



VYUŽITÍ NÁSTROJŮ KVALITY V PROCESU UVOLNĚNÍ NOVÉ VÝROBNÍ LINKY PŘI MONTÁŽI BEZPEČNOSTNÍCH PÁSŮ

Diplomová práce

Studijní program: N3108 – Průmyslový management

Studijní obor: 3106T013 – Management jakosti

Autor práce: **Bc. Petr Klapka**

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Diploma thesis

Study programme: N3108 – Industrial Management
Study branch: 3106T013 – Product management, Quality Management
Author: **Bc. Petr Klapka**
Supervisor: doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.



Tento list nahradte
originálem zadání.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval své rodině, která mi umožnila studium na vysoké škole a vždy mě vedla ke správným hodnotám, dále pak své přítelkyni, která mi byla vždy oporou a stála za mnou v každé situaci.

Další velký dík patří mému vedoucímu Doc. Ing. Vladimírovi Bajzíkovi, Ph.D. za konzultace a cenné připomínky a za celkové vedení mé práce. V neposlední řadě děkuji i celému kolektivu TRW Carr, Stará Boleslav, který mi připravil více než dobré podmínky pro psaní diplomové práce, jmenovitě bych rád poděkoval Ing. Jiřímu Petrtýlovi za jeho náměty a připomínky, bez nichž by práce v této podobě nikdy nemohla vzniknout.

Anotace

Tato práce bude sledovat průběh uvolnění nové výrobní linky a nového produktu v automobilové společnosti, které produkuje bezpečnostní pásy. Dále bude práce zaměřena na činnosti interního inženýra kvality. Cílem práce je ukázat využití nástrojů kvality v praxi, interpretovat a vyhodnotit výsledky, které tyto nástroje poskytnou a také prokázat, že jejich pomocí je možné uvolnit výrobní linku a produkt do sériové výroby. Dalším cílem bude poukázat na časté chyby dělané v praxi, tyto chyby popsat a následně se pokusit o jejich nápravu či zlepšení.

Klíčová slova

5x proč, 8D report, automotive, diagramy, FMEA, Ishikawa, kvalita, nástroje kvality, nenormální rozdělení, normální rozdělení, regulace procesu, uvolnění, výkonnost procesu, způsobilost procesu.

Annotation

This thesis will monitor the process of releasing new product and new production lines in automotive company, which is producing seat belts. It will particularly follow the activities of internal engineer of quality. The aim is to demonstrate the usage of quality tools in practice, interpret and evaluate the results from these tools and prove that they are helpful during the release of new production lines with new product. Another objective will be to point out the common mistakes made in practice, describe these mistakes and suggest corrective actions.

Key Words

5 times why, 8D report, automotive, diagrams, FMEA, Ishikawa, non-normal distributions, normal distribution, process capability, process performance, quality, quality tools, regulations, releasing.

Obsah

Seznam zkratek.....	10
Seznam tabulek.....	13
Seznam obrázků.....	14
Úvod.....	16
1. Základní nástroje kvality.....	17
1.1 Kvalita, systém kvality	17
1.2 Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram).....	17
1.3 Vývojové diagramy.....	20
1.4 Histogram.....	22
1.5 Bodový diagram.....	24
1.6 Paretův diagram	27
1.7 Regulační diagramy	29
1.8 Metoda 5S	35
2. Další nástroje kvality.....	37
2.1 FTA	37
2.2 FMEA a RPN.....	37
2.3 Metoda 5x Proč.....	38
2.4 8D analýza	39
2.5 Způsobilosti procesu	41
2.6 MSA analýza.....	50
3. TRW Carr, Stará Boleslav.....	57
3.1 Organizační struktura v TRW Carr, Stará Boleslav.....	57
3.2 Produkty.....	58
3.3 Oddělení kvality.....	59
3.4 Standardní TRW postup.....	61
4. Aplikovatelnost nástrojů kvality v procesu uvolnění nové výrobní linky při montáži bezpečnostních pásů	63
4.1 Předsériové činnosti	63
4.2 Činnosti v sérii	82
4.3 Chyby a doporučení	84

Závěr	92
Seznam použité literatury	94
Seznam příloh.....	95

Seznam zkratek

AV	Appraiser Variation (variability odhadců)
BMW	Bayerische Motoren Werke (značka vozu)
BU	Business Unit (výrobní buňka)
CL	Control Limit
C _P	Ukazatel způsobilosti procesu
C _{pk}	Ukazatel způsobilosti procesu kalkulující s polohou
CV	Components Validation (validace komponentů)
DV	Design Validation (validace designu produktu)
EV	Variabilita měřidla
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (Analýza příčin a důsledků)
FO/LO	First off/Last off (uvolnění prvního a posledního kusu)
FS1	Floating spool (plovoucí cívka)
FTA	Fault Tree Analysis
GDPIM	Global Development and Product Introduction Process
h	Šířka sloupce
k	Počet podskupin
L _{0,00135}	Dolní kvantil
L	Dolní tolerance

Ln	Přirozený logaritmus
Log	Logaritmus
ME	Medián
MP	Mistake Proofing (zkouška chybou)
MSA	Measurement System Analysis
n	Počet
P_p	Ukazatel výkonnosti procesu
P_{pk}	Ukazatel výkonnosti procesu s polohou
PPM	Parts Per Million (počet neshodných dílů v milionu)
PV	Process Validation (validace procesu)
r	Korelační koeficient
R	Rozpětí
R&R	Repeatability and Reproducibility (Opakovatelnost a reprodukovatelnost)
RPN	Risk Priority Number
s	výběrová směrodatná odchylka
SL	Specific Limit (toleranční limit)
SOP	Start Of Production (začátek produkce)
SPC	Statistic process control (statistická kontrola procesu)
SQA	Supplier Quality Assurance (kvalita dodavatelů)

StDev	StDev (směrodatná odchylka)
T	Transformace
TRW	Thompson Ramo Wooldridge
TV	Total Variation (celková variabilita)
U	Horní tolerance
$U_{0,99865}$	Horní kvantil
VW	Volkswagen
x	Proměnná hodnota
max	Maximum
min	Minimum, minimální
y	Proměnná hodnota
λ	Lambda
μ	Střední hodnota
σ_c	Sigma pro inherentní variabilitu
σ_{tot}	Sigma pro celkovou variabilitu
\bar{X}	Průměr
$\bar{\bar{X}}$	Totální průměr (průměr z průměrů)
$\hat{\sigma}_c$	Odhad

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vztah mezi pravděpodobností výskytu vady a jejího vlivu na produkt	38
Tabulka 2: Možné případy statistických stavů v porovnání se způsobilostmi	43
Tabulka 3: Sběr dat pro MSA analýzu	51
Tabulka 4: MSA analýza, šablona	54
Tabulka 5: Vyhodnocování MSA analýz	56
Tabulka 6: Hodnocení prvního měření v MSA analýze	66
Tabulka 7: Hodnocení druhého měření v MSA analýze	68
Tabulka 8: Hodnocení třetího měření v MSA analýze	68
Tabulka 9: Požadavky na způsobilost skupiny VW	69
Tabulka 10: Požadavky na způsobilost Renaultu	70

Seznam obrázků

Obrázek 1: Příklad Ishikawova diagramu	19
Obrázek 2: Příklad lineárního vývojového diagramu.....	21
Obrázek 3: Příklad vývojového diagramu vstup/výstup	22
Obrázek 4: Příklad histogramu normálního rozdělení.....	24
Obrázek 5: Příklad histogramu lognormálního rozdělení.....	24
Obrázek 6: Zobrazení přímé korelace (a) a nepřímé korelace (b).....	26
Obrázek 7: Nulová korelace (nezávislá data)	27
Obrázek 8: Lineární závislost (a), nelineární závislost (b).....	27
Obrázek 9: Příklad Paretova grafu.....	29
Obrázek 10: Odvození ukazatele výkonnosti pro nenormálně rozdělený znak kvality	48
Obrázek 11: Etapy GDPIM v TRW	61
Obrázek 12: Zapsání získaných dat do šablony vytvořené pomocí software MS Office....	65
Obrázek 13: Mezivýpočty při analýze MSA	66
Obrázek 14: Analýza MSA, finální část s výsledky	66
Obrázek 15: Grafické znázornění výsledku MSA analýzy	67
Obrázek 16: Grafické zobrazení rozdílu v jednotlivých měřeních jednotlivých odhadců ..	67
Obrázek 17: Test normality dat	71
Obrázek 18: Krátkodobá způsobilost délky knoflíku	72
Obrázek 19: Krátkodobá způsobilost ohybu plechu.....	73
Obrázek 20: Krátkodobá způsobilost polohy osičky senzoru	74
Obrázek 21: Krátkodobá způsobilost osičky senzoru po úpravě jehly.....	75
Obrázek 22: Krátkodobá způsobilost nýtování	76
Obrázek 23 Dlouhodobá způsobilost délky knoflíku	77
Obrázek 24: Dlouhodobá způsobilost ohybu plechu od starého dodavatele	78
Obrázek 25: Dlouhodobá způsobilost ohybu plechu od nového dodavatele.....	79
Obrázek 26: Dlouhodobá způsobilost polohy osičky senzoru	80
Obrázek 27: Dlouhodobá způsobilost nýtování	81
Obrázek 28: Chybně vyhodnocená způsobilost nýtování	84
Obrázek 29: Test normality dat	85
Obrázek 30: Test pravděpodobnosti, data mohou odpovídat lognormálnímu rozdělení.....	86

Obrázek 31: Vyhodnocení způsobilost nenormálních dat, jako by byla normální.....	87
Obrázek 32: Vyhodnocení způsobilosti nenormálních dat správným způsobem.....	88
Obrázek 33: Vyhodnocení způsobilosti při použití transformovaných dat i mezí.	89
Obrázek 34: Xbar R regulační karta	91

Úvod

Tato diplomová práce se bude zabývat využitím nástrojů kvality při uvolnění nové výrobní linky a nového produktu při výrobě v automobilové společnosti, zabývající se výrobou bezpečnostních pásů. Cílem práce je ukázat reálné užití nástrojů kvality při uvolnění nové výrobní linky od její instalace do výroby až po samotné uvolnění zákazníkem. V první kapitole budou představeny základní nástroje kvality, bude vysvětlen jejich teoretický účel a jejich využití. V druhé kapitole budou popsány další nástroje kvality, které mnohdy vychází či navazují na nástroje z první kapitoly. Ve třetí části bude představena společnost TRW, její produkty, organizační dělení a bude blíže popsáno oddělení kvality a především činnosti interního inženýra kvality. V kapitole čtvrté bude rozebráno praktické využití nástrojů kvality při uvolnění nové výrobní linky. V této kapitole budou také popsány rozdíly při praktickém užití nástrojů kvality oproti teoretickým doporučením a dále pak návrhy na zlepšení či na změny ve využívání nástrojů kvality.

1. Základní nástroje kvality

1.1 Kvalita, systém kvality

Definice kvality může být například efektivní systém integrace zlepšování kvalit, její udržování a zvyšování různými odděleními v organizaci tak, aby byla umožněna výroba a servis na vysoké ekonomické úrovni, která dovolí plně uspokojování zákazníka [3].

Další možnost, jak vnímat pojem kvalita je její vnímání jako kupované značky (Harley Davidson, Apple, BMW), pro jiného bezchybně fungující produkt. Další možností, jak vyložit pojem kvalita, je z hlediska zákazníka spokojeného s daným produktem, který splňuje všechny estetické i funkční parametry, které od produktu zákazník očekává.

Systém kvality zabezpečuje dodržování zákonných i zákaznických požadavků. Je nutné si uvědomit, že vliv na kvalitu mají prakticky všechna oddělení v každé společnosti, ať už výroba (samotný produkt), prodejci (závazky vůči zákazníkovi), logistika (včasné dodání v daném množství), vývoj výrobku (design). Systém kvality je nastaven tak, aby plnil zákonné požadavky vyplývající z norem. Nastavbou k normám jsou pak zákaznické požadavky, které bývají zpravidla o něco přísnější. Systém kvality by měl různými nástroji zaručit, aby tyto požadavky byly naplněny [4].

1.2 Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram)

Tento diagram shromažďuje a třídí všechny potenciální příčiny, které mají dopad na finální výstupy z procesu. Diagram následků a příčin, je jinak také nazýván Ishikawův diagram nebo rybí diagram. Je to nástroj, který je zamýšlen pro používání v týmu a slouží jako vizuální pomůcka při řešení problémů. Principem diagramu je, aby v rámci týmové spolupráce nebyla opomenuta důležitá fakta a pomocí brainstormingu byly určeny potenciální příčiny [6].

Obecně se bere v potaz šest druhů příčin, v angličtině 6M, kam patří: material, machine, man, measurement, method, mother nature (environment). V češtině je pak zpravidla překládáno jako materiál, stroj, lidé, měření, metoda, prostředí [6].

1.2.1 **Materiál**

V této části analýzy se řeší vliv materiálu na daný problém. Jako příklad můžeme uvést dva dodavatele téhož materiálu, materiál poškozený manipulací, špatným skladováním atd. Nepočítá se zde s poškozením materiálu při samotném procesu, řeší se pouze stav materiálu při vstupu do společnosti (pevnost, drsnost, vizuální vady).

1.2.2 **Stroj**

V rámci tohoto bodu se řeší vliv strojního zařízení. Vliv na problém může mít nastavení stroje, jeho seřízení, opotřebení, typ (jednopozičové a karuselové, vícekavitové) stroje a nástroje.

1.2.3 **Lidé**

Další bod posuzuje vliv lidí na daný problém. Například musí být zohledněn vícesměnný provoz, v rámci kterého se na každé směně střídá více pracovníků, kteří také vnášejí určitou variabilitu do procesu. Lidská zodpovědnost, kvalifikovanost, faktor únavy, šikovnosti, fyzické kondice, ergonomie, kompetentnosti.

1.2.4 **Měření**

Dva lidé málokdy naměří totožné hodnoty, a proto se v rámci dalšího bodu diagramu zohledňuje vliv více operátorů či více měřidel. Dalším faktorem může být poškozené či nezkalibrované měřidlo. Pokud vznikne například rozměrový problém, může se stát, že problém vlastně reálně neexistuje a vznikl pouze na základě špatného měření. Proto se kromě přesnosti měřidla, opakovatelnosti a stability v čase musí počítat i s výše uvedenými faktory.

1.2.5 Metoda

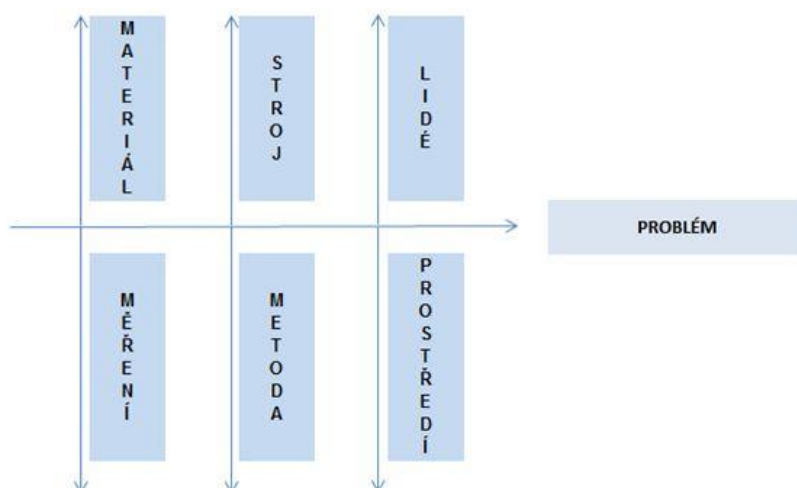
Tímto bodem se rozumí vhodně zvolená metoda měření. Je důležité stanovit odpovídající metodu, dle měřené veličiny. Příkladem může být situace, kdy svinovací metr již nestačí a musí se použít úchylkoměr. Naopak například při měření šířky díry pro šroubování je nevhodné používat úchylkoměr, daleko spolehlivější a přesnější měření umožní válečkové měrky.

1.2.6 Prostředí

V tomto bodě diagramu se zkoumá vliv prostředí jako je například teplota, vlhkost, prašnost, slunce, lidé.

1.2.7 Vyhodnocení diagramu

Po zohlednění všech výše uvedených faktorů je doporučované je převést do grafické podoby a pak vylučovací metodou postupně odškrtnávat ty, u kterých se při první analýze zdálo, že mají vliv na problém, ale tento vliv se nepotvrdil. Graf může vypadat například následovně (obr. 1), kde se ke každé skupině odrážkami přiřazují body.



Obrázek 1: Příklad Ishikawova diagramu
Zdroj: vlastní

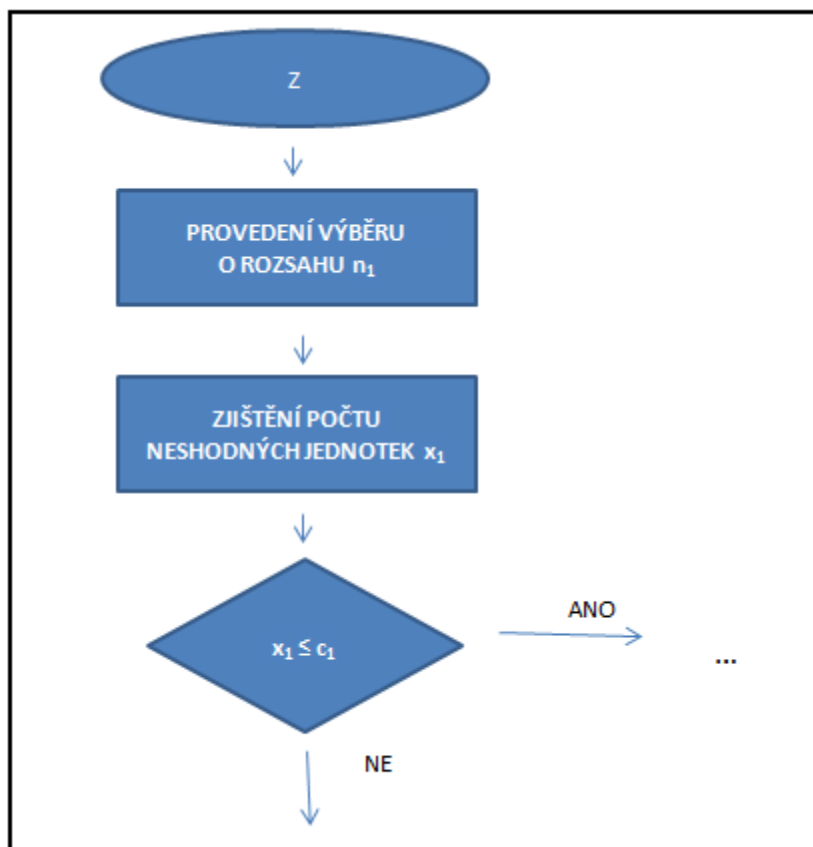
Po vytvoření grafu je nutné, aby tým vyhodnotil (například pomocí anonymního hlasování), které z potencionálních příčin jsou nejvíce pravděpodobné a těmi se následně začal zabývat. Poté je vždy třeba po čase ověřit aktuální stav, pokud problém odezněl, dá se předpokládat, že analyzovaná příčina a její řešení bylo správné.

1.3 Vývojové diagramy

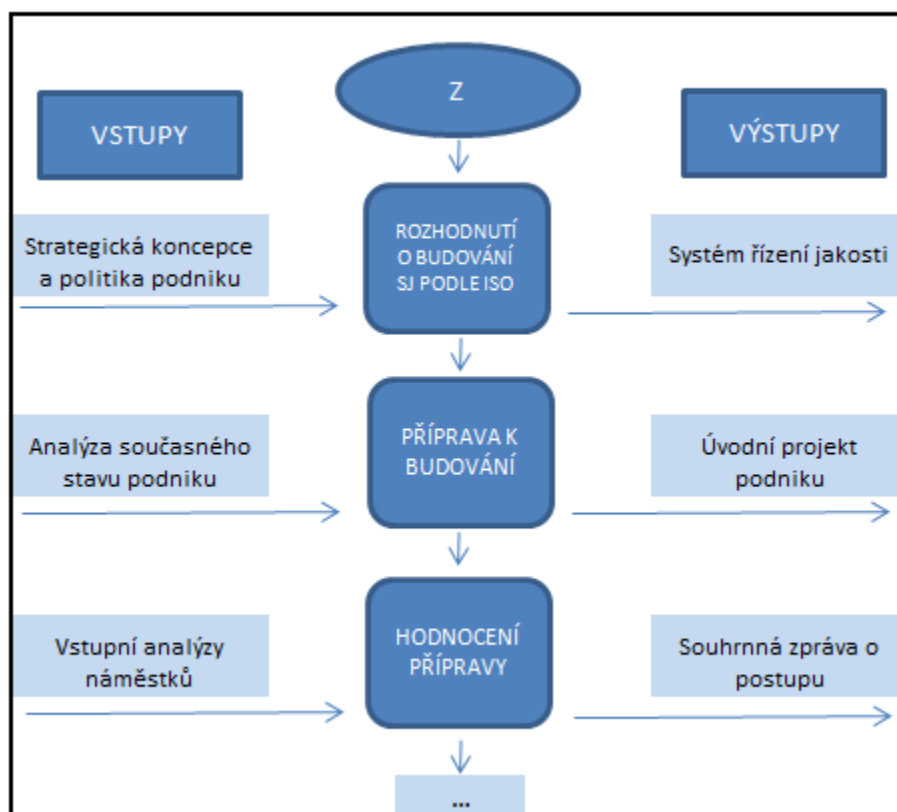
Vývojové diagramy se využívají jako grafická pomůcka ke znázornění procesů ve firmě. Popisují posloupnost činností v procesu a pomáhají si při postupu otázkami typu ANO/NE. Další otázky, které se využívají při vytváření vývojových diagramů, jsou: Co se stalo první? Co následuje? Jak přichází materiál do procesu? Co se stane, pokud odpověď na otázku zní ano/ne? Nedoporučují se otázky typu proč nebo jak by šlo jinak a jim podobné [6].

Mohou pomoci pracovníkovi, které se přímo v procesu vyskytuje, ale častěji se využívají pro znázornění procesu lidem, kteří o procesu mnoho nevědí a je potřeba, aby ho rychlým a jednoduchým způsobem pochopili (zákazník, management, auditor). Způsoby, kterými se mají vývojové diagramy graficky znázornit, jsou podrobně popsány v normě ČSN ISO 5807.

Vývojové diagramy můžeme rozdělit na 3 typy, a to na lineární (obr. 2), vývojový diagram vstup/výstup (obr. 3) a integrovaný diagram.



Obrázek 2: Příklad lineárního vývojového diagramu
Zdroj: vlastní



Obrázek 3: Příklad vývojového diagramu vstup/výstup

Zdroj: vlastní

1.4 Histogram

Histogram je znázorněním intervalového rozdělení četnosti formou sloupcového grafu. Jedná se o rozdělení například rozměrů, pevnosti či teplot do jednotlivých stejně velkých intervalových skupin [6].

Osa X znázorňuje šířku intervalu h , osa Y poté ukazuje četnost výskytů v jednotlivých intervalech.

Histogram může napovědět rozdělení dat (normální, rovnoměrné, log-normální atd.), odhad polohy a rozptýlení sledovaného znaku, změny, které se dějí v daném procesu a informace o způsobilosti procesu.

Postup sestavení histogramu [4]:

a) Variační rozpětí (1.1), neboli rozdíl mezi maximální a minimální naměřenou hodnotou

$$R = x_{max} - x_{min} \quad (1.1),$$

b) Šíře intervalu

Šíře intervalu h (1.2) může být stanovena například pomocí výpočtu:

$$h = \frac{R}{5 \log n} \quad (1.2),$$

čímž se získá i konstantní šíře sloupců.

c) Sestavení tabulky četnosti,

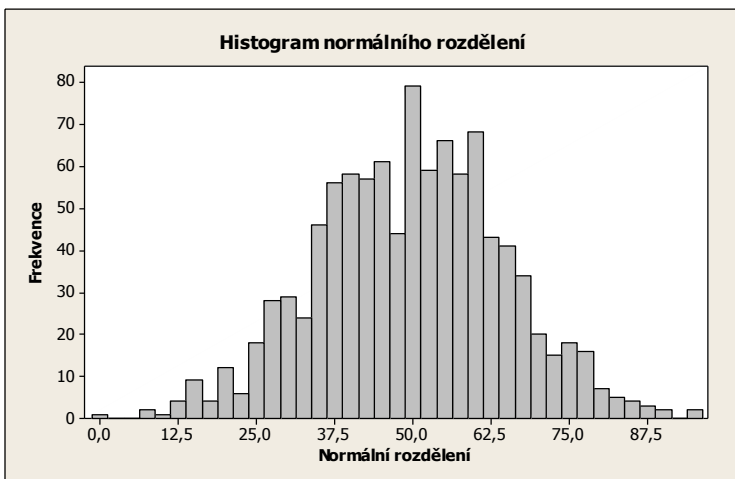
d) Sestavení hranice intervalů,

e) Středy intervalů (1.3)

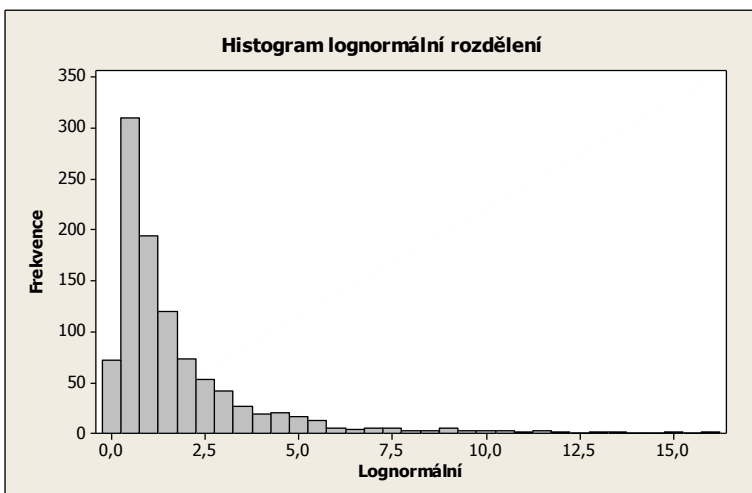
$$\frac{X_D + X_H}{2} \quad (1.3),$$

f) Přiřazení jednotlivých hodnot do odpovídajících intervalů,

g) Sestavení histogramu v měřítku (obr. 4), (obr. 5).



Obrázek 4: Příklad histogramu normálního rozdělení
Zdroj: vlastní (Minitab 16)



Obrázek 5: Příklad histogramu lognormálního rozdělení
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

1.5 Bodový diagram

Bodový diagram se využívá v případě, že chceme měřit určitý znak jakosti, který je velmi obtížně měřitelný či naprosto neměřitelný. Velmi často se však může stát, že existuje znak, který je na tomtéž produktu lehce měřitelný a má na něj vliv i znak, který je měřitelný obtížně. Jedná se tedy o hledání závislosti mezi dvěma znaky jakosti, přičemž u jednoho je měření obtížné a u druhého bez problémů proveditelné [6].

Při tvorbě bodového diagramu a jeho vyhodnocení lze postupovat například následovně:

- a) Zvolit nezávislou veličinu x a závisle proměnnou veličinu y ,
- b) Stanovit 30 dvojic (x, y) ,
- c) Sestavit bodový diagram v kartézské soustavě souřadnic,
- d) Analyzovat bodový diagram,

Metody vyhodnocování můžou být například:

- na základě těsnosti závislosti (korelace)
- analýza průběhu závislosti (regresní analýza)

Míra závislosti mezi dvěma proměnnými x a y je tzv. koeficient korelace r (1.4), přičemž platí, že při využití Pearsonova korelačního koeficientu:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1.4)$$

Součty čtverců ve jmenovateli jsou $n-1$ násobkem výběrových rozptylů. Proto může být využito jednodušší vyjádření Pearsonova korelačního koeficientu (1.5), a to:

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} \quad (1.5)$$

kde s_x je směrodatná odchylka proměnné x , s_y směrodatná odchylka proměnné y a s_{xy} (1.6) je kovariancí obou proměnných x a y

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (1.6)$$

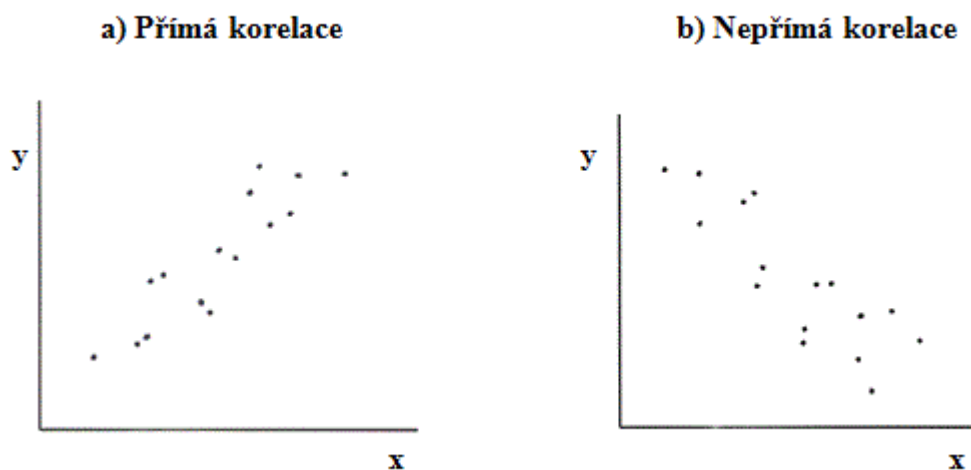
Při samotné interpretaci korelačního koeficientu je důležité vzít v potaz, že předpokládá, že obě proměnné jsou náhodné veličiny a mají dvourozměrné normální rozdělení.

