

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Zabezpečování jakosti

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Zavedení a řízení metrologických postupů a kontroly kvality pro výrobu
nové součásti v automobilovém průmyslu.**

Autor: **Klempár Petr**
Vedoucí práce: **Ing. Pospěch Zdeněk, Ph.D.**

Akademický rok 2014/2015

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: **2014/2015**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr KLEMPÁR**
Osobní číslo: **S14B0238K**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **Zabezpečování jakosti**
Název tématu: **Zavedení a řízení metrologických postupů a kontroly kvality pro výrobu nové součásti v automobilovém průmyslu.**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

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

1. Úvod
2. Výrobní dokumentace z hlediska metrologie
3. Aplikace nástrojů řízení jakosti
4. Aplikace na vzorové součásti
5. Zhodnocení
6. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

- ČECH Jaroslav a kolektiv: Strojírenská metrologie VUT, 1994 Brno, ISBN 80-21430702
- Česká společnost pro jakost: Analýza systému měření, 4. vydání, 2010 Praha, ISBN: 9788002023265.
- Česká společnost pro jakost: Moderní plánování kvality produktu a plán kontroly řízení, 2. vydání, 2005 Praha, ISBN 978-80-02-02142-1.
- JANEČEK Zdeněk: Management jakosti ZČU, 1997 Plzeň, ISBN: 9788070436219.
- KUBÁČEK Lubomír: Statistika a metrologie, 2000 Praha, ISBN: 978-80-244-00938.
- TÚMOVÁ Olga: Metrologie a hodnocení procesu, 2001 Praha, ISBN: 978-80- 73002
- ZÍDKOVÁ Helena , ZVONEČEK František : Jakost a styl života pro třetí tisíciletí. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2003. ISBN 80-7043-243-8.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Pospěch, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Pospěch, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **20. října 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. června 2015**


Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Jan Řehof, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 20. října 2014

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojí Západočeské univerzity v Plzni.
Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Klempár	Jméno Petr	
STUDIJNÍ OBOR	Zabezpečování jakosti		
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing.Pospěch, Ph.D.	Jméno Zdeněk	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Zavedení a řízení metrologických postupů a kontroly kvality pro výrobu nové součásti v automobilovém průmyslu.		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	87	TEXTOVÁ ČÁST	45	GRAFICKÁ ČÁST	20
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce obsahuje popis měření na 3D souřadnicovém stroji, kontrolu lakované vrstvy, hodnocení svarových bodů a matic, analýzu měření síly područky a úhlu natočení, dále popis pracovních postupů či volbu nástrojů řízení jakosti. Cílem práce je popsat metrologické postupy a úkoly pro výrobu nové součásti pro automobilový průmysl do sériové výroby.
KLÍČOVÁ SLOVA	Výkresová dokumentace, metrologický postup, FMEA, plán kontrol a regulace, MSA, SPC, rozměrová analýza, kontrola kvality svarů, měření vrstvy laku.

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Klempár		Name Petr
FIELD OF STUDY	The quality assurance		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing.Pospěch, Ph.D.		Name Zdeněk
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	The introduction and control of metrological procedures and quality control for the production of new components in the automotive industry.		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2015
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	87	TEXT PART	45	GRAPHICAL PART	20
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor thesis contains a description of the 3D coordinate measuring machine, check the painted layer, assessment of weld points and nuts , analyzing the force measurement armrests and swivel, a description of operating procedures or choice of tools of quality control. The aim is to describe the measurement procedures and tasks for the production of new components for the automotive industry to mass production.
KEY WORDS	The drawings, metrology process, FMEA, control plan and control, MSA, SPC, dimensional analysis, quality control welding, measuring layers of paint.

Obsah

1 Úvod	12
1.1 Představení firmy ESSA Czech	12
2 Výrobní dokumentace z hlediska metrologie	13
2.1 Technická dokumentace – obecně	13
2.2 Rozdělení technické dokumentace	13
2.2.1 Výrobní technická dokumentace	13
2.3 Obsah výkresů z hlediska metrologie	15
2.4 Změny na výkrese a jejich aktualizace.....	15
2.5 Evidování technické dokumentace	15
2.6 Zásady pro tvorbu a řízení technické dokumentace.....	16
3 Aplikace nástrojů řízení jakosti	17
3.1 Jakost.....	17
3.2 Nástroje řízení jakosti – obecně.....	17
3.3 Základní a moderní nástroje řízení jakosti	17
3.4 PPAP.....	18
3.5 FMEA	19
3.5.1 Závažnost a důsledek.....	19
3.5.2. Plán kontrol a regulace	20
3.6 MSA - Analýza systému měření.....	20
3.6.1 Opakovatelnost	21
3.6.2 Reprodukovatelnost	21
3.6.3 Vychýlení (přesnost a strannost).....	21
3.6.4 Stabilita	22
3.6.5 Linearita.....	22
3.7 Nejpoužívanější metody v MSA	23
3.7.1 Metoda indexů C_g a C_{gk}	24
3.7.2 Metoda rozpětí	26
3.7.3 metoda studie atributivního měřidla.....	26
3.7.4 Metoda párového srovnání	27
3.8 Metodika měření a monitorování	27
3.9 Metrologické postupy.....	28

3.9.1 Postup měření na 3D stroji	29
4 Aplikace na vzorové součásti.....	30
4.1 Popis výrobku.....	30
4.2 Měřené charakteristiky a znaky	31
4.3 Postup měření minimální síly područky	31
4.4 Rozměrová analýza součástí.....	33
4.5 Metrologie v metalografii svaru	34
4.6 Kvalita bodových svarů.....	34
4.6.1. Geometrie svarových bodů podle normy VW 01105-3	34
4.6.2. Zkouška svařené matice tahem	36
4.7. Volba nástrojů řízení jakosti.....	39
4.7.2 Metoda SPC	39
4.7.2.1 Metoda SPC aplikována na otvor.....	40
4.8 Kontrola a měření lakované vrstvy.....	45
4.8.1 Zkouška přilnavosti laku dle ČSN ISO 2409	45
4.8.2 Kontrola odstínu laku	46
4.9 Měření úhlu natočení područky.....	47
4.10 Měření výlisků a svařené sestavy	47
4.11 Stanovení způsobilosti měřidel, kontrolních a měřících přípravků	48
4.12 Analýza systému měření – rozbor měřidel	48
4.13 Způsobilost upínacích věžiček	52
5 Zhodnocení.....	53
5.1 Zhodnocení měření minimální síly područky.....	53
5.2 Zhodnocení rozměrové analýzy součástí.....	53
5.3 Zhodnocení bodových svarů a přivařené matice.....	53
5.4 Zhodnocení zkoušky svařené matice tahem	53
5.5 Zhodnocení metody SPC aplikovanou na otvor	54
5.6 Zhodnocení lakované vrstvy	54
5.7 Zhodnocení měření úhlu natočení područky	54
5.8 Zhodnocení Analýzy systému měření	54
5.9 Zhodnocení způsobilosti upínacích věžiček	55

6 Závěr	56
Příloha 1.....	57
Příloha 2.....	66
Příloha 3.....	68
Příloha 4.....	73
Příloha 5.....	75
Příloha 6.....	77
Příloha 7.....	79
Příloha 8.....	81
Použitá literatura.....	85
Seznam knižní publikace	85
Seznam elektronické publikace	85
Seznam protokolů	86
Seznam příloh	86
Seznam obrázků	86
Seznam grafů	86
Seznam tabulek	87
Seznam použitých norem	87

Přehled použitých zkratk a symbolů

%	Procento
σ_m	Směrodatná odchylka
\bar{R}	Výběrový rozptyl
\bar{x}	Výběrový průměr
$\bar{\bar{x}}$	Průměr z průměrů
Σ	Suma
\doteq	Zaokrouhleno
°	Stupeň
°C	Celsiův stupeň
μm	Mikrometr
3D	Trojdimenzionální rozměr
A_2	Koeficient pro výpočet regulační meze
AAR	Appearance Approval Report
apod.	A podobně
AV	Reprodukovatelnost
BMW	Bayerische Motoren Werke
Cca	Cirka
C_g	Index potenciálu měřidla
C_{gk}	Index způsobilosti měřidla
CL	Central limit (Centrální přímka)
CNC	Computer Numerical Control
C_p	Index způsobilosti
C_{pk}	Index způsobilosti
C_{pl}	Index způsobilosti
ČSN	Česká technická norma
d_2	Koeficient pro výpočet způsobilosti procesu
D_3	Koeficient pro výpočet výběrového rozpětí (dolní)
D_4	Koeficient pro výpočet výběrového rozpětí (horní)
DIN	Deutsche Industrie Norm
EIC	International Electrotechnical Commission
EN	Evropská norma
ESSA	Estampaciones Sabadell
EV	Opakovatelnost
F_m	Zatěžující síla
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
GRR	Variabilita systému měření
H	Šířka intervalu
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IT	Označení třídy přesnosti podle ISO
K	Počet intervalů

KTL	Katodforézní lakování
Kg	Kilogram
LCL	Lower control limit
Log	Logaritmus
LSL	Lower specification Limit
M4	Metrický závit velikost 4
MAG	Metal Active Gas
MIG	Metal Inert Gas
Mm	Milimetr
MSA	Measurement System Analysis
N	Newton
N	Počet měření
N _j	Absolutní třídní četnost
PDPC	Problem Decision Program Chart
PPAP	Production Part Approval Process
PRAE	Interní směrnice společnosti ESSA
PSA	Peugeot Société Anonyme
PSV	Part Submission Warrant
PV	Proměnlivost dílu
QS	Quality system
R	Rozpětí
S	Směrodatná odchylka
s.r.o.	Společnost s ručením omezením
SAAB	Svenska Aeroplan Aktiebolaget
SPC	Static proces control
SŘJ	Systém řízení jakosti
SW	Software
T	Target
TIG	TungstenInert Gas
TLD	Označení bezpečnostních dílů
TV	Celková proměnlivost
UCL	Upper control limit
UCR _R	Upper control limit (rozpětí)
USL	Upper specification Limit
VDA	Verband Deutscher Automobilindustrie
WV	Volkswagen
X _{max}	Maximum hodnoty X
X _{min}	Minimum hodnoty X
Z _j	Třídní znak

1 Úvod

Cílem této bakalářské práce je seznámit a blíže specifikovat jednotlivé úkony metrologa při náběhu nového dílu do sériové výroby v oblasti automobilového průmyslu. Jaké jsou jednotlivé postupy při návrhu měřících postupů na 3D souřadnicovém stroji či jiném laboratorním nebo dílenském měřidle. Umět navrhnout způsob jak zajistit proces měření a dále tento zvolený způsob vyhodnotit dle požadovaných kritérií s ohledem na předepsané normy, předpisy nebo zákon o metrologii. Stanovit různé kontrolní procesy a vytvořit pracovní postupy na jednotlivá měřící zařízení, například práce se siloměrem. Další nedílnou náplní v oblasti metrologie je vyhodnocování rozměrů svarů dle norem (především řady VW a DIN).

1.1 Představení firmy ESSA Czech

Firma Essa Czech je jedna z mnoha firem na evropském trhu, která se zabývá výrobou lisovaných součástí a celků. Další aktivní zaměření této firmy je také svařování pomocí svářecích robotů CO₂ a robotů na bodové sváření či ruční bodování na bodovkách a svařování v ochranné atmosféře (odporové bodové svařování, svařování metodou MIG, MAG nebo TIG). Výrobky firmy jsou nabízeny velkým automobilkám po celém světě (Škoda, Audi, SAAB, PSA¹, Nissan, Volvo a BMW). Společnost Essa Czech se stává nedílnou součástí na trhu v oblasti automobilového průmyslu, podílí se také na vývoji tradičních, ale i moderních lisovacích nástrojů pro ruční a robotizované procesy, postupové lisovací nástroje nebo transferové lisovací nástroje pro velké výrobní objemy, také nabízí zalisování matic nebo šroubů v automatickém lisovacím procesu. Mimo jiné nabízí metrologické činnosti (3D měření a speciální mikro měření) a laboratorní zkoušky metalografie svarů, materiálů (atypických i běžných), měření tvrdosti a mechanické zkoušky materiálu (tahové zkoušky).

¹ PSA – zkratka z francouzštiny pro koncern francouzských značek Citroën a Peugeot

2 Výrobní dokumentace z hlediska metrologie

2.1 Technická dokumentace – obecně

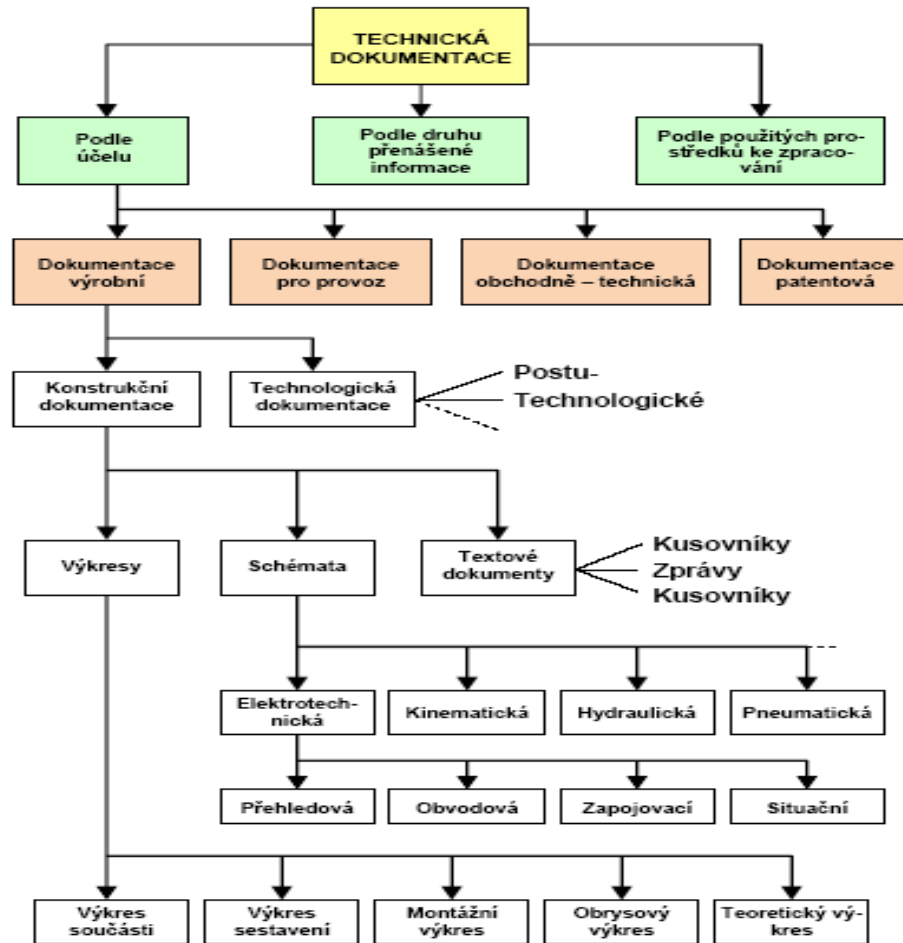
Technická dokumentace souvisí s mnoha odbornými profesemi, třeba například v oblasti kvality (metrologie), slouží pro výrobu, kontrolu a případně jako návod pro montáž dané součásti přičemž je nutné, aby technická dokumentace byla vytvořena srozumitelně a jasně, pro každého účastníkoví výrobního a kontrolního procesu ve firmě bylo vše patrné z výrobní dokumentace.

2.2 Rozdělení technické dokumentace

Dokumentaci lze rozdělit do několika základních skupin a podskupin. Rozdělení a druhy výkresů blíže specifikuje norma ČSN 01 3102, ve které je vše podrobněji uvedeno a znázorněno. Pro účely práce se bude podrobněji zabývat především výrobní dokumentací (obrázek 1), která bude sloužit hlavně k návrhu měřicí techniky, postupu měření a jako podklady pro tvorbu programů na 3D souřadnicovém stroji.

2.2.1 Výrobní technická dokumentace

Výrobní výkres, jakožto souhrn rozměrů a charakteristik, nejvíce zajímá metrologa při návrhu metrologických postupů a při tvorbě programů na 3D souřadnicovém měřicím stroji. Dokumentace musí být jasná a srozumitelná a hlavně musí být aktuální dle indexu změn na výkrese. Na níže uvedeném obrázku je naznačeno rozdělení technické dokumentace zaměřené na výrobní výkresy. Dalšími typy dokumentace se proto práce dále nebude zabývat a dále rozvádět.



Obr. 1: Rozdělení technické dokumentace (Zdroj: norma ČSN 01 3102)

Podstatou je zaměření se na součásti jednotlivých dílů na výkresy součásti jednotlivých dílů, podle kterých se navrhnu prvotní metrologické postupy měření v závislosti na funkčnost a důležitosti rozměrů či specifickém parametru na měřeném díle. Dalšími důležitými dokumenty jsou výkresy sestav, podle nichž pochopíme a blíže určíme důležitost daných rozměrů a parametrů měření. Je proto nezbytné prostudovat důkladně obsah veškeré technické dokumentace a vyčíst z ní důležité a citlivé rozměry s ohledem na funkčnost dílů (lícované rozměry). Výkres může být vydán jak v elektronické, tak i v tištěné podobě s ohledem na přístupnost k výkresové (technické) dokumentaci, kterou zajišťuje technický úsek společnosti.

2.3 Obsah výkresů z hlediska metrologie

Každý technický výkres (dokumentace) by měl obsahovat co největší množství informací o dané součásti (tvar, rozměry, materiál, tolerance a odchylky tvaru či polohy atd.) Jednou z nejdůležitějších informací pro metrologa, je rozměrová část výkresu, kde podle rozměru a tolerancí zvolí metrologický postup měření a typ měřidla, se kterým se bude daný rozměr měřit a kontrolovat.

Dalším důležitým prvkem na výrobním výkrese jsou geometrické odchylky tvaru a polohy (ČSN EN ISO 7083 (dříve ČSN013138), podle které metrolog vypracuje návrh na měření a kontrolu těchto parametrů a opět zvolí druh měřidla (kolmost, sklon - úhelník, čelní házení - číselníkový úchylkoměr). To vše musí metrolog navrhnout v rámci vybavenosti a obsahu metrologické laboratoře. Pokud není metrologická laboratoř vybavena daným typem měřidla je potom nezbytné měřidlo dokoupit, aby se dané měření mohlo provádět.

Technické výkresy světové automobilky Audi obsahují také informace ohledně používaných norem, podle nichž se daná součást třeba měří, kontroluje či nějak tepelně zpracovává a následně i proměřuje nebo dokonce by se mohli na výkrese objevit i předepsané postupy kontroly daného parametru. Pokud se jedná o výkresy sestavy, kde jsou například uvedeny polohy a druh svařování (ČSN EN 22553(dříve ČSN 01155) – svarové a pájené spoje – označování na výkrese) a jejich rozměr (délka a výška svaru) či norma podle, které se daný typ svaru kontroluje a měří (VW řady 1105-1 až 1105-03).Dále se na technickém výkrese mohou objevit například normy, podle nichž se kontroluje kroutící moment přivařených šroubů či matic (VW 605560).

2.4 Změny na výkrese a jejich aktualizace

Výkresová dokumentace by měla být přístupná pouze v aktuálním statusu, to je den poslední změny na výkrese. Tato dokumentace musí být evidována a řádně označena. Veškeré změny na výkrese musí být zveřejněny a tím pádem o této změně být informováni pracovníci nebo oddělení, kteří s těmito dokumenty pracují (oddělení metrologie).

2.5 Evidování technické dokumentace

Každá výrobní dokumentace a její podklady (seznam položek) by měli být řádně evidovány a aktualizovány podle aktuálních stavů (status) dle zákazníka. Řízení technické dokumentace by se mělo řídit dle nějaké nastaveného systému podle vedoucího technického úseku spolu s vedoucím kvality. Důvodem je stálá přístupnost

k aktuálním výkresům nejen pro metrologa, ale i pro výrobu samotnou. Každý výkres je evidována má své vlastní evidenční číslo podle interního předpisu. Pro vedení technické dokumentace. Jakákoliv vystavená kopie musí být řádně označena buďto razítkem "kopie" nebo nějakým interním symbolem, jenž jasně definuje výkres jako kopie. Každá vydaná kopie je zaznamenána v evidenci. Pokud se vydá neřízená kopie, musí být nějak jednoznačně označena interním předpisem a razítkem, který poukazuje na neřízenou kopii. Tato neřízená kopie slouží pouze jako informace pro určitý úsek výroby či oddělení kvality.

2. 6 Zásady pro tvorbu a řízení technické dokumentace

Při tvorbě nebo přepracování technické dokumentace (z mateřské společnosti) nebo zabezpečení příslušné technické dokumentace (např. externí) musí být stanovený úsek zodpovědný za zpracování, dále funkční místa za přezkoumání (projednání) a schválení dokumentů. Tato zodpovědnost je individuálně dle charakteru dokumentu definována odpovědným vedoucím techniky. Pro jednotlivé dokumenty je individuálně (dle charakteru a užití) stanoven rozdělovník uživatelů dokumentů. Prvotní distribuci uživatelům dokumentu zajišťuje útvar zodpovědný za zpracování - např. distribučním záznamem. O distribuci dokumentace je zpracovatelem vedená evidence - umístění, přidělení jednotlivých dokumentů u uživatelů. Platné jsou dokumenty označené razítkem kopie.

Pro následnou distribuci dokumentu např. pro individuální potřebu v rámci útvarů platí pro distribuci obdobné zásady. Kopie dokumentu s již černým razítkem kopie číslo je za tímto razítkem indexována červeným symbolem (číslo, písmeno, apod.). O přidělení této kopie je příslušným útvarem vedena evidence - umístění, přidělení kopií jednotlivých dokumentů u dalších uživatelů. Pro změnovou službu technických dokumentů platí jednotně ustanovení dle interní směrnice PRAE140300² „Změnové a odchylkové řízení“. Změna realizovaná v dokumentu je zaznamenávána do tabulky změn na dokumentu. V případě rozsáhlejších změn je dokument opětovně vydán.

Zpracovatel technické dokumentace, vedoucí technického úseku zodpovědný za řízení externí technické dokumentace (technické normy a výkresy) prověřuje aktuálnost a platnost dokumentů při realizaci změnového řízení (dokumentováno změnovým řízením) a při každé změně specifického požadavku zákazníka, zahájení nového projektu, minimálně však jednou ročně (dokumentováno záznamem na zadní straně matiční technické dokumentace) nebo v seznamu technických norem. Způsob značení originálu neplatného dokumentu je označeno červeným razítkem „zrušeno“. Doba archivace technické dokumentace je definována interní směrnicí společnosti Essa Czech.

²PRAE140300 interní směrnice společnosti ESSA Czech, která blíže specifikuje změnové a odchylkové řízení.

3 Aplikace nástrojů řízení jakosti

3.1 Jakost

Jakost výrobku je velmi důležitý pojem, ve kterém je zahrnuto vše od charakteristiky, které musí daný výrobek obsahovat, má-li být využíván pro splnění funkce, jež zákazník požaduje a následně očekává. O jakosti (kvalitě) výrobku rozhoduje již na začátku technická příprava výroby, dále zajištění vstupů a výstupů, zvolený výrobní postup, vlastní výrobní proces, kontrola a plánování jakosti (řízení jakosti).

3.2 Nástroje řízení jakosti – obecně

Nástroje řízení jakosti slouží obecně k tomu, abychom byli schopni řídit, kontrolovat a následně i regulovat kvalitu výrobního procesu, sledovat specifikované znaky či charakteristiky měření za účelem zabezpečit kvalitu.

