích splnění stejných norem. Německý automobilový průmysl vyžaduje po svých dodavatelích normy VDA 6.x. Americký automobilový průmysl uplatňuje nárok na normu QS 9000 a čeští automobiloví dodavatelé musejí nejčastěji disponovat normou ISO/TS 16 949 (sdružené požadavky).

Obě dvě metody, metoda statistické regulace procesů SPC a metoda analýzy systémů měření MSA, jsou v kontextu s normami VDA 6.x, QS 9000, ISO/TS 16949.

- Metoda MSA je přímo závaznou příručkou normy QS 9000 a je striktně vyžadována po všech dodavatelích amerického automobilového průmyslu.

QS 9000

QS 9000 je oborová norma automobilového průmyslu. Byla vypracovaná skupinou Chrysler/Ford/General Motors a obsahuje jednak plné znění normy ISO 9001 plus další požadavky zejména z oblasti zavádění nových výrobků, schvalování výrobků zákazníkem, uplatňování vybraných metod, způsobilosti procesů a neustálého zlepšování. Požadavkům této normy musí vyhovět v různém stupni každý dodavatel do automobilového průmyslu [10].

VDA 6.x

Svazek VDA 6 pojednává o prověřování systému managementu jakosti. Základem jsou normy ISO a další požadavky automobilového průmyslu. Nejdůležitější jsou VDA 6.1 -

auditování systému jakosti, VDA 6.3 - auditování procesu a VDA 6.5 - auditování výrobku. Soubor VDA obsahuje dále požadavky a postupy upřesňující obecné požadavky zejména v oblasti metod, výběru dodavatelů, zavádění a schvalování nových výrobků apod. [10].

ISO/TS 16949

TS16949 je oborová norma sjednocující stávající celosvětové požadavky automobilového průmyslu na systémy managementu jakosti. Obsahuje plné znění normy ISO 9001 a další oborové požadavky zejména z oblasti spokojenosti zákazníků a neustálého zlepšování. Specifické požadavky např. postupy schvalování výrobků se řídí dokumenty podle volby zákazníka (AIAG, ANFIA, FIEV, VDA) [10].

2.2.3 Struktura měřidel

Společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. v současné době zavádí nový software Palstat CAQ pro řízení systémů jakosti, který obsahuje několik modulů (Evidence měřidel, FMEA, Databáze dílů, Databáze uživatelů, Kontrolní a technické postupy, Vstupní kontrola, Mezioperační kontrola, MSA, SPC). Kalibrační laboratoře se týká převážně modul Evidence měřidel, který je určen pro evidenci a kalibraci měřidel a měřicích prostředků.

Pro program Palstat je vytvořen inventární seznam všech měřidel celé společnosti (v Excelu), který zahrnuje evidenční číslo měřidla, název měřidla, aktivní/neaktivní stav měřidla, kód z karty měřidla, umístění měřidla, osobní číslo uživatele, kalibrační lhůtu atd.

Z hlediska požadavků měření v celém procesu výroby (přesnost, četnost), ať už dílenském či laboratorním měření, se dostáváme k požadavkům na měřidla. Jak již bylo řečeno, měření délek v divizi TRM se provádí nejčastěji s přesností na desetiny milimetru (popřípadě setiny milimetru), ale je zde vyžadováno i měření s přesností na tisíce milimetru, jako např. měření průměrů na ložiska rotoru.

Veškeré etalony a pracovní měřidla ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. musí být kalibrovány v pravidelných intervalech, které jsou stanoveny na základě stálosti, účelu a používání daných měřidel. Intervaly musí vždy být stanoveny tak, aby kalibrace byla provedena dříve, než dojde k jakékoliv změně parametru, který je rozhodující při používání měřidla. Kalibrační interval bývá zpravidla určen jako kompromis mezi dvěma požadavky. A to, aby měřidlo nebylo příliš často stahováno z užívání a podrobováno nákladným úkonům a aby nebezpečí, že se měřidlo mezi kalibracemi stane nezpůsobilým, bylo co nejmenší.

- Všechna měřidla, která se používají, musí být způsobilá:

A to buď podle starého způsobu, kdy měřidlo musí být o řád přesnější, pokud to nelze, alespoň o třetinu, nebo podle MSA předpisů, když to zákazník bude vyžadovat [4].

Kalibrační laboratoř

Měřidla v kalibrační laboratoři pro délkové veličiny slouží pro veškeré laboratorní činnosti včetně širokého spektra kalibračních měřidel pro měření délkových veličin (všechna dílenská měřidla pro měření délkových veličin). Kalibrují se zde posuvky, mikrometry, odpichy, metry, úhelníky, pravítka, nožová pravítka, kalibry, závitové kroužky, číselníkové úchylkoměry, hloubkoměry, kalibry – závitové kalibry s výjimkou UNC a RP závitů – jedná se o americký typ závitů, kde jsou rozměry v palcích a není poskytnuta norma, tolerance – na kalibraci se musejí odesílat externímu dodavateli.

Číselné označení skupin měřidel vychází z třídění měřidel vydaného Českou metrologickou společností. Kalibrační intervaly měřidel jsou vždy uvedeny ve složených závorkách za daným měřidlem.

1110 PEVNÉ MÍRY

Koncové měrky (etalony) ocelové	{ 2 roky }
Koncové měrky (etalony) keramické	{ 4 roky }
Pevné odpichy (vč. etalonů)	{ 2 roky }

Existují různé sady koncových měrek.

K dispozici jsou pevné odpichy v rozsahu 100 až 1000 mm po 25-ti mm a v rozsahu 1025 až 1925 po 100 milimetrech.

1113 DÉLKOVÁ MĚŘÍTKA

Ocelová měřítka přímá s přesahem	{ 5 roků }
Ocelová měřítka přímá bez přesahu	{ 2 roky }

1120 POSUVNÁ MĚŘIDLA

Posuvky	{ 2 roky }
Posuvné hloubkoměry	{ 2 roky }
Posuvné výškoměry	{ 2 roky }

Analogová posuvná měřítka měří s přesností 0,1 mm. Digitální posuvná měřítka ukazují setiny milimetru, ale měří také pouze s přesností 0,1 mm. Vzniká chyba prvního řádu – stupnice je paralelně s měřenou součástí. Rozsah 150 mm, 300 mm. Kalibrace se provádí pomocí koncových měrek.

1121 MIKROMETRICKÁ MĚŘIDLA

Třmenové mikrometry	{ 1 rok }
Mikrometrické odpichy a hlavice	{ 1 rok }
Mikrometrické hloubkoměry a dutinoměry	{ 1 rok }
Mikrometry na závity a mikrometry na ozubená kola	{ 1 rok }

Převažují analogová mikrometrická měřidla, která měří s přesností 0,01 mm. K dispozici je také malé množství digitálních mikrometrických měřidel: opět měří s přesností 0,01 mm, ale ukazují tisíce milimetru. Vzniká chyba druhého řádu – stupnice je v sérii s měřenou součástí. Měřicí rozsah je díky mikrometrickému šroubu 25 mm. Mikrometrický šroub má stoupání 0,5 mm na otáčku a k docílení požadované jednotné měřící síly slouží momentová spojka. Kalibrace se provádí vždy v rozsahu 25-ti mm je sada 12-ti koncových měrek, které se postupně měří a zjišťuje se odchylka změřeného rozměru od rozměru koncové měrky.

Pro měření vnitřních průměrů je možné použít třídotekové dutinoměry s rozsahem měření 2 mm, 5 mm a 10 mm s přesností na setiny milimetru. V laboratoři jsou měřené délky v rozsahu 6 až 100 mm.

1122 ÚCHYLKOMĚRY

Číselníkové úchylkoměry včetně páčkových { 1 rok }

Rozsah číselníkového úchylkoměru je 0 až 10 mm, 1 otáčka = 1 mm. Kalibrace se provádí po 0,3 mm nejprve v jednom směru, poté v opačném směru a také po 0,3 mm. Určuje se největší odchylka (v kladném i záporném směru) a chyba reverzibility (chyba reverzibility se zjišťuje jako rozdíl dvou měření v určitém místě měřicího rozsahu při vzestupném a zpětném chodu měřicí tyčky).

1140 PRAVÍTKA

Pravítka nožová { 3 roky }

Pravítka příměrná { 3 roky }

1141 DESKY

Příměrné desky { 5 roků }

1162 MĚŘIDLA NA KONTROLU ZÁVITŮ

Měřicí drátky { 3 roky }

Závitová třídotyková měřidla { 2 roky }

Vždy se v tabulkách vyhledá odpovídající sada tří drátků pro daný závit. Přes drátky se měří kalibry na kontrolu matic = trny.

1210 MÍRY OBECNÉHO ÚHLU

Úhlové měrky { 3 roky }

Úhlové šablony { 3 roky }

1211 MÍRY KOLMOSTI

Měřicí úhelníky { 3 roky }

Měřicí válce { 5 roků }

Pomocí příměrného válce a koncových měrek se kontroluje kolmost úhelníků. Mezi příměrnou desku a příměrný válec (90°) vložíme úhelník a pomocí koncových měrek zjistíme odchylku kolmosti.

Odchylku kolmosti je také možno změřit na univerzálním optickém mikroskopu. Naměří se čtyři body (dvě přímký) a vyhodnotí se úhel - odchylka kolmosti.

OPTICKÝ MIKROSKOP ZKM

Kalibrují se zde rádiusové měrky, úhlové měrky, úhlooměry (i optické úhlooměry), šablony složitých tvarů a další podobná měřidla.

Softwarem pro 2D měření je zde program M2DWin. Použití měřicího a výpočetního programu umožňuje koncepčně zcela nové souřadnicové měření. Součástí se měří pomocí bodového snímání základních elementárních útvarů, tj. přímek, kružnic (resp. jejich částí) a bodů v rovině. Program dále umožňuje počítat vztahy mezi těmito elementy a mezi útvary

vzniklých výpočtem z naměřených prvků. Obecné tvary je nutno snímat jako posloupnost jednotlivých bodů, kterými program prokládá kružnice, přímky nebo oblouky. Výpočty útvarů jsou prováděny matematickou metodou nejmenších čtverců, podobně jako u souřadnicových měřicích strojů [11].

DÉLKOMĚR SIP

Např. měření průměrů vnitřních závitů – kalibry na kontrolu šroubů = kroužky.

- Kalibrace měřicích přístrojů (mikroskopy, délkoměry) pro společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. Divize Trakční motory zajišťuje Český metrologický institut Brno – akreditovaná kalibrační laboratoř č. 2202. Kalibrační interval je 5 roků (podle četnosti používání přístrojů).

Dílenské měření

Dílenské měření v divizi TRM, jak již bylo řečeno, je velmi obsáhlá množina procesů měření a zahrnuje vysoký rozptyl měřených veličin (viz Obr. 5). Jedná se o měření různých elektrických veličin, měření hluku, teploty, vibrací atd. Proto je struktura dílenských měřidel, taktéž jako celá práce, zaměřena převážně na měření délkových rozměrů.

1110	PEVNÉ MÍRY		
	Koncové měrky (dílenské) ocelové		{ 2 roky }
	Pevné odpichy (vč. etalonů)		{ 2 roky }
1111	HLADKÉ KALIBRY NA DÍRY		
	Válečkové kalibry	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
	Ploché kalibry	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
	Odpichy s kulovými plochami	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
1112	HLADKÉ KALIBRY NA HŘÍDELE		
	Třmenové kalibry	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
	Mezní kroužky		{ 1 rok }
	Porovnávací kalibry		{ 1 rok }
1113	DÉLKOVÁ MĚŘÍTKA		
	Ocelová měřítka přímá s přesahem		{ 5 roků }
	Ocelová měřítka přímá bez přesahu		{ 2 roky }
	Ocelové stáčecí metry		{ 2 roky }
	Měřicí pásma		{ 5 roků }
1120	POSUVNÁ MĚŘIDLA		
	Posuvky		{ 2 roky }
	Posuvné hloubkoměry		{ 2 roky }
	Posuvné výškoměry		{ 2 roky }

Analogová posuvná měřítka měří s přesností 0,1 mm. Digitální posuvná měřítka ukazují setiny milimetru, ale měří také pouze s přesností 0,1 mm. Dochází k chybě prvního řádu. Rozsah 150 mm, 300 mm, 500 mm, 600 mm. Největší posuvné měřítko na dílně je s rozsahem 2000 mm – analogové.

1121 MIKROMETRICKÁ MĚŘIDLA

Třmenové mikrometry	{ 1 rok }
Mikrometrické odpichy a hlavice	{ 1 rok }
Mikrometrické hloubkoměry a dutinoměry	{ 1 rok }
Mikrometrické tloušťkoměry	{ 1 rok }
Mikrometry na závity a mikrometry na ozubená kola	{ 1 rok }

Převažují analogová mikrometrická měřidla, která měří s přesností 0,01 mm. Malé množství digitálních mikrometrických měřidel, která opět měří s přesností 0,01 mm, ale ukazují tisíce milimetru. Dochází k chybě druhého řádu. Měřicí rozsah je díky mikrometrickému šroubu po 25-ti mm. Mikrometrický šroub má stoupání 0,5 mm na otáčku a k docílení požadované jednotné měřicí síle slouží momentová spojka.

Pro měření vnitřních průměrů se využívají také třídotekové dutinoměry s rozsahem měření 5 mm a 10 mm s přesností na setiny milimetru. V dílenské části jsou měřené délky do 300 mm.

1122 ÚCHYLKOMĚRY

Číselníkové úchylkoměry včetně páčkových	{ 1 rok }
--	-----------

Číselníkovým úchylkoměrem se vyhodnocuje obvodové házení. Kontrola hotových kusů.

1140 PRAVÍTKA

Pravítka nožová	{ 3 roky }
Pravítka příměrná	{ 3 roky }

1141 DESKY

Příměrné desky	{ 5 roků }
Rýsovací desky	{ 5 roků }

1142 HRANOLY A PODLOŽKY

Příměrné hranoly	{ 5 roků }
Kontrolní a rýsovací podložky	{ 5 roků }

1143 ŠABLONY

Šablony poloměrové	{ 2 roky }
Šablony tvarové	{ 2 roky }

1144 PŘÍSTROJE K MĚŘENÍ MAKROGEOMETRICKÝCH ÚCHYLEK

Kalibrační intervaly se stanoví individuálně

1151 MĚŘIDLA PRO KONTROLU DRSNOSTI POVRCHU

Kalibrační vzorky (etalony) drsnosti povrchu	{ 2 roky }
--	------------

	Měřidla drsnosti povrchu		{ 5 roků }
	- kontrola se provede před každým použitím pomocí etalonu		
1160	KALIBRY NA VNĚJŠÍ ZÁVITY		
	Pevné a stavitelné závitové kroužky	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
	Mezní závitové třmenové kalibry	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
	Zmetkové závitové třmenové kalibry	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
1161	KALIBRY NA VNITŘNÍ ZÁVITY		
	Závitové trny	{ 2 roky }	pro IT1 až IT7 pouze 1 rok
1171	MĚŘIDLA NA KONTROLU OZUBENÍ		
	Zuboměry		{ 3 roky }
	Přístroje na měření přes zuby		{ 3 roky }
	Přístroje pro kontrolu rozteče zubů		{ 3 roky }
	Přístroje pro kontrolu sklonu zubů		{ 3 roky }
1211	MÍRY KOLMOSTI		
	Měřicí úhelníky		{ 3 roky }
1210	MÍRY OBECNÉHO ÚHLU		
	Úhlové měrky		{ 3 roky }
	Úhlové šablony		{ 3 roky }
1211	MÍRY KOLMOSTI		
	Měřicí úhelníky		{ 3 roky }
122	ÚHLOVÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE		
	Úhломěry a sklonoměry		{ 3 roky }
	Vodováhy		{ 2 roky }
	Polygony a pentagonální hranoly		{ 5 roků }
	Sinusová a tangentská pravítka		{ 2 roky }
123	MĚŘIDLA NA KONTROLU KUŽELŮ		
	Kuželové kalibry		{ 2 roky }
	Přístroje na měření kuželů		{ 2 roky }

3 POROVNÁNÍ STAVU S OHLEDEM NA ČSN EN ISO 10012:2003 A 17025:2005

Řízená oblast metrologie je nástrojem harmonizace vztahů na národní a mezinárodní úrovni. Cílem je jednotná interpretace jednotek, metod měření a zpracování naměřených hodnot pro řízení procesů a spolupráci na podnikové, národní a mezinárodní úrovni [4].

V České republice je metrologie řízena zákonem č. 505/1990 Sb. - o metrologii, ve znění novel: 444/2005 Sb., 481/2008 Sb., 223/2009Sb. a 155/2010 Sb.

Účelem zákona je úprava práv a povinností fyzických osob, které jsou podnikateli, a právnických osob a orgánů státní správy, a to v rozsahu potřebném k zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření [12].

Podstatné údaje ze zákona o metrologii [12]:

Základní zákonné měrové jednotky:

Délka = m = metr,

Hmotnost = kg = kilogram,

Čas = s = sekunda,

Elektrický proud = A = ampér,

Teplota = K = kelvin,

Látkové množství = mol = mol,

Svítivost = cd = kandela.

