

# Nástroje vedoucí k identifikaci příčin vad a zlepšení jakosti v automobilovém průmyslu

Kristýna Bušinová

---

Bakalářská práce  
2017/2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav krizového řízení  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kristýna Bušinová**  
Osobní číslo: **L14328**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Ovládání rizik**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Nástroje vedoucí k identifikaci příčin vad a zlepšení jakosti v automobilovém průmyslu**

Zásady pro vypracování:

1. Definujte základní terminologii v oblasti jakosti v automobilovém průmyslu.
2. Popište význam jakosti v automobilovém průmyslu.
3. Zpracujte problematiku zlepšování jakosti v automobilovém průmyslu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] NENADÁL, J., NOSKIEVIČOVÁ, D., PETŘÍKOVÁ, R., PLURA, J., TOŠENOVSKÝ, J. **Moderní management jakosti**, Praha: Management Press, 2008, 377 stran. ISBN 978-80-7261-186-7.

[2] PŘÍBEK, J. **Systémy managementu jakosti**, Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 105 stran. ISBN 80-02-01688-2.

[3] HORÁLEK, V. **Jednoduché nástroje řízení jakosti I.**, Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 78 stran. ISBN 80-02-01689-0.

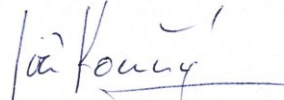
Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Slavomíra Vargová, PhD.**  
Ústav krizového řízení  
Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2017**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. září 2017**

V Uherském Hradišti dne 1. září 2017

  
doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
*děkan*



  
Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE


Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se bakalářská práce skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti ..... 19.9.2017 .....

  
.....  
podpis studenta

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, již se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 80 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá oblastí řízení jakosti. V teoretické části jsou hlavním tématem historie jakosti, mezinárodní normy pro systém managementu kvality, kvalita v automobilovém průmyslu a její nástroje. Nástroje managementu řízení jakosti, které jsou zde popsány: diagram následků a příčin (Ishikawa diagram), FMEA - Analýza možných vad a jejich následků, analýza způsobilosti procesů, Pareto analýza (Paretův diagram), Grafické zpracování dat. Praktická část tyto nástroje popisuje z praktického hlediska, tím je myšleno jak je přesně použít a zkonstruovat.

Klíčová slova: Ishikawa diagram, FMEA, indexy způsobilosti, Pareto diagram, histogram, kvality, management kvality.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the area of quality control. In the theoretical part is the main topic of quality history, international standards for quality management system, quality in the automotive industry and its tools. Quality Management Management tools described here: Diagram of Consequences and Causes (Ishikawa Diagram), FMEA - Analysis of Possible Defects and Their Consequences, Process Capability Analysis, Pareto Analysis (Paret Diagram), Graphic Processing of Data. The practical part describes these tools from a practical point of view, which means how to use them precisely and to construct them.

Keywords: Ishikawa Diagram, FMEA, Process Capability Analysis, Pareto Diagram, Histogram, Quality, Quality Management.

Poděkování, patří mé vedoucí bakalářské práce Ing. Slavomíře Vargové, Ph.D., která byla velkou pomocí a oporou, i v případě mých zdravotních komplikací, dále také za profesionální konzultace a příjemné jednání při naší spolupráci. Samozřejmě mé poděkování patří i mým nejbližším.

## **OBSAH**

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>	
<b>I</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>HISTORIE JAKOSTI.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>MEZINÁRODNÍ NORMY PRO SYSTÉM MANAGEMENTU KVALITY .....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>KVALITA V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU .....</b>	<b>19</b>
3.1	VÝZNAM KVALITY V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU .....	19
3.2	NÁSTROJE KVALITY K ODHALENÍ PŘÍČIN VAD A ZLEPŠOVÁNÍ JAKOSTI .....	20
3.2.1	Diagram následků a příčin (Ishikawa diagram) .....	20
3.2.2	FMEA - Analýza možných vad a jejich následků.....	22
3.2.3	Analýza způsobilosti procesů.....	25
3.2.4	Pareto analýza (Paretův diagram) .....	29
3.2.5	Grafické zpracování dat .....	30
3.3	APLIKACE NÁSTROJŮ KVALITY DO PROCESU .....	32
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>UKÁZKA APLIKACE NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH NÁSTROJŮ KVALITY.....</b>	<b>35</b>
4.1	ISHIKAWA DIAGRAM – DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ .....	35
4.2	FMEA - ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH NÁSLEDKŮ .....	38
4.3	INDEXY ZPŮSOBILOSTI PROCESU .....	46
4.4	PARETO ANALÝZA .....	50
4.5	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ DAT .....	52
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>55</b>	
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>56</b>	
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>58</b>	
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>59</b>	



## ÚVOD

Jakost neboli kvalita je definována mnoha způsoby, ať už jako znak nebo neodlučitelná vlastnost něčeho.

Ne všichni se, ale v definici jakosti shodují. Deming definuje, že jakost má význam jen ve vztahu k zákazníkovi, jeho potřebám k jakým se rozhodl ji použít. Juran zase jako schopnost k zamýšlenému účelu pro uživatele, zjednodušeně: dostupnost, spolehlivost a udržitelnost produktu či služby. Crosby, kvalitu považuje za pochopení požadavků. Ishikawa nám říká, že kvalita je ekonomickou, užitkovou a uspokojivou stránkou pro uživatele v produktu či službě.

Avšak charakteristickým rysem současné doby pro kvalitu, je výrazná orientace na zákazníka, a to ne čistě na kvalitu pro zákazníka, ale kvalita za přijatelnou cenu za produkt či službu.

Tomuto se samozřejmě podřizují výrobní programy, vývoj produktu, a také použitá technologie a jak bylo zmíněno, požadavky na systém managementu kvality.

Fenoménem této doby je tedy, že většina výrobců reaguje na tento požadavek tak, že se snaží snížit náklady společnosti na co nejnižší úroveň, aby produkt na trhu obstál i cenově. V pořádku je, pokud je to v důsledku zlepšení organizace procesů a zvýšení produktivity ve společnosti. Pokud se ale výrobce snaží kvalitu někde ošidit a následně to potenciálnímu zákazníkovi zatajit je to v nepořádku.

Jakost se proto stala základním principem řízení společností, nástrojem zvyšování konkurence schopnosti a rozvoje.

Co je tedy zahrnuto pod kvalitou pro zákazníka? Požadované charakteristiky kvality produktu nebo poskytované služby, požadované informace (pro celý proces, který je spojen s produktem), požadované množství (velikost dávek, zásob), požadované místo (sklad a pracoviště), požadovaný čas (průběžná doba, dodací lhůta, čas dodání na požadované místo) a minimální náklady (objednací, skladovací, dopravní, výrobní, atd).

Tímto, mnoho společností pochopilo důležitost kvality a skutečnost, že odpovědnost za kvalitu výroby či poskytované služby, je na odpovědnosti každého člena týmu podílejícího se jakoukoli mírou svých činností na výsledném produktu.

Pak je otázkou, kolik chce firma investovat do prevence a identifikace možných příčin vad a následně do zlepšení celého procesu.

Někdy totiž i malé náklady na prevenci a identifikaci příčin vad mohou zabránit potenciálně reálným velkým i opakujícím se škodám.

Proto se bakalářská práce bude zabírat problematikou zlepšení jakosti v automobilovém průmyslu, čili nástroji, které nám usnadňují práci v mnoha fázích tohoto průmyslu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE JAKOSTI

Tak jako každá jiná oblast, i kvalita prošla v průběhu let určitým vývojem, který byl ovlivněn zejména způsobem řízení organizací, tedy různými školami a názory v historii organizací.

S rozvojem průmyslové výroby nastal i růst potřeby kontroly, počátek byl u kontroly ze strany samotné výroby, až do počátku dvacátého století. Avšak s růstem výroby je nutné na tuto práci využít specializovaných kontrolorů. Na základě toho vznikají výrobní procesy s technickou kontrolou a objevují se speciální jednotky technické kontroly.

Ve 30. letech 20. Století, zásluhou Američanů Rominga a Shewharta, se objevují první statistické metody kontroly výrobních procesů.

Počátek kvality výrobků se soustředil především na individuální výrobní proces a technickou kontrolu vstupů a výstupů. Proto statistické metody kontroly upadaly.

Díky W. E. Demingovi, se v 50. letech 20. století zejména v Japonsku, daří zavádět statistickou regulaci výrobních procesů, která se stala významným nástrojem preventivní kontroly. Díky snaze o zavedení tohoto statistického řízení procesů i do dalších oblastí a činností organizací, vzniká moderní systém jakosti, Company Wide Quality Control – CWQC.

K řízení kvality měli významný přínos zejména automobilový a letecký průmysl, jelikož zde se musí jednat o výrobky s vysokou mírou spolehlivosti. V automobilovém průmyslu se také jedná o vysokou mírou konkurence, tím na počátku 70. let 20. století začaly vznikat první standarty definující požadavky na systém jakosti.

Nastalo stále větší koordinování všech činností a oblastí, jako například plánování, vývoj, výroba, a další. Objevuje se pojem „Celkové řízení jakosti“ jehož autorem je A. V. Feigenbaum. Toto řízení jakosti se začíná uplatňovat i v nevýrobních odvětvích, a to vede k pokusům o úplný management jakosti, pod názvem Total Quality Management (dále jen TQM), který je založen na principech managementu jakosti W. E. Deminga.

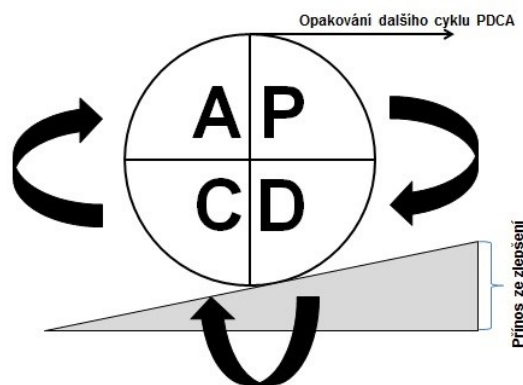
V roce 1987, Mezinárodní organizace pro normy – International Organization for Standardization (dále jen ISO), zveřejnila sadu norem pro Systémy managementu kvality (dále jen ISO 9000), na základě čehož si organizace mohou vytvářet své systémy jakosti, a ty jsou následně ověřovány certifikačním auditem.

Na konci 20. století, jsou organizace nabádány k začlenění svých systémů do dalších oblastí jako životní prostředí, a to systémem environmentálního managementu (dále jen ISO 14000), který definuje požadavky na management životního prostředí.

### Shrnutí historie řízení kvality

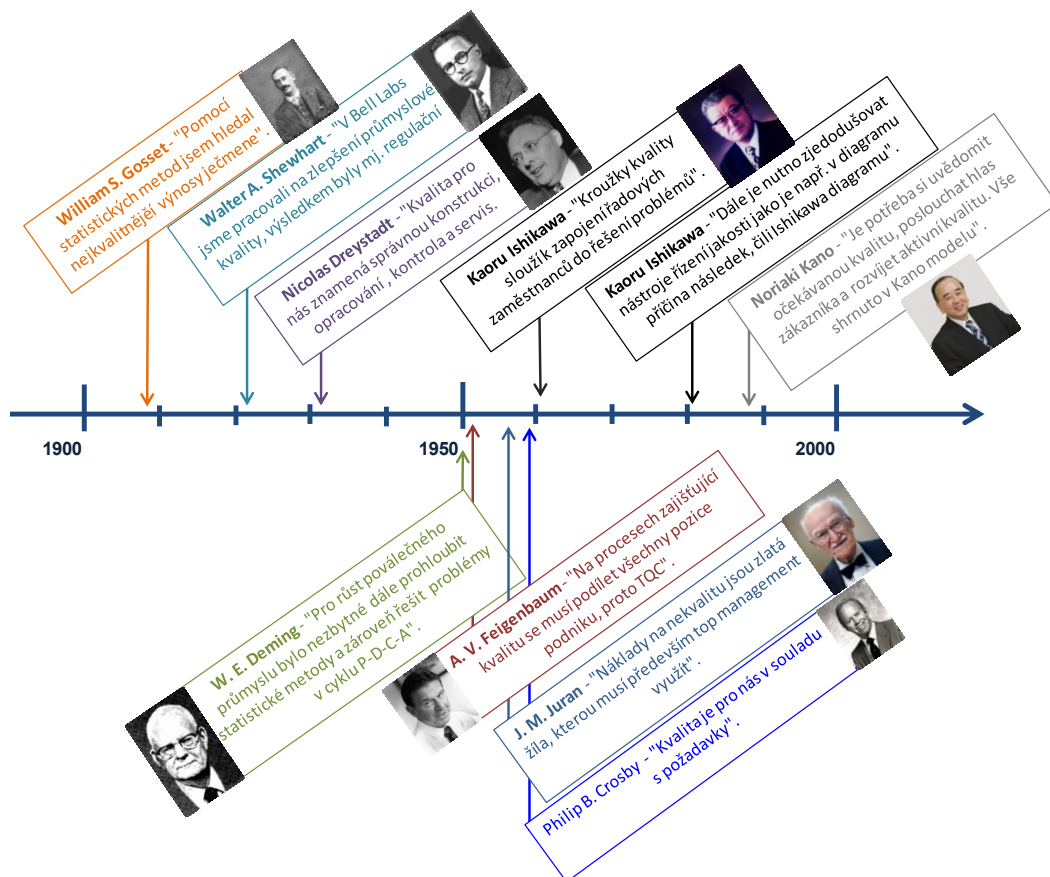
Jak již bylo zmíněno, k vývoji řízení kvality přispělo mnoho významných osobností, k nimž patřili: Walter A. Shewhart, William E. Deming, Joseph M. Juran, Armand V. Feigenbaum, Kaoru Ishikawa, Philip B. Crosby.