Dále platí, že korelační koeficient r se pohybuje pouze v rozpětí (1.7):

$$-1 < r < 1 \quad (1.7)$$

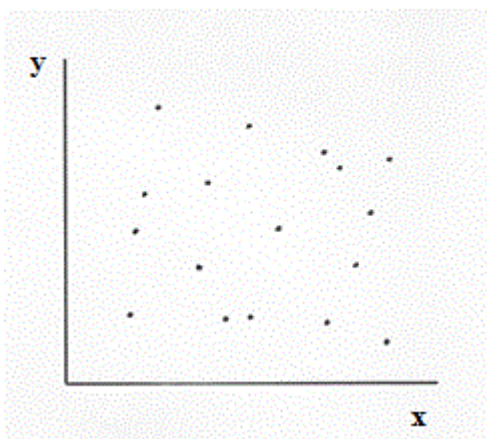
přičemž platí že, pro r , které je rovno -1 nebo 1 se jedná o závislost funkční, což znamená, že se nemůže stát, aby dva stejné atributy y měly různou hodnotu x .

Pokud se r přibližuje hodnotě +1, jedná se o velmi silnou přímou závislost (korelaci) (obr. 6), pokud se přibližuje hodnotě -1, jedná se o velmi silnou nepřímou závislost (korelaci) (obr. 6) a nakonec pokud se hodnota pohybuje okolo nuly, jsou data na sobě nezávislá (obr.7) [1].

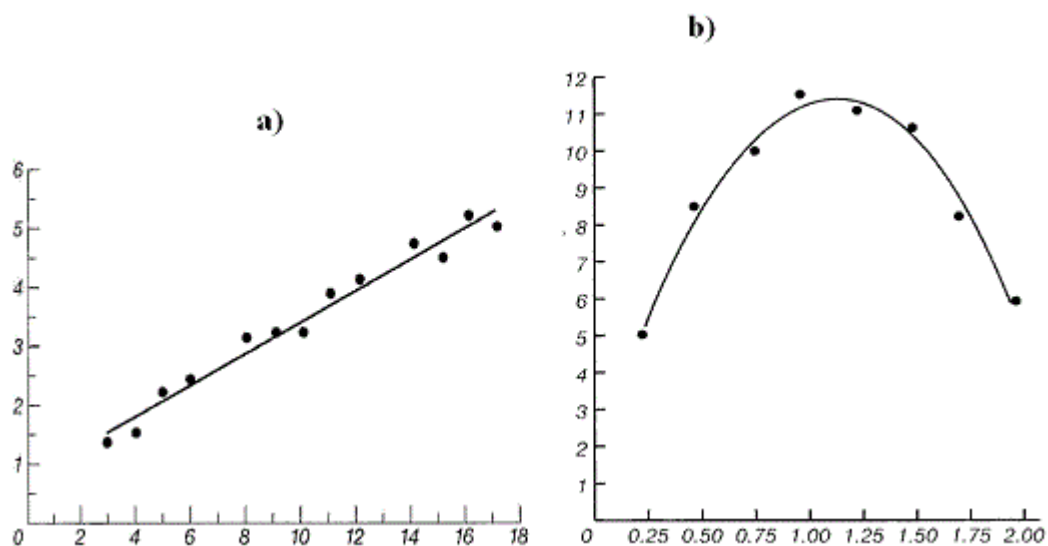


Obrázek 6: Zobrazení přímé korelace (a) a nepřímé korelace (b)
Zdroj: BEDÁŇOVÁ, I. [1]

c) Nulová korelace



Obrázek 7: Nulová korelace (nezávislá data)
Zdroj: BEDÁŇOVÁ, I. [1]



Obrázek 8: Lineární závislost (a), nelineární závislost (b)
Zdroj: BEDÁŇOVÁ, I. [1]

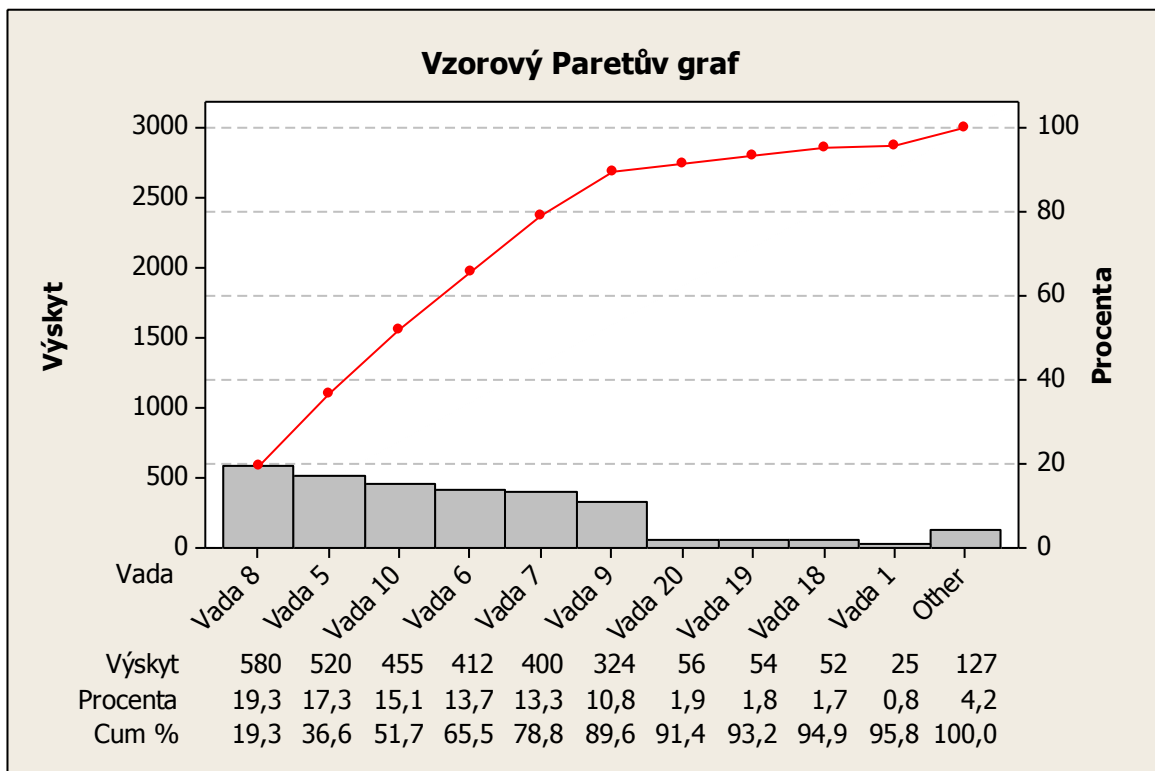
1.6 Paretův diagram

Paretův princip umožňuje oddělit důležité a podstatné faktory od těch méně důležitých a tím ukázat, kam je potřeba zaměřit energii, zdroje a pozornost odstraňování nekvality ve výrobním procesu [6].

Paretův princip tvrdí, že 80% následků je způsobeno 20% příčin. Jinými slovy většina příčin má nepodstatný vliv na následek. Pokud tedy bude řešena tato menšina příčin, vyřeší se tím většina následků) [4].

Postup sestavení Paretova diagramu (obr. 9):

- a) Zaznamenat data se všemi typy neshod,
- b) Setřídít data sestupně dle zadaných kritérií, například dle četnosti výskytu,
- c) Vypočítat kumulativní součty hodnot daného ukazatele a následně ho vyjádřit v procentech,
- d) Sestrojit graf, kde osa x zobrazuje typy neshod, levá vertikální osa y označuje počet výskytů těchto jednotlivých neshod a pravá vertikální osa y rozděljuje stupnici kumulovaných součtů (0 - 100%). Dalším krokem je sestavení Lorenzovy křivky, která je spojnici kumulativních četností v procentech. Dále je nutné určit bod zlomu, který odděluje příčiny, které by se měly řešit, od těch, které jsou méně důležité. Bod zlomu však není v praxi příliš využívaný, protože existují příčiny, které jsou neodstranitelné ať již z důvodu technického stavu stroje nebo designového. V praxi Paretův diagram slouží pro sledování vývoje vad v procesu.



Obrázek 9: Příklad Paretova grafu

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

e) Dle zvolené metody pak určit příčiny, kterým bude věnována pozornost týmu a vyžadují řešení.

Paretův diagram je vhodné používat například v kombinaci s diagramem příčin a následků.

1.7 Regulační diagramy

Regulační diagramy jde využít k regulaci, sledování nebo hodnocení výrobního procesu společnosti. Existují dva základní typy regulačních diagramů, které mohou být využity. Jedná se o regulační diagramy pro kvantitativní data a o regulační diagramy pro kvalitativní data. Zpravidla samotný proces určuje, o která data se jedná. Pokud mají data získaná z procesu diskrétní charakter (vyhovuje/nevyhovuje, shoda/neshoda, projde/neprojde), je třeba použít regulační diagram pro kvalitativní znaky (kontrola srovnáním). Diagramy založené na počítání neshodných kusů nebo počtu neshod na kusech (*p*, *np*, *c*, *u*-diagramy) patří mezi diagramy pro kontrolu srovnáním [7].

Jestliže z procesu vzejdou data spojitá, jako je například délka, výška atd., je třeba využít regulační diagramy pro kvantitativní data (kontrola měření). Nejčastěji využívanými diagramy jsou diagramy pro průměr (\bar{X}) a rozpětí (R), dále jen diagram (\bar{X}, R), pro individuální hodnoty (I) a klouzavé rozpětí (MR) atd. To jsou diagramy pro kontrolu měření [7].

Každý regulační diagram má poté další kombinace, je proto nutné zvolit vhodný typ diagramu pro daný proces.

V případě možnosti výběru je vždy lepší zvolit kvantitativní data, protože za srovnatelného úsilí poskytují lepší a více užitečné informace. Až pokud nejde použít metoda měření, doporučuje se přejít k regulaci při kontrole srovnáváním.

1.7.1 Regulační diagramy při kontrole měření

Regulační diagramy při kontrole měření představují klasickou aplikaci statistické regulace procesů, kde lze danou charakteristiku měřit jako kvantitativní znak.

Rozdíly a výhody diagramů při kontrole měření oproti diagramům při kontrole srovnáváním jsou například [7] :

- přestože sběr kvantitativních dat je zpravidla náročnější než sběr kvalitativních, rozhodnutí při jeho regulaci je rychlejší, protože není potřeba sbírat tolik dat, jako při kvalitativních metodách. Toto ve finále vede k menším nákladům a menší časové náročnosti,
- díky tomu, že je potřeba změřit méně kusů, je zpětná vazba a reakce rychlejší,
- pomocí kvantitativních dat lze vyhodnocovat způsobilost a výkonnost procesu (kapitola 2.5),
- diagramy pro srovnávání měření umožňují lépe analyzovat kolísání dat, zavčasu varují v případě změn (hodnoty se blíží k tolerancím, hodnoty jsou nestabilní a kolísají). Existují dva druhy tolerancí a to tolerance kontrolní (CL) a mezní (SL), kdy hodnoty mezních

tolerancí jsou zpravidla určeny technickou specifikací a jejich porušení znamená neshodný díl a hodnoty kontrolních tolerancí, které jsou nižší než hodnoty mezních a slouží informace a včasné zásahy do procesu v případě jejich překročení. Z tohoto důvodu platí pro diagramy při kontrole měření, že se analyzují ve dvojicích, kde jeden diagram sleduje průměr procesu a druhý jeho kolísání [7].

Jak již bylo řečeno výše, nejčastěji využívaným diagramem při kontrole měření je diagram typu (\bar{X}, R) , nemusí však být vždy nejvhodnější [7].

1.7.2 Regulační diagramy při kontrole srovnáváním

Přestože regulační diagramy byly určeny převážně pro kvantitativní znaky, byly vyvinuty i takové, které lze aplikovat na kvalitativní znaky. Tyto znaky vykazují diskrétní hodnoty a ty lze načítat a následně analyzovat. Při těchto analýzách se data oddělují do vytvořených kategorií (shodný/neshodný, funkční/nefunkční, studený/vlažný/horký atd.). Jedná se například o nalepení nálepky na produkt, vzhledové kontroly, spojitost elektrického obvodu a podobně. Může být aplikován i na měřitelné hodnoty, například srovnání průměru s kalibrem, jedná se tedy o měřitelný znak (průměr), ale vyhodnocuje se pouze shoda ano/ne vůči kalibru [7].

Regulační diagramy při kontrole srovnáváním jsou důležité zejména z několika důvodů:

- kvalitativní data jsou jak v technické tak administrativní oblasti,
- kvalitativní data se nachází v mnoha oblastech, obecně všude tam, kde existuje kontrola, třídění a podobně. Speciálně v těchto případech není zájem na tom získat měřitelná data. Jedinými vzniklými náklady jsou tedy náklady na převedení dat do regulačních diagramů.
- podklady pro management jsou často založeny na kvalitativních znacích a mohou být získávány z analýzy regulačních diagramů. Například podíl zmetků, audity o jakosti nebo zamítnutí materiálu. Díky schopnosti rozlišovat náhodné a zvláštní příčiny kolísání může být pro interpretaci výsledků cenná analýza z regulačních diagramů [7].

1.7.3 Prvky regulačních diagramů

Žádným zákonem nebo normou není stanoven konkrétní předepsaný formát, jak zobrazovat regulační digramy. Je nutné si ovšem uvědomit smysl a důvody užívání regulačních digramů. Poté se dá předpokládat, že jakýkoliv formát je přijatelný, pokud obsahuje následující:

a) Odpovídající stupnice

Stupnice na regulačním diagramu by měla umožňovat znázornění přirozeného kolísání procesu. Pokud je stupnice příliš úzká, neumožňuje potřebnou analýzu a regulaci procesu.

b) Horní a dolní kontrolní meze (*UCL*, *LCL*)

Důležitá je schopnost určit hodnoty uvnitř regulačních mezí, které signalizují zvláštní příčiny. V žádném případě by se neměly pro analýzu a regulaci procesu používat mezní hodnoty dané specifikací (*USL*, *LSL*), na druhou stranu kontrolní neboli zásahové meze by měly být použity s citem. Pokud se nastaví příliš přísně, může to mít na společnost ekonomický dopad (časté zásahy do strojů, prostoje, nižší produktivita).

c) Centrální přímka (*CL*)

K určení nenáhodných seskupení, která upozorňují na vznik zvláštní příčiny, vyžaduje regulační diagram zakreslení centrální přímky založené na rozdělení dané výběrové charakteristiky.

d) Identifikace bodů, kdy není proces statisticky zvládnut

Na regulačním diagramu by měl být zaznamenán bod, kdy proces nebyl ve statisticky zvládnutém stavu. Příkladem může být měření během seřizování, nastavování či opravování stroje.

e) Deník pro záznam událostí

Kromě sběru dat a vedení diagramu a jeho analýzy, by se měla zaznamenávat i další podpůrná data. V těchto datech by měla být obsažena potenciální příčina kolísání a rovněž všechna opatření k odstranění příčin signalizovaných body ukazujícími na statisticky nezvládnutý stav v procesu. Tato data se mohou psát přímo do regulačního diagramu nebo do separátního deníku pro záznam událostí [7].

Při počátečních analyzování se může stát, že není naprostá znalost elementu, který vyvolal zvláštní příčinu v procesu. V důsledku toho se mohou při sběru informací zaznamenat i takové jevy, které se ve finálním důsledku ukážou jako jevy, které nejsou zvláštními příčinami. Takové jevy by se měly dále zaznamenávat v následném sběru informací o událostech, které probíhaly v procesu. Pokud nebude úsilí vynaložené na zjištění a záznam těchto příčin dostatečné, může se v budoucnu stát, že bude promrhán čas na zjištění a analýzu příčin skutečně zvláštních jevů, které signalizují statisticky nezvládnutý proces [7].

1.7.4 Regulační diagram pro průměr a rozpětí

Regulační diagram typu ($\bar{X}R$) je vypočítáván následujícím vzorcem:

Nejprve se vypočítá průměr podskupiny:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1.8)$$

kde n je počet vzorků v podskupině.

Dalším výpočtem je získáno rozpětí podskupiny (1.1):

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (1.1)$$

Nyní je nutné vypočítat celkový (totální) průměr $\bar{\bar{X}}$ (1.9):

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k} \quad (1.9)$$

Kde k je počet podskupin použitých pro výpočet celkového průměru a průměrného rozpětí (1.10), které se vypočítá následovně:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad (1.10)$$

Dalším nutným výpočtem je odhad směrodatné odchylky pro x (1.11) a odhad směrodatné odchylky pro \bar{X} (1.12):

$$\hat{\sigma}_c = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (1.11)$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \frac{\hat{\sigma}_c}{\sqrt{n}} \quad (1.12)$$

Nyní je možné sestrojít a vypočítat centrální přímkou i regulační meze jak pro hodnoty x (1.13), (1.14), (1.15), tak pro rozpětí (1.16), (1.17), (1.18) a to následujícími výpočty:

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \quad (1.13)$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (1.14)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (1.15)$$

$$CL_R = \bar{R} \quad (1.16)$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R} \quad (1.17)$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} \quad (1.18)$$

Kde hodnoty A_2 , D_4 a D_3 jsou tabulkové hodnoty. [7]

1.8 Metoda 5S

Metoda 5S je metodou, která je nezbytná při zavádění tzv. štíhlé výroby a je důležitým předpokladem pro budoucí zlepšování. Díky metodě 5S se dá zlepšit či zjistit:

- a) plýtvání a jeho redukce (zbytečný pohyb operátora výroby, nadměrná vyrobená zásoba, čekání na materiál, zbytečná manipulace, atd.),
- b) zlepšení materiálového toku,
- c) zlepšení kvality a bezpečnosti,
- d) zlepšení kultury uvnitř společnosti,
- e) vylepšení pracovního prostředí.

Jak již napovídá název, metoda 5S se skládá z 5 kroků:

- a) separovat, vytřídit

První krok v sobě skrývá snahu mít na pracovišti pouze pomůcky nezbytné pro aktuální výrobu. Hromaděním nepotřebných položek vzniká plýtvání, která má za následek neefektivní využití prostoru pracoviště a mnohdy nutí pracovníky vykonávat zbytečné a delší pohyby [6].

- b) systematizovat

Systematizovat, nebo-li vhodně umístit všechny položky na pracovišti. Všechny položky by měly být umístěny tak, aby je každý našel a věděl, kde jsou, obzvláště ve tří směnném provozu má tento bod velký smysl a pokud se povede vštěpit operátorům jeho důležitost a zařídit jeho dodržování, je cílový efekt znatelný [6].

- c) stále čistit

V jednoduchosti tento bod zdůrazňuje důležitost čistého pracoviště. Ať už z důvodu zranění, ušpinění produktu či poruchovosti zaprášených či jinak špinavých strojních zařízení, je důležité uchovat pracoviště čisté a pravidelně věnovat čas jeho čištění a udržování [6].

d) standardizovat

Standardizací pracoviště je docíleno toho, že každý pracovník chápe a rozumí tomu co, kdo, kdy a jak na daném pracovišti udělá, vyčistí apod. [6].

e) sebedisciplinovanost

Znamená nejen udržovat současný stav, ale zároveň ho i vylepšovat a dávat podněty k ještě jednodušší, čistší, rychlejší a pohodlnější výrobě [6].

Metodou 5S může být dosaženo zlepšení kvality, zkrácení času potřebného k vykonání operace, může sloužit ke zmenšení pracoviště a s tím související úsporu prostoru a v neposlední řadě i ke zlepšení vnitropodnikové kultury.

2. Další nástroje kvality

V této kapitole budou popsány metody, které doplňují sedm základních nástrojů kvality.

2.1 FTA

Metoda FTA (z anglického Fault Tree Analysis, dále jen FTA), česky analýza stromu poruchových stavů se řadí mezi preventivní metody. Cílem této metody je analyzovat možnost selhání celého systému a snaha o eliminaci příčin těchto potencionálních selhání. Jedná se o grafické znázornění systému, kde je popis možných kombinací, které mohou vést ke vzniku nechtěné chyby. Tato metodika kombinuje různé závady strojů a technologií, zároveň však nevylučuje ani lidskou chybu [6].

Postup při analýze je zjištění tzv. vrcholového problému, to jest problém, který způsobí závažné pochybení výrobku (smrt zákazníka, pacienta, požár, výbuch). FTA je konstruována tak, aby popsala sled událostí, které mohou potencionálně vést ke vzniku tohoto vrcholového problému. Každé příčině je přidělena pravděpodobnost výskytu. Poté, co dojde k vyhodnocení potenciálních vad a vyhodnocení četnosti jejich výskytu, se pokračuje dále eliminací těchto potenciálních vad a odstranění potenciálního rizika.

2.2 FMEA a RPN

FMEA (z anglického Failure Mode and Effects Analysis, dále jen FMEA), česky analýza příčin a důsledků vad je stejně jako metoda FTA preventivní. Jedná se o analytickou metodu, při které se hledají potencionální operace, kroky v procesu, kde může vzniknout neshoda. Díky ní je možné zavčas identifikovat možné poruchy, vady, nedokonalosti, které mohou ovlivnit celý systém a mít dokonce dopad na finální funkci a bezpečnost výrobku. FMEA vyžaduje týmovou práci, její vytváření je z velké části založeno na zkušenostech členů týmu se systémem, produktem a procesem. Je proto žádané, aby spektrum lidí, ze kterých se skládá tým, bylo co nejširší a obsahovalo pracovníky z více oddělení (např. technologie, výroba, kvalita, logistika atd.). Jedná se o dokument, o kterém se nikdy nedá prohlásit, že je hotový a ukončený. FMEA je "živý" dokument, který se

vyvíjí společně s procesem, výrobkem či systémem. Je nutné jej neustále aktualizovat a revidovat. V praxi se rozlišují tři typy dokumentu FMEA, a to systémová, procesní a výrobová FMEA [4].

RPN (z anglického Risk Priority Number, dále jen RPN). Jedná se o nedílnou součást dokumentu FMEA. Pomocí metody FMEA se monitorují jednotlivá rizika, četnost jejich výskytu a jejich detekce. Každý z těchto bodů (výše rizika, četnost výskytu, detekce) se hodnotí na stupnici 1 - 10, kde 1 je nejmenší riziko a 10 nejvyšší. Tato tři čísla se poté mezi sebou násobí a tím se získá RPN. Velikostí rizika se rozumí, co by daná vada mohla potenciálně způsobit (tabulka 1). Vyhodnocují se všechny vady od vizuálních, až po kritické funkční vady, které mohou mít na svědomí v nejzazším případě i smrt koncového uživatele. Četnost výskytu ukazuje, jak často se chyba vyskytuje v procesu, jestli ji společnost již zná nebo je to nová vada, která se vyskytla poprvé. Detekcí se rozumí, jaké parametry a jaké detekční metody (kamery, čidla, kontrola člověkem) jsou použity pro zjištění dané vady.

Tabulka 1: Vztah mezi pravděpodobností výskytu vady a jejího vlivu na produkt

pravděpodobnost výskytu vady →	nízká	střední	vysoká
vliv vady na produkt ↓			
kritický			
střední			
nepatrný			

kritické vady
signifikantní vady
vady bez vlivu na zákazníka

Zdroj: vlastní

2.3 Metoda 5x Proč

Metoda 5x Proč pomáhá najít skutečnou kořenovou příčinu nějakého problému. Při vzniku problému se tým či jednotlivec snaží najít odpověď na otázku, proč problém vznikl. V praxi většinou funguje, že první "proč" nikdy neukazuje na kořenovou příčinu celého problému, analýza tedy musí pokračovat další úrovní otázek a odpovědí. Cílem metody je

nezastavit se v analyzování na tom, co je zřejmé (na prvních "proč"), ale pokusit se odhalit hlubší příčinu problému.

2.4 8D analýza

8D je populární metoda, kterou se dají analyzovat vzniklé problémy. Název 8D naznačuje, že se jedná o 8 disciplín. Průkopníkem metody 8D byla společnost Ford Motor Company, v současnosti je tato metoda používaná prakticky v celém automotive průmyslu. Je populární zejména díky své jednoduchosti a snadné pochopitelnosti. Přesný předepsaný formát formuláře na vyplnění 8D reportu neexistuje, každá společnost má svůj interní a každý zákazník vyžaduje po dodavateli dodržování svého přesně stanoveného formátu. Jednotlivé disciplíny, přestože se v různých verzích reportů nazývají jinak, vždy obsahují následující body [6].

2.4.1 Disciplína nultá (D0)

V nulté disciplíně by měl být popsán symptom. Symptom udává pouze, co se s výrobkem děje a proč ho označujeme jako vadný (například výrobek je hlučný, nezapne se, promáčklý, poškozený, nereaguje atd.). Ať už v případě interního 8D nebo reportu určeného pro určeného pro zákazníka v rámci reklamace, je nutné rozlišit symptom od problému.

Součástí nulté disciplíny jsou okamžitá opatření, která budou zavedena, aby se minimalizovalo potencionální riziko a škody. Jedná se tedy o třídění potencionálně vadných kusů na skladě společnosti, u zákazníka, o případné zastavení výroby a podobně.

2.4.2 Disciplína první (D1)

V této disciplíně je nutné zformovat tým vhodný pro řešení daného problému. Je třeba určit tzv. Championa. Champion je zpravidla manažer nebo expert, který je zodpovědný za dohled a vyřešení daného problému. Dalším členem je Team Leader (vedoucí týmu), který má za úkol aktivně řídit tým, organizovat harmonogram schůzek s týmem, zapisovat

samotné 8D, shromažďovat fakta potřebná k zapsání 8D a v neposlední řadě i následně s časovým odstupem zkontrolovat vliv zvolených nápravných akcí na daný problém.

Další členové týmu jsou řadoví pracovníci z různých oddělení. Dle potřeby k danému problému jsou to zástupci technologie, kvality, výroby, údržby, logistiky, skladu. Tímto je zformován tým.

2.4.3 **Disciplína druhá (D2)**

Druhá disciplína nabízí samotný popis problému, již podrobnější než je udávaný v D0 v symptomech. V případě vizuální vady je možnost zde přidat i fotografii defektu. Rozepsání problému spočívá například v přidání dalších detailů (například hlučný - plastový zvuk z pravé strany, defekt - promáčklý ze spodní strany v místě montáže do protikusu, nezapne se - problíkne, neproblíkne, vydá zvuk atd.)

2.4.4 **Disciplína třetí (D3)**

V této disciplíně dochází k vyhodnocení a k účinnosti okamžitých opatření z disciplíny D0. Například, ze 3000 zkontrolovaných kusů nalezeno dalších 500 se stejnou vadou. Dále do této disciplíny spadají další opatření, která nevedou k vyřešení příčiny problému, ale zlepšují šanci na jeho detekci (proškolení operátorů, vizualizace pomocí fotografie přímo ve výrobě, zvýšená kontrola kvalitou)

2.4.5 **Disciplína čtvrtá (D4)**

V této disciplíně se určují potenciaální kořenové příčiny problému. K odhalení kořenové příčiny mohou a i měly by být využity již zmíněné nástroje, jako například 5x proč, Ishikawův diagram, diagram příčin a následků. Všemi zmíněnými nástroji by měl tým dospět k jedné nebo více potenciálním kořenovým příčinám. Zpravidla procentuálně se pak označí odhadovaný podíl dané potenciaální příčiny na daném problému.

