



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta strojní

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

Metody a nástroje managementu kvality

Quality management methods and tools

Bakalářská práce

Studijní program: Výroba ekonomika ve strojírenství - bakalářský - kombinované
studium

Studijní obor: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Vedoucí práce: Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.

Petr Mikschik

Praha 2015

Vysoká škola: ČVUT v Praze
Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

Fakulta: strojní
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

pro **Petra Mikschika**

obor **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

Název: **Metody a nástroje managementu kvality**

Název anglicky: **Quality management methods and tools**

Zásady pro vypracování:

1. Hlavní činnosti řízení kvality ve výrobním procesu.
2. Nástroje a metody řízení kvality v praxi.
3. Praktické využití vybraných nástrojů managementu kvality.
4. Zhodnocení získaných výsledků.



Vedoucí bakalářské práce: Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 30. 4. 2015


Termín odevzdání bakalářské práce: 19. 6. 2015

Neodevzdá-li student bakalářskou nebo diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské nebo diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou nebo diplomovou práci podruhé.

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Zadání bakalářské práce převzal dne: 14. 4. 2015


.....
Diplomant


.....
Vedoucí ústavu




.....
Děkan

V Praze

dne 16. 3. 2015

ANOTACE

Tato bakalářská práce se svým zaměřením snaží obsáhnout pojem významu slova kvalita, který ji provází v celém rozsahu.

V samotném úvodu teoretické části se zabývá stručnou historií a základní terminologií. Na to dále navazuje část, kde jsou popsány způsoby a hlavní činnosti řízení kvality ve výrobním procesu. Členění je postupné v krocích, které na sebe v procesu navazují. V dalším oddíle zevrubně rozebírá jednotlivé nástroje a metody sloužící k dosahování, řízení a ovlivnění kvality, které se používají v průmyslové výrobě.

Praktická část je zaměřena na vybrané úlohy. V nich jsou názorně využity zvolené nástroje managementu kvality. Získané výsledky jsou dále početně a graficky zhodnoceny a následně okomentovány a diskutovány.

ANNOTATION

The Bachelors Thesis deals with concept words of quality, which is guides this concept in throughout the content. In the introduction of the theoretical part is short history and elementary terminology. The next continous part deal with way and main work of quality control in manufacturing process. Indentation is gradual in action, which are continuous in process. In the next part are explained individual tools and methods to achieve, controlling and interference of quality, which are used in industrial production.

Practical part of thesis is focused on selected tasks. There are clearly used chosen instruments of quality management. Acqiured results are numerously and graphically evaluated and commented and discussed.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kvalita, kvalita výrobních procesů, management kvality, nástroje řízení kvality, metody řízení kvality, ochrana spotřebitele, quality management, statistické metody, strojírenství, výrobní podnik.

KEY WORDS

Quality, quality of manufacturing process, quality management, instruments of controlling quality, methods of controlling quality, consumer protection, statistic methods, engineering, manufacturing firms.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. BcA. Janu Podanému, Ph.D. za poskytnutí odborných rad, cenné připomínky, ochotný a vstřícný přístup během zpracování této práce.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem

Metody a nástroje managementu kvality

vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k práci.

V dne

.....

Podpis

Obsah

ÚVOD	- 1 -
SOUČASNÝ STAV SPOLEČNOSTI Z POHLEDU KVALITY PRODUKTŮ A SYSTÉMŮ	- 1 -
MOTIVACE PRO DANÉ TÉMA	- 1 -
CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	- 2 -
TEORETICKÁ ČÁST	- 3 -
1 MANAGEMENT KVALITY	- 3 -
1.1 HISTORIE	- 3 -
1.2 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	- 5 -
1.2.1 KVALITA VÝROBKU	- 5 -
1.2.2 KVALITA SLUŽBY	- 6 -
1.2.3 KVALITA PROCESU	- 6 -
2 HLAVNÍ ČINNOSTI ŘÍZENÍ KVALITY VE VÝROBNÍM PROCESU	- 8 -
2.1 PŘEDVÝROBNÍ FÁZE	- 8 -
2.1.1 TECHNICKÉ INFORMACE A JEJICH PŘESNOST	- 8 -
2.1.2 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY	- 9 -
2.1.3 PLÁNOVÁNÍ PRODEJE	- 9 -
2.1.4 PLÁNOVÁNÍ ZÁKLADNÍ ČÁSTI PRODUKTU	- 9 -
2.1.5 PLÁNOVÁNÍ ZPRACOVÁNÍ	- 9 -
2.1.6 PŘÍPRAVY NA PRODEJ A SERVIS	- 10 -
2.2 VÝROBA	- 10 -
2.2.1 ZAHÁJENÍ VÝROBY	- 10 -
2.2.2 NORMÁLNÍ VÝROBA	- 10 -
2.3 ÚDRŽBA A EXPEDICE	- 11 -
2.3.1 ÚDRŽBA	- 11 -
2.3.2 EXPEDICE	- 11 -
3 NÁSTROJE A METODY ŘÍZENÍ KVALITY V PRAXI	- 12 -
3.1 NÁSTROJE A METODY PRO UNIVERZÁLNÍ UŽITÍ	- 12 -

