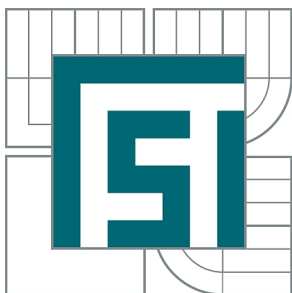


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

NÁSTROJE MANAGEMENTU KVALITY

QUALITY MANAGEMENT TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN HUSÁK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALOIS FIALA, CSc.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Martin Husák

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Nástroje managementu kvality

v anglickém jazyce:

Quality Management Tools

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zásady pro vypracování:

1. ve spolupráci s vedoucím práce naplánujte osnovu práce;
2. podle dostupných literárních pramenů a internetových odkazů vypracujte rešerši k zadanému tématu;
3. ze získaných podkladů utvořte vlastní závěr o současném stavu problematiky;
4. odhadněte možný vývoj v oblasti.

Cíle bakalářské práce:

Literární rešerše na zadané téma a vlastní závěry.

Seznam odborné literatury:

ČSN EN ISO 9000:2006 (01 0300) Systémy managementu kvality – Základy, zásady a slovník

ČSN EN ISO 9001:2009 (01 0321) Systémy managementu kvality – Požadavky

ČSN EN ISO 9004:2001 (01 0324) Systémy managementu jakosti – Směrnice pro zlepšování výkonnosti

ČSN ISO/TR 10017 (01 0336) Návod k aplikaci statistických metod v ISO 9001:2000

Fiala, A.: Statistické řízení jakosti. VUT, Brno, 1997, ISBN 80-214-0895-2.

Internet

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Alois Fiala, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 2.11.2009

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je psána formou rešerše. Dává si za cíl zmapovat nástroje a metody, které mají za úkol zlepšovat jakost a udržet ji na požadované úrovni. Text je rozdělen do dvou kapitol. První kapitola je věnována definici jakosti, jejím historickým vývojem, základními koncepty, které pomáhají jakost definovat a v závěru kapitoly je uveden přehled tzv. otců jakosti. Ve druhé kapitole jsou popsány nástroje, které se k řízení jakosti používají. Jsou rozděleny do dvou skupin - sedm základních nástrojů jakosti a sedm nových nástrojů.

Klíčová slova: kvalita, řízení jakosti, nástroje jakosti, ISO 9000, TQM

ABSTRACT

This bachelor's thesis is written in the form of literature search. Main goal is to map the tools and methods that are designed to improve and sustain the required level of quality. The text is divided into two chapters. The first chapter is devoted to the definition of quality, its historical development, basic concepts that help define quality and in the end is a list of so called fathers of quality. The second chapter describes the tools that are used for quality control. They are divided into two groups - the seven basic tools of quality, and seven new tools.

Keywords: quality, quality management, quality tools, ISO 9000, TQM

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HUSÁK, M. *Nástroje managementu kvality*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 29s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Alois Fiala, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji tímto, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně na základě uvedené literatury a pod vedením vedoucího bakalářské práce pana doc. Ing. Aloise Fialy, CSc.

V Brně dne 28. května 2010

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Aloisi Fialovi, CSc. za pomoc s vypracováním a vedením práce. Dále pak za udělené rady a připomínky, které byly přínosné pro vypracování této práce.

OBSAH

Úvod	8
1 Jakost	9
1.1 Definice	9
1.2 Historie řízení jakosti	9
1.3 Základní koncepce managementu jakosti	9
1.3.1 Koncepce podnikových standardů	9
1.3.2 Koncepce ISO	10
1.3.3 Koncepce TQM (Total quality management)	10
1.4 Některé významné osobnosti – otcové (guru) jakosti	11
2 Řízení jakosti	12
2.1 Sedm základních nástrojů jakosti	12
2.1.1 Kontrolní tabulky a formuláře pro sběr dat	13
2.1.2 Histogramy	13
2.1.3 Diagramy příčin a následků	15
2.1.4 Vývojové diagramy	15
2.1.5 Paretova analýza	17
2.1.6 Bodové diagramy	18
2.1.7 Regulační diagramy	19
2.2 Sedm nových nástrojů	20
2.2.1 Afinity diagram	21
2.2.2 Diagram vzájemných vztahů	22
2.2.3 Stromový diagram	22
2.2.4 Maticový diagram	23
2.2.5 Analýza údajů v matici	24
2.2.6 Diagram PDPC	24
2.2.7 Síťový diagram	25
3 Závěr	26
4 Seznam použitých zdrojů	27
5 Seznam použitých zkratk a symbolů	28
6 Seznam obrázků	29

ÚVOD

V dnešním světě, kdy je trh doslova přesycen produkty od výrobců z celého světa, hraje roli pro rozhodování zákazníka, zda koupit či nekoupit výrobek právě té či oné firmy, velká řada různých aspektů. Zákazník je ovlivněn cenou, designem, zárukou, komfortem při používání, poskytnutým servisem, poruchovostí atd. Všechna tato hlediska se dají označit pod jedním souhrnným slovem – kvalita. Podle A. V. Feigenbauma je kvalita to, za co ji označí zákazník. To přece zákazník je ten, kdo si produkt kupuje a dává za něj své peníze. Firmy, které chtějí dosáhnout až na vrchol, chtějí mít co největší zisky a chtějí si své zákazníky udržet, se musí přizpůsobit. Proto ve svých závodech zavádějí systémy jakosti. Ty se ve větším měřítku začaly používat ve druhé polovině 20. století, což odpovídá době, kdy byl svět zdecimován 2. světovou válkou. Začaly vznikat nástroje a metody, které měly za úkol zlepšit jakost výrobků, odhalit příčiny nejakostní výroby a udržet výši jakosti na stálé úrovni. Těmito metodami se zabývám a popisuji je ve své bakalářské práci.

1 JAKOST

1.1 Definice

Jakost nebo také kvalita je pojem, který lidé znají již od starověku. Nejstarší definice jakosti je připisována Aristotelovi. Existuje mnoho definic jakosti. Pojem jakost se dá chápat jako vyhovění potřebám zákazníka, splnění jeho představ a požadavků. Někdo může kvalitu chápat tak, že výrobek je vyroben bez funkční vady, má atraktivní design, jednoduchou a pohodlnou obsluhu a údržbu nebo dlouhou životnost. Norma ČSN EN ISO 9000:2001 definuje jakost: „*Jakost je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků*“. Slovo inherentní (z latinského in- (v) a -haereo (vězet v něčem)) znamená vlastnost, která není náhodná a plyne z podstaty příslušné věci.

1.2 Historie řízení jakosti

Tak jako i v ostatních oblastech lidského bádání se lidé zajímají o to, jak určité problémy řešily předchozí generace, tak i v rámci řízení jakosti se lidé k historii obrací, protože je to občas právě historie, která umí správně odpovědět na některé otázky a poposunout hranice dál.

Dříve bylo pro výrobu charakteristické, že výrobek byl vyráběn pouze jedním řemeslníkem, který tak byl zodpovědný za výslednou jakost výrobku. Navíc byl v osobním kontaktu se zákazníkem a mohl tak pružně reagovat na jeho přání a připomínky. Když později řemeslnou výrobu nahradila výroba průmyslová, osobní kontakt se vytratil a bylo nutné zavést průběžnou kontrolu ke zjištění, zda je výroba kvalitní či nikoli.

Nejstarší zmínku o jakosti máme z Chammurapiho zákoníku (přibližně 1700 př. n. l.) ze staré Mezopotámie. Stojí v něm: „*Jestliže stavitel postavil někomu dům a neudělal své dílo pevně a zeď spadne, tento stavitel pevně vystaví tuto zeď ze svých vlastních prostředků. Stavitel, který postaví dům s nevyhovující konstrukcí a v důsledku toho se dům zřítí a zabije svého majitele, má být potrestán smrtí*“.

Největší rozvoj zaznamenala oblast jakosti po druhé světové válce. Tehdy si v Japonsku uvědomili, že mají-li postavit zemi zničenou válkou zpět na nohy, musí z kvality učinit základní stavební prvek. V roce 1949 přijel do Japonska na pozvání tamního Svazu vědců a techniků W. E. Deming, aby přednášel o statistickém řízení jakosti. O pár let později do Japonska přijel i J. M. Juran a vedl kurzy o řízení jakosti pro osoby na vrcholové a střední úrovni řízení. Na japonské průmyslníky měly tyto přednášky velký vliv a myšlenky obou Američanů znamenaly hluboký dopad na řízení jakosti v Japonsku. O tom svědčí i to, že oba dva obdrželi od japonské vlády Řád Svatého pokladu druhé třídy.