2.4.6 Disciplína pátá (D5)

V páté disciplíně se stanovují a navrhují nápravná opatření, kterými se dosáhne takové úrovně zabezpečení, že k analyzované chybě již nemůže dojít. Může se jednat o úpravu stroje, zakládacího přípravku, změnu dodavatele materiálu, úpravu softwaru v programech strojů apod. V páté fázi dochází k tvorbě návrhů řešení.

2.4.7 Disciplína šestá (D6)

V této disciplíně tým vybere jedno nebo více navržených řešení z D5, v závislosti na realizovatelnosti, finančních možnostech a dalších faktorech. Zvolená opatření se poté reálně zakomponují do výrobního procesu společnosti. Vznikne akční plán s daty implementací. Zároveň se v této disciplíně tato zvolená opatření i validují.

2.4.8 Disciplína sedmá (D7)

Sedmá disciplína slouží k vytvoření preventivních opatření. Pokud například vznikl tento problém na jedné výrobní lince u jednoho produktu, je tu možnost, že podobný nebo stejný problém může vzniknout na jiné lince s podobným produktem. V této disciplíně se tedy přenáší rizika i s opatřeními na ostatní relevantní produkty a výrobní linky. V tomto bodě dochází i k úpravám řídicích dokumentů, jako je FMEA, Control Plan, výkresy, návody, pracovní postupy atd.

2.4.9 Disciplína osmá (D8)

V této disciplíně se uzavírá celá 8D analýza. Ohodnotí se jednotliví členové týmů, zarchivuje se potřebná dokumentace, celé 8D se zapíše a uzavře k danému datu.

2.5 Způsobilosti procesu

Na následujících stránkách budou stručně představeny způsobilosti procesu a s tím související problematika.

2.5.1 Regulace procesu a způsobilost procesu

System regulace procesu ukazuje současný a odhaduje budoucí stav procesu a určuje nutnost zásahů do procesu. Pomáhá k vyhodnocení, zda je nutné do procesu zasáhnout či nikoliv (zbytečný zásah do procesu může více uškodit, než naopak stabilizovat a zrobusnit proces). Rizika zásahu do procesu je nutné zvládnout v závislosti dvou zdrojů kolísání - náhodné příčiny a zvláštní příčiny [7].

Pokud je jediným zdrojem kolísání náhodná příčina, proces můžeme prohlásit za statisticky zvládnutý. Statistická regulace mimo jiné pomáhá vyhodnotit, jsou-li v procesu přítomny zvláštní příčiny kolísání, také eliminuje falešná hlášení [7].

System regulace procesu se stává nápomocným pouze tehdy, pokud se nevyhodnocuje jednorázově, ale je v procesu pevně zaveden a neustále sledován a vyhodnocován.

2.5.2 Způsobilost versus výkonnost

U způsobilosti procesu, uvažujeme dva termíny:

Způsobilost procesu

- je určena kolísáním, které je způsobeno pouze náhodnými příčinami. Tento stav se projevuje, pokud proces operuje ve statisticky zvládnutém stavu bez ohledu na specifikované požadavky. Zákazníci se spíše koncentrují na výkonnost procesu [7].

Výkonnost procesu

- je celkový výstup a jak souhlasí s požadavky, které byly definovány při schvalování výrobku, počítá s celkovou variabilitou [7].

Je důležité, aby na počátku byl proces uveden do statisticky stabilního stavu, čehož je možné dosáhnout detekcí a následnou eliminací příčin kolísání. Poté je možné tvrdit, že výkonnost procesu je předvídatelná a může se odhadnout způsobilost plnit požadavky zákazníka. Každý proces může být klasifikován z hlediska způsobilosti a zvládnutí. Za

statisticky zvládnutý stav je považován takový, kde je vyloučen vliv vymežitelných příčin a vznikají zde pouze variability, které jsou vyvolány náhodnými příčinami [7].

Tabulka 2: Možné případy statistických stavů v porovnání se způsobilostmi

	Stav statisticky zvládnutý	Stav statisticky nezvládnutý
Přijatelná způsobilost	Případ 1	Případ 3
Nepřijatelná způsobilost	Případ 2	Případ 4

Zdroj: vlastní

Přijatelný proces je ten, který je ve statisticky zvládnutém stavu a jeho kolísání vyvolané náhodnými příčinami probíhá v užším poli než je toleranční pole specifikací.

Případ 1 je ideálním stavem, proces je statisticky zvládnutý a zároveň je schopen plnit požadavky zákazníka.

Případ 2 je stav statisticky zvládnutý, ale je zde příliš velké náhodné kolísání, které musí být sníženo.

Případ 3 splňuje požadavky na technickou specifikaci, ale není statisticky zvládnut, musí být označeny a odstraněny zvláštní příčiny.

Případ 4 není ani statisticky zvládnutý ani přijatelný z hlediska způsobilosti. Oba typy kolísání musí být sníženy.

2.5.3 Ukazatelé procesu

Všeobecně přijatá praxe v automotive průmyslu je počítat způsobilosti pouze, pokud bylo dokázáno, že proces je ve statisticky zvládnutém stavu. Tyto výsledky může společnost využít k hodnocení výkonnosti procesu. Pro společnost není přínosem dělat předpovědi založené na datech, která byla získána z nestabilního procesu [7].

Existují dvě kategorie rozdělení ukazatelů procesu:

- ukazatele, které jsou počítány pomocí odhadů kolísání uvnitř podskupin,

- ukazatele, které jsou počítány pomocí odhadů celkového kolísání po odhadu daného indexu.

Více ukazatelů bylo zavedeno z důvodu, že neexistuje jediný ukazatel, kterým se dají vyhodnotit všechny procesy nebo proto, že žádný proces nemůže být popsán pouze jediným ukazatelem.

2.5.4 Způsobilosti procesu C_p , C_{pk} a P_p , P_{pk}

Základní myšlenkou, na níž stojí definice ukazatelů způsobilosti a výkonnosti, je poměr mezi rozpětím horní a dolní mezní hodnoty tj. USL a LSL a přirozenou variabilitou výrobního procesu, tedy sledovaného jakostního znaku. Přirozená variabilita se uvažuje jako šestinásobek odpovídající směrodatné odchylky, která je u normálního rozdělení též mírou úrovně variability jakostního znaku. Pokud se tato směrodatná odchylka vztahuje k úrovni inherentní variability, jedná se o ukazatele procesu C_p , když se uvažovaná směrodatná odchylka vztahuje k celkové variabilitě procesu, jedná se o ukazatele výkonnosti P_p [9].

Směrodatná odchylka pro ukazatel C_p (2.1) se spočítá:

$$\sigma_c = \frac{R}{D_2} \quad (2.1)$$

Směrodatná odchylka pro P_p (2.2) je pak stanovena vzorcem:

$$\sigma_{tot} = \left[\frac{1}{kn - 1} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i) \right]^2 \quad (2.2)$$

C_{pk} neměří ani nepočítá parametry procesu jako, jsou nastavené tlaky, teploty atd. Slouží pro kritické znaky výrobku.

C_p je ukazatel způsobilosti, který porovnává způsobilost procesu s maximálním možným kolísáním procesu daným tolerančním polem. Tento ukazatel vyjadřuje míru toho, jak

dobře proces splňuje požadavek na variabilitu [9]. Ukazatel C_p (2.3) se zjistí pomocí vzorce:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_c} = \frac{USL - LSL}{6(\bar{R}/d_2)} \quad (2.3)$$

Tento ukazatel není ovlivňován polohou procesu. Lze jej počítat pouze v případě předpisu obou mezních hodnot.

C_{pk} je rovněž ukazatel způsobilosti procesu, který přihlíží i k poloze procesu. V případě předpisu oboustranných mezních hodnot je C_{pk} vždy nejvýše rovno C_p , platí, že $C_p \geq C_{pk}$. Rovnost nastává pouze u centrovaného procesu. Ukazatel C_{pk} se získá jako menší hodnota z hodnot CPU (2.4), způsobilosti k horní toleranci a CPL (2.5), způsobilosti k dolní toleranci [9], kde:

$$CPU = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_c} = \frac{USL - \bar{X}}{3(\bar{R}/d_2)} \quad (2.4)$$

$$CPL = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_c} = \frac{\bar{X} - LSL}{3(\bar{R}/d_2)} \quad (2.5)$$

Ukazatele C_{pk} a C_p se mají vyhodnocovat a analyzovat vždy současně. Hodnota ukazatele C_p větší než hodnota C_{pk} ukazuje příležitost ke zlepšení centrování procesu [9].

P_p je ukazatel výkonnosti procesu (2.6). Porovnává výkon procesu s maximálním dovoleným kolísáním daným tolerančním polem. Tento ukazatel vyjadřuje míru toho, jak dobře proces splňuje požadavek na kolísání procesu. Ukazatel P_p se zjistí pomocí vzorce:

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_{tot}} \quad (2.6)$$

Hodnota P_p není ovlivněna polohou procesu.

P_{pk} je rovněž ukazatel výkonnosti procesu, který přihlíží i k poloze procesu. V případě předpisu oboustranných mezních hodnot je P_{pk} nejvýše rovno P_p , tedy platí, že $P_{pk} \leq P_p$.

P_{pk} se získá jako menší hodnota z hodnot PPU (2.7), výkon k horní toleranci a PPL (2.8), výkon k dolní toleranci, kde:

$$PPU = \frac{USL - \bar{\bar{X}}}{3\sigma_{tot}} \quad (2.7)$$

$$PPL = \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3\sigma_{tot}} \quad (2.8)$$

Ukazatele P_p a P_{pk} se mají vyhodnocovat a analyzovat opět současně. Větší hodnota ukazatele P_p než je hodnota ukazatele P_{pk} ukazuje příležitost ke zlepšení centrování procesu [9].

Pro statisticky zvládnutý proces je hodnota způsobilosti procesu velmi blízká hodnotě jeho výkonnosti. Velký rozdíl mezi ukazateli C a P ukazuje na přítomnost zvláštních příčin.

2.5.5 Případ jednostranných mezí

V praxi se mohou objevit i znaky kvality, které nemají stanovené horní a dolní meze, ale mají pouze jednu. Obvykle je jedna z hodnot nahrazena přirozenou hranicí např. nulou, nebo je stanovené pouze minimum např. pevnostní zkoušky. V těchto případech nemá smysl vypočítávat ukazatele C_p a P_p , protože tyto ukazatele vyžadují zadání obou mezních hodnot a pokud by se jedna z mezních hodnot nahradila přirozenou mezí, může vzniknout jistá nelogičnost [9].

Znak kvality s jednostrannou mezí lze vyhodnotit pomocí ukazatelů C_{pk} či P_{pk} . Pokud je zadána pouze horní mez USL lze použít část z ukazatele C_{pk} či P_{pk} , a to zlomek obsahující pouze USL pro C_{pk} (2.4), resp. USL pro P_{pk} (2.7)

V případě pouze dolní meze LSL se využije druhý zlomek z definicí C_{pk} (2.5) či P_{pk} (2.8).

Je nutno zdůraznit, že výše uvedené definice obou ukazatelů jsou postaveny na předpokladu normality dat. Tyto ukazatele nemohou být použity pro hodnocení způsobilosti a výkonnosti procesu u těch znaků kvality, které nemohou být popsány normálním rozdělením. V těchto případech se musí použít jiná charakteristika přirozené variability v chování znaku kvality než je šestinásobek směrodatné odchylky [9].

I při výpočtu jednostranných mezí stále platí předpoklad splnění normality dat, což právě v případě jednostranných případů nemusí být vždy splněno. V těchto případech je nutno hodnotit způsobilost či výkonnost použitím jiných vzorců pro C_{pk} a P_{pk} , které vycházejí z jiných modelů pro popis chování jakostního znaku (např. logaritmickeo-normální či Weibullovo rozdělení pravděpodobnosti) [9].

2.5.6 Nenormálně rozdělená data

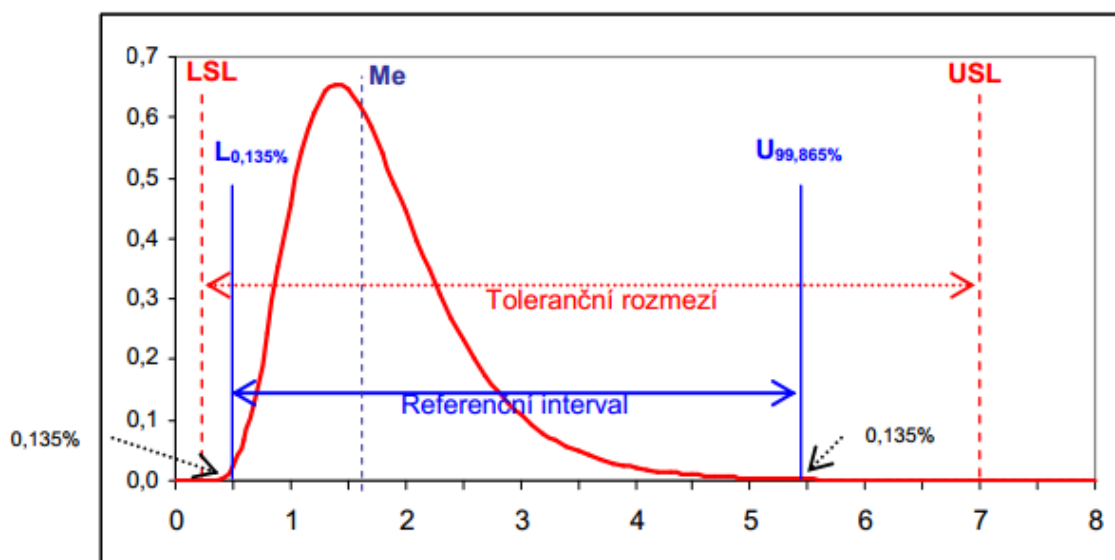
Jak již bylo zmíněno, v některých případech se nedá sledovaný znak jakosti popsat normálním rozdělením. Při vyhodnocování těchto znaků se dají použít jiné modely, jako je například logaritmickeo-normální rozdělení či Weibullovo rozdělení. Je nutné si ale ověřit, že daný typ rozdělení pravděpodobnosti se u daného znaku objevuje stále, a je charakteristickým rysem jeho chování [8].

V případě nenormálně rozdělených dat ukazatele C_p a C_{pk} ztrácejí smysl. Je to způsobeno tím, že tyto ukazatele využívají směrodatnou odchylku inherentní variability. I když data budou sbírána ve formě podskupin, odhady směrodatné odchylky v rámci podskupin založené na R či s ztrácejí u nenormálního rozdělení smysl, protože směrodatná odchylka u těchto nenormálních rozdělení nemá tu vlastnost, jako směrodatná odchylka u normálního rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$, tedy že interval $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$ délky 6σ pokrývá hodnoty normálně rozdělené náhodné veličiny s pravděpodobností 0,9973. Tento interval musí být u nenormálních rozdělení nahrazen něčím jiným, například pomocí kvantilového rozpětí [8].

$$U_{0,99865} - L_{0,00135} \quad (2.9)$$

kde $U_{0,99865}$ je horní kvantil a $L_{0,00135}$ je dolní kvantil odvozený od rozdělení pravděpodobnosti nenormálního znaku jakosti. Toto rozpětí pokrývá podíl 0,9973 všech potenciálních jednotek nenormálně rozděleného souboru stejným způsobem jako interval 6σ u normálního rozdělení. Kvantily se rozumí čísla, která dělí soubor seřazených hodnot na několik zhruba stejně velkých částí. Kvantil je tedy míra polohy rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny [8].

Na následujícím grafu je znázorněn odpovídající referenční interval $U_{99,865\%} - L_{0,135\%}$, kde se pod dolní hodnotou kvantilu očekává 0,135% všech možných jednotek, stejně jako nad horní hodnotou kvantilu.



Obrázek 10: Odvození ukazatele výkonnosti pro nenormálně rozdělený znak jakosti

Zdroj: MICHÁLEK, J. [8]

Poté je ukazatel výkonnosti P_p (2.10) definován:

$$P_p = \frac{USL - LSL}{U_{0,99865} - L_{0,00135}} \quad (2.10)$$

Obdobným způsobem je definován ukazatel P_{pk} (2.11):

$$P_{pk} = \min \left(\frac{USL - Me}{U_{0,99865} - Me} \mid \frac{Me - LSL}{Me - L_{0,00135}} \right) \quad (2.11)$$

kde Me je medián neboli padesátiprocentní kvantil. Dalším krokem je získání odhadů kvantilů $\hat{L}_{0,00135}$, $\hat{U}_{0,99865}$, $\widehat{Me}_{0,5}$, což může být velký problém, protože uspořádání dat do podskupiny nehraje žádnou roli, všechna data je nutné uspořádat podle velikosti pro získání odhadů výše uvažovaných odhadů. Jelikož odhady odpovídajících kvantilů budou buď k hodně velkému, nebo malému procentu velmi nestabilní, je vhodnější z dat nejprve odhadnout rozdělení a jeho parametry a teprve poté dělat odhady kvantilů, například pomocí softwaru Minitab 16 [8].

Pokud je znám odhad kvantilů, může se přikročit k odhadu ukazatelů výkonnosti (2.12), (2.13), (2.14), (2.15):

$$\hat{P}_p = \frac{USL - LSL}{\hat{U}_{0,99865} - \hat{L}_{0,00135}} \quad (2.12)$$

$$\hat{P}_{pkU} = \frac{USL - \widehat{Me}}{\hat{U}_{0,99865} - \widehat{Me}} \quad (2.13)$$

$$\hat{P}_{pkL} = \frac{\widehat{Me} - LSL}{\hat{L}_{0,00135} - \widehat{Me}} \quad (2.14)$$

$$\hat{P}_{pk} = \min(\hat{P}_{pkU}, \hat{P}_{pkL}) \quad (2.15)$$

Jinou možností, jak vyhodnotit nenormálně rozdělená data, je jejich transformací. Současně s transformací vstupních dat se provede i transformace specifikačních mezí a výkonnost procesu se vyhodnocuje pomocí nových dat a tvarů ukazatelů založených na normalitě. Ani v tomto případě nemají smysl ukazatele způsobilosti C_p a C_{pk} , protože transformací dat se obvykle naruší zachování shodnosti úrovně inherentní variability uvnitř podskupin, která je zaručena zvládnutím procesu, jeho stabilitou. V praxi, kde je nutné

ukazatel C_{pk} deklarovat vůči zákazníkovi, je v případě nenormálních dat C_{pk} z dat transformovaných jediný logický postup [8].

Transformace, které se v praxi nejčastěji používají, jsou silně nelineární (např. Box-Coxova transformace, Johnsonova třída transformací, Pearsonovy křivky). Hodnocení způsobilosti na základě podskupin by mělo smysl jedině tehdy, kdyby transformované podskupiny opět vykazovaly rovnost úrovně variability, což je možné ověřit aplikací některých z testů na rovnost rozptylů, jako je například Bartlettův či Leveneův test. Tento případ přichází v úvahu obecně snad pouze u Box-Coxovy transformace (2.16), (2.17), která je poměrně jednoduchá [8]:

$$T(x) = \frac{x^\lambda - 1}{\lambda} \quad \text{pro } \lambda \in (-5;5), \lambda \neq 0 \quad (2.16)$$

$$T(x) = \ln x^\lambda \quad \text{pro } \lambda = 0. \quad (2.17)$$

Může nastat situace, že vhodná transformace dat není nalezena a data odolávají normalitě i nadále. V tomto případě byla data nejspíše sebrána z různých zdrojů či při měnících se podmínkách v procesu nebo byla nějak upravována či cenzurována. Přítomnost různých zdrojů či měnících se podmínek vede obvykle ke směsím normálních rozdělení, které mohou či nemusí být rozložitelné na jednotlivé podsoubory dat, které lze již normálním rozdělením popsat. Jedná se o tzv. stratifikaci dat [8].

2.6 MSA analýza

MSA (z anglického Measurement System Analysis, dále jen MSA), česky analýza systému měření, je statistická metoda, která pomáhá zjistit, zda se dá naměřeným hodnotám uvěřit a zda nejsou zkreslené systémem měření.

Praktické využití MSA analýzy je v TRW běžnou věcí. V této práci bude tato analýza prezentována při ověřování nového měřicího prkna, na kterém se měří délka pásu. Je nutné zmínit, že jednotlivé produkty se liší i tím, co mají na "konci" pásu. Pás může být

zakončen kotevním držákem, západkou a případně i kolíčkem. Cílem bylo, aby prkno zvládalo všechny kombinace.

2.6.1 Popis postupu při MSA analýze

a) Sběr dat

Ke sběru dat je nutné mít samotné měřidlo, kterým se vyhodnocuje měření, 10 kusů měřeného produktu a například 3 odhadce, nejlépe operátory výroby, kteří pak dané měření budou provádět denně. Každý operátor změří na daném měřícím přípravku všech 10 kusů a to tak, že každý kus změří 3x.

b) Vyhodnocení dat

Tabulka 3: Sběr dat pro MSA analýzu

Appraiser Name	Measur. Number	Measuring Part Number										Measuring Average	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Appraiser 1	1												
	2												
	3												
Average													$\bar{X}_a =$
Range													$\bar{R}_a =$
Appraiser 2	1												
	2												
	3												
Average													$\bar{X}_b =$
Range													$\bar{R}_b =$
Appraiser 3	1												
	2												
	3												
Average													$\bar{X}_c =$
Range													$\bar{R}_c =$
Average Measuring Part													$\bar{\bar{X}} =$

Zdroj: TRW Stará Boleslav

Do vzorové tabulky (viz tabulka č.2) inženýr kvality zaneše naměřené hodnoty.

První vzorec použitý pro výpočet MSA je aritmetický průměr (2.18). Jedná se o průměr všech hodnot ve statistickém souboru.

$$\bar{x}_{(a,b,c)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.18)$$

Další potřebný vzorec je variační rozpětí (2.19), které vyjadřuje míru variability statistického souboru. Jednodušeji vyjadřuje rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotou.

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (2.19)$$

Poté je třeba zjistit totální průměr (2.20), který odhadci naměřili.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x}_i \quad (2.20)$$

Další výpočet vyhodnotí průměr z rozpětí (2.21) u jednotlivých odhadců u všech měřených kusů.

$$\bar{R}_{(a,b,c)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (2.21)$$

Poté je třeba získat celkové průměrné rozpětí (2.22) získané z rozpětí měření jednotlivých operátorů.

$$\bar{R} = \frac{\bar{R}_a + \bar{R}_b + \bar{R}_c}{\text{Počet odhadců}} \quad (2.22)$$

Další důležitou hodnotou je maximální průměrný rozsah měřených částí. Jedná se o hodnotu, která vznikne tak, že poté, co každý odhadce změří tentýž kus třikrát, těchto devět hodnot se zprůměruje. Jedná se tedy obdobně jako u variačního rozptylu o rozdíl maximální a minimální změřené hodnoty.

Prakticky stejně se postupuje pro hodnotu \bar{X}_{DIFF} , což je opět rozdíl mezi maximem a minimem, v tomto případě průměrů $\bar{x}_{(a,b,c)}$.

Následujícími výpočty se stanoví horní kontrolní mez (2.23), nejprve pro rozpětí.

$$UCL_R = \bar{\bar{R}} * D_4 \quad (2.23)$$

kde D_4 je hodnota braná z tabulek.

Pro dolní kontrolní mez (2.24) pak platí

$$LCL_R = \bar{\bar{R}} * D_3 \quad (2.24)$$

kde hodnota D_3 je taktéž tabulková.

Nyní je třeba stanovit dolní a horní kontrolní mez pro rozměry měřené veličiny. Zde je také centrální přímka (2.25), což je v podstatě celkový průměr.

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \quad (2.25)$$

Pro horní (2.26), respektive dolní (2.27) kontrolní meze pak platí:


$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{\bar{R}} \quad (2.26)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{\bar{R}} \quad (2.27)$$

kde A_2 je hodnota získaná z tabulek.

Po vypočtení všech výše zmíněných hodnot, je nutné se přesunout do další tabulky (tabulka 4), která již slouží jako vyhodnocení a právě z této tabulky může inženýr kvality dělat závěry a na základě těchto výsledků může navrhnout opatření a změny.

Tabulka 4: MSA analýza, šablona

 R&R Study of the Measuring System - Measuring System Analysis	
OSS Automotive Stará Boleslav	
Part Number:	Device Name:
Part Name:	Device ID#:
Car Type:	Measuring Range:
Specification:	Tolerance Width:
Number of Parts:	Number of Measurements:
	Report Number:
	Date:
	Author:
	Number of Operators:

Measurement Unit Analysis	% Total Variation (TV) % Tolerance/6	
Repeatability-Equipment Variation (EV)	EV =	%EV =
Reproducibility-Appraiser Variation (AV)	AV =	%AV =
Repeatability & Reproducibility (R&R)	R&R =	%R&R =
Part Variation (PV)	PV =	%PV =
Total Variation (TV)	TV =	T =
	Tolerance / 6 ndc = 1.41(PV/R&R)	ndc =

Zdroj: TRW Stará Boleslav

Tři hodnoty ze záhlaví se aktivně využijí při vzorečkách. Jedná se o number of parts (počet dílů) neboli n , number of measurement (počet měření) a tolerance width (šířka tolerance).

Prvním výpočtem je opakovatelnost a variace měřidla (dále jen EV) (2.28)

$$EV = \bar{R} * K_1 \quad (2.28)$$

kde K_1 je tabulková hodnota, dle počtu měření je určena daná hodnota.

Dále je nutné vypočítat variaci a schopnost opakovat měření u odhadců (dále jen AV) (2.29)

$$AV = \sqrt{\{(X_{DIFF} * K_2)^2 - (EV^2/nr)\}} \quad (2.29)$$

kde K_2 je tabulková hodnota, nr je součin počtu měřených kusů s počtem měření.

Poté následuje výpočet opakovatelnosti a reprodukovatelnosti procesu (dále jen R&R), který se skládá z EV a AV.

$$R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)} \quad (2.30)$$

K dalšímu postupu je nutné vypočítat variaci mezi jednotlivými měřeními díly (PV) (2.31)

$$PV = R_p * K_3 \quad (2.31)$$

kde K_3 je opět hodnota získaná z tabulek.

Dále je nutné vypočítat celkovou variaci (TV) (2.32), která se skládá jak z opakovatelnosti a reprodukovatelnosti procesu, myšleno odhadce a měřidla, tak z variací jednotlivých dílů.

$$TV = \sqrt{(R\&R^2 + PV^2)} \quad (2.32)$$

Výsledek MSA analýzy se uvádí v procentech a vyhodnocují se dva parametry.

Prvním parametrem je opakovatelnost a reprodukovatelnost, neboli vyhodnocení tolerancí. Je to parametr založený na hodnotách kontrolních mezí. Pokud je výsledek menší než 10%, je systém měření přijat a vyhodnocen jako způsobilý. Pokud se hodnota pohybuje v rozmezí od 10% do 30%, systém může být přijat a může být vyhodnocen jako způsobilý, avšak je zde prostor pro zlepšení. Hodnoty vyšší než 30% jsou považovány za nezpůsobilé a proces měření se musí podrobit zlepšování.

Druhým parametrem je vyhodnocení celkového procesu. Je to parametr založený na směrodatné odchylce a stejně jako u předchozího parametru se vyhodnocuje v procentech se stejnými závěry, do 10% způsobilý, od 10% do 30% potenciálně způsobilý s možností zlepšení a nad 30% nezpůsobilý s nutností nápravných akcí (Tabulka 5).

Tabulka 5: Vyhodnocování MSA analýz

	Vyhodnocení tolerancí	Vyhodnocení procesu
0 % < % R&R	Způsobilý	Způsobilý
10 % < % R&R	Potencionálně způsobilý	Potencionálně způsobilý
30 % < % R&R	Nezpůsobilý	Nezpůsobilý

Zdroj: vlastní

3. TRW Carr, Stará Boleslav

TRW je původem americká firma založena v roce 1901. TRW Automotive se svými 70 000 zaměstnanci a 200 závody po celém světě patří mezi přední světové výrobce a dodavatele dílů pro automobilový průmysl.

Závod ve Staré Boleslavi patří mezi světové výrobce bezpečnostních pásů, je dodavatelem špičkových výrobků pro významné světové výrobce osobních automobilů, autobusů i dodavatele montážních skupin autosedaček. Kromě bezpečnostních pásů se zde vyrábí i zámky bezpečnostních pásů a systém nastavení polohy bezpečnostního pásu ve sloupku vozidla.

TRW Stará Boleslav patří do skupiny Occupant Safety System, která sdružuje pobočky TRW vyrábějící bezpečnostní prvky do automobilů. Mateřskou společností pro pobočku ve Staré Boleslavi je německá pobočka v Alfdorfu, kde probíhá i vývoj nových technologií. TRW Stará Boleslav je pouze montážní závod. Centrála pro všechny TRW je pak v americké Livonii ve státě Michigan.