3.1.1	SEDM NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ KVALITY	- 12 -
3.1.2	SEDM NÁSTROJŮ MANAGEMENTU	- 21 -
3.1.3	BRAINSTORMING	- 28 -
3.1.4	METODA PDCA	- 29 -
3.1.5	METODY MĚŘENÍ ZNAKŮ KVALITY	- 29 -
3.2	METODY POUŽÍVANÉ PŘI PLÁNOVÁNÍ KVALITY	- 30 -
3.2.1	METODA FMEA	- 30 -
3.2.2	METODA QFD	- 33 -
3.2.3	HODNOTOVÁ ANALÝZA	- 34 -
3.2.4	STROMOVÁ ANALÝZA FTA	- 35 -
3.2.5	METODA POKA-YOKE	- 36 -
3.2.6	METODA DOE	- 37 -
3.2.7	ANALÝZY SPOLEHLIVOSTI	- 37 -
3.3	METODY PRO MONITOROVÁNÍ A ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	- 38 -
3.3.1	STATISTICKÉ PŘEJÍMKY	- 38 -
3.3.2	STATISTICKÁ REGULACE	- 39 -
3.3.3	ANALÝZY ZPŮSOBILOSTI	- 40 -
3.3.4	DOSLOV	- 41 -
3.4	METODY HODNOCENÍ KVALITY	- 41 -
3.4.1	SPOTŘEBITELSKÉ TESTY	- 42 -
3.4.2	BENCHMARKING	- 43 -
3.5	KAIZEN	- 43 -
3.5.1	ZÁPADNÍ VS. JAPONSKÝ PŘÍSTUP K ŘÍZENÍ KVALITY	- 45 -
PRAKTICKÁ ČÁST		- 47 -
4	ŘEŠENÉ ÚLOHY	- 47 -
4.1	ÚLOHA 1	- 47 -
	KONTROLA VNĚJŠÍHO PRŮMĚRU NA ČEPU	- 47 -
	PODMÍNKY PRO VYHODNOCOVÁNÍ REGULAČNÍCH DIAGRAMŮ - METODIKA	- 51 -
	VÝSLEDKY VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH REGULAČNÍCH DIAGRAMŮ V ÚLOZE 1	- 52 -
4.2	ÚLOHA 2	- 57 -
	LOŽISKOVÉ JEHLY – OVĚŘENÍ VYBRANÉ SÉRIE VZORKŮ	- 57 -
	VÝSLEDKY VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH REGULAČNÍCH DIAGRAMŮ V ÚLOZE 2	- 59 -

4.3 ÚLOHA 3	- 61 -
KONTROLA HLAVNÍHO PARAMETRU VÁLEČKU	- 61 -
VÝSLEDKY VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH REGULAČNÍCH DIAGRAMŮ V ÚLOZE 3	- 63 -
5 DISKUZE	- 65 -
ZÁVĚR	- 68 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	- 71 -
SEZNAM POUŽITÝCH ČESKÝCH KNIŽNÍCH ZDROJŮ	- 71 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZAHRANIČNÍCH ZDROJŮ	- 71 -
SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	- 71 -
BAKALÁŘSKÉ A DIPLOMOVÉ PRÁCE	- 72 -
OSTATNÍ ZDROJE	- 72 -
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	- 73 -
PŘÍLOHY	- 75 -
NAMĚŘENÉ HODNOTY	- 75 -
REGULAČNÍ DIAGRAMY	- 77 -