Měřidla [12]

Měřidla slouží k určení hodnoty měřené veličiny. Spolu s nezbytnými pomocnými zařízeními se pro účely tohoto zákona člení na:

- 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.
- Pracovní měřidla stanovená (stanovená měřidla) – stanovuje MPO k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam (závazkové vztahy: prodej, nájem; stanovení sankcí, poplatků, daní). Jedná se především o měřidla, která jsou používána v obchodním styku a podléhají ověření.
- Pracovní měřidla nestanovená (pracovní měřidla) – jedná se o měřidla, která nejsou etalonem ani stanoveným měřidlem. Jedná se především o měřidla, která nejsou používána v obchodním styku a nepodléhají ověření. Ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. podléhají periodické kalibraci všechna pracovní měřidla s výjimkou informativních.

Zákon o metrologii nezakazuje orientační, resp. informační měřidla, ale nesmí se jednat o měřidla, která ovlivňují finální kvalitu produktu. Informativní měřidla ve společnosti musí být zřetelně označena žlutým štítkem s červeným písmenem "i".

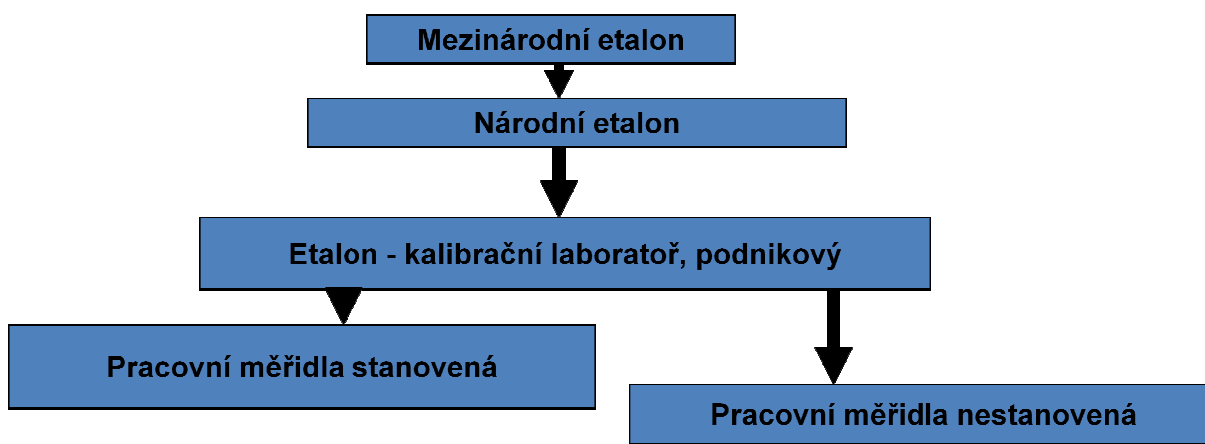
- Certifikované referenční materiály a ostatní referenční materiály, pokud jsou určeny k funkci etalonu, stanoveného nebo pracovního měřidla.

Kalibraci hlavních etalonů provádí na žádost uživatele Český metrologický institut (ČMI) nebo akreditované kalibrační laboratoře a zahraniční subjekty, které zaručují srovnatelnou metrologickou úroveň.

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 splňující povinnost návaznosti měřidel.

Návaznost měřidel:

Povinnost nepřerušené návaznosti měřidel od nejpřesnějších (mezinárodní etalon) po nejméně přesná (nestanovená pracovní měřidla).



Obr. 26 Povinnost návaznosti měřidel [4]

Zákon doplňují vyhlášky MPO:

262/2000 Sb. – zajištění jednotnosti a správnosti měřidel a měření,

263/2000 Sb. (345/2002 Sb.) – stanovení měřidel k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu,

264/2000 Sb. – o základních měrových jednotkách a jejich značení.

Zákony lze realizovat pomocí norem, jako nástrojů jejich realizace:

- ČSN ISO 10012:2003 - Management metrologie (návod k řízení metrologie podniku)
- ČSN ISO 17025:2005 - Management kalibračních laboratoří

3.1 ČSN EN ISO 10012:2003 [13]

K porovnání současného stavu metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. – divize Trakční motory s mezinárodní normou ČSN EN ISO 10012:2003 je využito získaných informací o stavu a průběhu systému metrologie podniku, metrologického řádu podniku [15],

Příručky IMS [16] a přihlédnutí k normě ISO 9001 [4], jenž stanovuje požadavky na systém řízení kvality. Porovnání současného stavu je zaměřeno na nakládání s měřidly (evidenci měřidel, opravy, seřizování, záznamy, kalibrace atd.).

- Porovnání s požadavky normy je směřováno převážně ke kalibrační laboratoři délkových veličin (viz Kapitola 2.2.1 – Obr. 5), která má status samostatného prvku. Kalibrační laboratoř spadá pod útvar řízení jakosti a není součástí kontroly ani samotného měření ve výrobě. Jen výjimečně se zde mohou měřit speciality, které není schopna změřit kontrola.

V laboratoři se provádí podniková metrologie - interní kalibrace délkových měřidel, a proto se laboratoř (a také směrnice ŘPM) musí řídit mezinárodní normou ČSN EN ISO 10012.

Řád podnikové metrologie je organizační směrnice pro řízení podnikové metrologie, která je nejvyšším dokumentem v systému metrologie podniku a která je závazná pro všechny pracovníky podniku [4].

Řád podnikové metrologie společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. je rozdělen do pěti oddílů (A. Úvodní ustanovení; B. Popis činností; C. Používání měřidel; D. Měření; E. Závěrečná ustanovení), které se dále člení celkem na 24 článků, kde článek č. 24 obsahuje odkazy na přílohy (1. Matice odpovědnosti; 2. Označování měřidel; 3. Kalibrační intervaly; 4. Řízení speciálních měřidel; 5. Proces Kontrola monitorovacích a měřicích zařízení).

ISO 9001 – Mezinárodní norma se zabývá principy řízení dokumentace, lidských zdrojů, infrastruktury, zavádí procesy komunikace se zákazníky, hodnocení dodavatelů, měření výkonnosti procesů a také interní auditu za účelem získání zpětné vazby [4].

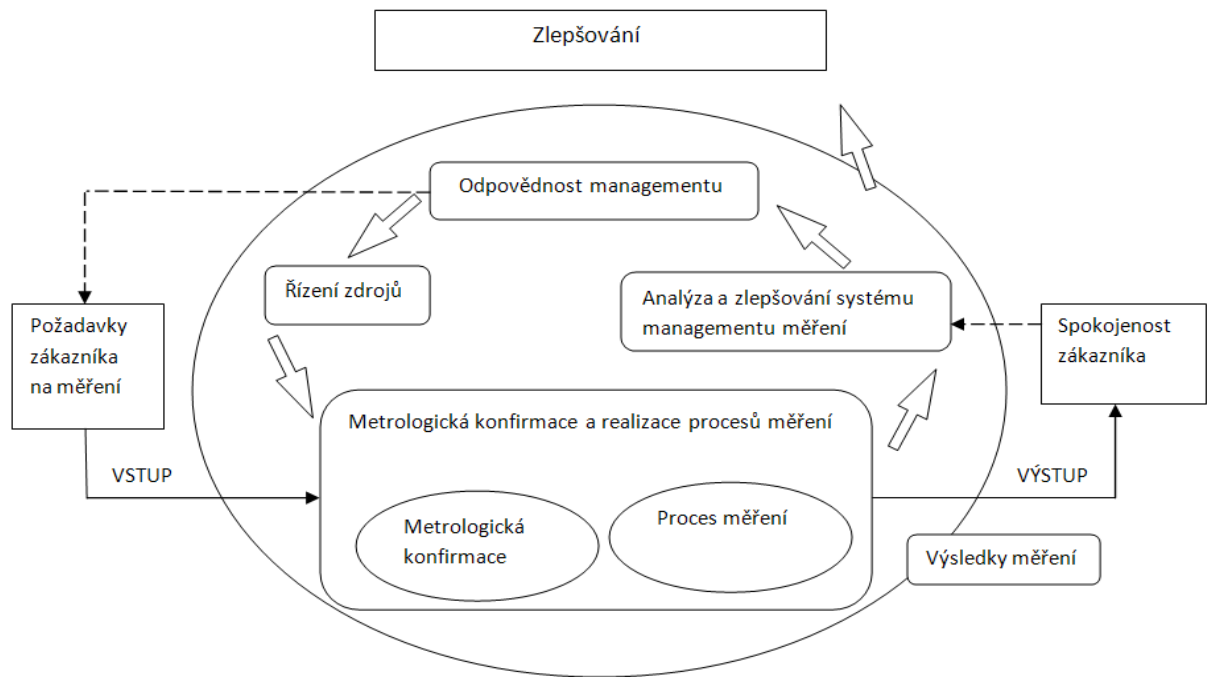
Podniky ji mohou používat pro certifikaci nebo pro smluvní účely (dodavatelské vztahy). Norma je zaměřena na efektivnost systému managementu jakosti při plnění požadavků zákazníka. Základem normy je řízení procesů. Pod pojmem proces je možno chápat soubor dílčích činností, přeměňujících vstupy (informace, suroviny, součásti) na výstupy (výrobky, služby apod.) za spotřeby určitých zdrojů v regulovaných podmínkách. Produktivní proces je charakteristický tím, že díky transformaci procesu je na výstupu tzv. "vyšší hodnota" než byla na vstupu do procesu. Důležitým prvkem je zpětná vazba, která danému procesu dodává dynamiku a umožňuje provést patřičná opatření, která vedou k modifikaci a zdokonalení procesu [17].

ČSN EN ISO 10012:2003 – Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení. Tato mezinárodní norma zahrnuje jak požadavky, tak návod pro uplatňování systému managementu měření a může být vhodná při zlepšování činností měření a jakosti produktů.

Na tuto mezinárodní normu se může odkazovat:

- Zákazník při specifikování požadovaných produktů,
- Dodavatel při specifikování nabízených produktů,
- Legislativní nebo zákonodárné orgány,
- Při posuzování a auditu systémů managementu měření.

Aplikace modelu systému managementu měření platného podle této mezinárodní normy je uvedena na Obr. 27.



Obr. 27 Model systému managementu měření – ČSN ISO 10012:2003 [13]

Používané termíny a definice normy

PROCES MĚŘENÍ

Soubor činností ke stanovení hodnoty veličiny (například při návrhu a vývoji, zkoušce, ve výrobě, při kontrole).

SYSTÉM MANAGEMENTU MĚŘENÍ

Soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků potřebných k dosažení metrologické konfirmace a neustálého řízení procesů měření.

METROLOGICKÁ KONFIRMACE

Soubor činností požadovaných pro zajištění toho, aby měřicí vybavení bylo ve shodě s požadavky na jeho zamýšlené použití (rozsah, rozlišení, největší dovolená chyba). Dokud nebude prokázána a dokumentována vhodnost měřicího vybavení pro zamýšlené použití, metrologické konfirmace se nedosáhne. Metrologická konfirmace obecně zahrnuje kalibraci a ověřování, jakékoli nezbytné seřízení nebo opravu a následnou recalibraci, porovnání s metrologickými požadavky na zamýšlené použití vybavení, stejně jako jakékoli požadované zapečetění a označení štítkem. Má za účel udržovat měřidlo v trvale validovaném stavu a má charakter opakované činnosti v pravidelných intervalech. Diagram procesu metrologické konfirmace měřicího vybavení – viz Obr. 29.

MĚŘICÍ VYBAVENÍ

Měřicí přístroj, software, etalon, referenční materiál či pomocný přístroj.

METROLOGICKÁ FUNKCE

Funkce s administrativní a technickou odpovědností za stanovování a uplatňování systému managementu měření.

3.1.1 Odpovědnost managementu

Všeobecným požadavkem, který by měl systém managementu měření zajistit, je splnění specifických metrologických požadavků.

- Specifické metrologické požadavky vyplývají z požadavků na daný produkt. Tyto požadavky jsou potřebné jak pro měřicí vybavení, tak pro procesy měření. Požadavky se smí vyjadřovat jako největší dovolená chyba, přípustná nejistota, rozsah, podmínky prostředí, dovednost obsluhy atd.

Systém managementu měření sestává z řízení určených procesů měření, metrologické konfirmace měřicího vybavení (Diagram procesů metrologické konfirmace měřicího vybavení - viz Obr. 29) a z nezbytných podpůrných procesů. Procesy měření v systému managementu měření musí být řízeny (viz Kapitola 3.1.4). Veškerá měřicí vybavení v systému managementu měření musí být potvrzena (viz Kapitola 3.1.3).

Organizace musí určit metrologickou funkci a vrcholové vedení organizace musí zajistit dostupnost nezbytných zdrojů ke stanovení a provádění metrologické funkce.

- Není jasně stanoveno, kdo je hlavní metrolog podniku (respektive divize TRM).
- V organizačním schéma oddělení kvality není zahrnuto jméno hlavního metrologa podniku. Pod úsekem metrologie je uvedeno jméno měřicího technika – viz Příloha č. 10.

3.1.2 Řízení zdrojů

Lidské zdroje

Odpovědnost zaměstnanců

Za dodržování metrologického pořádku stanoveného ŘPM odpovídají všichni zaměstnanci společnosti, kteří se podílejí na pořizování a udržování měřidel včetně jejich kalibrace nebo ověřování, na předpisu měření a na vlastním měření.

- Směrnice ŘPM jsou v elektronické podobě v EASY archivu. Nově příchozí zaměstnanci by měli být se směrnicí seznámeni.

Odborná způsobilost a školení/výcvik

Odborná způsobilost smí být dosažena vzděláváním, školením/výcvikem a zkušeností a musí být prokázána sledováním a zkoušením.

- Metrolog kalibrační laboratoře absolvoval za dobu svého působení ve funkci jen korespondenční kurz metrologie (rok 2007) a certifikát způsobilosti – Metrolog II. kvalifikačního stupně (rok 2011). Management metrologické funkce nezajistil přezkoušení ani případné další vzdělávání/školení.

Informační zdroje

Software

Software používaný v procesech měření a při výpočtech výsledků musí být dokumentován, identifikován a regulován, aby byla zajištěna vhodnost pro nepřetržité používání. Archivace smí být zajištěna vytvářením záložních kopií či ukládáním mimo místo vytváření. Kalibrační laboratoř disponuje softwarem M2DWin a Palstat CAQ. M2DWin je měřicí a výpočetní program (kalibrují se zde rádiusové měrky, úhlové měrky, úhlooměry).

- Výsledky ze softwaru M2DWin jsou vždy jen přepsány do kalibračního listu a nejsou nijak archivovány.

Společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. v současné době zavádí software Palstat CAQ pro řízení systémů jakosti, který obsahuje několik modulů (Evidence měřidel, FMEA, Databáze dílů, Databáze uživatelů, Kontrolní a technické postupy, Vstupní kontrola, Mezioperační kontrola, MSA, SPC). Kalibrační laboratoře se týká převážně modul Evidence měřidel, který je určen k evidenci a kalibraci měřidel a měřicích prostředků (viz Kapitola 5.1).

Záznamy

Záznamy obsahující informace požadované k fungování systému managementu měření musí být vytvářeny a udržovány. Dokumentované postupy musí zajistit identifikaci, uložení, ochranu, vyhledávání, dobu uchování a vypořádání záznamů.

- Kalibrační list (viz Příloha č.11: 11a Třmenový mikrometr č.Int.393/2012/ELC, 11b Posuvné měřítko č.Int162/2012/ELC)
Podle mezinárodní normy ČSN EN ISO/IEC 17025 [14], která stanovuje všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří, chybí na kalibračním listě (protokolu) číselné označení stránek/počet stránek a je zde chybně počítána (uváděna) nejistota měření, respektive rozšířená nejistota měření (viz 3.1.4 Kapitola Nejistota měření).
- Kalibrační postupy
Část kalibračních postupů je koupena přímo od České metrologické společnosti a nějaké byly vytvořeny kalibrační laboratoří, ale nedochází k jejich inovaci - udržování či doplňování.
- Záznam o měření
Šablona pro Záznam o měření existuje (příklad záznamu obsahuje Příloha č. 12 - Záznam o měření daného specifického posuvného měřítka), ale v průběhu měření se nevyplňuje.

Kalibrační listy budou do budoucna tvořeny v programu Palstat CAQ, jenž se ale prozatím ještě připravuje pro spuštění naostro. V současné době program funguje, ale zatím se pomocí něho nevytváří žádný výstup (kalibrační list/protokol).

Materiálové zdroje

Měřicí vybavení

Všechna měřicí vybavení nezbytná ke splnění specifických metrologických požadavků musí být dostupná a jasně identifikovaná v systému managementu měření. Jak již bylo uvedeno

výše, kalibrační laboratoř pro délkové veličiny v divizi TRM má status samostatného prvku a spadá pod útvar Řízení jakosti. Měřicí vybavení musí mít před potvrzením platnou kalibraci.

- V Řádu podnikové metrologie (článek 15. Mezilhůtové kontroly měřidel) není jasně uvedeno, jaké kalibrace si kalibrační laboratoř sama provádí (zajišťuje).

V současnosti se vyskytují problémy s kalibracemi prováděnými přímo s využitím kalibračního SW v Palstatu. Jedná se o potíže, které zatím nejsou dořešeny ze strany poskytovatele softwaru:

Kalibrace závitů: může se kalibrovat jen metrický závit, Whitworthův závit nelze.

Závitové kalibry: při zadávání jmenovitého rozměru nelze zadat hodnoty při měření přes drátky – program nedopočte tolerance. Tento problém je dočasně vyřešen pomocným programem (Mesasures.Calculator.exe), který ale není součástí programu Palstat CAQ.

Číselníkové úchylkoměry: Program neumí spočítat chybu reverzibility.