V roce 1987 byly odsouhlaseny a vydány mezinárodní normy ISO 9000. Cílem bylo vytvořit jednotný systém mezinárodních norem, které by nebyly závislé na určitém odvětví průmyslu. Normy jsou orientovány na uspokojení potřeb a očekávání zákazníka. Od té doby byly normy dvakrát přepracovány, poprvé v roce 1994 a později v roce 2000.

1.3 Základní koncepce managementu jakosti

1.3.1 Koncepce podnikových standardů

Už v 70. letech minulého století kladly zejména americké společnosti důraz na vytváření systémů jakosti. K těmto firmám se postupem času přidávaly stále další a tyto požadavky byly zpracovány do norem, kterými se museli řídit jak v rámci jednotlivých firem nebo celých odvětví, tak i dodavatelé těchto firem.

Jako příklad můžeme uvést:

- Q 101 – tzv. Fordův standard
- ASME – těžké strojírenství
- QS 9000 – automobilový průmysl v USA
- VDA – automobilový průmysl v Německu
- AQAP – jakost v rámci NATO

Všechny tyto standardy se pochopitelně vyznačují různými přístupy, ale jedno mají společné – maximalizace spokojenosti zákazníka. Většinou jsou tyto normy přísnější než normy ISO 9000.

1.3.2 Koncepce ISO

V roce 1987 zveřejnila Mezinárodní organizace pro normy sadu norem pro zabezpečování jakosti. Byl to soubor pěti norem označovaný jako ISO 9000. Tyto normy se postupně rozrůstaly a byly už dvakrát aktualizovány – v roce 1994 a 2000. Většina norem byla také převedena do norem ČSN, takže jsou dostupné i našim firmám. V současné době se používají normy řady ISO 9000 po celém světě a pro uplatnění firmy se stala nezbytná jejich implementace.

Charakteristické rysy norem ISO 9000:

- univerzální charakter – tzn. nezáleží na typu podniku, dají se použít jak ve výrobních organizacích, tak i v podnicích poskytující služby.
- nejsou závazné, ale doporučující – závaznými se stávají až v okamžiku, kdy se smluvně dodavatel zaručí odběrateli, že ISO 9000 aplikuje
- jsou pouze souborem minimálních požadavků

Základní normy ISO 9000: ^[1]

- ISO 9000 Systémy managementu jakosti – Základy, zásady a slovník
 - popisuje základy, pojmy a zásady systémů managementu jakosti
 - specifikuje terminologii systémů managementu jakosti
- ISO 9001 Systémy managementu jakosti – Požadavky
 - specifikuje požadavky na systém managementu jakosti pro případy, kdy má organizace prokázat svoji schopnost poskytovat jakostní produkty a že má v úmyslu zvýšit spokojenost zákazníků
 - určeno pro interní aplikaci, certifikaci nebo pro smluvní účely
- ISO 9004 Systémy managementu jakosti – Směrnice pro zlepšování výkonnosti
 - poskytuje směrnice pro vytváření účinných a efektivních systémů managementu jakosti
 - poskytuje širší návod neustálého zlepšování
 - není určena pro účely certifikace ani pro smluvní účely

1.3.3 Koncepce TQM (Total quality management)

Principy TQM (tzn. komplexní management kvality) se začaly používat během druhé poloviny 20. století nejdříve v Japonsku a poté i v USA a Evropě. Na rozdíl od koncepce ISO není TQM svázáno normami, ale je v něm zahrnuto vše, co souvisí s neustálým zlepšováním a zdokonalováním kvality procesů. Mnohými je považována spíše za filozofii řízení jakosti.

Základní principy TQM:

- orientace na zákazníka
- prevence
- neustálé zlepšování
- účast všech zaměstnanců
- komunikace a informace
- vliv na okolní prostředí

1.4 Některé významné osobnosti – otcové (guru) jakosti

Walter Andrew Shewhart (18. březen 1891 – 11. březen 1967)

- narodil se v New Cantonu (USA)
- bývá nazýván otcem statistického řízení jakosti

Williams Edward Deming (14. říjen 1900 – 20. prosinec 1993)

- narodil se v Sioux City (USA)
- studium: University of Wyoming (1921) – bakalářské studium
University of Colorado (1925) – magisterské studium
Yale University – PhD studium
- statistik, vysokoškolský profesor, autor mnoha publikací
- mnoho let pracoval ve státní správě na ministerstvu zemědělství a na statistickém úřadě
- proslavil se statistickým řízením jakosti v Japonsku, v USA nestáli o jeho metody
- v roce 1960 mu byl udělen za jeho práci v Japonsku Řád svatého pokladu druhé třídy, což je nejvyšší ocenění, které může cizinec v Japonsku obdržet

Joseph Moses Juran (24. prosinec 1904 – 28. únor 2008)

- narodil se v Braile (Rumunsko)
- v roce 1912 emigroval s celou rodinou do USA
- ve škole vynikal, zejména v matematice
- pracoval jako univerzitní profesor, ředitel podniku, vyjednávač mezi odbory a vedením aj.
- roku 1954 řídil semináře pro pracovníky vrcholového a středního vedení
- jeho přednášky se zaměřovaly na manažerskou úlohu, plánování, organizaci atd.
- průkopník a šířitel průmyslové a podnikové kvality – řízení jakosti se podle něj má uplatňovat jako součást celkového řízení
- společně s Demingem měl velký vliv na rozvoji jakosti v Japonsku
- držitelem Řádu svatého pokladu druhé třídy
- založil Juranův institut, který je zaměřený na vzdělávání a výzkum metod pro zlepšování kvality

Armand Vallin Feigenbaum (1922-)

- autor myšlenky TQM (Total quality management)
- v 50. letech 20. st. Jeho práci objevili a začali využívat v Japonsku
- zakládající předseda Mezinárodní akademie pro jakost
- řízení jakosti je podle něj vstupem do všech fází procesu průmyslové výroby

Kaoru Ishikawa (13. červenec 1915 – 16. duben 1989)

- narodil se v Tokiu (Japonsko)

- vystudoval chemii na Univerzitě v Tokiu
- hlavním iniciátorem hnutí za jakost v Japonsku - bývá nazýván jedním z japonských otců jakosti
- už na univerzitě poznal význam statistiky
- zakladatel kroužků jakosti
- propagátor jednoduchých nástrojů řízení jakosti
- nejvíce se proslavil vyvinutím digramu příčina – následek, tzv. Ishikawovým digramem
- pomohl řadě japonských i amerických firem dosáhnout vrcholu jakosti jejich produktů

Genichi Taguchi (1. leden 1924 -)

- narodil se v Tokamachi (Japonsko)
- je asi nejuznávanější z japonských osobností v oboru jakosti
- jeho metody vyvolaly spory, mnozí statistikové zpochybňovali jejich validitu, ale inženýři tyto metody používají mnohdy častěji a úspěšněji než tradiční metody

Phillip Bayard Crosby (18. červen 1926 – 18. září 2001)

- narodil se ve Wheelingu (USA)
- proslavil se tvrzením, že *Kvalita je zdarma!*, jak zní i titul jeho nejznámější knihy
- založil školící a konzultační institut v USA, který dnes působí ve všech částech světa – propaguje komplexní řízení jakosti s velkým důrazem na vliv lidského faktoru
- zastáncem „práce bez chyb“

2 ŘÍZENÍ JAKOSTI

Řízení jakosti je soubor povinností, které musí výrobce nebo poskytovatel služby zajistit, aby jeho produkt splňoval požadavky na jakost. Do řízení jakosti patří plánování, koordinace a usměrňování činností, motivace pracovníků, průběžná kontrola, zajištění nápravy neshod atd.

Nástrojů k zabezpečení jakosti je celá řada. Většinou vznikaly na základě zkušeností úspěšných firem a byly dále rozvíjeny podle požadavků konkrétních situací. Právě přizpůsobení konkrétnímu řešenému problému přináší větší efektivitu a očekávané pozitivní výsledky. Proto není vhodné se při volbě nástroje omezovat pouze na některé metody, ale ke každému problému přistupovat jednotlivě a volit nástroj, který dokáže problém nejefektivněji odstranit.