Úvod

Současný stav společnosti z pohledu kvality produktů a systémů

Žijeme v době, kdy technický vývoj akceleruje tempem, které bylo ještě před pár dekádami nepředstavitelné. Tím, že na trhu s výrobky a službami došlo k nadbytku nabídky nad poptávkou, museli výrobci upustit od časté praxe kvantitativní výroby. Ta spočívala ve snaze maximálně nasytit poptávku trhu, často však na úkor kvality a očekávání zákazníků. Jak se později ukázalo, firma, která se drží výše jmenovaného modelu, byť svojí produkci zaštiťuje dobrým marketingem, nemůže dnes dosáhnout výraznějších úspěchů, jak tomu bývávalo dříve.

Novým trendem je převažování diktátu zákazníků, uživatelů a odborně vzdělané veřejnosti nad dosavadním vedoucím postavením korporací, firem, výrobců a nejrůznějších zprostředkovatelů. K tomu, aby bylo možno splňovat rostoucí nároky zákazníků a klientů na jedné straně a požadavky na výrobní náklady, kladené výrobcem na straně druhé, je potřeba zavádět, provozovat a zlepšovat takové procesy, postupy, legislativu a doporučení, kterými oboustranně výhodného uspokojení dosáhneme. Avšak ani splnění všeho dříve jmenovaného nestačí. Teprve vhodná implementace kontrolních a řídicích systémů kvality do celého spektra předprojektových, vývojových, nákupních, výrobních, dodavatelských a logistických činností může zajistit požadované výsledky, kladené výrobcem na efektivitu, produktivitu a nákladovost. Vlastně až tehdy dokážeme plně uspokojit to nejdůležitější z celého procesu neboli přání, očekávání a touhy zákazníka, klienta nebo uživatele po pro něj nejpřínosnějším výrobku či službě.

Motivace pro dané téma

Problematika kvality, jejího řízení a převedení její teorie do praxe je i po mnoha letech intenzivního výzkumu, pokusů i empirie získané v praxi stále velmi diskutovaným a hlavně aktuálním tématem. Kvalita, a zvláště ta ve výrobě, byla, je a bude do budoucna jednou z hlavních problematik mnoha průmyslově a hlavně technicky zaměřených odvětví. Je to zřejmé nejen z pohledu technicky vzdělaných lidí, ale i nejšířší veřejnosti a všech, kteří se setkávají s jakostí a srovnávají své zkušenosti s každodenními nově získanými podněty. A právě pro každodenní aktuálnost

a závažnost nejen v běžném životě, ale hlavně ve strojírenské praxi, kde je obzvlášť naléhavá, jsem si toto téma zvolil pro zpracování své bakalářské práce, jejíž název je: „METODY A NÁSTROJE MANAGEMENTU KVALITY“

Cíl bakalářské práce

Záměrem této práce je nastínění základní problematiky užití nástrojů kvality, jejich rozbor, aktuálnost, vhodnost a dále pak výběr několika z nich a pokus o aplikaci a přiblížení reálné praxi.

Cílem následujících kapitol a podkapitol teoretické části je především odpovědět na tři podstatné otázky: „Co je to management kvality?“ „Jaké jsou hlavní činnosti řízení kvality ve výrobním procesu?“ „Jaké nástroje a metody řízení kvality se používají v praxi?“ V rámci odpovědi na první otázku se práce bude zabývat stručnou historií vzniku a vůbec vlastního uvědomění potřeby řídit kvalitu a budou vymezeny základní pojmy. Poté se v dalších statích zaměří na hlavní činnosti řízení kvality a dospěje k jednotlivým nástrojům a systémům řízení kvality, čímž budou zodpovězeny zbývající dvě otázky.

V praktické části bude práce směřovat k praktickému využití a aplikaci některých nově nabytých poznatků v konkrétních úlohách. Budou vybrány nástroje managementu kvality, dále zpracovány v rámci úloh za účelem dojít k co nejpřesnějším závěrům. Získané výsledky povedou k závěrečnému zhodnocení. Je stanovena optimistická hypotéza, že výsledky úloh budou z pohledu kvality, jejího řízení či vlivu na proces nebo produkt zcela v normě.