TRW Stará Boleslav podléhá mnoha normám, pro téma této práce jsou však nejpodstatnější normy ISO 9001, ISO 14001 (ekologie), ISO 18001 (bezpečnost práce) ISO 16949:2008, VDA 1 - VDA 16.

3.1 Organizační struktura v TRW Carr, Stará Boleslav

Od roku 2008 v TRW Stará Boleslav fungují tzv. Business Units (dále jen BU). V praxi to znamená, že celá firma je rozdělena na čtyři výrobní moduly: zámky (linky s označením písmene Z), navijáky (linky s označením písmene N), pásové linky (linky s označením písmenem P) a ACR (linky označené zkratkou ACR). Každá BU má svého manažera, plánovače výroby, kvalitáře, technology, údržbáře, supervizora, vedoucí směny, dílenské kontroly, opraváře, atd.

3.2 Produkty

Produkty, které se v současné době vyrábí v TRW Stará Boleslav, budou zmíněny v následující podkapitole.

3.2.1 Zámky + Horní nastavení

Zámekem je myšleno zařízení, do kterého se zamyká pomocí západky bezpečnosti pás ve vozidle. V TRW Stará Boleslav se vyrábí všechny typy zámků od těch nejjednodušších, přes dvojité (zadní střední a krajní připojený k sobě) až po komplikované s kabelem propojení do systému vozu (indikátor, jestli je pás zapnutý nebo ne).

3.2.2 Navijáky (3.5; 4.0; SLL; FS1; SLL2)

Naviják je srdcem celého pásového bezpečnostního systému. N linky jsou z pohledu výroby nejdůležitější a zároveň nejsložitější. Názvy navijáku uvedené v závorce u názvu této podkapitoly jsou modelové řady. Navijáky 3.5 jsou nejstaršími ve společnosti a projekty, které je obsahují, již postupně končí. Naopak navijáky s názvem 4.0 jsou modelovou řadou, která je využívána ve velkém, SLL a SLL2 jsou nadstavby do designu 4.0. Pro tuto práci je nejdůležitější navijáková řada FS1 (z anglického Floating Spool, česky plovoucí cívky, dále jen FS1). FS1 je zcela nový typ navijáku, který se v TRW Stará Boleslav vyrábí jako první na světě, do budoucna tento typ navijáku budou vyrábět také TRW Mexico a TRW Čína. Prvními zákazníky, kteří tento produkt odebírají, jsou Renault a VW Group (Škoda, VW, AUDI).

3.2.3 Pásové linky

Pásové linky jsou místem, kde se na již hotový naviják pouze dodávají doplňující komponenty (pás, knoflíky, klip, západka, průvlak) dle potřeb zákazníka.

3.2.4 ACR

ACR technologie (Active Control Retractor) je prémiový produkt vyráběný v TRW Stará Boleslav. Rozdíl ve výrobě od klasických navijáků je v tom, že se na naviják přidává ještě motor a ECU jednotka (vlastní jednotka s procesorem a programem). V praxi to znamená, že ECU jednotka pásu je přímo napojená na řídicí jednotku automobilu a vyhodnocuje situaci při řízení. Například při prudkém zabočení dojde k tomu, že pás aktivně reaguje a pomocí motoru "zatáhne" pasažéra více do sedačky, pasažér je pak připevněn k sedačce a nehrozí mu, že by "létal" po autě. Je to komfortní systém, který využívají pouze prémioví zákazníci jako Jaguar, Daimler, Audi, BMW a nově již některé modely od VW. Do programu pásové ECU jednotky si pak zákazník může naprogramovat prakticky cokoliv. Například pokud bude mít auto ve výbavě kameru, která bude snímat hlavu řidiče a zaznamená, že řidič usíná (sklápí hlavu, zavírá oči), řídicí jednotka automobilu dá pokyn ECU jednotce pásu aby 10x zaškrabala pásem a tím řidiče probudila.

3.3 Oddělení kvality

Oddělení kvality v TRW Stará Boleslav se dělí na několik menších oddělení, přičemž každé je specializované na určitou část kvality. Všechna oddělení poté spadají pod jednoho manažera kvality, který je zaštiťuje a řídí.

3.3.1 Předsériová kvalita

Předsériová kvalita má na starosti vzorkování zákazníků. Zjišťuje od zákazníka informace o tom, jaké chce balení, jakou dokumentaci chce zasílat společně s výrobkem a zajišťuje vzorkování zákazníků.

3.3.2 SQA

SQA (Supplier Quality Assurance, dále jen SQA) neboli česky dodavatelská kvalita hlídá kvalitu dodavatelů. Pokud se najde ve výrobě neshodný komponent, který již takto vstoupil do TRW Stará Boleslav, je to právě SQA, kdo daný neshodný komponent reklamuje

dodavateli. Dále se SQA zabývá například auditováním dodavatelů a hlídáním vstupních komponentů a jejich stavu na skladě, což zařizuje pododdělení SQA, které se nazývá vstupní kontrola.

3.3.3 Interní kvalita

Ve firmě TRW inženýr interní kvality zajišťuje kvalitu procesů, ověřuje proškolení lidí na linkách, společně s technologi v týmu analyzuje neshodné díly, vyhodnocuje způsobilosti procesů, upozorňuje na rizika a slabá místa v procesu, zavádí SPC karty (pojem bude vysvětlen v kapitole 4.2), vede 8D analýzy, přejímá nové nebo upravené stroje či linky, které následně uvolňuje do výroby. Dále kontroluje správnost a aktuálnost dokumentace na linkách. V TRW je zavedena metoda 11 barev, každá barva má své vlastní instrukce. Při nalezení neshody na komponentu řeší s SQA současně třídění či zablokování komponentu a jeho následnou reklamaci dodavateli. Jako podporu má interní inženýr kvality celkem tři podřízené pracovníky dílenské kontroly, pro každou směnu jednoho.

Činnosti, které vykonává inženýr kvality se dají rozdělit na činnosti, které dělá s týmem a činnosti, které vykonává sám a posléze v případě nějakého zjištění informuje tým o svých nálezech. V dalších kapitolách budou tyto činnosti chronologicky popsány.

3.3.4 Duální kontrola

Duální kontrola funguje jako substitute zákazníka. U vybraných produktů či u nových projektů management nařídí duální kontrolu, která kontroluje klíčové charakteristiky finálního produktu. Kontroluje jak funkční, tak vizuální charakteristiky a v případě neshody "reklamuje dodavateli", čili dané BU.

3.3.5 Zákaznická kvalita

Zákaznické oddělení má na starosti péči o zákazníka. Jedná se o spojovací článek mezi zákazníkem a interní kvalitou a danou BU, především o komunikaci v případě reklamací. Zákaznický servis informuje interní kvalitu o obdržené reklamaci, v případě, že zákazník

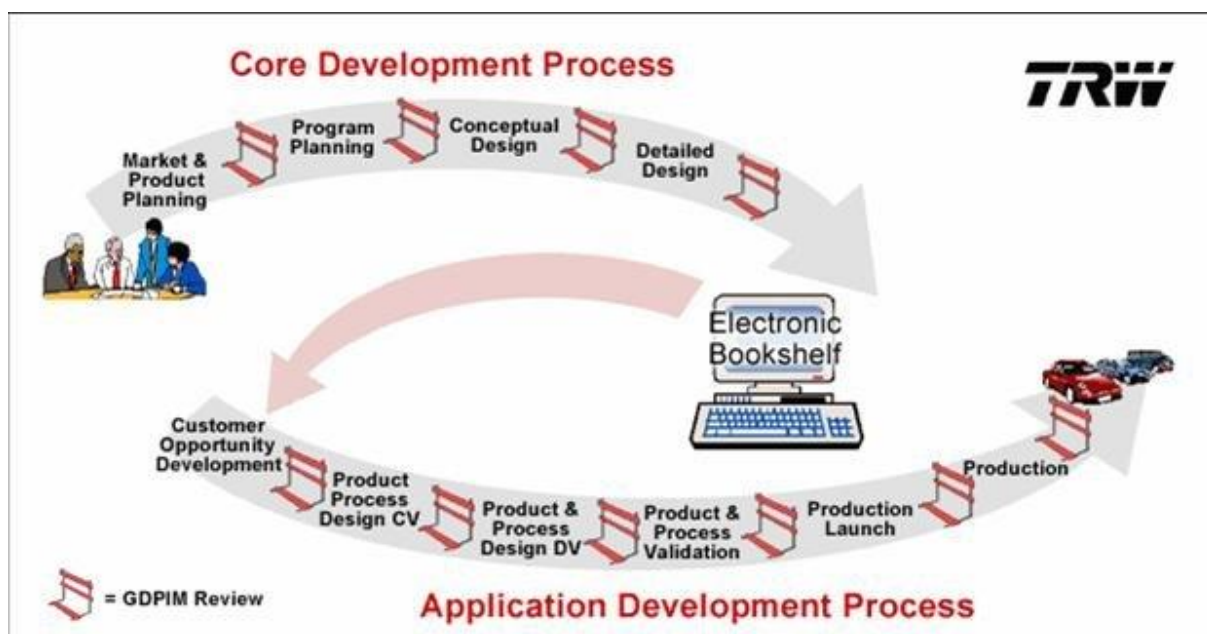
zašle díl na analýzu, předá díl dané BU a následně informuje zákazníka o výsledcích zjištěných z analýz.

3.3.6 Laboratoř

Laboratoř má na starosti různé typy měření. Jedná se například o environmentální testy, endurance testy či náměry jednotlivých komponent. Pracovníci laboratoře mají k dispozici přístroje k měření a testování všech důležitých parametrů produktu.

3.4 Standardní TRW postup

Při zavádění nových technologií s novým produktem se TRW řídí tzv. GDPIM (Global Development and Product Introduction Process) (viz. obr. č. 8).



Obrázek 11: Etapy GDPIM v TRW

Zdroj: TRW Stará Boleslav

Pro tuto práci a pro uvolnění linky z pohledu interního inženýra kvality začíná být proces GDPIM důležitý až od Product process desing CV. Do všech předchozích inženýr kvality nijak nezasahuje a nemá na ně žádný vliv.

3.4.1 Product process design CV

V této fázi se ověřuje stav a kvalita komponentů od dodavatelů, v některých případech i subdodavatelů. Po ukončení této fáze by teoreticky nemělo docházet k žádným změnám parametrů a rozměrů jakéhokoliv komponentu vstupujícího do výrobku.

3.4.2 Product process design DV

Tato fáze se zaměřuje na samotný design výrobku, po ukončení této fáze by se již nemělo na podobě a funkci výrobku nic změnit.

3.4.3 Product process design PV

V PV fázi se již vyrábí z komponentů, které pocházejí ze sériového nástroje, tedy nástroje, který bude poté používán při startu sériové výroby. Vyrábí se již na lince připravené k sérii. V této fázi dochází k ověření funkčnosti jak výrobku, tak strojů. Ověřují se způsobilosti, měří se rozměrové i funkční parametry produktu.

3.4.4 Production launch

V TRW takzvané SOP. Jedná se o fázi, kdy se produkt již dodává zákazníkovi, ale ještě pod zvýšeným dohledem jak ze strany zákazníka, tak ze strany TRW. TRW pro tyto případy využívá po dobu 3 měsíců duální kontrolu, která simuluje zákazníka a podrobuje produkt přísnější kontrole.

3.4.5 Production

V této fázi je již produkt plně schválen a výrobní linka uvolněna do série. Vyrábí se v dané kvalitě, v daném množství.

4. Aplikovatelnost nástrojů kvality v procesu uvolnění nové výrobní linky při montáži bezpečnostních pásů

Tato kapitola bude zaměřena hlavně na roli interního procesního inženýra kvality při uvolnění nové linky a nového produktu FS1. Celkový proces uvolnění a činnosti, do kterých interní inženýr kvality nezasahuje, nejsou důležité pro praktickou část této práce, a proto nebudou popisovány nebo budou jen stručně zmíněny. Praktická část bude rozdělena do tří částí a to do části předsériových činností inženýra kvality, kam spadají z GDPIMu fáze od CV až po PV, dále pak činnosti konané v době, kdy se výroba produktu prakticky považuje za sériovou a do úplné série jí chybí pouze schválení zákaznickým auditem a třetí část, která bude obsahovat doporučení pro zlepšení a lepší využití nástrojů.

Pro výrobu nového produktu byly zakoupeny dvě nové výrobní linky, linka navijáková s označením N27 a linka pásová s označením P28, jejíž rozložení je možné vidět v příloze (Příloha A). Obě tyto linky musely projít procesem uvolnění, který probíhal na obou paralelně a identicky. V této práci budou vybrány pouze vzorové ukázky uvolnění, to znamená, že nebudou zobrazeny všechny úpravy v dokumentaci, všechny měřené způsobilosti, MSA analýzy, 8D reporty, budou vybráni pouze zástupci z každé vzniklé situace.

4.1 Předsériové činnosti

V předsériových činnostech vzniká dokumentace k výrobním linkám (FMEA, Control Plan, FO/LO), ověřují se měřidla (MSA analýzy), ověřuje se stabilita a schopnosti procesu pomocí krátkodobých i dlouhodobých způsobilostí, uzavírá se design komponentů, design samotného produktu.

4.1.1 FMEA, Control Plan, FO/LO

Jedním z prvních kroků při uvolnění je vznik řídicího dokumentu FMEA. TRW využívá dva typy dokumentů FMEA. Jedná se o designovou FMEu a o procesní FMEu. Inženýr

interní kvality validuje procesní FMEu společně s technologem, BU manažerem a se specializovaným pracovníkem, který má na starosti pouze dokumentaci FMEA.

FMEA (Příloha B) jako řídicí dokument by měla vzniknout dříve, než se linka i produkt vůbec dostanou do společnosti. Ve FMEA se definuje, které závady jsou kritické a jak které závady detekovat. S tímto připraveným dokumentem se pak jezdí i za dodavateli komponentů či strojů, aby zaznamenali ty body, které jsou pro TRW podstatné a doložili, že jsou schopni komponent či stroj vyrobit v odpovídající kvalitě a dle dodaných specifikací. FMEA, jak už bylo zmíněno v teoretické části, je živým dokumentem, který nikdy není uzavřený. Obzvláště u nového produktu, který se liší od všech doposud vyráběných produktů, se dá očekávat velké množství změn a úprav. Hodně změn je třeba udělat především u RPN čísla u výskytu vady, protože u projektu vznikaly vady, které nebyly předpokládány a známy z jiných již běžících projektů. Na základě norem či požadavků od zákazníka FMEA určuje i tzv. C a S znaky. C (critical, kritické) znamená, že pokud dojde k dané situaci, přestane fungovat kritická část výrobku, jinými slovy při výrobě bezpečnostních pásů hrozí v krajním případě, že pás nezafunguje, jak má a způsobí při nehodě člověku smrt bez varování. Tyto chyby jsou ve FMEA označeny čísly 9 a 10. Chyby s písmenem S (Signifikantní) jsou chyby, které mají také vliv na funkci či vzhled výrobku, ale již není riziko smrti bez varování.

FMEA je výchozím dokumentem pro všechny další dokumenty, jako jsou oficiální pracovní postupy, kontrolní návody, mistake proofing (pojem bude vysvětlen v následujícím odstavci), návody pro údržbu.

Kontrolní plán (Příloha C) je pro inženýra kvality důležitější než samotná FMEA a pracuje s ním mnohem častěji. Z řídicího dokumentu FMEA se sem přenesou věci, které kvality inženýr po poradě s týmem považuje za podstatné a mají přímý vliv na výsledný produkt. Jedná se o věci jak rozměrové, funkční, tak i o nastavovací parametry (tlaky, moment). Tyto vybrané parametry se poté projeví ve třetím dokumentu, nazvaném FO/LO (First off/ Last off) neboli uvolnění prvního a posledního kusu (Příloha D). Tento dokument již vyplňují samotní operátoři pracující na lince a to tak, že při každé zakázce uvolní první a poslední kus. To znamená, že do předem připraveného formuláře zapíše informace, jako jsou použití správných komponentů (operátor odškrtná, že používá správné šrouby, krytky,

plechy atd.), správné nastavení strojních parametrů. Dále potvrzují, že funguje zkouška chybou, tzv. mistake proofing, což znamená, že do linky je záměrně vpuštěn vadný kus označený oranžovou barvou, a tímto kusem se zkouší funkčnost kamer a čidel. Tím, že operátor FO/LO vyplní, deklaruje, že první a poslední kus byly v pořádku. Toto se poté dá využít k ohraničení vzniku problému. Pokud dojde k poruše stroje během zakázky, zpravidla poslední kus vyjde jako špatný a tím se i ohraničí, kolik kusů je třeba překontrolovat.

4.1.2 MSA analýzy

Praktické využití MSA analýzy je v TRW běžnou věcí. V této práci bude tato analýza prezentována při ověřování nového měřicího prkna, na kterém se měří délka pásu, vzdálenost knoflíku, šití záložky. Specifičtěji MSA analýza zobrazená v této práci se bude přímo zaměřovat na vyhodnocování délky pásu. Je důležité zdůraznit, že jednotlivé produkty se liší i tím, co mají na "konci" pásu. Pás může být zakončen kotevním držákem, západkou a případně i kolíčkem. Cílem bylo, aby prkno zvládalo všechny kombinace.

Jak je patrné z výsledků (obr. 15), při prvním ověřování měřidlo neprošlo. Na prvním výsledku měření budou ukázány všechny výstupy, které TRW šablona MSA analýzy umožňuje, při dalších měření bude již pouze výsledek MSA podstatný pro zákazníka, to jest vyhodnocení tolerancí a vyhodnocení procesu.

Appraiser Name	Measur. Number	Measuring Part Number										Measuring Average
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Berger	1	3076	3080	3082	3080	3081	3077	3079	3081	3083	3080	3079,90
	2	3078	3074	3076	3077	3077	3082	3078	3080	3079	3081	3078,20
	3	3082	3082	3080	3079	3082	3079	3081	3079	3080	3078	3080,20
Average		3 078,667	3 078,667	3 079,333	3 078,667	3 080,000	3 079,333	3 079,333	3 080,000	3 080,667	3 079,667	$\bar{X}_a = 3079,43$
Range		6,00	8,00	6,00	3,00	5,00	5,00	3,00	2,00	4,00	3,00	$\bar{R}_a = 4,50$
Prknová	1	3083	3083	3080	3079	3081	3080	3079	3079	3084	3081	3080,90
	2	3081	3078	3078	3083	3083	3084	3078	3076	3081	3078	3080,00
	3	3080	3079	3083	3082	3084	3082	3081	3082	3083	3081	3081,70
Average		3 081,333	3 080,000	3 080,333	3 081,333	3 082,667	3 082,000	3 079,333	3 079,000	3 082,667	3 080,000	$\bar{X}_b = 3080,87$
Range		3,00	5,00	5,00	4,00	3,00	4,00	3,00	6,00	3,00	3,00	$\bar{R}_b = 3,90$
Sabanová	1	3085	3081	3082	3080	3076	3079	3080	3076	3082	3080	3080,10
	2	3083	3082	3080	3076	3083	3085	3081	3085	3084	3078	3081,70
	3	3084	3078	3084	3079	3081	3081	3080	3077	3079	3082	3080,50
Average		3 084,000	3 080,333	3 082,000	3 078,333	3 080,000	3 081,667	3 080,333	3 079,333	3 081,667	3 080,000	$\bar{X}_c = 3080,77$
Range		2,00	4,00	4,00	4,00	7,00	6,00	1,00	9,00	5,00	4,00	$\bar{R}_c = 4,60$
Average Measuring Part		3 081,3	3 079,7	3 080,6	3 079,4	3 080,9	3 081,0	3 079,7	3 079,4	3 081,7	3 079,9	$\bar{X} = 3080,36$

Obrázek 12: Zapsání získaných dat do šablony vytvořené pomocí software MS Office
Zdroj: TRW Stará Boleslav

Maximum Range of Measuring Part Average	$R_p = 2,22$
$\bar{R} = (\bar{R}_a + \bar{R}_b + \bar{R}_c) / \text{Appraiser Number}$	$\bar{R} = 4,33$
$\bar{X}_{DIFF} = \text{Max}(\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c) - \text{Min}(\bar{X}_a, \bar{X}_b, \bar{X}_c)$	$\bar{X}_{DIFF} = 1,43$
$UCL_R = \bar{R} \times D_4$	$UCL_R = 11,18$
$LCL_R = \bar{R} \times D_3$	$LCL_R = 0,00$
$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \times \bar{R}$	$UCL_{\bar{X}} = 3084,79$
$CL_{\bar{X}} = \bar{X}$	$CL_{\bar{X}} = 3080,36$
$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \times \bar{R}$	$LCL_{\bar{X}} = 3075,92$

Obrázek 13: Mezivýpočty při analýze MSA

Zdroj: TRW Stará Boleslav

TRW Carr s.r.o.		R&R Study of the Measuring System - Measuring System Analysis		D
OSS Automotive Stará Boleslav				Sheet: 1/4
Part Number: 34155627A	Device Name: measuring tape	Report Number:		
Part Name: Webbing	Device ID#: OP	Date: 11.6.2013		
Car Type:	Measuring Range: 5000	Author: Klapka & team		
Specification: 3050+50mm	Tolerance Width: 50	Number of Operators: 3		
Number of Parts: 10	Number of Measurements: 3			

Measurement Unit Analysis		% Total Variation (TV) % Tolerance/6		Number of Measurements	K ₁
Repeatability-Equipment Variation (EV) $EV = \bar{R} \times K_1$	EV = 2,5601	$\%EV = 100 \times [EV / TV]$	%EV = 94,20	2	0,8862
		$\%EV = 100 \times [EV / T]$	%EV = 30,72	3	0,5908
				Chosen	0,5908
Reproducibility-Appraiser Variation (AV) $AV = \sqrt{[(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)]}$	AV = 0,5862	$\%AV = 100 \times [AV / TV]$	%AV = 21,57		
		$\%AV = 100 \times [AV / T]$	%AV = 7,03		
Repeatability & Reproducibility (R&R) $R\&R = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$	R&R = 2,6264	$\%R\&R = 100 \times [R\&R / TV]$	%R&R = 96,64		
		$\%R\&R = 100 \times [R\&R / T]$	%R&R = 31,52		
Part Variation (PV) $PV = R_p \times K_3$	PV = 0,6991	$\%PV = 100 \times [PV / TV]$	%PV = 25,72		
		$\%PV = 100 \times [PV / T]$	%PV = 8,39		
Total Variation (TV) $TV = \sqrt{(R\&R^2 + PV^2)}$	TV = 2,7179	$Tolerance / 6$	T = 8,33		
		$ndc = 1.41(PV/R\&R)$	ndc = 0,38		
Process Evaluation %R&R				No. of Operators	K ₂
0 % < % R&R <= 10%	the measured system is acceptable			2	0,7071
10 % < % R&R <= 30%	the measured system may be acceptable			3	0,5231
96,64	the measured system needs improvement			Chosen	0,5231
Tolerance Evaluation %R&R				No. of Parts	K ₃
0 % < % R&R <= 10%	the measured system is acceptable			2	0,7071
10 % < % R&R <= 30%	the measured system may be acceptable			3	0,5231
30 % < % R&R	the measured system needs improvement			4	0,4467
31,52				5	0,4030
				6	0,3742
				7	0,3534
				8	0,3375
				9	0,3249
				10	0,3146
				Chosen	0,3146

Obrázek 14: Analýza MSA, finální část s výsledky

Zdroj: TRW Stará Boleslav

Tabulka 6: Hodnocení prvního měření v MSA analýze

	Vyhodnocení tolerancí	Vyhodnocení procesu
0 % < % R&R		
10 % < % R&R		
30 % < % R&R	31,62	96,64

Zdroj: vlastní

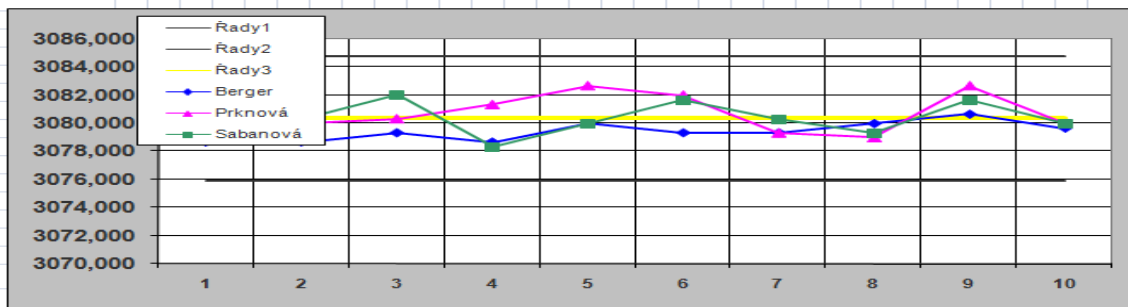
Z výsledkové části MSA analýzy (tabulka 6) je patrné, že nebyla dosažena ani opakovatelnost a reprodukovatelnost měření a ani samotný proces měření nespĺňuje daná kritéria. Jak lze vidět, oba dva výsledky jsou v hodnotách nad 30 %.

R&R Study of the Measuring System - Diagrams

Sheet: 3/4

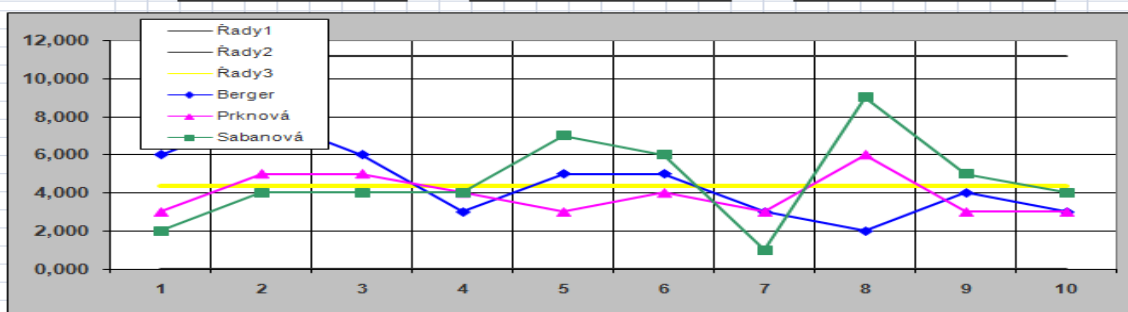
Diagram Parts and Appraisers Average - Diagram X

$\bar{X} = 3080,356$ $UCL = 3084,789$ $LCL = 3075,923$



Repeatability Range Control Chart - Diagram R

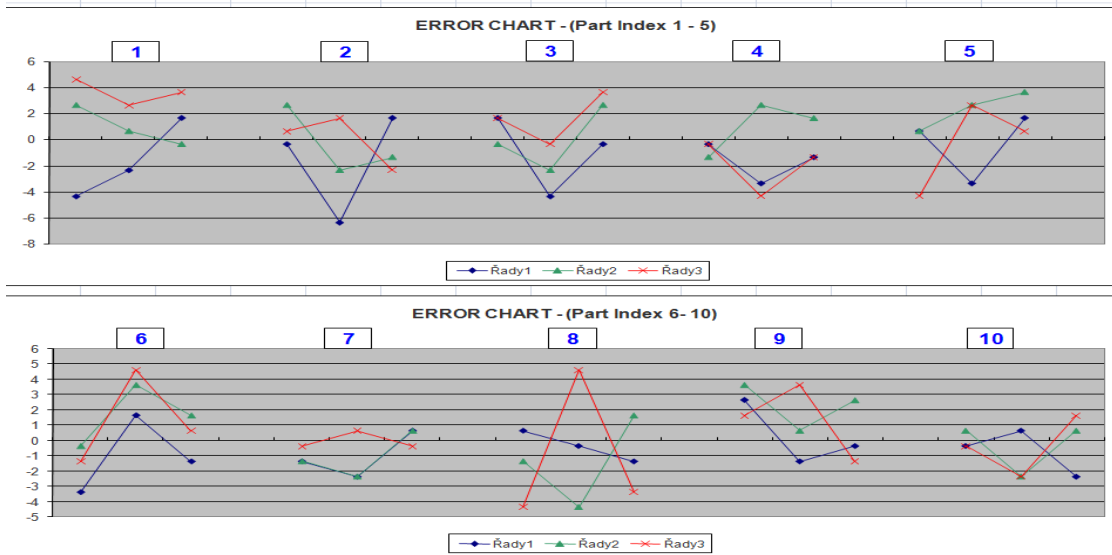
$\bar{R} = 4,333$ $UCL = 11,180$ $LCL = 0,000$



Obrázek 15: Grafické znázornění výsledku MSA analýzy
Zdroj: TRW Stará Boleslav

R&R Study of the Measuring System - Error Charts

Sheet: 4/4



Obrázek 16: Grafické zobrazení rozdílu v jednotlivých měřeních jednotlivých odhadců
Zdroj: TRW Stará Boleslav

Operátorům prkno umožňovalo různé typy založení, nebyla jasně definovaná nulová poloha a proto, každý operátor položil díl na prkno jinak a to i tentýž operátor v rámci jednoho měření. Tyto odchylky následně způsobily, že výsledek MSA byl více než neuspokojivý. Před druhým měřením došlo k úpravě měřicího prkna, a to tak, že byl namontován karuselový zakladač, který pro každý typ pásu (západka, kotevní držák, kolíček) povolil pouze jednu možnost založení bez možnosti odchylky. Dále byla aktualizovaná návodka, jakým způsobem díl na prkno pokládat a odkud kam měřit.