3.3 Základní a moderní nástroje řízení jakosti

Existuje sedm základních a moderních nástrojů pro zlepšování a řízení jakosti, které jsou velmi dobře aplikovatelné na dané problematiku v oblasti řízení jakosti jejich výsledky prezentují stav kvality například v oblasti metrologie či řízení reklamace u zákazníka. Jedná se o tyto základní a moderní nástroje na korigování a zlepšování jakosti:

ZÁKLADNÍ NÁSTROJE

- 1) Diagramy příčin a následků
- 2) Vývojové diagramy
- 3) Histogramy
- 4) Kontrolní tabulky
- 5) Paretův diagram
- 6) Bodové diagramy
- 7) Regulační diagramy

MODERNÍ NÁSTROJE

- 1) Afinitní diagram
- 2) Diagram vzájemných vztahů
- 3) Systematický (stromový) diagram
- 4) Maticový diagram

- 5) Analýza údajů v matici
- 6) Diagram PDPC
- 7) Síťový diagram

Vybrané základní a moderní nástroje řízení kvality jsou používány ve společnosti Essa Czech. Firma především používá diagramy příčin a následků, vývojové diagramy, kontrolní tabulky, Paretův diagram či regulační diagramy, analýzu systému měření a další statické metody z oblasti metrologie. Z moderních nástrojů je hlavním představitelem maticový diagram a diagram PDPC³.

S ohledem na výběr vhodného nástroje pro korigování kvality byl zvolen nástroj FMEA⁴ a na základě tohoto velmi efektivního nástroje byl následně vypracován plán kontrol a regulací, kde bude zaznamenáno vše od příjmu materiálu po samotné procesy (lisování a svařování) včetně expedice. Dalším vhodným nástrojem by byl PPAP⁵(sériová výroba), kterým by bylo vhodné použít také z toho hlediska, že díl se bude vyrábět a spadá pod světovou značkou Audi a ti preferují z hlediska VW koncernu tento postup při výrobě nové součásti.

3.4 PPAP

Hlavním cílem nástroje jakosti PPAP je, aby společnost pochopila veškeré zadané požadavky ohledně zákaznické či technické dokumentace, konstrukci výrobku (materiál, rozměry, funkčnost atd.), a také proto, aby byl zajištěn výrobní proces s ohledem na výrobní kapacitu.

3.4.1. požadavky PPAP

- Konstrukční dokumentace
- Dokumenty o schválených technických změnách
- Technické schválení zákazníkem
- Analýza druhů poruch a jejich důsledky v případě návrhu (FMEA návrhu)
- Vývojové diagramy procesu
- Analýza druhů poruch a jejich důsledků v případě procesu (FEMA procesu)
- Plán kontroly řízení
- Studie analýzy systému měření
- Výsledky kontroly rozměrů
- Záznamy o výsledcích zkoušek materiálů/ funkčnosti
- Počáteční studie procesu
- Dokumentace kvalifikované laboratoře
- Protokol o schválení vzhledu (AAR)
- Vzorky výrobních dílů
- Referenční vzorku
- Kontrolní prostředky
- Specifické požadavky zákazníka
- Průvodka předložení dílu (PSW)

³ PDPC - (Problem Decision Program Chart), rozhodovací diagram.

⁴ FMEA - (Failure Mode and Effect Analysis), Analýza možných vad a jejich následků.

⁵ PPAP - (Production Part Approval Process), Proces schvalování dílů do sériové výroby.

3.5 FMEA

FMEA je jedním ze základních a velmi preferovaných nástrojů pro řízení jakosti a analytiku i pro technickou konstrukci (sestavena na základě APQP, ČSN EN 60812). Cílem tohoto velmi dobře aplikovatelného nástroje je lokalizovat a řešit možné vznikly vad a neshod či různých poruch v celém procesu výroby a samotného výrobku. Celá metoda vyžaduje sestavení velmi zkušeného týmu z oblastí technického úseku (technik, robotik), výroby (vedoucí výroby, mistr) a kvality (vedoucí kvality, metrolog nebo kontrolor kvality). Je nutné, aby složený tým odborníků pokryl celou oblast výroby. Veškerá rizika se hodnotí podle sestavených tabulek závažnosti rizik a hodnocení rizik (stupnice 1 až 10). Na základě FMEA se vytvoří plán kontrol a regulace, v němž je podrobně rozepsáno vše, včetně měření hodnot, parametrů (periodické zkoušky, rozměry, specifické znaky, charakteristiky měření a monitorování)

3.5.1 Závažnost a důsledek

V tabulce 1 je ukázka hodnocení závažnosti a důsledku, kterou používá při konstrukci FMEA odborný tým společnosti Essa Czech. Závažnost poruchy se vyjadřuje číselnými hodnotami 1 až 10, kde hodnota 1 znamená nejmenší závažnost a hodnota 10 označuje ohrožení zdraví a bezpečnosti tzn. nejvyšší závažnost.

Kritéria: Závažnost důsledku ve vztahu k produktu (Důsledek ve vztahu k výrobě / montáži)	Důsledek	Známka hodnocení
Bez varování může ohrozit operátora (stroj nebo montážní celek).	Nesplnění bezpečnostních požadavků a/nebo požadavků předpisů	10
S varováním může ohrozit operátora (stroj nebo montážní sestavu).		9
100 % produktů bude muset být vyřazeno. Odstávka linky nebo zastavení dodávky.	Závažné porušení	8
Část výrobní dávky bude muset být vyřazena. Odchylka od primárního procesu včetně snížené rychlosti linky nebo dodatečného personálu.	Významné porušení	7
100 % výrobní dávky bude muset být přepracováno mimo linku a schváleno.	Mírné porušení	6
Část výrobní dávky bude muset být přepracována mimo linku a schválena		5
100 % výrobní série bude muset být přepracováno na pracovišti před dalším výrobním postupem.	Mírné porušení	4
Část výrobní dávky bude muset být přepracována na pracovišti před dalším výrobním postupem.		3
Drobná nepříjemnost ve vztahu k procesu, operaci nebo k operátorovi.	Minimální porušení	2
Žádný znatelný důsledek	Žádný důsledek	1

Tab. 1: Kritéria závažnosti podle spol. Essa Czech

Kritéria hodnocení závažnosti následků chyby	Hodnocení
Velmi závažná chyba, která negativně ovlivňuje bezpečnost a / nebo dodržování zákonných předpisů. Projevuje se bez aktivace výstražné signál.	10
Vešmi závažná chyba, která možná negativně ovlivňuje bezpečnost a / nebo dodržování zákonných předpisů nebo způsobuje „odstavení“. Projevuje se aktivací výstražné signalizace.	9
Závažná chyba, výpadek hlavních fcí, např. nepřipravenost vozidla k provozu.	8
Závažná chyba, která podstatně omezuje funkčnost vozidla, je nezbytně nutná okamžitá oprava vozidla v servisu. Omezení funkčnosti důležitých subsystémů.	7
Středně závažná chyba, výpadek důležitých obsluž, systémů nebo systémů na zvýšení komfortu přepravovaných osob, není nutná okamžitá oprava v servisu.	6
Středně závažná chyba, omezení funkčnosti důležitých obslužných systémů nebo systémů na zvýšení komfortu přepravovaných osob.	5
Středně závažná chyba, velmi malé omezení funkčnosti důležitých obslužných systémů nebo syst. na zvýšení komfortu přepravovaných osob. Chyba je identifikovatelná každým řidičem.	4
Nevýznamná chyba. Zákazník je pouze minimálně obtěžován a pravděpodobně bude pouze minimálně omezován. Chyba je identifikovatelná průměrným řidičem.	3
Je nepravděpodobné, že by chyba vykazovala nějaký pozorovatelný vliv na chování vozu nebo systému. Chyba je identifikovatelná pouze odborným personálem nebo výškoleným/zkušeným řidičem.	2
Žádný vliv	1

Tab. 2: Kritéria hodnocení závažnosti následku chyby podle spol. Essa Czech

3.5.2. Plán kontrol a regulace

Plán kontrol a regulace je nižší dokument, který závisí hlavně na nástroji FMEA a v níž vytvořené dokumentaci. V plánu je zahrnutá veškerá rozměrová (rozměry vstupního materiálu a jeho předepsaná kvalita) a technická kontrola (periodické zkoušky materiálu, svarové zkoušky, kontrola přilnavosti laku). V plánu kontrol a regulací jsou zahrnuty veškeré operace od vstupní kontroly materiálu až po samotné operace procesu i konečná fáze dodání výrobku k zákazníkovi a následné periodické zkoušky a audity výrobku. Plán kontrol a regulace je dokument, který se prezentuje zákazníkovi při prvotní výrobě nového dílu spolu s FMEA a diagramem procesu výroby a také veškeré rozměrové protokoly spolu s MSA (Příloha 1).

3.6 MSA - Analýza systému měření

Tato metoda patří mezi základní nástroje pro analýzu měření ve společnosti Essa Czech. Cílem analýzy systému měření je zjistit, zda měření je opakovatelné, reprodukovatelné se souladem s jeho používáním. Především jaké množství z celkové variability procesu měření vyvolává výchylky vlastního procesu měření a jakou způsobuje proměnlivost na výsledku měření. To vše vede k tomu, že tento odhad ukazuje na statistické výsledky opakovatelnosti a reprodukovatelnosti měření.

Analýza systému měření hodnotí tyto základní aspekty:

- Opakovatelnost
- Reprodukovatelnost
- Vychýlení (přesnost a strannost)
- Stabilitu
- Linearitu

3.6.1 Opakovatelnost

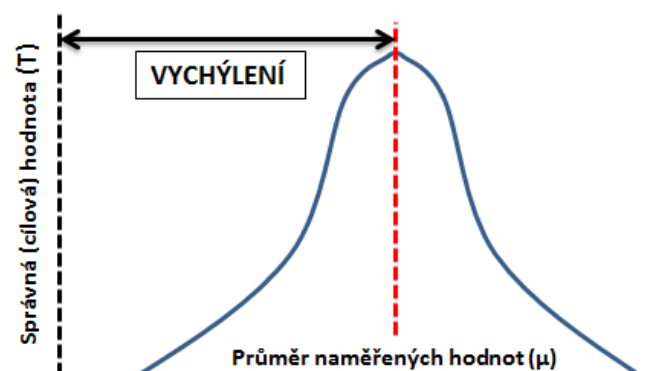
Opakovatelnost lze jednoduše popsat jako variabilitu při opakovaném měření stejného znaku (charakteristiky) u téhož měřeného vzorku s toutéž osobou, která provádí měření.

3.6.2 Reprodukovatelnost

Jedná se o variabilitu v průměrech měření různých operátorů při opakovaných měření téhož znaku (charakteristiky) u jednoho dílu, při použití stejného měřidla a podmínek měření. Při kvalifikaci produktu a procesu může být chyba vyvolaná operátorem, prostředím (časem) nebo zvolenou metodou. Tato metoda je obecně označována jako Variabilita operátora. U měření reprodukovatelnosti bez přítomnosti člověka může být reprodukovatelnost nulová nebo může být například variabilitou mezi použitými základními přípravky pro díly.

3.6.3 Vychýlení (přesnost a strannost)

Lze označit jako rozdíl mezi průměrem naměřených hodnot (μ) a správnou (cílovou) hodnotou T (T- target).



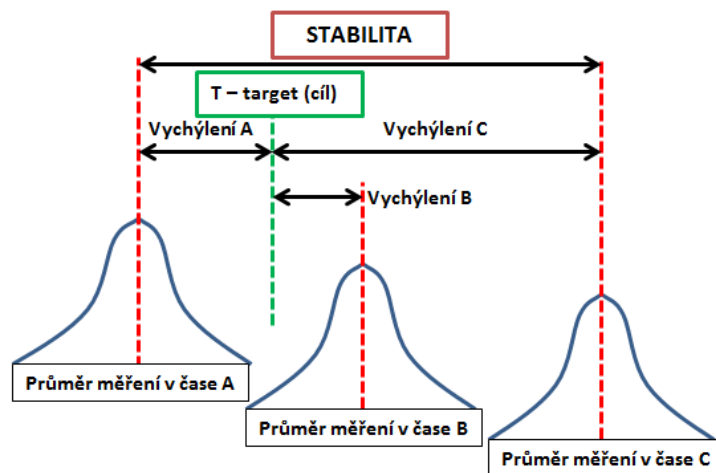
Obr. 2: Vychýlení (Zdroj: Česká společnost pro jakost, MSA)

Přesnost – je těsnost vzhledem k správné hodnotě nebo přijaté referenční hodnotě.

Strannost – je to rozdíl mezi pozorovatelným průměrem měření a referenční hodnotou, složka systematické chyby systému měření.

3.6.4 Stabilita

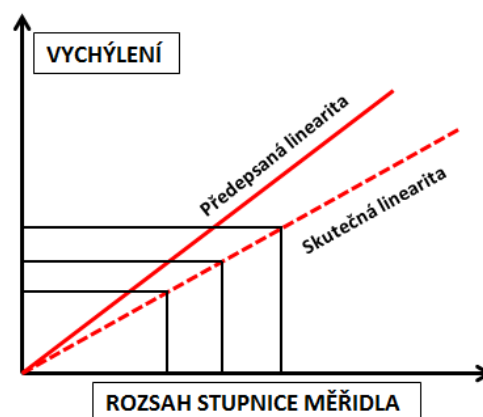
Stabilita je celková variabilita měřících znaků (charakteristik) získané měřícím systémem na stejném vzorku při měření stejného znaku v delším časovém úseku, změna strannosti v čase. Stabilizovaný proces měření ve statisticky zvládnutelném stavu vzhledem k poloze (drift).



Obr. 3: Stabilita (Zdroj: Česká společnost pro jakost, MSA)

3.6.5 Linearita

Je rozdíl mezi hodnotami vychýlení měření v předpokládaném rozsahu pracovního měřidla, změna strannosti v běžném provozním rozsahu. Korelace násobných a nezávislých chyb strannosti v provozním rozsahu. Patří mezi složky systematické chyby systémů měření.



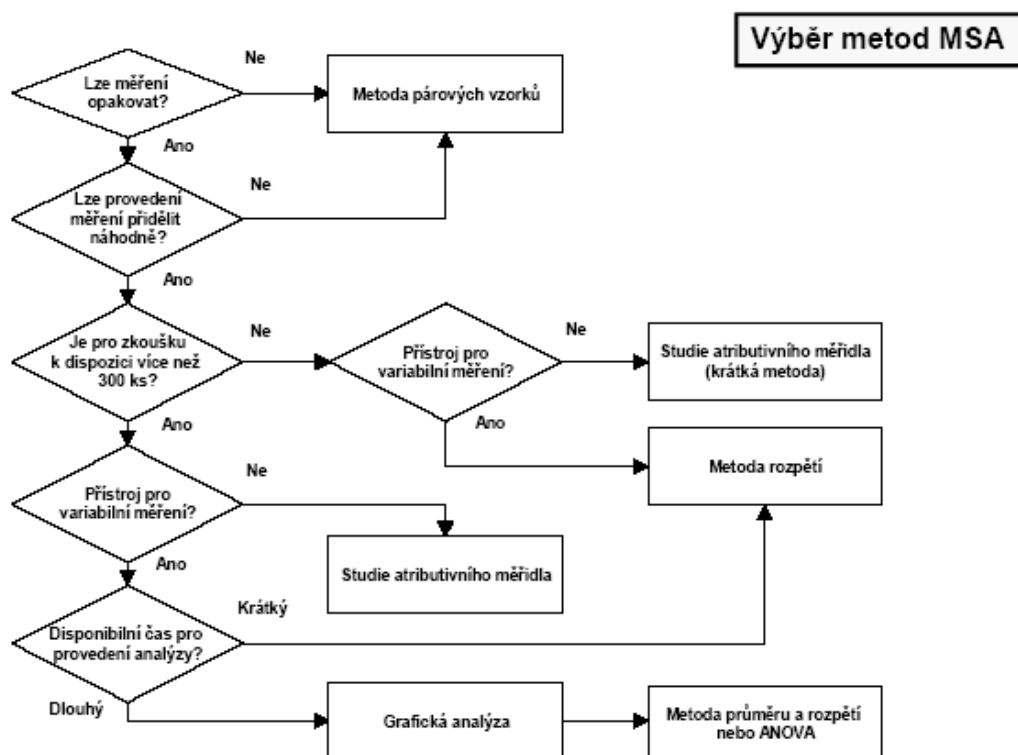
Obr. 4: Linearita (Zdroj: Česká společnost pro jakost, MSA)

3.7 Nejpoužívanější metody v MSA

Analýza systémů měření obvykle předpokládá, že je možné náhodným způsobem získat replikovatelné data ze všech dílů (vzorků) od všech operátorů, proto je nutné zvolit vhodnou metodu, která dokáže popsat, jak se chová dané měření a jaké výsledky od něj očekáváme. Existuje několik metod v oblasti MSA, které jsou schopny popsat proces měření a jeho chování v různých závislostech. Jsou to například tyto metody:

1. Metoda indexů C_g a C_{gk} (dle metodiky Ford / Bosch)
2. Metoda průměru a rozpětí
3. Metoda rozpětí
4. Studie atributivního měřidla (dle VDA 5⁶)
5. Metoda párového srovnání (dle QS 9 000⁷)

Na obrázku 5 je znázorněn blokový diagram, ze kterého lze vyčíst postupy při výběru vhodných metod z oblasti analýzy systému měření.



Obr. 5: Výběr z metod MSA (Zdroj: Česká společnost pro jakost)

⁶ Norma popisující způsobilost kontrolních procesů

⁷ Norma popisující posuzování kvality systému měření

3.7.1 Metoda indexů C_g a C_{gk}

Slouží k posouzení přesnosti a opakovatelnosti jako společné chyby měřidla. Vyjadřuje se vůči variabilitě výrobního procesu (případně vůči šířce tolerančního pole) prostřednictvím indexů C_g , C_{gk} .

Použití:

Především pro nenormalizované měřidla - např. speciálně vyrobené měřicí zařízení. Zcela nevhodná pro jednoduchá normalizovaná měřidla - např. posuvné měřítko, mikrometr apod., kde je přesnost a opakovatelnost v minimálních hodnotách zahrnuta již v samotné konstrukci měřidla. Použitím této metody u jednoduchých normalizovaných měřidel nejsme schopni zjistit velikost přesnosti a opakovatelnosti.

Obecný postup 1:

- volba etalonu - správná hodnota musí ležet mezi tolerančními mezemi
- seřízení testovaného měřicího zařízení
- opakované proměření etalonu měřicím zařízením 50x za sebou v prostředí
- odpovídající skutečným podmínkám používání měřicího zařízení
- zaznamenání naměřené hodnoty
- výpočet statistiky - aritmetický průměr a směrodatnou odchylku
- výpočet indexů způsobilosti C_g , C_{gk} .
- rozhodnutí o způsobilosti měřicího zařízení

Obecný postup 2:

- 1) Výběr a označení 6 - 10 dílů (označení nesmí být vidět):
 - cíleně vybrané díly pokrývající předpokládanou variabilitu procesu (slouží k odhadu celkové variability procesu)
 - vybrané díly nepokrývající předpokládanou variabilitu procesu (nelze použít odhad celkové variability procesu).
- 2) Volba 2 nebo 3 operátorů k provedení zkoušky a volba počtu opakovaných měření na díle (2 nebo 3 měření). Možné jsou následující varianty analýzy:
 - 3 x 3: 3 operátoři provádějí 3 měření na díle,
 - 3 x 2: 3 operátoři provádějí 2 měření na díle,
 - 2 x 3: 2 operátoři provádějí 3 měření na díle.
- 3) Počet dílů a operátorů musí zajistit minimálně 16 hodnot rozpětí (např. 2 operátoři a 8 dílů nebo 3 operátoři a 6 dílů).
- 4) Seřízení měřicího zařízení.
- 5) Operátoři postupně změří zvolený počet dílů.
- 6) Díly se měří 2x nebo 3x ve změněném pořadí dílů (označené díly musí být k dispozici pro případné opakované měření po porovnání hodnot R s UCL_R).
- 7) Výpočet hodnot výběrového rozpětí (R), celkového průměrného rozpětí všech operátorů a horní regulační meze rozpětí (UCL_R).

- 8) Porovnání jednotlivých hodnot R s UCL_R
 - Pokud R je větší než UCL_R , jedná se o signalizaci působení systematického vlivu (u ojedinělého výskytu je vhodné měření opakovat a přepočítat R a UCL_R , a opět tyto hodnoty vzájemně porovnat).
- 9) Výpočet základních statistik:
 - Diferenci mezi průměrnými hodnotami všech operátorů
 - Rozpětí mezi celkovými průměrnými hodnotami jednotlivých dílů.
- 10) Výpočet absolutních hodnot ukazatelů variability systému měření:
 - Opakovatelnost (EV)
 - Reprodukovatelnost (AV)
 - Celková variabilita systému měření (GRR).
- 11) Výpočet absolutních hodnot ukazatelů variability procesu:
 - Proměnlivost dílu (PV) - variabilita procesu neovlivněná systémem měření
 - Celková proměnlivost (TV) – celková variabilita procesu ovlivněná systémem měření (zahrnuje variabilitu systému měření).
- 12) Rozhodnutí o způsobu procentního vyjádření ukazatelů variability k :
 - Vypočtenému odhadu celkové variability procesu (TV)
 - Toleranci
 - Odhadu celkové variability procesu pro očekávanou způsobilost procesu (například polovina tolerance)
 - Skutečné celkové variabilitě procesu.
- 13) Výpočet procentuálních hodnot ukazatelů variability systému měření:
 - Procento opakovatelnosti (%EV)
 - Procento reprodukovatelnosti (%AV)
 - Procento celkové variability systému měření (%GRR).
- 14) Výpočet procentuálních hodnot ukazatelů variability procesu:
 - Procento proměnlivosti dílu (%PV), variabilita procesu neovlivněná systémem měření.
- 15) Výpočet počtu kategorií, které lze spolehlivě rozlišit systémem měření.
- 16) Posouzení způsobilosti systému měření dle %GRR.
- 17) Rozhodnutí o snižování variability systému měření.

3.7.2 Metoda rozpětí

Poskytuje pouze celkový obraz o variabilitě systému měření - nerozkládá ji na opakovatelnost a reprodukovatelnost.

Obecný postup:

- 1) Výběr a označení 5 dílů (označení nesmí být vidět).
- 2) Zvolení 2 operátorů k provedení zkoušky.
- 3) Seřízení měřicího zařízení.
- 4) Operátoři postupně změří 5 dílů.
- 5) Každý operátor provádí měření jednoho dílu 1x (druhý operátor provádí měření ve změněném pořadí dílů).
- 6) Výpočet základních statistik:
 - Rozpětí u jednotlivých dílů
 - Průměrné rozpětí
 - Směrodatnou odchylku systému měření (GRR).
- 7) Rozhodnutí o způsobu procentního vyjádření GRR.
- 8) Posouzení způsobilosti systému měření podle % GRR.
- 9) Rozhodnutí o snižování variability systému měření.

3.7.3 metoda studie atributivního měřidla

Slouží k posouzení způsobilosti systémů měření pro atributivní znaky. Používá se pro kalibry, šablony, zkušební zařízení – výsledek měření: dobrý / špatný.

Rozsah měření:

- 1) Podle MSA 2. vydání - 20 dílů x 2 měření x 2 pracovníci - 100% shoda
- 2) Podle VDA 5 - 20 dílů x 2 měření x 2 pracovníci - 100% shoda
- 3) Podle MSA 3. vydání - 50 dílů x 3 měření x 3 pracovníci (požaduje FORD)
možnost neshodných rozhodnutí

Postup podle VDA 5:

- 1) Výběr a označení 20 (50) dílů (označení nesmí být vidět). Mezi díly musí být také určitý počet neshodných dílů. Pokud je to možné, má být kontrolován parametr u dílů proměřen jiným měřidlem. Hodnota nesmí ležet v intervalu nejistoty tohoto měřidla.
- 2) Volba 2 (3) operátorů k provedení zkoušky.
- 3) Seřízení měřicího zařízení.