- Kalibrační intervaly (Příloha ŘPM č. 3 Kalibrační intervaly) nejsou diferencované dle příslušného typu měřidla (doposud bylo jen uvedeno např.: posuvky = 2 roky, třmenové mikrometry = 1 rok - viz Kapitola 2.2.3).
- Není vypracován seznam průměrných, rýsovacích desek či průměrných válců, který by byl obsahem nebo odkazem Řádu podnikové metrologie. V současné době existuje jen karta měřidla (např.: Průměrná žulová deska – evidenční číslo, umístění: 1. pole).
- Řád podnikové metrologie neobsahuje odkaz na seznam podnikových etalonů.

Měřicí vybavení používané k monitorování a zaznamenávání ovlivňujících veličin prostředí, ve kterém se měření uskutečňuje, musí být zahrnuto v systému managementu měření.

- Řád podnikové metrologie nezahrnuje seznam měřicího vybavení, které snímá a vyhodnocuje veličiny daného měřicího prostředí. V kalibračním protokolu je jen výčet teplot a relativní vlhkosti vzduchu (viz Příloha č. 11).

Prostředí

Měřicí vybavení musí být k zajištění platných výsledků měření používáno v prostředí, které je kontrolované nebo známé v nezbytném rozsahu. Podmínky prostředí ovlivňující měření musí být monitorovány a zaznamenávány. Případné korekce založené na podmínkách prostředí musí být taktéž zaznamenávány a aplikovány na výsledky měření.

- Řád podnikové metrologie neobsahuje popis daných podmínek prostředí a zároveň také, kterých měření se ty které podmínky prostředí týkají.

3.1.3 Metrologická konfirmace

Metrologická konfirmace (viz Diagram procesu metrologické konfirmace měřicího vybavení - Obr. 29) musí být navržena a zavedena tak, aby zajistila, že metrologické charakteristiky měřicího vybavení (rozsah, stálost, hystereze, vlivy ovlivňujících veličin, práh pohyblivosti, citlivosti atd.) splňují metrologické požadavky na proces měření. Metrologická konfirmace zahrnuje kalibraci a ověřování měřicího vybavení.

Postupy metrologické confirmace mají zahrnovat metody ověření, že nejistoty měření anebo chyby měřicího vybavení jsou v dovořených mezích specifikovaných metrologickými požadavky.

- Řád podnikové metrologie neobsahuje schéma procesu metrologické confirmace.

Diagram procesů metrologické confirmace je možno rozčlenit na čtyři části:

1. Kalibrace,
2. Metrologické ověřování,
3. Rozhodování a opatření,
4. Zákazník.

Intervaly mezi metrologickou confirmací

K určení intervalů metrologické confirmace se smí použít jak údajů získaných z kalibrace a záznamů metrologické confirmace, tak i ze zvyšující se úrovně znalostí a technologie. Při určování potřeby modifikovat intervaly metrologické confirmace mohou být užitečné záznamy získané při statistické regulaci procesu měření.

Interval kalibrace smí být shodný s intervalem metrologické confirmace.

- Pokaždé, když je neshodné měřicí vybavení opravováno, seřizováno nebo modifikováno, musí být přezkoumán interval metrologické confirmace (viz 3.1.5 Kapitola Neshodné měřicí vybavení).

Záznamy procesu metrologické confirmace

Záznamy procesu metrologické confirmace musí být datovány a schváleny určeným oprávněným zaměstnancem potvrzujícím správnost výsledků. Tyto záznamy musí být udržovány, uchovány a musí být dostupné. Minimální doba uchování záznamů závisí na mnoha faktorech, které zahrnují požadavky zákazníka, požadavky zákonů a předpisů a odpovědnost výrobce.

Výsledky kalibrace mají být zaznamenány, aby mohla být prokazována návaznost všech měření a aby výsledky kalibrace mohly být reprodukovány při stejných podmínkách, jako byly původní podmínky (viz 3.1.2 Kapitola Záznamy – Kalibrační list).

3.1.4 Proces měření

Procesy měření, které jsou součástí systému managementu měření, musí být plánovány, validovány, zavedeny, dokumentovány a řízeny. Veličiny ovlivňující proces musí být zjištěny. Proces měření musí být navržen tak, aby předcházel nesprávným výsledkům měření, a musí zajistit okamžité zjištění nedostatků a včasná opatření k nápravě.

- Řád podnikové metrologie nezahrnuje odkaz na seznam všech veličin, které se ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. měří. Jedná se o měření teplot, hluku, frekvence, vibrací, elektrických veličin U, I, R, měření délek, měření geometrických veličin atd.).

Proces měření smí vyžadovat korekce údajů, například z důvodu podmínek prostředí.

- Řád podnikové metrologie neobsahuje popis daných podmínek prostředí a zároveň, kterých měření se ty dané podmínky prostředí týkají (viz 3.1.2 Kapitola Prostředí).

Nejistota měření

Podle mezinárodní normy ČSN EN ISO 10012 musí být nejistota měření odhadována pro každý proces měření, zahrnutý v systému managementu měření. K nejistotě měření přispívají samotné metrologické charakteristiky měřicího vybavení (rozsah, stálost, hystereze, vlivy ovlivňujících veličin, práh pohyblivosti, citlivosti atd.). Analýza nejistot měření musí být dokončena před metrologickou konfirmací měřicího vybavení a před validací procesu měření. Všechny známé zdroje variability měření musí být dokumentovány.

- Nejistota měření je stanovována chybně:
Každé měřidlo, pokud se kalibruje, musí mít svoji vlastní nejistotu. Kalibrační list (viz 3.1.2 Kapitola Záznamy – Kalibrační list, Příloha č. 11 – Obr. 11a, 11b) - je zde chybně počítána (uváděna) nejistota měření, respektive rozšířená nejistota měření. Rozšířená nejistota je zde počítána jako $U = \pm (0,030 + 0,012L)$, kde L je měřicí rozsah (m). Navíc v kalibračním listě č. Int.162/2012/ELC POSUVNÉ MĚŘIDLO je počítáno s hodnotou $L=300$ mm, ale měřicí rozsah posuvky, který má být konstantou v uváděném vzorci, je 200 mm. Při stanovení nejistoty měření dochází pouze ke stanovení standardní nejistoty typu A. Standardní nejistota typu B se neurčuje, přičemž rozšířená nejistota je stanovena rozšířením intervalu kombinované standardní nejistoty, která je dána odmocninou ze součtu kvadrátů standardní nejistoty typu A a standardní nejistoty typu B.

Nejistota měření charakterizuje rozsah hodnot okolo výsledku měření, který lze zdůvodněně (v pravděpodobnostním smyslu) přiřadit k hodnotě měřené veličiny. Nejistota se udává nebo stanoví nejen u výsledků měření, ale i u měřidel, u použitých konstant, u korekcí apod. Základem určení nejistot je statistický přístup. Předpokládá se určité pravděpodobnostní rozdělení, které popisuje, jak se mohou naměřené hodnoty odchylovat od skutečné hodnoty (pravděpodobnost s jakou se v intervalu daném nejistotou může nacházet skutečná hodnota).

Mírou nejistoty je směrodatná odchylka udávané hodnoty (odhadu skutečné hodnoty). Takto vyjádřená nejistota se označuje jako standardní nejistota (u) a udává rozsah hodnot $[-u$ a $+u$] okolo naměřené (stanovené) hodnoty, ve kterém se může s danou pravděpodobností nacházet skutečná hodnota. Standardní nejistoty se dělí na standardní nejistoty typu A a standardní nejistoty typu B.

Standardní nejistoty typu A (u_A) – jsou způsobeny náhodnými vlivy (příčiny jejich vzniku jsou neznámé). Standardní nejistoty typu A se stanoví z opakovaných měření stejné hodnoty za stále stejných podmínek statistickým přístupem. Nejistoty typu A se zmenšují se zvětšujícím se počtem opakovaných měření.

Standardní nejistoty typu B (u_B) – jsou způsobeny známými a odhadnutelnými příčinami vzniku. Určují se jinými způsoby, které nejsou přímo specifikovány. Jejich určování nebývá vždy jednoduché a vyžaduje i značné zkušenosti. Standardní nejistoty typu B pocházejí od různých zdrojů a při určitém měření je výsledná standardní nejistota typu B dána odmocninou ze součtu kvadrátů nejistot od jednotlivých zdrojů i s respektováním vzájemných korelací mezi jednotlivými zdroji nejistot.

Zdroje nejistot typu B jsou např.: stabilita metrologických parametrů měřicích přístrojů (u všech měřidel a měřicích systémů lze předpokládat, že jejich vlastnosti se mohou s časem měnit); ovlivňující podmínky při měření – teplota, vlhkost, prašnost, poloha, rušivé magnetické a elektrické pole; pracovní podmínky v laboratoři, v nichž probíhá měření, mohou být jiné, než byly při kalibraci, ověření či kontrole měřidel, atd.

Kombinovaná standardní nejistota (u) – odmocninou ze součtu kvadrátů standardní nejistoty typu A a standardní nejistoty typu B se dostane kombinovaná standardní nejistota. Kombinovaná standardní nejistota udává interval (rozsah) hodnot, ve kterém se s poměrně velkou pravděpodobností může vyskytovat skutečná hodnota. Hodnotí-li se výsledek měření kombinovanou standardní nejistotou, pak se neuvádí jednotlivé nejistoty typu A a typu B.

Rozšířená standardní nejistota (U) – praxe však často žádá ještě větší pravděpodobnost, toho se dosáhne zvětšením intervalu kombinované standardní nejistoty. Rozšířená standardní nejistota je dána vztahem $U = k_U \cdot u$, kde k_U je koeficient rozšíření, koeficient rozšíření se volí 2 – 3, nejčastěji je voleno $k_U = 2$ (to odpovídá pravděpodobnosti pro normální rozdělení 95%) [18].

Návaznost měření

Management metrologické funkce musí zajistit, aby všechny výsledky měření byly návazné na etalony jednotek SI. Návaznost výsledků měření na jednotky SI musí být dosažena odkazem na příslušný primární etalon nebo odkazem na fyzikální konstantu, jejíž hodnota ve vztahu k jednotkám SI je známa a doporučena Generální konferencí pro váhy a míry a Mezinárodním výborem pro váhy a míry.

- Řád podnikové metrologie neobsahuje odkaz na schémata návaznosti měřidel.

Kalibraci vlastních etalonů (kalibrační laboratoře pro délkové veličiny) zajišťuje akreditovaná kalibrační laboratoř č. 2246 Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o., jenž splňuje požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří podle mezinárodní normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

3.1.5 Analýza a zlepšování systému managementu měření

Metrologická funkce musí plánovat a uplatňovat monitorování, analýzu a potřebné zlepšování k zajištění shody systému managementu měření s touto mezinárodní normou a k neustálému zlepšování systému managementu měření.

Auditování a monitorování

Společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. sestavuje program interních auditů za účelem prokazatelného prověřování funkčnosti a efektivnosti IMS, odhalování rizik a nacházení příležitostí ke zlepšení. Předmětem zkoumání při provádění interního auditu je také splnění a účinnost nápravných a preventivních opatření. K provádění interních auditů ve společnosti jsou využíváni i externí auditoři. Interními systémovými audity se zjišťuje stav IMS, jestli je efektivně uplatňován a dodržován a jestli odpovídá plánovaným činnostem a požadavkům následujících norem:

- ČSN EN ISO 9001 – Systémy řízení kvality,
- Norma IRIS - Mezinárodní standardizace železničního průmyslu, jeho bezpečnosti a systému řízení,
- ČSN EN ISO 14001 – Systém environmentálního managementu,
- ČSN OHSAS 18001 - Systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,
- ČSN EN 50126 - Drážní zařízení - Stanovení a prokázání bezporuchovosti, pohotovosti, udržitelnosti a bezpečnosti (RAMS - Reliability, Availability, Maintainability and Safety).

Neshodné měřicí vybavení

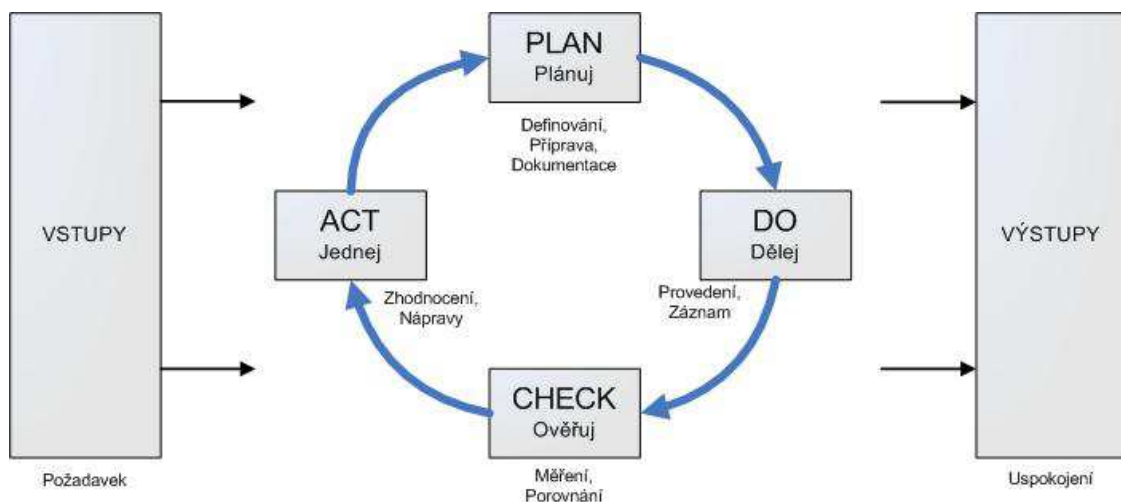
Jakékoliv potvrzené měřicí vybavení, o kterém je známo nebo od kterého se předpokládá, že bylo poškozeno, bylo přetíženo, bude produkovat nesprávné výsledky měření, bylo s ním špatně zacházeno či bylo vystaveno vlivu veličin, které mohou nepříznivě ovlivnit jeho zamýšlené použití (např. elektromagnetické pole, prach), musí být vyřazeno nebo identifikováno nápadným štítkem nebo označením. Neshoda musí být ověřena a vypracována o ní zpráva. Takové vybavení nesmí být vráceno k používání, dokud důvody neshody nebudou odstraněny a vybavení nebude znovu potvrzeno.

Pokaždé, když je neshodné měřicí vybavení opravováno, seřizováno nebo modifikováno, musí být přezkoumán interval metrologické confirmace. Výsledky kalibrace získané po jakémkoli seřízení, modifikaci nebo opravě musejí být dokumentovány – Záznamy procesu metrologické confirmace.

- Při opravě či seřizování v kalibrační laboratoři (např. mikrometrických odpichů, číselníkových úchylkoměrů atd.) nedochází k následné kalibraci (rekalibraci) měřicího vybavení ani není pořízen žádný záznam o dané neshodě.

Zlepšování

Ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. je snaha o systém řízení, který vychází z procesního přístupu a využívá metodiku PDCA – neustálé zlepšování.



Obr. 28 Metodika PDCA [16]

P (Plan - Plánuj) - identifikace, popis a analýza, stanovení cílů, metod a postupů, plánování a popis, určení rizik a kritických míst;

D (Do – Dělej) - vlastní provedení, řízení, monitorování a ovládání;

C (Control – Ověřuj) - ověřování, přezkoumávání, kontrola, měření, přijímání opatření;

A (Act - Jednej) – analýza a vyhodnocení, potvrzení a stabilizace, zajištění zpětné vazby.

Tímto způsobem je zajištěno trvalé zlepšování vyplývající z Politiky společnosti a plánování IMS, procesů a produktů, monitoringu, kontroly a ověřování.

3.2 ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 [14]

Kalibrační laboratoř pro délkové veličiny v současné době zajišťuje interní kalibrace měřidel délky – podnikovou metrologii. Souběžně kalibrační laboratoř zajišťuje i kalibrace pro jediného externího zákazníka, TEZAP Štětovice s.r.o., a to od konce roku 2011.

V roce 2003 kalibrační laboratoř zajišťovala zkoušky nebo kalibrace celkem pro 14 externích zákazníků (v té době to byli zákazníci jako např.: Gühring s.r.o. Sulkov, BRUSH S.E.M., s.r.o., BORGERS CS s.r.o., SVA Holýšov a.s., atd.).

Autor této práce se domnívá, že hlavním důvodem odlivu zákazníků ke konkurenci nebyla cena, nýbrž nejpodstatnější příčinou je akreditace laboratoře. Při porovnání cen konkurence – v tomto případě: Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o. oproti ceně účtované interní kalibrační laboratoři, nabízí kalibrační laboratoř pro délkové veličiny ve většině případů nižší ceny kalibračních služeb – viz Tab. 1. Výzkumný a zkušební ústav Plzeň (VZÚ) je kalibrační laboratoř pro geometrické veličiny akreditovaná dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

název měřidla	cena kalibrační služby – VZÚ Plzeň [Kč]	cena kalibrační služby – laboratoř divize TRM [Kč]
Posuvné měřítko (rozsah nad 500 mm)	632	490
Třmenový mikrometr (rozsah do 100 mm)	418	235
Ocelový stáčecí metr (rozsah 2000 mm)	214	215

Tab. 1 Porovnání cen konkurence oproti ceně účtované laboratoři divize TRM [19],[20]

Pro nabízení kalibračních služeb a vydávání kalibračních protokolů externím zákazníkům je nutnost prokázat technickou odbornou způsobilost a splnit požadavky mezinárodní normy pro laboratoře (ČSN EN ISO/IEC 17025:2005).