4.1.3 Vyhodnocení druhého měření

Tabulka 7: Hodnocení druhého měření v MSA analýze

	Vyhodnocení tolerancí	Vyhodnocení procesu
0 % < % R&R	8,30	
10 % < % R&R		28,20
30 % < % R&R		

Zdroj: vlastní

Po druhém měření je zřejmé, že došlo k výraznému zlepšení (tabulka 7). Operátoři již naměřili téměř totožné hodnoty, i přesto nevycházely dobře hodnoty Process Evaluation. Tým vyhodnotil, že hodnoty nevycházely z důvodu nízké variability mezi jednotlivými měřeními díly. Pro potvrzení této domněnky se vzaly díly, kde variability mezi jednotlivými díly byly vyšší a tyto hodnoty se opět dosadily do tabulky (tabulka 8).

4.1.4 Vyhodnocení třetího měření

Tabulka 8: Hodnocení třetího měření v MSA analýze

	Vyhodnocení tolerancí	Vyhodnocení procesu
0 % < % R&R	7,56	9,89
10 % < % R&R		
30 % < % R&R		

Zdroj: vlastní

Po zvýšení variability mezi jednotlivými díly se dostáváme k výsledkům, které jsou žádoucí. Prkno prošlo analýzou, je schopné reprodukovat a přesně měřit délku pásu.

4.1.5 Způsobilosti procesu

Při instalaci nového strojního zařízení, se při prvních testovacích výrobcích musí testovat způsobilosti procesu. Pro TRW, stejně tak jako pro jeho zákazníky, je nejpodstatnější údaj C_{pk} . C_{pk} se dle interních směrnic rozděluje na dvě, jedná se o krátkodobou způsobilost, která poslouží k uvolnění strojů a dělá se na 50 po sobě jdoucích kusech a na dlouhodobou způsobilost, která se dělá celkem na 125 kusech po dobu 5 týdnů, čili se naměří 25 kusů týdně. V dlouhodobé způsobilosti by se tedy měl promítnout jak faktor času, tak faktor jiné šarže komponentů od dodavatele, jiné směny, čímž je zohledněna vyšší variabilita. K vyhodnocení způsobilostí využívá společnost TRW Software Minitab ve verzi 16. Třetím typem způsobilosti je atributivní způsobilost, která slouží pro kvalitativní data. Jedná se například o způsobilost kamer a jejich schopnosti detekce neshodných dílů.

Dílenská kontrola naměří kvality inženýrem stanovený parametr a výsledky mu buď v excelu, nebo v papírové podobě předá. Poté následuje analýza, zda jsou data normálně rozdělená. Toto vyhodnocení se provádí pomocí softwaru minitab, kde se využije funkce „normality test“, kde se následně podle hodnoty *P-value* zjistí, zda vyhodnocovaná data vyhovují podmínce normálního rozdělení či nikoliv.

Zákaznické požadavky, pokud není zákazníkem specifikováno jinak, vycházejí z požadavků norem, které se dělí na normy platné pro americký trh a normy platné v evropské unii.

Co se způsobilostí týče, následující tabulka ukazuje přehled požadavků zákazníků na způsobilost, pokud se na jedné výrobní lince potkají dva nebo více zákazníků, vždy se vychází z požadavků toho, který je má přísnější.

Tabulka 9: Požadavky na způsobilost skupiny VW

Index	Krátkodobé C_{pk}	Dlouhodobé C_{pk}
Minimální hodnota	1,67	1,33 z počátku, do budoucna mířící k 1,67
Minimální počet vzorků	50	Minimálně 25 x 5 vzorků z minimálně 20-ti denní produkce

Zdroj: TRW Stará Boleslav

Tabulka 10: Požadavky na způsobilost Renaultu

Index	Krátkodobé C_{pk}	Dlouhodobé C_{pk}
Hodnota pro kritické znaky	2	1,67
Hodnota pro ostatní znaky	1,67	1,33
Minimální počet vzorků	min 30	min 125

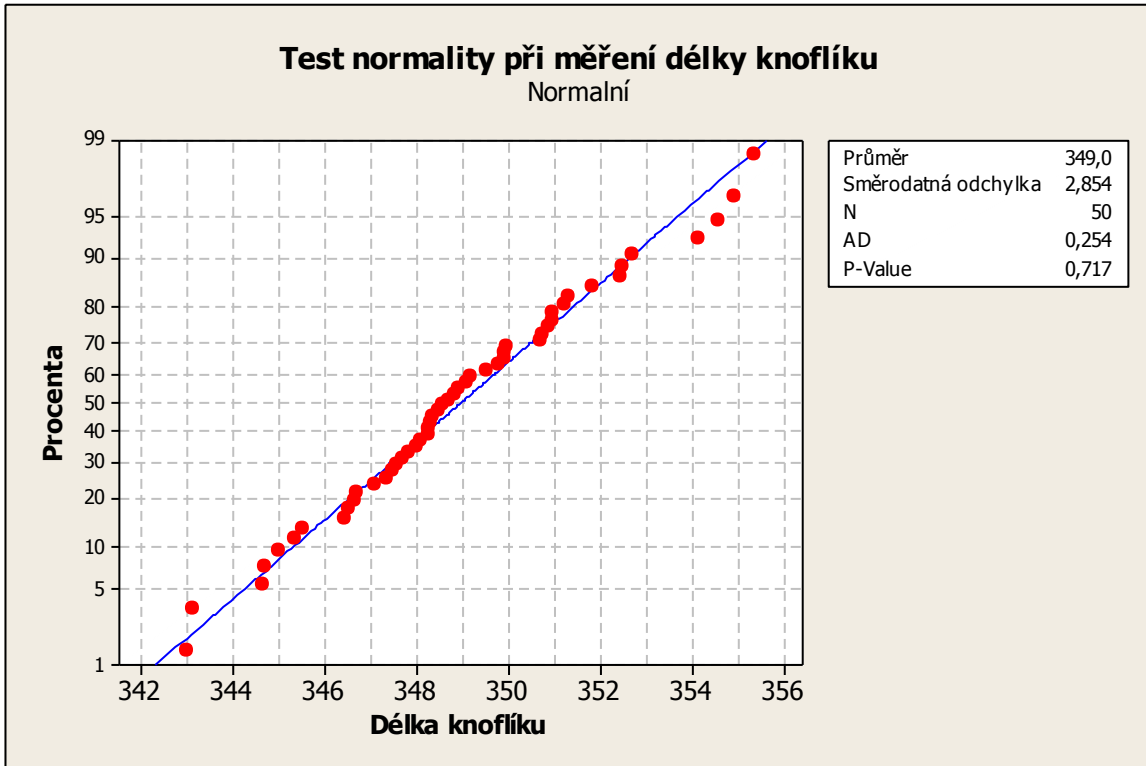
Zdroj: TRW Stará Boleslav

a) Výstupy z krátkodobé způsobilosti

Při uvolňování nové linky z krátkodobých způsobilostí vyplynulo, že všechny stroje kromě ohýbačky plechů, která však byla osazena kamerou na 100% kontrolu ohybu, se jevily jako způsobilé. Pouze u montáže osičky senzoru bylo na prvních měřených kusech zřetelné, že proces je ve statisticky zvládnutém stavu, ale není způsobilý. Problém byl odstraněn seřízením stroje, poté již byly výsledky v pořádku. Následující příklady jsou vzorové, nikoliv však jediné měřené způsobilosti, které byly získávány v souvislosti s uvolněním nové linky.

Délka knoflíku na páse určuje, v jaké vzdálenosti od konce pásu má být nalisován knoflík, který slouží k tomu, aby v autě držela západka v potřebné výšce. Specifikace pro délku pásu je 350 mm ± 20 mm.

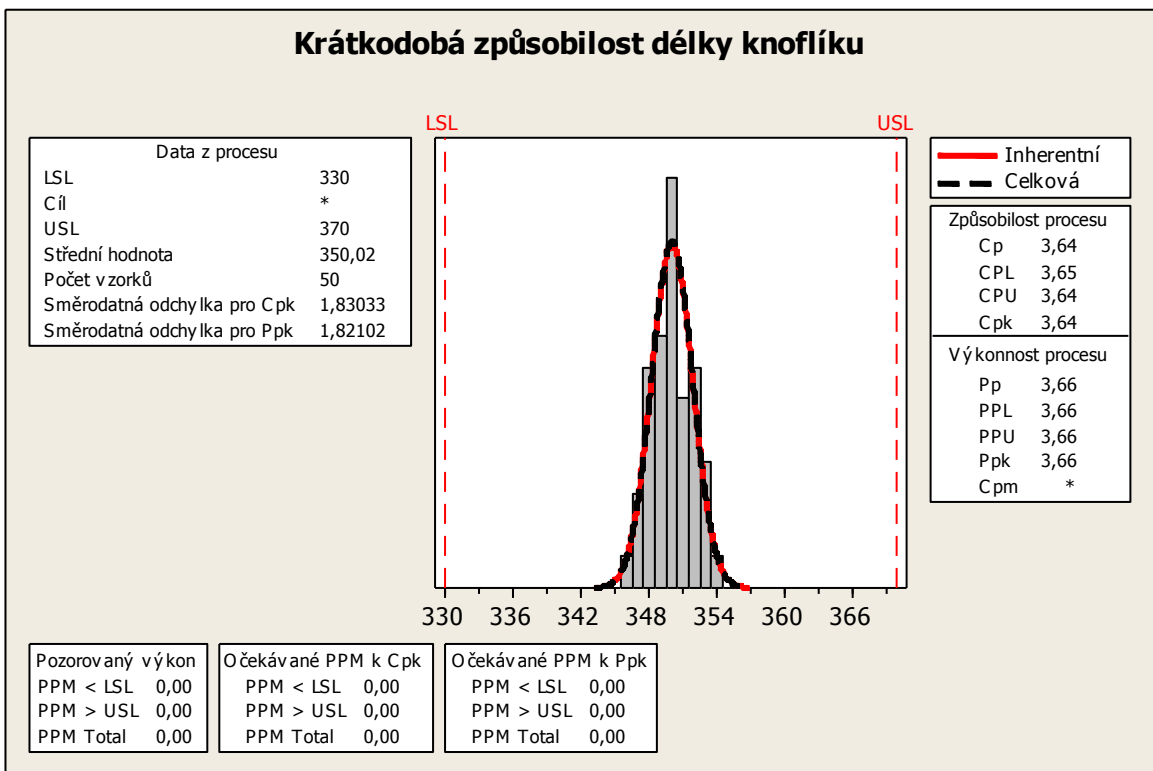
Po sběru dat následuje test, zda se jedná o data z normálního rozdělení, v Minitabu tzv. normality test. Tento test bude nyní zobrazen na délce knoflíku, při dalších výstupech se automaticky předpokládá, že test byl proveden a data spadají do normálního rozdělení, pokud bude výstup jiný, bude test normality zobrazen.



Obrázek 17: Test normality dat

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Z výše uvedeného grafu (obr. 18) vyplývá, že se jedná o normálně rozdělená data, protože normalita je definována dle P-Value. Pokud je P-Value menší než 0,005, nejedná se o data normálně rozdělená. V tomto případě je hodnota 0,717, může se tedy přikročit k další analýze, čímž je vyhodnocení samotné způsobilosti.



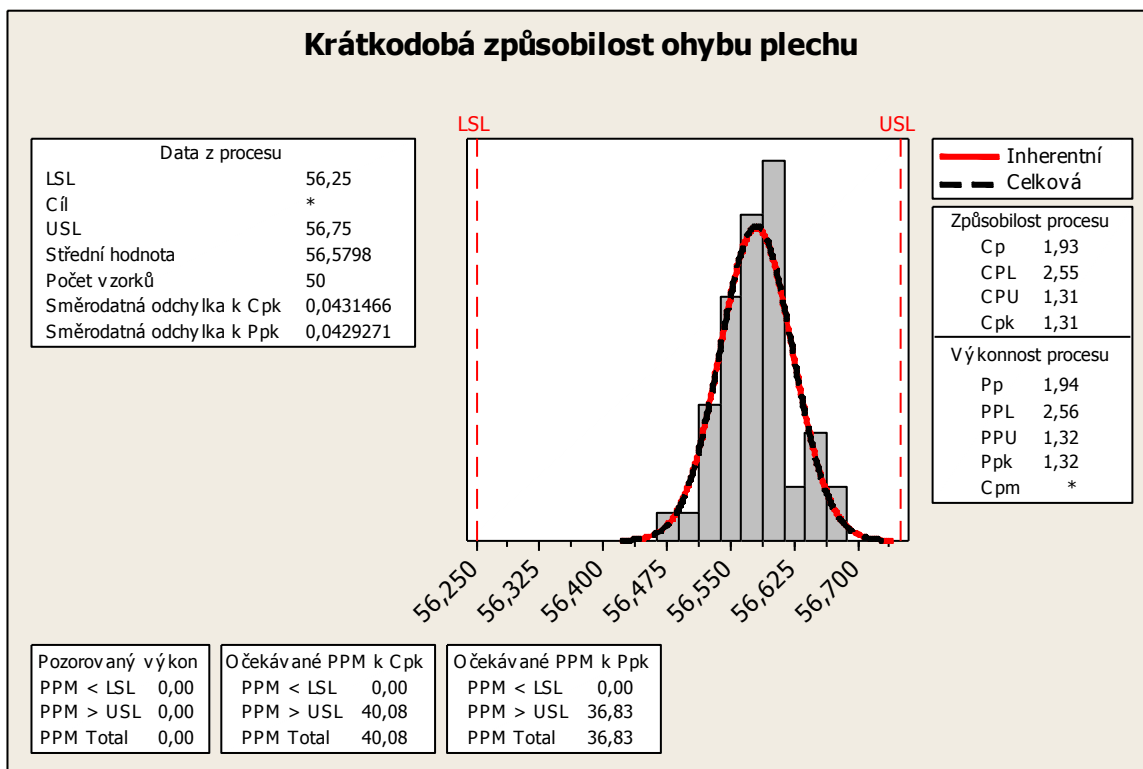
Obrázek 18: Krátkodobá způsobilost délky knoflíku

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Jak lze vyčíst z dat uvedených v grafu (obr. 19), krátkodobá způsobilost C_{pk} vychází 2,20, což bezpečně splňuje zákaznické požadavky, které jsou minimálně 2,00. Dále lze vyčíst, že při současném stavu by na tomto parametru měla hodnota PPM (Parts per Million, dále jen PPM) dosahovat hodnoty okolo 0. Tato hodnota ukazuje pravděpodobný počet neshodných dílů v milionu.

Dalším důležitým poznatkem je, že u krátkodobé způsobilosti navzdory teorii může vzniknout situace, kdy P_{pk} je vyšší než C_{pk} . Je to dáno tím, že tyto dva ukazatele se liší pouze vzorcem směrodatné odchylky, kde odchylka pro P_{pk} pracuje s variabilitou v podskupinách. U krátkodobé způsobilosti je však pouze jedna podskupina, proto může hodnota P_{pk} vyjít vyšší než hodnota C_{pk} .

Další způsobilostí bude měření ohybu plechu (obr. 20).

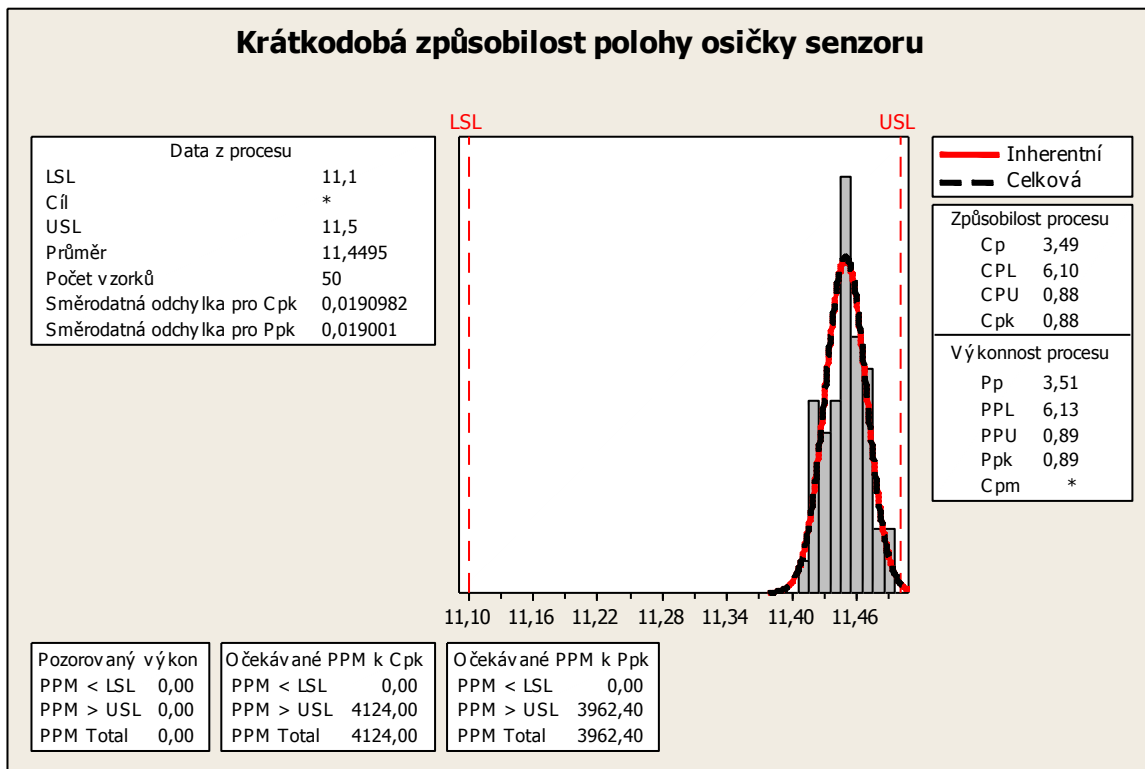


Obrázek 19: Krátkodobá způsobilost ohybu plechu

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

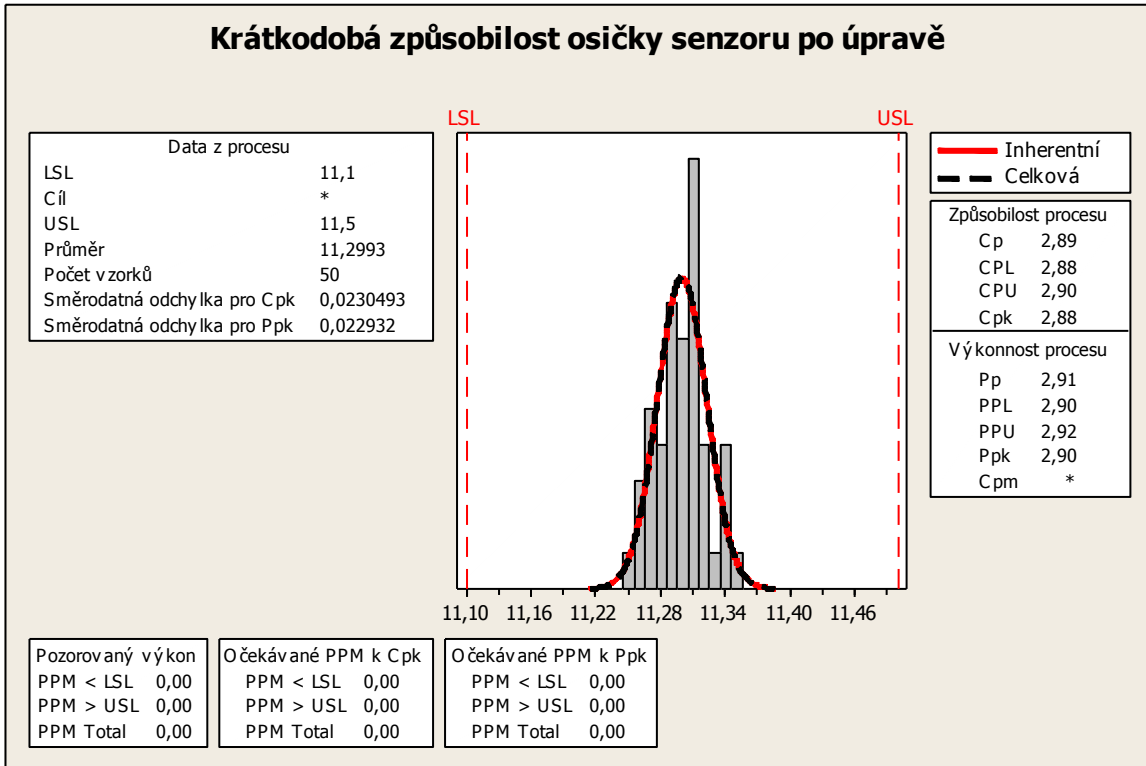
Na procesu ohybu plechu se projevuje fakt, že ohyb plechu v době měření způsobilosti nelze udržet statisticky zvládnutý na lepší úrovni než C_{pk} 1,31, což je pro zákazníka nedostatečná hodnota. Proto je nutné doložit akční plán na zlepšení a dodat, že ohyb je 100% měřen a vyhodnocován kamerou. Jak lze vidět, ohyb je ve specifikaci, ale je příliš blízko horní hranici tolerance a zároveň umožňuje vyšší variabilitu než například lisování knoflíku. U ohybu plechu je PPM 40, což znamená, že teoreticky v milionu kusů najdeme 40 neshodných dílů.

Nyní je sledován jakostní znak poloha osičky uvnitř senzoru (obr. 21).



Obrázek 20: Krátkodobá způsobilost polohy osičky senzoru
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Na grafu lze opět vidět statisticky zvládnutý stav, ovšem stroj byl nastaven tak, aby jehla tlačící osičku došla na horní mez tolerance, tento stav byl neakceptovatelný navzdory tomu, že všechny hodnoty byly ve specifikacích. Po vyhodnocení tohoto výsledku byl osloven technologický inženýr se seřizovacím pracovníkem, kteří přenastavili dojezd jehly tlačící osičku.

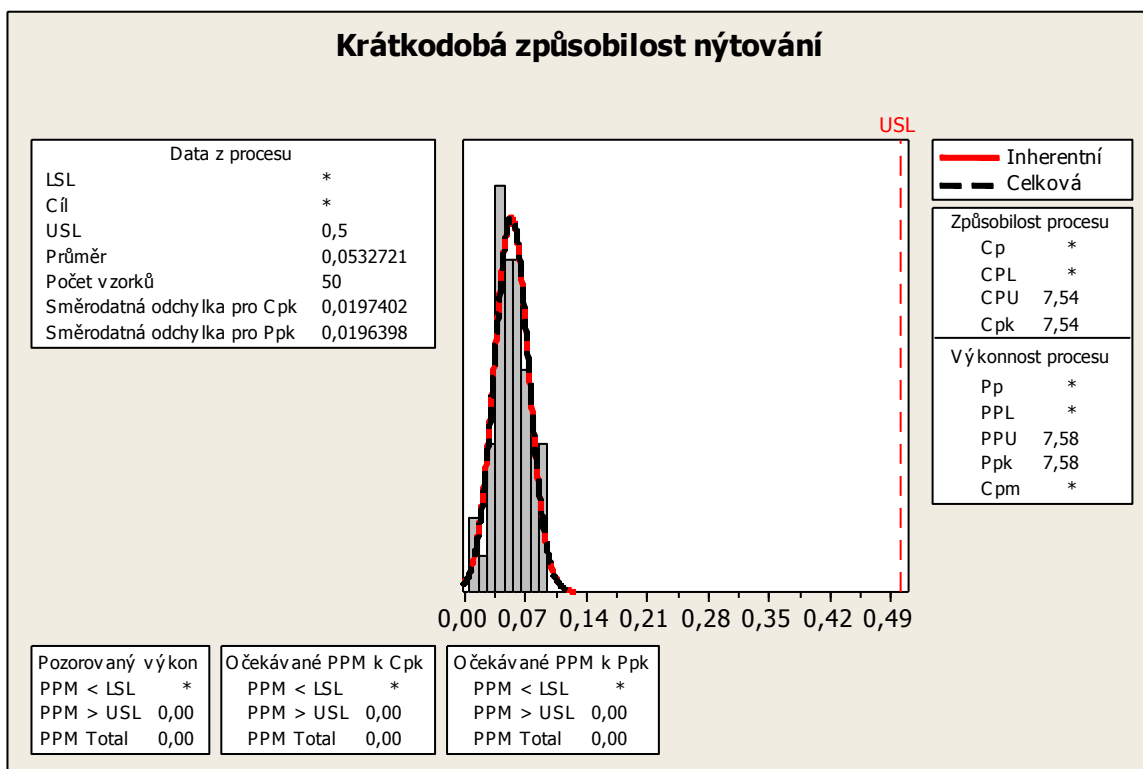


Obrázek 21: Krátkodobá způsobilost osičky senzoru po úpravě jehly

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Po úpravě dorazu jehly lze vidět (obr. 22), že se proces podařilo vycentrovat tak, že byl způsobilý na úrovni C_{pk} 2,88, což bylo více než dostatečné ve srovnání s minimálními zákaznickými požadavky.

Další sledovanou způsobilostí je nýtování, které je příkladem znaku, který má specifikovanou pouze jednu stranu tolerance a to USL (obr. 23). Je zřejmé, že se jedná o jeden z nejstabilnějších procesů v průběhu uvolňování, hodnota C_{pk} dosahuje velmi vysokých hodnot. Někteří inženýři kvality u procesů jako je nýtování a jemu podobných považují za USL přirozenou hranici nulu. V kapitole nejčastější chyby bude popsán dopad tohoto předpokladu na způsobilost.



Obrázek 22: Krátkodobá způsobilost nýtování

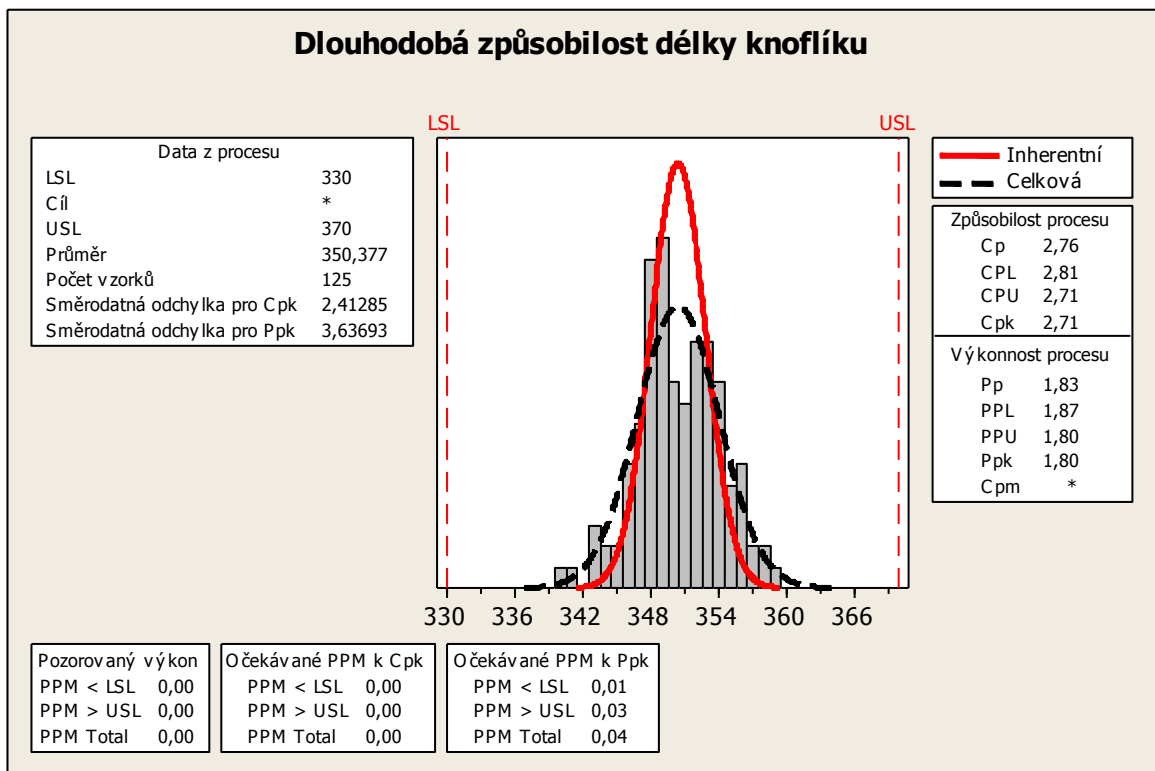
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

b) Výstupy z dlouhodobé způsobilosti

Jak již bylo zmíněno, dlouhodobá způsobilost, se měří postupně, při minimálně 20 výrobních dnech, kde je postupně nasbíráno 125 kusů, 25 měření po 5 kusech. Na příkladech z krátkodobé způsobilosti budou ukázány rozdíly oproti krátkodobé způsobilosti. Pokud dlouhodobá způsobilost vyjde dle zákaznickových požadavků, aktualizuje se již pouze jednou ročně, pokud nedojde k nečekaným událostem (reklamace, stěhování linky, výměna klíčové části stroje apod.).