- 4) Operátor postupně změří zvolený počet dílů.
- 5) Díly operátor měří 2x (3x) ve změněném pořadí dílů.
- 6) Určení % shodných rozhodnutí (měření) -pozor na hodnocení dílů označených jako neshodné.
- 7) Posouzení způsobilosti systému měření podle % shodných rozhodnutí. (Požadavek 100% shodných)
- 8) Rozhodnutí o snižování variability systému měření.

3.7.4 Metoda párového srovnání

Metoda, při níž se porovnávají konečné výsledky a na základě rozdílu se určí, zda je měření vyhovující či nevyhovující.

Obecný postup:

- 1) Výběr počtu odběrů n (označení 5-10 n -tic podobných dílů) a volba počtu vzorků m v n -tici ($m = 2-5$), pro díly v n -tici je potřeba zajistit minimální rozptyl měřeného znaku.
- 2) Seřízení měřicího zařízení.
- 3) Postupné změření vybraných n -tic.
- 4) Výpočet rozpětí R v každé n -tici a průměrného rozpětí.
- 5) Výpočet směrodatné odchylky $\sigma_m = R / d_2$.
- 6) Určení počtu opakování měření z dle metodiky měření (zvyšující se počet opakování měření snižuje variabilitu systému měření).
- 7) Výpočet absolutní hodnoty opakovatelnosti (EV).
- 8) Rozhodnutí o způsobu procentního vyjádření variability $k \dots$ (viz metoda 2).
- 9) Posouzení způsobilosti systému měření podle % EV.
- 10) Rozhodnutí o snižování variability systému měření.
- 11) Pro jednostranné tolerance stanovení intervalu nejistoty (bezpečného rozhodnutí o výsledku).

3.8 Metodika měření a monitorování

Organizace musí aplikovat vhodné metody monitorování procesů SŘJ⁸, které musí prokázat schopnost procesů dosáhnout plánovaných výsledků. Velmi důležité je určit jakým způsobem (technikou) a měřidlem budeme jednotlivé znaky a charakteristiky určené zákazníkem měřit a kontrolovat. Požadavky na měření a

⁸ SŘJ – Systém řízení jakosti

kontrolu jsou dány hlavně podle složitosti, technikou měření, prostředím a především podle funkce daného znaku či charakteristiky (montážní otvor, ustavení dílu či uložení rotačního ústrojí). Jedná-li se o díly, které svým tvarem jsou velmi složité je nejvíce vyhovujícím způsob měření na 3D souřadnicových strojem CNC. Naopak jednoduché a snadno měřitelné znaky (otvory) je lépe měřit běžnými dílenskými měřidly (posuvné měřítko, mikrometrický odpich, supito), ale lze je měřit i na 3D stroji. Vše je hlavně otázkou vybavení firmy z hlediska metrologie, kvalifikace pracovníků a celkové náklady na měřicí a monitorovací operace.

3.9 Metrologické postupy

Metrologické postupy slouží k tomu, aby metrolog firmy věděl, jak má postupovat při neshodách měření, postupech způsobilosti měření (metoda SPC) či kalibrací stroje nebo měřidel. Většinou je metrologický postup vypracován ve formě vývojových diagramů, ale může být sepsán ve formě písemného dokumentu, kde musí být vše jednoznačně a srozumitelně napsáno. Postup musí obsahovat tyto aspekty:

- Množství odběrů vzorků
- Způsob získávání hodnot
- Kdo provádí jednotlivé operace při odběru vzorku
- Kdo zaznamenává data odběru
- Kam se zapisují odebraná data
- Znaky a charakteristiky výrobků požadované zákazníkem
- Vyhodnocování dat
- Řešení neshody měření
- Náprava a vylepšení

Metrologické postupy jsou dány především vybavením metrologické laboratoře, složitostí (způsobem) vyráběného dílu s očekávanou kvalitou, kterou zákazník vyžaduje (tolerance, geometrická přesnost, funkce výrobku – bezpečnostní díl TDL). Z výše jmenovaných aspektů má velký vliv na nastavení těchto metrologických postupů, především zákon o metrologii 505/1993 Sb. O metrologii a veškeré normy a předpisy (VW normy, DIN, ČSN, EN, ISO, VDA aj.). Je nutné si uvědomit, jak co nejefektivněji a nejlevněji získat požadovanou kvalitu a hodnoty z měření.

Ve společnosti Essa Czech jsou vypracovány metrologické postupy (pracovní návod) na veškerá měření (3D měření, měření s posuvným měřidlem, mikrometrem, či používání kalibrů atd.), kontroly parametrů a další laboratorní zkoušky (trhací zkoušky, měření vrstvy laku atd.). Ve všech postupech je uveden druh a typ měřidla a pomůcek, vlastní popis měření, odkazové normy, vyhodnocování zkoušky a

obecné podmínky pro měření (kdo měří a kde měří). Níže je uvedena ukázka metrologického postupu pro měření na 3D souřadnicovém stroji.

3.9.1 Postup měření na 3D stroji

- 1.0 Odkazy na normy a navazující předpisy - VW 010 59-1
- VW 010 59-2
- VW 010 56
- 2.0. Měřidla a použité pomůcky.
 - 2.1 3D DEA BETA 2104.
 - 2.2 SW Metrolog XG.
- 3.0 Obecné podmínky činnosti.
 - 3.1 Zkouška se provádí v laboratoři při teplotě 20 ± 1 °C.
 - 3.1 Činnost provádí metrolog.
- 4.0 Vlastní popis činnosti.
 - 4.1 Zapneme přívod vzduchu ke 3D stroji.
 - 4.2 Pustíme 3D zeleným tlačítkem ON na hlavní řídicí skříni.
 - 4.3 Spustíme SW Metrolog XG.
 - 4.4 Inicializujeme 3D v nulovém bodě.
 - 4.5 3D je připraveno k měření.
 - 4.6 Vybereme měřicí program pro měřený výrobek ze správce souborů.
 - 4.7 Umístíme měřený výrobek na stůl 3D.
 - 4.8 Spustíme měření.
 - 4.9 Po ukončení měření vytiskneme měrový protokol.
- 5.0 Vyhodnocení měření.
 - 5.1. Výsledek měření vyhodnotíme podle příslušné výkresové dokumentace, případně dalších požadavků zákazníka.
- 6.0 Záznamy a přílohy.
 - 6.1 Měrový protokol ze 3D.
 - 6.2 Potvrzení schopnosti SW plnit zamýšlenou aplikaci.

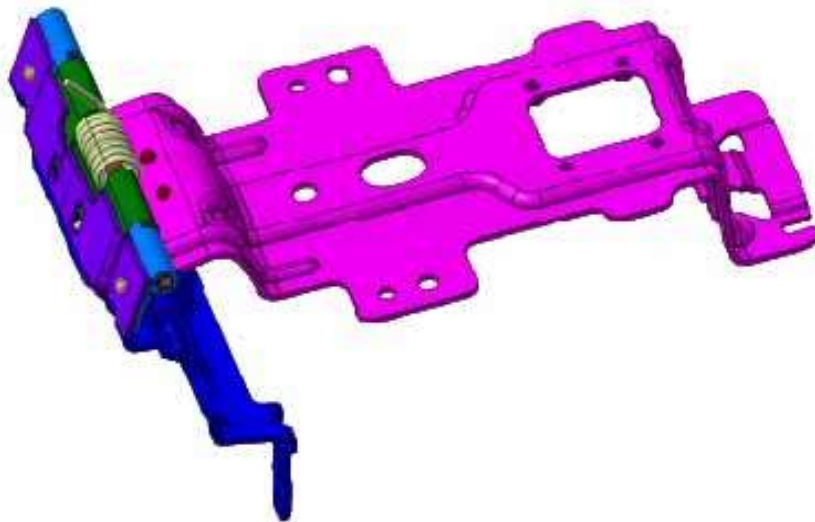
4 Aplikace na vzorové součásti

V této praktické části bakalářské práce budou aplikovány veškeré získané dovednosti z oblasti metrologie, jako jsou metrologické postupy, volba měřidel, měření charakteristických znaků požadovaných zákazníkem a řízení kvality či volba nástrojů řízení jakosti a tvorba kvalitářské a metrologické dokumentace. Vše bude aplikováno na součásti, které se budou ve společnosti Essa Czech spol. s.r.o. v prvním čtvrtletí roku 2015 vyrábět.

4.1 Popis výrobku

Loketní opěrka (područka)

Jedná se o ocelový díl složený ze dvou hlavních výlisků, jenž jsou k sobě svařeny odporovým bodovým svařováním spolu se dvěma panty, v níž je uložena hřebenová osička, na které je uložena vinutá zkrutná pružina. Na díle jsou dále přivařeny čtyři matice M4, jenž slouží k ustavení loketní opěrky do vyšší sestavy kompletního opěrného systému. Celý díl bude posléze nalakován a odeslán k zákazníkovi. Tento díl je součástí vybavení vozu značky Audi, který se montuje v každém automobilu. Slouží k pohodlnému opření ruky při řízení na dlouhých cestách.



Obr.6: CAD model loketní opěrky (Zdroj: software Metrolog XG)

4.2 Měření charakteristiky a znaky

Nedílnou, a jednou z nejdůležitějších podmínek při počáteční výrobě je domluva se zákazníkem, jaké charakteristiky a znaky chceme sledovat, aby účel monitorování i měření byl co nejefektivnější a tím pádem jsme dosáhli co nevyšší kvality v oblasti měření. Zákazník většinou určí znaky, které si přeje, aby byly dodrženy. Znaky a charakteristiky měření musí být určeny jednoznačně a stručně. Nejlépe by měli být zaznamenány na výkrese či v nějakém dokumentu, kde jsou uvedeny veškeré charakteristiky a znaky, které se budou měřit a sledovat (geometrické znaky, polohy otvorů, polohy svarů atd.) nebo v jakých časových intervalech se bude vyhodnocovat měření (způsobilost procesu, metalografie a mechanické zkoušky).

V případě před sériové výroby součásti se budou měřit a monitorovat tyto charakteristické znaky:

- maximální a minimální síla područky
- kompletní rozměrová analýza součásti
- jednotlivé součásti sestavy
- svaření matice M4 (DIN 928⁹)
- bodové svary
- úhel natočení područky
- kontrola přilnavosti laku a odstín laku (podle normy ČSN ISO 2409¹⁰)

Tyto specifické charakteristiky a znaky si zákazník vyžaduje, abychom monitorovali způsobilost procesu metodou SPC (statistic proces control).

4.3 Postup měření minimální síly područky

Dle požadavků zákazníka je nutné dodržet, aby polohování područky drželo v požadované (nastavené) poloze, bez toho aniž by područka samovolně změnila polohu vůči nastavení. Dle výkresu musí být minimální síla rovna 15Nm a maximální síla rovna 20Nm. Na deseti před sériových kusech byla změřena síla područky bez koženého potahu a na dalších deseti kusech s koženým potahem. Výsledkem měření bylo zjištěno, že síla područky je velice kolísavá, což vede k tomu, že panty područky mají velkou vůli a roli hraje také hmotnost koženého pouzdra područky, proto se bude muset navrhnout jiné a přesnější uložení, které bude schopno udržet polohu područky v požadované poloze. Měření se provedlo na deseti před sériových

⁹ Norma DIN 928 Čtyřhranná navařovací matice.

¹⁰ Norma ČSN ISO 2409 Nátěrové hmoty – mřížková metoda.

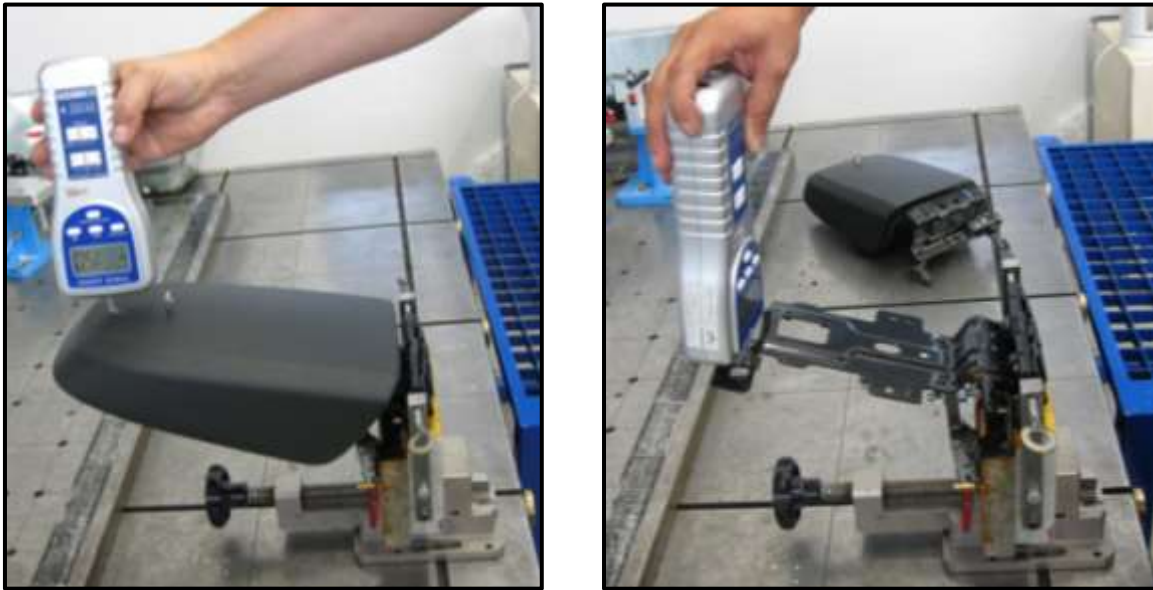
kusech a následně byla provedena i grafická analýza zavírací síly (cyklus a finál). Výsledky jsou zaznamenány v protokolu Analýza síly područky.

4.3.1. Pracovní postup měření síly područky

Postup měření je popsán v dokumentu (pracovní postup), kde je heslovitě uvedeno, jak se má měřit v jakých místech a také jaké jsou maximální a minimální síly (předepsané zákazníkem dle výkresové dokumentace). Výsledky měření jsou zaznamenány v příloze (Příloha 2, Měření síly područky – protokol).

Postup:

- 1) Odkazy na výkresovou dokumentaci.
- 2) Odběr 10 vzorků a jejich označení.
- 3) Zkouška se provádí v laboratoři při daných klimatických podmínkách.
- 4) Činnost provádí metrolog (může i kontrolor kvality).
- 5) Příprava upínacího stojanu.
- 6) Očištění upínacího stojanu.
- 7) Stojan se upne dle předepsaných souřadnic na rastrovou plochu 3D stroje.
- 8) Příprava a kontrola siloměru.
- 9) Zapnutí siloměru zeleným tlačítkem on.
- 10) Vynulování siloměru modrým tlačítkem zero.
- 11) Otevření upínky stojanu.
- 12) Upnutí dílu do upínacího přípravku dle předepsaných pozic.
- 13) Zavřeme upínky.
- 14) Kontrola stability upnutého dílu a upínacího stojanu.
- 15) Přiložení siloměru na upnutý díl dle předepsané pozice (díl bez koženého pouzdra).
- 16) Měření síly.
- 17) Zápis hodnot do připraveného formuláře.
- 18) Otevření upínky.
- 19) Nasazení koženého pouzdra.
- 20) Zavření upínky.
- 21) Kontrola stability upnutého dílu a upínacího stojanu.
- 22) Měření síly na předepsaných místech.
- 23) Opakovaná aplikace měření na 10 vzorcích (bez a s koženým pouzdrem).
- 24) Vyhodnocení měření a uložení měrového protokolu.



Obr. 7: Ukázka měření siloměrem finální konzole a samostatné svařované područky

4.4 Rozměrová analýza součásti

Díl není rozměrově složitý a náročný na lisování a svařování. Hlavním problematikou bude až svaření dílu do sestavy a tím splnění veškeré rozměrové požadavky automobilky Audi. Rozměrové prvky součásti budou měřeny na 3D souřadnicovém stroji a posuvným měřítkem budou měřeny parametry, které budou zaznamenány do speciálního měrového protokolu ve formě tabulky. Na každou dílčí část je sestaven program dle technické dokumentace v programu Metrolog XG (na výlisky a měření maximálního úhlu natočení dvou pantů). Jednotlivá měření budou vyhodnocována na základě měrového protokolu, v němž je zaznamenána skutečná naměřená hodnota spolu s nadefinovanými tolerancemi podle výrobního výkresu zákazníka a odchylkou měření. Tyto protokoly měření budou dále sloužit zákazníkovi pro prezentaci součásti z hlediska kvality a metrologie (dále pak podklady pro prezentaci způsobilosti procesu). Dalším požadavkem je rozměrová metalografie svařování a vyhodnocení provaření svaru dle předepsaných norem VW koncernu. Výsledky měření jsou zaznamenány v příloze (Příloha 3, Měření výlisků a svařené sestavy).

4.5 Metrologie v metalografii svaru

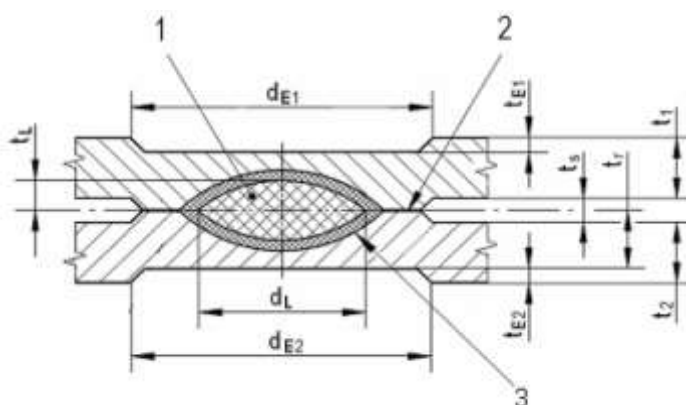
Důležitou částí v oblasti metalografie je umět aplikovat mikro metrologii podle předepsaných norem koncernu VW. Dalším požadavkem zákazníka je před zahájením sériové výroby prokázat kvalitu svaru z hlediska metrologie (dodržení předepsaných parametrů a rozměrů podle norem VW). Jelikož je součást svařována bodovými svary spolu s maticemi, které jsou také bodovány, je nutné podle normy řady VW 01105 zaměřit se na kvalitu bodových svarů z hlediska metrologie.

4.6 Kvalita bodových svarů

Jelikož bude díl svařen bodově dle výkresové dokumentace, kde následně budou svařeny i matice velikosti M4 je zapotřebí změřit veškeré rozměry a parametry těchto svarů. Veškerá kvalita bodových svarů bude kontrolována dle požadované normy koncernu VW01103 (geometrie svarových bodů).

4.6.1. Geometrie svarových bodů podle normy VW 01105-3

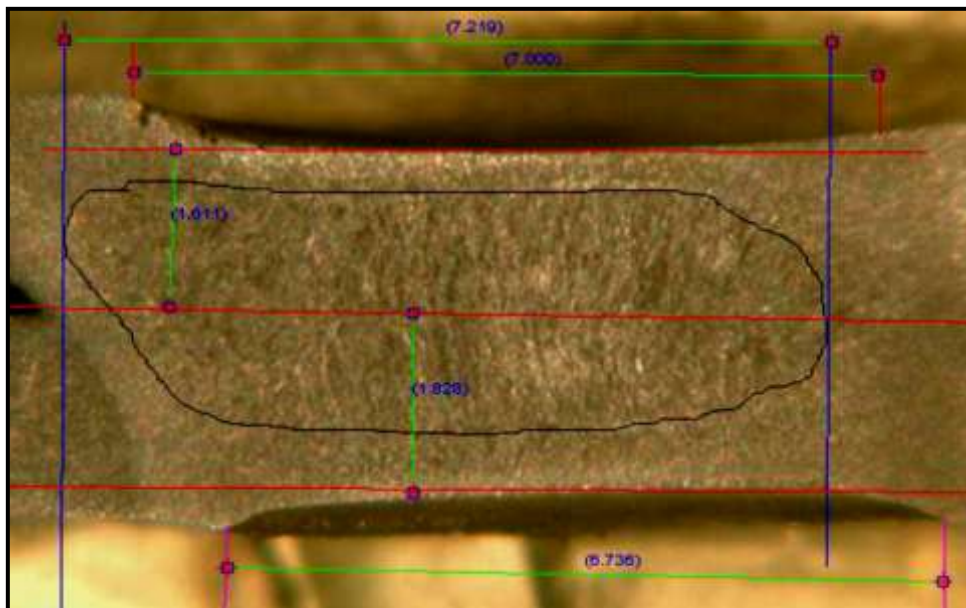
Tato rozměrová zkouška se bude provádět dle plánu periodických zkoušek dvakrát do roka a výsledky budou prezentovány automobilce Audi. Na schématu z normy je poukázáno, co se bude měřit a kontrolovat podle požadavků zákazníka.



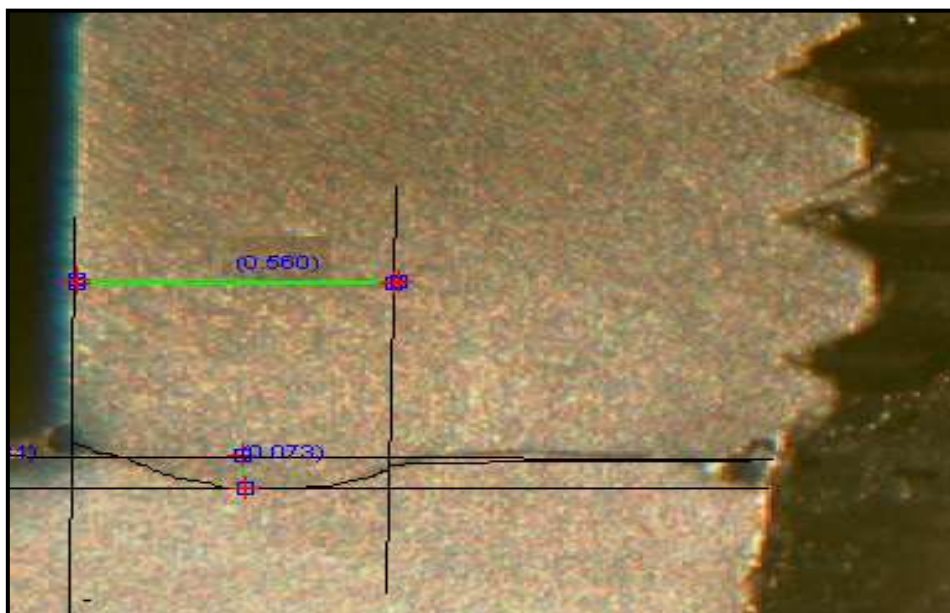
Obr. 8: Schéma zobrazení svarového bodu (Zdroj: norma VW01 105)

Legenda:

1	Svarová čočka	t_L	Hloubka proniknutí svarové čočky
2	Spojovací rovina	t_s	Šířka spáry
3	Tepelně ovlivněné pásmo (WEZ)	$t_{E1}; t_{E2}$	Hloubka vtisku
d_{E1}, d_{E2}	\varnothing vtisku	$t_1; t_2$	Tloušťka materiálu
d_L	\varnothing čočky	t_r	Minimální zbytková tloušťka plechu v oblasti vtisku elektrody



Obr. 9: Geometrie svarového bodu



Obr. 10: Geometrie svařené matice M4

Na ukázkovém metalografickém snímku bodového svaru (pořízený a měřený pod mikroskopem Canon C2 Laboratory) jsou zakótované základní rozměry a parametry, které předepisuje norma řady VW01105¹¹.