Teoretická část

1 Management kvality

1.1 Historie

Jakost neboli kvalita, je veličina, provázející lidstvo už od jeho samotných počátků. V dobách, kdy se první lidé naučili vyrábět první nástroje ze dřeva a pazourků pro lov, oděvy z kůže a rostlin k ošacení, nebo vybavení do jeskyň a později i do vlastnoručně postavených obydlí, začali řešit problém toho, aby to, co vytvářeli, splňovalo nejen jejich očekávání, ale i očekávání druhých. Snažili se hodnotit jimi dosažené výsledky podle jejich prvotních představ a plánů. Učili se zasahovat do činností během své dělby práce tak, aby ovlivnili výsledek ku svému prospěchu.¹

První písemné doklady, které potvrzují snahu o řízení a kontrolu práce s ohledem na budoucí výsledek se datují do období vzniku prvních městských států v Mezopotámii. Konkrétně ve starobabylonské říši za vlády Chammurapiho, který proslul jako zákonodárce, byla v zákoníku zmínka, v níž se stanovovalo, že stavitel, který postaví dům s nevyhovující konstrukcí a ta pak způsobí smrt majitele, bude odsouzen k smrti.²

V době nadvlády Říma nad středomořskou oblastí uvádí architekt Vitruvius ve svém díle doporučení ohledně správného sušení cihel určených pro stavby. Píše, že aby se dosáhlo nejlepší jakosti, je potřeba sušit cihly nejlépe v období jara a podzimu, kdy nejsou vystaveny přímému slunci. Díky tomu vysychají rovnoměrně v celém svém objemu. Pokud by se tento úkon prováděl v létě, hrozí, že hliněné cihly na povrchu vyschnou, ale pod ním dostatečně ne a tím by se znehodnotily.³

Jako další příklad z historie lze uvést řemeslné cechy, formující se v období středověku. Ty nařizovaly svým členům prostřednictvím nejrůznějších předpisů v jaké kvalitě, množství či uspořádání, nebo jakým postupem mají uskutečňovat vlastní výrobu. Například v Německu takto byla kontrolována minimální povolená míra ryzosti

¹VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 14-18.

²Tamtéž, s. 14-18.

³Tamtéž, s. 14-18.

zlata. Zlatníci si tím chránili svojí dobrou pověst, která byla v té době pro řemeslníky stejně důležitá, ne-li důležitější, než samotná kvalita výrobků.⁴

S rozmachem cechů a s tím související řemeslné výroby a pozdějšímu přeorientování na manufakturní výrobu úzce souvisí i snahy státu o zásah do této oblasti a státní podporu, která se nejčastěji týkala rozvoje a obchodu. Stát si tak snažil pojistit a rozšiřovat zdroje svých příjmů a výbojů. Vývoj dospěl tak daleko, že roku 1887 britská dolní sněmovna rozhodla, že veškeré zboží dovážené do Anglie musí mít označení původu. A tak se zrodilo slovní spojení „Made in...“⁵

Přes velký všeobecný posun ve vědění a rozmach techniky v 19. století ve velké míře platilo, že až do konce první světové války byl za výslednou jakost produktu zodpovědný vedoucí dělník, mistr.

Ve dvacátých a třicátých letech minulého století se pak začaly zakládat speciální útvary, které se zabývaly technickou kontrolou. To vše probíhalo, aniž by byla jakost přesně vymezena, jako je tomu dnes.⁶

Během druhé světové války výrazně vzrostl požadavek na kvalitu v průmyslu, zejména válečném. Potřeba obrovského množství válečného materiálu vedla k nutnosti zlepšení přístupů ve výrobě a plánování kvality. Výrobní proces začal být monitorován a kvalita záměrně vyžadována. To vše vyžadovalo zavedení státních a podnikových norem a předpisů. Tak byly položeny základy standardizaci. Díky pečlivému sledování procesu a zavedení pravidelných měření, mohla být výroba statisticky vyhodnocována. To vedlo k mnoha zlepšením. Aby mohl být produkt považován za kvalitní, musel splňovat na 100% výrobní provedení.⁷

Po válce se v civilní sféře začaly masivně uplatňovat statistické regulace a statistické přejímky v rámci modelu výrobního procesu s výběrovou kontrolou, vytvořené ve třicátých letech zásluhou Američanů Romiga a Shewharta, zejména v Japonsku.⁸

Japonci pak v následujících letech pokročili ve své snaze o statistické řízení procesů a rozšiřovali je i na další oblasti činností podniků a předvýrobních etap. Vytvořili tak

⁴VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 14-18.