U dlouhodobé způsobilosti již platí předpoklad, že ukazatel P_{pk} je nižší než ukazatel C_{pk} , je to dáno tím, že v dlouhodobé způsobilosti již vznikají podskupiny.

Ve stejném pořadí, jako u krátkodobých způsobilostí se nyní práce zaměří na způsobilosti dlouhodobé a popíše změny a rozdíly v hodnotách v porovnání s krátkodobou způsobilostí. První způsobilostí je opět délka knoflíku.

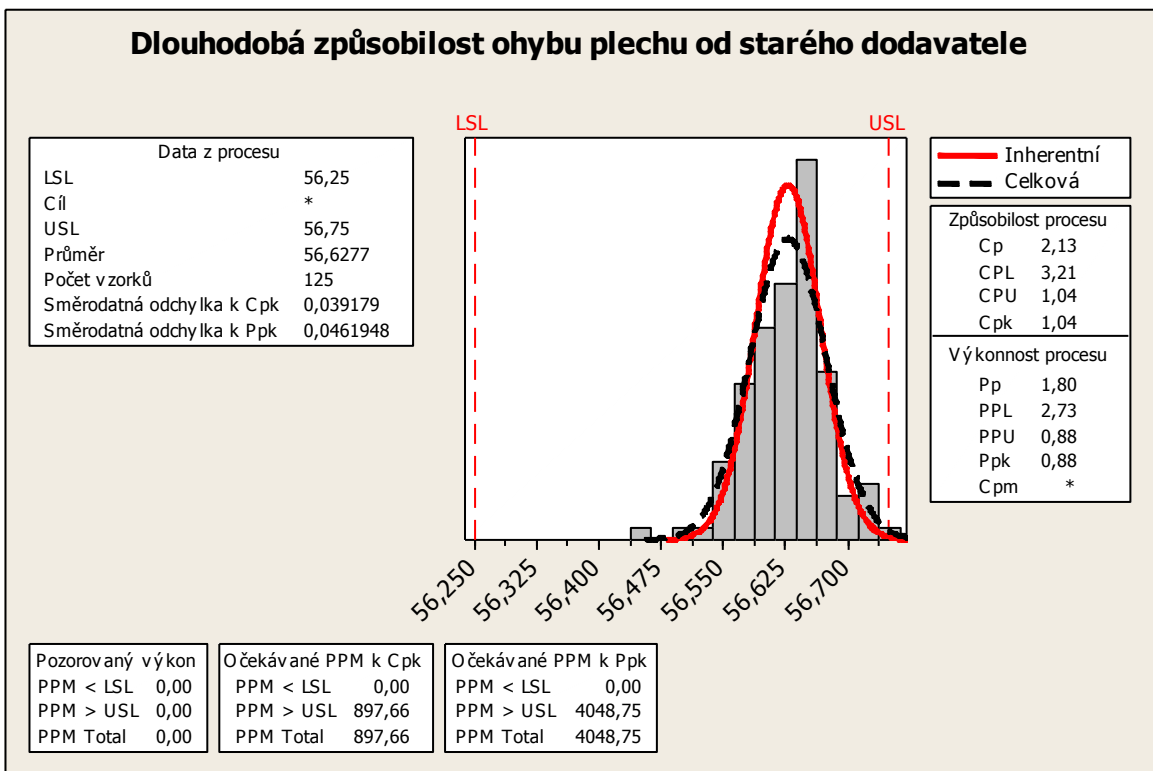


Obrázek 23 Dlouhodobá způsobilost délky knoflíku

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Na první pohled je zřejmé, že dlouhodobá způsobilost má prakticky vždy nižší hodnotu C_{pk} s porovnáním s krátkodobou způsobilostí. Je to dáno tím, že není měřeno 50 po sobě jdoucích vzorků, ale měření probíhá napříč směny a dny, stroje tedy mohou být nastaveny odlišně. I přesto, že je hodnota nižší, tento parametr splňuje zákaznické požadavky, které pro dlouhodobou způsobilost jsou C_{pk} 1,67. U dlouhodobé způsobilosti se i zvýšilo riziko PPM, ale i přes nárůst je zanedbatelné. Na příkladu délky knoflíku, lze i vidět vyšší variabilitu mezi podskupinami, což dokazuje ukazatel P_{pk} , který je výrazně nižší než ukazatel C_{pk} .

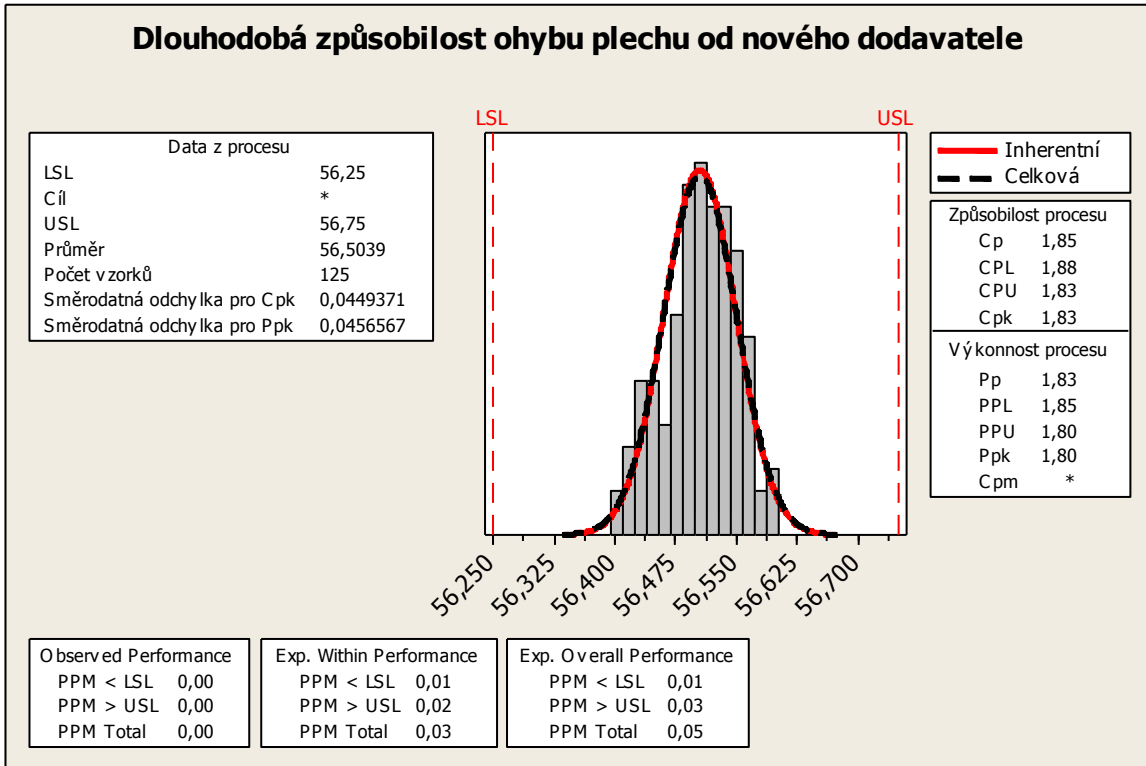
Ohyb plechu byl již u krátkodobé způsobilosti zdrojem problémů, protože nesplňoval zákaznické požadavky. Po různých pokusech o úpravy stroje docházelo k drobným zlepšením, avšak variabilita zůstala stále vysoká. I přes 100% kontrolu kamerou chtělo TRW zlepšit tento proces a proto se rozhodlo změnit dodavatele plechů. Na grafických výstupech budou zobrazeny dlouhodobé způsobilosti od starého a aktuálního dodavatele.



Obrázek 24: Dlouhodobá způsobilost ohybu plechu od starého dodavatele

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Z grafu (obr. 25) je patrné, že v čase s různými dodávkami a operátory se způsobilost ohybu výrazně zhoršila od stavu v krátkodobé způsobilosti. Proces ohýbání se ani nepodařilo vycentrovat a přiblížit ke středu toleranci. Plechy od starého dodavatele měli tzv. paměťový efekt, čili se po ohybu a po změření se lehce vrátili zpět. Proto došlo k ukončení spolupráce s dodavatelem. Na následujícím grafu (obr.26) lze vidět dlouhodobou způsobilost nového dodavatele plechů.

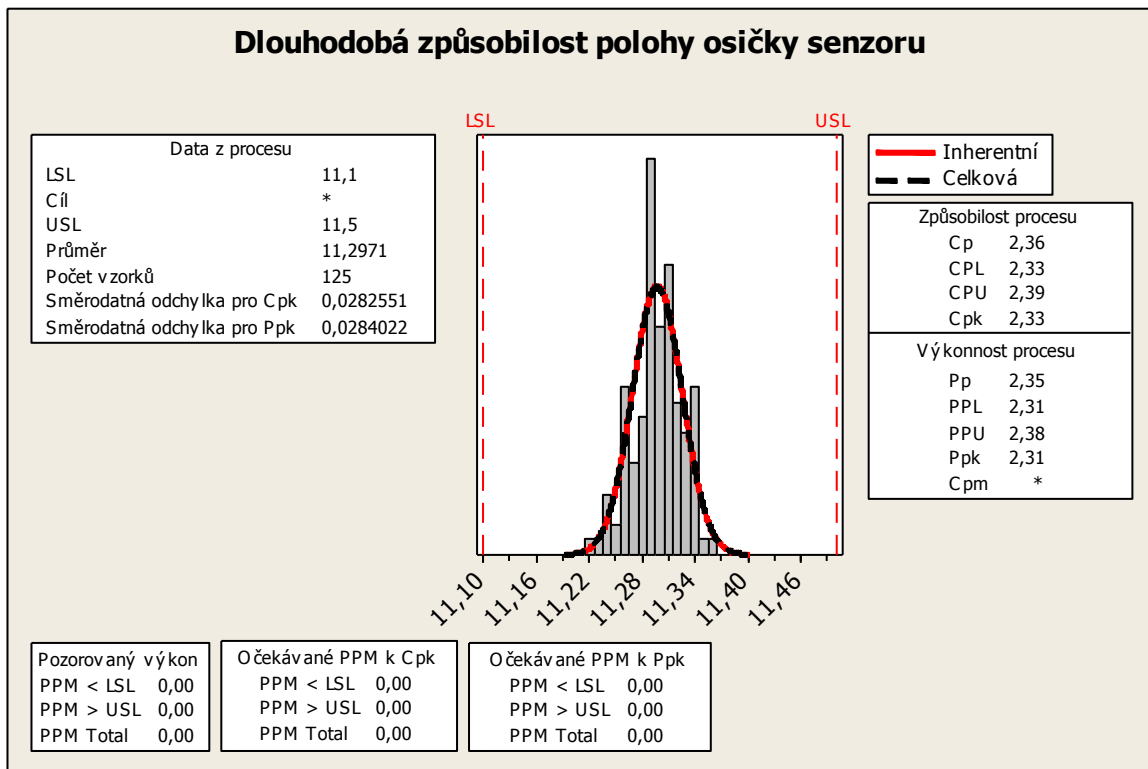


Obrázek 25: Dlouhodobá způsobilost ohybu plechu od nového dodavatele

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

S příchodem nového dodavatele se nejen podařilo proces ohýbání vycentrovat ke středu tolerance, ale zároveň byla získána taková variabilita a opakovatelnost, že hodnota C_{pk} již splňovala zákaznické požadavky. Pouhou změnou dodavatele se výrazně zlepšil celý proces ohýbání.

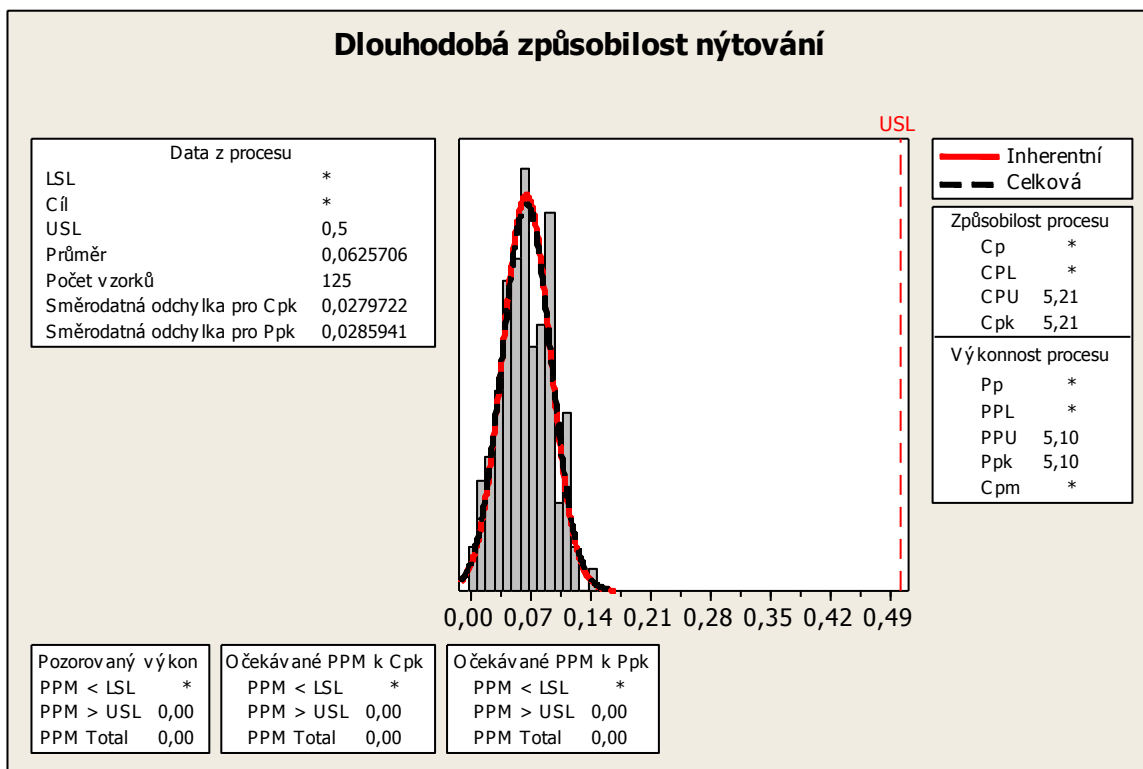
Nyní bude věnována pozornost dlouhodobé způsobilosti polohy osičky senzoru (obr.27).



Obrázek 26: Dlouhodobá způsobilost polohy osičky senzoru
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

I dlouhodobá způsobilost u polohy osičky senzoru se vůči krátkodobé snížila, avšak stále si zachovává velmi vysoké C_{pk} . Proces montování osičky byl při uvolňování jedním z mála, který si udržoval vysoký standard po celou dobu uvolňování linky.

Nyní bude zobrazena dlouhodobá způsobilost u procesu nýtování.



Obrázek 27: Dlouhodobá způsobilost nýtování
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

I dlouhodobá způsobilost u procesu nýtování (obr. 28) prošla s velkou rezervou přes požadavky zákazníka, avšak i u této způsobilosti se projevil rozdíl oproti krátkodobé, opět způsobený vyšší variabilitou v čase.

c) Výsledky z atributivní způsobilosti

Jak je zmíněno v předchozích kapitolách, atributivní způsobilost se zaměřuje na kvalitativní znaky. Na příkladu kamery ve stroji na krytkování navijáku, bude popsán příklad atributivní způsobilosti tak, jak ji vyžaduje norma VDA. Atributivní způsobilost se ve společnosti TRW Stará Boleslav měří na dvou stech po sobě jdoucích kusech. V případě způsobilosti kamery v krytkovacím stroji, kde je vytvořeno pět záměrně vadných vzorků (chybí západka, chybí pružina, chybí sensorové pouzdro, chybí sensorová kulička, chybí velká pružina), je nutné, aby se v každých padesáti kusech ukázaly náhodně všechny tyto vzorky právě jednou. Celkově každý vadný vzorek projde při produkci dvou set kusů

strojem v náhodném pořadí čtyřikrát. Vyhodnocení atributivní způsobilosti lze vidět v příloze (Příloha E).

4.2 Činnosti v sérii

V následující části budou prezentovány některé činnosti, které běžně probíhají ve výrobě, která je považována za sériovou. I v sériové výrobě se vyhodnocují způsobilosti. V TRW je zaveden soubor pravidel, který říká, v jakém časovém intervalu obnovovat způsobilost. Interval pro obnovu způsobilostí je jeden rok, dále se doporučuje uvolnit na krátkodobou způsobilost stroje po opravě, případně celou výrobní linku například po jejím přestěhování. Dalšími činnostmi, které budou popsány, jsou SPC karty, 8D analýzy, při kterých se využívá Ishikawův diagram a metoda 5x proč a Paretův diagram.

a) SPC karty

Sběrné karty slouží v TRW u vybraných procesů pro kontrolu a regulaci. TRW využívá sběrnou kartu s diagramem pro průměr a rozpětí. V této práci bude znázorněna SPC karta při zapínávání kolíčků do krytky navijáku (Příloha F). Jak je vidět v příloze, používání SPC karet má daleko k optimu. V TRW Stará Boleslav se nevyhodnocují meze pro rozpětí. U sledovaného parametru je hranicí mez toleranční, nikoliv kontrolní. Pokud nedojde k překročení toleranční meze, nedá se ani hovořit o regulaci procesu, spíše pouze o kontrole. Pokud totiž toleranční mez není překročena, dostane se SPC karta k inženýrovi kvality až po jejím kompletním zaplnění, což může být období od pěti dnů do tří týdnů.

b) 8D analýza, Ishikawa, 5x proč

Použití těchto tří nástrojů bude ukázáno na reklamaci, kdy vznikl problém, že naviják nezasekl při rychlém vytažení, na tzv. webbing sense, který je pro evropský trh definován hodnotou 2 g (gravitační síla). V praxi to znamená, že při rychlém vytažení (škubnutí) pás nezasekne do normou stanovené hodnoty. 8D analýza (Příloha G) byla vyplněna jak za pomoci Ishikawova diagramu (Příloha H), který posloužil jako vizuální přehled potencionálních příčin, tak i nástroje 5x proč, který je v TRW modifikován do třikrát 5x proč (Příloha CH), což znamená, že běží tři "proč" analýzy souběžně. První proč se zabývá

tím, proč chyba vznikla, druhé proč poté sleduje, proč vada nebyla detekována a poslední třetí proč řeší, proč závada nebyla predikována. 8D report, pokud je určen pro zákazníka, je nutné vyplnit do disciplíny D3 do čtyřiceti osmi hodin, celé 8D je pak doporučeno dokončit nejdéle do týdne od vzniku reklamace.

c) Paretův diagram

Paretův diagram je aktivně využíván hlavně při ranních operačních poradách, kde se vždy přinese vytisknutý z firemního intranetu (Příloha I) za poslední tři směny a tým vyhodnocuje, které problémy se vyskytly, které je nutné řešit a jak se budou řešit. V praxi existují problémy, které jsou neřešitelné anebo se řešit nebudou (drahá úprava nástroje, změna komponentu, změna designu). Tyto chyby musí tým vyčlenit a nezabývat se jimi, protože to jsou často chyby, které se objevují mezi nejvyššími výskyty v diagramu. Poté co jsou tyto chyby odstraněny, se tým zabývá pouze těmi, které se například objevily v daném množství poprvé. Jako příklad může posloužit chyba s interním kódovým značením 103, která říká, že naviják, který má zaseknout pás do určitého náklonu ve stupních, zasekává příliš pozdě a pás odvíjí i v náklonu, kde už by měl být zaseknutý. Pokud se v Paretově diagramu objeví tato chyba v malém výskytu do 5 kusů, může to znamenat chybné založení kusu do přípravku. Tato chyba měla zvyšující se počet výskytů, ve finální fázi až sto výskytů za 3 směny. Tým vzal v potaz různé příčiny, využil Ishikawův diagram a začal postupně vylučovat faktory stroje na pásových a navijákových linkách, komponenty, zakládací přípravky. Nakonec bylo zjištěno, že se jedná o špinavé plastové trubky, kterými se koulejí senzorové kuličky a na ty se následně lepí nečistoty, které dělají koule „línější“. Po vyčištění trubek problém ustal a byla zavedena preventivní výměna plastových trubek po 2 týdnech.

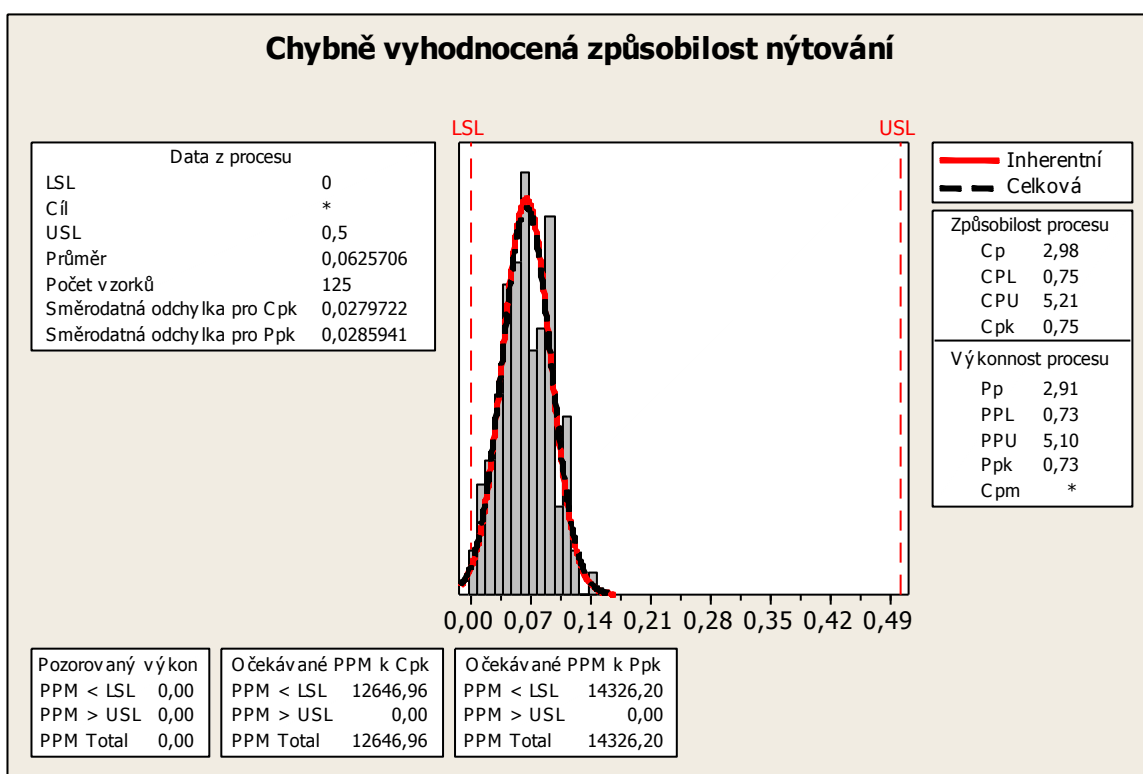
Paretův diagram je tedy v praxi využíván, s tím rozdílem, že nejčastější výskyty chyb, nejsou ty, které se řeší, protože se je nepodařilo vymýt za celou dobu fungování společnosti. Jsou to chyby spojené s designem nebo se stářím strojů. I přesto je však Pareto užitečný a využívaný nástroj, jak je popsáno výše.

4.3 Chyby a doporučení

Tato kapitola bude zaměřena na chybné vyhodnocení dat a špatné interpretace. Dále se zaměří na doporučení, jak již nastavené procesy vylepšit.

4.3.1 Chyby při vyhodnocování způsobilosti

a) použití přirozené hranice jako LSL, jak lze vidět na dlouhodobé způsobilosti procesu nýtování, pokud bude zadána dolní mez nula, z procesu, který byl způsobilý na úrovni C_{pk} 5,21 se získá proces, který je nezpůsobilý s C_{pk} hodnotou 0,75.



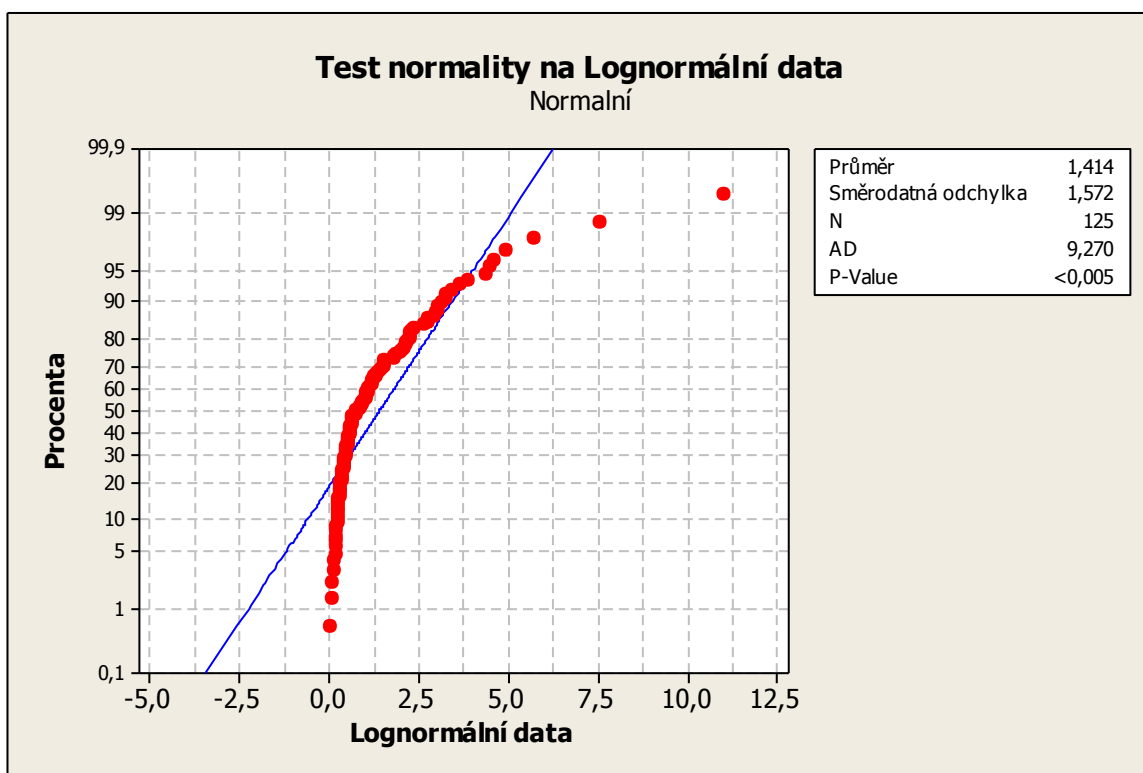
Obrázek 28: Chybně vyhodnocená způsobilost nýtování
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Je důležité tedy odlišit toleranční meze USL a LSL a nenahrazovat je mezemi přirozenými, jako například nulou. Zároveň je nutné zmínit, že při vyhodnocování způsobilosti tohoto znaku, není C_{pk} naprostou zárukou kvality. Nýty sice nemají možnost jít do minusových hodnot, ale při použití příliš velké síly se můžou vizuálně poškodit či

rozpadnout. Přestože dlouhodobá způsobilost nýtování vyšla na výbornou, neznámá to, že se jedná o proces, kterému se není potřeba věnovat a který nemůže způsobit žádné komplikace.

b) Další častou chybou je vyhodnocování způsobilostí z dat, které neodpovídají normálnímu rozdělení. Pokud budou nenormálně rozdělená data vyhodnocena stejným způsobem, jako normálně rozdělená data, dojde ke zkreslení výsledků. Na hypotetickém příkladu bude názorně předveden vliv normality dat na vyhodnocení. Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.5.6 (nenormálně rozdělená data), ukazatelé C_p a C_{pk} ztrácejí smysl.