- **William Sealy Gosset** - počátek 20. století (kolem roku 1908) – věnoval se statistické kontrole kvality, ze kterého bylo hlavním přínosem a myšlenkou, počátky praktického využívání statistické kontroly kvality.
- **Walter Andrew Shewhart** – 20. léta 20. století – věnoval se statistické kontrole kvality, ze které vzešli kontrolní mechanismy, kontrolní grafy.
- **Nicolas Dreystadt** – 30. léta 20. století – věnoval se filozofii kvality u Cadillacu, díky čemuž došlo k záchraně značky navzdory Velké depresi, propojení kvality a marketingu.
- **William Edwards Deming** – od roku 1950 - zahájil působení v Japonsku, získal stovky žáků a následovníků, komplexním přístupem k řízení kvality a pomocí jeho metod prokázali, že toto chápání kvality je nejen konkurenční výhodou, ale i účinným nástrojem na cestě k prosperitě, tím se dostáváme k Demingově řetězci reakcí PDCA cyklus. Cyklus je složen z naplánování zamýšleného zlepšení (záměr), realizace plánu, ověření výsledku realizace oproti původnímu záměru, úpravy záměru i vlastního provedení na základě ověření a plošná implementace zlepšení do praxe.



Obr. 1. Demingův PDCA cyklus [12]

- **Armand Vallin Feigenbaum** – rok 1951 – dílem byl koncept Total Quality Control (dnes TQM).
- **Joseph Moses Juran** – od roku 1954 - působil v Japonsku (nezávisle na Demingovi). Kde získal stovky žáků a následovníků, přijetí myšlenek kontroly kvality. Aplikace Paretova pravidla na řízení kvality.
- **Philip B. Crosby** - hlavním koncept je „Zero defects“ (dále jen ZD), podnik musí dělat vše pro to, aby vady nenastaly. Každá vada má příčinu a je v lidech, aby ji odhalili a napravili. Definuje kvalitu jako soulad s požadavky.
- **Kaoru Ishikawa** – rok 1962 – hlavní myšlenou a dílem byly způsoby zavádění kvality v podniku, což vedlo ke konceptu kroužků kvality.
- **Kaoru Ishikawa** – rok 1982 – tohoto roku dospěl k technikám analýz problémů, čili vznikl Ishikawův diagram.
- **Noriaki Kano** – 80. léta 20. století – bylo přistoupeno k výzkumu spokojenosti zákazníků a jejich vnímání kvality, to znamená k Kano modelu.



Obr. 2. Historický vývoj velikanů řízení kvality [12]

Každý z těchto velikánů kvality, měl velký podíl na tom, jaké je řízení kvality dnes. Proto se tyto metody řízení kvality zaměřují z pravidla na technické obory, mezi které patří i automobilový průmysl, jelikož patří mezi nositele moderních metod řízení a to zejména z toho důvodu, že na výrobky, tedy vozidla, jsou kladeny vysoké nároky a požadavky z hlediska bezpečnosti i kvality.

## 2 MEZINÁRODNÍ NORMY PRO SYSTÉM MANAGEMENTU KVALITY

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, Mezinárodní organizace pro normalizaci je hlavním článkem managementu kvality. Tato organizace byla založena ve Švýcarsku, kde je i její sídlo. ISO se zabývá zpracováním norem, zkoušením a certifikací.

Mezinárodní organizace pro normalizaci je celosvětovou federací národních mezinárodních orgánů. V daných zemích normalizaci zastupují národní normalizační organizace. Povinností těchto orgánů je informovat orgány a organizace své země o nových normalizačních aktivitách a zajistit jednotné stanovisko k překládaným dokumentům.

Nejdůležitější normy pro řízení kvality:

**1. ISO 9000 Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník** - základní pojmy, slovník a zásady pro systém managementu kvality a podkladem pro další normy systému managementu kvality.

Zásady managementu kvality:

- **Zaměření na zákazníka** – společnosti jsou závislé na svých zákaznících, proto je nutné porozumět současným i budoucím potřebám zákazníka, plnit jeho požadavky a snažit se překonat zákaznickova očekávání.
- **Vedení** – nutné udržování a vytváření interního prostředí společnosti, ve kterém se mohou lidé plně zapojit do získání cílů společnosti.
- **Zaměření na zaměstnance** – je zásadní pro zvýšení schopností organizace, vytvářet a poskytovat hodnoty a plně je zapojit, v prospěch celé společnosti.
- **Identifikace procesu, a určení vzájemných vazeb** – požadovaného výsledku dosáhneme tehdy, pokud jsou všechny činnosti pochopeny a řízeny jako navzájem provázané procesy, které fungují.
- **Zlepšení** – zlepšení výkonnosti společnosti, je trvalý cíl organizace.
- **Rozhodování na základě důkazů** – požadované výsledky musí být založeny na analýze, hodnocení dat a informací.
- **Management vztahů** – pro udržení úspěchu řídí organizace své vztahy se všemi zainteresovanými stranami, např. organizace a její dodavatel.



ISO 9000:2015 definuje:

**Produkt** jako:

*„výstup organizace, který může být zhotoven bez jakékoli transakce probíhající mezi organizací a zákazníkem“*

Zjednodušeně je výsledkem procesu.

**Službu** jako:

*„výstup organizace s alespoň jednou činností nezbytně prováděnou mezi organizací a zákazníkem“*

**Proces** jako:

*„soubor vzájemně provázaných nebo vzájemně působících činností, které využívají vstupy pro dosažení zamýšleného výsledku“*

**2. ISO 9001 Systémy managementu kvality – Požadavky** – tzn. požadavky pro zavedení systému managementu kvality v případě, kdy je nutné prokázat způsobilost poskytovat produkty a služby, které splňují požadavky zákazníků, zákonů a předpisů.

Stručná historie vývoje normy ISO 9001:

- rok 1987 – byla to první verze normy, vycházela z tradičních norem jakosti pro výrobu,
- rok 1994 – revize normy, s drobnými změnami bez velkého významu,
- rok 2000 – zásadní změna normy, s výsledkem zavedení procesního řízení, dalších principů managementu jakosti se zaměřením na zákazníka, vedení, zapojení zaměstnanců, neustálé zlepšování,
- rok 2008 – stejně jako roku 1994, pouze malá revize bez velkého významu,
- rok 2015 – velká revize, zůstává procesní řízení a zaměření na zákazníka, ale dochází ke zdůraznění těchto přístupů, mění se struktura normy (z 8 na 10 článků), změna některých terminologií, také proběhlo snížení důrazu na dokumentaci a pozornost se obrací na řízení rizik.

**3. ISO 9004 Řízení udržitelného úspěchu organizace – Přístup managementu kvality** – poskytuje návod, pro dosažení udržitelného úspěchu organizace, to pro ni znamená mít schopnost dlouhodobě a rovnoměrně plnit potřeby a očekávání svých zákazníků a dalších zainteresovaných stran. A proto bere sebehodnocení jako důležitý nástroj pro průzkum vyspělosti organizace.

**4. ISO 19011 Směrnice pro auditování systému managementu** – poskytuje návod na plánování a provádění auditů, a to k řízení auditů první a druhou stranou, provádění interních a externích auditů systému managementu jakosti a systému environmentálního managementu.

Výše uvedené normy souboru ISO byly vypracovány, aby pomohly organizacím všech typů a velikostí při uplatňování a provozování efektivních systémů managementu kvality. Přístup k systému managementu vede organizace k tomu, aby stanovily procesy, které přispívají k dosažení produktu a služeb přijatelného pro zákazníka a aby tyto procesy stále řídily. Systémy managementu mají a mohou napomoci organizacím při zvyšování spokojenosti zákazníka. [11]

### 3 KVALITA V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU

#### 3.1 Význam kvality v automobilovém průmyslu

System managementu kvality pronikl postupně do převážné části technických i netechnických oborů. Kvůli odlišnostem jednotlivých oborů byly vydány technické normy, které přesně určují specifikace pro jednotlivé obory.

Vývoj v automobilovém průmyslu s požadavky na kvalitu byl jedním z hlavních faktorů, který ovlivnil vznik systémových norem. Na počátku 60. let byly zaváděny normy pro řízení kvality v automobilovém průmyslu, jako například Verband der Automobilindustrie - německá oborová norma automobilového průmyslu (dále jen VDA). Následkem všech změn a vývoje, byla vytvořena Oborová norma automobilového průmyslu, The Automotive quality management systém (dále jen ISO 16949), která je oborovou normou pro automobilový průmysl, sjednocující celosvětové požadavky na systémy managementu jakosti v tomto odvětví. Ačkoli základem jsou požadavky ISO 9001 v plném rozsahu, doplněné zvláštními požadavky na systém managementu kvality pro výrobce automobilů a jejich dílů.

Přínosem normy ISO 16949 je:

- Vysoká úroveň výrobního procesu a v návaznosti na to stabilní a vysoká kvalita služeb a výrobků pro zákazníka.
- Optimalizace nákladů, což znamená snížení nákladů na provoz, na nekvalitní výrobky, šetření v oblasti surovin, energie a dalších zdrojů.
- Efektivita v nastavení procesů pro navýšení tržeb, zisků, v závislosti na spokojenost vlastníka.
- V návaznosti na vysokou kvalitu produktů, získání smlouvy s koncovým zákazníkem.
- Zdokonalení struktury organizace, zkvalitnění systému řízení, zlepšení pořádku a zvýšení výkonnosti celé organizace.

Aktualizace norem ať už ISO 16949 nebo ISO 9001, je v neustálém vývoji, vzhledem k čemuž dochází k certifikování společností dle aktuální verze.

## 3.2 Nástroje kvality k odhalení příčin vad a zlepšování jakosti

Podle všeobecných požadavků managementů jakosti, souboru norem ISO 9000 organizace musí vytvářet, dokumentovat, uplatňovat a udržovat systém managementu jakosti a neustále zlepšovat jeho efektivnost v souladu s požadavky normy.

Pro potřeby řízení kvality, je nutné, aby byly shromažďovány informace. Forma, kterou je možno využít je třídění, zpracování, analýza a správné použití metody či nástroje ke zlepšování, popřípadě identifikaci vad.

Následující nástroje řízení kvality, lze využít pro popis problému, analýzu a pochopení vztahů. Mezi těmito nástroji bude například Ishikawa, FMEA, a další.

### 3.2.1 Diagram následků a příčin (Ishikawa diagram)

Diagram následků a příčin, Ishikawa diagram, či diagram rybí kosti je využíván pro analýzu vztahu mezi příčinou a následkem. Poprvé byl využit v roce 1943, japonským odborníkem Kaoru Ishikawa, který byl tvůrcem této analýzy. Jde tedy o systémový přístup k řešení problému, který je založen na zdokumentování všech myšlenek a námětů. Měl by být prvním krokem pro řešení všech problémů, který je vyvolán více příčinami. Z důvodu jeho jednoduchosti a snadného pochopení, umožňuje zapojení více pracovníků do řešení, proto je nástroj určen pro týmovou práci. Výsledkem aplikace tohoto diagramu jsou náměty, které vedou k novým a netradičním řešení.

Umožňuje najít skutečné příčiny následků, ne pouze symptomy, a zvolit nejefektivnější řešení problémů.

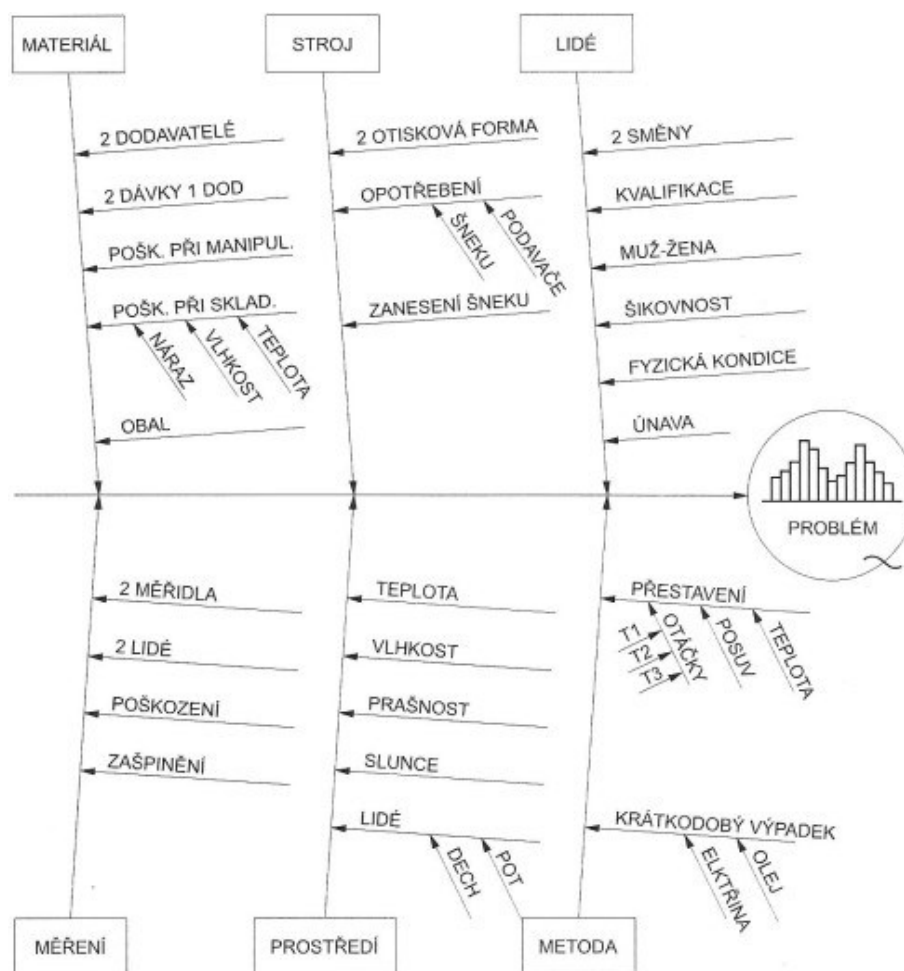
Postup sestavení můžeme rozdělit na dvě fáze, a to přípravu brainstormingu (metoda volné samovolné diskuze na dané téma) a realizaci brainstormingu. Ve fázi přípravy je nutno provést výběr vhodné místnosti a doby konání, výběr vhodné skupiny (5-8 osob), připravit materiály pro záznam celého diagramu. V rámci realizace je třeba shromáždit danou skupinu, vyřešit základní kostru diagramu, na všemi viditelném místě, zvolit moderátora, definovat problém nebo očekávaný přínos a definovat všeobecné hlavní skupiny příčin (lidé, materiál, prostředí, metody, stroje-zařízení). Příčiny nejsou omezeny, můžeme do diagramu přidat další kost k páteři nebo zvolit jiné příčiny.