⁵Tamtéž, s. 14-18.

⁶STANĚK, Miroslav. *Řízení jakosti ve zvoleném výrobním podniku* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/5314/Miroslav%20Stanek%20-%20Diplomova%20prace.pdf?sequence=1>. Diplomová práce. ZČU v Plzni, Fakulta ekonomická, Katedra financí a účetnictví. Vedoucí práce Dr. Jiří Hofman.

⁷VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 15.

⁸NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 11-13.

Company Wide Quality Control (CWQC), což byl první krok k moderním systémům jakosti.⁹

Následným rozšiřováním a zdokonalováním těchto systémů se dospělo k prvním pokusům o totální management jakosti (TQM), který se dynamicky vyvíjí až do současnosti.¹⁰

Důležitým mezníkem byl pak rok 1987, kdy vstoupily v platnost normy ISO řady 9000, které se snaží rozsáhle dokumentovat všechny podnikové procesy a od doby svého vzniku prošly už několika revizemi. Jsou platné dodnes.

V letech následujících po přelomu tisíciletí se ve světovém rámci uplatňují tři koncepce managementu jakosti. Jsou to: Koncepce podnikových standardů, koncepce ISO a koncepce TQM.¹¹

V dohledné budoucnosti může, jak mnozí odborníci předpokládají, dojít ke spojení řízení kvality, péče o životní prostředí a bezpečnosti na základě tzv. Global Quality Managementu (GQM), neboli zabudovaného managementu.¹²

1.2 Vymezení základních pojmů

1.2.1 Kvalita výrobku

Slovo „kvalita“, jehož synonymem je i výraz „jakost“, je pojem, pro který byla vypracovaná nejen přesná, ale i univerzální definice dle normy ISO 9000, a ta říká, že jakost (neboli kvalita) je „stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků“. Inherentním znakem se rozumí taková vlastnost, která je pro daný výrobek vlastní, typická, např. jedním z inherentních znaků chleba je chuť, pro auto to může být výkon motoru, či pro čistotu ovzduší viditelnost.¹³

Tyto znaky můžeme dělit na kvantitativní (neboli měřitelné, např. rozměr, hmotnost, výkon, síla, apod.) a kvalitativní (nelze je vyjádřit číslem, např. barva, ergonomie, vůně, chuť, prestiž, atd.)¹⁴

Existují ovšem i další definice a přístupy k charakterizování jakosti, tady jsou:

- Jakost je způsobilost pro užití (Juran)

⁹NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management. 2. vid. (doplňené)*. Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 11-13.

¹⁰Tamtéž, s. 11-13.

¹¹Tamtéž, s. 11-13.

¹²Tamtéž, s. 11-13.

¹³Tamtéž, s. 11-13.

¹⁴Tamtéž, s. 11-13.

- Jakost je shoda s požadavky. (Crosby)
- Jakost je to, co za ni považuje zákazník. (Feigenbaum)
- Jakost je minimum ztrát, které výrobek od okamžiku své expedice společnosti způsobí. (Taguchi)

Dále je třeba rozlišovat požadavky na jakost výrobku, kterými jsou: Funkčnost, spolehlivost, trvanlivost, ovladatelnost, udržitelnost, opravitelnost, nezávadnost, estetická působivost¹⁵

1.2.2 Kvalita služby

Službou je nazýván produkt v nehmotné podobě. Lze ji charakterizovat jako děj nebo děje, které probíhají na hranici mezi zákazníkem a dodavatelem. Může se zprostředkovat v čisté podobě. Tou jsou například různá poradenství a zprostředkovatelství. Dále tyto děje můžeme poskytovat ve spojení s hmotným výrobkem nebo výrobky. To je také častější, například zdravotnická péče, stravovací služby, a podobně.