Jelikož je součástí dílů i přivaření čtvercových matic velikosti M4, je zapotřebí provést metalografický výbrus přivařených matic a následně provést rozměrovou kontrolu předepsanou normou VW 01103¹²

Analýza výsledků:

Bodové svary a přivaření matic M4 byly podrobeny zkoušce podle předepsané normy WV01103, WV01105 a interních předpisů laboratoře Essa Czech. Z výrobní dávky byl odebrán vzorek. Zkušební vzorek se připravil dle interních předpisů a normy WV. Následně se provedla měření pomocí mikroskopu a výsledek měření je v souladu s normou. Veškeré měřené parametry byly nad hranicí minimálně předepsaných rozměrů, které norma předepisuje.

4.6.2. Zkouška svařené matice tahem

Zkouška byla provedena za účelem analyzovat maximální sílu, kterou je schopna přenést a následně vydržet přivařená matice M4 při deformaci (vytržení ze svaru nebo částečné porušení svaru dle požadavků Audi, normy VW 605 60¹³). Norma předepisuje minimální deformační sílu (F_m) o velikosti 4 000 N (400kg) a maximální sílu 7 000N (700kg). Měření bylo aplikováno na upraveném trhacím stroji značky HOYTOM. Pro měření byly odebrány čtyři vzorky přivařených matic M4. Matice byly následně dle předepsaného pracovního postupu podrobeny zátěžové zkoušce. Výsledek měření zatěžovacích sil byl vyhovující dle předepsané normy WV 605 60 (viz protokol o měření). Pokud by výsledek byl nevyhovující, muselo by se zasahovat do svařovacího procesu a prozkoumat základní svařovací parametry statické bodové svářečky (síla, tlak a elektrický proud).

¹¹Norma VW 01105 - norma pro kontrolu rozměru bodových svarů.

¹²Norma VW 01103 - norma pro kontrolu rozměru svařovaných matic.

¹³Norma VW 605 60 - norma pro Zkouška pevnosti svarových spojů svařovacích matic / šroubů.

Pracovní postup

1 Odkazy na normy a navazující předpisy:

- a) ČSN EN 10002-1
- b) ISO 10113
- c) Návod k použití trhacího stroje HOYOTOM 1000

2 Měřidla a použité pomůcky:

- a) Trhací stroj HOYOTOM 1000
- b) Software k trhacímu stroji HOYOTOM 1000
- c) Vysoko pevnostní šrouby M4
- d) Upínací čelisti, přípravky určené k protlačování

3 Obecné podmínky činnosti:

- a) Kontrolní těleso zkoušené matice
- b) Činnost provádí metrolog, laborant

4 Vlastní provedení zkoušky:

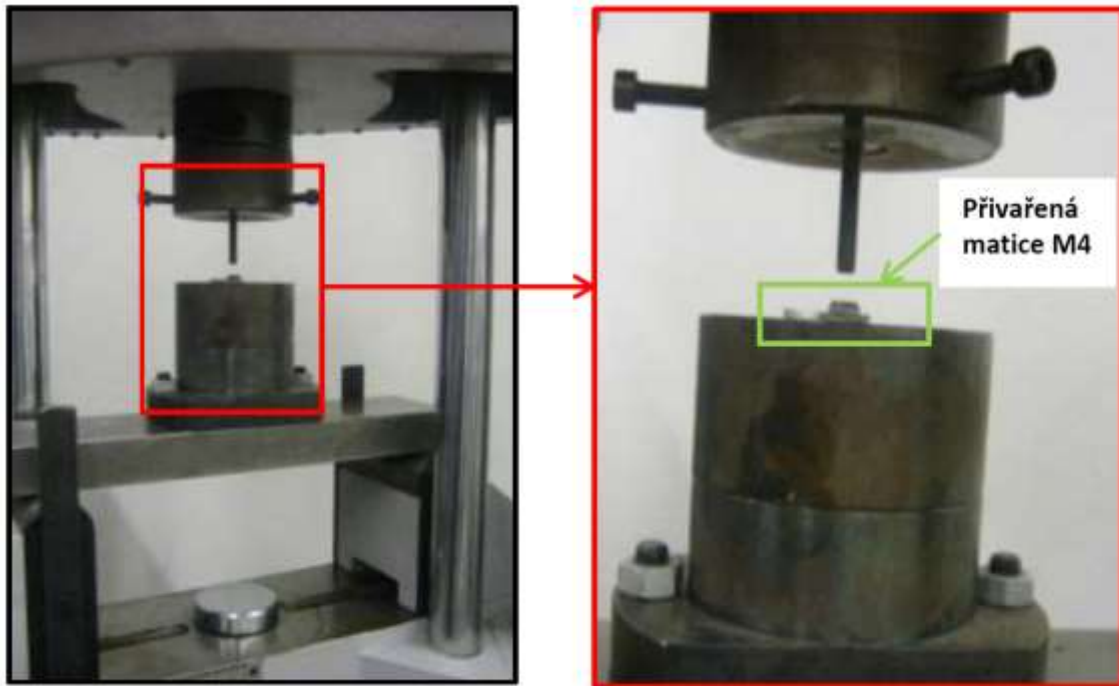
- a) Připravíme kontrolní těleso zkoušeného materiálu dle ČSN 10002-1.
- b) Spustíme stroj a software HOYOTOM.
- c) Při zkoušce protlačováním vybereme správný protlačovací podstavec dle největšího průměru matky.
- d) Upevníme vzorek, a připravíme zkoušku.
- e) Vyplníme jednotlivé ikony o zkoušeném vzorku. Vybereme správný typ vzorku.
- f) Vyplníme rozměrové údaje o měřeném vzorku.
- g) Spuštění zkoušky v softwaru.
- h) Klikneme na ikonu grafu.
- i) Klikneme na ikonu OK.
- j) Spuštění zkoušky na stroji.
- k) Stiskneme tlačítko reset.
- l) Stiskneme tlačítko OK.
- m) Stiskneme tlačítko pohybu stroje (čelistí).

5 Průběh zkoušky:

- a) Během zkoušky protlačováním nechte ochranný kryt sklopený.
- b) Nechte proběhnout cyklus zkoušky do vypnutí stroje.
- c) Po ukončení zkoušky se stroj vypne a na PC se otevře okno záznamů naměřených parametrů.

6 Vyhodnocení zkoušky:

- a) Po zadání naměřených hodnot se automaticky vyhodnotí výsledek zkoušky
- b) Hodnocení se provede pomocí Kmenové karty nebo dle normy uvedené v plánu zkoušek.



Obr. 11: Ustavení vzorku v tahové části trhacího stroje (Zdroj: Metrolog. laboratoř ESSA Czech)

Výsledky měření jsou zaznamenány v příloze (Příloha 4, Zkouška svařené matice tahem – protokol).

4.7. Volba nástrojů řízení jakosti

4.7.1 FMEA

Jeden ze základních nástrojů pro řízení a zlepšování jakosti, který se používá ve společnosti Essa Czech je FMEA, z níž se následně zpracuje plán kontrol a regulace (kontrolní plán). Tento nástroj je velmi účinný a omezuje možné výskyty vad poruch při výrobě z hlediska zabezpečování kvality ve výrobě. Prvotním podkladem pro tvorbu FMEA analýzy je vývojový diagram procesu. Dalším dokumentem, který je závislým na FMEA je plán kontrol a regulací. Kompletní plán kontrol a regulací je zpracován a uložen v příloze této bakalářské práce.

4.7.2 Metoda SPC

Dalším nástrojem na řízení jakosti, jenž se používá ve společnosti Essa Czech je metoda SPC (Statistical Process Control – statistické řízení procesů). Metoda je efektivní a ukazuje, jak se chová proces v závislosti na počtu vyrobených kusů v závislosti na sběru dat (měření). Základním cílem této metody je regulace uvedeného procesu do stabilně udržovatelného stavu a zlepšování kvality procesu a výroby. Metoda je založena na statistické matematické bázi sběru dat a následně zpracování podle definovaných vzorců a výpočtů způsobilosti procesu (způsobilost vyjadřujeme pomocí ukazatelů způsobilosti C_p a C_{pk}). V automobilovém průmyslu hlavně chceme dosáhnout, aby C_{pk} bylo $\geq 1,33$ a míníme tím krátkodobý pohled. U této metody využívá Essa Czech hlavně data získaná z měření na 3D souřadnicovém stroji a následně v programu Metrolog XG se zpracuje protokol obsahující základní informace (střední hodnota, tolerance, jmenovitý rozměr, rozpětí, směrodatnou odchylku a pro statistiku důležité hodnoty C_p a C_{pk} a tendence).

	Stř.hod.	Žmen.	Tol -	Tol +	Rozpětí	Směr.odch.	C_p	C_{pk}	Tolerance
Prumer	16.12	16.00	-0.20	0.20	0.04	0.01	6.44	2.52	
X	1798.00	1798.01	-0.50	0.50	0.61	0.28	0.60	0.58	
Y	194.83	194.75	-0.50	0.50	0.50	0.17	0.98	0.83	

Tab. 3: Grafické zobrazení výsledku metody SPC v softwaru Metrolog XG

S tímto nástrojem řízení jakosti se společnost Essa Czech prezentuje hlavně při vzorkování nabíhající prvotní výroby prezentuje u zákazníků, hlavně a tím poukazuje, jak daný proces výroby probíhá a při tom je zabezpečena kvalita procesu a výroby.

4.7.2.1 Metoda SPC aplikována na otvor

Jelikož si zákazník po domluvě s manažerem kvality předem nadefinoval na výkresové dokumentaci, jaké otvory chce mít pod kontrolou a tím pádem mít proces regulovatelný, je celý proces zpracován metodou SPC. Jedná se o otvor o průměru 8,4 mm s tolerancí $\pm 0,1$ mm. Před začátkem zpracování je třeba si nejprve shromáždit patřičný počet vyrobených dílů z jedné série za sebou jdoucích. V níže uvedené tabulce je zaznamenán náměr 25 otvorů, kde každý otvor byl měřen 5krát. A následně byly vypočítány výběrové průměry (\bar{x}) a také výběrové rozpětí (\bar{R}).

USL= 8,5 mm (Upper specification Limit - horní mezní hodnota).

LSL= 8,3 mm (Lower specification Limit - dolní mezní hodnota).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
n1	8,49	8,4	8,46	8,42	8,47	8,41	8,5	8,41	8,43	8,41	8,48	8,4	8,46	8,45	8,48	8,41	8,44	8,45	8,43	8,41	8,49	8,4	8,46	8,42	8,47
n2	8,43	8,41	8,44	8,43	8,42	8,43	8,43	8,41	8,48	8,48	8,45	8,42	8,44	8,43	8,42	8,4	8,43	8,41	8,48	8,48	8,43	8,41	8,4	8,43	8,45
n3	8,45	8,46	8,42	8,49	8,44	8,43	8,44	8,43	8,46	8,41	8,45	8,45	8,41	8,49	8,44	8,43	8,49	8,43	8,49	8,43	8,45	8,49	8,42	8,49	8,43
n4	8,43	8,43	8,42	8,41	8,41	8,45	8,48	8,46	8,41	8,43	8,42	8,43	8,41	8,4	8,42	8,49	8,48	8,46	8,41	8,43	8,41	8,43	8,49	8,41	8,4
n5	8,43	8,43	8,42	8,41	8,41	8,46	8,48	8,46	8,41	8,43	8,42	8,44	8,42	8,41	8,41	8,46	8,48	8,45	8,41	8,43	8,43	8,4	8,42	8,41	8,41
\bar{x}	8,45	8,43	8,43	8,43	8,43	8,44	8,47	8,43	8,44	8,43	8,44	8,43	8,43	8,44	8,43	8,44	8,46	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,43	8,44	8,43
R	0,06	0,06	0,04	0,08	0,06	0,05	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,09	0,07	0,09	0,06	0,05	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07

Tab. 4: Naměřené hodnoty, výběrový průměr (\bar{x}) a rozpětí (R)

Dalším krokem je výpočet celkové sumy výběrových průměrů, který je roven 210,95. Tento výběrový průměr vydělíme počtem podskupin (celkový počet = 25) a získáme výpočet průměru z průměrů ($\bar{\bar{x}}$), který je zároveň roven centrální přímce (CL), přímka charakterizující polohu průměru procesu ($CL = \bar{\bar{x}}$).

$$CL = \bar{\bar{x}} = \frac{210,95}{25} = 8,437$$

Po výpočtu centrální přímky následuje výpočet UCL (horní regulační mez) a LCL (dolní regulační mez),

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \cdot \bar{R} = 8,437 + 0,577 \cdot 0,068 = 8,476$$

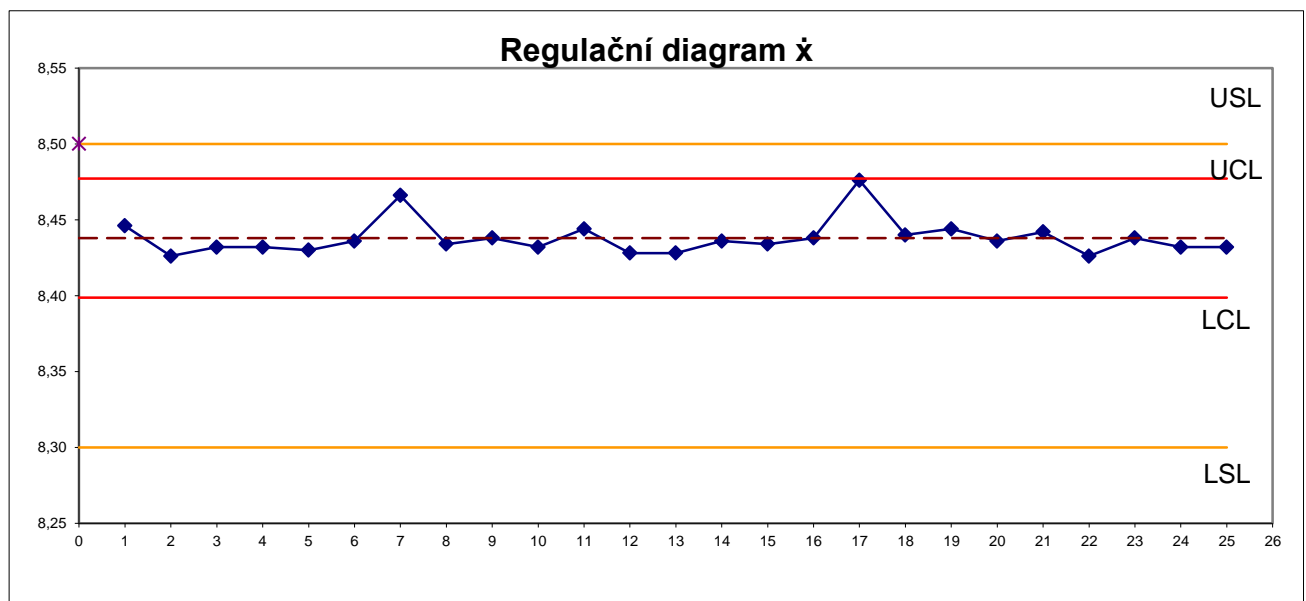
$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \cdot \bar{R} = 8,437 - 0,577 \cdot 0,068 = 8,398$$

Kde $\bar{R} = \frac{\text{součet rozpětí skupin}}{\text{počtem podskupin}} = \frac{1,7}{25} = 0,068$ a A_2 je koeficient, který se určuje z tabulky 5 pro velikost podskupiny 5 (v mém případě je $A_2 = 0,577$).

Na základě vypočítaných hodnot CL, UCL a LCL se vytvoří diagram pro průměr v němž budou zaznamenány jednotlivé hodnoty průměrů jednotlivých podskupin (jedná se o 25 podskupin).

Tabulka koeficientů				
Rozsah výběru n	A ₂	d ₂	D ₃	D ₄
4	0,729	2,059	0	2,282
5	0,577	2,326	0	2,114
6	0,483	2,534	0	2,004
7	0,419	2,704	0,076	1,924
8	0,373	2,847	0,136	1,864
9	0,337	2,970	0,184	1,816
10	0,308	3,078	0,223	1,777

Tab. 5: Koeficienty (Zdroj: norma ČSN ISO 8258)



Graf 1: Regulační diagram x

Podobným principem se vypočítají hodnoty pro sestavení grafu rozpětí. Meze UCL a LCL jsou intervaly, které vymezují oblast pro přirozenou variabilitu použité výběrové charakteristiky.

$$CL = \bar{R} = \frac{1,7}{25} = 0,068$$

$$UCL = D_4 \cdot \bar{R} = 2,114 \cdot 0,068 = 0,143$$

$$LCL = D_3 \cdot \bar{R} = 0 \cdot 0,068 = 0$$

Hodnoty D₄ a D₃ jsou normou definované hodnoty z tabulky 5 (D₄=2,114 a D₃=0).



Graf 2: Rozpětí

Na podkladě předchozích výpočtů vypočítáme způsobilost procesu C_p , C_{pl} a C_{pk} dle definovaných matematických vzorců. Hodnota d_2 je z tabulky ($d_2 = 2,326$).

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}} = \frac{8,5 - 8,3}{6 \cdot \frac{0,068}{2,326}} = 1,14$$

$$C_{pk} = \frac{USL - \bar{x}}{3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}} = \frac{8,5 - 8,437}{3 \cdot \frac{0,068}{2,326}} = 0,71$$

$$C_{pl} = \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2}} = \frac{8,437 - 8,3}{3 \cdot \frac{0,068}{2,326}} = 1,56$$

Index C_p (capability index) nám blíže specifikuje, čeho jsem schopni dosáhnout za určitých podmínek. Jedná se o potenciální mez schopnosti procesu zabezpečit měřitelnou (sledovatelnou) charakteristiku kvality tak, aby sledovatelný znak ležel vně tolerančních mezí. Nezávisí na umístění v tolerančním poli. Index C_{pk} vyjadřuje obecně, čeho jsme ve skutečnosti dosáhli. Index monitoruje variabilitu sledovaného znaku kvality, ale také polohu vůči tolerančním mezím. Jelikož index C_{pk} je nejmenší číslo, které je rovno 0,71, je způsobilost procesu nestabilní a tím pádem je proces nezpůsobilý. Aby byl proces způsobilý, je nutné, aby nejmenší výsledek z daných indexů byl roven nebo větší než hodnota 1,33. Pro grafické zobrazení četností a výpočtu výběrového rozptylu a výběrové směrodatné odchylky se sestrojí histogram.

Nejprve si určíme šířku intervalu (h), podle něhož si rozdělíme jednotlivé naměřené hodnoty do intervalu. Šířku intervalu určíme podle nadefinovaných vzorců.

Výpočet rozpětí dat (R):

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 8,5 - 8,3 = 0,2$$

Velikost X_{\min} a X_{\max} jsou hodnoty, které reprezentují maximální a minimální toleranci otvoru $8,4 \pm 0,1$ mm.

Výpočet počtu sloupců (K):

$$K = 5 \log n = 5 \log 125 = 24,14 \doteq 25$$

Parametr n je rozměr, který se dostane násobením počtem zvolených kusů a počtem opakovaného měření jednoho kusu ($n=25 \times 5=125$).

Výpočet šířky intervalu (h):

$$h = \frac{R}{K} = \frac{0,2}{25} = 0,008 \doteq 0,01$$

Na základě vypočtené šířky intervalu rozdělíme interval po 0,01 na deset intervalů, kde nejmenší interval se pohybuje od 8,40 do 8,41 a nejvyšší interval od 8,49 do 8,50. Dalším krokem je určení a rozdělení absolutní třídni četnosti (n_j). To znamená, kolik měřených prvků z celkově naměřených hodnot spadá do daného intervalu. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce 6. Dále je nutné určit tzv. třídni znak (z_j). Třídni znak je definován jako krajní vzdálenost od nuly do poloviny (středu) intervalu. Výsledky jsou opět zaznamenány v tabulce 6, kde je dále uveden součin třídni znaků a absolutní třídni četnosti a jejich celkové sumy.

intervaly	h = 0,01	n_j	z_j	$n_j \times z_j$	$n_j \times z_j^2$
1.	8,40-8,41	34	8,405	285,77	2 401,89
2.	8,41-8,42	14	8,415	117,81	991,37
3.	8,42-8,43	26	8,425	219,05	1 845,49
4.	8,43-8,44	6	8,435	50,61	426,89
5.	8,44-8,45	10	8,445	84,45	713,18
6.	8,45-8,46	10	8,455	84,55	714,87
7.	8,46-8,47	3	8,465	25,39	214,96
8.	8,47 -8,48	10	8,475	84,75	718,25
9.	8,48-8,49	10	8,485	84,85	719,95
10.	8,49-8,50	2	8,495	16,99	144,33
SUMA		125		1054,22	8 891,18

Tab. 6: Třídni znak a četnost, interval

Nyní se provede výpočet průměru podle zadaného vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \left[\sum_{j=1}^k z_j n_j \right] = \frac{1}{125} \left[\sum_{j=1}^k 1054,22 \right] = 8,433$$

Výpočet průměru vychází z naměřených a sečtených hodnot z tabulky 6.

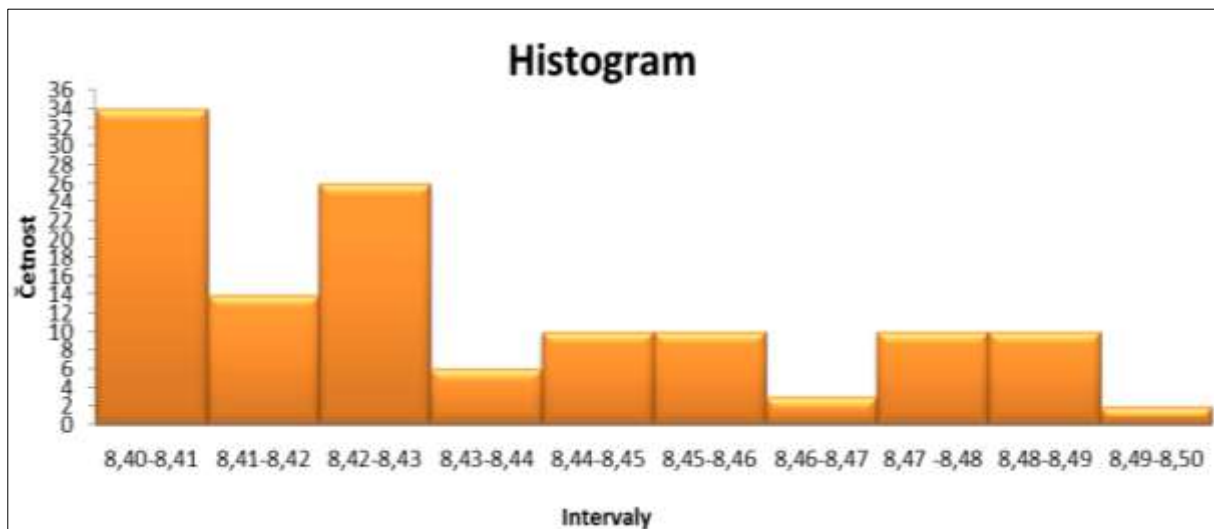
Dále vypočteme výběrový rozptyl podle vzorce:

$$s_x^2 \cong s_z^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^k z_j^2 n_j - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^k z_j n_j \right)^2 \right] = \frac{1}{124} \left[8891,18 - \frac{1}{125} (1054,22)^2 \right] = 0,00114$$

Vypočtený výběrový rozptyl nyní odmocníme a získáme výběrovou směrodatnou odchylku (s):

$$s = s_x^2 \cong s_z^2 = \sqrt{0,00114} = 0,03376$$

Na základě výše uvedených výpočtů se sestrojí histogram, který vypovídá svým tvarem useknutému histogramu, jenž poukazuje na vymístění hodnoty nad dolní mezní hodnotou (LSL= 8,3 mm).