U brainstormingu vyzývá postupně moderátor každého člena týmu, aby zformuloval příčinu analyzovaného problému. Toto se provádí v několika kolech tak dlouho, až členové

týmu vyčerpají všechny své nápady. Všechny nápady se zaznamenávají do Ishikawova diagramu. Při realizaci brainstormingu se musí dodržovat tyto zásady:

- musí být zaznamenán každý nápad,
- kritika nápadů je zakázána,
- nápady musejí být zaznamenávány čitelně,
- formulace nápadů musí být jasná a stručná,

Tuto úlohu lze vyřešit pomocí metody bodového hodnocení, kdy každý člen týmu dostane určitý počet bodů (např. šest) a v několika bodech (nejčastěji ve třech) postupně přiděluje body podle vlastní úvahy nejpravděpodobnějším příčinám (např. v 1. kole přiřadím tři body, ve 2. kole dva body a pak jeden bod). Takto kvantifikované příčiny dále zpracujeme např. pomocí Pareto analýzy (viz níže). Pak navrheme nápravná opatření [4].



Obr. 3. Ishikawa diagram [9]

### 3.2.2 FMEA - Analýza možných vad a jejich následků

Failure Mode and Effects Analysis, v překladu Analýza možných vad a jejich následků, byla vyvinuta v 60. letech v USA a původním úkolem analýzy bylo určit spolehlivost složitých systémů v kosmickém výzkumu a jaderné energetice. Avšak brzy začala být využívána k prevenci výskytu neshod v dalších oblastech, nejvíce ale v automobilovém průmyslu. V Evropě prve využita v roce 1977 firmou Ford a běžné uplatnění našla od roku 1984 ve skupině Volkswagen.

Metodu FMEA lze obecně charakterizovat jako postup (proces) systematické a podrobné analýzy vznikající konstrukce, resp. návrhu výrobního procesu výrobku z hlediska vzniku, důsledků a příčin všech potenciálně možných poruch (vad), jež mají původ v samotné konstrukci, resp. v návrhu výrobního procesu. Takto uplatňovaný postup analýz umožňuje identifikovat potenciálně možné poruchy (vady), jejich příčiny a zhodnotit jejich důsledky z pohledu zákazníka. Volbou vhodných nápravných opatření pak umožňuje preventivně odstranit nejvýznamnější z nich. Využívá se při tom zkušeností z konstrukcí a výrobních procesů výrobků předchozích generací.

Metodu FMEA je nutno chápat jako metodu týmovou, jeden pracovník sám ji může jen obtížně kvalitně provádět, neboť by chyběly pohledy na problematiku z dalších profesních oblastí. Při svém provádění musí být provázána s řídicími zásahy v podobě nápravných opatření k odstranění příčin identifikovaných nejzávažnějších potenciálně možných poruchových stavů (vad). K její úspěšné aplikaci je proto nezbytné manažerské zajištění (vymezení pravomocí, odpovědností, přidělení zdrojů atd.). Z tohoto pohledu lze metodu FMEA charakterizovat jako jeden z nástrojů managementu jakosti. Její aplikací lze docílit 70 % až 90% možných neshod.

V návaznosti na rostoucí požadavky zákazníků na kvalitu a spolehlivost, roste počet a složitost jednotlivých dílů, prohlubuje se dělba práce při vývoji a výrobě, zkracují se doby na vývoj a zkoušení, roste tlak na snižování nákladů, mění se právní okolí. Z těchto a mnoho dalších důvodů je FMEA vyžadována a je v dnešní době nezbytná.

Druhů FMEA:

- FMEA **konstrukční**, vychází z funkce systému a zkoumá jeho možná další selhání.
- FMEA **procesní**, zkoumá možné vady během procesu výroby nebo montáže.
- FMEA **výrobní**, zkoumá současně konstrukci i výrobní proces jako celek, většinou bývá iniciována, řízena a koordinována zákazníkem.
- FMEA **ekologická, investiční, organizační, zásobovací**.

Jak už bylo vzpomenuto, důležitou částí správné FMEA je práce týmu. Organizace musí mít jasně definována pravidla pro týmovou práci formou závazného dokumentu (směrnice). Seznámení týmu s daným procesem je důležitou součástí. Tým FMEA předpokládá sestavení z pracovníků konstrukce, kvality, přípravy výroby, technologie, marketingu, výrobního útvaru.

V normách pro oblast automobilového průmyslu a jeho dodavatelů je aplikace této metody vyžadována jak z důvodu zákaznických či certifikačních auditů, tak i potenciálními zákazníky společnosti.

Prvním krokem při sestavování FMEA je sepsání veškerých možných vad, které by v průběhu procesu mohly vzniknout. U jednotlivých možných vad se pak dále analyzují všechny možné následky, které mohou v průběhu výroby nastat. Hodnocení jednotlivých následků, vychází z daných číselných stupnic, kritérií hodnocení, dle možného dopadu vady na koncového zákazníka. Platí, že z každé vady může vycházet několik následků. Ke každé možné vadě se stanoví možné příčiny, které mohou danou vadu vyvolat. Možné příčiny vad musí být popsány co nejkonkrétněji, aby v dalším zpracování k nim mohlo být nalezeno vhodné opatření.

U této metody tedy hodnotíme stupnicí od 1-10 tři kritéria, a to závažnost vady (Tab. 1), očekávaný výskyt vady (Tab. 2) a detekce vady (Tab. 3).

Tab. 1. Hodnocení závažnosti vady [11]

Následek	Kritéria významu následků	Hodnocení
Nebezpečný bez výstrahy	Velmi vysoké hodnocení závažnosti, kdy vada <b>bez výstrahy</b> ohrožuje bezpečný provoz a/nebo znamená nesplnění zákonného předpisu.	10
Nebezpečný s výstrahou	Velmi vysoké hodnocení závažnosti, kdy vada <b>s výstrahou</b> ohrožuje bezpečný provoz a/nebo znamená nesplnění zákonného předpisu.	9
Velmi velký	Vozidlo/prvek nefunkční, ztráta hlavní funkce.	8
Velký	Vozidlo/prvek funkční, ale se sníženou výkonností. Zákazník velmi nespokojen.	7
Střední	Vozidlo/prvek funkční, ale části zajišťující pohodlí nefungují. Zákazník nespokojen.	6
Nízký	Vozidlo/prvek funkční, ale části zajišťující pohodlí pracují se sníženou výkonností.	5
Velmi nízký	Ozdobné nebo tlumící prvky neodpovídají. Vadu zaznamená většina zákazníků (více než 75%).	4
Malý	Ozdobné nebo tlumící prvky neodpovídají. Vadu zaznamená 50% zákazníků.	3
Velmi malý	Ozdobné nebo tlumící prvky neodpovídají. Vadu zaznamenají nároční zákazníci (méně než 25%).	2
Žádný	Žádný následek.	1

Tab. 2. Hodnocení výskytu vad [11]

Pravděpodobnost výskytu vady	Možný výskyt vad	Hodnocení
Velmi vysoká – trvalá vada	$\geq 100$ na tisíc kusů	10
	50 na tisíc kusů	9
Vysoká – časté vady	20 na tisíc kusů	8
	10 na tisíc kusů	7
	5 na tisíc kusů	6
Střední - občasné vady	2 na tisíc kusů	5
	1 na tisíc kusů	4
	0,5 na tisíc kusů	3
Nízká – relativně málo vad	0,1 na tisíc kusů	2
	$\leq 0,01$ na tisíc kusů	1



Tab. 3. Hodnocení odhalení vady [11]

Odhalení	Pravděpodobnost odhalení vad	Hodnocení
Absolutně nejisté	Absolutní jistota nezjistitelnosti.	10
Velmi vzdálená	Kontrola pravděpodobně vadu nezjistí.	9
Vzdálená	Kontrola má slabou možnost vadu zjistit.	8
Velmi nízká		7
Nízká	Kontrola může vadu zjistit.	6
Mírná		5
Mírně vysoká	Kontrola má dobrou možnost vadu zjistit.	4
Vysoká		3
Velmi vysoká	Kontrola vadu téměř jistě zjistí.	2
Téměř jistá	Kontrola vadu zjistí určitě.	1

Po stanovení všech tří bodových hodnocení se pro každou možnou vadu vyvolanou určitou příčinou vypočítá takzvané rizikové číslo ( $RPN = RPZ = Vz \times Vy \times Od$ ), které představuje součin příslušných bodových hodnocení,  $Vz$  – význam vady,  $Vy$  – výskyt vady,  $Od$  - odhalitelnost vady. Tyto hodnoty se mohou pohybovat v rozmezí od 1 do 1000. Po stanovení rizikových čísel následuje vyčlenění skupiny možných vad, jejichž riziková čísla jsou příliš vysoká (stanoveno interně nebo zákazníkem), bude nutné navrhnout opatření ke snížení rizika. Je třeba preferovat opatření k nápravě, která snižují pravděpodobnost výskytu vady, před opatřeními, která jsou zaměřena na zvýšení detekce (obvykle formou zvýšené kontroly). Vadám je vhodné předcházet formou konstrukčních, případně výrobně-technických opatření. Pokud je to možné, vyloučit lidský faktor použitím technických prostředků (automatická měření, zpracování a vyhodnocování údajů, automatické třídění).

### 3.2.3 Analýza způsobilosti procesů

Analýza způsobilosti je jedna z nejčastějších analýz v oblasti zpracování průmyslových dat. Analýzou způsobilosti procesu je možno zjistit zda regulovaná veličina nepřekračuje dané hodnoty, ale také jestli je prostor k daným hodnotám, to znamená jaký je rozsah procesu odpovídající technickým požadavkům.

Analýza způsobilosti procesů je důležitá z těchto důvodů:

- je součástí plánování jakosti výrobku, neboť ověřuje vhodnost navrženého procesu pro zajištění požadovaných znaků jakosti navrhovaného výrobku,
- umožňuje odhadnout pravděpodobnost výskytu neshodných výrobků,
- je důležitým podkladem pro plánování údržby výrobního zařízení,
- zvyšuje důvěru zákazníka k dodávaným výrobkům,

- informace o způsobilosti procesů dodavatele jsou součástí hodnocení dodavatele.

K analýze způsobilosti procesů jsou používány indexy způsobilosti, které jsou založeny na srovnávání výkyvů hodnot procesu vzhledem k technologickým specifikacím. Je možno je také brát jako požadované hodnocení jakosti, které požaduje zákazník.[3].

Výpočtu indexů způsobilosti, by měly předcházet, následující kroky:

- **zvolení znaku jakosti** – hodnota,
- **system měření** – způsob měřit,
- **shromáždění údajů** – údaje, ke zpracování, musí být získávány dostatečně dlouho, aby se v tomto období projeví všechny proměnlivosti procesu (změna obsluhy, vlastnosti zpracovaného materiálu, vlastnosti prostředí, atd),
- **posouzení statistického zvládnutí procesu** – proces, ze kterého jsou čerpána data, musí být statisticky zvládnutý, to znamená, že proměnlivost procesu je dána pouze působením náhodných příčin,
- **ověření stavu sledovaného znaku jakosti** – ověření, zda jde o normální rozdělení sledovaného znaku jakosti (tvar histogramu nebo test založený na vyhodnocení zpracovávaných dat),
- **vypočet indexů způsobilosti** – jejich porovnání s požadovanými hodnotami.

Prvotním krokem hodnocení způsobilosti procesu by měla být analýza procesu. Tato analýza musí být zaměřena zejména na charakter procesu, jeho rozhodující vstupy a výstupy a na identifikaci faktorů, které ovlivňují hodnoty sledovaných znaků jakosti [3].

### Index způsobilosti $C_p$

Je to nejzákladnější a nejpřímější ukazatel způsobilosti procesu. Jednoduše porovnáváme proměnlivost procesu vzhledem k proměnlivosti dané specifikace. Reálný rozsah je dán šestinásobkem odhadnuté směrodatné odchylky.

$C_p$  je definován jako poměr specifikovaného rozsahu a reálného rozsahu procesu.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

Kde:

LSL – dolní toleranční mez

USL – horní toleranční mez

$\sigma$  – směrodatná odchylka

Hodnota směrodatné odchylky převážně není dána, a proto ji nahradíme vhodným odhadem  $\hat{\sigma}$ .

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2} \quad \text{nebo} \quad \hat{\sigma} = \frac{\overline{s}}{C_4} \quad (2)$$

Kde:

$\overline{R}$  – průměrné variační rozpětí v podskupinách

$\overline{s}$  – průměrná hodnota výběrových směrodatných odchylek v podskupinách

$d_2$  – dělitel u průměrného výběrového rozpětí pro odhad směrodatné odchylky procesu

$c_4$  – dělitel průměrné výběrové směrodatné odchylky použitý k odhadu směrodatné odchylky procesu

$\hat{\sigma}$  - odhad směrodatné odchylky sledovaného znaku

Ve skutečnosti tedy provádíme odhad indexu způsobilosti, což značí interpunkce nad písmenem „ $\hat{\sigma}$ “.