2.1 Sedm základních nástrojů jakosti

Jedná se o soubor obsahující sedm jednoduchých ale velmi efektivních statistických metod k odhalování a analyzování problémů s jakostí.

Patří sem:

- kontrolní tabulky a formuláře
- histogramy
- diagramy příčin a následků
- vývojové (postupové) diagramy
- Paretova analýza
- bodové diagramy
- regulační diagramy

2.1.1 Kontrolní tabulky a formuláře pro sběr dat

Tato metoda je určena pro systematické shromažďování dat získaných pozorováním. Tabulky a formuláře mají většinou papírovou podobu a jsou vyplňovány tužkou. Bývají zpracovávány samozřejmě i elektronicky. Přináší to výhodu rychlého vyhodnocení údajů či automatické kontroly úplnosti. Takto získaná data slouží k následnému vyhodnocení, např. Paretovou analýzou.

Nejčastější oblasti použití kontrolních tabulek při zajišťování jakosti jsou:

- vstupní, operační a výstupní kontrola jakosti polotovarů, surovin, hotových dílů atd.
- analýza strojů a zařízení
- analýza technologického procesu
- analýza neshodných jednotek (vadných výrobků)
- záznam vstupních údajů a výpočet základních charakteristik pro regulační diagramy

Pro zjednodušení a větší přehlednost se používají čárky nebo jiné značky místo čísel a textových charakteristik. Výhoda je v možnosti záznamu velkého počtu dat do jedné tabulky.

Kontrolní tabulky mají tři hlavní oblasti aplikace:

- jsou nástrojem pro záznamy výsledků jednoduchého čítání různých položek
- jsou nástrojem zobrazení rozdělení souboru měření
- jsou nástrojem zobrazení místa výskytu určitých jevů

KONTROLNÍ TABULKA PRŮMĚRU ZÁVLAČKY			Tabulka č.: 114
Datum: 4. 8. 1996		Operátor:	
Číslo soustruhu: 32146	Číslo nože: B32	Poznámky: výběr. kontrola	
Stupnice (mm)	Záznam	Součet	
< 0,4–0,7)	HHH IIII	9	LSL
< 0,7–1,0)	HHH III	8	
< 1,0 – 1,3)	HHH HHH HHH HHH	20	
<1,3 – 1,6)	HHH HHH HHH HHH HHH HHH HHH	35	
< 1,6 – 1,9)	HHH HHH HHH IIII	18	USL
< 1,9 – 2,2)	HHH	5	

Obr. 1: Ukázka kontrolní tabulky ^[3]

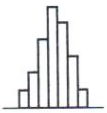
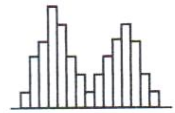
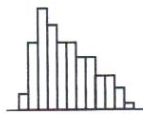
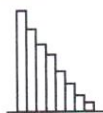
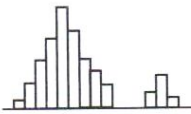
2.1.2 Histogramy

Histogram patří k nejznámějším a nejpoužívanějším statistickým nástrojům k hodnocení a analýze souboru spojených dat. Poskytuje velmi rychlou informaci o tvaru rozdělení statistického souboru a jeho charakteristikách. Histogram představuje grafické znázornění intervalového rozdělení četností. Má tvar sloupcového grafu, kde základny jednotlivých sloupců (osa x) představují šířku intervalu a výška sloupců (osa y) odpovídá počtu pozorování nebo měření, které padly do tohoto intervalu.

Postup konstrukce histogramu:

1. určení rozpětí souboru R , tzn. rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou
2. stanovení počtu tříd k
 - je možno použít např. pravidlo $k = 5 \cdot \log n$
 - počet intervalů se volí 7 – 20
 - určení šířky intervalu h jako podíl rozpětí souboru a počtu tříd, nejmenší hodnota ze souboru musí ležet v 1. intervalu, největší hodnota musí ležet v posledním intervalu
3. sestavení tabulky četností a určení četností v jednotlivých intervalech
4. sestavení histogramu – na osu x se vynášejí intervaly a na osu y se vynášejí četnosti

Při analýze histogramu se soustředíme hlavně na tvar histogramu, centrování a šířku. Podle těchto vlastností se dají odhalit některé příčiny ovlivňující proces, určit směrodatnou odchylku nebo průměr či medián. Některé možné tvary jsou na obr. 2.

tvary histogramů	možné příčiny odchylek
 zvonovitý tvar	♦ tento tvar je obrazem normálního rozdělení, ♦ variabilita hodnot je způsobena vlivem náhodných příčin, ♦ každá z nich se na celkové variabilitě podílí malou měrou.
 dvouvrcholový tvar	♦ tento tvar signalizuje, že výsledný soubor hodnot vznikl spojením dvou nebo více výběrových souborů (data ze dvou linek, od dvou pracovníků atd.)
 plochý tvar	♦ tvar vznikl obvykle spojením několika souborů (zvonovitého tvaru – nárůst opotřebení nástroje) nebo tehdy, když sledovaný parametr je lineární funkcí času, ♦ příčinou vzniku tohoto tvaru může být nedodržení (neúplný) výrobní postup
 hřebenovitý tvar	♦ pravidelné střídání nižších a vyšších hodnot četností v jednotlivých třídních intervalech signalizuje nerespektování přesnosti měření při určování hranic jednotlivých intervalů, ♦ nesprávné zaokrouhlování, popř. nerespektování přesnosti měření
 asymetrický tvar	♦ tvar signalizuje působení objektivních fyzikálních zákonů nebo použití neúplných dat, ♦ asymetrické rozdělení hodnot pro daný znak jakosti představuje přirozené chování (např. doby do porušení apod.) – v tomto případě získání asymetrického tvaru odpovídá působení jen náhodných vlivů, ♦ další možností je, že získáme asymetrický tvar z znaku, u něhož předpokládáme normální rozdělení – pro tento případ asymetričnost je způsobena vymežitelnými vlivy
 jednostranně useknutý tvar	♦ jednostranně (oboustranně) useknutý tvar signalizuje, že výrobek prošel třídící kontrolou a tedy že již byly vyřazeny výrobky, jejichž hodnota jakostního znaku přesáhla stanovené toleranční meze, ♦ s tímto typem histogramu je možno se setkat při měření v blízkosti hranice citlivosti měřícího zařízení
 zvonovitý tvar s izolovanými hodnotami	♦ tento tvar znázorňuje přítomnost odlehlých hodnot ve sledovaném souboru, ♦ u těchto hodnot je nutno zjistit, zda do souboru skutečně patří (chybné přepisování dat) nebo vznikly chybným měřením

Obr. 2: Různé tvary histogramů a možné příčiny odchylek ^[2]

2.1.3 Diagramy příčin a následků

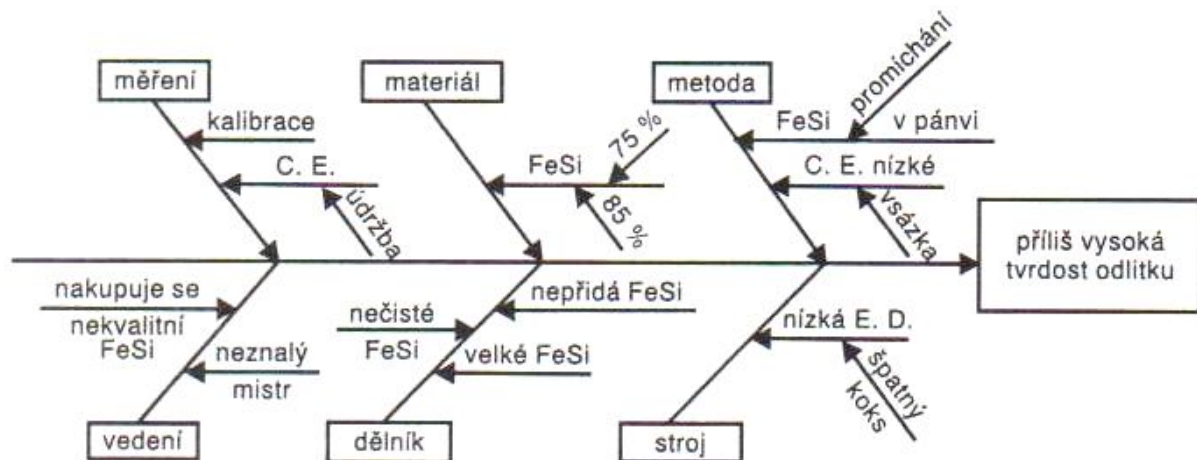
Bývá nazýván též podle svého tvůrce Ishikawův diagram nebo podle tvaru diagram rybí kostry. Slouží ke znázornění různých faktorů, které mohou ovlivnit výsledek. Pomocí diagramu příčin a následků lze odhalovat vztahy mezi příčinami a následky → hledají se všechny možné příčiny způsobující nekvalitní stav produktu. Pro jeho zpracování je vhodná týmová práce formou brainstormingu.