- I v současnosti - pro jediného externího zákazníka, kterému laboratoř (společnost) poskytuje kalibrační služby a vydává kalibrační protokoly, je povinnost laboratoře

(managementu společnosti) prokázat technickou odbornou způsobilost a povinnost dodržení požadavků podle normy pro laboratoře, jakou je mezinárodní norma ČSN EN ISO/IEC 17025. Jakmile laboratoř vydává kalibrační protokoly – povinnost dodržení požadavků této mezinárodní normy – v současnosti požadavky normy nejsou akceptovány.

Dokladování výsledků měření

- Kalibrační protokoly smí vydávat pouze akreditovaná společnost (laboratoř), nebo ti, co mají zavedenou mezinárodní normu ČSN EN ISO/IEC 17025.

Ani jednu podmínku kalibrační laboratoř pro délkové veličiny nesplňuje, a proto společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. není oprávněna k vydávání kalibračních protokolů a k nabízení kalibračních služeb.

ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

- Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří.

Tato mezinárodní norma stanovuje všeobecné požadavky na způsobilost provádět zkoušky anebo kalibrace, včetně vzorkování. Norma se týká zkoušení a kalibrací, které jsou prováděny pomocí metod popsanych v normách a normativních dokumentech, metod, které jsou popsány jinde než v normách a normativních dokumentech, a metod vyvinutých laboratořemi.

Tato mezinárodní norma je použitelná ve všech laboratořích bez ohledu na počet osob, které v nich pracují, nebo na rozsah zkušebních nebo kalibračních činností, a ve všech organizacích, které provádějí zkoušky nebo kalibrace.

Tato mezinárodní norma je určena k využití laboratořemi při rozvoji jejich systémů managementu v oblasti kvality a administrativních a technických systémů, kterými řídí své činnosti.

Tuto normu mohou též využívat zákazníci laboratoří, řídicí orgány a akreditační orgány při ověřování a uznávání způsobilosti laboratoří.

- Norma stanovuje požadavky na spolehlivý management a požadavky na technickou způsobilost laboratoře provádět určitý typ zkoušek nebo kalibrací.

Požadavky na management

- Organizace,

Laboratoř nebo organizace, jejíž součástí je laboratoř, musí být subjektem, který lze považovat za právně odpovědný.

Laboratoř je odpovědná za to, že provádí zkušební a kalibrační činnosti takovým způsobem, aby splnila požadavky této mezinárodní normy a uspokojila potřeby zákazníka, řídicích orgánů nebo organizací zajišťujících uznání.

- Systém managementu,
- Řízení dokumentů,

- Přezkoumání nabídek, poptávek a smluv,
- Subdodávky zkoušek a kalibrací,
- Nakupování služeb a dodávek,
- Služba zákazníkovi,
- Stížnosti,
- Řízení neshodných prací při zkoušení anebo kalibrací,
- Zlepšování,
- Opatření k nápravě,
- Preventivní opatření,
- Řízení záznamů,
- Interní audity,
- Přezkoumání systému managementu.

Technické požadavky:

- Všeobecně,

Správnost a spolehlivost zkoušek anebo kalibrací prováděných v laboratoři je určena mnoha faktory. Tyto faktory zahrnují příspěvky vyvolané lidskými faktory, podmínkami prostorů a prostředí, zkušebními a kalibračními metodami, zařízeními, návazností měření, vzorkováním a v neposlední řadě zacházením se zkušebními a kalibračními položkami.

- Osoby pracující v laboratoři,
- Prostory a podmínky prostředí,
- Zkušební a kalibrační metody a validace metod (výběr metod, metody vyvinuté laboratoří, odhad nejistoty měření, řízení údajů a další),
- Zařízení,
- Návaznost měření,
- Vzorkování,
- Zacházení se zkušebními a kalibračními položkami,
- Zajišťování kvality výsledků zkoušek a kalibrací,
- Uvádění výsledků (protokoly o zkouškách, kalibrační listy/certifikáty, elektronický přenos výsledků a další).

Podle technických požadavků, které mezinárodní norma ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 vyžaduje pro způsobilé a správně vystavované kalibrační listy/certifikáty, byl porovnán současný stav kalibračních listů (protokolů) - viz 3.1.2 Kapitola Záznamy.

4 ALTERNATIVY NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Je patrné, že kalibrační laboratoř pro délkové veličiny v divizi TRM nefunguje zcela správně. Proto je nutné napravit, v některých případech jen zlepšit, práci kalibrační laboratoře, nebo nakupovat kalibrační služby týkající se délkových měřidel od externích dodavatelů.

Pokud se kalibrace budou nadále zajišťovat interně v kalibrační laboratoři pro délkové veličiny, je povinností dodržet veškeré požadavky zákona o metrologii a mezinárodní normy ČSN EN ISO 10012:2003.

V okamžiku nabízení kalibračních služeb externím zákazníkům, kdy laboratoř chce vydávat kalibrační protokoly, což se v současné době děje (externí zákazník – TEZAP Štěnovice s.r.o.), je povinnost laboratoře (managementu společnosti) prokázat technickou odbornou způsobilost a splnění požadavků mezinárodní normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, jenž ale doposud prokázány nebyly.

Velkým příslibem do budoucna by mohl být software Palstat CAQ, který se ve společnosti v současné době připravuje na spuštění tzv. „naostro“ a který by měl zlepšit práci kalibrační laboratoře – viz Kapitola 5.1.

4.1 Návrh opatření k odstranění nedostatků

Odpovědnost managementu

Management metrologické funkce musí jasně stanovit, kdo je hlavní metrolog podniku (Divize TRM). Zatím tak není učiněno. Není určeno, jestli technik/metrolog kalibračního střediska pro délkové veličiny je měřicí technik, metrolog či hlavní metrolog podniku.

V organizačním schéma oddělení kvality je pod úsekem metrologie uvedeno jméno měřicího technika. Měl by tam být uveden hlavní metrolog podniku (viz Příloha č. 10).

Řízení zdrojů

Lidské zdroje

Mělo by být zajištěno vzdělávání a vyžadování zvýšení kvalifikace personálu kalibrační laboratoře - certifikát způsobilosti pro výkon funkce v kvalifikační úrovni – Metrolog I. stupně, jenž vydává Česká metrologická společnost.

Informační zdroje

Při používání softwaru v procesech měření a při výpočtech výsledků musí docházet k archivování výsledků (software M2DWin - kalibrují se zde rádiusové měřky, úhlové měřky, úhломěry).

Archivace smí být zajištěna vytvářením záložních kopií, ukládáním mimo místo vytváření, nebo pomocí jiných prostředků pro ochranu, zajištění přístupnosti a k poskytnutí nezbytné úrovně sledovatelnosti.

Kalibrační laboratoř musí zajistit, aby docházelo k inovaci, udržování či doplňování kalibračních postupů, které byly vytvořeny kalibrační laboratoří nebo které byly koupeny od České metrologické společnosti.

V průběhu každého měření se musí vyplňovat Záznam o měření. Bez Záznamu o měření není možné případné pozdější dohledání, přezkoumání či kontrola. V současné době se hodnoty píšou na jakýkoliv kus papíru a případné dohledání, přezkoumání či kontrola tak není možná.

Materiálové zdroje

Řád podnikové metrologie musí obsahovat odkaz na inventární seznam veškerých měřidel společnosti nebo odkaz na vypracovaný seznam měřidel v programu Palstat, jenž zahrnuje evidenční číslo měřidla, název měřidla, umístění měřidla, stav měřidla, kalibrační lhůtu atd.

V ŘPM (článek 15. Mezilhůtové kontroly měřidel) musí být jasně uvedeno, jaké kalibrace si kalibrační laboratoř sama provádí (zajišťuje). V této části ŘPM musí být přímo uvedeny typy měřidel, které si laboratoř sama kalibruje, nebo zde musí být uveden odkaz na seznam (předpis/směrnici) těchto měřidel pro měření délkových veličin. Tento seznam, z důvodu posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel (viz Kapitola 5.2), musel být vypracován autorem diplomové práce – viz elektronická příloha - CD.

V Řádu podnikové metrologie (Příloha ŘPM č. 3 Kalibrační intervaly) musí dojít k diferencování kalibračních intervalů podle daného typu měřidla.

V ŘPM (Příloha ŘPM č. 3 Kalibrační intervaly) musí být vypracován seznam průměrných, rýsovacích desek či průměrných válců, který bude obsahovat evidenční číslo, název, umístění atd. Seznam musí být obsahem nebo odkazem Řádu podnikové metrologie.

Řád podnikové metrologie musí obsahovat odkaz na seznam podnikových etalonů.

ŘPM musí též zahrnovat seznam měřicího vybavení používaného k monitorování a zaznamenávání ovlivňujících veličin prostředí, ve kterém se měření uskutečňuje.

Řád podnikové metrologie musí obsahovat (nebo musí být uveden odkaz) popis daných podmínek prostředí a zároveň také, kterých měření se ty které podmínky prostředí týkají.

Řád podnikové metrologie musí obsahovat (nebo musí být uveden odkaz) popisu daných podmínek prostředí a zároveň také musí zahrnovat, kterých měření se ty které podmínky prostředí týkají.

Článek ŘPM (č. 22 Měření) by po úpravě měl znít takto:

Pracovníci provádějící měření jsou povinni měřit při vhodných podmínkách, aby nemohlo dojít ke zkreslení snímaných hodnot měřené veličiny, např. vlivem teploty měřeného dílu nebo okolního prostředí, prašnosti, magnetického pole, elektrostatického náboje apod.

Metrologická confirmace

Řád podnikové metrologie musí obsahovat odkaz na proces metrologické confirmace měřicího vybavení, jenž musí být uplatňován a dodržován (viz Obr. 29).

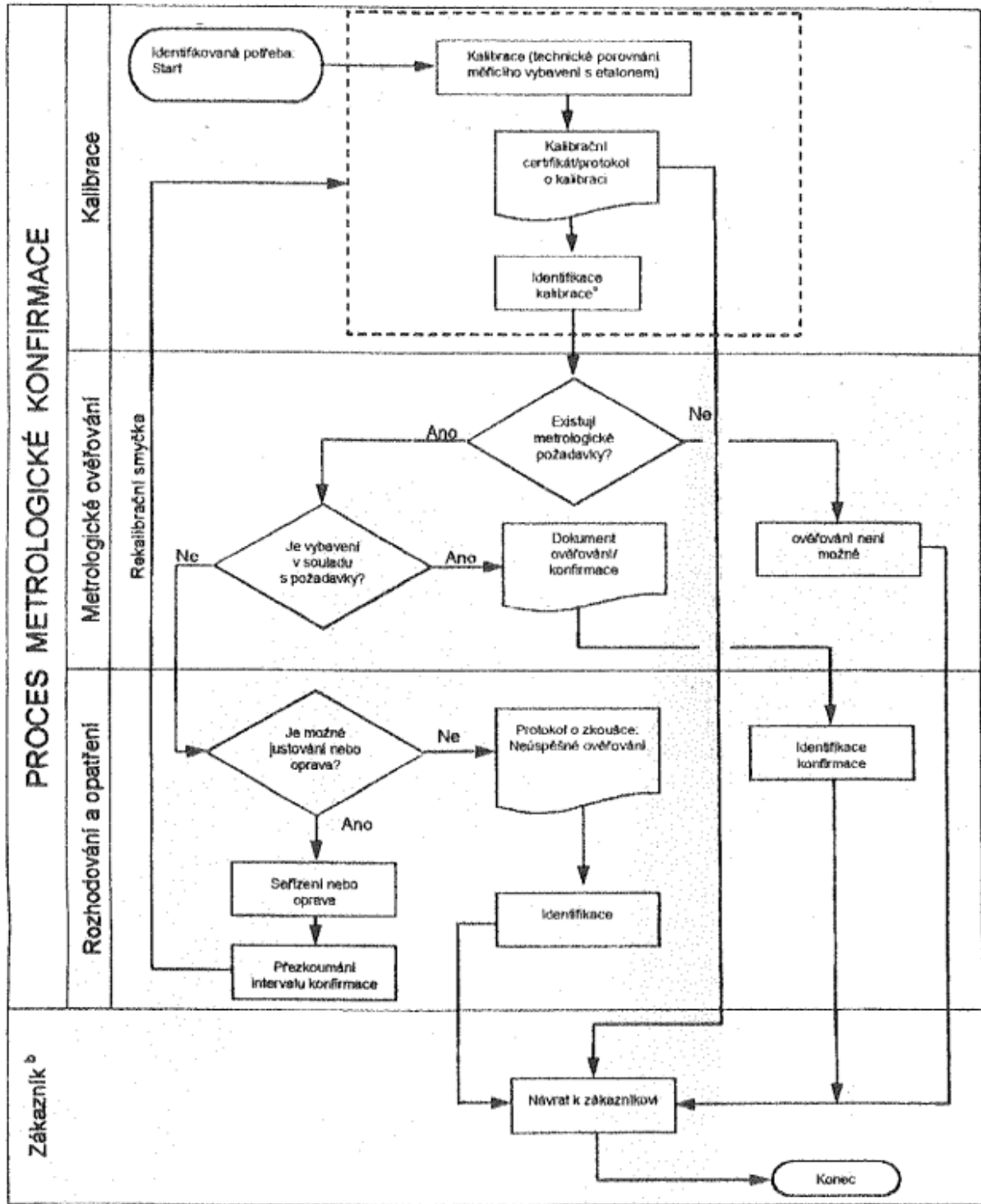
Záznamy procesu metrologické confirmace musí být datovány a schváleny určeným oprávněným zaměstnancem potvrzujícím správnost výsledků. Tyto záznamy musí být udržovány, uchovány a musí být dostupné.

Nedostatek ŘPM – článek 17. Kalibrace pracovních měřidel: Jednotnost a správnost *etalonů* a pracovních měřidel zajišťují jejich vlastníci (výdejna) kalibrací, není-li pro dané měřidlo vhodnější způsob nebo metoda - etalony jsou nadřazeny všem pracovním měřidlům, proto z celého článku Kalibrace pracovních měřidel musejí být úplně vynechány (odstraněny).

Článek ŘPM (č. 17 Kalibrace pracovních měřidel – odstavec 50) by po úpravě měl znít takto:

Kalibrační intervaly pracovních měřidel navrhuje jejich vlastník (výdejna) tak, aby byla trvale zajištěna správnost jednotlivých měřidel. Délka kalibračního intervalu se odvíjí od četnosti užívání, finančních možností, eventuelně dalších specifických podmínek a tyto změny stanovuje metrolog.

Interval kalibrace smí být shodný s intervalem metrologické confirmace.



Obr. 29 Proces metrologické konfirmace měřicího vybavení [13]

- ^a Identifikace/značení kalibrace smí být nahrazena identifikací metrologické konfirmace.
- ^b Organizace nebo osoba, která přijímá produkt (například spotřebitel, klient, konečný uživatel, maloobchodník, příjemce a odběratel). Zákazník může být interní nebo externí vůči organizaci.

Proces měření

Řád podnikové metrologie musí obsahovat odkaz na seznam všech měřených veličin ve společnosti (jedná se, jak již bylo uvedeno, o měření teplot, hluku, frekvence, vibrací, měření elektrických veličin U, I, R, měření délek atd.).

Tento seznam musí být do budoucna vypracován v softwaru Palstat CAQ. Program Palstat CAQ disponuje záložkou Měřidla, kde je možnost zadat kalibrované rozměry a měřené veličiny daným měřidlem.

Řád podnikové metrologie musí obsahovat (nebo musí být uveden odkaz) na popis daných podmínek prostředí a také zároveň, kterých měření se dané podmínky prostředí týkají (viz 3.1.2 Kapitola Prostředí).

Nejistota měření

Musí dojít k nápravě odhadu nejistoty měření. V kalibračních protokolech je chybně stanovována/počítána nejistota měření, respektive rozšířená nejistota měření, a pro každý typ měřidla je stanovována totožně (viz 3.1.4 Kapitola Nejistota měření). Podle mezinárodní normy ČSN EN ISO 10012 musí být nejistota měření odhadována pro každý proces měření, zahrnutý v systému managementu měření (každé měřidlo, pokud se kalibruje, musí mít svoji vlastní nejistotu). Při stanovení nejistoty měření dochází pouze ke stanovení standardní nejistoty typu A, standardní nejistota typu B se neurčuje, tudíž není možné stanovit rozšířenou nejistotu (rozšířená nejistota je stanovena rozšířením intervalu kombinované standardní nejistoty, která je dána právě odmocninou ze součtu kvadrátů standardní nejistoty typu A a standardní nejistoty typu B).

Nejistota se stanoví podle návodu České metrologické společnosti – Návod na vyjádření nejistoty při měření, kde jsou zahrnuté koncepce a metody, které mohou být použity při kombinaci složek nejistoty a prezentovaných výsledků

Podle mezinárodní normy ČSN EN ISO 10012 by v každém případě úsilí vynaložené na stanovení a zaznamenání nejistot měření mělo být úměrné důležitosti výsledků měření vzhledem k jakosti produktu dané organizace.

Návaznost měření

Řád podnikové metrologie musí obsahovat odkaz na schémata návaznosti měřidel (návaznost výsledků měření na jednotky SI musí být dosažena odkazem na příslušný primární etalon nebo odkazem na fyzikální konstantu, jejíž hodnota ve vztahu k jednotkám SI je známa a doporučena Generální konferencí pro váhy a míry a Mezinárodním výborem pro váhy a míry).