Graf 3: Histogram

4.8 Kontrola a měření lakované vrstvy

Jelikož je požadavkem zákazníka mít díl kompletně nalakovaný po veškerých operacích, kterými díl projde (lisování, svařování, montáž zkrutné pružiny a osičky), je nutné dle normy ČSN ISO 2409 změřit přilnavost laku a také jeho odstín podle tabulky odstínů, kterou ošetřuje norma VW 13750/TL260. Podle dohody se zákazníkem musí být nalakovaná vrstva minimálně 35-40 μ m a následně musí splňovat mřížkovou zkoušku na přilnavost laku, proto byl navržen kontrolní a měřicí formulář, v němž budou operátoři zaznamenávat výsledky měření. V protokolu je vysvětleno, co se bude kontrolovat, podle jaké normy (odkaz na normy) a jaká je maximální a minimální hodnota tloušťky nalakované vrstvy (Příloha 5, Kontrolní a měřicí návodka KTL).

Dalším krokem pro kontrolu bude měření a vyhodnocení přilnavosti laku, abychom zákazníkovi nezasílaly díly, které nesplňují jeho požadavky. Je nutné provádět tuto zkoušku dle normy ČSN ISO 2409.

4.8.1 Zkouška přilnavosti laku dle ČSN ISO 2409

Zkouška se provádí v laboratoři při teplotě 23 \pm 2 $^{\circ}$ C (v terénu za okolních podmínek). Tuto činnost ve firmě Essa Czech provádí zásadně metrolog včetně její následné vyhodnocení pomocí tabulky klasifikace zkušebních výsledků, která je daná normou ČSN ISO 2409. Zkouška se provádí na každém prvním kusu výrobní dávky dle pracovního postupu vytvořeným metrologem společnosti.

Pracovní postup:

1.0. Odkazy na normy a navazující předpisy:

ČSN ISO 2409.
VW 13750.
VW 50111.

2.0. Měřidla a použité pomůcky:

2.1 Řezný nástroj.
2.2 Vodicí šablona.
2.3 Měkký kartáč.
2.4 Samolepicí páska podle IEC 454-2.
2.5 Zvětšovací sklo.
2.6 Klasifikační tabulka výsledků dle ČSN ISO 2409.

3.0. Obecné podmínky činnosti:

3.1 Zkouška se provádí v laboratoři při teplotě 23 ± 2 °C (v terénu za okolních podmínek)

3.1 Činnost provádí metrolog.

4.0. Vlastní popis činnosti:

4.1 Připravíme zkušební vzorek (cca 150 x 100 mm).

4.2 Na vzorku provedeme 3 řezy řezným nástrojem ev.č.:X90002-7, podle vodící šablony, vznikne mřížka.

4.3 Měkkým kartáčem řezy očistíme.

4.4 Na řezy přilepíme samolepicí pásku, vyhladíme pásku a strhneme.

5.0. Vyhodnocení měření:

5.1. Výsledek zkoušky vyhodnotíme podle tabulky Klasifikace zkušebních vzorků ČSN ISO 2409.

6.0. Záznamy a přílohy:

6.1. Záznam z mřížkové zkoušky přilnavosti nátěrových hmot.



Obr. 12: A) Připravený vzorek, B) přilepení samolepicí pásky a vyhlazení, C) výsledek zkoušky

Zkouška proběhla bez komplikací a výsledek lze jednoznačně ohodnotit klasifikací 0 což znamená, že řezy jsou zcela hladké a žádný měřený čtverec není poškozen (vyhodnocení podle normy ČSN ISO 2409). Protokol vyhodnocení zkoušky je umístěn v příloze (Příloha 6, Zkouška přilnavosti laku dle ČSN ISO 2409 – protokol).

4.8.2 Kontrola odstínu laku

Kontrola odstínu laku se provede pomocí srovnávacího vzorníku odstínu barev, který je určený normou ČSN 67 3067. Jednoduše se přiloží požadovaný barevný odstín vzorku, který je označený a srovnává se s daným odstínem s nalakovanou součástí.

4.9 Měření úhlu natočení područky

Úhel natočení područky je měřen na 3D souřadnicovém stroji pomocí nadefinovaného programu, kde hlavice stroje měří úhel, který musí splňovat rozměr $37^\circ \pm 2^\circ$ dle výkresové dokumentace. Operátor 3D stroje nejdříve nastaví minimální úhel sevření a tento úhel změří a pak nastaví maximální úhel. Měření se opakuje. Měření je možné provést také pomocí univerzálního úhlooměru a naměřené hodnoty lze zapsat do připravených záznamových tabulek. Samotná zkouška měření úhlu se provedla na deseti před sériových kusech. Zkoušku je možno vyhodnotit za vyhovující, protokol výsledku měření v příloze (Příloha 7, Měření úhlu natočení područky – protokol).

4.10 Měření výlisků a svařené sestavy

Jednotlivé díly sestavy a podsestavy jsou měřeny na 3D souřadnicovém stroji a určité specifické prvky jsou doměřovány posuvným měřítkem dle požadavků Audi. Pro každý lisovaný díl a kompletní svařovanou sestavu područky jsou vytvořeny programy podle výkresové dokumentace, které v sobě zahrnují položku pro ukládání měření, archivaci pracovní relace, vytvoření způsobilosti měření ohledně zpracování statistik. Při každé výrobě se budou muset jednotlivé díly měřit na 3D souřadnicovém stroji, a to:

1. Výlisek CC0027C-A02.
2. Výlisek CC0027C- A03.
3. Svařovaná sestava VPAM5X 47321 AC.

Výsledek měření svařované sestavy VPAM5X 47321 AC je uložen v příloze (Příloha 1, Měření svařené sestavy).

4.11 Stanovení způsobilosti měřidel, kontrolních a měřících přípravků

Hlavním důvodem používání a aplikace vyhodnocování způsobilosti je sledování procesu výroby a procesu kontroly (měření). Je zapotřebí monitorovat proces po stránce stability a linearity, opakovatelnosti, vhodnosti použití měřících a kontrolních prostředků (měřidla a kalibry), schopnosti měřidel a obsluhy. Základním cílem a požadavkem pro používání prokazování způsobilosti je poznání a popsání procesu výroby a měření, analýzy problémů či návrhů jejich řešení. K tomuto účelu slouží různé metody statistických analýz, matematických modelů, ale i zkušenosti a praxe v daném oboru. Požadavky na prokazování způsobilosti měřících systémů jsou popsány v dokumentech ČSN EN ISO 9000-9004, ČSN EN ISO 10 012, VDA 6.1, VDA 5 (návrh) a některých dalších dokumentech a normách.*

4.12 Analýza systému měření – rozbor měřidel

V této kapitole je rozebrána z praktického hlediska Analýza systému měření. Pro demonstraci jsou vybrány dvě metody, na kterých je vidět aplikace výpočtů a rozhodování o způsobilosti měřidel. Jako první demonstraci byla zvolena metoda 2 (metoda průměrů a rozpětí), která je aplikovaná na posuvné měřítko a svařovatelnou matici s výstupkem (rozměr výstupku $1\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$). Měření provádí tři operátoři na deseti kusech s opakovatelností dvou pokusů. Veškeré výsledky se zaznamenají do měřícího protokolu programu Metrologie a ten automaticky vyhodnotí způsobilost daného měřidla. V tomto případě je variabilita procesu menší než 10%, což znamená, že měřidlo je způsobilé, ale rozptyl měření je nevyhovující.

Druhou metodou je vyhodnocování atributivního měření. Tuto metodu bude aplikována na měрку na měření výšky bodového svaru s rozsahem do 0,5 mm s tolerancí 0,1 mm. Je stanoveno 20 dílů s opakovatelností dvou pokusů. Do tabulky daného protokolu se zaznamená, jestli je výška svaru vyhovující (OK) nebo nevyhovující (NOK). O výsledku měření lze prohlásit o měrci, že splňuje požadavek podle MSA.

*Zdroj z odborného článku časopisu MM Průmyslové spektrum (webové stránky)
<http://www.mmspektrum.com/clanek/zkusenosti-se-stanovenim-zpusobilosti-meridel-ve-skoda-auto.html>

ESSA Czech s.r.o.	1/2015
Vyhodnocení atributivních měřidel (krátká metoda)	

Stroj č.	Označení: FRA239-3	Výrobce: ESSA Czech	Rok výroby: 2015	Dílna: Nástrojárna																	
Údaje o měřidle		Údaje o výrobku																			
Obor měření	MSA	Název výrobku	měrka na převýš. svaru																		
Název měřidla	Měrka na převýšení	Číslo výkresu	KN 201/8R0802163																		
Rozsah měřidla	0,5 mm	Operace č.																			
Rozlišitelnost	OK/NOK	Měřená hodnota	0,5 mm																		
Evidenční číslo	/	Tolerance	0.1 mm																		
Kód měřidla	Metrolog	Počet dílů	20																		
Inventární číslo	12A23	Počet měření	2																		
Výrobní číslo	124568	Měření zadal	KLEMPÁR PETR																		
Výrobce měřidla	ESSA Czech	Datum měření	19. 1.2015																		
Podmínky při měření																					
Teplota: 20.50 °C	tlak: 0 HPa	Vlhkost: 55.0%																			
Měření provedl																					
Pracovník A:		Pracovník B:																			
Vyhodnocení naměřených hodnot																					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	
A1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Vyhodnocení měřidla: Měřidlo je způsobilé																					

Datum vyhodnocení: 19. 1.2015	Středisko: Metrolog	Jméno: KLEMPÁR PETR
-------------------------------	---------------------	---------------------

19. 1.2015 08:39:45

Stránka č. 1

Protokol 5: Protokol měření atributivního měřidla

ESSA Czech s.r.o.										1/2015
Vyhodnocení způsobilosti měřidel - METODA 2 (Metoda MSA - referenční příručka 3.vydání)										
R= 0.00167		X _{dif} = 0.00050			T= 0.100			Rp= 0.05000		
Analýza měřidla										% variability procesu
Opakovatelnost - variabilita zařízení										EV
$EV = R * K_1 = 0.00167 * 0.8862$										% EV = 100 * (EV/TV)
EKOUŠKY										K₁
EV = <u>0.00148</u>										% EV = 100 * (0.00148/0.01667)
										% EV = 8.86
Reprodukovatelnost - variabilita hodnocení										AV
$AV = \sqrt{(X_{dif} * K_2)^2 - \frac{(EV)^2}{n * r}}$										K₂
PRACOVNÍCI										
AV = <u>0.00000</u>										% AV = 100 * (AV/TV)
										% AV = 100 * (0.00000/0.01667)
										% AV = 0.00
Opakovatelnost & reprodukovatelnost										GRR
$GRR = \sqrt{(EV)^2 + (AV)^2}$										% GRR = 100 * (GRR/TV)
$GRR = \sqrt{(0.00148)^2 + (0.00000)^2}$										% GRR = 100 * (0.00148/0.01667)
GRR = <u>0.00148</u>										% GRR = 8.86
Variabilita dílu										PV
$PV = R_p * K_3$										% PV = 100 * (PV/TV)
PV = 0.05000 * 0.31460										% PV = 100 * (0.01573/0.01667)
PV = <u>0.01573</u>										
počet dílů	2	3	4	5	6	7	8	9	10	% PV=94.38
K ₃	0,7071	0,5231	0,4467	0,4030	0,3742	0,3534	0,3375	0,3249	0,3146	
Celková variabilita dílu										TV
$TV = \sqrt{(PV)^2 + (GRR)^2}$										ndc = 1,41 * (PV / GRR)
$TV = \sqrt{(0.01573)^2 + (0.00148)^2}$										ndc = 14
TV = <u>0.01580</u>										
(Je-li výpočet proveden s tolerancí dílu, pak TV=T/6)										
POZNÁMKA: Je-li při výpočtu AV pod odmocninou záporné číslo, pak je AV = 0.										
Hodnocení										
% variability procesu < 10 % >> Plně vyhovuje										
Datum vyhodnocení: 18. 1. 2015					Středisko: Metrolog			Zodpovídá: Klempár Petr		

19.1.2015 08:31:57

Stránka č. 1

Protokol 6: Protokol měření metodou 2

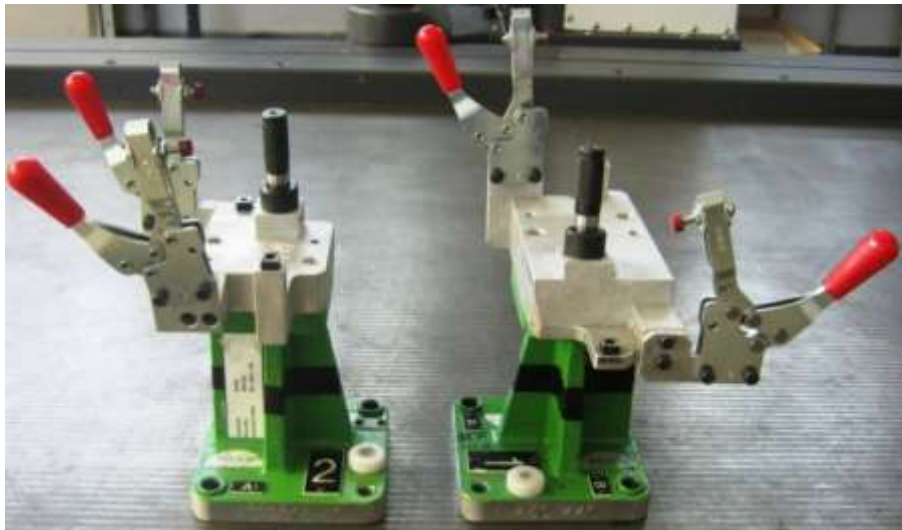
ESSA Czech s.r.o.					1/2015					
Naměřené hodnoty způsobilosti měřidel - METODA 2										
Údaje o měřidle					Údaje o výrobku					
Obor měření	MSA				Název výrobku	Svařovací matka s výstupkem				
Název měřidla	Posuvné měřítko				Číslo výkresu	0211565				
Rozsah měřidla	0 - 150 mm				Operace č.					
Rozlišitelnost	0,01 mm				Měřená hodnota	1 ± 0,1 mm				
Evidenční číslo	12P001				Tolerance	T= 0.100 mm				
Kód měřidla	Metrolog				Počet pokusů	n= 2				
Inventární číslo	500-706-11				Počet dílů	r= 10				
Výrobní číslo	11432533				Kontrolu provedl	KLEMPÁR PETR				
Výrobce měřidla	Mitutoyo				Datum měření	19. 1.2015				
Kontroloval: Operátor 1										
měření	1. kus	2. kus	3. kus	4. kus	5. kus	6. kus	7. kus	8. kus	9. kus	10. kus
1.	0.9800	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9700	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
2.	0.9800	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9800	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
3.										
rozptyl	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
průměr	0.9800	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9750	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
Xa= 0.9835		Ra= 0.0010		Ra-průměrný rozptyl			Xa-průměr průměrných hodnot			
Kontroloval: Operátor 2										
1.	0.9800	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9700	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
2.	0.9700	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9800	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
3.										
rozptyl	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
průměr	0.9750	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9750	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
Xb= 0.9830		Rb= 0.0020								
Kontroloval: Operátor 3										
1.	0.9800	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9700	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
2.	0.9700	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9800	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
3.										
rozptyl	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
průměr	0.9750	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9750	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
Xc= 0.9830		Rc= 0.0020								
STprůměr	0.9767	0.9800	0.9600	0.9800	0.9600	0.9750	0.9900	1.0000	1.0000	1.0100
Rozptyl ST středních průměrů					Rp = STmax-STmin= <u>0.05000</u>					
Střední hodnota rozptylu					R = (Ra+Rb+Rc)/3 = <u>0.00167</u>					
Rozdíl středních průměrů (Xa,Xb,Xc)					Xdiff = Xmax-Xmin = <u>0.00050</u>					
Horní kontrolní hranice					HKH = R * D ₄ = <u>0.0055</u>					
poč.pokusů					Rmax = <u>0.0100</u>					
2 3,27					HKH < Rmax => Rozptyl měření nevyhovuje					
3 2,58										

4.13 Způsobnost upínacích věžiček

Jelikož jsou veškeré části područky (výlisky a svařenec) měřeny na 3D souřadnicovém stroji je nutné prokázat stabilitu a způsobnost měření na tomto stroji. Jednou z možností, která je aplikována, je prokázat způsobnost upnutí dílu ve věžičkách a následné proměření tohoto dílu spolu s upínacími věžičkami. Po změření je nutné prokázat a porovnat jaké jsou odchylky všech os (x,y,z) a jejich rozsah. Díl se změří 5 krát za sebou a pak se programem nechají vypočítat tyto základní aspekty:

1. Rozptyl měření
2. Střední hodnota
3. Odchylka měření
4. Maximální chyba měření.

Vše záleží na přesnosti stroje, způsobu upnutí dílu do věžiček, přesnosti obrobených ploch a uložení upínek.



Obr. 13: Upínací věžičky (Zdroj: Metrologická laboratoř ESSA Czech)

Na výše uvedeném protokolu (Protokol 9) jsou tabulkově zaznamenány veškeré naměřené hodnoty (v CNC režimu) v programu Metrolog XG, kde je uvedena tolerance ve třech osách souřadného systému x, y a z ($\pm 0,1$ mm) a zároveň určen i rozsah měření, což znamená součet kladné a záporné tolerance v absolutní hodnotě (0,2 mm). Na základě automatického měření program provede také výpočet rozptylu měření, výpočet střední hodnoty, určení odchylky měření a také výpočet maximální chyby v měření. Maximální chyba se pohybuje v poli přesnosti IT16. Pokud porovnáme výsledek měření spolu s hodnotami rozptylu měření (W) a středními hodnotami (x), pak na základě těchto vypočítaných parametrů lze označit měření za způsobné. Upínací věžičky jsou v rámci tolerancí a jsou způsobné k měření (Příloha 8, Způsobnost měřících a upínacích věžiček).

5. Zhodnocení

5.1 Zhodnocení měření minimální síly područky

Měření bylo kolísavé, což znamenalo, že panty područky mají větší vůli a hmotnost koženého pouzdra velmi ovlivňovala měření a určování minimální síly. Výsledek byl přesto vyhovující dle požadavku zákazníka. Jako nápravné opatření bylo navrženo přesnější uložení pantu, které bude schopno udržet požadovanou polohu v dané poloze.

5.2 Zhodnocení rozměrové analýzy součástí

Při navrhování 3D měření nenastaly žádné problémy s vyrovnáváním 3D modelu, s programováním a ustavováním dílů na upínací plochu stroje, protože k dílům byly dodány měřicí přípravky, nebylo zapotřebí přizpůsobit ustavení dílu např. pomocí magnetů. Samotné programování a měření bylo bez komplikací. Problém může nastat až při samotném ustavení měřicího přípravku operátorem, viz neznalost obsluhy.

5.3 Zhodnocení bodových svarů a přivařené matice

Samotná příprava měření bodových svarů a přivařených matic byla bez komplikací. Rozměry svarů odpovídají předepsaným normám a lze je s jistotou označit za vyhovující., důvodem je dlouhodobá zkušenost se svařováním daného typu. Celý proces je odladěný.

5.4 Zhodnocení zkoušky svařené matice tahem

Výsledek zkoušky je přijatelný a splňuje požadavky předepsané normy. Na základě této zkoušky je vidět, že nastavené parametry statické bodové svářečky jsou kladné pro daný typ svařování, rozměry svarů a matic M4.

5.5 Zhodnocení metody SPC aplikovanou na otvor

Aplikace nástroje metody SPC poukázala na nevyhovující výsledky ohledně rozpětí a variability samotného procesu měření otvoru. Důvodem je, že rozměr otvoru se pohybuje příliš blízko k horní toleranci a má tendenci přesahovat požadovanou toleranci. Jako nápravné opatření bylo zvoleno úprava velikosti střížného nástroje (výměna razníku) v lisovacím nástroji na toleranci, které se bude pohybovat ve středním poli předepsané tolerance. Tím by se hodnoty indexu způsobilosti procesu posunuly přes požadovanou míru 1,33.

5.6 Zhodnocení lakované vrstvy

Kontrola lakované vrstvy a jejího odstínu splnila očekávání zákazníka a samotná zkouška přilnavosti laku dle předepsaných norem splnila veškeré požadavky norem. Výsledek zkoušky je přijatelný.

5.7 Zhodnocení měření úhlu natočení područky

Měření úhlu natočení područky na 3D stroji probíhalo bez komplikace. Výsledek se pohyboval pod předepsané hranice maxima a tím pádem splňoval požadavek zákazníka. Samotné měření by se dalo provést i s pomocí universálního úhloměru.

5.8 Zhodnocení Analýzy systému měření

Vyhodnocení atributivního měřidla (měrky na převýšení svarů) lze jednoznačně označit za způsobilé na základě kladně naměřených hodnot. Samotné vyhodnocení způsobilosti měřidla (posuvného měřítka) z hlediska variability procesu je vyhovující, ale z pohledu rozptylu lze s jistotou označit hodnocené měřidlo za nevyhovující. Na základě nevyhovujícího rozptylu zkoušeného posuvného měřítka bylo navrženo nápravné opatření, jenž nahradí nevyhovující měřidlo zcela novým posuvným měřítkem a provést nové měření.

5.9 Zhodnocení způsobilosti upínacích věžiček

Důležitou částí je samotné ustavení a upnutí dílu do upínacích věžiček. Měření a vyhodnocení způsobilosti lze označit za vyhovující. Upínací věžičky jsou v rámci předepsaných tolerancí, a mohou být použity při měření na 3D souřadnicovém stroji.

Výsledky před sériové výroby poukazují na kladné výsledky především z výrobního hlediska i z oblasti metrologie a kontroly kvality. Měřicí programy na 3D jsou zcela funkční a navržené metrologické postupy jsou efektivní. Veškeré požadavky automobilky Audi jsou splněné a výrobní procesy zcela funkční. Měření jednotlivých výlisků a svařené sestavy jsou v rámci předepsaných tolerancí podle výkresové dokumentace. Dalším požadavkem byla metalografie (rozměrová) bodových svarů a přivařených matic M4 dle předepsaných norem řady VW. Rozměry bodových svarů a matic vyhovují, proto lze proces svařování označit za vyhovující. Měření maximálního a minimálního nastavení úhlu loketní opěrky bylo s ohledem na požadavek splněno v celém rozsahu podle předepsaných hodnot (viz protokol). Jelikož je díl nalakován, byla provedena přilnavosti laku (mřížková metoda) a určení jeho předepsaného odstínu pomocí vzorníku barev. Přilnavost lakované vrstvy a odstínu byly v pořádku. Dalším hodnotícím kritériem bylo hodnocení metody SPC aplikovanou na otvor či vyhodnocování způsobilosti měřidel a upínacích věžiček.