Na rozdíl od výrobků je u služeb více obtížné naplnit očekávání zákazníka, protože je složitější najít měřitelné znaky jakosti. Je častým pravidlem, že je při procesu poskytování služby přítomen zákazník. To sebou nese výhody i nevýhody. K velkým výhodám patří, že poskytovatel může poskytnout službu, nebo jí i měnit, přímo na míru zákazníkovi. Mezi nevýhody lze zařadit omezenou až nulovou možnost nápravy, pokud se vyskytnou chyby a nedostatky. Proto hrají zásadní roli z hlediska kvality služby pracovníci první linie.¹⁶

1.2.3 Kvalita procesu

Než se tato podkapitola začne zabývat tématem, který je naznačen v nadpisu, je třeba si položit otázku: „Co to je proces?“ Norma ČSN EN ISO 9000:2001 definuje proces jako „soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně se ovlivňujících činností, které přeměňují vstupy na výstupy.“¹⁷

Z běžného života i praxe je známo, že problémy a nedostatky produktů často vyjdou na světlo teprve tehdy, když už je znám výsledek činnosti, sledu několika po sobě

¹⁵VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 18.

¹⁶Tamtéž, s. 23-24.

¹⁷Tamtéž, s. 24-26.

jdoucích činností anebo celého procesu. V takové fázi se dá na problémy reagovat většinou jen obtížně a s opožděním, protože je potřeba zpětně zjistit příčiny.¹⁸

Filosofií moderního managementu řízení jakosti se tedy rozumí nečekat na konečný výsledek. Naopak je potřeba neustále už od samého počátku plánovat, průběžně sledovat, řídit, hodnotit, vylepšovat, vyvíjet a korigovat výrobní proces. Jedině při bezchybně probíhajícím procesu můžeme očekávat jako výsledek bezchybný produkt.

Jakost procesu v sobě zahrnuje vzájemně interagující řadu dílčích kvalit, které jej podstatně ovlivňují. Jsou to: Lidé, materiál, metody, prostředí, měření, stroje a nástroje.¹⁹

¹⁸VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 24-26.

¹⁹Tamtéž, s. 24-26.

2 Hlavní činnosti řízení kvality ve výrobním procesu

V době řemeslné dělby práce byl řemeslník u celého procesu tvorby výrobku. Mohl tak neustále kontrolovat, hodnotit a vhodnými úpravami ovlivňovat výslednou podobu produktu. S nástupem manufakturní výroby, poté průmyslové revoluce a s ní spjatým počátkem tovární výroby došlo k oddělení dělníka od jeho výrobku a ten tudíž neměl úplnou kontrolu nad výrobním procesem a tedy i výsledným produktem. Vzdávající produktivita a výkon průmyslu nekorespondovaly s dosahovanou kvalitou. V období první a hlavně pak druhé světové války, vyvstala nutnost důsledně výrobní procesy členit na jednotlivé fáze a kroky. Každý z nich byl opětovně podrobován zkoumání a měření. Zjištěné hodnoty se statisticky i empiricky vyhodnocovaly a tyto výsledky se aplikovaly při řízení a zlepšování kvality procesu. To je důvod, proč výrobní proces členit a v každé jeho fázi zajišťovat kvalitu.

2.1 Předvýrobní fáze

V tomto bodě započiná dlouhá cesta vývoje výrobku od prvních vizí, marketingových průzkumů, rozhodovacích analýz a přes mnoho dalších nutných úkonů dál směrem k úspěšnému započetí výroby.

2.1.1 Technické informace a jejich přesnost²⁰

Příprava veškerých dostupných podkladů k dané problematice je nezbytným krokem k zodpovědnému započetí každé lidské činnosti. Při vzniku nového projektu je potřeba k tomuto přidělit zdroje. Zdroje jsou v podobě finanční, informační a v našem případě kvalitativní rovině. Pokud chceme dodržet a udržet řízení jakosti, je nejprve nezbytné rozhodnout o jakosti výrobku, který se má vyrábět a definovat jeho budoucí standardní jakost. Dále je potřeba přidělit odpovídající konstrukční a technické informace a to pro výrobu, budoucí prodej a servis. Na tyto činnosti navazuje sestavení technických norem, potřebných pro další vývoj. Důležitou roli v tomto stádiu hraje též sdělení a sdílení informací o důležitých otázkách jakosti projektu. Strategie jakosti rovněž musí brát v potaz i budoucí odpovědnost za výrobek a jeho bezpečnost. Platí, že čím přesnější

²⁰MIZUNO, Shigeru. *Řízení jakosti*. Vyd 1. Praha: Victoria Publishing, [1993]., 301 s. ISBN 80-856-0538-4, s. 215-218.

a přehlednější vstupní informace jsou v počátcích vývoje, tím efektivnější může být další postup.