Diagramy příčin a následků slouží k:

- analýze příčin
- klasifikaci procesu
- vyšetřování příčin

Postup konstrukce diagramu:

1. jednoznačná definice problému, který chceme odstranit. Tento problém se napíše do obdélníka a zleva se k obdélníku nakreslí hlavní čára diagramu.
2. tým definuje hlavní příčiny následku. Pokud je to obtížné, lze použít všeobecné příčiny, např. postupy, výrobní zařízení, lidé, měření, materiál, prostředí atd. Tyto příčiny se zakreslí do diagramu na vedlejší větve.
3. formou brainstormingu určí tým všechny možné subpříčiny ve vztahu k hlavním příčinám. Proces pokračuje tak dlouho, než je nalezena nejnižší úroveň možných příčin.

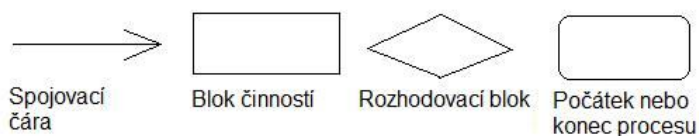


Obr. 3: Ukázka diagramu příčin a následků [3]

2.1.4 Vývojové diagramy

Vývojový diagram je základním nástrojem zdokonalování procesu, protože pomáhá pochopit, jak daný proces funguje. Je cennou pomůckou pro identifikaci procesu a pro nalezení vazeb mezi dílčími kroky a tím přispívá k lepšímu pochopení. Má univerzální charakter, dá se použít pro popis jakéhokoli procesu. Aby byl vývojový diagram co nejpřehlednější, měl by obsahovat pouze jeden začátek a pouze jeden konec. Vhodné je doplnit jej o matici odpovědnosti, která jasně ukazuje, který pracovník má za danou operaci zodpovědnost.

Vývojový diagram se skládá z 5 základních symbolů:



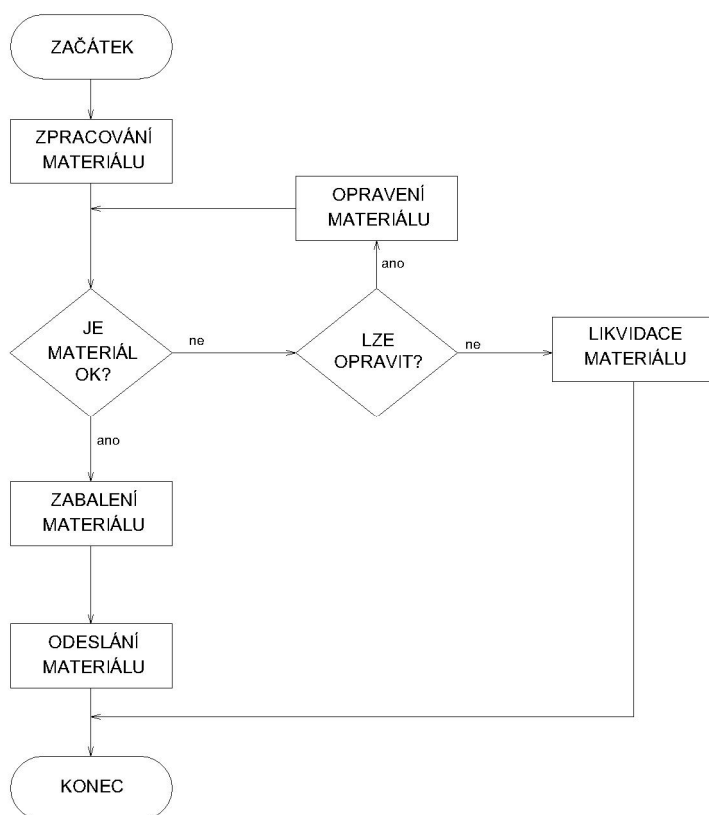
Obr. 4: Symboly používané ve vývojových diagramech

Při sestavování diagramu je vhodná stejně jako u diagramu příčin a následků práce v týmu. Pro správnou tvorbu je zapotřebí správně volit otázky.

K těm základním patří např.:

- Co se stane nejdříve?
- Co následuje?
- Co se děje, rozhodne-li se ANO?
- Co se děje, rozhodne-li se NE?
- Odkud přichází výrobek?
- Kam pokračuje výrobek?

Naprosto nevhodná otázka je otázka typu PROČ, protože odvádí pozornost od popisu procesu.



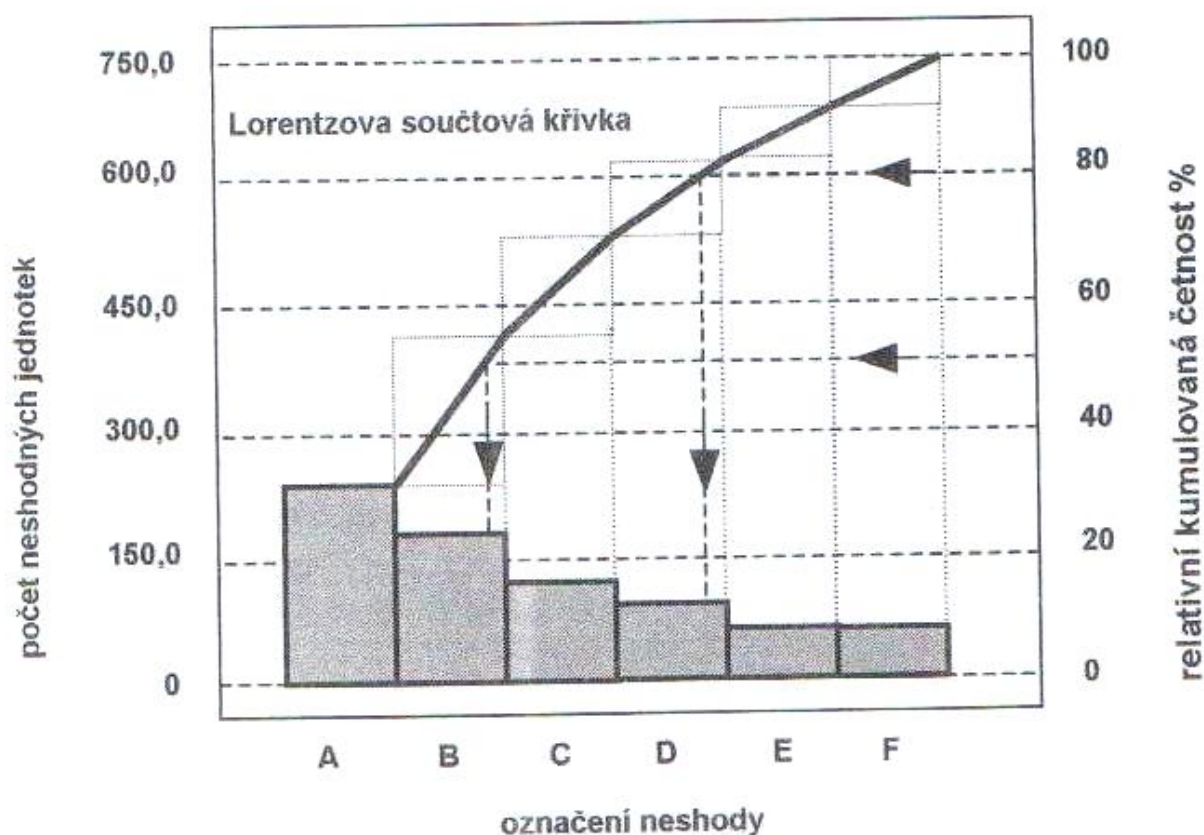
Obr. 5: Příklad vývojového diagramu

2.1.5 Paretova analýza

Paretova analýza umožňuje rychle identifikovat kritické oblasti, na které je zapotřebí soustředit pozornost. Je jedním z neefektivnějších, běžně dostupných a snadno aplikovatelných rozhodovacích nástrojů. Umožňuje rozdělit podstatné faktory od méně podstatných a ukázat, kam zaměřit úsilí pro odstraňování nedostatků. Je pojmenována po italském ekonomovi Alfrédu Paretovi. V oblasti řízení jakosti poprvé využil aplikaci Paretova postupu J. M. Juran. Podle něj je 80 – 95 % problémů s jakostí způsobena 5 – 20 % příčin. Tato malá skupina příčin se označuje jako „životně důležitá menšina“. Zbylá část příčin se označuje jako „užitečná či zanedbatelná většina“.