6. Závěr

V první kapitole teoretické části bakalářské práce je stručný popis a historie společnosti ESSA Czech a její zaměření na trhu v oblasti automobilového průmyslu. Další kapitola se zabývá výkresovou dokumentací a jejím členěním, evidováním, řízením a se zaměřením hlavně na výrobní dokumentaci s pohledu metrologie s návazností na volbu měřidel a vypracování metrologických postupů měření. Třetí kapitola práce je zaměřena na jednotlivé základní a moderní nástroje řízení jakosti a jejich volbou zaměřenou na velmi efektivní nástroj FMEA (s návazností na plán kontrol a regulace), PAPP a statické metody SPC v oblasti metrologie spolu s řízením MSA. Čtvrtá kapitola se zabývá praktickým řešením metrologických postupů, analýzy měření, určování způsobilosti měřidel a upínacích věžiček, kontrolou a měřením lakované vrstvy, měřením bodových svarů a přivařených matic či analýzou úhlu natočení. Veškeré metody jsou aplikovány na díl automobilky Audi. V páté kapitole je rozebráno celkové a jednotlivé zhodnocení práce.

Přínosem tohoto projektu bylo především zdokonalení navrhovaných metrologických postupů či aplikování nových a prohloubení používaných nástrojů řízení jakosti jako je například metoda SPC nebo Plán kontrol a regulace. Dalším velkým přínosem znalostí je aplikace a rozbor lakovaných vrstev dle předepsaných norem. Jelikož je to první díl ve firmě Essa Czech, který je nalakován. Ohledně svařování nebyla aplikována žádná nová technologie nebo metrologický rozbor, protože svařování je v této společnosti na velmi vysoké úrovni. Celý proces je velmi dobře ošetřen dlouholetou zkušeností a odborným personálem. Z oblasti měření na 3D souřadnicovém stroji byl velký přínos pro společnost hlavně nové aplikace pro měření úhlu natočení područek, protože doposud se měřily pouze plochy, otvory a ořezy dílů, což vedlo k především k proškolení a zdokonalení znalostí metrologa.

Praktická část bakalářské práce byla zpracována ve spolupráci s laboratoří metrologie ve společnosti ESSA Czech s.r.o. zabývající se výrobou lisovaných a svařovaných komponentů pro automobilový průmysl. Téma práce bylo zadáno společností ESSA Czech (Zavedení a řízení metrologických postupů a kontroly kvality pro výrobu nové součásti v automobilovém průmyslu) ke zpracování. Veškerá použitá měření probíhala v již jmenované společnosti ESSA Czech s.r.o., která propůjčila a nabídla k dispozici použitá měřidla, vzorovou součást a vyčlenila časové podmínky pro jednotlivá měření či programování na 3D stroji, včetně odborných konzultací firemního metrologa a manažera kvality.

1. PŘÍLOHA

PLÁN KONTROL A REGULACE

AUDI			PLÁN KONTROL A REGULACE č:								strana 1		
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předsérie <input type="checkbox"/> Výroba			Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825					Datum vydání:		Datum přezkoumání:			
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):			Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK					Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/					
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)			Schválení dodavatele a závodu (datum):					Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/					
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):					Další schválení (datum): /je-li požadováno/				
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činnosti:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravek:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody			Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, tolerance	procesu,	Způsob měření	kontroly,	Rozsah		
0	PŘÍJEM PANTU CC027-CA01	Letňany	moment pantu při protočení oboustranně			Klíčový znak	1-2,6 Nm na straně s vyšší hodnotou	Momentový klíč typ 8301-04 speciální oříšek	Dle AQL tabulky	Každá dodávka	Záznam naměřených hodnot	Reklamační dodavatel	
0	PŘÍJEM PANTU CC027-CA01	Letňany	Ohnutí osy a rozměrové odchyly pantu Průměr otvorů				Tolerance tvaru, ořezu, pozice +/-0,5 mm Otvor: 6 +/-0,1 mm Ovál: 6 +/-0,1 mm x 8 +/-0,2 mm	3D stroj Kontrolní přípravek Posuvka	1 kus	Každá dodávka	Záznam naměřených hodnot	Reklamační dodavatel	
10,20	ADMINISTRATIVNÍ PŘÍJEM SVITKŮ MPB1174 MPB1175	Úvaly	Fyzikálně mechanické vlastnosti plechu				HX 300 LAD + Z100MB	Porovnat jakost materiálu dle EN 10346 s certifikátem materiálu		Každá dodávka	Záznam o příjmu	Reklamační dodavatel	
10,20	ADMINISTRATIVNÍ PŘÍJEM SVITKŮ MPB1174 MPB1175	Úvaly	Fyzikálně mechanické vlastnosti plechu				Specifikace dle kmenovou kartou	Mikrometr Svinovací metr Povlakoměr Trhací stroj Drsnoměr	dle potřeby	V případě výskytu potíží	Záznam o kontrole nebo měrový protokol	Reklamační dodavatel	
30	VSTUPNÍ KOTROLA MATICE DIN 928-M4	Letňany	Pevnost závitu M4				min. 6800 N dle DIN 928	Trhací stroj	2 ks	1x ročně	Měřicí protokol z laboratoře.	Reklamační dodavatel	
30	VSTUPNÍ KOTROLA MATICE DIN 928-M4	Letňany	Průchodnost matice M4				Průchodný závit M4-G6	Závitový trn M4-G6	Dle AQL tabulky	Každá dodávka	Záznam o kontrole.	Reklamační dodavatel	

AUDI			PLÁN KONTROL A REGULACE č:								strana 2	
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předsérie <input type="checkbox"/> Výroba			Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825				Datum vydání:		Datum přezkoumání:			
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):			Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK				Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/					
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)			Schválení dodavatele a závodu (datum):				Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/					
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):				Další schválení (datum): /je-li požadováno/				
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činnosti:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravek:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody		Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, procesu, tolerance	Způsob kontroly, měření	Rozsah	Četnost		
30	VSTUPNÍ KOTROLA MATICE DIN 928-M4	Letňany	Rozměrové tolerance			Dle tolerancí ve výkresové dokumentaci DIN928.	posuvné měřítko	Dle AQL tabulky	Každá dodávka	Záznam o kontrole.	Reklamacie dodavatelů	
40	ADMINISTRATIVNÍ PŘEJÍMKA LUBRIKANTU ALBA PTFE	Letňany	Typ lubrikantu			ALBA PTFE	Porovnání s etiketou na sudu	Každý sud	Každá dodávka		Reklamacie dodavatelů	
50,60	LISOVÁNÍ CC0027C-A03 CC0027C-A02-S	L2, PT001 ESSA Czech Úvaly		Parametry lisu		Dle listu parametrů	Odečtem		Před zahájení lisování	List parametrů	Nastavení správných parametrů nebo optimalizace parametrů, oprava.	
70	LISOVÁNÍ CC0027C-A03	L2, PT001 ESSA Czech Úvaly	Rozměry všech otvorů a jejich správný počet			Otvory/holes: -2ks 6 +/-0,1x11 +/- 0,1 mm -1ks 10,3 +/-0,1 x 9,5 +/-0,1 mm -2ks 7 +/-0,2 mm -2ks 10,8 +/-0,2 x 12.3 +/-0,2 mm - 2 ks bez tolerance 8 x 12 mm Přítomnost všech celkově 9 otvorů na výlisku.	Posuvkou	1 ks	První a poslední kus dávky, během výrobní dávky 1x za 4 hod	ZMK	Oprava nástroje, zablokování již vyrobených dílů	

AUDI		PLÁN KONTROL A REGULACE č:								strana 3			
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předsérie <input type="checkbox"/> Výroba		Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825				Datum vydání:		Datum přezkoumání:					
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):		Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK				Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/							
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)		Schválení dodavatele a závodu (datum):				Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/							
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):			Další schválení (datum): /je-li požadováno/						
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činností:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravek:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody			Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, tolerance	procesu, Způsob měření	kontroly,	Rozsah	Četnost		
80	LISOVÁNÍ CC0027C-A02	L2, PT001 ESSA Czech Úvaly	Rozměry všech otvorů a jejich správný počet			Otvory/holes: -4 ks 4,5 +/-0,1 mm - 1ks 21 +/-0,2 mm x 15 +/-0,1 mm -1ks 6 +/-0,1 mm -2 ks: 11 +/-0,2 mm -1ks 6,5 +/-0,1 mm -2ks 5 +/-0,1 mm -1ks 8.4 +/-0,1 mm - 1ks 8.8 +/-0,2 mm x 6,3 +/-0,1 mm Přítomnost všech celkově 13 otvorů a 2 okýnek na výlisku.	Posuvkou		1 ks	První a poslední kus dávky, během výrobní dávky 1x za 4 hod	ZMK	Oprava nástroje, zablokování již vyrobených dílů	
80	LISOVÁNÍ CC0027C-A02	L2, PT001 ESSA Czech Úvaly	Funkční úhel			110° +/-1° 8,3° +/-1°	Úhломěrem		1 ks	První a poslední kus dávky, během výrobní dávky 1x za 4 hod	ZMK	Kontrola a optimalizace lisovacích parametrů, oprava nástroje, zablokování již vyrobených dílů	
70,80	LISOVÁNÍ CC0027C-A03 CC0027C-A02	L2, PT001 ESSA Czech Úvaly	Značení týden/rok, vady: deformace, rýhy, trhliny, otlaky, viditelné zeslabení, korozí, otřepy.			Bez vad (deformace, rýhy, trhliny, otlaky, viditelné zeslabení, korozí, otřepy), správné značení	Porovnáním se schváleným etalonem Vizuálně Hmatem		1 ks	První a poslední kus dávky, během výrobní dávky 1x za 4H	ZMK	Kontrola a optimalizace lisovacích parametrů, oprava nástroje, zablokování již vyrobených dílů	
70,80	LISOVÁNÍ CC0027C-A03 CC0027C-A02	L2, PT001 ESSA Czech Úvaly	Měřicí body ve tvaru, na ořezech a otvorech.			Dle výkresu	Měření na 3D kontrolním přístroji		Jeden kus	První kus	Měřicí protokol.	Kontrola a optimalizace lisovacích parametrů, oprava nástroje, zablokování již vyrobených dílů.	

AUDI			PLÁN KONTROL A REGULACE č:							strana 4			
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předsérie <input type="checkbox"/> Výroba			Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825				Datum vydání:		Datum přezkoumání:				
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):			Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK				Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)			Schválení dodavatele a závodu (datum):				Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):				Další schválení (datum): /je-li požadováno/					
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činnosti:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravek:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody			Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, tolerance	procesu,	Způsob měření	kontroly,	Rozsah		
100	SVAŘOVÁNÍ MATKY M4 DIN 928	Statická svářečka Letňany	přítomnost matek			4 matky přítomny na díle	vizuálně		100%	100%	Karta neshod	Dovařit chybějící matky	
100	SVAŘOVÁNÍ MATKY M4 DIN 928	Statická svářečka Letňany	Kroutící moment			min 6 Nm dle normy RES 24 MP215-2	Zkouška momentovým klíčem	Jeden kus = 4 matky		První a poslední kus dávky, během výrobní dávky 1x za 4H	ZMK	Kontrola a optimalizace parametrů, oprava, zablokování již vyrobených dílů.	
100	SVAŘOVÁNÍ MATKY M4 DIN 928	Statická svářečka Letňany	Provaření svaru			Provaření svaru v okolním materiálu.	Penetrace svaru, mikroskop, diamantová pila.	Jeden kus		1x ročně nebo při změně procesu svaření	Záznam o zkoušce	Kontrola a optimalizace parametrů, oprava, zablokování již vyrobených dílů.	
100	SVAŘOVÁNÍ MATKY M4 DIN 928	Statická svářečka Letňany		Svařovací parametry		Dle listu parametrů	Siloměrem (stisk), ampérmetrem (svářecí proud), manometrem (tlak vzduchu), programovatelné hodnoty diagnostikou přes PC			1x za týden	List parametrů.	Oprava, úprava parametrů.	
100	SVAŘOVÁNÍ MATKY M4 DIN 928	Statická svářečka Letňany	Rozstřiky v závitu od svařování			Bez viditelných rozstřiků v závitu	Vizuálně		100%	100%	Karta neshod	Informovat předáka, optimalizace parametrů, oprava, zablokování již vyrobených dílů.	
100	SVAŘOVÁNÍ MATKY M4 DIN 928	Statická svářečka Letňany	Průchodnost matice M4			Průchodný závit M4-6G	Závitový tm M4-G6	Jeden kus		První a poslední kus dávky, během výrobní dávky 1x za 4H	ZMK	Kontrola a optimalizace parametrů, oprava, zablokování již Control and adjusting of welding paramters, reiparing, blocking of previous batch, vyrobených dílů.	

AUDI			PLÁN KONTROL A REGULACE č:							strana 5			
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předsérie <input type="checkbox"/> Výroba			Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825				Datum vydání:		Datum přezkoumání:				
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):			Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK				Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)			Schválení dodavatele a závodu (datum):				Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):			Další schválení (datum): /je-li požadováno/						
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činnosti:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravky:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody			Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, tolerance	procesu, Způsob měření	kontroly,	Rozsah	Četnost		
100	SVAŘOVÁNÍ MATKY M4 DIN 928	Statická svářečka Letňany	Vystředění matky			Průchodný pro závitový kalibr, bez přesazení matky	Vizuálně a závitovým kalibrem kontrolovat průchodnost		Jeden kus	První a poslední kus dávky, během výrobní dávky 1x za 4H	ZMK	Výměna středícího trnu, oprava, zablokování již vyrobených dílů.	
100	DOČASNÁ KVALITATIVNÍ KONTROLA PŘI NABĚHU	Statická svářečka Letňany	Průchodnost matice M4			Průchodný závit M4-8G	Šroub M4		100%	100%	Karta neshod	Kontrola a optimalizace parametrů, oprava, zablokování již Control and adjusting of welding parameters, reiparing, blocking of previous batch. vyrobených dílů.	
110	SVAŘOVÁNÍ VPAM5X-47321ACSP	Robotická buňka Letňany	Svařovací parametry			Dle listu parametrů	Siloměrem (stisk), ampémetrem (svářečící proud), manometrem (tlak vzduchu), programovatelné hodnoty diagnostikou přes PC			1x za týden	List parametrů.	Oprava, úprava parametrů.	
110	SVAŘOVÁNÍ VPAM5X-47321ACSP	Robotická buňka Letňany	Pozice pružiny			Správná pozice pružiny dle mezního vzorku	Vizuálně (Automatická detekce)		100%	100%	Karta neshod	Uložení pružiny do právné pozice nebo vyhození do zmetků.	
120	SVAŘOVÁNÍ VPAM5X-47321ACSP	Robotická buňka Letňany	Měřicí body TCSC dle APQP			VS	Viz tabulka v APQP záložka TCSC		Jeden kus	První kus	Měřicí protokol.	Kontrola případně oprava svařovacího přípravku, zablokování již vyrobených dílů.	
120	SVAŘOVÁNÍ VPAM5X-47321ACSP	Robotická buňka Letňany	Průměrná síla na zavření a otevření opěrky			Klíčový znak	5-15 N v daném bodě po montáži v automobilu. Dle norem IP-0045&IT-0022.		1 ks	První kus dávky.	Měřicí protokol.	Zablokování již vyrobených dílů, prověření pantů a svařovacího přípravku.	


AUDI			PLÁN KONTROL A REGULACE č:								strana 6		
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předserie <input type="checkbox"/> Výroba			Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825				Datum vydání:		Datum přezkoumání:				
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):			Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK				Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)			Schválení dodavatele a závodu (datum):				Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):				Další schválení (datum): /je-li požadováno/					
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činnosti:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravek:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody			Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, procesu, tolerance	Způsob měření	Způsob kontroly,	Rozsah	Četnost		
120	SVAŘOVÁNÍ VPAM5X-47321ACSP	Robotická buňka Letňany	Provaření svaru, velikost svarové čochy			Min průměr čochy dp: 4,5 mm Dle normy RES 24 MP215-2	Destruktivní sekáčová zkouška, digitální posuvné měřítko			Jeden kus	První kus dávky.	ZMK	Optimalizace parametrů, oprava, zablokování již vyrobených dílů.
120	SVAŘOVÁNÍ VPAM5X-47321ACSP	Robotická buňka Letňany	Provaření svaru, velikost svarové čochy			Min průměr čochy dp: 4,5 mm Dle normy RES 24 MP215-2	Penetrace svaru, mikroskop, diamantová píla.			Jeden kus	2x ročně nebo při změně procesu sváření	Záznam o zkoušce	Kontrola a optimalizace parametrů, oprava, zablokování již vyrobených dílů.
120	SVAŘOVÁNÍ VPAM5X-47321ACSP	Robotická buňka Letňany	Čistota dílu			Bez výrazných návareků a rozstřiků	Vizuálně			100%	100%	Karta neshod	Optimalizace parametrů, oprava.
140	VSTUPNÍ KOTROLA OD KOOPERANTA VPAM5X-47321-AC	Letňany	Vizuální vady			Bez škrábanců Drobné chyby laku kolem pantu a pružiny dle katalogu vad Norma: WSK-M2P151-A1	Vizuálně			Dle AQL	Každá dávka	Záznam o kontrole.	Reklamační dodavateli
140	VSTUPNÍ KOTROLA OD KOOPERANTA VPAM5X-47321-AC	Letňany	Korozivzdornost			Min. 24h v solné komoře dle normy WSK-M2P151-A1	Laboratorně v solné komoře			1Ks	Při vzorkování	Zkušební protokol	Reklamační dodavateli
140	VSTUPNÍ KOTROLA OD KOOPERANTA VPAM5X-47321-AC	Letňany	Tloušťka lakované vrstvy			35-45 μm WSK-M2P151-A1	Tloušťkoměrem			1Ks	Každá dávka	Záznam o přejímce	Reklamační dodavateli
140	VSTUPNÍ KOTROLA OD KOOPERANTA VPAM5X-47321-AC	Letňany	Lubrikace pružiny			Namazáno	Vizuálně			AQL	Každá dávka	I Záznam o přejímce	Reklamační dodavateli

AUDI			PLÁN KONTROL A REGULACE č:							strana 7			
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předserie <input type="checkbox"/> Výroba			Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825				Datum vydání:		Datum přezkoumání:				
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):			Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK				Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)			Schválení dodavatele a závodu (datum):				Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/						
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):				Další schválení (datum): /je-li požadováno/					
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činnosti:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravky:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody			Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, procesu, tolerance	Způsob měření	kontroly,	Rozsah	Četnost		
140	VSTUPNÍ KOTROLA OD KOOPERANTA VPAM5X-47321-AC	Letňany	Síla na zavření opěrky		Klíčový znak	5-15 N v daném bodě po montáži v automobilu. Dle norem IP-0045&IT- 0022.	Siloměr PCE- FM Srer200	1 ks	Každá dávka	Záznam o přejímce	Zablokování již vyrobených dílů, prověřit rozhybání dílů, případná reklamače kooperantovi.		
140	VSTUPNÍ KOTROLA OD KOOPERANTA VPAM5X-47321-AC	Letňany	Průchodnost závitů po lakování.			Matku lze proříznou šroubem M4 bez poškození závitů matky i šroubu Bez kapky barvy v závitu	Šroub M4, šroubovák, vizuálně	1 ks	Každá dávka	Záznam o přejímce	Zablokování již vyrobených dílů. proříznutí závitů, případná reklamače kooperantovi.		
140	DOČASNÁ KVALITATIVNÍ KONTROLA PŘI NÁBĚHU PŘED EXPEDICÍ ZÁKAZNÍKOVÍ	Letňany	Kompletnost Přítomnost maziva Přítomnost 4 matek Defekty laku Viditelné deformace Pozice pružiny Rozstříky			-Díl kompletní dle mezního vzorku. -Mazivo přítomno. -4 matky přítomny. -Celek bez hlubokých škrábanců. -Viditelná část prosta jakýchkoliv škrábanců. -Pozice pružiny del mezního vzorku. -Bez velkých rozstříků ze svaru.	Vizuálně	100%	100%	Karta neshod	Blokace dávky, přebrání, vytvořit plán nápravných opatření. Případná reklamače dodavatelé.		
140	DOČASNÁ KVALITATIVNÍ KONTROLA PŘI NÁBĚHU PŘED EXPEDICÍ ZÁKAZNÍKOVÍ	Letňany	Funkčnost			Díl lze otevřít a zavřít bez deformace dílu. Samovolné otevření sílou pružiny je přípustné pouze do poloviny dráhy otevírání.	Ručně.	100%	100%	Karta neshod	Blokace dávky, přebrání, vytvořit plán nápravných opatření. Případná reklamače dodavatelé.		