2.1.2 Plánování výroby²¹

Jakmile jsou pohromadě dostatečně přesné vstupní informace a jsou přidělené i další nezbytně nutné zdroje, je možno přikročit ke stádiu plánování výroby. Z pohledu řízení jakosti se především jedná o potvrzení norem jakosti a sestavení kontrolních plánů. Dále se projektují návrhy na zpracování a plány zpracování produktu. Plánuje se, jakým způsobem se bude hodnotit jakost ve výrobě a při nákupu surovin/zdrojů. Následuje také sestavení plánů pro logistiku.

2.1.3 Plánování prodeje²²

Při obchodních činnostech plánování prodeje je smyslem zabezpečování jakosti co nejpřesnější zjištění očekávání, představ a požadavků budoucího zákazníka. Tyto požadavky je s ohledem na možnosti firmy prověřit a zohlednit. Cílem je uzavření smlouvy na dodávku výrobků nebo služeb. Všechny odpovídající informace je potřeba sdílet s příslušnými firemními útvary a pracovníky, kteří mají na starost realizaci projektu.

2.1.4 Plánování základní části produktu²³

V této fázi se na základě výsledků, získaných při testování prototypu, potvrzují důležité součásti a celkově hodnotí detailní plány pro základní část produktu.

2.1.5 Plánování zpracování²⁴

Dalším krokem je rozhodnutí o návrzích zpracování, řeší se, co se bude vyrábět v podniku a co se bude odebírat od subdodavatele. Po zvolení konečného návrhu zpracování následuje obstarávání nezbytného zařízení, stanovení pracovních norem, ujasnění norem pro kontrolu zpracování, sestavení norem pro kontrolu a pro kontrolu práce. Rozjíždí se první omezená výroba, určují normy pro její kontrolu a hodnotí

²¹MIZUNO, Shigeru. *Řízení jakosti*. Vyd 1. Praha: Victoria Publishing, [1993]., 301 s. ISBN 80-856-0538-4, s. 215-218.

²²VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 71-73.

²³MIZUNO, Shigeru. *Řízení jakosti*. Vyd 1. Praha: Victoria Publishing, [1993]., 301 s. ISBN 80-856-0538-4, s. 214-228.

²⁴ Tamtéž, s. 214-228.

způsobilost provozních zařízení. Na závěr se sestavují normy pro hodnocení vlastního výrobku.

2.1.6 Přípravy na prodej a servis²⁵

Personál v prodejních a servisních místech je třeba nejen o novém produktu informovat, ale i dostatečně seznámit jak po technické, tak i kvalitativní stránce. Dále prostřednictvím marketingu informovat zákazníky a zabezpečit a dále zachovávat s nimi vhodné komunikační vztahy.

2.2 Výroba

Ve chvíli, kdy je způsobilé k výrobě, je provozní zařízení standardně předáno úsekem vývoje úseku výroby. S informacemi se převádí i kompetence techniků jakosti vývoje na techniky jakosti ve výrobě. Probíhá také zaškolení pracovníků a provozních techniků. Zároveň tato etapa zahrnuje mnoho obchodních, zvláště pak nákupních činností, činností logistiky a oddělení kvality.

2.2.1 Zahájení výroby²⁶

Oddělení nákupu v úzké spolupráci s oddělením kvality obstará subdodavatelské součásti a materiály a následně se řeší jejich příjem. Následuje zpracování, montáž a kontrola. Hodnocení prvotních součástí a materiálů a studium problematických záležitostí při prvotní výrobě vede k nápravě nedostatků zařízení či zpracovatelské kapacity. Díky tomu lze zdokonalovat pracovní normy a normy pro kontrolu zpracování.