druh neshody	označení neshody	četnost neshody	kumulovaná četnost	relativní kumulovaná četnost v %
nedodržení tolerance průměru	A	240	240	32
nedodržení drsnosti	B	180	420	56
nedodržení rozměru drážky	C	120	540	72
nedodržení tvaru	D	90	630	84
nedodržení polohy	E	60	690	92
jiné neshody	F	60	750	100
Σ		750	-	-

Obr. 6: Tabulka pro sestavení Paretova diagramu ^[2]



Obr. 7: Ukázka Paretova diagramu ^[2]

Postup zpracování Paretova diagramu:

- seřazení údajů sestupně podle četnosti příčin
- výpočet kumulativního součtu četnosti příčin a vyjádření součtu v procentech
- sestrojení sloupcového diagramu dle četnosti jednotlivých příčin
- sestrojení lomené tzv. Lorenzovy křivky znázorňující průběh kumulovaných součtů

Vyhodnocení Paretovy analýzy:

- výběr kritéria – např. 50 % (tzn. hranice mezi „životně důležitou menšinou“ a „užitečnou většinou“ je 50% podíl kumulovaných součtů sestupně seřazených příčin). Pro pečlivější analýzu lze zvolit kritérium 80 %
- ve výšce vybraného kumulativního součtu se nakreslí rovnoběžka s osou x
- v průsečíku této rovnoběžky s Lorenzovou křivkou se spustí kolmice na osu x – vlevo od kolmice se nachází oblast „životně důležité menšiny“, vpravo od kolmice je oblast „užitečné většiny“

2.1.6 Bodové diagramy

Bodový diagram je užitečnou pomůckou při studiu a popisu závislostí mezi dvěma proměnnými. Účelem je zkoumat, co se stane s jednou proměnnou při změně druhé.

Rozmístění bodů v bodovém diagramu charakterizuje směr, tvar a míru těsnosti závislosti mezi sledovanými proměnnými.

Míra těsnosti závislosti se dá vyjádřit dvěma typy závislostí:

- závislosti pevné (funkční) – v případě, že mezi proměnnými existuje funkční stav, např. fyzikální závislost
- závislosti volné (statistické) – charakteristické určitým rozptylem bodů, v praxi se s tímto typem závislosti setkáváme nejčastěji

Míra závislosti mezi dvěma proměnnými se dá vyjádřit pomocí tzv. koeficientu korelace r . Lze ho však použít pouze při splnění následujících podmínek:

- soubor, z něhož je náhodný výběr skutečně má dvojrozměrné normální rozdělení
- závislost mezi proměnnými je lineární, takže lze ji vyjádřit regresní přímkou

Koeficient korelace lze vyjádřit vztahem:

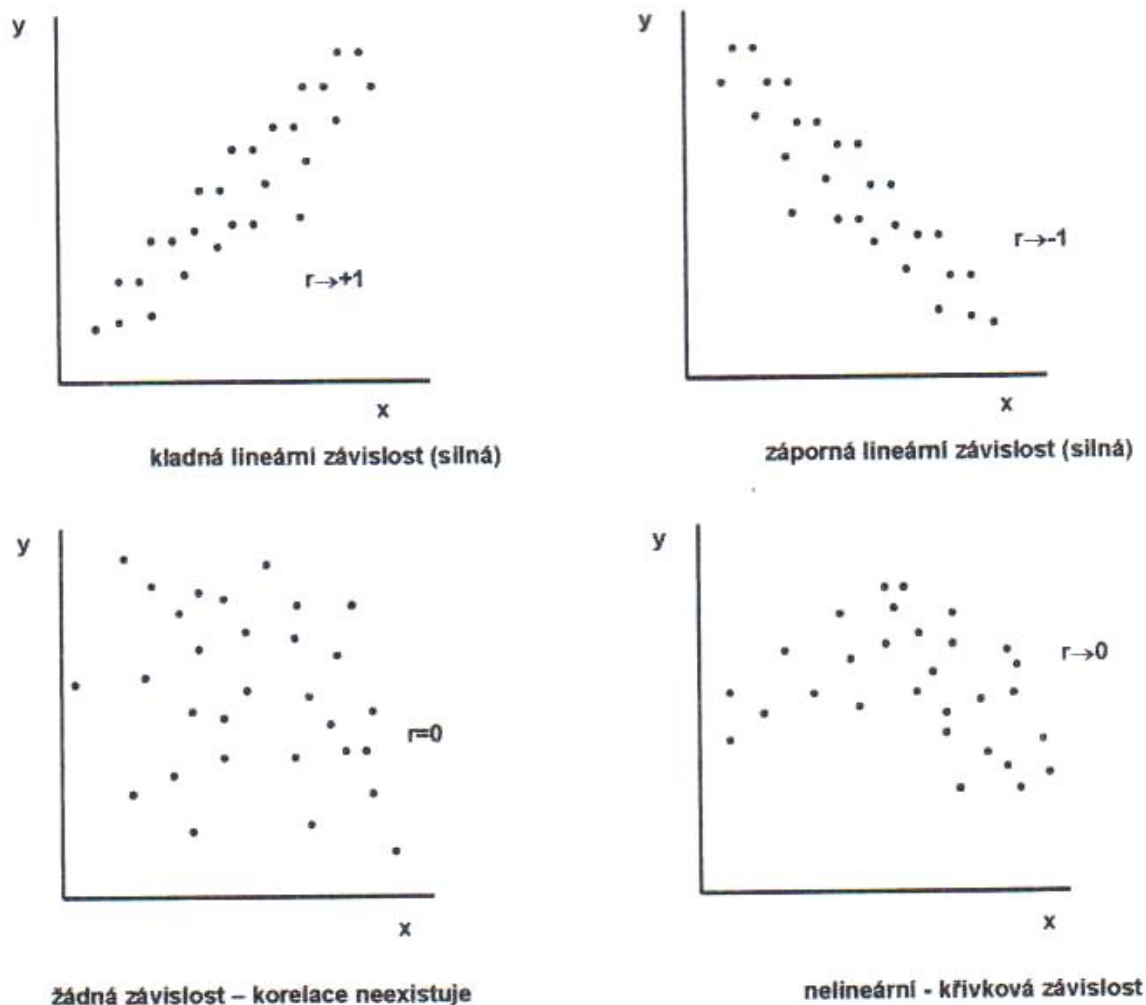
$$r = \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_x^2 \cdot s_y^2}}$$

kde: s_{xy} ...kovariance

s_x, s_y ... výběrové směrodatné odchylky proměnných X a Y

Pro koeficient korelace platí:

- $r = 0 \Rightarrow$ mezi proměnnými není lineární závislost (ale neznamená to, že závislost neexistuje)
- $r = 1 \Rightarrow$ mezi X a Y existuje kladná korelace (y roste, když x roste)
- $r = -1 \Rightarrow$ mezi X a Y existuje záporná korelace (y klesá, když x roste)



Obr. 8: Ukázka bodových diagramů ^[2]

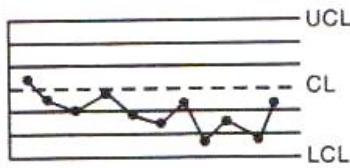
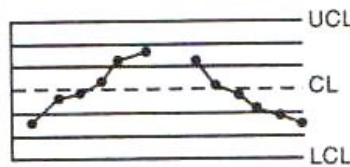
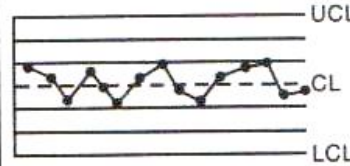
2.1.7 Regulační diagramy

Základním nástrojem statistické regulace procesu je regulační diagram. Je to grafická pomůcka pomáhající oddělit náhodné příčiny variability procesu od příčin vymezitelných. Autorem regulačních diagramů je W. A. Shewhart, vytvořil je v roce 1926.