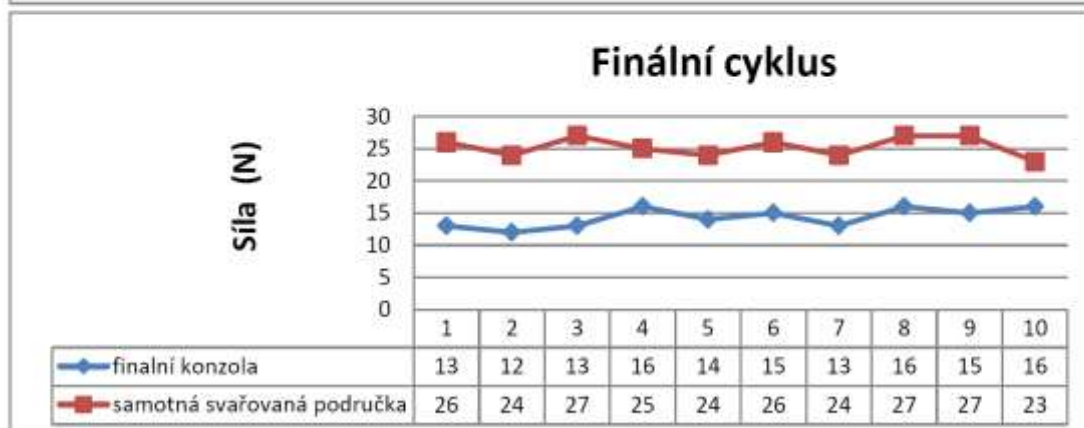
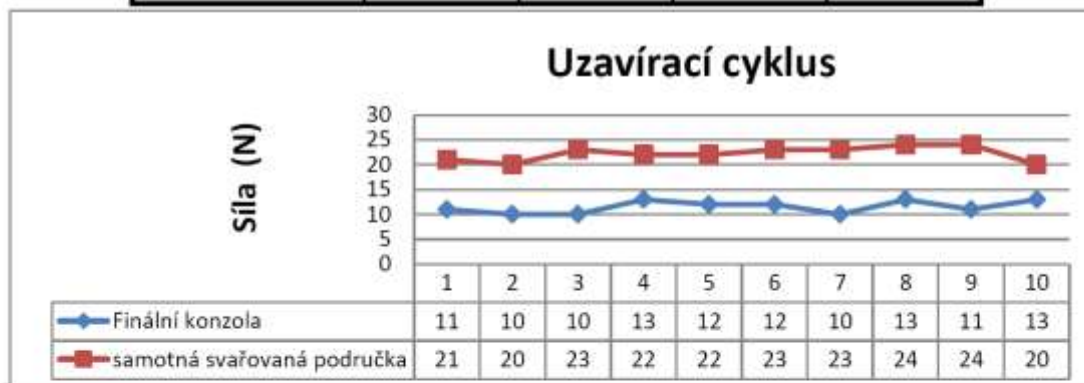
AUDI			PLÁN KONTROL A REGULACE č:							strana 8		
<input type="checkbox"/> Prototyp <input checked="" type="checkbox"/> Předsérie <input type="checkbox"/> Výroba			Klíčový kontakt/telefon: PETR KLEMPÁR +420 725 548 825				Datum vydání:		Datum přezkoumání:			
Číslo detailu: VPAM5X-47321-AC (index změny):			Základní tým: JP, KK, TR, IL, PK				Schválení technologií zákazníka/datum: /je-li požadováno/					
Název a popis detailu: Hinge Armrest Lid (projekt C344 Visteon)			Schválení dodavatele a závodu (datum):				Schválení kvality zákazníka/datum: /je-li požadováno/					
Dodavatel: ESSA Czech		Kód dodavatele:		Další schválení (datum):				Další schválení (datum): /je-li požadováno/				
Č.dílu a procesu	Název operace: Popis činností:	Výrobní stroj: Zařízení, nářadí, přípravky:	Znaky			Kvalifikace zvláštních znaků	Metody		Výběr		Metoda řízení:	Plán reakce:
			Číslo:	Výrobek:	Proces:		Specifikace výrobku, procesu, tolerance	Způsob kontroly, měření	Rozsah	Četnost		
0, 10, 20, 30, 40, 70, 80, 100, 120, 140	MANIPULACE, SKLADOVÁNÍ, ŠTIKOVÁNÍ.	ESSA, Letňany	Balení			Balení dle balicího předpisu a štítku	Vizuálně	100%	100%	Balicí předpis, Movex	Uvedení do shody s balicím předpisem a Movexem	

2. PŘÍLOHA

MĚŘENÍ SÍLY PODRUČKY - PROTOKOL

 ESSA Czech spol. s r.o. <i>Grupo Estampaciones Sabadell</i>	Měření síly područky
Protokol číslo:	001A
Typ zkoušky:	Měření síly područky
Pracovní postup:	Pracovní postup měření síly područky
Zkoušený produkt:	Audi područka
Označení produktu:	Svařovaná sestava VPAM5X 47321 AC
Teplota při zkoušce:	20°C
Pomůcky:	Síloměr, upínací stojan, 10 dílů a pouzdro

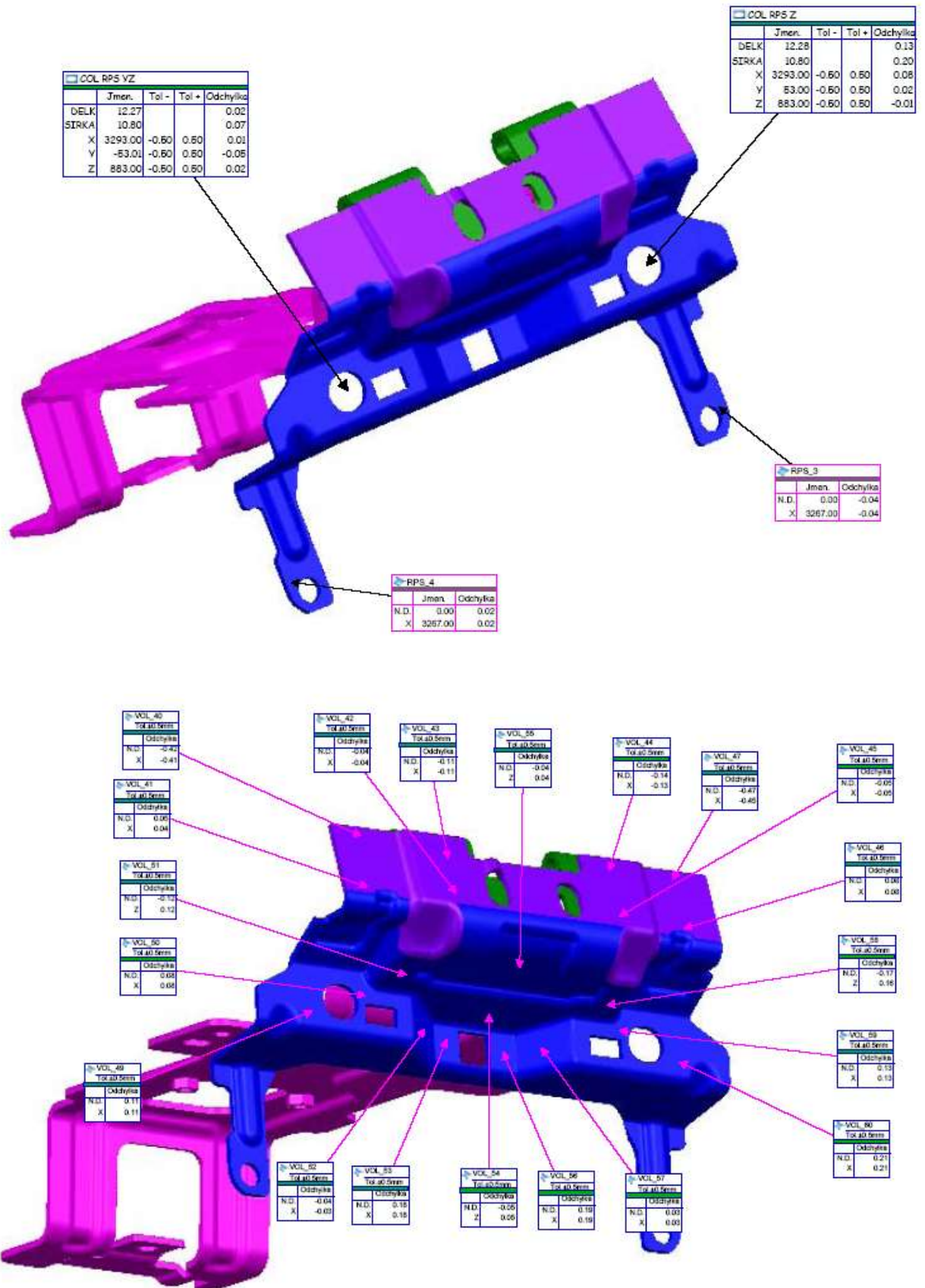
Počet kusů	svařený díl / konzole		svařený díl / přípravek bez závaží	
	zavírání cyklus < 15 N	zavírání final < 20 N	zavírání cyklus (N)	zavírání final (N)
1.	11	13	21	26
2.	10	12	20	24
3.	10	13	23	27
4.	13	16	22	25
5.	12	14	22	24
6.	12	15	23	26
7.	10	13	23	24
8.	13	16	24	27
9.	11	15	24	27
10.	13	16	20	23

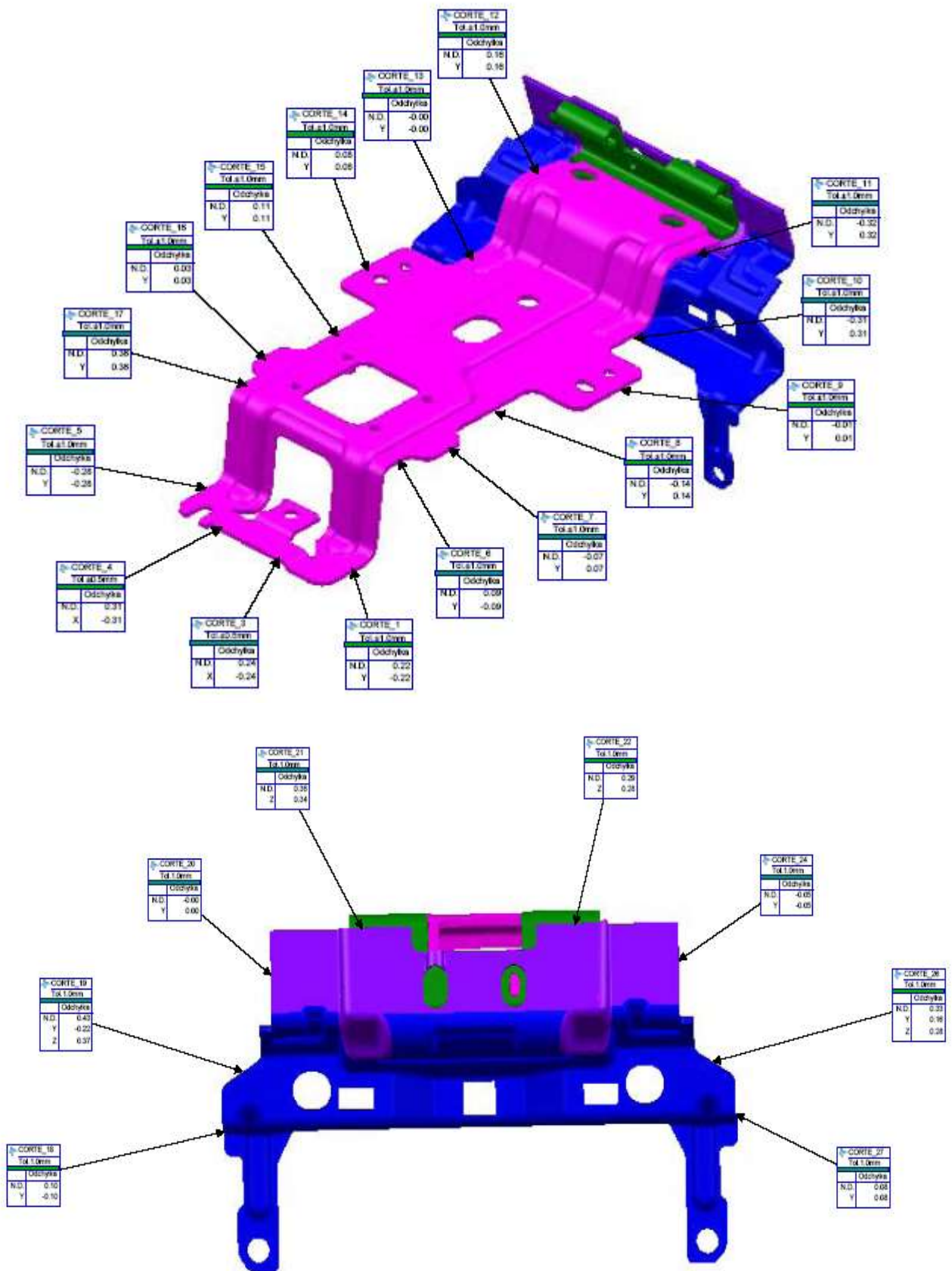


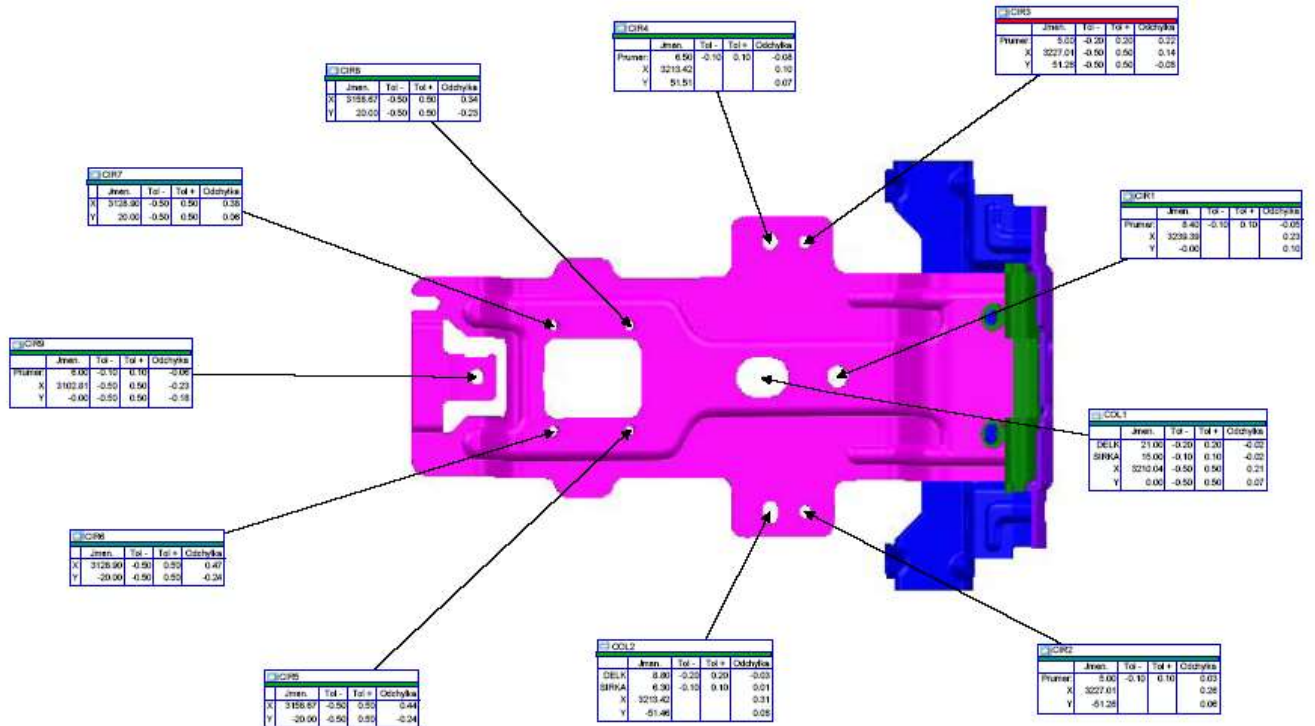
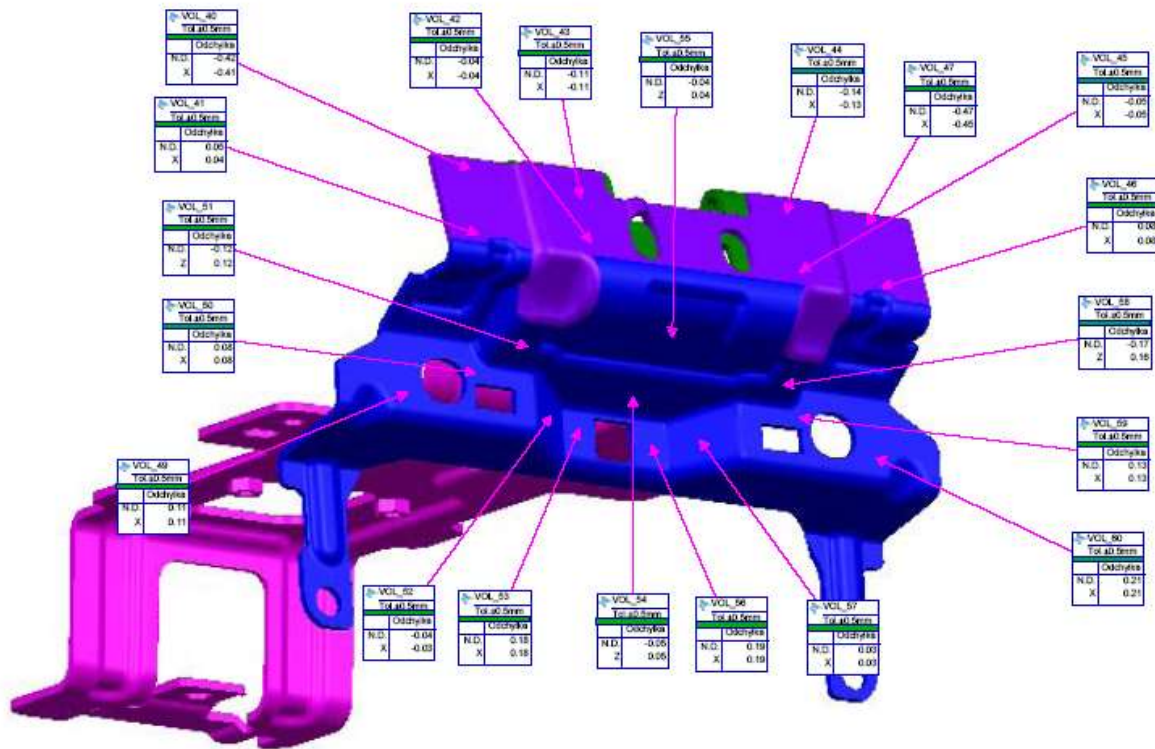
Dne:	15.1.2015
Zkoušku provedl:	Klempár Petr

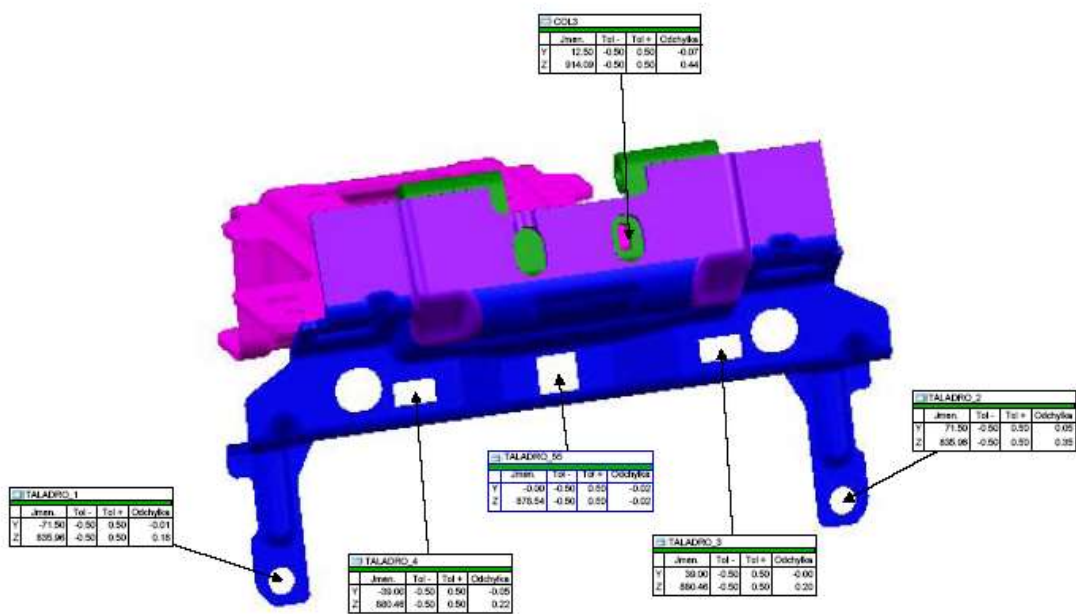
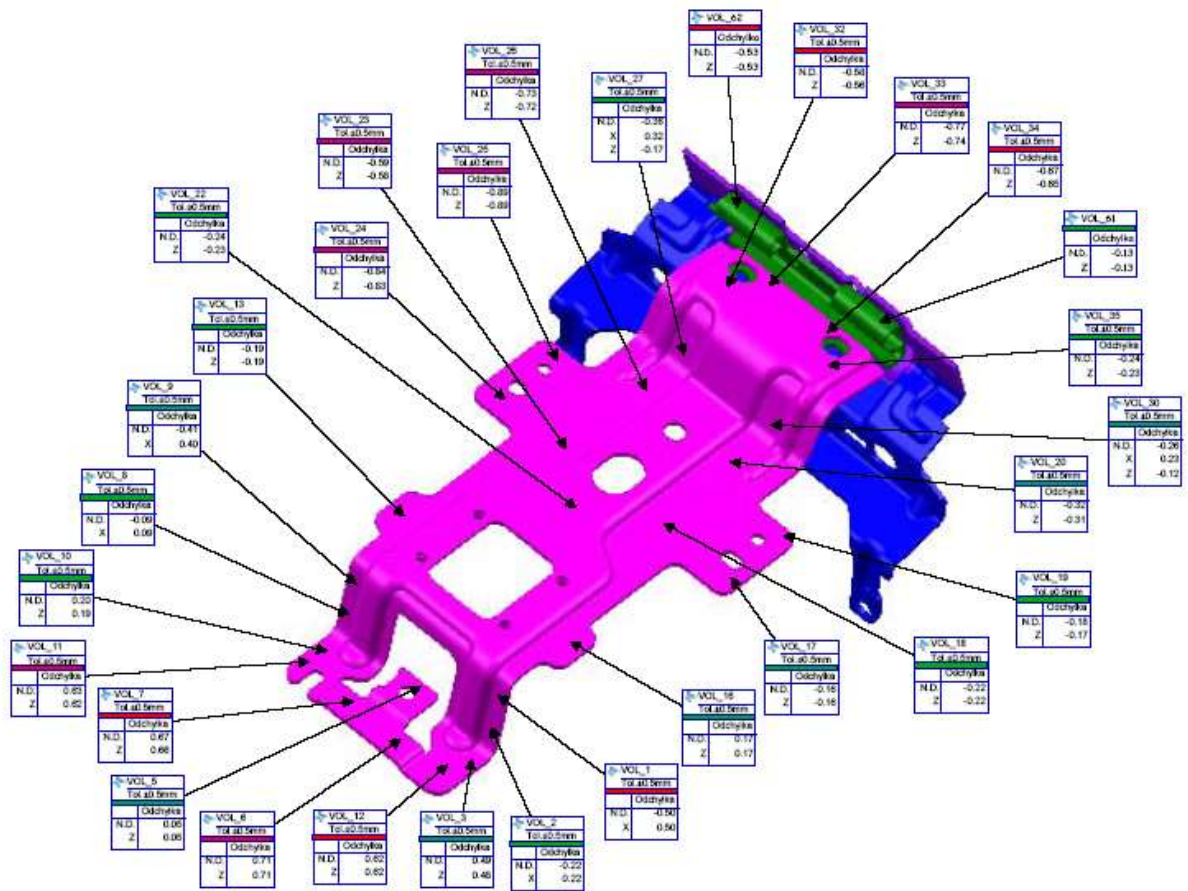
3. PŘÍLOHA