### Index způsobilosti $C_{pk}$

Tento index na rozdíl od indexu  $C_p$  zohledňuje nejen proměnlivost sledovaného znaku jakosti, ale i jeho polohu vůči tolerančním mezím, tedy zda je proces vycentrován. Tento index tedy charakterizuje skutečnou způsobilost procesu dodržování předepsané toleranční meze. Jeho hodnota vyjadřuje poměr vzdálenosti střední hodnoty sledovaného znaku od bližší toleranční meze k polovině skutečné proměnlivosti procesu. Index  $C_{pk}$  lze počítat jak v případě oboustranné, tak jednostranné tolerance. [3]

Jednostranná tolerance – předpis horní toleranční meze:

$$C_{pk} = C_{pL} = \frac{(\overline{X} - LSL)}{3\sigma} \quad (3)$$

Jednostranná tolerance – předpis horní toleranční meze:

$$C_{pk} = C_{pU} = \frac{(USL - \overline{X})}{3\sigma} \quad (4)$$

Oboustranné tolerance – předpis obou tolerančních mezí:

$$C_{pk} = \min \{C_{pL}, C_{pU}\} = \min \left\{ \frac{(\bar{X} - LSL)}{3\sigma}, \frac{(USL - \bar{X})}{3\sigma} \right\} \quad (5)$$

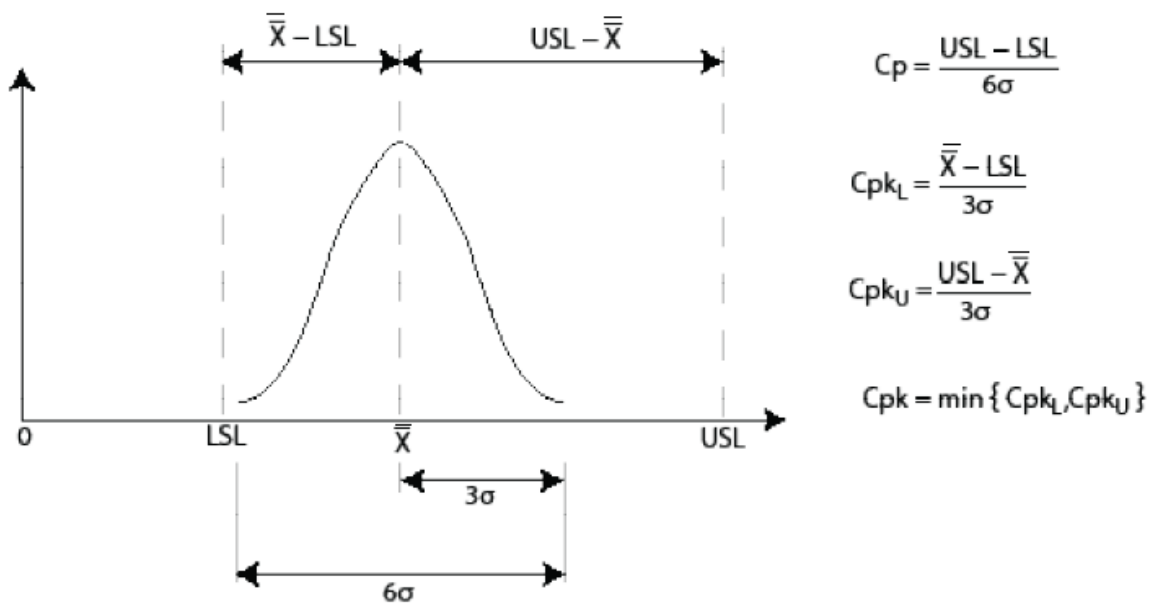
Kde:

$\bar{X}$  - Celkový průměr neboli průměr průměrů z podskupin

Index  $C_{pk}$  může nabývat i záporných hodnot. Pokud by se tak stalo, tak v praxi to znamená, že proces výroby produkuje více než 50% neshodných výrobků, ale častěji se setkáváme s případy, kdy jsou nesprávně stanoveny toleranční meze.

U hodnoty indexů způsobilosti  $C_{pk}$  a  $C_p$  platí nerovnost:

$$C_{pk} \leq C_p$$



Obr. 4. Graf indexu způsobilosti procesu [10]

Požadavky na způsobilost procesu se většinou vztahují k hodnotě indexu způsobilosti  $C_{pk}$ , který charakterizuje reálnou způsobilost procesu udržovat sledovaný znak jakosti v předepsaných tolerančních mezích [4].

V současné době se proces obvykle považuje za způsobilý v případě, kdy hodnota tohoto indexu dosahuje minimálně hodnoty 1,67 ( $C_{pk} \geq 1,67$ ), avšak tuto hodnotu si především určují sami zákazníci, podle toho jakou normou se zákazník řídí.

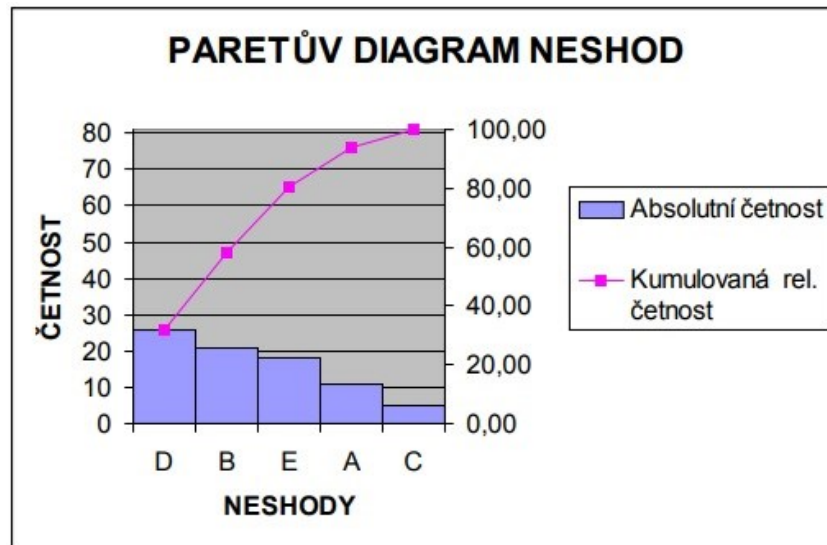
### 3.2.4 Pareto analýza (Paretův diagram)

Italský sociolog a ekonom Vilfredo Pareto v 19. století sledoval v ekonomii rozdělení bohatství mezi lidmi v Itálii, zjistil, že 80% bohatství vlastní 20% obyvatelstva. A toto zjištění vedlo k tomu, že se stane pravidlem 80/20. Americký odborník na jakost J.M. Juran označil zobecnění tohoto rozdělení jako Paretův princip (je znám také jako Paretův zákon či pravidlo 80/20) a na jeho základě zformuloval závěr, že 80-95% problémů s jakostí je způsobeno malým počtem příčin (5-20%). Tyto příčiny nazval „životně důležitou menšinou“ [4].

Pareto analýzy lze úspěšně využít jak při hledání a definování nejpodstatnějších problémů (následků), které jsou např. nejčetnější nebo nejnákladnější, tak při stanovení „životně důležité menšiny“ příčin, které způsobují předem definovaný, již odhalený problém. Pareto analýza se nejčastěji provádí po sestavení diagramu příčin a následků vybraným týmem odborníků.

Konstrukce Paretova diagramu:

1. Vymezit všechny typy neshod nebo specifikovat všechny příčiny, které vyvolávají situaci, že výrobek je neshodný, případně, že vzniká daný problém.
2. Stanovit kritérium, podle kterého se budou analyzovat neshody, příčiny či problémy hodnotit. Obvykle to bývá četnost, vynaložené náklady, hledisko závažnosti apod.
3. Uspořádat jednotlivé neshody, příčiny či problémy podle stanoveného kritéria v klesajícím řádu (tedy například od nejvyšší četnosti neshodných kusů k jejich nejmenší četnosti) ve formě tabulky, v níž pro každou neshodu (příčina či problém) bude uvedena nejen absolutní četnost, ale i kumulativní četnost a kumulativní relativní četnost (obvykle uváděna v procentech).
4. Sestrojit graf (viz praktická část), v němž na vodorovné ose jsou uvedeny všechny druhy neshod nebo identifikační čísla zkoumaných neshod (příčin či problémů) v pořadí stejném jako v připravené tabulce (tedy v klesajícím pořadí). Na levé svislé ose jsou vyneseny příslušné absolutní četnosti a na pravé svislé ose jsou vyznačeny kumulativní relativní četnosti. K příslušným jednotlivým druhům neshod nebo k identifikačním číslům neshod je vynesena jejich četnost. Spojením bodů kumulativní relativní četnosti se dostane lomená čára (nebo po vyhlazení spojitá křivka). Uvedená lomená čára kumulativních četností vyjádřena v procentech se nazývá Lorencova křivka [5].



Obr. 5. Všeobecný Pareto diagram [8]

### 3.2.5 Grafické zpracování dat

Jak už napovídá název, tato kapitola se zabývá grafickým zpracováváním dat, kterému předchází zpracování numerické. Metody grafického zpracování dat jsou zaměřeny především na výpočet výběrových charakteristik. O výběrových charakteristikách se hovoří proto, že data získaná výběrem chápeme jako náhodný výběr, tedy pouze jakousi dílčí informaci o celku – základní soubor – kterým může být například výrobní dávka, produkce u výrobní linky za určitou dobu, celý výrobní proces apod., a naše informace není nikdy úplná, neboť většinou nemáme informaci o všech výrobních jednotkách tvořící příslušný celek, ale pouze o těch, které byly v rámci sběru dat do výběru zahrnuty. [5]

#### Histogram

Histogram je grafické zobrazení hodnot v tabulce četnosti. Histogram má tvar sloupcového diagramu. Jde o rozdělení četnosti např.: rozměrů produktu, chemického složení produktu, napětí, teploty, ale i nákladů apod.

Charakteristikou histogramu, coby sloupcového grafu, jsou osy x a y. Základna sloupce (osa x) je rovna šířce intervalu h a výška sloupce (osa y) odpovídá četnosti hodnot daného znaku kvality v příslušném intervalu.

Z histogramu lze vyčíst:

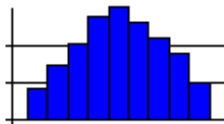
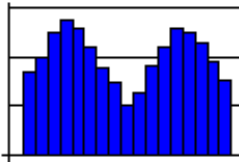
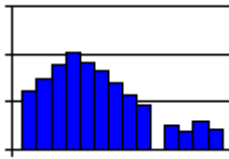
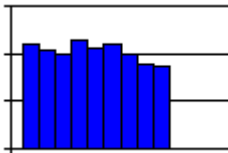
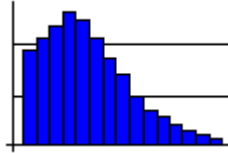
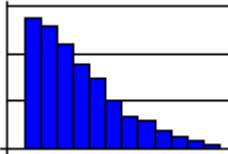
- odhad polohy a rozptýlenosti hodnot sledovaného znaku kvality,
- odhad tvaru rozdělení sledovaného znaku kvality,

- možné změny procesu,
- informaci o způsobilosti procesu.

Existují různé tvary histogramů a každý tvar nám říká něco jiného o daném procesu.

V Tab. 4. budou uvedeny tvary histogramů, které je ale možné dále vyhodnotit i průměrnou hodnotu všech hodnot, minimální hodnota, maximální hodnota, standardní odchylka, šířka třídy, špičatost, sešikmení.

Tab. 4. Tvary histogramů [11]

Název tvaru	Charakteristika	Obrázek
Zvonovitý graf	Normální rozdělení.	
Dvouvrcholový graf	Signalizuje například dva soubory dat - měření dvěma pracovníky, výroba na dvou strojích.	
Graf s odlehlými hodnotami	Rozdělení sloupců o min. jeden volný sloupec, může indikovat vymezené příčiny ovlivňující proces, např. dočasné použití jiného měřidla nebo nástroje.	
Plochý graf	Zpravidla indikuje, že proces je nesprávně nastaven.	
Sešikmený graf	Zpravidla signalizuje nenormalitu dat. Ne každý proces má normální rozdělení.	
Useknutý graf	Signalizuje, že nebyly zahrnuty všechny hodnoty.	

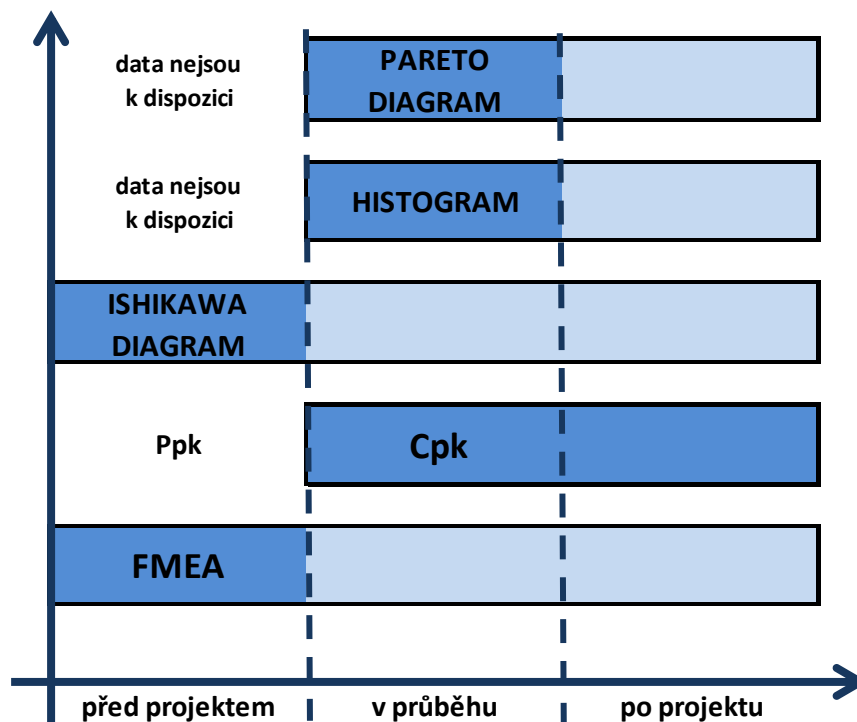
### 3.3 Aplikace nástrojů kvality do procesu

Nástroje vedoucí k identifikaci příčin, je nutné správně zařadit do procesu výroby společnosti, například z hlediska časové osy projektu, vizuální informace a kvalifikace.

To znamená, že v časové ose projektu, čili před projektem, v průběhu nebo až po ukončení projektu, je nutno správně zařadit nástroj tak aby podpořil danou fázi a měli jsme dostatečné informace pro zhotovení tohoto nástroje. Vizuální informace je velmi efektivním v případě nástrojů Pareto diagramu, Cpk nebo histogramu, dle kterých je hned možné vizuálně rozeznat důležité body zjištění. V neposlední řadě z hlediska kvalifikace je důležité mít dostatečné znalosti pro zhotovení nástrojů kvality.

Aplikace nástrojů je tedy možné propojit těmito způsoby v jakékoli společnosti, jak nám ukazuje Obr. 6. aplikace nástrojů z hlediska časové osy projektu, Tab. 5. aplikace nástrojů z hlediska pochopení dle vizuální informace a Obr. 7. aplikace nástrojů z hlediska požadavků na aplikaci.

- Z hlediska časové osy projektu – pro pracovníky zabývající se novým projektem je nutné znát hlavní nástroje kvality zjišťující hlavní možné vady či jim přímo předcházet. Proto je nutné vědět, kdy který nástroj použít a kterým dalším nástrojem na něj navázat jak nám ukazuje Obr. 6.