Neshodné měřicí vybavení

Při opravě či seřizování měřicího vybavení v kalibrační laboratoři (např. mikrometrických odpichů, číselníkových úchylkoměrů atd.) musí docházet k následné kalibraci (rekalibraci) měřicího vybavení a měl by být pořízen záznam o dané neshodě.

Vždy, když je neshodné měřicí vybavení opravováno, seřizováno nebo modifikováno, musí být také přezkoumán interval metrologické confirmace.

5 HODNOCENÍ PŘÍNOSŮ

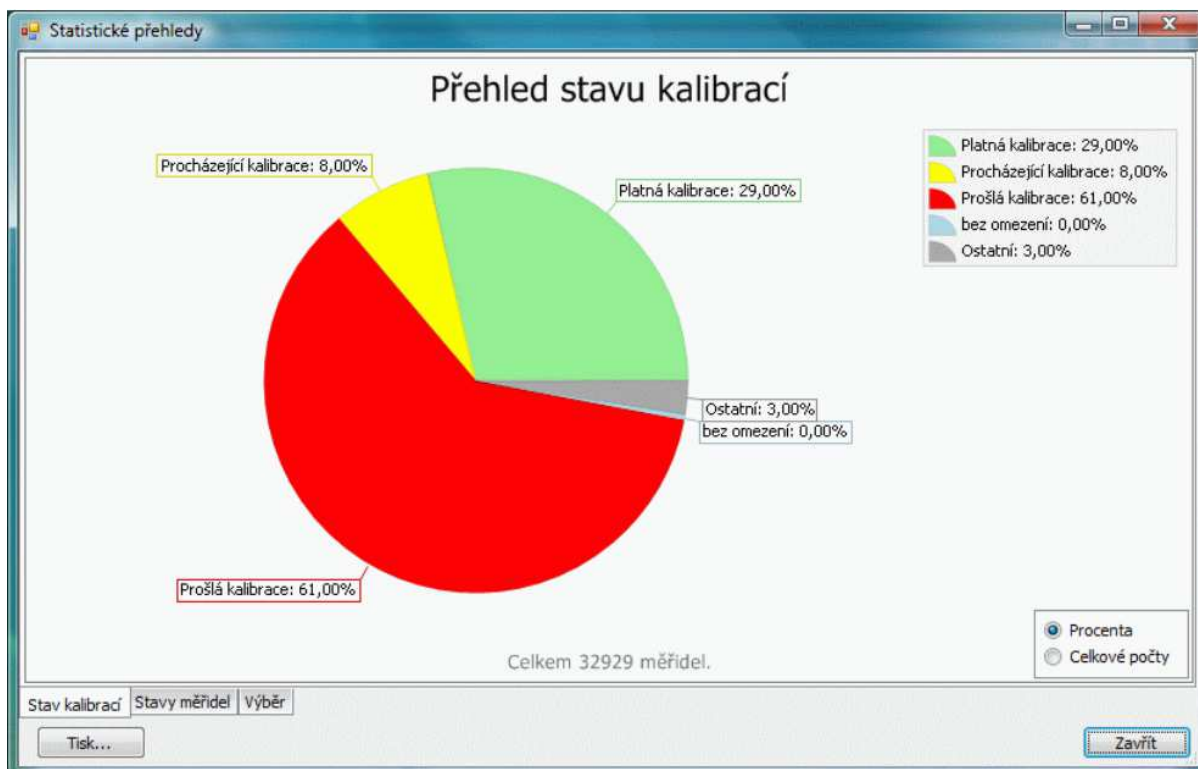
5.1 Zavedení metrologické evidence měřidel s využitím SW

V současné době společnost zavádí software Palstat CAQ pro řízení systémů jakosti, který obsahuje několik modulů (Evidence měřidel, FMEA, Databáze dílů, Databáze uživatelů, Kontrolní a technické postupy, Vstupní kontrola, Mezioperační kontrola, MSA, SPC). Kalibrační laboratoře se týká převážně modul Evidence měřidel. Modul Evidence měřidel je určen pro evidenci a kalibraci měřidel a měřicích prostředků.

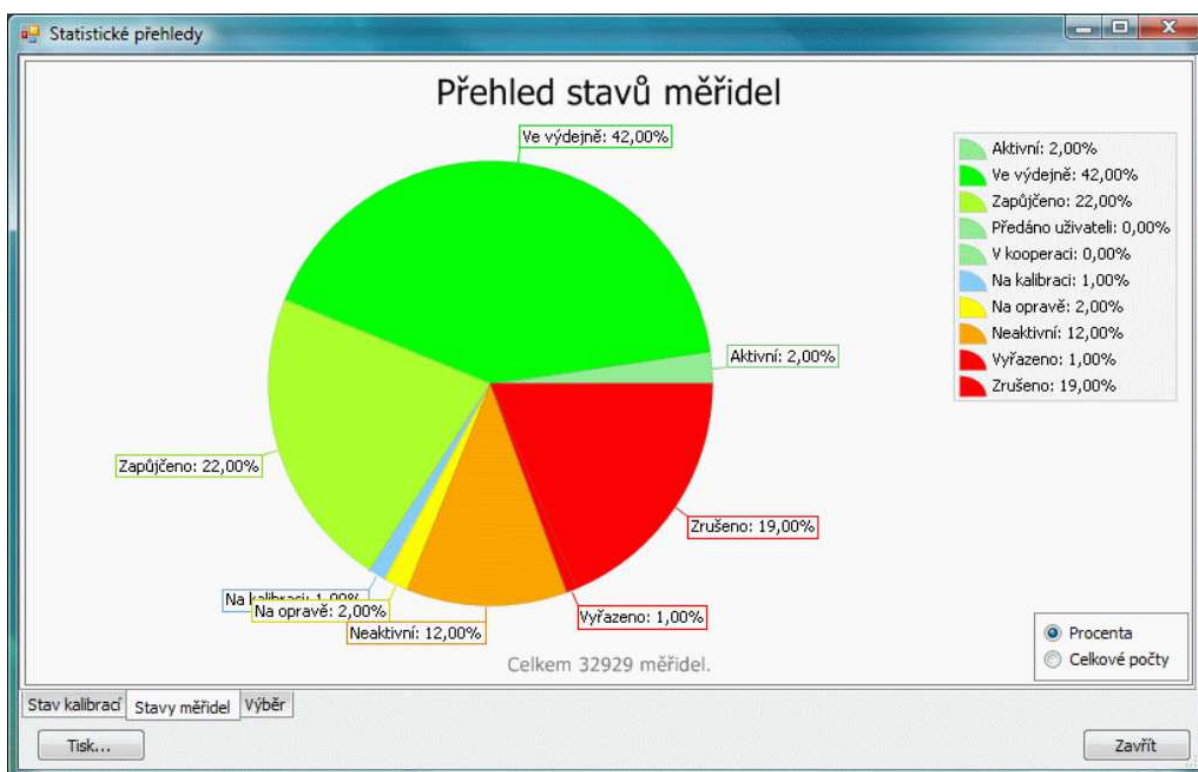
Zavedení metrologické evidence měřidel s využitím programu Palstat CAQ bude pro společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. znamenat přínos v mnoha ohledech. V programu bude možno napravit několik nedostatků práce kalibrační laboratoře.

Bude zde vytvořen inventární seznam všech měřidel celé společnosti, který zahrnuje evidenční číslo měřidla, název měřidla, aktivní/neaktivní stav měřidla, kód z karty měřidla, umístění měřidla, osobní číslo uživatele, kalibrační lhůtu atd. Je možno zde přímo v průběhu měření vyplňovat Záznam o měření. Elektronická podoba Záznamu o měření velmi usnadní případné dohledání, přezkoumání či kontrolu. Bude možno zde diferencovat kalibrační intervaly daného typu měřidla. Může zde být vypracován seznam všech měřených veličin ve společnosti (měření teplot, hluku, frekvence, vibrací, ale i elektrických veličin U, I, R atd.).

Software neumožní zlepšení jen v evidenci měřidel, ale je možno zde napravit i nedostatky v útvaru metrologie ohledně zápisu kalibrací měřidel, kontrole spolehlivosti a hlídání kalibračních lhůt. Program též umožňuje stanovení standardních nejistot měření (nejistoty typu A, B, kombinované nejistoty a nejistoty rozšířené). Právě rozšířená standardní nejistota je doposud stanovována na kalibračních protokolech společnosti chybně (viz Kapitola 3.1.4 Nejistota měření). Výstupem softwaru jsou kalibrační protokoly; záznamy z měření; měřicí listy; grafy zadaných (naměřených) hodnot, ve kterých je také vyznačeno toleranční pole; různé statistické přehledy, přehledy stavu kalibrací (viz Obr. 30), přehledy stavů měřidel (viz Obr. 31); a další.



Obr. 30 Přehled stavu kalibrací



Obr. 31 Přehled stavů měřidel

Na základě získaných informací se autor práce domnívá, že po odstranění potíží, které zatím nejsou dořešeny ze strany poskytovatele softwaru (jako např.: program neumí spočítat chybu reverzibility při kalibraci číselníkového úchylkoměru a též zatím nelze kalibrovat Whitworthův závit – pouze metrický), může být a bude tento software pro společnost hodnotným přínosem nejen ve zlepšení práce s celkovou evidencí měřidel a měřicích prostředků, ale i v samotném zajišťování a vyhodnocování kalibrací měřidel.

5.2 Posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel

Jedná se o případné nahrazení kalibrační laboratoře externí službou – nákup kalibračních služeb. Tedy veškeré kalibrace délkových měřidel by zajišťovali externí dodavatelé.

Pro posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel ve vlastní kalibrační laboratoři bylo zapotřebí vypracovat rozbor nákladů a výnosů kalibrační laboratoře za určité časové období. Posouzení výhodnosti interních kalibrací proto bylo provedeno ve dvou variantách externích dodavatelů. První varianta byla zvolena ve stejném městě jako působí společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. (tedy Plzeň). Druhá pak mimo Plzeň, jedná se o Ivančice u Brna (vzdálené 300 km od Plzně). U obou variant byla splněna podmínka, aby se jednalo o akreditovanou kalibrační laboratoř.

Jak již bylo řečeno výše, kalibrační laboratoř provádí jak interní kalibrace všech délkových měřidel pro potřebu společnosti, tak i kalibrace pro potřeby externích zákazníků (od konce roku 2011) formou placené služby. V současné době pouze jeden zákazník – TEZAP Štěnovice s.r.o.

Sledované období rozboru nákladů a výnosů kalibrační laboratoře bylo stanoveno po dobu tří let, aby se ve sledované době objevila všechna měřidla, která procházejí pravidelnými intervaly kalibrací, jelikož nejdelší interval kalibrace je právě 3 roky. Veškeré částky nákladů, výnosů a cen kalibrací jsou uvedeny bez DPH – interní náklady. Měna = Česká koruna.

a) 1. varianta - Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o. (VZÚ)

Jedná se o kalibrační laboratoř pro geometrické veličiny, akreditovaná dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. První varianta externího dodavatele byla z hlediska dopravy zvolena přímo v Plzni: Tylova 1581/46, Plzeň.

$$N_{\text{KLcelk}} - (V_{\text{KL}} + N_{\text{EXT}}) = 1\,809\,819 - (389\,925 + 2\,297\,734) = -877\,840 \text{ Kč}$$

b) 2. varianta - M&B Calibr Ivančice s.r.o.

Kalibrační laboratoř firmy M&B Calibr s.r.o. je akreditována Českým institutem pro akreditaci dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. Druhá varianta byla zvolena mimo Plzeň: Ivančice, 300 km od Plzně (před Brnem).

$$N_{\text{KLcelk}} - (V_{\text{KL}} + N_{\text{EXT}}) = 1\,809\,819 - (389\,925 + 1\,822\,540) = -402\,646 \text{ Kč}$$

N_{KLcelk} – celkové náklady na interní kalibrační laboratoř

V_{KL} – předpokládané výnosy interní kalibrační laboratoře

N_{EXT} – náklady externích kalibrací (vlastní náklady externích kalibrací + doprava)

Náklady externích kalibrací (N_{EXT}) by samozřejmě musely ještě obsahovat složku nákladů na dopravu. V případě první varianty (Plzeň), kde se jedná o malou vzdálenost, je možno teoreticky náklady na dopravu zanedbat, jednalo by se řádově o tisíce korun. V případě varianty druhé (Ivančice – 300 km od Plzně) by vzrostly náklady na dopravu a tudíž i celkové náklady externích kalibrací řádově o desetitisíce korun. Dále by se musela řešit otázka: „Jak zajistit dopravu?“ Jestli by se jednalo o vlastní dopravu, nakupovanou službu nebo využití různých balíkových služeb. Každé případné sloučení odesílaných dávek ke kalibraci by celkové náklady na dopravu snižovalo.

Obě dvě varianty vyšly se záporným znaménkem, a proto není třeba náklady na dopravu propočítávat důsledněji. Obě dvě možné varianty nákupu kalibračních služeb by pro společnost byly ztrátové a znamenaly by vyšší náklady na kalibrační služby. Z této studie tedy vyplývá, že interní kalibrace délkových měřidel jsou z ekonomického hlediska výhodné.

Náklady externích kalibrací

Tyto náklady zahrnují veškeré náklady, které by stál nákup kalibračních služeb, kdyby se kalibrace délkových měřidel divize TRM zajišťovaly nakupovanou službou od externího dodavatele.

Náklady externích kalibrací byly počítány podle inventárního seznamu všech měřidel pro software Palstat (seznam měřidel - Výdejna pro Palstat), kde se jedná zhruba o 6 tisíc měřidel. Po redukci seznamu měřidel (snížení počtu o neaktivní měřidla a o měřidla síly, teploty, elektrických veličin atd.) vznikl seznam měřidel pro měření délkových veličin (viz elektronická příloha – CD), kterých by se případně externí kalibrace týkaly. Cena kalibrace byla vždy pro dané měřidlo počítána v závislosti na délce pravidelné kalibrační lhůty a podle ceníku kalibračních služeb obou akreditovaných kalibračních laboratoří (obou variant).

Příklad výpočtu ceny kalibrace pro posuvné měřítko, rozsah do 1000 mm:

- kalibrační lhůta: 2 roky, sledované období = 3 roky $\Rightarrow 3/2 = 1,5$

- nejdelší kalibrační lhůta v divizi TRM je právě 3 roky.

a) Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.
 $1,5 * 632 = 948 \text{ Kč}$

b) M&B Calibr Ivančice s.r.o.
 $1,5 * 293 = 439,5 \text{ Kč}$

Speciální měřidla

Šablony a měrky tvarové spadají do tzv. kategorie speciálních měřidel, které by se musely kalibrovat podle výkresu, a proto do výpočtu byla uvažována průměrná hodnota 1,5 hodiny práce (Plzeň = 300 Kč/hod, Ivančice = 380 Kč/hod).

Příklad výpočtu ceny kalibrace pro šablony a měrky tvarové:

- kalibrační lhůta: 2 roky, sledované období = 3 roky $\Rightarrow 3/2 = 1,5$

a) Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.

$$1,5 * (1,5 * 300) = 675 \text{ Kč}$$

b) M&B Calibr Ivančice s.r.o.

$$1,5 * (1,5 * 380) = 855 \text{ Kč}$$

Kritická měřidla

Jako kritická měřidla jsou označována taková měřidla, která jsou pro výrobu a měření ve výrobě nenahraditelná. V případě kalibrování kritických měřidel by se muselo využít buď tzv. expresní kalibrace (expresní kalibrace = časové upřednostnění kalibrace), která by opět zvedala celkové náklady externích kalibrací (vyšší cena za expresní kalibraci), anebo by muselo dojít k nákupu toho daného kritického měřidla ještě jednou, aby v době kalibrace bylo vždy k dispozici, což z důvodu vysoké pořizovací ceny nepřipadá v úvahu.

Do seznamu kritických měřidel společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s., divize TRM patří např.: 3D - CNC LK Evolution měřicí stroj, Drsnoměr Mitutoyo SJ-301, Tvrdoměr EQUO TIP 2, měřicí rameno Romer Sigma, Ultrazvukový přístroj USM35, Unimaster atd.

V kalibrační laboratoři pro délkové veličiny se z kritických měřidel kalibruje pouze měřidlo Unimaster. Jedná se o měřidlo na vnitřní/vnější měření s rozsahem 225-2000/250-2025 a přesností 0,01 mm.

➤ Výsledné ceny externích kalibrací jednotlivých měřidel pro obě varianty byly sečteny (viz elektronická příloha CD) - N_{EXT} :

a) **2 297 734 Kč**

b) **1 822 540 Kč**

Předpokládané výnosy interní kalibrační laboratoře

Výnosy kalibrační laboratoře pro externí zákazníky formou placené služby. Výnosy z provedených kalibrací pro externího zákazníka za dobu čtyř měsíců (1.12.2011 – 31.3.2012) činily 43 325 Kč. Z této sumy se dá očekávat, že ročně by předpokládané výnosy kalibračního střediska odpovídaly hodnotě 129 975 Kč. Potom průměrně za sledované (počítané) období (3 roky) by suma výnosů kalibrační laboratoře dosahovala 389 925 Kč (Tato částka je dosažena zprůměrováním a odhadem za předpokladu, že by společnost měla po celou dobu tohoto jednoho externího zákazníka. Částka je do rozboru nákladů a výnosů započítána na žádost

konzultanta diplomové práce ze společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.). Ale pro nabízení kalibračních služeb a vydávání kalibračních protokolů je nutnost splnit požadavky na způsobilost kalibrační laboratoře dle mezinárodní normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, které v současné době interní kalibrační laboratoř neakceptuje.