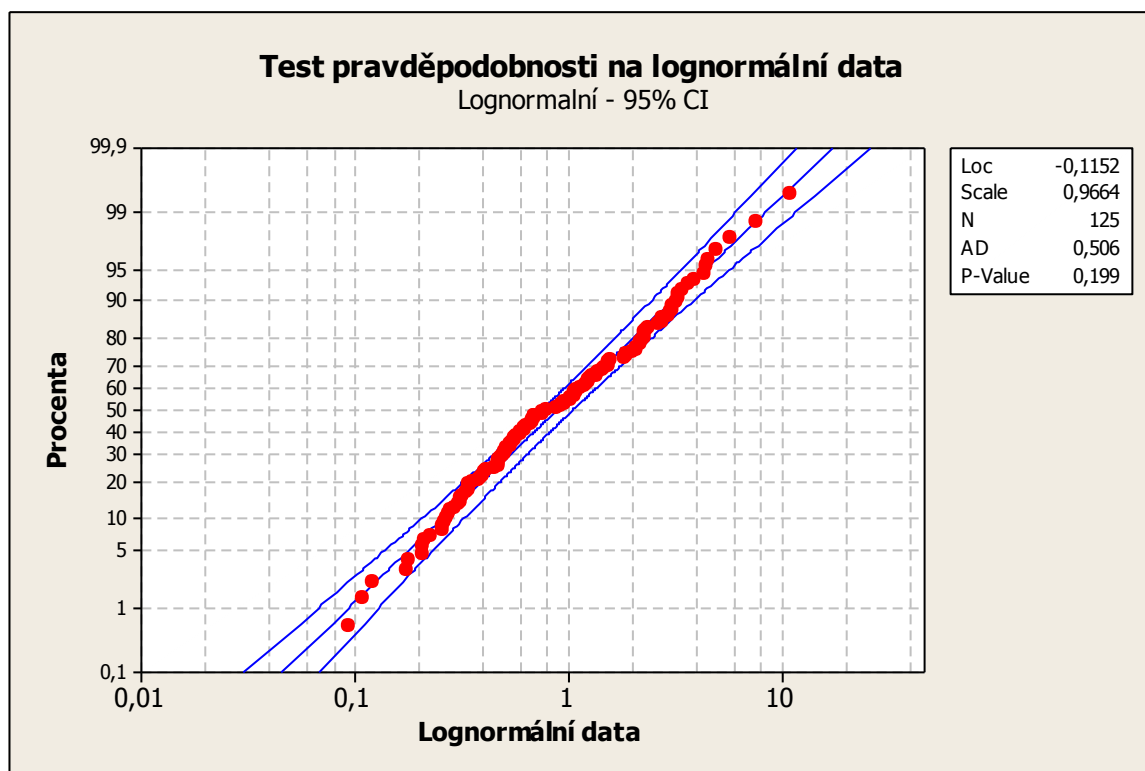
Přestože data byla záměrně vygenerována jako lognormální, bude nejprve udělán test normality jako demonstrace správného postupu (obr. 30).



Obrázek 29: Test normality dat
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

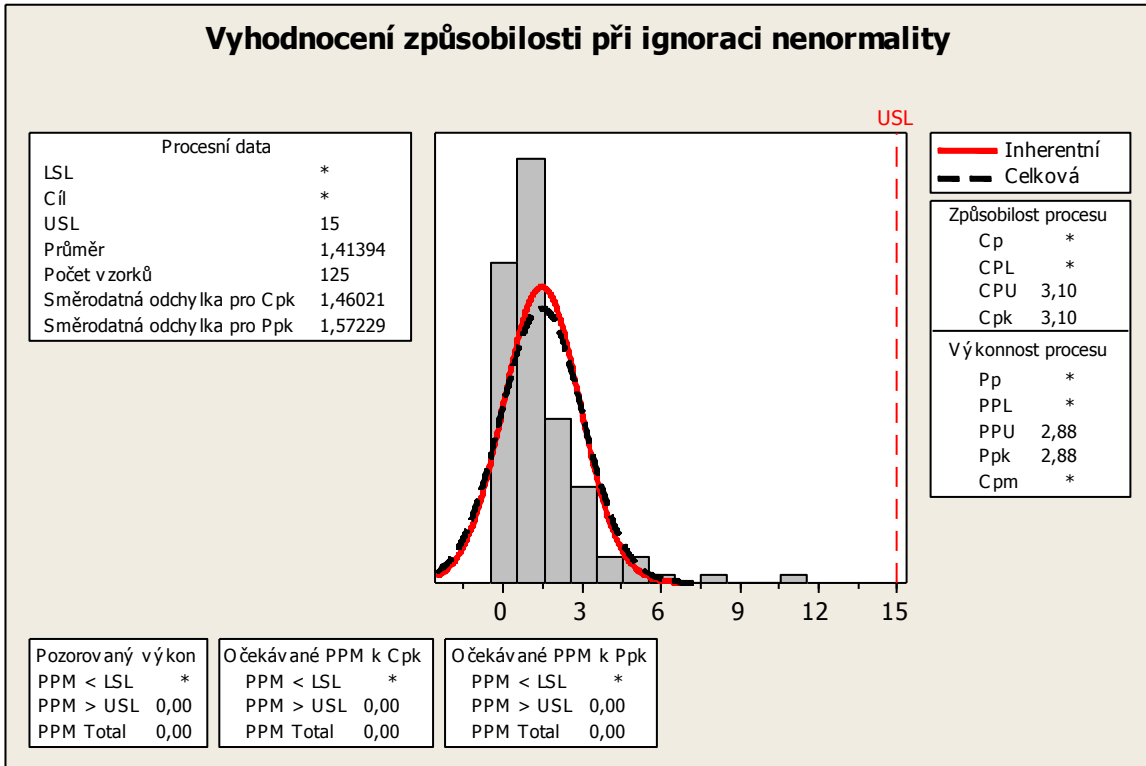
Z grafu se dá vyčíst, že hodnota P-value nesplňuje podmínku normality, je menší než 0,005. Je tedy jasné, že se nejedná o data z normálního rozdělení.

Dalším krokem bude ověřeno, že se skutečně jedná o lognormální rozdělení (obr. 31).



Obrázek 30: Test pravděpodobnosti, data mohou odpovídat lognormálnímu rozdělení
Zdroj: vlastní (Minitab 16)

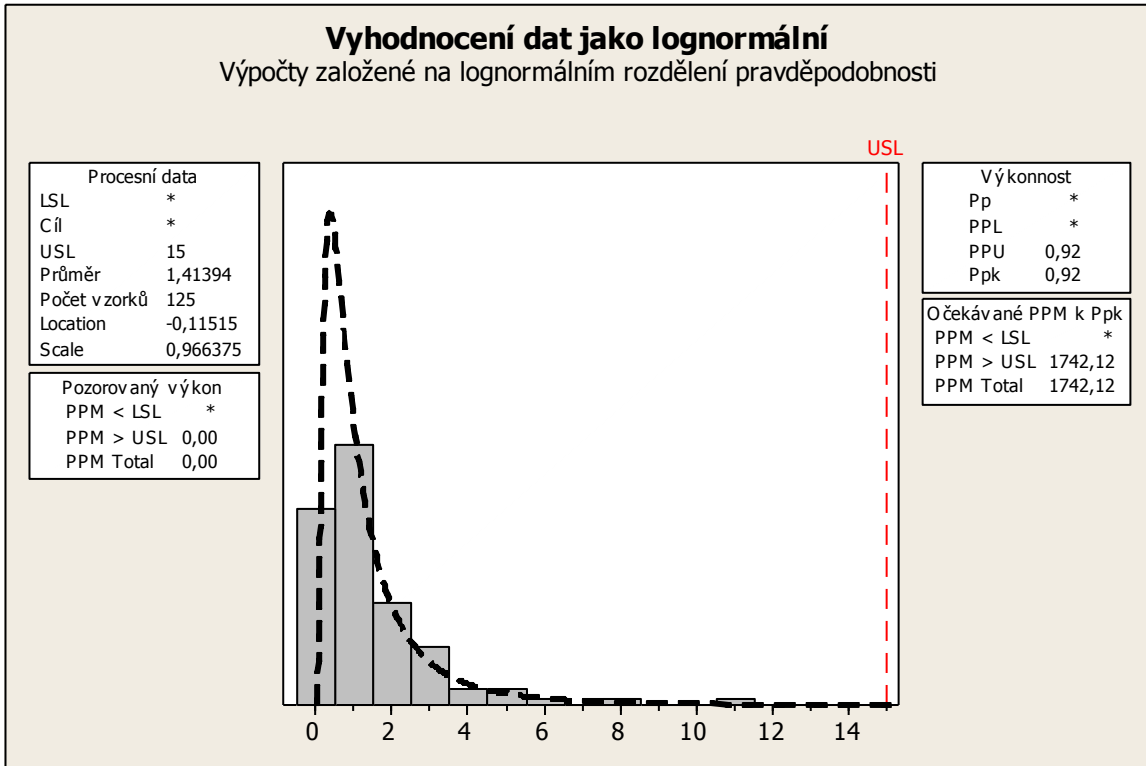
Na datech, která odpovídají log-normálnímu rozdělení, bude nejprve spočítána způsobilost, stejným způsobem, jako by byla spočítána u normálního rozdělení (obr.32).



Obrázek 31: Vyhodnocení způsobilost nenormálních dat, jako by byla normální

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

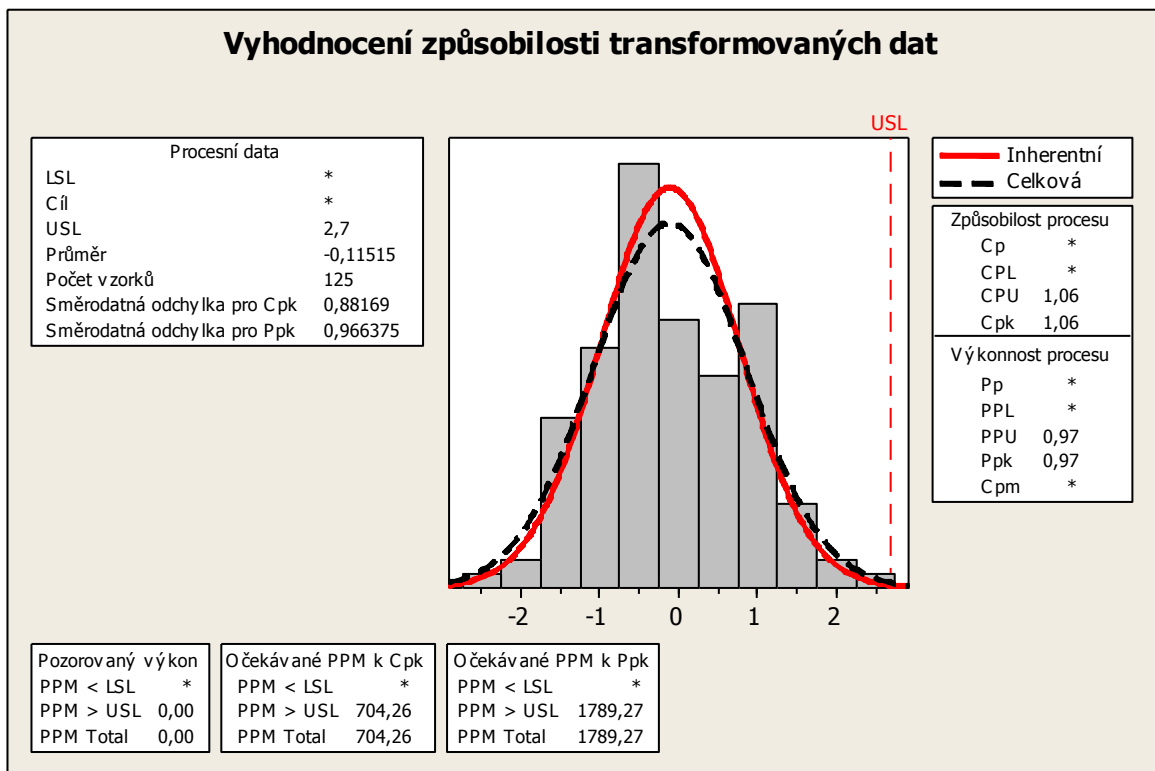
Pokud k nenormálním datům, v tomto případě lognormálním, bude přistoupeno jako k normálním, získáme více než uspokojivou hodnotu C_{pk} 3,10 a hodnotu P_{pk} 2,88. Tyto hodnoty jsou však zkreslené a nic neříkající. Na dalším grafu bude znázorněno, jakých výsledků bude dosaženo, pokud v softwaru Minitab 16 budou data označeny jako lognormální (obr. 33).



Obrázek 32: Vyhodnocení způsobilosti nenormálních dat správným způsobem

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

První zřejmá věc je, že software již nevyhodnotí hodnoty C_p a C_{pk} , další důležitý poznatek je změna v hodnotě P_{pk} , která již není 2,88, ale jen 0,92. Zákazník však vyžaduje při auditech hodnotu C_{pk} , která je i pevně stanovená v jeho požadavcích. Pokud mu bude sdělena hodnota vypočtená z chybného odhadu rozdělení, nedostane správnou informaci. Pokud bude způsobilost vyhodnocena správně, jediná hodnota, která mu může být poskytnuta je P_{pk} . Pokud má být zákazník uspokojen a zároveň nemystifikován je nutné na nenormální data použít transformaci. Pomocí Minitabu 16 zvolíme Box-Coxovu transformaci, software vyhodnotí nejvhodnější lambda, podle které následně provede transformaci dat (obr. 34).



Obrázek 33: Vyhodnocení způsobilosti při použití transformovaných dat i mezi.

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Po transformaci dat a mezí, je získáno C_{pk} , které je možné prezentovat zákazníkovi, v tomto vzorovém příkladu je hodnota nedostatečná 1,06. Lze vidět, že P_{pk} z transformovaného grafu se příliš neliší od P_{pk} z grafu vyhodnocovaného z lognormálního rozdělení.

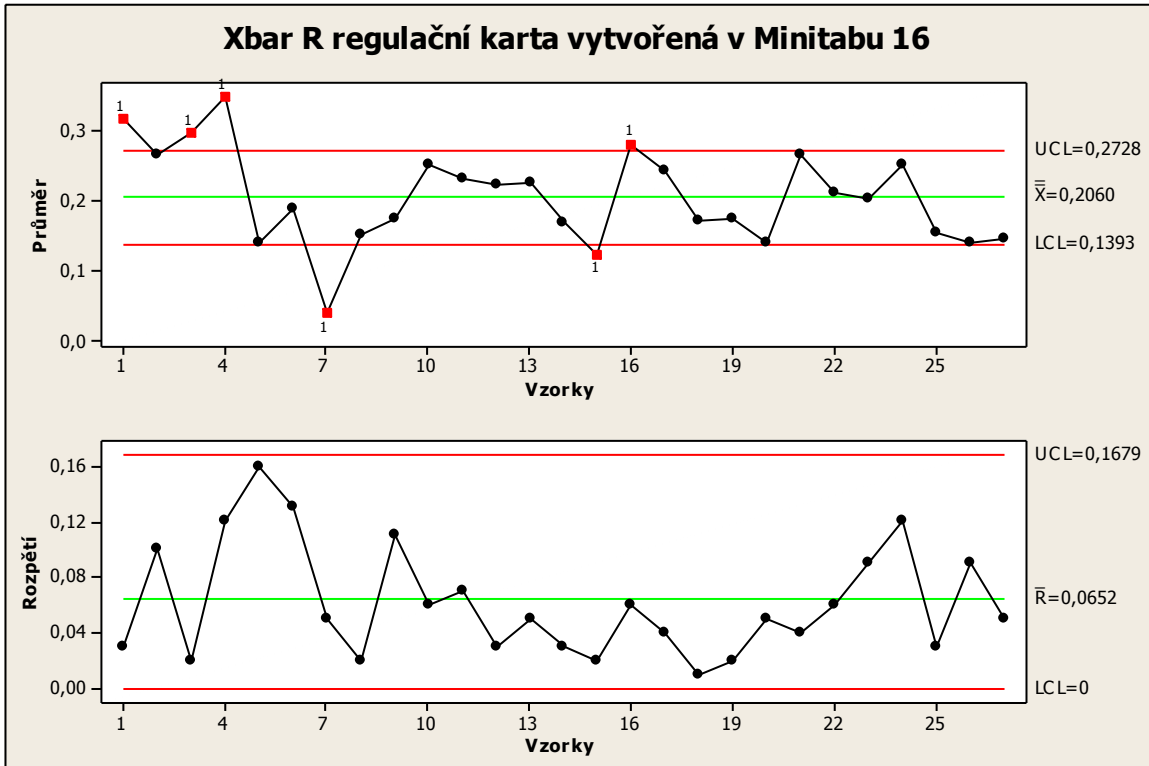
c) Dalším častým omylem v praxi TRW Stará Boleslav je považování ukazatele P_{pk} za krátkodobou způsobilost a ukazatele C_{pk} za dlouhodobou způsobilost. Tato chyba vznikla historicky při přebírání dat z normy VDA do interní směrnice a dodnes není zcela vymýcena. Byl vznesen návrh pro přepsání této směrnice, avšak doposud nebyla tato změna zrealizována.

4.3.2 Chyby při 8D analýzách

Nejčastější chybou při vyplňování 8D analýz je záměna popisu problému za symptom. Je důležité si uvědomit, že zákazník může reklamovat určitou popisovanou chybu (hlučnost, málo citlivý naviják, nenavíjející naviják), popis problému však již musí obsahovat odbornější analýzu, kde je potřeba uvést například kovový zvuk od sensorové strany krytky. Další častou chybou v praxi je podcenění sedmé disciplíny, která se zabývá systémovými věcmi. V praxi je projev například takový, že na platformě, která byla reklamována, se udělá nápravné opatření, zvýší se například detekce, ale na vedlejší výrobní lince, která vyrábí jinou platformu, kde však může vzniknout identický problém, se opatření neaplikuje. Obzvláště u nových projektů je riziko nepřevzetí zkušeností z jiných projektů velmi vysoké. Je proto nutné zadat nově vzniklo závady do databáze, aby se při vytváření dokumentace u dalších nových projektů, již brala v potaz.

4.3.3 Doporučení při vytváření SPC karet

TRW využívá SPC kartu založenou na diagramu pro průměr a rozpětí, jistě by se u některých procesů našly vhodnější diagramy. Dále TRW navzdory předpokladům a teorii o regulačních diagramech využívá v SPC kartách pouze toleranční meze dané specifikací a to pouze pro parametr X . Pro rozpětí R neuvažuje vůbec žádné meze. Argumentací managementu je ekonomická stránka, kdy vytvoření regulačních mezí zapříčiní častější zásahy do stroje a s tím spojené prostoje a ztrátu produktivity. Na druhou stranu operátor na lince nemá kvalifikaci na to, aby odhadl, že se proces chová nestandardně a je třeba postoupit problém nadřízeným. Pokud by tento člověk měl ve sběrné kartě i regulační meze, problémům by se mohlo předejít, protože v současné situaci detekce funguje pouze při překročení tolerančních mezí. Tím se pak samozřejmě objeví také další ekonomické důsledky, protože se musí dělat zpětná kontrola vyrobené zásoby, musí proběhnout ohraničení potenciálně neshodných dílů. Proto by bylo vhodné zavést a začít aktivně používat regulační meze. Pokud budou data, která jsou zadána v příložené SPC kartě do Minitabu 16, kde se poté vyhodnotí, je získán následující graf.



Obrázek 34: Xbar R regulační karta

Zdroj: vlastní (Minitab 16)

Na rozdíl od sběrné karty používané v současné době, jsou některé body zobrazeny tak, že variabilita v procesu nemusí být pouze inherentní, ale mohou zde být i zvláštní příčiny. Minitab 16 vypočítá i zásahové meze. Je na zvážení managementu, jestli není vhodnější prezentovat a vyhodnocovat regulační diagramy pomocí softwaru a opakovaně zvážit smysl regulačních mezí a riziko jejich nepoužívání.

Závěr

Z této práce vyplývá, že z vyjmenovaných nástrojů kvality se při uvolnění nové výrobní linky nevyužijí všechny. Z předsériové části vychází jako nejdůležitější nástroje řídicí dokument FMEA, ze kterého ve společnosti TRW přímo vychází kontrolní plán, uvolnění prvního a posledního kusu a veškerá další dokumentace umístěná přímo na lince. Dále pak MSA, kterým se ověří nové měřicí nástroje, na kterých se poté budou měřit předepsané charakteristiky produktu. Třetím velmi důležitým nástrojem využívaným nejen v předsérii, ale v minimálně ročních intervalech po celou dobu přítomnosti linky ve společnosti, jsou způsobilosti procesu. Přestože se v posledních letech v automobilovém průmyslu ukázal nový ukazatel výkonnosti procesu, zákazníci i management stále slyší na způsobilosti, které jsou alfou a omegou při deklarování procesního stavu. V sérii poté ke způsobilosti přibývají reporty 8D, které jsou často využívány a zákazníkem vyžadované obzvláště v případě problému na produktu. S 8D reporty souvisí využití Ishikavova diagramu a metody 5x proč, respektive v TRW třikrát 5x proč. Vyplňování 8D reportů je pro inženýra kvality prakticky běžnou věcí, v průměru se dá říct, že vyplní jeden 8D report za 14 dní. V sérii také přibývají SPC karty, které nejsou vyplňovány tak, jak si žádají teoretické podklady. Tyto karty pracují pouze s tolerančními mezemi, chybí k nim záznamový deník, do kterého by se zapisovaly zásahy do strojů a rozpětí nemá již vůbec žádné zásahové meze. Posledním pravidelně využívaným nástrojem je Paretův diagram, který se využívá při denní operativě na ranních schůzkách. Jak bylo zmíněno v praktické části, Paretův diagram opravdu poukazuje na důležité chyby v procesu, kterými by se měl tým zabývat. Neplatí zde ale, že by se tým věnoval chybám s největším výskytem, a to z důvodu, že u některých chyb je známo, že jsou neřešitelné buď z důvodu nedostatečných vlastností strojního zařízení či problém tkví v designových problémech samotného produktu.

Nyní k nástrojům, o kterých není v praktické části zmínka. Jedná se například o metodu 5S. Metoda 5S nemá prakticky žádný vliv na uvolnění linky, ve společnosti TRW má na starosti metodiku 5S oddělení nových investic a optimalizování výroby. Tento nástroj tedy v TRW nespadá pod oddělení kvality, ani samotný zákazník nevyžaduje žádné dokumenty, které by dokazovaly, že na lince probíhají 5S audity. Další nástroj nedůležitý pro uvolnění linky je vývojový diagram, ani tento diagram nespadá pod oddělení kvality, ale spadá pod technologické oddělení a slouží spíše jako vizualizace toku materiálu na lince.

Pokud by mělo dojít k shrnutí používaných nástrojů při uvolnění nové výrobní linky ze zákaznického pohledu, byly by nejdůležitějšími nástroji správná návaznost na dokumentaci FMEA (kontrolní plán, uvolnění prvního a posledního kusu, dokumentace na lince). Dalším nástrojem, který zákazník vyžaduje a ověřuje, je MSA, neboli způsobilost měřidla a poté samozřejmě jednotlivé způsobilosti měřené v průběhu výrob. Dále zákazníka zajímá, jestli fungují zkoušky chybou, jestli čidla a kamery odhalí ty chyby, které jsou popsány v dokumentu FMEA. Pro zákazníka je poslední podstatnou věcí z hlediska nástrojů kvality schopnost linky vyrábět daný počet kusů v daném čase. Pokud jsou splněny všechny výše uvedené věci, nebo v nich jsou jen drobné nedostatky na úrovni doporučení, je výrobní linka uvolněna do sériového provozu.

Linky N27 a P28, kterými se tato práce zabývala, byly úspěšně uvolněny zákazníkem a nyní již vyrábí v sériovém módu.

Seznam použité literatury

- [1] BEDÁŇOVÁ, I. *Lineární korelační závislost* [online]. Brno: Centrum informačních technologií VFU, 2011 [vit. 14-02-12]. Dostupný z <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn5/zavislos.htm>.
- [2] ČSN EN ISO 9001: 2000, *Systém managementu jakosti - požadavky*, 2. vyd. Praha: Český normalizační institut, 2002. Třídící znak 01 0321.
- [3] ISHIKAWA, K. *Co je celopodnikové řízení jakosti?* Česká společnost pro jakost v nakladatelství Bartoň, 1994, 175 s., ISBN 80-02-00974-6.
- [4] CHALOUPKA J. *Jednoduše kvalita*, Jiří Chaloupka, 110 s., ISBN 978-80-254-1346-3.
- [5] KRÁL, J., KŘEPELA, J., MICHÁLEK, J.: *Analýza výrobního procesu*, Vydavatelství ČSJ, Praha, 2010 ISBN 978-80-02-02102-5.
- [6] LÉVAY, R. *ikvalita.cz, portál pro kvalitáře* [online]. Pardubice: ikvalita.cz, 2008 [vit. 2014-02-25]. Dostupný z <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=30>.
- [7] MICHÁLEK, J. *Statistická regulace procesů (SPC)*, Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01810-9.
- [8] MICHÁLEK, J. *statspol.cz, Česká statistická společnost* [online]. Praha: <http://www.statspol.cz/cs/wp-content/uploads/2013/05/request2006/sbornik/michalek.pdf>, 2013 [vit.2014-03-13].
- [9] MICHÁLEK, J. *Vyhodnocování způsobilosti a výkonnosti výrobního procesu*, Centrum pro jakost a spolehlivost ve výrobě CQR, 2009, 100 s., ISBN 978-80-903834-2-5.