Cílem statistické regulace je minimalizace počtu neshodných jednotek (zmetků). Je realizována pravidelnou kontrolou výstupní veličiny. Umožňuje nám tedy včas odhalit odchylky od stanovené úrovně a pomocí zásahů do procesu je udržovat na požadované a stabilní úrovni.

Dle typu regulované veličiny dělíme statistickou regulaci na regulaci měřením a regulaci pozorováním. Regulace měřením se používá v případě, že regulovaná veličina je spojitého charakteru (např. hmotnost odlitku). Získání hodnot pro analýzu je složitější a časově náročnější, avšak tato data mají vyšší vypovídající hodnotu, proto není nutné mít vysoký rozsah podskupin. Regulace pozorováním se provádí v případě, že regulovaná veličina je diskrétního charakteru (např. počet vad na výrobku). Nevýhodou je, že rozsah podskupin musí být několikanásobně větší než u regulace měřením z důvodu menší vypovídající hodnoty. Na druhou stranu ale lze data získat rychleji a levněji.

Při analýze se zjišťuje, zda je proces „pod kontrolou“ nebo „mimo kontrolu“. V regulačním diagramu se proces „mimo kontrolu“ pozná tak, že body leží mimo regulační meze (LCL a UCL) anebo body vykazují trendy či nenáhodná seskupení, jako např. na obr. 9.

Situace v regulačním diagramu	Popis
	Body mimo regulační meze
	9 bodů za sebou leží nad CL nebo pod CL
	6 bodů za sebou stoupá nebo klesá (trend)
	15 bodů v řadě za sebou leží ve vnitřní třetině pásma mezi regulačními mezemi
	8 bodů za sebou leží na obou stranách CL, ale žádný ve vnitřní třetině pásma mezi regulačními mezemi

Obr. 9: Regulační diagramy signalizující proces mimo kontrolu ^[3]

2.2 Sedm nových nástrojů

Kromě sedmi základních nástrojů se k řízení jakosti používá i další skupina nástrojů označovaná jako *Sedm nových nástrojů jakosti*. Zatímco první skupina nástrojů se používá

zejména k operativnímu řízení jakosti, takzvané nové nástroje se uplatňují především v oblasti plánování a definování cílů jakosti.

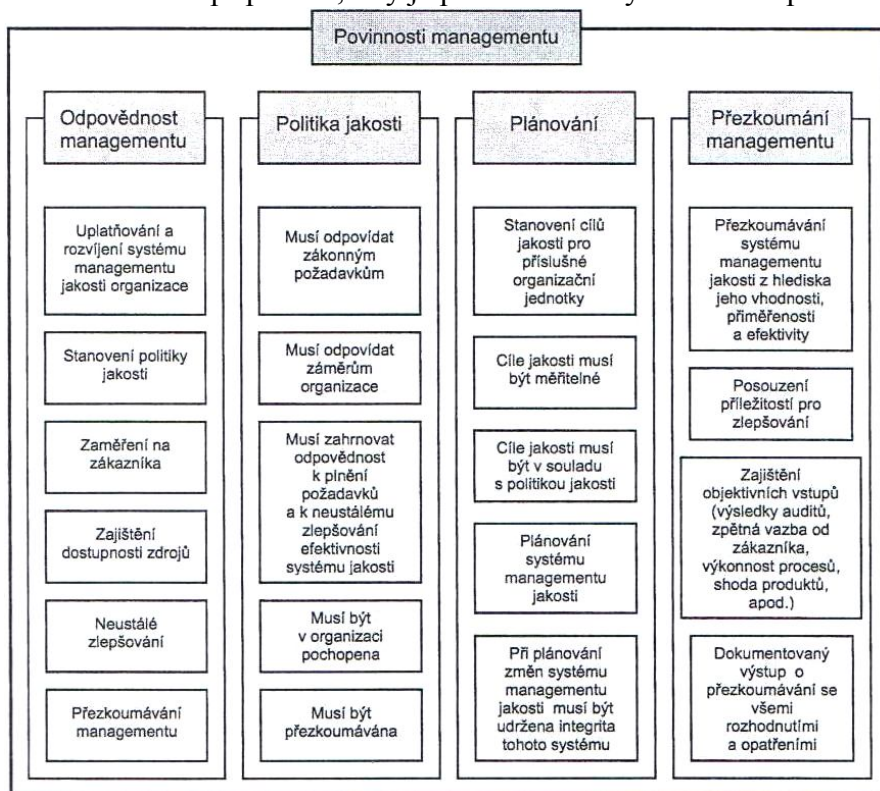
Mezi nové nástroje patří:

- afinitní diagram
- diagram vzájemných vztahů
- stromový diagram
- maticový diagram
- analýza údajů v matici
- diagram PDPC
- síťový diagram

Jedná se o metody jednoduché, efektivní a graficky názorné. Výrazně se u nich uplatňuje týmová práce.

2.2.1 Afinitní diagram

Afinitní (nebo též shlukový) diagram je grafickým nástrojem vhodným pro uspořádání velkého objemu informací, které se vztahují k řešenému problému. Pomáhá třídit informace do skupin a tak lépe pochopit podstatu problému a tudíž i zjednodušuje hledání optimálního řešení. Vhodný je také pro setřídění informací získaných formou brainstormingu. Použití je vhodné zvláště v případech, kdy je problém složitý a obtížně zpracovatelný.



Obr. 10: Afinitní diagram znázorňující povinnosti managementu dle ISO 9001 ^[1]

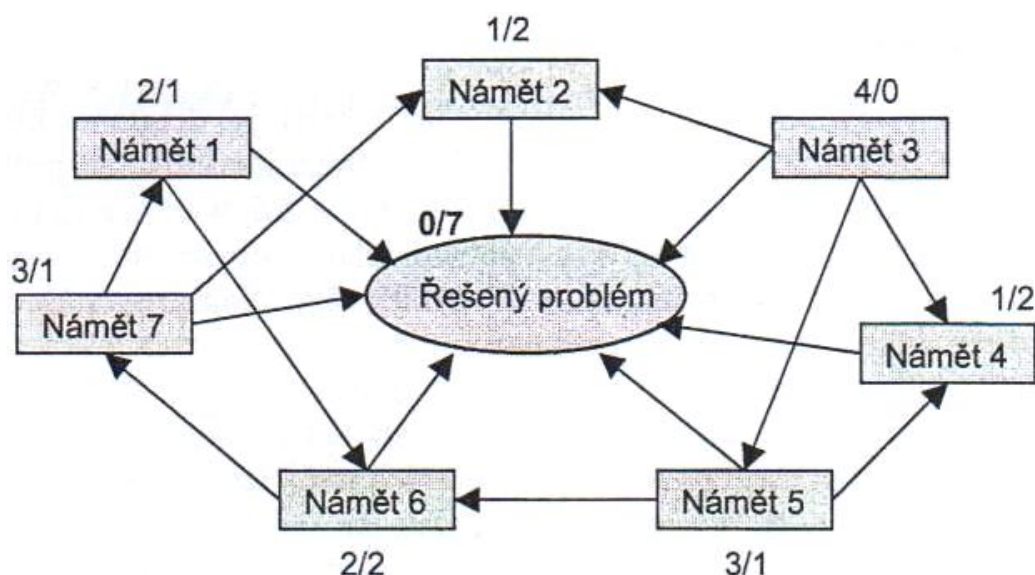
Tvorba diagramu je týmová práce. Doporučuje se mít tým složený jak z odborníků na danou problematiku, tak i z lidí se všeobecnými znalostmi. Nejdříve se pomocí brainstormingu shromáždí náměty všech členů týmu. Tyto náměty lze doplnit o informace

z dalších zdrojů, jako jsou např. odborné rešerše, konzultace s odborníky apod. Takto získané náměty se zapisují na kartičky, které se dle příbuznosti seskupují do přirozených skupin.

2.2.2 Diagram vzájemných vztahů

Diagram vzájemných vztahů umožňuje identifikovat logické souvislosti mezi náměty, které se vztahují k řešenému problému. Tento nástroj se používá především, pokud je hledaný problém příliš složitý a vyžaduje dokonalé pochopení.