Obr. 6. Graf aplikace nástrojů z hlediska časové osy projektu [12]

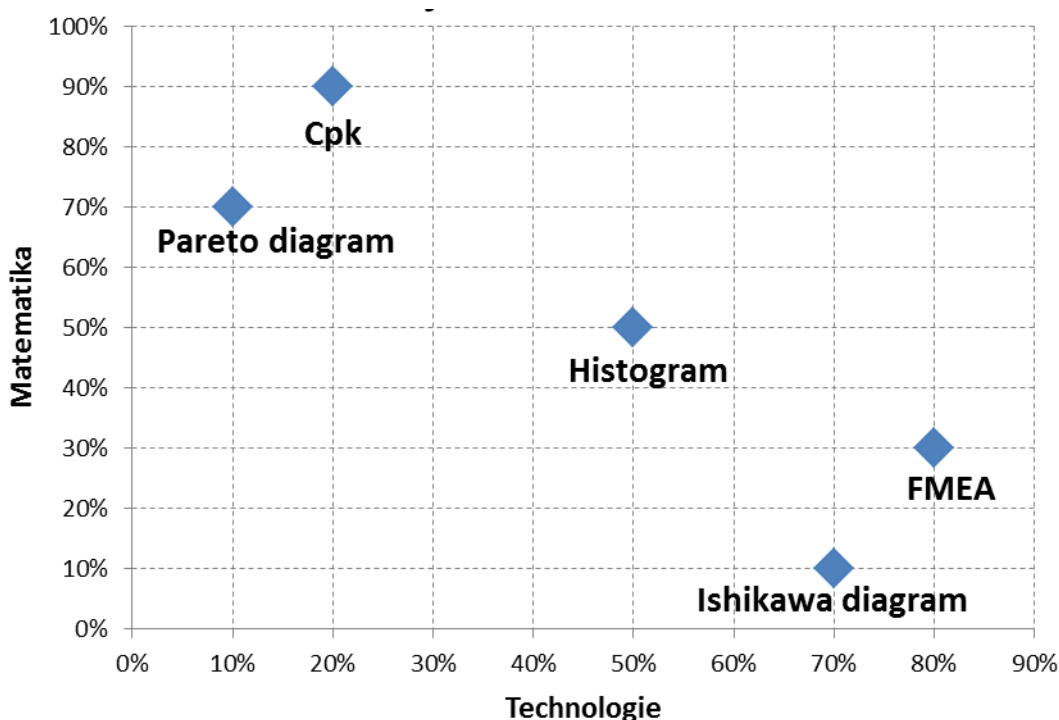


- Z hlediska vizuální informace – vhodná vizuální informace může pomoci při prezentaci, srovnávání nebo v omezeném čase pro okamžité rozhodnutí. Důležité je, ale znát vztah například mezi danou vizuální informací a kořenovou příčinou problému, což by se mělo případně projevit v následné hlubší analýze.

Tab. 5. Tabulka aplikace nástrojů z hlediska pochopení dle vizuální informace [12]

Nástroje	Pareto diagram	Cpk	Histogram	Ishikawa diagram	FMEA
Pochopitelná z hlediska vizuální informace	✔	✔	✔	✘	✘

- Z hlediska požadavků na kvalifikaci – vhodná kvalifikace pracovníků v daném oboru, je důležitá pro správné sestavení nástrojů kvality. Díky tomu nám nástroje umožní hlouběji analyzovat zjištěný problém nebo mu předcházet.



Obr. 7. Graf aplikace nástrojů z hlediska požadavků na aplikaci [12]

Tyto aplikace je možné použít v praxi, například pro školení nových pracovníků s používanými nástroji kvality. Praktická část nám ukáže jakým způsobem nástroje použít a zkonstruovat.

## **I. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 UKÁZKA APLIKACE NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH NÁSTROJŮ KVALITY

### 4.1 Ishikawa diagram – Diagram příčin a následků

Aplikace diagramu příčina následek se využívá pro:

- analyzování souvislosti příčina-následek,
- informování o souvislostech příčina-následek,
- snazší vyřešení problému od symptomu k příčině a k řešení.

Diagram příčina-následek je nástrojem využívaným pro domyšlení souvislostí do konce a pro zobrazení souvislostí mezi daným následkem (např. změnami ve znacích jakosti) a jeho možnými příčinami. Množství možných příčin je uspořádáno do hlavních kategorií (primárních příčin) a vedlejších kategorií (sekundárních příčin) tak, že zobrazení připomíná kostru ryby. Z tohoto důvodu se tento nástroj nazývá také diagram typu „rybí kost“.

Sestavení diagramu příčina následek je prací především týmu, který se daným problémem či reklamací zabývá, jak jsem zjistila z praxe.

Sestavení diagramu probíhá v následujících krocích:

Prvním krokem je informovat zainteresované osoby a s těmi uspořádat schůzku, která se bude zabírat řešením diagramu.

Diagram je možno sestavit do daného formuláře společnosti nebo jej zadat do elektronické formy. Pokud by skupina pracovala s metodou první, začíná zapsáním následku na pravou stranu formuláře. V této fázi je důležité zajistit, aby skupinou zvolený následek byl formulován co nejpřesněji Obr.8. Čím obecnější zadání, tím obecněji jsou vyplývající příčiny, a tím se často znesnadňuje uchopení problému.

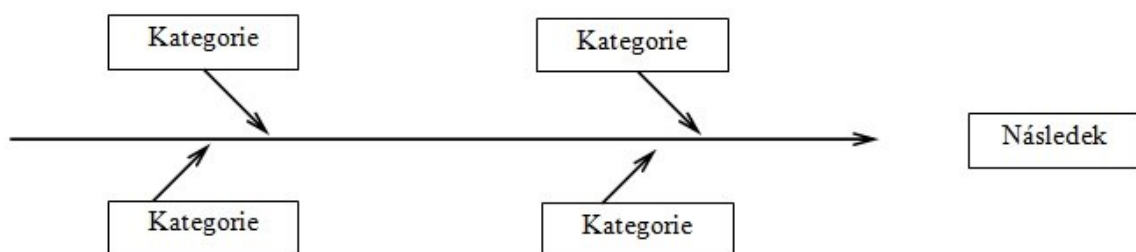


Obr. 8. První krok Ishikawa diagramu [11]

Druhý krok spočívá v zakreslení hlavních kategorií a zapsání názvů hlavních problémových oblastí - Obr. 9. Zkušenosti ukazují, že existuje osm oblastí, které odpovídají většině situací, s nimiž se setkáváme a všechny by měly být na listu zahrnuty.

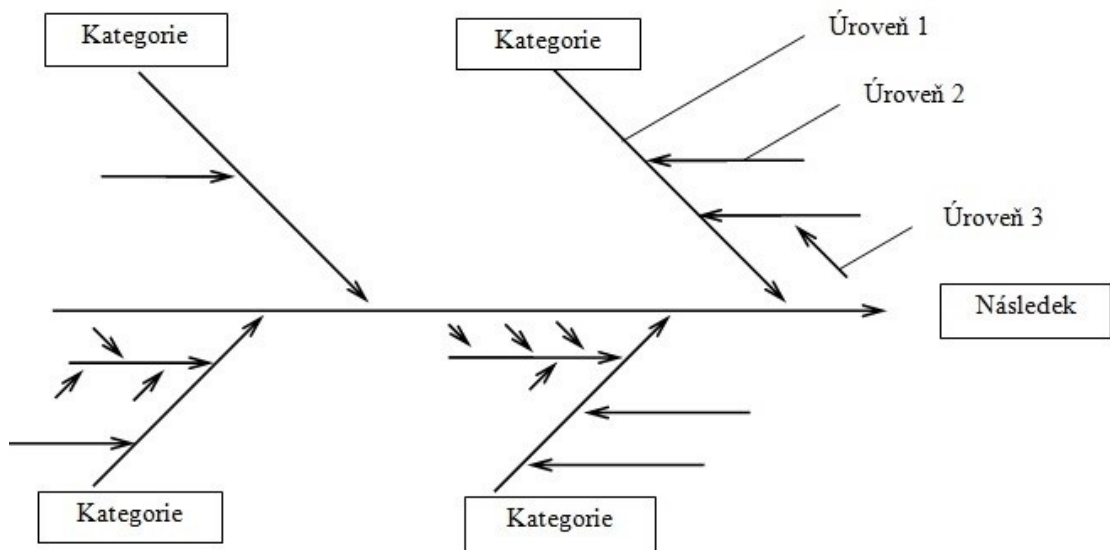
Faktory, které se mohou vzít v úvahu, jsou:

1. prostředí – v němž se pracuje, včetně teploty, proudění vzduchu, polohy při práci a mnoho dalších aspektů pracovních podmínek,
2. zařízení – jako jsou používané stroje, pracovní postupy,
3. materiály – používaný při výrobě,
4. měření – pracovní pomůcky používané pro měření, kontrolu a záznam,
5. metody – které jsou využívány v procesu nebo u sestavení produktu,
6. osoby – a vše, co s nimi souvisí,
7. management – jaké příčiny způsobuje nesprávné řízení,
8. údržba – příčiny způsobené nesprávnou údržbou.



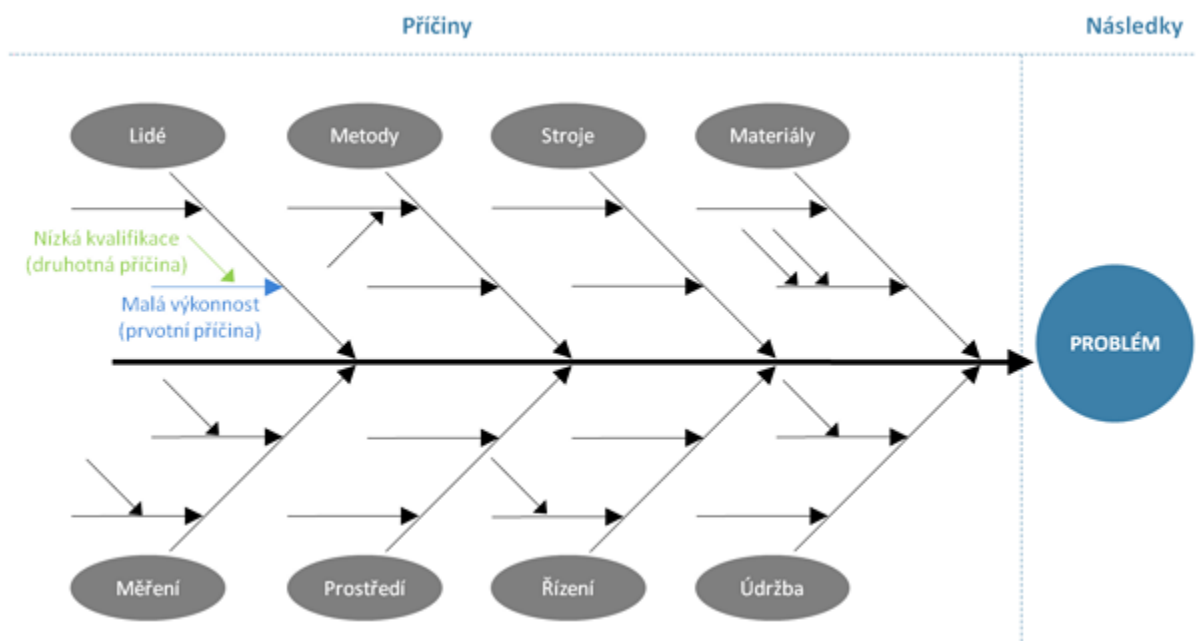
Obr. 9. Druhý krok Ishikawa diagramu [11]

Třetím krokem je, že skupina postupuje dle brainstormingu k vytvoření dalších úrovní, tzn. rozpracování diagramu ze základních kategorií na dalších úrovně a tímto postupem se pokračuje k úrovním vyššího řádu. Dobře sestrojený diagram nebude mít žádné větve s méně než dvěma úrovněmi a bude mít mnoho větví se třemi nebo více úrovněmi - Obr. 10.



Obr. 10. Třetí krok Ishikawa diagramu [11]

V posledním čili čtvrtém kroku se zvolí a identifikuje minimální počet příčin na nejvyšší úrovni, které budou mít pravděpodobně největší vliv na následek a budou vyžadovat další opatření jako je sběr údajů, úsilí pro zavedení regulace apod.



Obr. 11. Výsledný Ishikawa diagram [8]

## 4.2 FMEA - Analýza možných vad a jejich následků

Základní způsob aplikace metody FMEA se skládá zhruba ze základních 3 způsobů užití.

1. V období vznikajícího návrhu, konstrukce, projektu slouží k identifikaci a analýze všech potenciálně možných poruchových stavů, které na základě zkušeností týmu mohou nastat během konstrukce a hlavním cílem je odstranit tyto vady nebo je zmírnit – tzn. konstrukční FMEA.
2. Při procesu slouží k identifikaci a analýze všech jeho potenciálně možných poruchových stavů, které mohou vést k neshodnému výrobku na jeho výstupu, jejichž příčinou mohou spočívat ve vlastním navrhovaném postupu procesu s cílem umožnit návrh opatření k jejich odstranění úpravou nebo změnou návrhu – tzn. procesní FMEA, která by měla navazovat na provedenou FMEA konstrukční.
3. Rozšířením analýz na vzájemné funkční souvislosti jednotlivých dílů při FMEA konstrukční, čili v jednotlivých operacích procesu i s jeho analýzami všech zúčastněných prvků při FMEA procesní, došlo ke komplexnějšímu pojetí FMEA systémová.

Praktická aplikace metody se uskutečňuje postupným vyplňováním určitým způsobem normalizovaných tabulek FMEA, tím je její provedení také dokumentováno. Postup aplikace metody FMEA ukazuje níže uvedená Tab. 6., kde položky 1. až 8. jsou identifikační parametry aplikace metody na analýzu konkrétního objektu (návrh jeho konstrukce nebo procesu) a uvádějí se v záhlaví tabulek FMEA.

Vlastní provádění metody pak zahrnuje čtyři charakteristické skupiny činností:

1. Identifikují se jakékoliv myslitelné, potenciálně možné poruchové stavy (často označované také "vady") a analyzují se jejich možné projevy, důsledky a příčiny (položky 9 až 13 v Tab. 6.); provádění tohoto kroku analýzy vyžaduje stanovit: místo nebo popis, projev, důsledek, příčinu.
2. Hodnotí se současný stav tzv. rizikovým číslem MR/P (přesněji míra rizika/priorita) – položky 15 až 18 v Tab. 6.:

$$MR/P = V_y \times V_z \times O_d \quad (6)$$

Kde:

Vy - bodové ohodnocení pravděpodobnosti (četnosti) výskytu (tj. vzniku) poruchového stavu,

Vz - bodové ohodnocení významu následku (tj. závažnosti z hlediska nepříznivých důsledků pro zákazníka),

Od - bodové ohodnocení odhalitelnosti (tj. detekce) příčiny, resp. následku poruchového stavu před dodáním zákazníkovi.