Seznam příloh

Příloha A	Rozvržení linky P28.....	I
Příloha B	Výtažek FMEA z linky N27.....	II
Příloha C	Výtažek z kontrolního plánu linky N27.....	III
Příloha D	Uvolnění prvního a posledního kusu linky N27.....	IV
Příloha E	Atributivní způsobilost krytkovací stanice linky N27.....	V
Příloha F	Formát SPC karty užívaný v TRW.....	VI
Příloha G	8D report užívaný ve společnosti TRW.....	VII
Příloha H	Ishikawa celková + výtažek.....	VIII
Příloha I	Třikrát 5x proč v TRW.....	IX
Příloha J	Paretův diagram.....	X

Příloha A Rozvržení linky P28

D		Layout			TRW Automotive		
		Linka P28			Stará Boleslav		
P28-1,2	P20, P30	ŠS: U-8455 U-8107	Šití količku a protažení pásu navijákem (Pin sewing. Pulling of webbing through retractor.)				
P28-3	P50	U-8105	Úhlový test (Angle test)				
P28-4	P40	U-8055	Montáž komponent (Component assembly)				
P28-5	P60	OP: U-3635 ŠS: U-8645	Šití kotevního držáku (Anchor bracket sewing)				
P28-6	P300	U-1730	Montáž malého knoflíku (Assembly of small button)				
P28-7	P70, P80	-	Kontrola, balení (Final inspection, Packaging)				
		ČB	Červená bedna (Scrapbox)				
		AZ	Automatický zmetkovník (Automatic scrapbox)				
Schválení		Datum		Zpracoval		Index	
6.5.2013		Mašek		0		Založení dokumentu	
						T. Riegr	
						Uvolnil	
						Strana: 1 z 1	
						Pořad. č.: 1	
L4_E212_02_F04_Stará_Boleslav_Czech							F02-08

Príloha B Výťažek FMEA z linky N27

Function	Potential failure	Potential effect(s) of failure	S	C	Potential cause(s) of failure	O	Current preventive action	Current detection action	D	RPN	Recommended action	R/D	Action taken	S	O	D	RPN	
Process element: 1.2 (Retractor006) Spool press																		
1.2.a <C> Presence of torsion bar in spool body	Lack of torsion bar	Lack of torsion bar function	9	C	Operator doesn't assembly torsion bar		2 Operator training Work Instruction	MP-Automatic 100% TB correct diameter control	3	60								
		Lack of retractor breaking strenght (potential lack) D-FMEA 1.2.1.b	10	C														
1.2.b <C> Correct torsion bar assembly	Incorrect torsion bar - diameter	Too high / too low force on passenger chest D-FMEA 1.2.1.d	9		Operator assembled incorrect torsion bar - diameter		2 Operator training Work Instruction	MP-Automatic 100% TB correct diameter control	2	36								
					Mixed torsion bar - diameter		2 System Kanban Operator training Production order	MP-Automatic 100% TB correct diameter control	3	54								
	Incorrect torsion bar - material type	Too high / too low force on passenger chest D-FMEA 1.2.1.d	9		Operator assembled incorrect torsion bar - type		2 Operator training Work Instruction	MP- Automatic 100% TB correct material control	2	36								
						Mixed torsion bar - type		2 System Kanban Production order Operator training	MP-Automatic 100% TB correct material control	2	36							
Incorrect torsion bar- different shape (platforms)		Too high / too low force on passenger chest D-FMEA 1.2.1.d	9	C	Operator assembled incorrect torsion bar - type		2 Operator training Work Instruction	Product Design Poka-Yoke TB can not be assembled into the Spool Body Electronical scrap box connected to PLC	1	18		Mašek, Rudolf, TPV 15.3.2013 completed	P: To make torsion bars 4. 0/3.5/SLL analyse- differences vs FS1 Result: Product Design Poka-Yoke/ next operation can not be executed	9	2	1	18	
						Mixed torsion bar - type		2 System Kanban Production order Operator training	Product Design Poka-Yoke TB can not be assembled into the Spool Body Electronical scrap box connected to PLC	1	18							
1.2.c <C> Torsion bar assembled correctly in spool body (dimensions B)	Torsion bar assembled incorrectly (misfit the teeth)	Lack of torsion bar function	9	C	Operator assembled torsion bar incorrectly (misfit the teeth)		2 Operator training Work Instruction - Execution and Control of the First and the Last Part	Product Design Poka-Yoke Further operation gear disc assy is not possible	1	18								
		Too high / too low force on passenger chest D-FMEA 1.2.1.d Damaged torsion bar	9 8															

Příloha C Výtažek z kontrolního plánu linky N27

								plan					
1.2	(Retractor006) Spool press	Retractor assembly	1.2.a	Presence of torsion bar in spool body		C	= Production Order/ Drawing	Sensor	100%	Each part	MP-Automatic 100% TB correct diameter control	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	Escalation Strategy O: Line leader
			1.2.b	Correct torsion bar assembly		C	= Production Order/ Drawing	Poka-Yoke Design	100%	Each part	Product Design Poka-Yoke		Escalation Strategy O: Line leader
								Sensor	100%	Each part	MP-Automatic 100% TB correct diameter control	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	
								Mistake Proofing	1	FOLO	Mistake Proofing Control Instruction [M P]	Shift Report L4_E210_01_F13	
								Visual control	100%	Each part	Visual Control on Station	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	
			1.2.c	Torsion bar assembled correctly in spool body (dimensions B)		C	> B 47.4	Poka-Yoke Design	100%	Each part	Product Design Poka-Yoke		Escalation Strategy O: Line leader
								Visual control	100%	Each part	Further operation gear disc assy is not possible	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	
								Caliper 0-150 mm	1	DLN Week	Visual Control on Station	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	
											L3_E213_01_Stara_Boleslav_Czech Dual Launch Netting O: Vyrobní kvalita	Record T:DLN-FS1	
			1.2.d	Correct TB orientation			= Production Order/ Drawing	Poka-Yoke Design	100%	Each part	Product Design Poka-Yoke	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	Escalation Strategy O: Line leader
1.2.e	The total length of the Spool/ Correct spool body assembly		C	= QA 88.6±0.25mm CH34160246	Length Measurement	100%	Each part	Automatic 100% control of total spool length at bending machine	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	Escalation Strategy O: Line leader			
					Sensor	100%	Each part						
					Visual control	100%	Each part	L3_E213_01_Stara_Boleslav_Czech Dual Launch Netting O: Vyrobní kvalita	Record T:DLN-FS1				
					Visual Control	1	FOLO						
					Caliper 0-150 mm	1	DLN Week	Visual Control on Station	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03				
1.2.f	Presence of spool body			= Production Order/ Drawing	Visual control	100%	Each part	Visual Control on Station	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	Escalation Strategy			
1.2.g	Presence of gear disc on spool body			= Production Order/ Drawing	Sensor	100%	Each part	Automatic 100% gear disc control of presence by sensor	Non-Conforming product Report - L4_E210_02_F03	Escalation Strategy			

Příloha D Uvolnění prvního a posledního kusu linky N27

D		First off / Last off						TRW Automotive		
		Výkaz směny - Uvolnění prvního / posledního kusu						Stará		
Číslo dílu:		Zjištění a naměřené hodnoty						Směna:		
Číslo šarže:		Uvolnění prvního kusu		Uvolnění posledního kusu		Opakované uvolnění				
		1. Vyhovuje ?		1. Vyhovuje ?		1. Vyhovuje ?		1. Vyhovuje ?		
Kontrolovaná charakteristika		Specifikace		Classifkace		Důvod a čas opakovaného uvolnění:		Důvod a čas opakovaného uvolnění:		
1. Kontrola použití správných komponentů		kusovník na zakázce		C						
2. Lisování cívký - kontrola délky cívký		88,6 +/-0,25		C						
3. Lisování cívký - kontrola výšky nýtů		max 0,5 mm		C						
4. Kontrola ohybu držáku navijáku		56,5 + 0,2 / - 0,15 mm		C						
5. Montáž pružinové kazety a krytky - kontrola výšky pinů		0,0 - 0,5 mm		C						
6. Montáž spojky - kontrola výšky nýtů		0,05 - 0,25 mm		C						
7. Kontrola přesahu sensorové hřídelky		11,3 +/- 0,2 mm		C						
8. Kontrola označení: TRW číslo výrobku,		výkres, zakázka		C						
9. Kontrola orientace komponentů podle výkresu a dílenského vzorku		výkres, dílenský vzorek		C						
10. Naviják blokuje při rychlém vytažení pásu/při naklonění		15 st. - 27 st. na obě strany		C						
11. Kontrola aktuálních dat na etiketě, umístění		výkres, DV		S						
12. Kontrola hlučnosti navijáku		úhlový test		S						
		Uvolnil :		Uvolnil :		Uvolnil :		Uvolnil :		
Kontrola procesu		Kontrola		Kontrola nastavení			Záznam o pracovnících			
Pracoviště		Mistake Proofing		Připravky	Program	Specifika	Zjištěná hodnota	Vyhovuje?	Jméno pracovníka	Podpis pracovníka - zaškolení v případě zapůjčení z jiné linky
N27 - 01 (V130) lisování matice						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 02 (V20) lisování cívký						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 03 (N20) ohyb držáku navijáku						~	~			
N27 - 04 (N30) montáž fixačního plechu						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 05 (N40) montáž pružinové kazety						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 06 (V70) předmontáž spojky						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 07 (V50) montáž spojky						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 08 (N70) montáž krytky						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 09 (V90) sestavení sensorové krytky						min 80 bar				
N27 - 09 (V90) sestavení sensorové krytky						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 10 (V100) předmontáž KISI / BO						~	~			
N27 - 11 (V80) svaření senzoru						6,0 +/- 1 bar				
N27 - 12 (N10) předmontáž senzoru						6,0 +/- 1 bar				
Konečná kontrola a balení		~		~	~	~	~			
		Uvolnil :								

Příloha E Atributivní způsobilost krytkovací stanice linky N27

Vř. linka	Kontrolní proces	Č. stroje/měřidla	Výrobek	Č. dílu	1. Měřidlo a vlivem obsluhy	2. Kontrolní kamery a automaty
N27	Kamera Křížováčky	N27-12	FS1	67A		X
znak						
Atribut 1	Nepřítomna západka	C	Atribut 6			
Atribut 2	Pružinka ve spojce	C	Atribut 7			
Atribut 3	Sensor	C	Atribut 8			
Atribut 4	senzorová kulička	C	Atribut 9			
Atribut 5	pružina	C	Atribut 10			

měřen / č.	atribut	detekce ok / nok	hodnocení shoda=0 nesh.=1	měřen / č.	atribut	detekce ok / nok	hodnocení shoda=0 nesh.=1	měřen / č.	atribut	detekce ok / nok	hodnocení shoda=0 nesh.=1	měřen / č.	atribut	detekce ok / nok	hodnocení shoda=0 nesh.=1
1	OK	OK	0	21	OK	OK	0	21	OK	OK	0	21	OK	OK	0
2	OK	OK	0	22	OK	OK	0	22	2	NOK	0	22	OK	OK	0
3	OK	OK	0	23	OK	OK	0	23	OK	OK	0	23	OK	OK	0
4	OK	OK	0	24	OK	OK	0	24	OK	OK	0	24	4	NOK	0
5	OK	OK	0	25	OK	OK	0	25	1	NOK	0	25	OK	OK	0
6	OK	OK	0	26	OK	OK	0	26	OK	OK	0	26	OK	OK	0
7	1	NOK	0	27	OK	OK	0	27	OK	OK	0	27	OK	OK	0
8	OK	OK	0	28	OK	OK	0	28	OK	OK	0	28	OK	OK	0
9	OK	OK	0	29	1	NOK	0	29	OK	OK	0	29	OK	OK	0
10	OK	OK	0	30	OK	OK	0	30	3	NOK	0	30	OK	OK	0
11	OK	OK	0	31	OK	OK	0	31	OK	OK	0	31	3	NOK	0
12	OK	OK	0	32	OK	OK	0	32	OK	OK	0	32	OK	OK	0
13	2	NOK	0	33	OK	OK	0	33	OK	OK	0	33	OK	OK	0
14	OK	OK	0	34	OK	OK	0	34	OK	OK	0	34	OK	OK	0
15	OK	OK	0	35	OK	OK	0	35	OK	OK	0	35	OK	OK	0
16	OK	OK	0	36	OK	OK	0	36	OK	OK	0	36	OK	OK	0
17	OK	OK	0	37	4	NOK	0	37	OK	OK	0	37	OK	OK	0
18	OK	OK	0	38	OK	OK	0	38	OK	OK	0	38	OK	OK	0
19	OK	OK	0	39	OK	OK	0	39	OK	OK	0	39	OK	OK	0
20	OK	OK	0	40	OK	OK	0	40	4	NOK	0	40	OK	OK	0
21	OK	OK	0	41	OK	OK	0	41	OK	OK	0	41	OK	OK	0
22	3	NOK	0	42	OK	OK	0	42	OK	OK	0	42	OK	OK	0
23	OK	OK	0	43	OK	OK	0	43	OK	OK	0	43	OK	OK	0
24	OK	OK	0	44	OK	OK	0	44	OK	OK	0	44	OK	OK	0
25	OK	OK	0	45	OK	OK	0	45	OK	OK	0	45	OK	OK	0
26	OK	OK	0	46	OK	OK	0	46	OK	OK	0	46	OK	OK	0
27	OK	OK	0	47	OK	OK	0	47	OK	OK	0	47	OK	OK	0
28	OK	OK	0	48	OK	OK	0	48	OK	OK	0	48	OK	OK	0
29	OK	OK	0	49	OK	OK	0	49	OK	OK	0	49	OK	OK	0
30	OK	OK	0	50	OK	OK	0	50	OK	OK	0	50	OK	OK	0
31	OK	OK	0	51	OK	OK	0	51	OK	OK	0	51	OK	OK	0
32	OK	OK	0	52	OK	OK	0	52	OK	OK	0	52	OK	OK	0
33	OK	OK	0	53	OK	OK	0	53	OK	OK	0	53	OK	OK	0
34	OK	OK	0	54	OK	OK	0	54	OK	OK	0	54	OK	OK	0
35	OK	OK	0	55	OK	OK	0	55	OK	OK	0	55	OK	OK	0
36	OK	OK	0	56	OK	OK	0	56	OK	OK	0	56	OK	OK	0
37	OK	OK	0	57	OK	OK	0	57	OK	OK	0	57	OK	OK	0
38	OK	OK	0	58	OK	OK	0	58	OK	OK	0	58	OK	OK	0
39	OK	OK	0	59	OK	OK	0	59	OK	OK	0	59	OK	OK	0
40	OK	OK	0	60	OK	OK	0	60	OK	OK	0	60	OK	OK	0
41	OK	OK	0	61	OK	OK	0	61	OK	OK	0	61	OK	OK	0
42	OK	OK	0	62	OK	OK	0	62	OK	OK	0	62	OK	OK	0
43	OK	OK	0	63	OK	OK	0	63	OK	OK	0	63	OK	OK	0
44	OK	OK	0	64	OK	OK	0	64	OK	OK	0	64	OK	OK	0
45	OK	OK	0	65	OK	OK	0	65	OK	OK	0	65	OK	OK	0
46	OK	OK	0	66	OK	OK	0	66	OK	OK	0	66	OK	OK	0
47	OK	OK	0	67	OK	OK	0	67	OK	OK	0	67	OK	OK	0
48	OK	OK	0	68	OK	OK	0	68	OK	OK	0	68	OK	OK	0
49	OK	OK	0	69	OK	OK	0	69	OK	OK	0	69	OK	OK	0
50	OK	OK	0	70	OK	OK	0	70	OK	OK	0	70	OK	OK	0
51	OK	OK	0	71	OK	OK	0	71	OK	OK	0	71	OK	OK	0
52	OK	OK	0	72	OK	OK	0	72	OK	OK	0	72	OK	OK	0
53	OK	OK	0	73	OK	OK	0	73	OK	OK	0	73	OK	OK	0
54	OK	OK	0	74	OK	OK	0	74	OK	OK	0	74	OK	OK	0
55	OK	OK	0	75	OK	OK	0	75	OK	OK	0	75	OK	OK	0
56	OK	OK	0	76	OK	OK	0	76	OK	OK	0	76	OK	OK	0
57	OK	OK	0	77	OK	OK	0	77	OK	OK	0	77	OK	OK	0
58	OK	OK	0	78	OK	OK	0	78	OK	OK	0	78	OK	OK	0
59	OK	OK	0	79	OK	OK	0	79	OK	OK	0	79	OK	OK	0
60	OK	OK	0	80	OK	OK	0	80	OK	OK	0	80	OK	OK	0
61	OK	OK	0	81	OK	OK	0	81	OK	OK	0	81	OK	OK	0
62	OK	OK	0	82	OK	OK	0	82	OK	OK	0	82	OK	OK	0
63	OK	OK	0	83	OK	OK	0	83	OK	OK	0	83	OK	OK	0
64	OK	OK	0	84	OK	OK	0	84	OK	OK	0	84	OK	OK	0
65	OK	OK	0	85	OK	OK	0	85	OK	OK	0	85	OK	OK	0
66	OK	OK	0	86	OK	OK	0	86	OK	OK	0	86	OK	OK	0
67	OK	OK	0	87	OK	OK	0	87	OK	OK	0	87	OK	OK	0
68	OK	OK	0	88	OK	OK	0	88	OK	OK	0	88	OK	OK	0
69	OK	OK	0	89	OK	OK	0	89	OK	OK	0	89	OK	OK	0
70	OK	OK	0	90	OK	OK	0	90	OK	OK	0	90	OK	OK	0
71	OK	OK	0	91	OK	OK	0	91	OK	OK	0	91	OK	OK	0
72	OK	OK	0	92	OK	OK	0	92	OK	OK	0	92	OK	OK	0
73	OK	OK	0	93	OK	OK	0	93	OK	OK	0	93	OK	OK	0
74	OK	OK	0	94	OK	OK	0	94	OK	OK	0	94	OK	OK	0
75	OK	OK	0	95	OK	OK	0	95	OK	OK	0	95	OK	OK	0
76	OK	OK	0	96	OK	OK	0	96	OK	OK	0	96	OK	OK	0
77	OK	OK	0	97	OK	OK	0	97	OK	OK	0	97	OK	OK	0
78	OK	OK	0	98	OK	OK	0	98	OK	OK	0	98	OK	OK	0
79	OK	OK	0	99	OK	OK	0	99	OK	OK	0	99	OK	OK	0
80	OK	OK	0	100	OK	OK	0	100	OK	OK	0	100	OK	OK	0
81	OK	OK	0	101	OK	OK	0	101	OK	OK	0	101	OK	OK	0
82	OK	OK	0	102	OK	OK	0	102	OK	OK	0	102	OK	OK	0
83	OK	OK	0	103	OK	OK	0	103	OK	OK	0	103	OK	OK	0
84	OK	OK	0	104	OK	OK	0	104	OK	OK	0	104	OK	OK	0
85	OK	OK	0	105	OK	OK	0	105	OK	OK	0	105	OK	OK	0
86	OK	OK	0	106	OK	OK	0	106	OK	OK	0	106	OK	OK	0
87	OK	OK	0	107	OK	OK	0	107	OK	OK	0	107	OK	OK	0
88	OK	OK	0	108	OK	OK	0	108	OK	OK	0	108	OK	OK	0
89	OK	OK	0	109	OK	OK	0	109	OK	OK	0	109	OK	OK	0
90	OK	OK	0	110	OK	OK	0	110	OK	OK	0	110	OK	OK	0
91	OK	OK	0	111	OK	OK	0	111	OK	OK	0	111	OK	OK	0
92	OK	OK	0	112	OK	OK	0	112	OK	OK	0	112	OK	OK	0
93	OK	OK	0	113	OK	OK	0	113	OK	OK	0	113	OK	OK	0
94	OK	OK	0	114	OK	OK	0	114	OK	OK	0	114	OK	OK	0
95	OK	OK	0	115	OK	OK	0	115	OK	OK	0	115	OK	OK	0
96	OK	OK	0	116	OK	OK	0	116	OK	OK	0	116	OK	OK	0
97	OK	OK	0	117	OK	OK	0	117	OK	OK	0	117	OK	OK	0
98	OK	OK	0	118	OK	OK	0	118	OK	OK	0	118	OK	OK	0
99	OK	OK	0	119	OK	OK	0	119	OK	OK	0	119	OK	OK	0
100	OK	OK	0	120	OK	OK	0	120	OK	OK	0	120	OK	OK	0
101	OK	OK	0	121	OK	OK	0	121	OK	OK	0	121	OK	OK	0
102	OK	OK	0	122	OK	OK	0	122	OK	OK	0	122	OK	OK	0
103	OK	OK	0	123	OK	OK	0	123	OK	OK	0	123	OK	OK	0
104	OK	OK	0	124	OK	OK	0	124	OK	OK	0	124	OK	OK	0
105	OK	OK	0	125	OK	OK	0	125	OK	OK	0	125	OK	OK	0
106	OK	OK	0	126	OK	OK	0	126	OK	OK	0	126	OK	OK	0
107	OK	OK	0	127	OK	OK	0	127	OK	OK	0	127	OK	OK	0
108	OK	OK	0	128	OK	OK	0	128	OK	OK	0	128	OK	OK	0
109	OK	OK	0	129	OK	OK	0	129	OK	OK	0	129	OK	OK	0
110															

Příloha G 8D report užívaný ve společnosti TRW

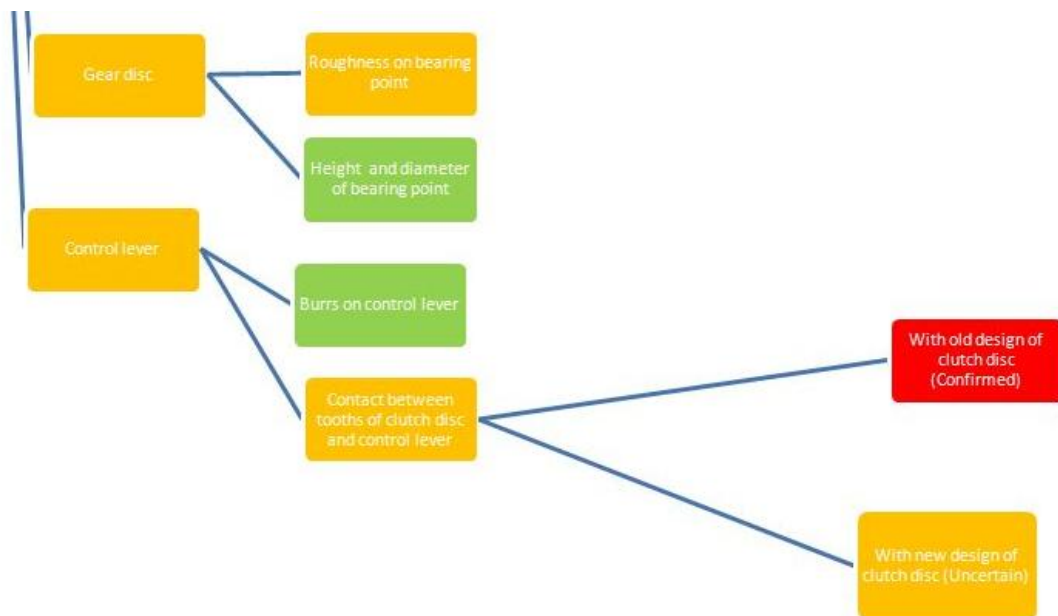
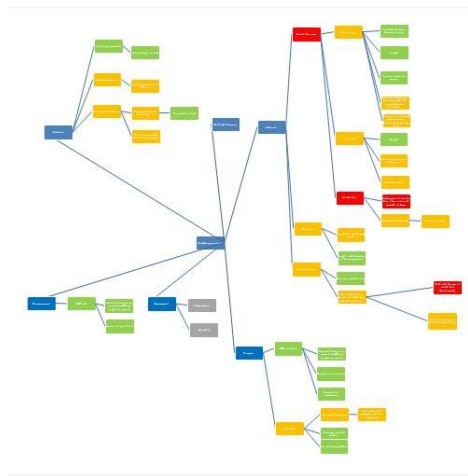
8D Report

TRW Occupant Safety Systems



Concern Title Název		Reference No Č. reklamace	Open Date Datum zahájení	Modification Date
8D WS NOK		2013_26	21.11.2013	
Customer Zákazník		Product Name Vyroba	Product Number Č. dílu	
Renault		FB1	34148652B	
D0 Symptom(s): Mělo cizlivý, nezasekává				
D0 Emergency Response Action(s): Okamžitá nouzová opatření			Implementation Date Datum implementace	Responsible Odpovědnost
Kontrola vyrobené zásoby			21.11.2013	Klapka
D1 Team Tým	Name Jméno	Dept. Odd.	Phone Telefon	D2 Problem description Popis problému
Champion:	Mašek	Supervisor TPV		Navrhák nezasekává do 2g. Zasekává až od hodnot 2,5g a vyšších.
Team Leader:	Klapka	Quality		
Members: Členové:	Benešová	Quality		
	Mikule	TPV		
	Škaloud	TPV		
D3 Interim Containment Action(s): Dočasná opatření			Implementation Date Datum implementace	Responsible Odpovědnost
Kontrola hodnoty za sekávkou na lince P9, které disponuje automatickým úhlovým testem			22.11.2013	Kubeka, Mašek, Klapka
Z 150 zkontrolováných kusů je 75 NOK. Containment ukončen.			22.11.2013	Klapka
D4: Root cause(s) Základní příčina				% Contribution Podíl na problému
Správné seřízení laboratorního stroje (ověřeno, stroj nastaven správně)				0%
Páka spojky je sklopená mimo výřezovou toleranci, tím více tlačí na disk spojky a dělá ji nechtěněšší				100%
D5: Chosen Permanent Corrective Action(s): Navržená trvalá nápravná opatření				% Effective Účinnost
Reklamáce dodavatel				50%
Změna designu spojky na jednotlivý design, kde bude tento problém odstraněn				100%
D6 Implemented Permanent Corrective Action(s): Implementovaná trvalá nápravná opatření			Implementation Date Datum implementace	Responsible Odpovědnost
Změna designu spojky			15.12.2013	Core Engineering TRW Aitior
D7 Prevent Actions: Preventivní opatření				Implementation Date Datum implementace
Update Design FMEA <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				
Update Process FMEA <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				21.11.2013
Update Drawings <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				15.12.2013
Update Visual Aids <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				
Update Control Plans <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				
Update Specifications <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				
Introduce Special Instructions <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				
Update Poke Yoke / IIP <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A				
D8: Team and individual recognition Týmové a individuální ocenění		Champion	Closed Date Datum ukončení	Report by Zapsal
		Mašek	15.1.2014	Klapka

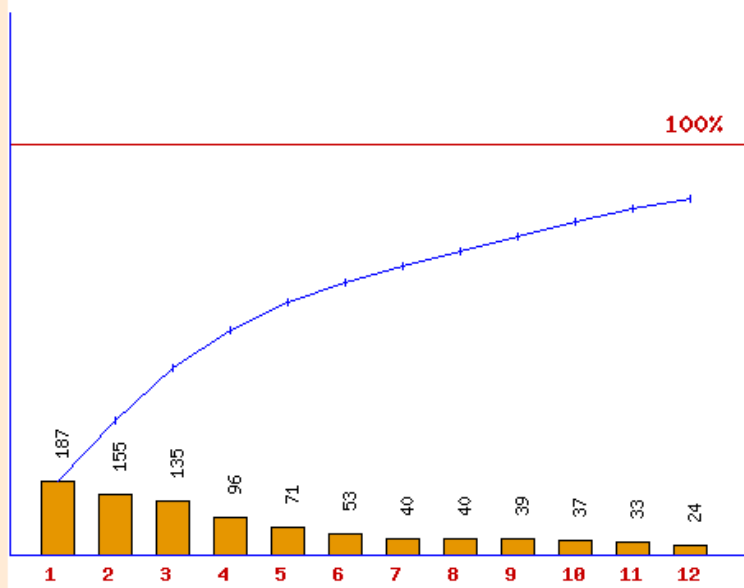
Příloha H Ishikawa celková + výtažek



Příloha I Tříkrát 5x proč v TRW

Neshoda, vada	5x Proč analýza					Kořenová příčina	Navržené opatření	Termín
Necitlivý díl na WS	Použij tuto část k zjištění, proč k vadě došlo.							
	Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →			
	Designový problém, paolka spojky příliš stažená ošid směrem ke spojce	Dodavateleka ohyba, dodavatel nedodržel toleranci.	Poruchy v nástroji, zároveň nevhodný design, dodavatel není schopen být v toleranci	Špatné zvolení design, kdy je spojka rozložena na dva díly.		Špatné zvolení design, kdy je spojka rozložena na dva díly.	Vytvoření jednotné spojky	15.12.2013
Použij tuto část k zjištění, proč vada nebyla detekována.								
Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →				
Na lince je pouze ruční úhlový test, ne automatický.	Na lince byl původně přístroj automatický úhlový test, nakonec nebyl instalován	Rozhodnutí managementu v rámci úspory			Linka neobsahuje žádné detekční zařízení na tuto ohybu.	Dotčené testování všech dílů na lince P3, která obsahuje automatický úhlový test.	22.11.2013	
Použij tuto část k zjištění, proč vada nebyla predikována.								
Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →	Proč ? →				
Nový produkt, při prvních testováních tento problém nebyl.	Na základě prvních testování se s vadou nepočítal	Testování probíhalo v TRW Aštorf pouze na 15 kusech.	Nebyl materiál na vj robu více kusů, špatné vyhodnocení vj sletků, neostatečné množství vzorků.		Nebyl materiál na vj robu více kusů, špatné vyhodnocení vj sletků, neostatečné množství vzorků.	Přidání možnosti této vady do FMEA plus do databáze LL	21.11.2013	

Příloha J Paretův diagram



Kod	Popis	Pocet zavad	Procenta
1	332 Chybný ohyb držáku navijáku	187	17,7757
2	255 Chybná montáž pružiny.	155	14,7338
3	103 Naviják zasekává pozdě při úhlovém testu	135	12,8327
4	328 Chybná montáž krytu	96	9,1255
5	351 Chybné navinutí pružiny	71	6,7490
6	354 Chybná předaktivace pásky	53	5,0380
7	176 5.x - Výsledek testu při pořadavku velké síly NOK	40	3,8023
8	366 Chybný moment natočení	40	3,8023
9	357 Chybné navinutí kazety	39	3,7072
10	175 4.x - Výsledek testu při pořadavku malé síly NOK	37	3,5171
11	371 Chybná montáž kolíčku	33	3,1369
12	265 Poškozená / křivá cívka	24	2,2814
13	330 Chybné lisování fixačního plechu	22	2,0913
14	173 3.0 - Vnitřní chyba ECU	17	1,6160
15	220 Hlučný při odvíjení a navíjení	15	1,4259
16	333 Protočený naviják (pr.kazeta)	12	1,1407
17	214 Poškozený předepínač	12	1,1407