Celkové náklady na interní kalibrační laboratoř

Celkové náklady na kalibrační laboratoř zahrnují veškeré náklady na provoz kalibrační laboratoře v podniku. Výraznou část celkových nákladů tvoří mzdové náklady (mzda, prémie a odměny, sociální pojištění, zdravotní pojištění, příspěvek na penzijní připojištění). Dále jsou pak do celkových nákladů na kalibrační laboratoř zahrnuty náklady na veškeré režie, náklady na el. energii, náklady na teplo, náklady na vodu, náklady na nájemné (budova č.77, kde sídlí divize TRM), náklady na spotřebu režijního materiálu, náklady na kancelářský materiál atd.

Za rok 2011 (období 1.1.2011 – 31.12.2011) činily náklady na kalibrační laboratoř 603 273 Kč.

Pro sledované období rozboru nákladů a výnosů 3 roky by celkové náklady na kalibrační laboratoř průměrně činily 1 809 819 Kč.

Shrnutí a vyhodnocení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel

a) 1. varianta - Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o. (VZÚ)

$$N_{KLcelk} - (V_{KL} + N_{EXT}) = 1\,809\,819 - (389\,925 + 2\,297\,734) = -877\,840 \text{ Kč}$$

b) 2. varianta - M&B Calibr Ivančice s.r.o.

$$N_{KLcelk} - (V_{KL} + N_{EXT}) = 1\,809\,819 - (389\,925 + 1\,822\,540) = -402\,646 \text{ Kč}$$

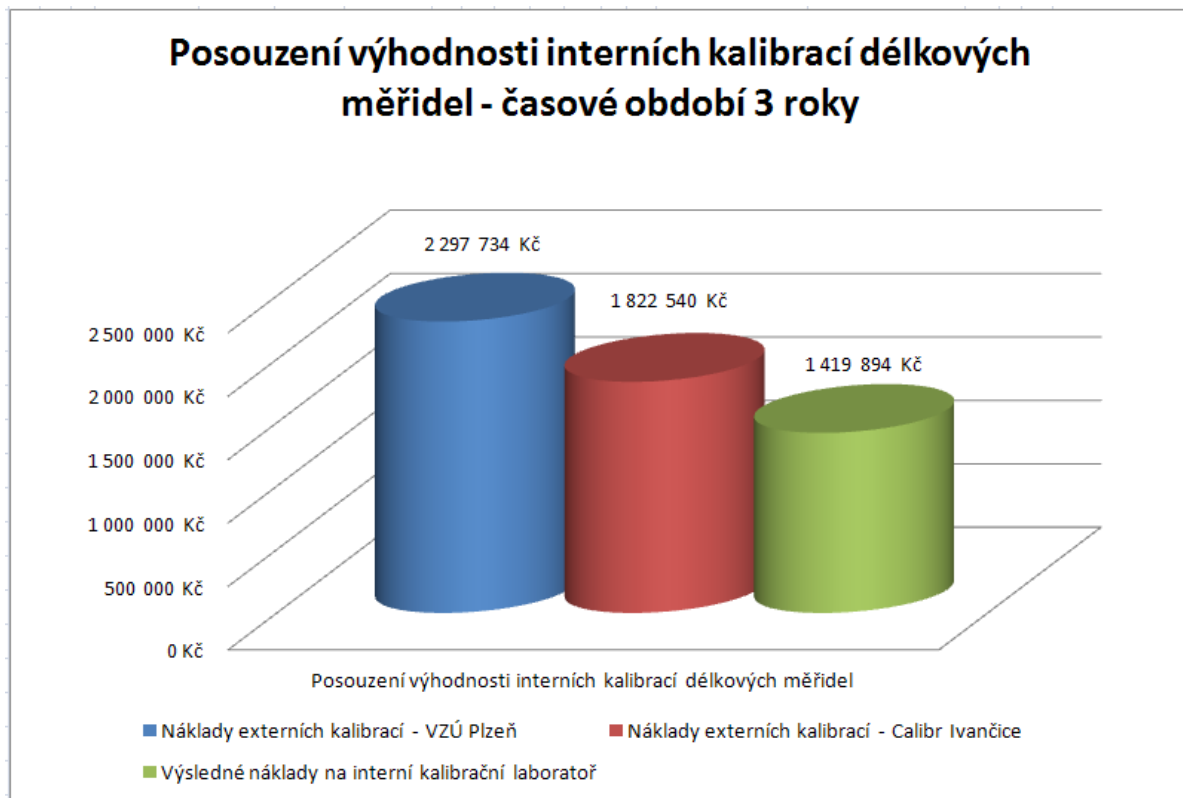
Výsledné náklady na interní kalibrační laboratoř:

$$N_{KLcelk} - V_{KL} = 1\,809\,819 - 389\,925 = 1\,419\,894 \text{ Kč}$$

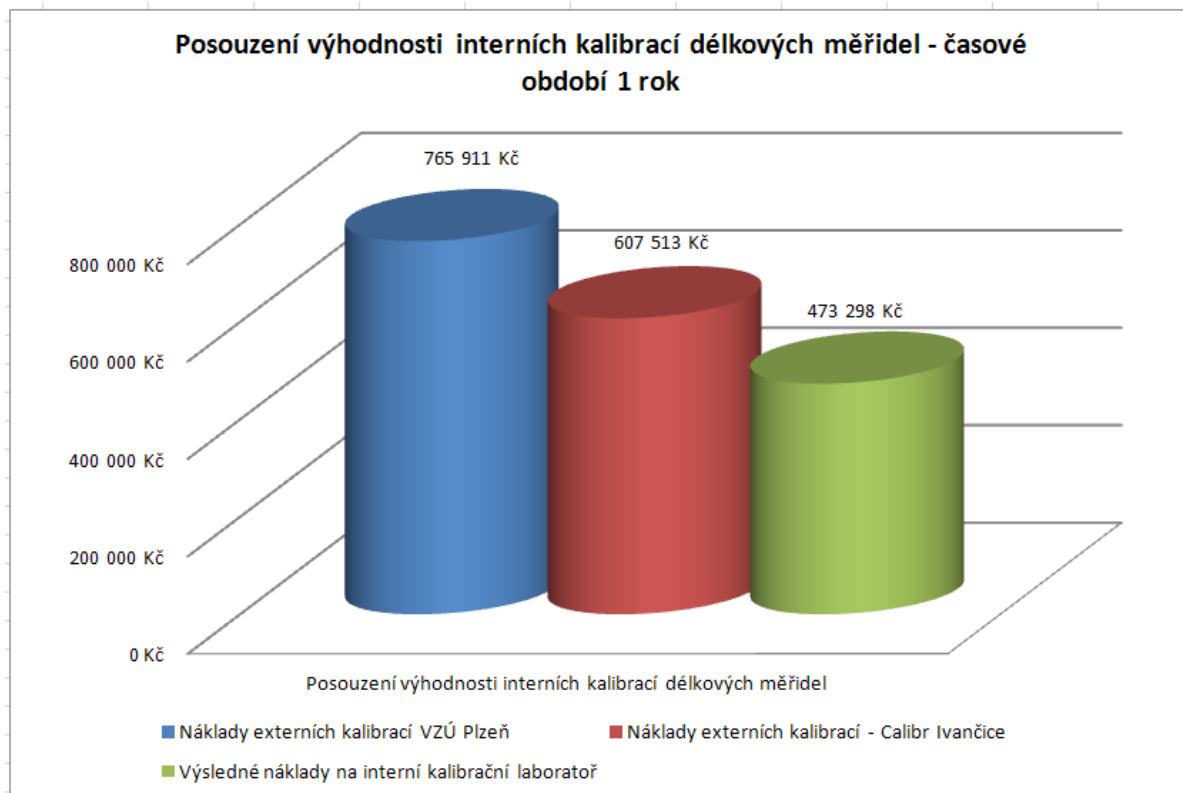
N_{KLcelk} – celkové náklady na interní kalibrační laboratoř

V_{KL} – předpokládané výnosy interní kalibrační laboratoře

N_{EXT} – náklady externích kalibrací (vlastní náklady externích kalibrací + doprava)



Graf 1 Posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel za časové období 3 roky



Graf 2 Posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel za časové období 1 rok

Graf 2 ukazuje hodnoty nákladů přepočtené na období jednoho roku. Z Grafu 1 a zároveň i z Grafu 2 vyplývá, že interní kalibrace jsou pro společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. výhodné. Z Grafu 2 plyne, že ročně by společnost, v případě nákupu kalibračních služeb u levnější varianty (2. varianta – M&B Calibr Ivančice) musela vynaložit, s připočtením řádově desetitisíců na dopravu, přibližně o 200 000 Kč vyšší náklady.

Varianta 1 – Výzkumný a zkušební ústav Plzeň je v převážné většině nabízených cen kalibrací jednotlivých měřidel výrazně dražší než varianta 2 – M&B Calibr Ivančice. Jak plyne z Tabulky 2:

název měřidla	cena kalibrační služby – VZÚ Plzeň [Kč]	cena kalibrační služby – Calibr Ivančice [Kč]
Posuvné měřítko (rozsah do 1000 mm)	632	293
Mikrometr třmenový (rozsah 500 - 1000 mm)	734	596
Ocelový stáčecí metr (rozsah 2000 mm)	214	74

Tab. 2 Ceny kalibračních služeb jednotlivých kalibračních laboratoří [19],[21]

Proto by varianta nákupu kalibračních služeb v akreditované kalibrační laboratoři Ivančice vyšla výhodněji, i s připočítáním nákladů na dopravu, v porovnání s akreditovanou laboratoří Výzkumného a zkušebního ústavu v Plzni. Samozřejmě v případě porovnání výhodnosti varianty Plzně oproti variantě Ivančice by se náklady na dopravu musely propočítat důkladně.

5.3 Hodnocení přínosů interních kalibrací délkových měřidel

Jak již bylo řečeno výše, kalibrační laboratoř pro délkové veličiny nefunguje zcela správně.

Provedený rozbor nákladů a výnosů kalibrační laboratoře, počítaný za časové období 3 roky (následně zprůměrován na 1 rok), jasně ukazuje, že interní kalibrace délkových měřidel jsou z ekonomického hlediska pro společnost výhodné.

Z posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel vyplývá, že v případě uvažování levnější varianty – Calibr Ivančice, i s připočtením řádově desetitisíců na dopravu, společnost vlastními interními kalibracemi měřidel ušetří ročně přibližně 200 000 Kč.

Je jasné, že kalibrační laboratoř pro délkové veličiny je pro společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. přínosem, a proto je nutné zlepšit a zefektivnit práci kalibrační laboratoře a dodržovat veškeré požadavky stanovené normami (ČSN EN ISO 10012 a ČSN EN ISO/IEC 17025).

Pro nabízení kalibračních služeb a vydávání kalibračních protokolů externím zákazníkům je nutnost prokázat technickou odbornou způsobilost a splnit požadavky mezinárodní normy pro laboratoře (ČSN EN ISO/IEC 17025:2005), které v současné době interní kalibrační laboratoř nesplňuje. V současné době se formou placené služby zajišťují kalibrace délkových měřidel (a vydávají se kalibrační protokoly) jedinému externímu zákazníkovi - TEZAP Štěnovice s.r.o., aniž by byly splněny požadavky na způsobilost kalibrační laboratoře dle ČSN EN ISO/IEC 17025.

Jak již bylo uvedeno výše, jedná se o záležitost dokladování výsledků měření. A sice, že kalibrační protokoly smí vydávat pouze akreditovaná společnost (laboratoř), nebo ti, jenž mají zavedenou mezinárodní normu ČSN EN ISO/IEC 17025.

Splnění požadavků podle mezinárodní normy ČSN EN ISO /IEC 17025:2005 či případná akreditace laboratoře by pro laboratoř, potažmo pro celou společnost, mohla být velkým přínosem a příslibem do budoucna. Kalibrační laboratoř by pak mohla oslovit a nabízet svoje kalibrační služby většímu spektru potenciálních externích zákazníků a tím společnosti zvyšovat výnosy. Samozřejmě by to znamenalo i nutné zvýšení kvalifikace současného personálu a případné rozšíření (stanovení organizační a řídicí struktury laboratoře) personálního obsazení kalibrační laboratoře. Též by bylo potřeba počítat s počátečními vyššími výdaji na propagaci a oslovení potenciálních klientů s novou nabídkou služeb zahrnující spolehlivost a výhody v podobě akreditace a zvýšení kvalifikace vlastního personálu, čehož by podnik dosáhl.

6 ZÁVĚR

Závěrem této diplomové práce je možno konstatovat, že stanovené cíle na jejím začátku, kterými byla důkladná analýza současného stavu metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.; porovnání aktuálního stavu s požadavky zákona o metrologii, ČSN EN ISO 10012:2003 a ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 a poté následná identifikace nedostatků a prohřešků; navrhnutí nápravných opatření k odstranění veškerých nedostatků; hodnocení přínosů zavedení metrologické evidence měřidel s využitím softwaru Palstat CAQ a posouzení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel, byly splněny.

Analýza současného stavu metrologie ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s. se zaměřila, převážně na měření délkových a geometrických veličin. Byl zde mapován výrobní program společnosti u individuálních vyráběných či nakupovaných dílů. Jednalo se o zjištění měřených délek (geometrických veličin) na daném díle, zjištění požadované přesnosti a v neposlední řadě o analýzu struktury měřidel pro dílenské měření a struktury měřidel pro účely kalibrační laboratoře, přičemž bylo zjištěno, že pro předepisované tolerance např. pod ložiska rotoru (tisíciny milimetru) mnohdy společnost nedisponuje tak přesnými měřidly. Výroba a měření rozměrů s přesností na tisíciny milimetru je všeobecným problémem, nejen ve společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s., a proto se autor diplomové práce domnívá, že předepisování tisícinových tolerancí ze strany interních konstruktérů společnosti, aniž by takto přísné tolerance vyžadoval výrobce ložisek, není v mnoha případech nutné.

Při porovnání aktuálního stavu s požadavky zákona o metrologii a mezinárodními normami ČSN EN ISO 10012:2003 a ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 bylo zjevné, že kalibrační laboratoř pro délkové veličiny v divizi TRM nefunguje zcela správně. Bylo identifikováno několik prohřešků, pochybení a nedostatků, které práce řeší návrhem různých opatření, jako např.: jasné stanovení hlavního metrologa podniku; pořizování a vyplňování Záznamu o měření (v budoucnu přímo do programu Palstat CAQ); vypracování seznamu kalibrací, které si kalibrační laboratoř sama zajišťuje; vypracování inventárního seznamu měřidel celé společnosti, jenž bude zahrnovat evidenční číslo měřidla, název měřidla, aktivní/neaktivní stav měřidla, kód z karty měřidla, umístění měřidla, osobní číslo uživatele, kalibrační lhůtu atd.; Řád podnikové metrologie musí obsahovat odkaz na proces metrologické confirmace, jenž musí být uplatňován a dodržován; Řád podnikové metrologie dále musí obsahovat (nebo musí být uveden odkaz) popis daných podmínek prostředí a zároveň také musí zahrnovat, jakých měření se ty které podmínky prostředí týkají; Řád podnikové metrologie též musí obsahovat odkaz na schémata návaznosti měřidel; při opravě či seřizování měřicího vybavení v kalibrační laboratoři (např. mikrometrických odpichů, číselníkových úchylkoměrů atd.) musí docházet k následné kalibraci (rekalibraci) měřicího vybavení a splnění povinnosti pořízení záznamu o dané neshodě; musí dojít k nápravě odhadu a stanovení nejistoty měření, respektive rozšířené standardní nejistoty, kterou kalibrační laboratoř stanovuje – náprava podle návodu České metrologické společnosti: Návod na vyjádření nejistoty při měření, kde jsou zahrnuté koncepce a metody, které mohou být použity při kombinaci složek nejistoty a prezentovaných výsledků.

Při porovnání aktuálního stavu interní kalibrační laboratoře pro délkové veličiny a také celkové prováděné práce laboratoří bylo zjištěno, že laboratoř nabízí kalibrační služby a vydává kalibrační protokoly. V současné době sice pouze pro jediného externího zákazníka, ale přesto je zde na místě otázka dokladování výsledků, jenž stanovuje, že kalibrační protokoly smí vydávat buď pouze akreditovaná společnost, nebo ti, kdo mají v podniku

zavedenou mezinárodní normu ČSN EN ISO/IEC 17025. Ani jednu podmínku kalibrační laboratoř pro délkové veličiny nesplňuje, a proto společnost ŠKODA ELECTRIC a.s. není oprávněna k vydávání kalibračních protokolů a k nabízení kalibračních služeb.

Předposledním cílem práce bylo hodnocení přínosů při zavedení softwaru pro metrologickou evidenci měřidel. Jedná se o program Palstat CAQ (modul Evidence měřidel), jenž je určen pro samotnou evidenci a také kalibraci měřidel a měřicích prostředků. Na základě pozorování a získávání informací se autor této práce domnívá, že po odstranění nedostatků (výpočet chyby reverzibility při kalibraci číselníkového úchylkoměru či kalibrace Whitwortova závitu) bude tento nový software pro společnost významným a cenným přínosem. Důkazem tohoto tvrzení je, že pomocí softwaru může dojít k odstranění a zrealizování hned několika nápravných opatření jako je např.: inventurní seznam všech měřidel celé společnosti či elektronická podoba Záznamu o měření, která velmi usnadní případné dohledání, přezkoumání či kontrolu. Program též usnadní vyhodnocování kalibrací a stanovování standardních nejistot měření (nejistoty typu A, B, kombinované nejistoty a nejistoty rozšířené).