Bodová ohodnocení se nejčastěji získávají rozříděním výskytu, významu a odhalitelnosti vždy do deseti tříd podle zvolených klasifikačních tabulek, jejichž příklady jsou tabulky v kapitole 3.2.2. FMEA – Analýza možných vad a jejich následků. Například pro činitel „významu“ je hodnota 10, respektive 9 přiřazena případům, kdy vzniká bezpečnostní riziko, resp. riziko nesplnění zákonných předpisů, respektive úplné neschopnosti plnit požadované funkce (u automobilu např. jeho nepojízdnost), hodnota 1 je přiřazena případům, kdy má následek poruchového stavu (vady) jen malý význam pro konečného uživatele (např. velmi malé omezení funkcí, rozeznatelné jen odborníkem).

3. Navrhnu se opatření k nápravě (změna či úprava konstrukčního řešení, návrhu výrobního postupu apod.) s vymezením termínů a odpovědností – viz položky 19, 20 v tab. 1.
4. Po realizaci opatření k nápravě se provede opakovaně analýza podle 2. bodu postupu včetně hodnocení rizikovým číslem MR/P zlepšeného stavu (položky 21, 22 v tab. 1).

Metoda je užitečná zejména při analýze nových a nevyzkoušených systémů, součástí a procesů s jednodušší strukturou, u nichž platí princip příčinnosti, což bývá splněno u většiny technických systémů (elektrická, mechanická, hydraulická, resp. kombinovaná technická zařízení, systémově pojaté technologické výrobní a montážní procesy apod.).

Při aplikaci FMEA se vychází z "kolektivní" zkušenosti a proto je nezbytné k tomu účelu vytvořit řešitelský tým. Jeho vhodné sestavení a zejména dobré vedení je jedním z důležitých předpokladů úspěšného využívání metody v podmínkách konkrétní organizace.

Má-li se metoda v organizaci stát rutinně a systematicky používaným nástrojem zlepšování a zabezpečování spolehlivosti (a obecněji jakosti) v předvýrobních etapách, je prakticky

nezbytná její počítačová podpora. Příslušný software pro její počítačovou podporu by měl být schopen zejména:

- usměrňovat činnost řešitelského týmu ve smyslu systematickosti a úplnosti jeho postupu,
- umožňovat efektivní a rychlý postup aplikace metody v daném konkrétním případě,
- umožňovat takové ukládání zkušeností v podobě výsledků, k nimž je snadný a rychlý přístup při dalších aplikacích,
- dokumentovat výsledky v podobě, která umožňuje jejich efektivní prezentaci při jednáních se zákazníky, při externích auditech, při oficiálním přezkoumání návrhu apod. [11]

Postup při systematické aplikaci metody v podmínkách konkrétní organizace (podniku) lze obecně charakterizovat následujícími kroky:

- Vrcholové vedení rozhodne o používání metody FMEA v organizaci, jmenuje odpovědného pracovníka za vypracování podnikové směrnice pro aplikaci FMEA, která stanovuje postup analýzy, odpovědnosti a pravomoci spojené s řešením a další náležitosti, které mají charakter vazeb v příslušném systému jakosti organizace.
- Jmenovaný pracovník, odpovědný za provádění metody FMEA, navrhne členy řešitelské skupiny (týmu), kteří po schválení vrcholovým vedením jsou jmenováni do týmu pro vlastní provádění analýzy. Obvykle bývá stanoven „koordinátor FMEA“ (tzv. zmocněnec pro FMEA), který zpravidla vede konkrétní práci týmu a je tedy bezprostředně vedoucím řešitelské skupiny.
- Při každém svolání týmu je přesně stanoven obsah řešené problematiky. Je nutné, aby se práce v týmu účastnili odborníci, kteří mohou svými poznatky a zkušenostmi přispět ke zdárnému řešení.
- Vedoucí řešitelské skupiny seznámí členy s předmětem analýzy a musí dbát na to, aby se mohli všichni členové řešitelské skupiny (týmu) k řešenému problému vyjádřit a shodnout se na optimalizovaném řešení problematiky. Vlastní pracovní činnost týmu je vhodné organizovat postupem řízeného brainstormingu. Členové řešitelské skupiny se na zasedání týmu připravují, využívají výsledků jednodušších analytických metod (např. Ishikawova diagramu) a výsledků statistických metod



(např. SPC, Paretovy analýzy apod.), výsledků z řízení o neshodných výrobcích. Vedoucí týmu dbá, aby žádný závažný problém nebyl zapomenut.[11]

- Členové řešitelské skupiny realizují analýzu postupným hledáním a nacházením řešení tak, aby mohl být řádně a úplně vyplněn formulář FMEA v souladu s obsahem definic položek. Doporučuje se stanovit jednotlivé možnosti vzniku míst poruch, jejich druhů, následků a příčin, potom ke každému druhu a příčině poruchy vyplnit další položky.
- U položky „Kontrolní opatření (současný stav)“ a „Odpovídá“ je nezbytné údaj doplnit příslušným datem. U položky „Kontrolní opatření“ datum, ke kterému dni je toto opatření uskutečňováno, u položky „Odpovídá“ datem, do kdy je odpovědný pracovník povinen zabezpečit realizaci příslušného opatření.
- V položkách „Vz“, „Vy“ a „Od“ je nutné vyjádřit předepsaným bodovým hodnocením význam, výskyt a odhalitelnost poruchového stavu. Komplexní hodnocení pak vyjadřuje součin těchto tří veličin bodového hodnocení, který se nazývá „Rizikové číslo“ ( $MR/P = \text{Míra rizika na poruchu}$ ). Pokud hodnota  $MR/P$  překročí předem stanovenou hodnotu, je nezbytné stanovit nápravné (resp. preventivní) opatření. Hodnota  $MR/P$  je tedy klíčem k rozhodnutí, zda-li je nezbytné při daném hodnocení výskytu, významu a odhalitelnosti nápravné opatření stanovit či nikoliv.
- Je nutné průběžně kontrolovat plnění úkolů, které vzešly z analýzy, a údaje neustále aktualizovat opakovanými optimalizačními analýzami. Pouze tak bude FMEA „živým dokumentem“.[11]

Tab. 6. FMEA obecný formulář [11]

FMEA konstrukce: Název a popis rubriky	FMEA procesu: Název a popis rubriky
<b>1. MODEL - TYP:</b> Označí se typ a druh výrobku, na který se rozbor provádí	
<b>2. ČÍSLO DOKUMENTU:</b> Uvede se pořadové číslo listu dokumentu rozboru jedné skupiny/dílu analyzovaného objektu	
<b>3. ČÍSLO DÍLU (OBJEKTU):</b> Uvede se číslo nebo stanovený kód analyzovaného skupiny/dílu objektu	
<b>4. NÁZEV DÍLU (OBJEKTU):</b> Uvede se název dílu, skupiny výrobku, které jsou předmětem analýzy	

<b>TECHNICKÉ ZMĚNY:</b> Uvede se číslo, resp. kód uskutečněných technických změn	
<b>5. ZPRACOVAL:</b> Uvede se jméno, oddělení a telefon zpracovatele analýzy	
<b>6. DATUM ZPRACOVÁNÍ:</b> Uvede se datum zpracování analýzy	
<b>7. DATUM PŘEPRACOVÁNÍ:</b> Uvede se datum přepracování, event. doplnění předkládané analýzy	
<b>8. DODAVATEL:</b> Uvede se dodavatel, event. subdodavatel analyzovaného objektu	
<b>9. SYSTÉM / ZNAK:</b> Popis místa výskytu nebo vzniku potenciálně možného poruchového stavu (vady). Zpravidla se uvádí popisem užité funkce, resp. vlastností objektu.	<b>9. SYSTÉM / ZNAK:</b> Popis místa výskytu nebo vzniku potenciálně možného poruchového stavu (vady), zpravidla název technologické operace ve výrobním postupu Pozn.: Někdy označení názvu technologické operace může být příliš rozsáhlé a proto je nevhodné pro označení systému
<b>10. MOŽNÉ DRUHY PORUCH (VAD):</b> Postupně se uvedou všechny potenciálně možné druhy poruch (vad), které mohou nastat u analyzovaného dílu, resp. konstrukční skupiny. Je vhodné čerpat ze zkušeností získaných na podobných postupech u předešlých konstrukcí; dalšími zdroji jsou zprávy o poruchách dílu v provozu, při laboratorních zkouškách apod. Je nutné uvažovat i poruchy, které mohou nastat i při různých netypických provozních podmínkách.	<b>10. MOŽNÉ DRUHY PORUCH (VAD):</b> Postupně se uvedou všechny potenciálně možné druhy poruch (vad), které mohou nastat v jednotlivých krocích analyzovaného procesu. Vychází se z předpokladu jeho potenciálně možného vzniku a je přitom vhodné čerpat ze zkušeností získaných na podobných postupech
<b>11. MOŽNÉ NÁSLEDKY DRUHŮ PORUCHOVÝCH STAVŮ (DRUHŮ PORUCH, VAD):</b>  Pro daný druh poruchového stavu, resp. typ poruchy (vady) se uvede jejich následek z hlediska uživatele. Musí být použito označování v pojmech vlastností výrobků systému nebo subsystému	

<p><b>12. KONTROLNÍ POLOŽKY:</b> Znakem se označí vybrané díly a materiály, které podléhají zvláště stanovenému systému kontroly z důvodu bezpečnosti, zvláštní důležitosti pro funkci výrobku apod.</p>	
<p><b>13. MOŽNÉ PŘÍČINY DRUHŮ PORUCHOVÝCH STAVŮ (DRUHŮ PORUCH, VAD):</b> Uvádějí se všechny možné příčiny konstrukčního charakteru daného typu poruchy. U příčin poruch konstrukčně upravovaných součástí se vychází z příčin, vyskytujících se u předešlé konstrukce. U nových konstrukcí se předpokládá co nejvíce příčin poruchy.</p>	<p><b>13. MOŽNÉ PŘÍČINY DRUHŮ PORUCHOVÝCH STAVŮ (DRUHŮ PORUCH, VAD):</b> Uvádějí se všechny možné příčiny poruch výrobního charakteru.</p>
<p><b>14. KONTROLNÍ OPATŘENÍ (ČINNOSTI):</b> Uvede se přehled běžných kontrolních činností, které jsou doporučeny k zabránění vzniku poruchy, případně mají její vznik detekovat. Za běžné kontrolní činnosti (výrobní předpisy, systém kontroly jakosti apod.) se považují takové, které jsou standardně užívány u podobných procesů. Je-li potřebné uvažovat jakékoliv další kontroly, uvedou se do doporučených činností a doplní se do technických podmínek (TP). Pro zcela nové procesy prakticky běžné kontroly neexistují a odpovědný pracovník musí odhadnout, které z ověřených běžných kontrol je možné užít</p>	
<p><b>15. VÝSKYT (Vy):</b> Provede se odhad pravděpodobnosti (resp. četnosti) výskytu typu poruchy (vady) a jeho zařazení do tříd 1 - 10 podle klasifikační tabulky "stupeň výskytu". Výskytem poruchy (vady) u FMEA konstrukce se rozumí pravděpodobnost (resp. četnost), s níž se konstruktér dopustí při své konstrukční činnosti stanovené vady, resp. vady téměř shodné. Rozsah termínu "téměř shodné" stanoví podniková směrnice pro aplikaci FMEA</p>	<p><b>15. VÝSKYT (Vy):</b> Provede se odhad pravděpodobnosti (nebo četnosti) výskytu typu poruchy (vady) a jeho zařazení do tříd 1 - 10 podle klasifikační tabulky "stupeň výskytu". Do toho se zahrne i vliv kontrolních činností, které mají zabránit výskytu příčin poruchy</p>
<p><b>16. VÝZNAM (Vz):</b> Provede se odhad významu projevu a důsledku poruchy z hlediska uživatele a jeho zařazení do tříd 1 - 10 podle příslušné klasifikační tabulky. Zatřídění pod-</p>	

<p>le závažnosti může být změněno pouze na základě úprav technologického postupu apod. a nelze je ovlivnit běžnými kontrolami; zařazení do tříd je bezprostředně vázáno na důsledek poruchy, proto všechny příčiny poruchy vztahující se ke stejnému typu poruchy mají stejnou třídu závažnosti</p>	
<p><b>17. ODHALITELNOST (Od):</b> Provede se odhad pravděpodobnosti (četnosti) odhalení (detekce) příčiny poruchy dříve, než se výrobek dostane k uživateli, a zařídění ve stupních 1 - 10 podle příslušné klasifikační tabulky. Tím se rozumí pravdě- podobnost, resp. četnost, se kterou bude odhalena příslušná vada schvalovacím řízením dané konstrukce</p>	<p><b>17. ODHALITELNOST (Od):</b> Provede se odhad pravděpodobnosti (četnosti) jevu, že neshodný díl na výstupu procesu pro jeho každou příčinu poruchy lze odhalit kontrolami dříve než opustí výrobní linku (náhodné kontrolní úkony nejsou schopny jednotlivé neshody odhalit</p>
<p><b>18. MÍRA RIZIKA - PRIORITA (MR/P):</b> Rizikové číslo MR/P je součin tříd výskytu, významu a odhalitelnosti. Stanovuje se zvláště pro každou příčinu poruchy a slouží zejména k identifikaci prioritních příčin poruch, u kterých je nutno stanovit a realizovat nápravné činnosti</p>	
<p><b>19. DOPORUČENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ:</b> Stručný popis doporučených nápravných opatření pro zlepšení stavu s jejich přesným určením - např. konstrukční změny; důraz je nutno klást na prevenci vzniku poruchy a na její určování.</p>	<p><b>19. DOPORUČENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ:</b> Stručný popis doporučených nápravných opatření, která sníží rizikové číslo dané příčiny poruchy. Nápravná opatření mohou být v oblasti výrobní a jejich zaměření vyplývá z analýzy příčin poruchy.</p>
<p><b>20. ODPOVĚDNOST:</b> Uveden útvar, resp. pracovník, který je zodpovědný za provedení nápravné činnosti</p>	
<p><b>21. PROVEDENÁ OPATŘENÍ:</b> Po realizaci nápravných opatření se uvede jejich popis, výsledek, datum ověření apod.; provede se nový odhad tříd výskytu, významu a odhalitelnosti poruchy při zlepšeném stavu</p>	
<p><b>22. VÝSLEDNÉ RIZIKOVÉ ČÍSLO, MÍRA RIZIKA - PRIORITA (MR/P):</b> Vypočteme výsledné rizikové číslo po ukončené nápravné činnosti</p>	