MĚŘENÍ SVAŘENÉ SESTAVY




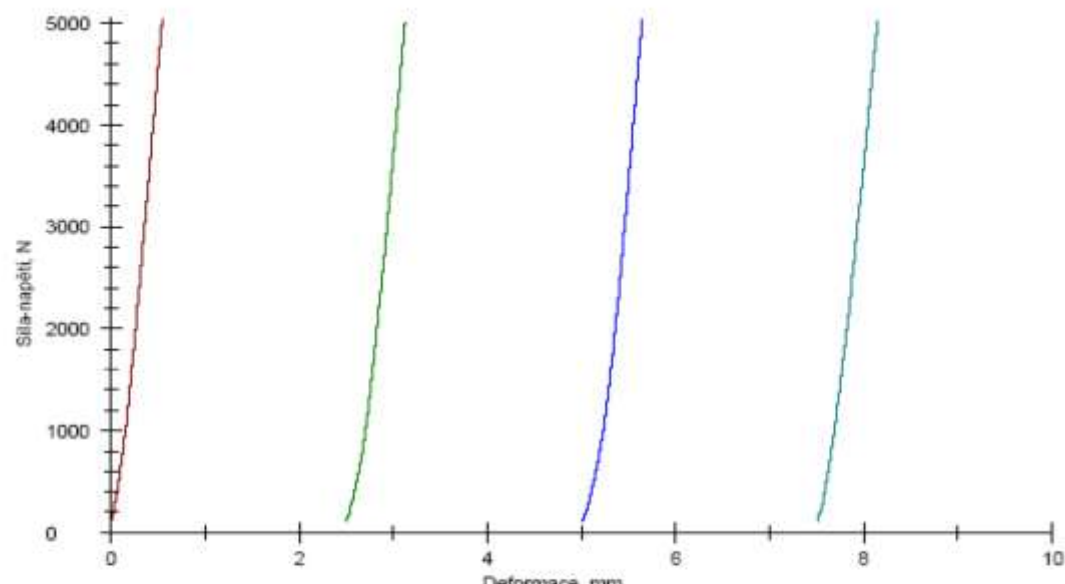






4. PŘÍLOHA

ZKOUŠKA SVAŘENÉ MATICE TAHEM - PROTOKOL



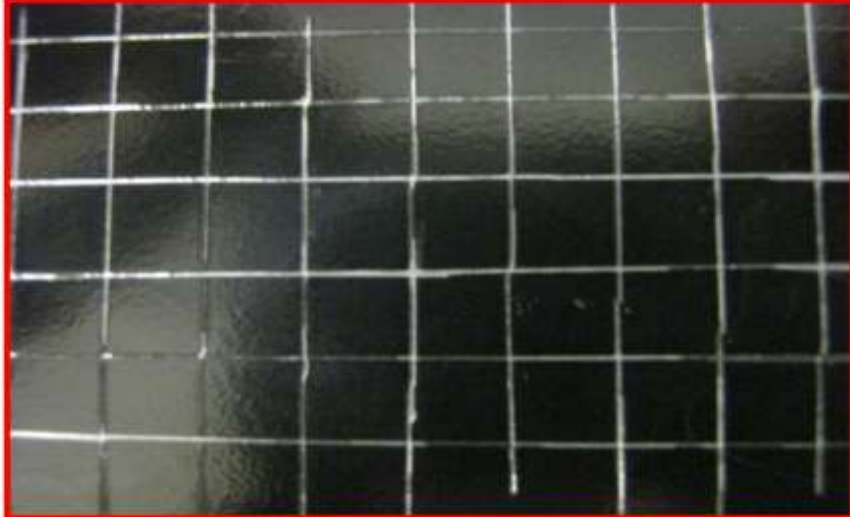
 ESSA Czech spol. s r.o. <i>Grupo Estampaciones Sabadell</i>		Zkouška svařené matice tahem																													
Protokol číslo:	001																														
Typ zkoušky:	Tlak																														
Pracovní postup:	Pracovní postup měření přivařené matice tahem																														
Zkoušený produkt:	Audi područka																														
Označení produktu:	Svařovaná sestava VPAM5X 47321 AC																														
Teplota při zkoušce:	20°C																														
Pomůcky:	Trhací stroj, vzorky přivařených matic M4, pev.trn																														
Zkušební parametry:																															
Zákazník	: AUDI	Norma	: VW 605 60																												
Zkoušel	: Klempár P.	Reference	:																												
Typ zkoušky	: Tlak	Název	: Svařovací matice M4																												
Charakteristika	: zatížení závitu	Rychlost zkoušky, řídicí parametr:	: 5 mm/min																												
Výsledky zkoušek: VYHOVUJÍCÍ		Statistika:																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr</th> <th>Fm N</th> <th>Poznámka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>max.</td> <td>7000,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>min.</td> <td>4000,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td><5089,4</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><5067,9</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><5089,4</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><5068,5</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>	Nr	Fm N	Poznámka	max.	7000,0		min.	4000,0		1	<5089,4	OK	2	<5067,9	OK	3	<5089,4	OK	4	<5068,5	OK	<table border="1"> <thead> <tr> <th>n = 4</th> <th>Fm N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>5078,8</td> </tr> <tr> <td>s</td> <td>12,2</td> </tr> <tr> <td>v</td> <td>0,24</td> </tr> </tbody> </table>		n = 4	Fm N	x	5078,8	s	12,2	v	0,24
Nr	Fm N	Poznámka																													
max.	7000,0																														
min.	4000,0																														
1	<5089,4	OK																													
2	<5067,9	OK																													
3	<5089,4	OK																													
4	<5068,5	OK																													
n = 4	Fm N																														
x	5078,8																														
s	12,2																														
v	0,24																														
Grafické záznamy:																															
																															
Dne:	21.1.2015																														
Zkoušku provedl:	Klempár Petr																														

5. PŘÍLOHA

KONTROLNÍ A MĚŘÍCÍ NÁVODKA KTL


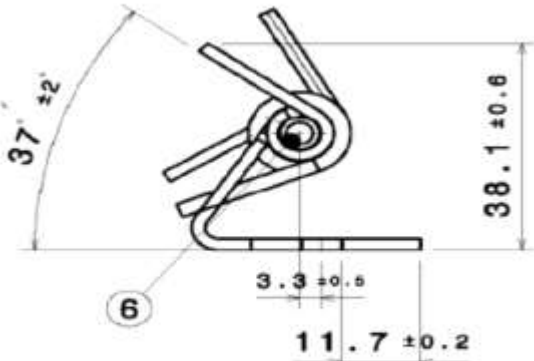
6. PŘÍLOHA

ZKOUŠKA PŘILNAVOSTI LAKU DLE ČSN ISO 2409 - PROTOKOL

 ESSA Czech spol. s r.o. Grupo Estampaciones Sabadell		Zkouška přilnavosti laku dle ČSN ISO 2409	
Protokol číslo:	0001		
Typ zkoušky:	Mřížková zkouška nátěrové hmoty		
Metoda zkoušky:	ČSN ISO 2409		
Pracovní postup:	04 Přilnavost vrstvy laku (KLT)		
Zkoušený produkt:	Audi		
Označení produktu:	3. Svařovaná sestava VPAM5X 47321 AC		
Odkazy na další normy:	ČSN ISO 2409		
Teplota při zkoušce:	23 °C		
Pomůcky:	řezný nástroj X90002-7, vodící šablona, měkký kartáč zvětšovací sklo, samolepicí páska IEC 454-2		
Doplňkové informace:			
Vyhodnocení: ČSN ISO 2409			
Tab. 1 Klasifikace zkušebních výsledků			
Klasifikace	Popis	Vzhled	
0	Řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec není poškozen		
			
Dle ČSN ISO 2409 Tab. 1 Klasifikace zkušebních vzorků.			
STUPĚŇ:	0		
Slovní hodnocení:	Řezy jsou zcela hladké a nedošlo k poškození žádného měřeného (kontrolovaného) čtverce.		
Dne:	15.1.2014		
Zkoušku provedl:	Klempár Petr		
Podpis:	Klempár Petr		


7. PŘÍLOHA

MĚŘENÍ ÚHLU NATOČENÍ PODRUČKY - PROTOKOL

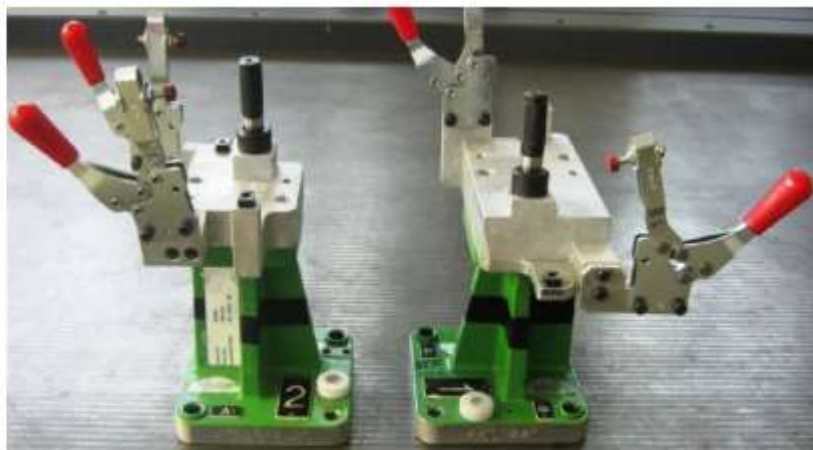
 ESSA Czech spol. s r.o. Grupo Estampaciones Sabadell		Měření úhlu natočení područky																																		
Protokol číslo:	001A																																			
Typ zkoušky:	Měření úhlu natočení područky																																			
Metoda zkoušky:	/																																			
Pracovní postup:	/																																			
Zkoušený produkt:	Audi područka																																			
Označení produktu:	Svařovaná sestava VPAM5X 47321 AC																																			
Odkazy na další normy:	/																																			
Teplota při zkoušce:	20°C																																			
Pomůcky:	3D souřadnicový stroj																																			
Doplňkové informace:	Univerzální úhломěr pro ruční měření.																																			
Vyhodnocení:																																				
		Poznámka: Maximální úhel otevření $37^\circ \pm 2^\circ$ Každé měření se provádí 2x a změřené hodnoty se zaznamenají do tabulky (zaokrouhlit na jedno desetinné místo)																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Měření</th> <th>Naměřená hodnota</th> <th>Výsledek</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>37°</td><td>37.3° OK</td></tr> <tr><td>2</td><td>35.8°</td><td>37.2° OK</td></tr> <tr><td>3</td><td>35.3°</td><td>37.4° OK</td></tr> <tr><td>4</td><td>37.5°</td><td>37.5° OK</td></tr> <tr><td>5</td><td>35.1°</td><td>37.2° OK</td></tr> <tr><td>6</td><td>36°</td><td>37° OK</td></tr> <tr><td>7</td><td>37.8°</td><td>37° OK</td></tr> <tr><td>8</td><td>37°</td><td>37.3° OK</td></tr> <tr><td>9</td><td>38°</td><td>38° OK</td></tr> <tr><td>10</td><td>37.6°</td><td>38.3° OK</td></tr> </tbody> </table>				Měření	Naměřená hodnota	Výsledek	1	37°	37.3° OK	2	35.8°	37.2° OK	3	35.3°	37.4° OK	4	37.5°	37.5° OK	5	35.1°	37.2° OK	6	36°	37° OK	7	37.8°	37° OK	8	37°	37.3° OK	9	38°	38° OK	10	37.6°	38.3° OK
Měření	Naměřená hodnota	Výsledek																																		
1	37°	37.3° OK																																		
2	35.8°	37.2° OK																																		
3	35.3°	37.4° OK																																		
4	37.5°	37.5° OK																																		
5	35.1°	37.2° OK																																		
6	36°	37° OK																																		
7	37.8°	37° OK																																		
8	37°	37.3° OK																																		
9	38°	38° OK																																		
10	37.6°	38.3° OK																																		
Vady:	Žádné vady.																																			
Slovní hodnocení:	Naměřené hodnoty se pohybují v rozmezí horní a dolní tolerance.																																			
Dne:	15.1.2015																																			
Zkoušku provedl:	Klempár Petr																																			
Podpis:	Klempár Petr																																			

8. PŘÍLOHA

ZPŮSOBILOST MĚŘÍCÍCH A UPÍNACÍCH VĚŽIČEK - PROTOKOL

 ESSA Czech spol. s r.o. <i>Grupo Estampaciones Sabadell</i>	STUDIE R/R MĚŘICÍ VĚŽIČKY
Protokol číslo:	001AS
Typ zkoušky:	Studie R/R
Metoda zkoušky:	/
Pracovní postup:	/
Zkoušený produkt:	Audi područka
Označení produktu:	Svařovaná sestava VPAM5X 47321 AC
Odkazy na další normy:	
Teplota při zkoušce:	20°C
Pomůcky:	3D souřadnicový stroj, měřicí (upínací) věžička
Doplňkové informace:	

Skica:



Vyhodnocení:

Vyrovnání: (x,y,z)	Tolerance +	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Tolerance -	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Rozsah	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Osy snímání	X	Y	Z	X	Y	Z
Měření:	M -1	-0,05	-0,01	0,07	0,05	-0,08	-0,01
	M -2	-0,06	-0,01	0,06	0,03	-0,06	-0,2
	M -3	-0,04	0	0,05	0,04	-0,07	0,1
	M -4	-0,05	0,01	0,05	0,05	-0,08	0
	M -5	-0,03	0	0,07	0,05	-0,06	0
Rozptyl měření:	W	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Střední hodnota:	x	-0,046	-0,002	0,06	0,044	-0,07	-0,004
Odchylka měření:	S _{ri}	0,0114	0,0084	0,01	0,0089	0,01	0,0114
Výsledek:		OK	OK	OK	OK	OK	OK
Maximální chyba:	IT/16	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125

Slovní hodnocení:

Měřicí věžičky vyhovují.

Dne:

15.1.2015

Zkoušku provedl:

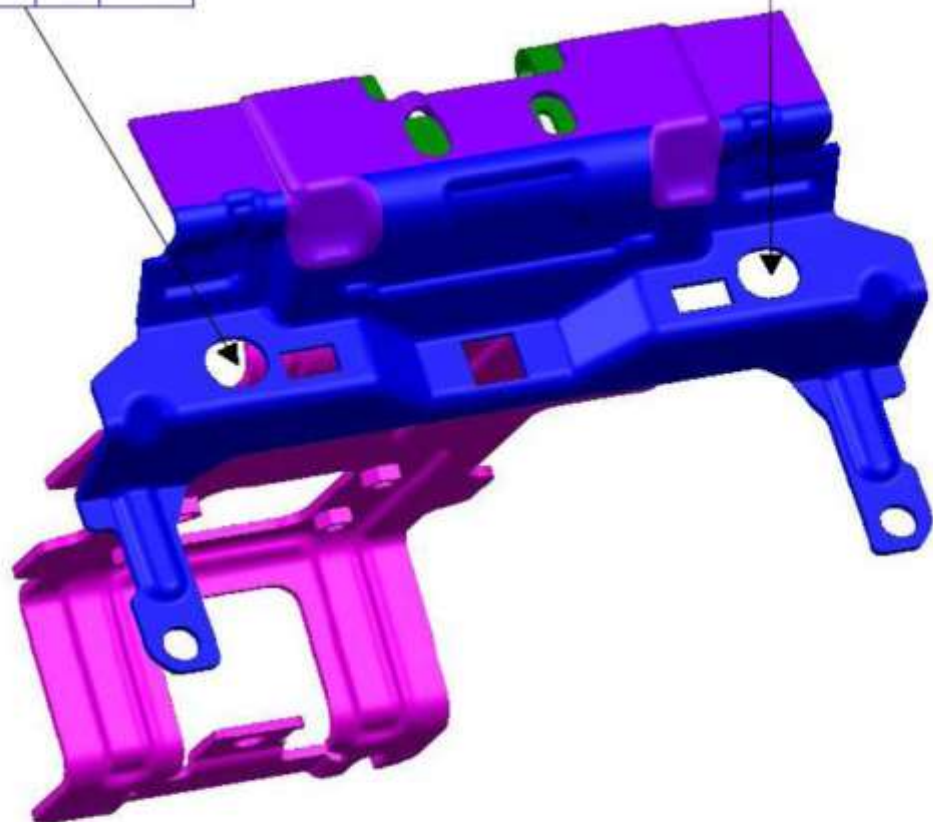
Klempár Petr

Podpis:

Klempár Petr

COL RPS YZ					
5					
	Skut.hod.	Jmen.	Tol -	Tol +	Odchyłka
X	3293.05	3293.00	-0.10	0.10	0.05
Y	-53.08	-53.01	-0.10	0.10	-0.08
Z	882.99	883.00	-0.10	0.10	-0.01

COL RPS Z					
4					
	Skut.hod.	Jmen.	Tol -	Tol +	Odchyłka
X	3292.95	3293.00	-0.10	0.10	-0.05
Y	53.00	53.00	-0.10	0.10	-0.01
Z	883.07	883.00	-0.10	0.10	0.07



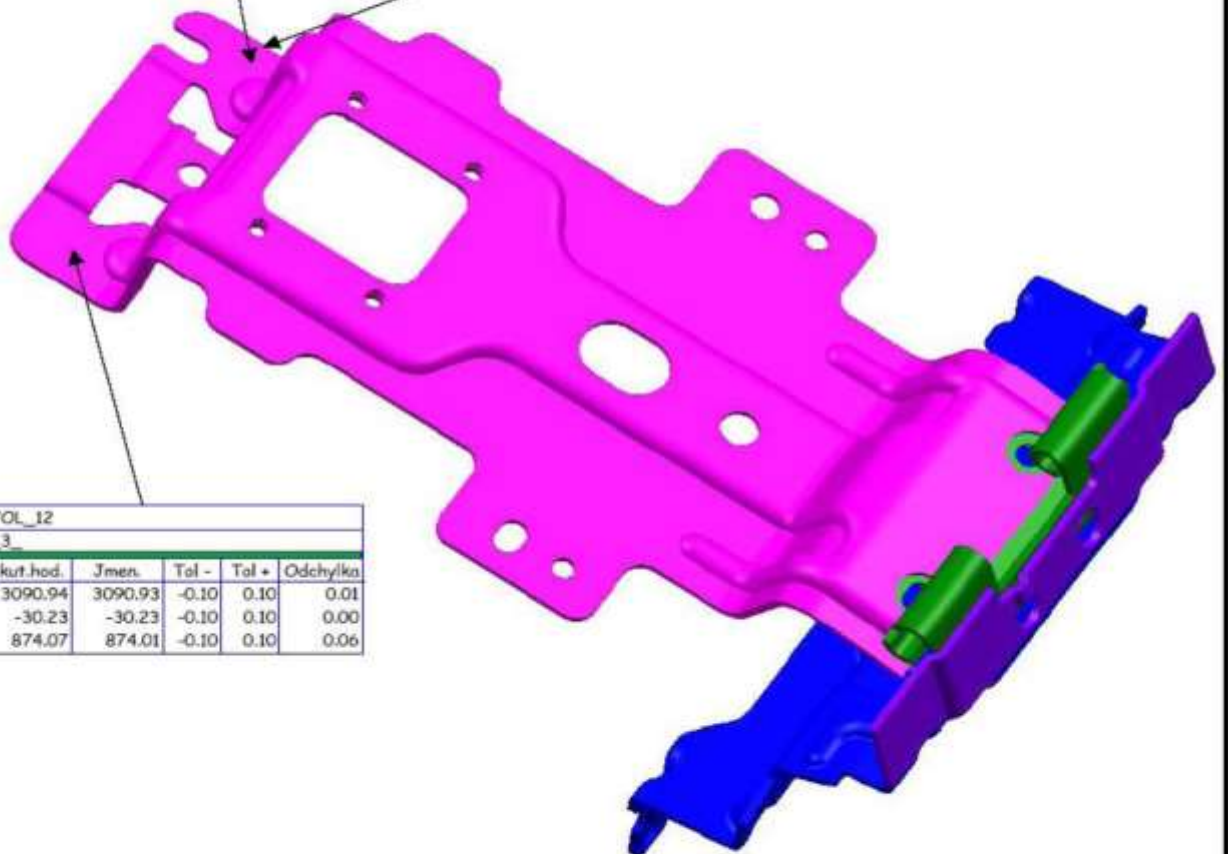
2 ze 3

Dne:	15.1.2015
Zkoušku provedl:	Klempár Petr
Podpis:	Klempár Petr

VOL_10 2					
	Skut.hod.	Jmen.	Tol -	Tol +	Odchylna
X	3096.84	3096.84	-0.10	0.10	0.01
Y	32.93	32.93	-0.10	0.10	0.00
Z	873.32	873.27	-0.10	0.10	0.05

CORTE_5 1					
	Skut.hod.	Jmen.	Tol -	Tol +	Odchylna
X	3096.84	3096.84	-0.10	0.10	0.00
Y	37.95	38.00	-0.10	0.10	-0.05
Z	873.27	873.27	-0.10	0.10	0.00

VOL_12 3					
	Skut.hod.	Jmen.	Tol -	Tol +	Odchylna
X	3090.94	3090.93	-0.10	0.10	0.01
Y	-30.23	-30.23	-0.10	0.10	0.00
Z	874.07	874.01	-0.10	0.10	0.06



3 ze 3

Dne:	15.1.2015
Zkoušku provedl:	Klempár Petr
Podpis:	Klempár Petr

Použitá literatura

Seznam knižní publikace

- [1] ČECH Jaroslav a kolektiv: *Strojírenská metrologie VUT*, 1994 Brno, ISBN 80-21430702
- [2] Česká společnost pro jakost: *Analýza systému měření*, 4. vydání, 2010 Praha, ISBN: 9788002023265.
- [3] Česká společnost pro jakost: *Moderní plánování kvality produktu a plán kontroly řízení*, 2. vydání, 2005 Praha, ISBN 978-80-02-02142-1.
- [4] JANEČEK Zdeněk: *Management jakosti ZČU*, 1997 Plzeň, ISBN: 9788070436219.
- [5] KUBÁČEK Lubomír: *Statistika a metrologie*, 2000 Praha, ISBN: 978-80-244-00938.
- [6] *Metrologický řád společnosti ESSA Czech s.r.o.*, 2014 Praha.
- [7] OBMAŠČÍK, M.; SLIMÁK, I.; MADUDA, M.: *Riadenie akosti a metrológia*. Žilina, VTEL Alfa Bratislava, 1987
- [8] PALENČÁK, R.; KUREKOVÁ, E.; VDOLEČEK, F.; HALAJ, M.: *Systém riadenia merania*. Bratislava, Grafické štúdio Ing. Peter Juriga, 2001. ISBN 80-968449-70.
- [9] TŮMOVÁ Olga: *Metrologie a hodnocení procesu*, 2001 Praha, ISBN: 978-80-73002
- [10] ZÍDKOVÁ Helena , ZVONEČEK František : *Jakost a styl života pro třetí tisíciletí*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2003. ISBN 80-7043-243-8.

Seznam elektronické publikace

- [11] <http://www.mmspektrum.com/clanek/zkusenosti-se-stanovenim-zpusobilosti-meridel-ve-skoda-auto.html>

Seznam protokolů

- Protokol č. 1 Měření síly područky
- Protokol č. 2 Zkouška svařené matice tahem
- Protokol č. 3 Zkouška přilnavosti laku dle ČSN ISO 2409
- Protokol č. 4 Měření úhlu natočení područky
- Protokol č. 5 Měření atributivního měřidla
- Protokol č. 6 Měření metoda 2
- Protokol č. 7 Naměřené hodnoty
- Protokol č. 8 Způsobilost věžiček

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Plán kontrol a regulace
- Příloha č. 2 Měření síly područky - protokol
- Příloha č. 3 Měření výlisků a svařené sestavy
- Příloha č. 4 Zkouška svařené matice tahem – protokol
- Příloha č. 5 Kontrolní a měřící návodka KTL
- Příloha č. 6 Zkouška přilnavosti laku dle ČSN ISO 2409 - protokol
- Příloha č. 7 Měření úhlu natočení područky – protokol
- Příloha č. 8 Způsobilost měřících a upínacích věžiček

Seznam obrázků

- Obr. 1: Rozdělení technické dokumentace (Zdroj: norma ČSN 01 3102)
- Obr. 2: Vychýlení (Zdroj: Česká společnost pro jakost, MSA)
- Obr. 3: Stabilita (Zdroj: Česká společnost pro jakost, MSA)
- Obr. 4: Linearita (Zdroj: Česká společnost pro jakost, MSA)
- Obr. 5: Výběr z metod MSA (Zdroj: Česká společnost pro jakost)
- Obr. 6: CAD model loketní opěrky (Zdroj: software Metrolog XG)
- Obr. 7: Ukázka měření siloměrem finální konzole a samostatné svařované područky
- Obr. 8: Schéma zobrazení svarového bodu (Zdroj: norma VW01 105)
- Obr. 9: Geometrie svarového bodu
- Obr.10: Geometrie svařené matice M4
- Obr.11: Ustavení vzorku v tahové části trhacího stroje
- Obr.12: A) Připravený vzorek, B) přilepení samolepící pásky a vyhlazení,
C) výsledek zkoušky
- Obr. 13: Upínací věžičky (Zdroj: Metrologická laboratoř ESSA Czech)

Seznam grafů

- Graf č. 1 Regulační diagram x
- Graf č. 2 Rozpětí
- Graf č. 3 Histogram

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1 Kritéria závažnosti podle Essa Czech
- Tabulka č. 2 Kritéria hodnocení závažnosti následku chyby podle Essa Czech
- Tabulka č. 3 Grafické zobrazení výsledku metody SPC v softwaru Metrolog XG
- Tabulka č. 4 Naměřené hodnoty, výběrový průměr (\bar{x}) a rozptyl (R)
- Tabulka č. 5 Koeficienty
- Tabulka č. 6 Třídní znak a četnost, interval

Seznam použitých norem:

- Norma ČSN ISO 24 09
- Norma ČSN 67 30 67
- Norma ČSN EN ISO 7083
- Norma ČSN 01 3102
- Norma ČSN EN 60812
- Norma ČSN EN 10002-1
- Norma ISO 10113
- Norma VW 01 103
- Norma VW 01 105
- Norma VW 60 560
- Norma VW 010 59-1
- Norma VW 010 59-2
- Norma VW 010 56
- Norma VW 13750/TL260