K sestavení diagramu mohou posloužit náměty získané při sestavování afinitního diagramu. Náměty se napíší na papír kolem řešeného problému a členové týmu hledají jejich vzájemné vazby či souvislosti. Tyto souvislosti se zobrazí pomocí šipek jdoucích od příčiny k následku. Poté se spočítá, kolikrát je námět vyhodnocen jako příčina a kolikrát jako následek a tato čísla se zapíší nad námět.

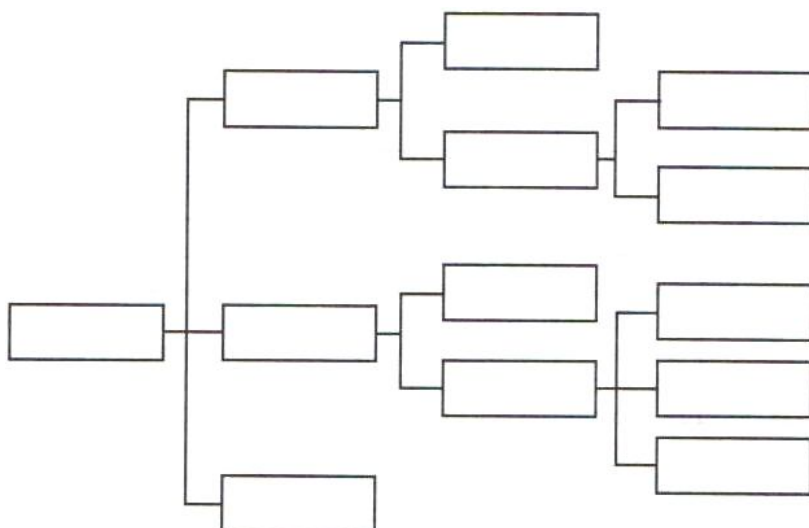


Obr. 11: Struktura diagramu vzájemných vztahů ^[1]

2.2.3 Stromový diagram

Stromový (nebo též systematický) diagram znázorňuje rozložení celku na jednotlivé části. Účelné je jeho použití pro plánování, neboť umožňuje zobrazit strukturu problému a jeho rozložení na dílčí části. Diagram představuje logické uspořádání dílčích kroků, jejichž odstranění by mělo zajistit vyřešení problému.

Při jeho vytváření se opět uplatňuje týmová práce. Je potřeba podobně jako u např. diagramu vzájemných vztahů shromáždit dostatek námětů. Z těchto námětů se sestaví stromový diagram přiřazováním námětů, které vždy rozšíří předchozí úroveň a to až do úrovně elementárních příčin. Použití je vhodné zejména kvůli časté snaze přeskakovat některé úrovně přímo k elementárním.



Obr. 12: Struktura stromového diagramu ^[3]

2.2.4 Maticový diagram

Maticový diagram slouží k hledání vzájemných souvislostí a vztahů mezi dvěma a více oblastmi problému. Nejčastěji se používají maticové diagramy tvaru „L“, existují i další tvary, např. „T“, „Y“ nebo „X“, jenž jsou kombinacemi několika diagramů tvaru „L“.

Diagram tvaru „L“ je dvojrozměrný diagram, který zobrazuje souvislosti mezi činnostmi, vlastnostmi výrobku, parametry procesu atd. Tyto příčiny se zapíší do záhlaví jednotlivých sloupců a řádků. Každé pole v diagramu představuje souvislost mezi danými příčinami. V týmu se analyzují a ohodnotí míry vzájemných souvislostí a do tabulky se do patřičných polí zapíší předem určené grafické symboly či číselné ohodnocení míry souvislosti. Nejčastěji se rozlišují čtyři úrovně vztahů: silná závislost, průměrná závislost, slabá závislost a nezávislost.

		A			
		a1	a2	a3	a4
B	b1				
	b2				
	b3				
	b4				

Obr. 13: Ukázka maticového diagramu typu „L“ ^[3]

2.2.5 Analýza údajů v matici

Použití analýzy údajů v matici je vhodné zejména pro porovnávání různých položek, které jsou charakterizované více prvky. Položkami mohou být výrobky, varianty návrhu, dodavatelé, suroviny od různých dodavatelů, pracovníci atd. Tato metoda se používá v případech, kdy maticový diagram nedokáže poskytnout dostatečné informace.

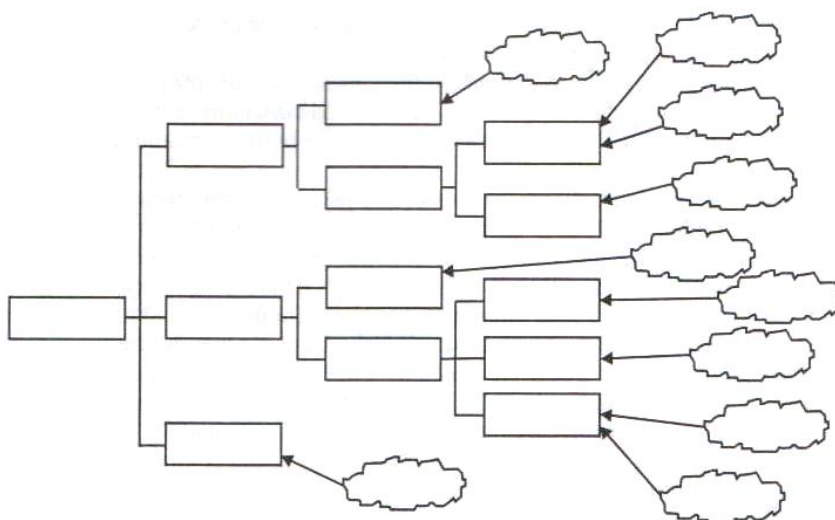
Podstatou analýzy dat v matici je sestavení tzv. mřížky preferencí (občas se označuje jako matice priorit). Pomocí mřížky preferencí lze určit kritická místa, na které je potřeba se při řešení problému zaměřit. Každé vadě objevující se na výrobku se přiřadí významová váha (např. od 1 do 5, kde 5 znamená největší váhu a 1 nejmenší váhu). Touto vahou se vynásobí četnosti a provede se součet. Na základě těchto součtů se poté určí, v jakém pořadí se budou vady odstraňovat.

Vstupní proměnné	Sledované vstupní proměnné				Celkem
	Četnost výskytu	Propuštění vadného produktu	Náklady na odstranění	Dopad na zákazníka	
	Váha: 3	Váha: 5	Váha: 1	Váha: 5	
Vada 1	2 (6)	1 (5)	3 (3)	2 (10)	24
Vada 2	5 (15)	1 (5)	1 (1)	1 (5)	26
Vada 3	1 (3)	5 (25)	5 (5)	4 (20)	53
Vada 4	1 (3)	2 (10)	2 (2)	2 (10)	25
Vada 5	3 (9)	1 (5)	1 (1)	3 (15)	30

Obr. 14: Příklad použití matice priorit ^[1]

2.2.6 Diagram PDPC

Diagram PDPC je pomůcka, která pomáhá identifikovat problémy, které mohou nastat při realizaci procesu a pomáhá vypracovat plán k jejich předcházení. Je určitou nadstavbou ke stromovému diagramu. K již vypracovanému stromovému diagramu se hledají všechny možné situace, které by mohli nastat.



Obr. 15: Struktura diagramu PDPC ^[3]

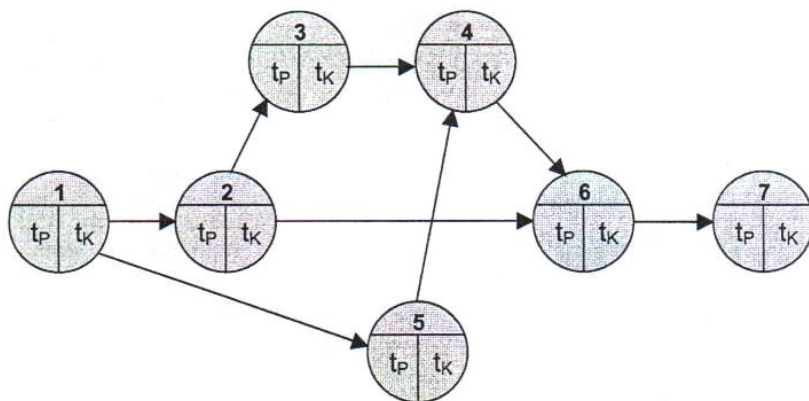
Diagram se zpracovává v týmu a pomocí brainstormingu se hledají odpovědi na otázky: Jaké problémy mohou v průběhu procesu nastat? Jaká preventivní opatření zavést k minimalizaci těchto problémů? Odpovědi na tyto otázky se zapisují vpravo od okének stromového diagramu a doplní se šipkami směřujícím k příslušným činnostem. K odlišení od původních okének stromového diagramu by se odpovědi měly ohraničit jiným tvarem, např. „obláčkem“.