Posledním, ale velmi důležitým cílem práce, bylo vyhodnocení výhodnosti interních kalibrací délkových měřidel. Jednalo se o posouzení, zda je výhodnější provozovat a udržovat vlastní kalibrační laboratoř pro délkové veličiny, nebo se z ekonomického hlediska společnosti vyplatí nákup kalibračních služeb od externí (akreditované) kalibrační laboratoře. Autor diplomové práce zde jasně dospěl k závěru, že společnost by, v případě nákupu kalibračních služeb, musela vynaložit přibližně o 200 000 Kč/rok navíc. Z toho vyplývá, že interní kalibrační laboratoř pro délkové veličiny je pro společnost užitečná a výhodnější, a proto je nutné zlepšit a zefektivnit práci kalibrační laboratoře a dodržovat veškeré požadavky stanovené mezinárodními normami (ČSN EN ISO 10012 a ČSN EN ISO/IEC 17025). Zároveň je patrné, že při investování finančních zdrojů společnosti a následném splnění požadavků dle mezinárodní normy ČSN EN ISO /IEC 17025:2005 či případné akreditaci kalibrační laboratoře, by laboratoř mohla být velkým přínosem a příslibem do budoucna. Kalibrační laboratoř by tak neměla v otázce dokladování výsledků měření problém a mohla by pak oslovovat a nabízet kalibrační služby početnému spektru potenciálních externích zákazníků a tím společnosti zvyšovat výnosy. Samozřejmě by se muselo jednat i o nutné zvýšení kvalifikace současného personálu a případné rozšíření personálního obsazení kalibrační laboratoře.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Získané podklady, údaje a informace ze společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.
- [2] <http://www.skoda.cz/en/skoda-electric/about-us/organization-management-systems>
- [3] KLEINOVÁ, J.: Ekonomické hodnocení výrobních procesů. Plzeň, ZČU 2005
- [4] ZVONEČEK, F.: Syllabus přednášek z předmětu KTO/DM, NRJ, PAM. Plzeň, ZČU 2010
- [5] <http://www.zs-castolovice.cz/fyzika/vyklad/delka.htm>
- [6] Ing. Jan Leinveber, Ing. Pavel Vávra: Strojnické tabulky, 2003
- [7] http://www.mitutoyo.cz/cz/pdf/KMG_plakat%20A3_17_9-final.pdf
- [8] <http://www.designtech.cz/c/caq/msa-analyza-systemu-mereni-2.htm>
- [9] <http://www.chaloupka-kvalita.cz/spc-merenim>
- [10] <http://www.iso.cz/qs9000.html>
- [11] <http://www.mmspektrum.com/clanek/modernizace-dvousouradnicoveho-mereni.html>
- [12] Zákon č. 505/1990 Sb. - o metrologii a související předpisy
- [13] ČSN EN ISO 10012:2003, Systémy managementu měření – Požadavky na procesy měření a měřicí vybavení
- [14] ČSN EN ISO/IEC 17025:2005, Posuzování shody - Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří
- [15] Řád podnikové metrologie společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.

- [16] Příručka IMS společnosti ŠKODA ELECTRIC a.s.
- [17] NENÁHLO, Č.: Česká metrologická společnost – Podniková metrologie
- [18] VÍTOVEC, J.: Česká metrologická společnost – Zpracování naměřených údajů
- [19] Ceník kalibračních služeb VZÚ Plzeň s.r.o.
- [20] Ceník kalibračních služeb nabízených kalibrační laboratoří pro délkové veličiny (TRM)
- [21] Ceník kalibračních služeb M&B Calibr Ivančice s.r.o.
- STANĚK, J. - NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací. Plzeň, ZČU
2005
- [2] ZVONEČEK, F. - ZÍDKOVÁ, H.: Jakost – styl života pro 3. tisíciletí. Plzeň, ZČU
2003
- [3] NENADÁL, J. a kol. Moderní systémy řízení jakosti. Ostrava: TU – VŠB, 2002

PŘÍLOHY

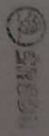
PŘÍLOHA č. 1

Rozdělovník platných návodek pro výrobu [1] Divize Pohony a Trolejbusy

-7- 10-2012

Rozdělovník platných návodů pro výrobu

ID	NÁZEV	ÚTVAR
EC6187D	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ PRO SVAŘOVÁNÍ	711
EC6191D	NÁVODKA PRO ZAJIŠTĚNÍ ŠROUB.SPOJŮ	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
EC6225D	TLAKOVÁ ZKOUŠKA CHLAD.OKRUHU	710 / 715
EC6258D	LISOVACÍ A KRIMP.KLEŠTĚ-ÚDRŽBA,KONTROLA	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
EC6328D	NÁVODKA PRO UTAHOVÁNÍ ŠROUBŮ	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
EC6399D	NÁVODKA PRO UMÍSTĚNÍ IDENTIFIKAČNÍCH ŠTÍTKŮ	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
EC6414D	POKLÁDÁNÍ KABELÁŽE SM51.1	715
EC6415D	POKLÁDÁNÍ KABELÁŽE SKŘÍŇĚ 4MS-1	715
EC6423D	NÁVODKA NA LISOVÁNÍ EL.SPOJŮ	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
EC6432D	NÁVODKA PRO MONTÁŽ OPTICKÝCH KABELŮ	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
EC6433D	POŘÁDEK NA PRACOVISTĚ	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
EC6440D	7EV - POKLÁDÁNÍ KABELÁŽE - KONTEJNER 4MKL-1	741
EC6441D	7EV - POKLÁDÁNÍ KABELÁŽE - KONTEJNER 5MKL-1	742
EC6471D	INCHEON - POKLÁDÁNÍ KABELÁŽE - KONTEJNER TM 7.1	730
EC6472D	INCHEON - POKLÁDÁNÍ KABELÁŽE - KONTEJNER SM 55.3	750
EC6510D	NÁVODKA NA PÁJENÍ	PLATÍ PRO VŠECHNY PRACOVISTĚ
ET00512P	OPATŘENÍ PRO PŘEMISŤOVÁNÍ TROLEJBUSŮ	VÝROBA TROLEJBUSŮ
ET00552P	TOPNÁ JEDNOTKA EL.TOP T.J40.3	711 / 335 / SERVIS
ET00708P	SERVISNÍ MANUÁL PRO VOZY - COIMBRA	SERVIS
ET00759P	SERVISNÍ MANUÁL PRO VOZY - SOFIE	SERVIS
ET00799P	TOPNÁ JEDNOTKA EL.TOP T.J40.4	711 / 335 / SERVIS
ET00686P	SERVISNÍ MANUÁL PRO VOZY - BREDA ŘÍM	SERVIS
EY03939P	RIGA 15T - VÝMĚNA ND v SM 46.1	SERVIS
EY03940P	RIGA 15T - VÝMĚNA ND v T.J 1.2	SERVIS



 SIREM

 SIREM ELECTRIC s.r.o.

 Divize Průmysl a Trolejbusy

 Katedra technologie obrábění

 Týnská 139/1, 301 00 Plzeň 1, Česká republika

Obr. 1 Rozdělovník platných návodů pro výrobu – Divize POH

PŘÍLOHA č. 2

EASY archiv [1] Pracovní návodky: výroba, montáž, kontrola - Divize TRM



Obr. 2 Archiv platných návodů – Divize TRM

PŘÍLOHA č. 3

Přehled CCR znaků pro motor MY 4855 K/6 [1]

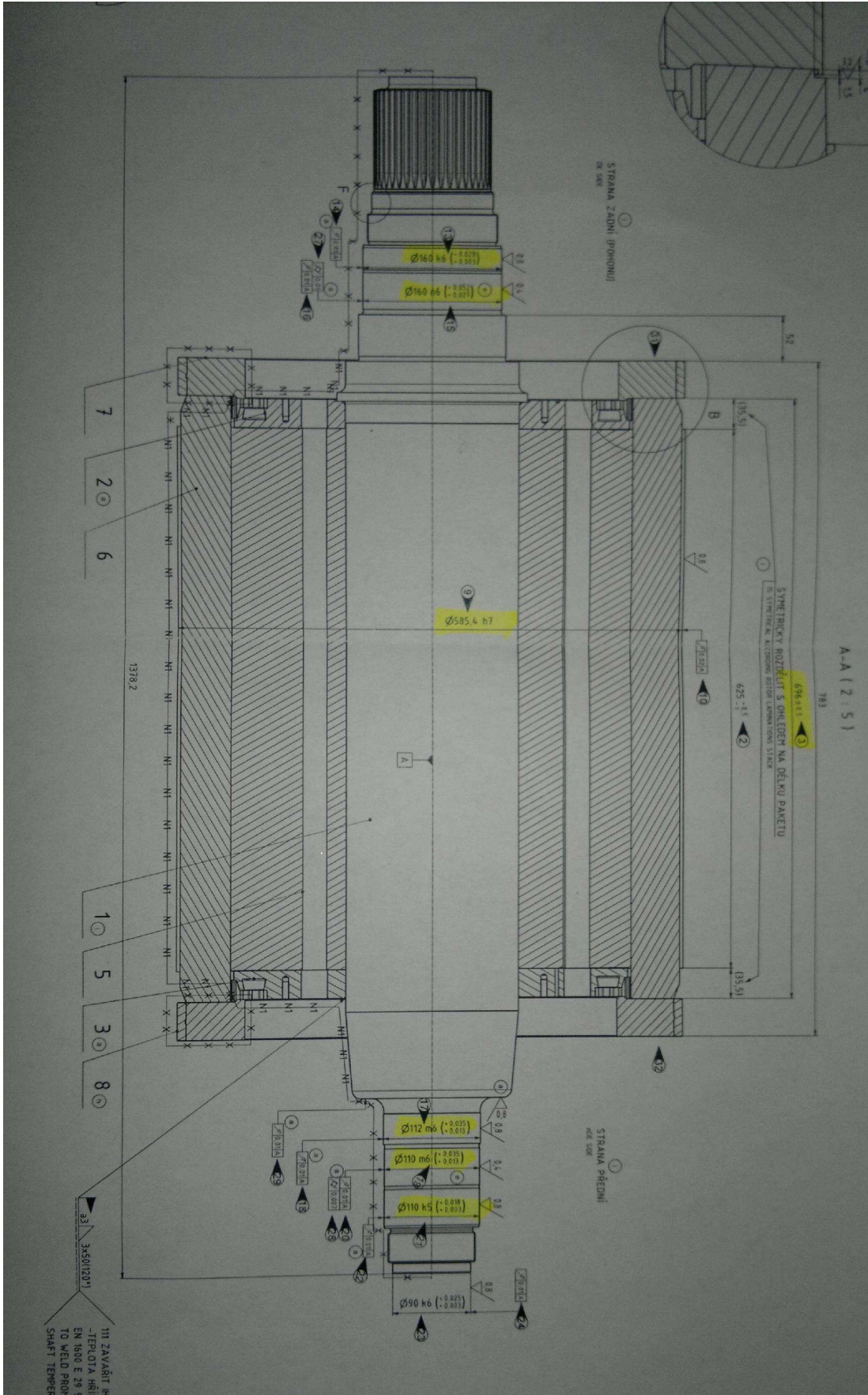
CCR Matrix

Motor MY 4855 K/6																		
Nr.	Dimensions	Requirement CAT	Symbol	Frequency	Definition Skoda	Symbol	Frequency	Equipment	Record	Tolerance	MSA (OK/NOT OK)	Cpk min	Cpk max	Cpk OK ≥ 1.3	ANOV	ŠPC - Skoda	ANOV	ŠPC - DODAVATEL
1	A	241.1 mm	CCR	100%	241.1 mm	CCR	100%	CMM	EDP0369	+/-1.0 mm		2.09	2.21	OK	ANO	NE	ANO	NE
2	B	305.4 mm	CCR	100%	305.4 mm	CCR	100%	CMM	EDP0369	+/-1.0 mm		2.1	2.39	OK	ANO	NE	ANO	NE
3	C	363.1 mm	CCR	100%	363.1 mm	CCR	100%	CMM	EDP0369	+/-1.0 mm		2.51	2.87	OK	ANO	NE	ANO	NE
4	D	412.8 mm	CCR	100%	412.8 mm	CCR	100%	CMM	EDP0369	+/-1.0 mm		2.92	3.3	OK	ANO	NE	ANO	NE
5	E	453.4 mm	CCR	100%	453.4 mm	CCR	100%	CMM	EDP0369	+/-1.0 mm		2.89	4.15	OK	ANO	NE	ANO	NE
6	F	Φ26 +0.5/-0.25 mm	CCR	100%	Φ26 +0.5/-0.25 mm	CCR	100%	CMM	EDP0369	+0.5/-0.25 mm					OK	NE		NE
7	G	389.7 +/- 2.6 mm	CCR	100%	389.7 +/- 2.6 mm	CCR	100%	Romer	EDP0486	+/- 2.6 mm		4.79		OK	NE		ANO	
8	H	Φ962 +/- 0.1 mm	CCR	100%	Φ961.9 +/- 0.25 mm	CCR	100%	CMM/micro meter	EDP0369 after lamination pressing (CMM) - tol. +/- 0.05 EDP0504 after VPI (CMM) - tol. +/- 0.05	+/- 0.25 mm					NE			
9	FI-TOOTH SIDE CLOSE - MIN MEAS OVER PINS	142.354 mm	CCR	100%	142.356-142.561	CCR	100%	Skoda Supplier (Micrometer)	EDP0348						NE			
10	TOOTH TIP DIAMETER (END FACE CHAMFER)	55 +/- 0.24 mm (1 mm X	CCR	100%	135.55 +/- 0.24 mm (1 mm X45°)	CCR	100%	Skoda Supplier (Micrometer)	EDP0348	+/- 0.24 mm					NE			
11	Sealing Interface	298 +/-0.4 mm	CCR	100%	298 +/-0.4 mm	CCR	100%	Romer	EDP0486	+/-0.4 mm					NE			
12	Bearing cover DE	Ra 1.6	CCR	100%	Ra 1.6	CCR	100%	Ingness Ga	EDP2675		OK				NE			
13	Max. Power Output (1614 HP) from 367 to 4		CCR		1206kW (+/- 0.2%) / 610 rpm (+/-0.2%)	CCR									NE			
14	Max. Continuous Torque Output	Nm (13927 ft-lb) @ 0 to 6	CCR		18843Nm (+/- 0.5%) / 610 rpm (+/- 0.5%)	CCR									NE			
15	Efficiency (approx.)	Maximum between 500 and 960 rpm, at least 95% (Sinusoidal)	CCR		>95%	CCR									NE			
16	Max. Weight	kg (9039 lb), as low as possible	CCR		4100kg (+0.5%)	CCR		Scale	Type test						ANO		ANO	
Requirement from Functional Specification 300-7738																		

Obr. 3 Přehled CCR znaků pro motor MY 4855 K/6

PŘÍLOHA č. 4

Rotor Ed 600 990 [1]



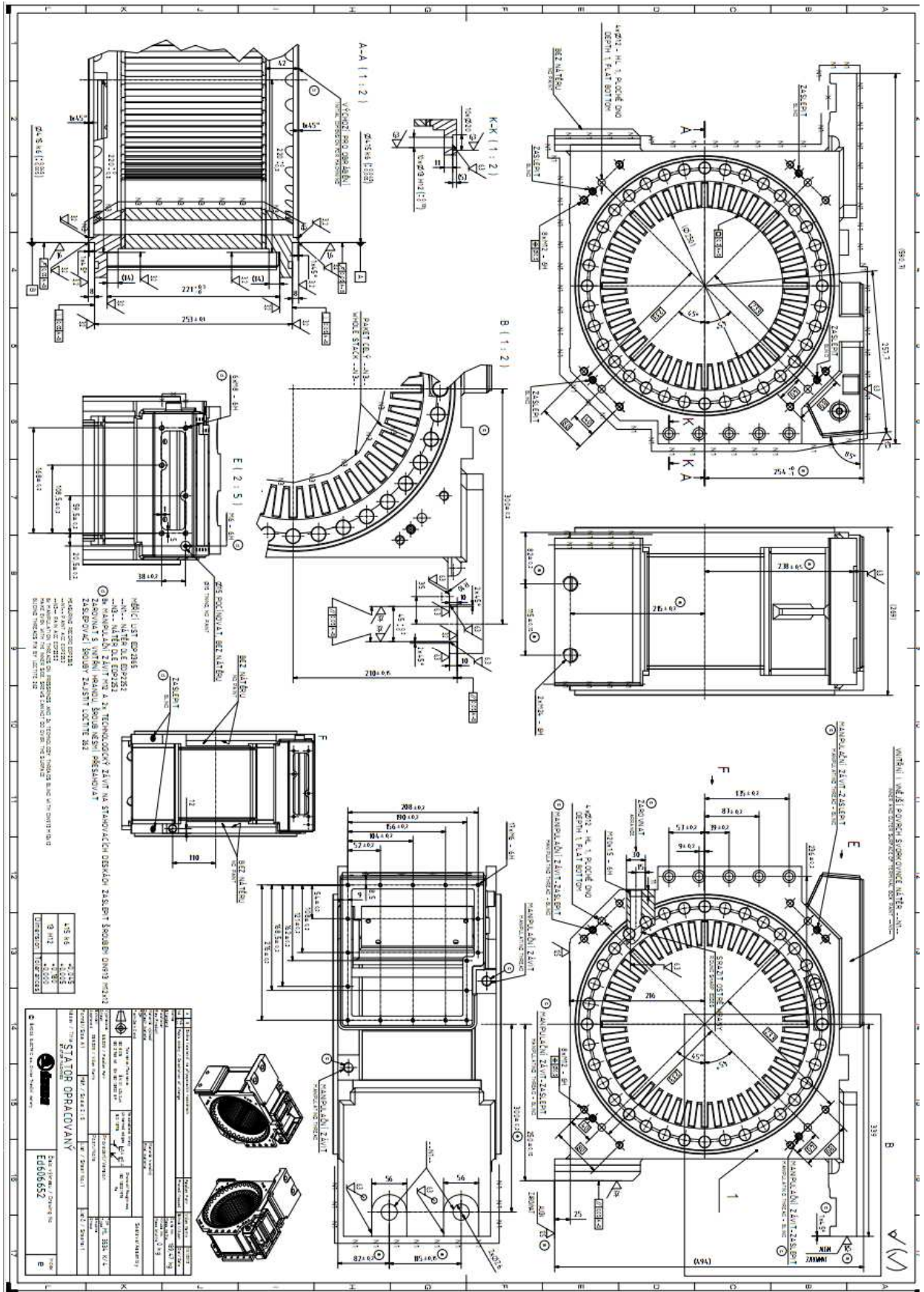
Obr. 4 Rotor Ed 600 990

PŘÍLOHA č. 5

Plechý rotoru [1]