Tab. 7. Formulář systémové FMEA analýzy podle VDA 4.2 [10]

Formulář systémové FMEA analýzy podle VDA 4.2									
		systémová FMEA výrobku		<b>Analýza možných chyb a jejich následků</b>				systémová FMEA procesu	
		FMEA č.						Str.	
Typ/ model/ provedení/dávka:		Číslo dílu:		Zodpovědnost:		Podnik:		Od:	
		Změnový stav:		Podnik:				Datum:	
Č. systému/prvek Funkce/ úloha:		Číslo dílu:		Zodpovědnost:		Podnik:		Od:	
		Změnový stav:		Podnik:				Datum:	
Možné následky		Možná Chyby/ poruchy	Možné Příčiny chyb	Opatření výskytu	Vy	Opatření odhalení	Od	MR/P	Zodpovědnost termín
Vz - hodnocení významu		Vy - hodnocení pravděpodobnosti výskytu		Od - hodnocení pravděpodobnosti odhalitelnosti		MR/P - míra rizika / priorita			

### 4.3 Indexy způsobilosti procesu

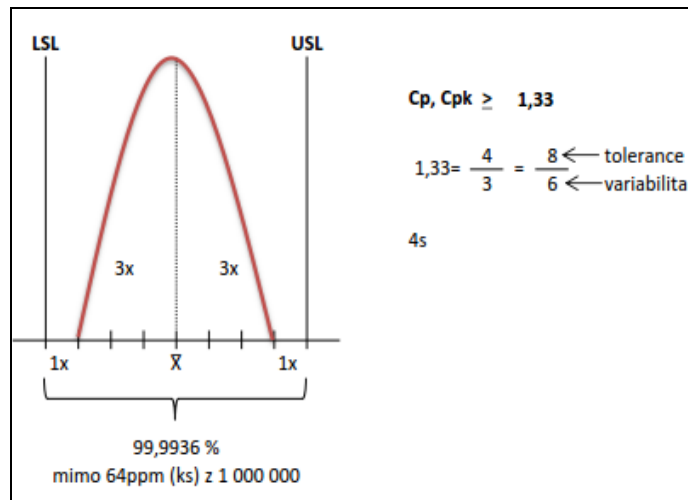
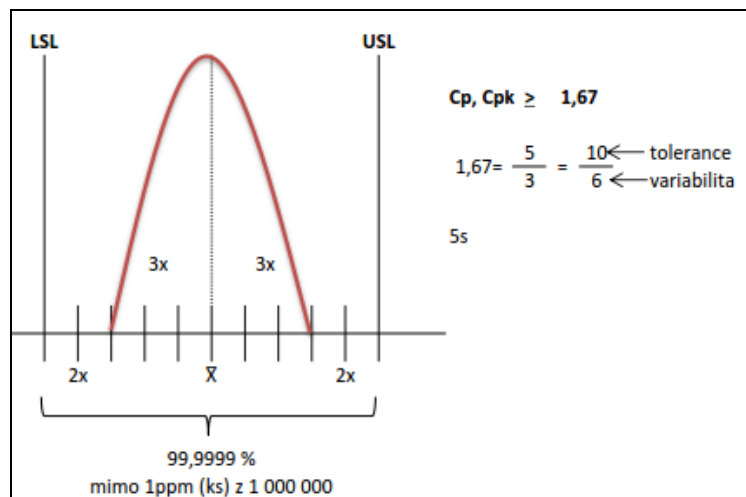
Způsobilost procesu je schopnost procesu trvale poskytovat produkty splňující požadované kritéria jakosti. Znalost způsobilosti procesu je u výrobce důležitým podkladem pro plánování a zlepšení jakosti. Informace o způsobilosti procesu zákazníkovi poskytují důkaz o tom, že produkt vzniká ve stabilních podmínkách zabezpečujících pravidelné dodržování předepsaných kritérií jakosti. K hodnocení způsobilosti procesu se používají indexy způsobilosti.

Nejčastěji jsou využívány indexy  $C_p$  a  $C_{pk}$ , které posuzují potenciální a skutečnou schopnost procesu trvale poskytovat výrobky vyhovující tolerančním mezím.

Využití kombinace indexů způsobilosti je komplexnější pro vyhodnocení způsobilosti procesů, protože každý z indexů charakterizuje způsobilost procesu jiným způsobem a jejich výsledná hodnota nemusí vždy jednoznačně odrážet způsobilosti, doporučuje se uvádět jejich kombinace.

V praxi se používají například na výpočty SPC měření, pro kontrolu dílů přímo operátory.

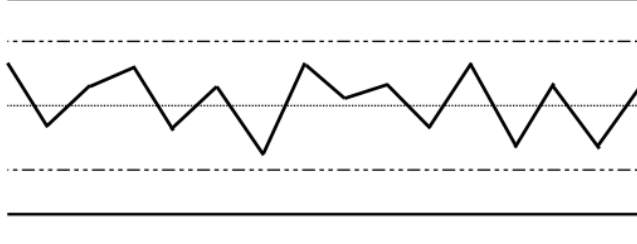
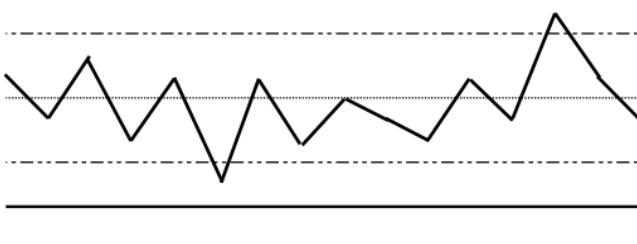
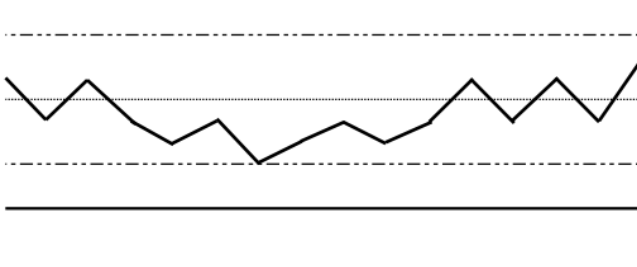
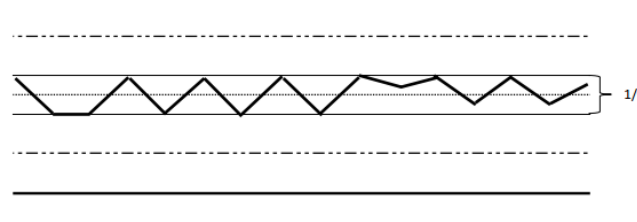
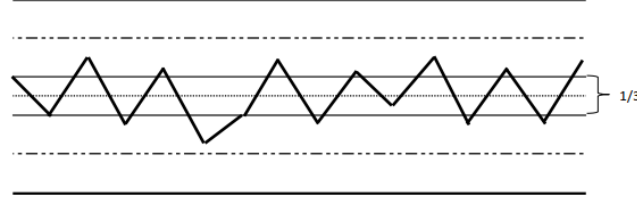
- $C_p$  - dlouhodobá způsobilost procesu, nepřihlíží k otázce centrování procesu. Charakterizuje, čeho jsme schopni dosáhnout, tedy kolikrát se variabilita vešla do tolerančního pole. V případě sériové výroby.
- $C_{pk}$  - přihlíží k dosaženému stupni centrování procesu. Charakterizuje, čeho jsme dosáhli. V případě sériové výroby.
- $C_p > C_{pk}$  Pokud platí  $C_p = C_{pk}$  je proces vycentrován na střed tolerančního pole.
- USL, OEG, TH – Horní (zásahová) toleranční mez, regulační mez by měla být +/- 75% dané tolerance.
- LSL, UEG, DH – Dolní (zásahová) toleranční mez, regulační mez by měla být +/- 75% dané tolerance. [12]

Obr. 12. Hodnota indexů způsobilosti  $C_p, C_{pk} \geq 1,33$  [12]Obr. 13. Hodnota indexů způsobilosti  $C_p, C_{pk} \geq 1,67$  [12]**Výpočet SPC pro jednostrannou toleranci:**

$C_p$  – při jednostranné toleranci procesu koeficient  $C_p$  nepočítáme.

$C_{pk}$  – hodnota  $C_{pk}$  může být v tomto případě větší než hodnota  $C_p$ . Koeficient  $C_{pk}$  je tedy roven  $C_{pu}$ , nebo  $C_{pl}$ , podle toho, která z tolerancí je předepsána.

Tab. 8. Vizualizace SPC karet [12]

<p>Karta SPC bez závad, není nutné činit žádná opatření.</p>	
<p>Body mimo zásahové meze, je nutno ohlásit nadřízenému, seřídít stroj, překontrolovat, vytřídit dávku vyrobeného produktu.</p>	
<p>Sedm nebo více bodů nad nebo pod střední hodnotou, je nutno ohlásit nadřízenému, vyšetřit příčinu, pokud nejsou body mimo meze, díly jsou v pořádku.</p>	
<p>Více jak 90% bodů v prostřední třetině, je nutno ohlásit nadřízenému. Vyšetřit příčinu. Díly jsou, ale v pořádku.</p>	
<p>Méně jak 40% bodů v prostřední třetině. Je nutno ohlásit nadřízenému. Vyšetřit příčinu, pokud nejsou body mimo meze, díly jsou v pořádku.</p>	



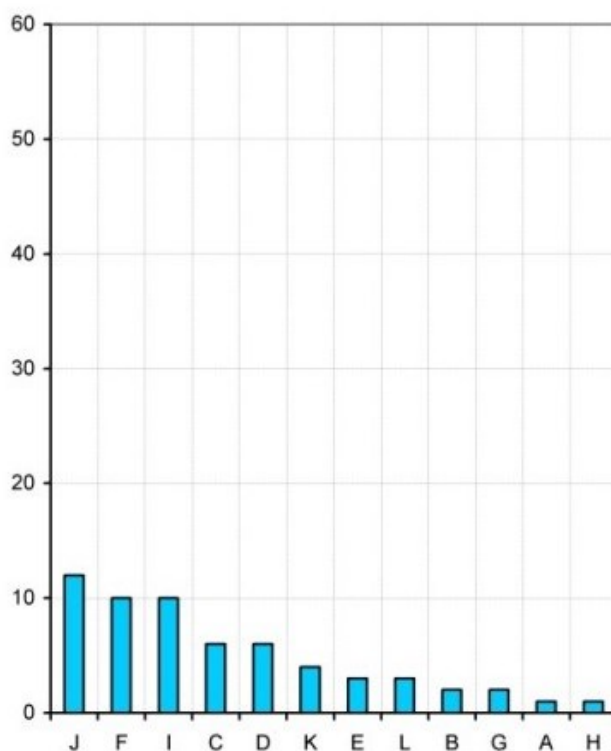


## 4.4 Pareto analýza

Paretova analýza se používá k posouzení frekvence a významu poruch, chyb, reklamací, a podobně. Princip konstrukce Paretových diagramů spočívá v setřídění jednotlivých druhů poruch podle frekvence výskytu, tedy technologického významu. Často platí Paretovo pravidlo 80/20, podle něhož je 80% poruch způsobeno jen 20% příčin. Známe-li náklady nebo finanční ztrátu způsobenou určitým druhem poruchy, lze analýzu rozšířit i na náklady, kdy se druhy poruch (příčiny) setřídí podle celkové způsobené ztráty.

Data musí mít nejméně dva sloupce. Jeden sloupec obsahuje názvy poruch (příčin) jako textové řetězce, druhý obsahuje četnost výskytů těchto poruch. Chceme-li provést i nákladovou analýzu, potřebujeme ještě třetí sloupec, v němž je finančně vyjádřen náklad odpovídající jednomu výskytu dané poruchy.

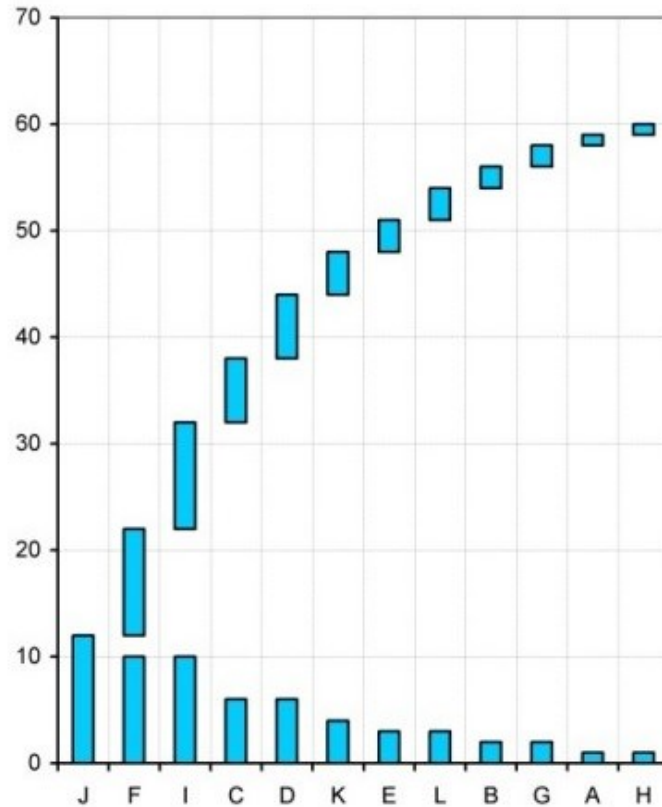
### Postup



Obr. 14. Paretův graf – 1. krok [9]

Tvorbu Paretova grafu zahájíme tím, že data z tabulky zpracujeme v sestupném pořadí do sloupcového grafu. Nejvyšší počet vykazala vada J, takže první sloupeček je vysoký 12. Druhý nejvyšší četnost vykazaly vady F a I, proto následující dva sloupečky budou vysoké

10 atd. Nejnižší výskyt měly vady A a H, proto jako poslední budou tyto dva sloupečky vysoké 1. [9]



Obr. 15. Paretův graf – 2. krok [9]

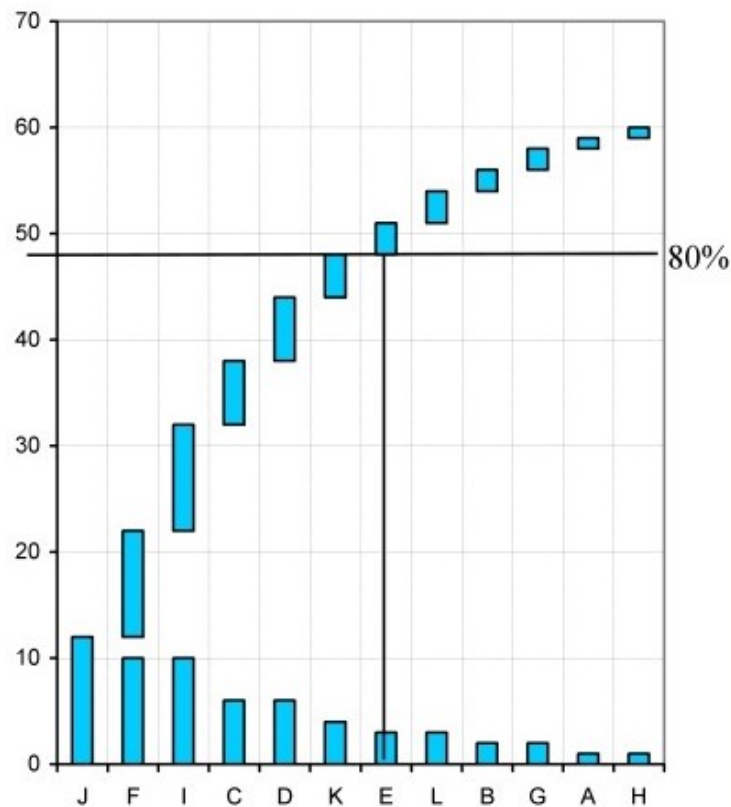
Vytvořený grafický součet výskytu všech vad má celkový počet 60.