2.2.7 Síťový diagram

Síťový (nebo též šipkový) diagram je vhodný nástroj pro hledání optimálního harmonogramu řešení procesu. Vypracováním diagramu se dají získat podklady pro zkrácení procesu výroby, pro zjištění vlivu zpoždění dílčích činností na celý proces, pro změnu harmonogramu v případě změn doby trvání činností atd.

Před sestavením síťového diagramu je vhodné sestavit postupový diagram. Jednotlivé činnosti je vhodné si zapisovat na kartičky pro případ přesouvání činností nebo paralelního zařazování činností do procesu. Uzly v diagramu představují zahájení a ukončení dílčích činností a označují se kroužky. V diagramu se stanoví pro jednotlivé činnosti doba jejich trvání (t_p – doba počátku, t_k – doba ukončení). Tyto doby mohou být odhadnuty na základě odborných znalostí nebo mohou být normovány. Při analýze síťového diagramu se klade pozornost zejména možnosti zkrácení doby trvání procesu. Vhodné je také zaměřit se na činnosti, které by mohly probíhat paralelně.

Síťový diagram dokáže významně přispět k optimalizaci průběhu procesu a proto se uplatňuje především v případech, kdy je nedostatek času. Většinou se však jeho použití omezuje na případy, kdy platí, že čas jsou peníze.



Obr. 16: Struktura síťového diagramu ^[1]

3 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla vypracována na téma „Nástroje managementu kvality“. Jejím cílem bylo vypracovat rešerši o současném stavu problematiky. První část práce jsem věnoval definici jakosti. Ta zní: „Jakost je stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků“. Znamená to, že jakost je něco, co je produktu vlastní z podstaty věci, co nevyplývá z vlivu náhody. Dále je stručně popsán historický vývoj jakosti. Ve starověku a středověku sice neexistovaly žádné normy, které by jakost pomáhaly definovat, zato však ale byly zavedeny přísné tresty za nekvalitní výrobek a řemeslníci se tak museli snažit, aby výrobek kvalitu měl. V další kapitole jsou vyjmenovány některé osobnosti, které se významně podíleli na rozvoji uplatňování řízení jakosti. Svou neoddiskutovatelnou úlohu v začátcích řízení jakosti hrálo Japonsko. Pozvalo si do své země americké odborníky (např. Deming a Juran) a s jejich pomocí položilo základy řízení jakosti. Dodnes je na japonských firmách vidět, že kvalitě přikládají velmi důležitou hodnotu. A na jejich výrobcích je to vidět. Japonské výrobky jsou synonymem kvality. Další část práce byla věnována jednotlivým nástrojům, pomocí kterých se jakost zajišťuje. Popsány byly dvě skupiny nástrojů, které se označují jako „Sedm základních nástrojů jakosti“ a „Sedm nových nástrojů jakosti“. První z nich tvoří soubor sedmi jednoduchých statistických nástrojů, pomocí kterých lze analyzovat a odhalovat velkou část problémů s jakostí. Jejich použití je jednoduché a účinnost vysoká. Zatímco sedm základních nástrojů se využívá především pro sběr a analýzu dat, sedm nových nástrojů žádá po manažerech, aby se více soustředili na plánování jakosti, identifikování problémů a zpracování různorodých informací. V žádném případě nejsou v práci popsány veškeré nástroje a metody, které se dají pro řízení jakosti použít. Velmi důležitá je i práce s lidmi. Manažer kvality by měl umět pracovníky správně motivovat, spravedlivě ohodnotit a umět vést tak, aby svou práci nedělali jen z donucení, ale aby byli se svou prací spokojeni, protože pak mohou vykonávat práci kvalitněji.

Na závěr bych chtěl ještě poupravit své tvrzení z úvodu, kde jsem psal, že kvalita je to, za co ji označí zákazník. Toto tvrzení je velmi ošidné. Na zákazníka působí hodně vlivů – nálada, životní situace, finanční situace, zdravotní stav atd. Jeho požadavky se tedy postupem času mění. A zde je velký prostor pro výrobce. Jen ten, kdo dokáže zjistit momentální požadavky zákazníka a přizpůsobit se jim, může být úspěšný. Kvalita se jednoduše stala jedním z nejvýznamnějších rozhodujících faktorů a výrobce nebo poskytovatel služby, který nebude moci garantovat vysokou kvalitu svého produktu, bude pohlcen konkurencí.

4 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BRADÍK J., NOVOTNÝ R., Řízení a zabezpečování jakosti, 1. vyd., Brno, VUT, 2003, 149 s.
- [2] TICHÁ Š., Strojírenská metrologie část 2: Základy řízení jakosti, 1. vyd., Ostrava, VŠB, 2008, 86 s.
- [3] NENADÁL J., NOSKIEVIČOVÁ D., PETŘÍKOVÁ R., PLURA J., TOŠENOVSKÝ J., Moderní systémy řízení jakosti – Duality management, 1. vyd., Praha, Management Press, 1998, 283 s.
- [4] FIALA A., Statistické řízení procesů, Brno, ICB Brno, 1996, 79 s.
- [5] MIZUNO S., Řízení jakosti, přel. Soukup P., Praha, Victoria Publishing, 1996, 301 s.
- [6] FOX M., GENTLE F., Principy a techniky managementu jakosti, přel. Holec P., 1. vyd., Brno, VUT, 2001, 132 s.
- [7] DOLEŽAL P., Řízení kvality, 1. vyd., Třebíč, Vivat Academia, 2009, 55 s.
- [8] NOSKIEVIČOVÁ D., Statistické metody v řízení jakosti, 1. vyd., Ostrava, VŠB, 1996, 99 s.
- [9] SAMOTNÝ M., Řízení jakosti a metrologie – Část “Řízení jakosti”, 1. vyd., Praha, SNTL, 1980, 80 s.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Symbol/zkratka	Význam
AQAP	norma pro jakost v rámci NATO
ASME	norma pro těžké strojírenství
CL	střední (centrální) přímka
ČSN	česká norma
h	šířka intervalu
ISO	mezinárodní norma
k	počet tříd
LCL	dolní regulační mez
n	velikost souboru
NATO	Severoatlantická aliance
PDPC	Process decision programme chart
Q101	Fordův standard
QS9000	norma pro automobilový průmysl v USA
R	rozpětí souboru
r	koefficient korelace
S_x	výběrová směrodatná odchylka proměnné X
S_{xy}	kovariance
S_y	výběrová směrodatná odchylka proměnné Y
t_k	doba ukončení
t_p	doba počátku
TQM	totální management kvality
UCL	horní regulační mez
USA	Spojené státy americké
VDA	norma pro automobilový průmysl v Německu

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Ukázka kontrolní tabulky	13
Obr. 2: Různé tvary histogramů a možné příčiny odchylek	14
Obr. 3: Ukázka diagramu příčin a následků	15
Obr. 4: Symboly používané ve vývojových diagramech	16
Obr. 5: Příklad vývojového diagramu	16
Obr. 6: Tabulka pro sestavení Paretova diagramu	17
Obr. 7: Ukázka Paretova diagramu	17
Obr. 8: Ukázka bodových diagramů	19
Obr. 9: Regulační diagramy signalizující proces mimo kontrolu	20
Obr. 10: Afinitní diagram znázorňující povinnosti managementu dle ISO 9001	21
Obr. 11: Struktura diagramu vzájemných vztahů	22
Obr. 12: Struktura stromového diagramu	23
Obr. 13: Ukázka maticového diagramu typu „L“	23
Obr. 14: Příklad použití matice priorit	24
Obr. 15: Struktura diagramu PDPC	24
Obr. 16: Struktura síťového diagramu	25