PŘÍLOHA č. 6

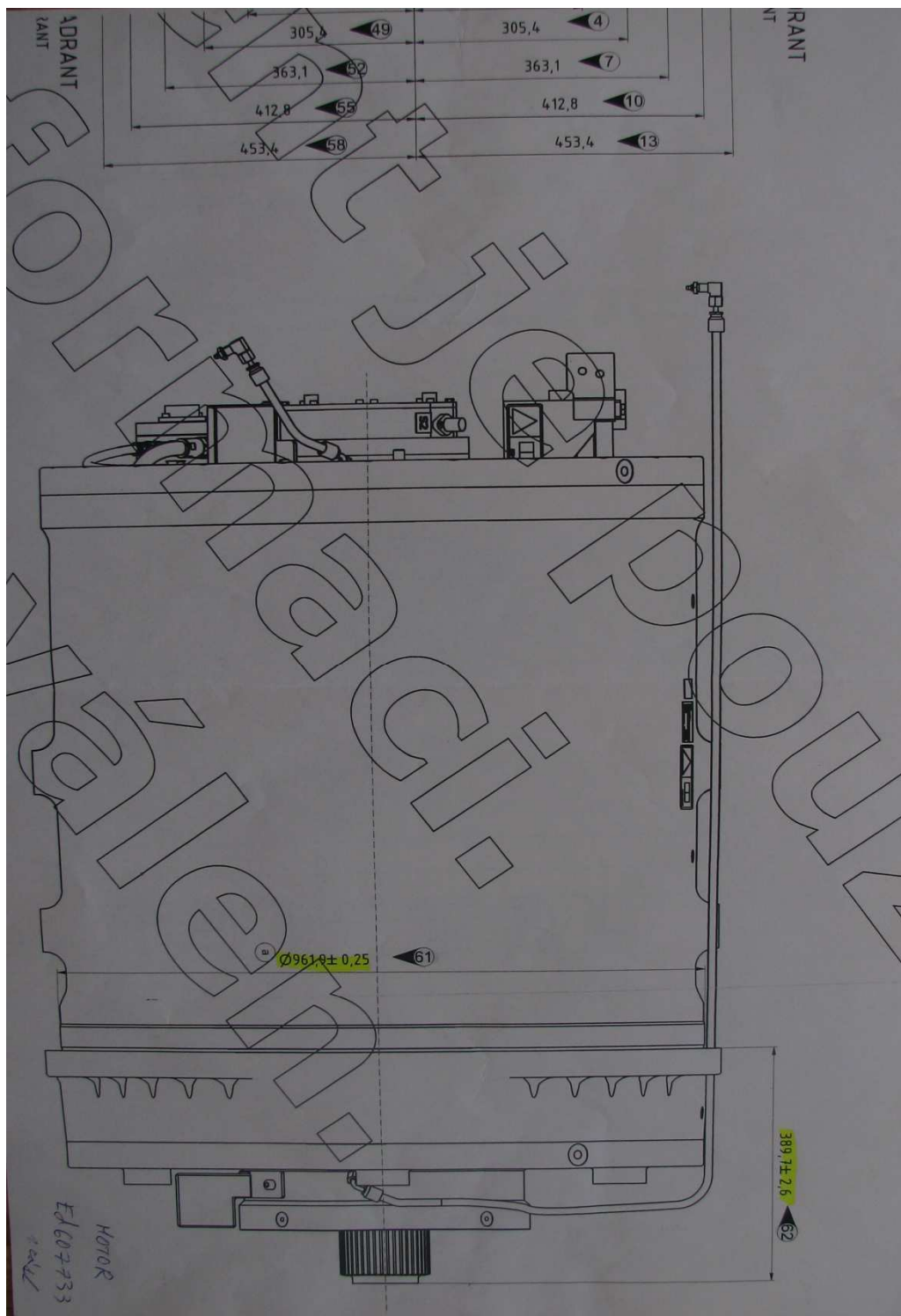
Stator INCHEON Ed 606 652 [1]



Obr. 6a Stator INCHEON Ed 606 652

PŘÍLOHA č. 7

Motor Ed 607 733 [1]



Obr. 7 Motor Ed 607 733

PŘÍLOHA č. 8

Štít přední Ed 600 951 [1]

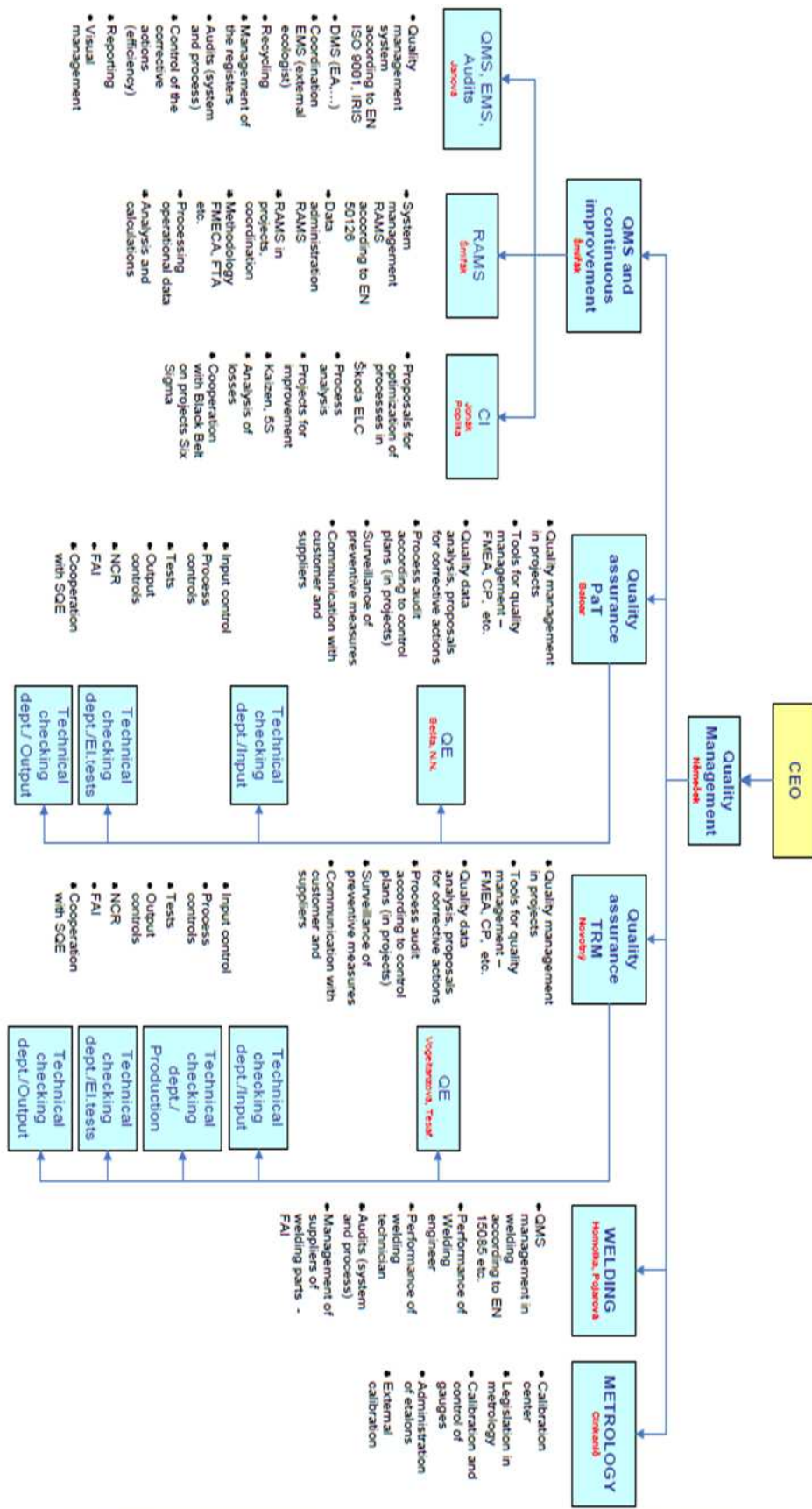
PŘÍLOHA č. 9

Štít zadní Ed 601 930 [1]

PŘÍLOHA č. 10

Organizační Schéma oddělení kvality [1]

Organizační schéma odd. kvality (řízení jakosti)



Obr. 10 Organizační schéma oddělení kvality

PŘÍLOHA č. 11

Kalibrační protokoly [1]



ŠKODA ELECTRIC a.s., se sídlem Tylova 1/57, 301 28 Plzeň, zapsaná v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Plzni, oddíl B, vložka 1313, IČD: 47718579, DIČ: CZ47718579, <http://www.trm.skoda.cz/>,
Kalibrační středisko - geometrické veličiny, Průmyslová 4, Plzeň, tel. 378 181 099, 378 181 018, fax 378 181 368

Protokol o kalibraci č.:Int.393/2012/ELC

TŘMENOVÝ MIKROMETR

Název: **Mikrometr na ozubená kola**
Předpis, norma: ČSN 25 14 20
Měřicí rozsah: 300 – 350 mm analog.
Dělení stupnice: 0,01 mm - analog.
Výrobce: Hartig
Výrobní číslo: NH 4216
Evidenční číslo: 1
Vlastník: TRM
Kalibrační postup: KP02/2000/TRM
Použitý etalon: Sada koncových měrek (PE7)
Návaznost etalonu: Středisko kalibrační služby - akreditovaná kalibrační laboratoř č. 2246, ŠKODA VÝZKUM s.r.o. Plzeň
Podmínky měření: teplota prostředí (20±2)°C, maximální rozdíl teploty etalonů a měřidla ±1°C
relativní vlhkost vzduchu (50±15)%

VNĚJŠÍ PROHLÍDKA:

Stav měřicích dotyků (opotřebení): vyhovuje
Stav bubínku, trubky, třmenu vyhovuje
Rovnoběžnost měřicích ploch vyhovuje
Fixace pevného dotyku vyhovuje
Rovinnost měřicích ploch vyhovuje
Měřicí síla vyhovuje
Čitelnost stupnice/stav displeje: vyhovuje

KALIBRACE (hodnoty v mm):

Jmenovitý rozměr	Naměřená hodnota	Zjištěná úchyłka	Jmenovitý rozměr	Naměřená hodnota	Zjištěná úchyłka
300,000	300,000	0,000 fix	327,500	327,500	0,000
301,400	301,400	0,000	332,700	332,700	0,000
305,100	305,100	0,002	335,900	335,900	0,000
310,300	310,300	0,000	342,600	342,602	0,002
315,000	315,000	0,000	347,800	347,802	0,002
320,000	320,002	0,002	350,000	350,002	0,002

Vložený normál – výrobce – Hartig; výrobní číslo- N 1343;
jmenovitý rozměr 300 mm, průměr 13,0 mm;

Měřeno: 300,004 mm.

ZÁVĚR:

Kalibrované měřidlo vyhovuje normě ČSN 25 14 20 pro 1. třídu přesnosti.

Největší chyba v rozsahu 50,0 mm: (0,002 ± 0,007) mm

Rozšířená nejistota měření: $U = \pm (3 + 12.L)$, kde L je měřicí rozsah (m). Pro L=50 mm je $U = \pm 0,007$ mm.

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

Datum přijetí ke kalibraci : 10. 4. 2012

Datum kalibrace : 13. 4. 2012

Kalibraci provedl:

Přezkoušel a schválil:

Václav Cinkanič

Miroslav Šmírák dipl. tech.

Obr. 11a Kalibrační protokol – Třmenový mikrometr



ŠKODA ELECTRIC a.s., se sídlem Tylova 1/57, 301 28 Plzeň, zapsaná v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Plzni, oddíl B, vložka 1313, IČO: 47718579, DIČ: CZ47718579, <http://www.lrm.skoda.cz/>, Kalibrační středisko - geometrické veličiny, Průmyslová 4, Plzeň, tel. 378 181 099, 378 181 018, fax 378 181 368

Protokol o kalibraci č.:Int.162/2012/ELC POSUVNÉ MĚŘIDLO - POSUVKA

Název: **Posuvka oboustranná s hloubkoměrem - digitální**
 Předpis, norma: ČSN 25 12 02, 25 12 38
 Měřicí rozsah: 0 – 200 mm
 Dělení stupnice: 0,01mm
 Výrobce: -
 Vlastník: PaT
 Výrobní číslo: GX 9122394
 Evidenční číslo: 01
 Kalibrační postup: KP01/2000/TRM
 Použitý etalon: Sada koncových měrek 0,50 – 100,00 mm, ev. č.: 32 (PE1)
 Ná vaznost etalonu: Středisko kalibrační služby - akreditovaná kalibrační laboratoř č. 2246, ŠKODA VÝZKUM s.r.o. Plzeň
 Podmínky měření: teplota prostředí (20±2)°C, maximální rozdíl teploty etalonu a měřidla ±1°C
 relativní vlhkost vzduchu (50±15)%

VNĚJŠÍ PROHLÍDKA:

Stav měřicích ploch (opotřebení): vyhovuje - nové
 Odpor proti posuvu: vyhovuje
 Čitelnost stupnice/stav displeje: vyhovuje
 Stav příslušenství: v pouzdře

KALIBRACE:

Úchylka rovnoběžnosti měřicích ploch hlavních ramen: 0,00 mm (vpředu), 0,00 (vzadu)
 Úchylka rovnoběžnosti vodičích ploch tělesa: max. 0,010 mm
 Úchylka rovinnosti vodičích ploch tělesa: max. 0,010 mm

Kontrola přesnosti

[mm]	Jmenovitý rozměr	Naměřená hodnota	Zjištěná úchylka
Vnější měření	0,000	0,000	0,000
	23,800	23,800	0,000
	76,200	76,220	0,020
	124,500	124,500	0,000
	176,200	176,220	0,020
Vnitřní měření	10,000	9,960	0,040
	100,000	99,970	0,030
Hloubkoměr	25,000	25,040	0,040
Stupňové měření	25,000	25,000	0,000

ZÁVĚR:

Kalibrované měřidlo vyhovuje normě ČSN 25 12 02 pro 1. třídu přesnosti.

Největší chyba posuvky v rozsahu 200,0 mm: hlavní i pomocná ramena (0,040±0,03) mm

Rozšířená nejistota měření: $U = \pm (0,030 + 0,012 \cdot L)$, kde L je měřicí rozsah posuvky (m). Pro L=300 mm je $U = \pm 0,035$ mm.

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

Datum přijetí ke kalibraci : 23. 02. 2012

Datum kalibrace : 23. 02. 2012

Kalibraci provedl:


Václav Cinkanič

Přezkoušel a schválil:

Miroslav Šmířák dipl. tech.

PŘÍLOHA č. 12

Záznam o měření [1]

 ŠKODA ŠKODA TRAKČNÍ MOTORY s.r.o.		Záznam o měření		Posuvné měřítko se stavítkem a s pomocnými rameny ČSN 25 12 34	
Inv. číslo:			Měřicí rozsah		
Výrobce/výr. č.:			Dělení		
Majitel			Poznámka		
a) Vnější prohlídka:					
Měřicí doteky, stav opotřebení				Stupnice čitelnosti	
Pomocné měřicí doteky				Pouzdro	
Odpor proti posuvu					
b) Zkouška měřením:				zjištěná maximální chyba přesnosti v mm	
I. ROVNOBĚŽNOST MĚŘICÍCH PLOCH					
II. ROVINNOST VODICÍ PLOCHY TĚLESA					
III. NULOVÁ POLOHA					
IV. VNĚJŠÍ MĚŘENÍ		naměřené hodnoty [mm]			
kontrolovaný rozměr [mm]		hlavní ramena	pomocná ramena		
23,8					
76,2					
124,5					
176,2					
223,8					
276,2					
324,5					
376,2					
V. ROZMĚR "b"					
Kalibrační normál					
Poznámka:					
c) Závěr:					
Kontrolované měřidlo vyhovuje (dle ČSN 25 12 34)					
třídě přesnosti				Měření provedl:	
orientační měřidlo					
nevyhovuje - vyřadit					
V Plzni dne:					
tel.:					
Schválil:					

Obr. 12 Záznam o měření