Ptáme se, které vady představují většinu výskytu. Za většinu považujeme hodnotu okolo 80%. Jestliže 60 je 100% → pak 6 je 10% → 12 je 20% →  $60 - 12 = 48$  je 80%. Vedeme rovnoběžku ve výšce 48. Tato rovnoběžka nám rozdělí „vytažené“ sloupečky na dvě části. V místě, kde dochází k rozdělení „vytažených“ sloupečků vedeme svislou osu, která nám rozdělí původní sloupečky na dvě části.

První část sloupečků je menšina vad, která představuje většinu výskytu.

V našem případě vady J, F, I, C, D, K představují 80% všech. Jestliže se zaměříme na odstranění těchto vad, potom máme většinu zmetkovitosti odstraněné a vyřešené.

Paretův graf identifikuje menšinu příčin, která způsobuje většinu důsledku (problému). Jestliže vyřešíme tuto menšinu příčin, odstraníme tím většinu problému.[9]



Obr. 16. Pareto diagram [9]

#### 4.5 Grafické znázornění dat

Jsou dva důvody, proč se tvoří histogram, proč se nespokojit s tabulkou. Z tvaru na první pohled jde rozeznat, zda je proměnlivost:

- stabilní – nestabilní,
- symetrická – nesymetrická.

Bez histogramu nemá smysl počítat parametry Gaussovy křivky. Průměr a výběrová směrodatná odchylka se počítají pouze v případě „normálního“ tvaru histogramu. Působí-li na proměnlivost systematický vliv, nelze histogram vystihnout žádnou křivkou. Musíme analyzovat příčiny, hledat nápravná opatření, stabilizovat. Je-li histogram nesymetrický, je nutné jej proložit jiným matematickým modelem, který se vytváří pomocí jiných parametrů.

Histogram je nástroj, který jednoduchou formou vypovídá o chování procesu.

Zpřístupňuje a zprůhledňuje nepřehledné tabulky rozsáhlých číselných údajů o jednom jevu, který vykazuje variabilitu v důsledku působení různých vlivů. Množinu proměnlivých hodnot sledovaného jevu sumarizuje v určitém časovém okamžiku do sloupkového diagramu.

Tvar histogramu nám umožní posoudit:

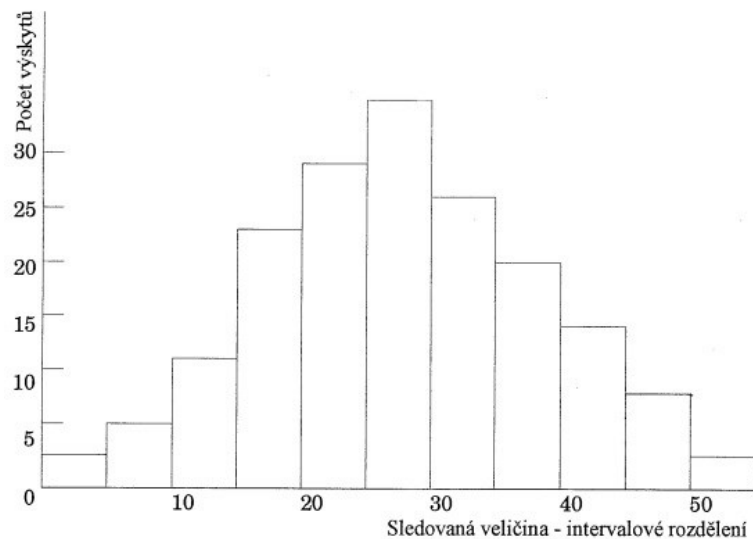
- a) zda se proces chová normálně, tedy zda působí pouze náhodné příčiny – obvyklé vlivy (obvyklý materiál, stroje v obvyklém stavu, obvyklé metody a postupy). O takovém stavu vypovídá zvonový tvar histogramu (Gaussova křivka normálního rozdělení). Pokud má histogram jiný tvar, znamená to, že působí vymežitelná příčina – to znamená, že došlo ke změně například materiálu, postupu, stroje atd. Je povinností takovou příčinu identifikovat, odstranit a zamezit do budoucna jejímu opakovanému působení;
- b) jaké je okamžité centrování procesu (kde se nachází skutečná střední hodnota) – to ukazuje nejvyšší sloupec neboli modální interval a můžeme posoudit, zda odpovídá požadovanému středu technických specifikací;
- c) jaká je přesnost (jak jsou hodnoty rozptýleny). „Štíhlý“ tvar histogramu ukazuje na přesnější proces.

Z výše uvedených úvah jednoznačně vyplývá základní přínos histogramu pro zlepšování procesů.

Konstrukce histogramu:

1. Z naměřených hodnot se vypočítá variační rozpětí jako rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou.
2. Stanoví se žadáný počet intervalů. Metody jsou různé, obecně se však doporučuje 5 až 12 intervalů s tím, že menší počet intervalů by měl odpovídat menšímu souboru dat.
3. Variační rozpětí se vydělí žadáným počtem intervalů a výsledek zaokrouhlí nahoru; číslo vypovídá, kolik hodnot se bude sdružovat do jednoho intervalu.
4. Variační řada se rozdělí od nejnižší až po nejvyšší hodnotu do intervalů a naměřené hodnoty se do nich rozdělí (přiřadí se četnosti).

5. Na vodorovnou osu se nanesou hodnoty středů intervalů, na osu svislou pak četnosti.
6. Závěrem se histogram vyhodnotí a učiní se příslušná rozhodnutí. [11]



Obr. 17. Histogram [11]

Všechny tyto nástroje se považují za nejpoužívanější a nejvíce vyžadované. To ale neznamená, že neexistují i jiné nástroje kvality, které se v automobilovém průmyslu využívají, jelikož tento automobilový průmysl je obor s neustálým vývojem a zpřísnujícími se požadavky.

## ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce, je věnovaná historii jakosti, jakým způsobem se dostávala do popředí, kteří velikáni se zasloužili o to, jak vypadá v dnešní době a co bylo důležité v jejich zjištění. V průběhu let byly uplatňovány různé typy managementu kvality, ať už je to například CWQC nebo TQM. Následně na to se dostala do popředí Mezinárodní organizace pro normy – zkráceně ISO, s důležitými poznatky a normami, které se v průběhu let aktualizovali až do dnešní podoby. Tyto normy jsou užívány nejen v automobilovém průmyslu, ale i v mnoha jiných oborech. Sám automobilový průmysl byl zastřešen normou ISO/TS 16949. Avšak automobilový průmysl, je neustále vyvíjející se obor, ve kterém bude docházet ke zpřísnování požadavků zákazníků a systému managementu kvality. Proto tyto normy budou dále vyvíjeny a aktualizovány.

Další nedílnou součástí kvality jsou nástroje pro odhalení a zmírnění příčin vad, ke kterým slouží nástroje: Ishikawa diagram (Diagram následků a příčin), FMEA – analýza možných vad a jejich následků, analýza způsobilosti procesů, Pareto diagram (Pareto analýza) a histogram. Samozřejmě je nutné vědět, kde tyto nástroje můžeme použít a kde pro jejich sestavení máme dostatečné informace.

Praktická část bakalářské práce je přímo zaměřena na uplatnění a zkonstruování těchto nástrojů v praxi. Každý z nich má své důležité části, které umožňují dostatečnou identifikaci pro vady a následně jsou schopny je vyřešit nebo zmírnit.

Pro příklad z praxe je nástroj FMEA, vyžadována u všech auditů, ať už zákaznických či certifikačních. Samozřejmě ostatní nástroje nejsou zapomenuty, ty jsou vyžadovány pro znázornění interní či externí chybovosti, nebo přímo pro analýzu reklamací.

Z této celé bakalářské práce plyne, že každý dílek komplexního systému má svůj úkol a úděl, proč je právě využívám a uplatňován.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Nenadál, J., a spol. Moderní systémy řízení jakosti, Praha: Management Press, 1998, 283 stran, ISBN 80-85943-63-8
- [2] Janeček, Z., Jakost – potřeba moderního člověka, Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 101 stran, ISBN 80-02-01687-4
- [3] Plura, J. Plánování a neustálé zlepšování jakosti, Praha: Computer Press, 2001, 244 stran, ISBN 80-7226-543-1.
- [4] Nenadál, J., a spol. Moderní management jakosti, Praha: Management Press, 2008, 377 stran, ISBN 978-80-7261-186-7
- [5] Horálek, V., Jednoduché nástroje řízení jakosti I., Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 78 stran, ISBN 80-02-01689-0
- [6] Plášková, A., Jednoduché nástroje řízení jakosti II., Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 68 stran, ISBN 80-02-01690-4
- [7] Příbek, J., Systémy managementu jakosti, Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004, 105 stran, ISBN 80-02-01688-2
- [8] Management mania. Ishikawa diagram [online]. [cit. 2017-09-19]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
- [9] Jiří Chaloupka. Paretův graf [online]. [cit. 2017-09-19]. Dostupné z: <http://www.chaloupka-kvalita.cz/paretuv-graf>
- [10] Čípera, B., QK – Kontrolor kvality, Praha: Česká společnost pro jakost, 2016, 129 stran, skripta
- [11] Školení kontrolora kvality Českou společností pro jakost, Praha
- [12] Vlastní zdroj



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Cp	Ukazatel způsobilosti pro stabilní proces
Cpk	Ukazatel způsobilosti pro stabilní proces
LSL	Dolní toleranční mez
USL	Horní toleranční mez
$\sigma$	Řecké písmeno označující obvykle směrodatnou odchylku základního souboru
$\hat{\sigma}$	Odhad směrodatné odchylky sledovaného znaku jakosti v procesu
$\bar{R}$	Průměrné variační rozpětí v podskupinách
$\bar{s}$	Průměrná hodnota výběrových směrodatných odchylek v podskupinách
d <sub>2</sub>	Dělitel u průměrného výběrového rozpětí pro odhad směrodatné odchylky procesu
c <sub>4</sub>	Dělitel průměrné výběrové směrodatné odchylky použitý k odhadu směrodatné odchylky procesu
$\bar{\bar{X}}$	Celkový průměr neboli průměr průměrů z podskupin
RPN	Rizikové číslo
RPZ	Rizikové číslo
Vz	Význam
Vy	Výskyt
Od	Odhalitelnost
SPC	Statistical Process Control
MR/P	Míra rizika na poruchu
CWQC	Company Wide Quality Control
TQM	Total Quality Management
ISO	International Organization for Standardization
ZD	Zero defect
VDA	Verein der Automobilhersteller – Spolek výrobců automobilů

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Demingův PDCA cyklus [12].....	13
Obr. 2. Historický vývoj velikanů řízení kvality [12].....	14
Obr. 3. Ishikawa diagram [9].....	21
Obr. 4. Graf indexu způsobilosti procesu [10].....	28
Obr. 5. Všeobecný Pareto diagram [8] .....	30
Obr. 6. Graf aplikace nástrojů z hlediska časové osy projektu [12] .....	32
Obr. 7. Graf aplikace nástrojů z hlediska požadavků na aplikaci [12] .....	33
Obr. 8. První krok Ishikawa diagramu [11] .....	35
Obr. 9. Druhý krok Ishikawa diagramu [11] .....	36
Obr. 10. Třetí krok Ishikawa diagramu [11].....	37
Obr. 11. Výsledný Ishikawa diagram [8].....	37
Obr. 12. Hodnota indexů způsobilosti $C_p, C_{pk} \geq 1,33$ [12] .....	47
Obr. 13. Hodnota indexů způsobilosti $C_p, C_{pk} \geq 1,67$ [12] .....	47
Obr. 14. Paretův graf – 1. krok [9].....	50
Obr. 15. Paretův graf – 2. krok [9].....	51
Obr. 16. Pareto diagram [9] .....	52
Obr. 17. Histogram [11].....	54

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Hodnocení závažnosti vady [11] .....	24
Tab. 2. Hodnocení výskytu vad [11].....	24
Tab. 3. Hodnocení odhalení vady [11] .....	25
Tab. 4. Tvary histogramů [11].....	31
Tab. 5. Tabulka aplikace nástrojů z hlediska pochopení dle vizuální informace [12].....	33
Tab. 6. FMEA obecný formulář [11].....	41
Tab. 7. Formulář systémové FMEA analýzy podle VDA 4.2 [10].....	45
Tab. 8. Vizualizace SPC karet [12].....	48
Tab. 9. Výpočet indexů způsobilosti z praxe [12] .....	49