2.2.2 Normální výroba²⁷

Fáze normální výroby započíná ve chvíli, kdy je výrobní zařízení prohlášeno způsobilým k výrobě. O tom ve větších evropských a amerických firmách rozhodují zástupci oddělení vývoje a výroby, popřípadě zástupci dodavatele, který zařízení projektoval, a zástupci výroby firmy, která si nechala výrobní zařízení instalovat. Stále častěji se objevují případy dodání výrobního zařízení tzv. „na klíč“.

²⁵VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 72-73.

²⁶MIZUNO, Shigeru. *Řízení jakosti*. Vyd 1. Praha: Victoria Publishing, [1993]., 301 s. ISBN 80-856-0538-4, s. 214-228.

²⁷Tamtéž, s. 214-228.

Z pohledu výroby a kvality lze tento proces rozdělit do několika fází. Jako první bod lze jmenovat výcvik a zaškolení pracovníků. Dalšími neméně důležitými činnostmi je snaha o zlepšování kvality výrobku, což mimo jiné zahrnuje i vyloučení nadměrné kvality, pak kontrola vzájemného působení mezi jednotlivými procesy, náprava neshod ve výrobě a předcházení neshodám, zlepšování bezpečnosti práce a údržby zařízení, vlastní kontrola výrobku, řízení kvality pro dodavatele součástí a subdodavatele.

Vším výše jmenovaným se souhrnně zabývá tzv. operativní management kvality, jehož hlavním cílem je zabránit během výrobních, obslužných a pomocných procesů snižování kvality.²⁸

2.3 Údržba a expedice

Při provozu výrobních zařízení hraje jejich údržba, logistika materiálu a expedice velmi významnou roli z hlediska výsledné kvality produktu.

2.3.1 Údržba

Personální kompetence a odpovědnost k údržbě výrobního zařízení v provozu jsou ovlivněny stavbou organizačních struktur a jejich členěním. Neexistuje jednotný model. Jedním z možných a velmi častých schémat je, že na kvalitativní stránku má přímý vliv manažer daného výrobního úseku, jehož kompetence jsou rovnocenné s technikem kvality z téhož úseku. S nimi na základě jejich pokynů spolupracuje tým údržby a dále tým logistiky. Dle konkrétní situace se dále zapojují složky vrcholového vedení firmy, oddělení vývoje, technologie a nákupu. Údržba v sobě nezahrnuje jen zajištění provozuschopnosti výrobních zařízení a udržování nominální kvality produktu, ale také zahrnuje procesy kvalitativního zlepšování a modernizace.

2.3.2 Expedice²⁹

Řízení kvality v expedici má za úkol navrhnout a provozovat taková opatření, aby se předcházelo zničení výrobku při skladování. Dále je nutné předcházet možnému poškození výrobku během expedice. Zároveň se kontroluje samotné balení a expedice.

²⁸ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 106.

²⁹ MIZUNO, Shigeru. *Řízení jakosti*. Vyd 1. Praha: Victoria Publishing, [1993]., 301 s. ISBN 80-856-0538-4, s. 214-228.

3 Nástroje a metody řízení kvality v praxi

Řízení kvality prošlo zejména od období 2. světové války velkým, skoro až revolučním vývojem. Na kvalitu, a činnosti s ní spojené, se začalo hledět jako na samostatný obor. Byl pochopen a zdůrazněn její význam pro ekonomický úspěch jednotlivců, podniků i velkých obchodních korporací. Jelikož je třeba pojem kvalita nejen pochopit, ale také umět pojmenovat v různých situacích, měřit a výsledky vhodně analyzovat a poznatky aplikovat, byly vyvinuty různé způsoby přístupů a nástrojů. Ty mají za úkol usnadnit, zpřehlednit a efektivně využívat vhodné prostředky v konkrétních situacích k dosahování požadovaného stavu kvality jak ze strany zákazníka, tak i výrobce.

3.1 Nástroje a metody pro univerzální užití

Jak už z nadpisu vyplývá, tyto nástroje a metody lze aplikovat v různých situacích. Jsou založeny na obecných postupech a výsledky se dají snadno a rychle vyhodnotit. Zpravidla napomáhají ke shromažďování potřebných informací, jejich logickému uspořádání a nalezení patřičných souvislostí mezi nimi. Výsledná zjištění vedou k dalším analýzám nebo přímým rozhodnutím.³⁰

3.1.1 Sedm nástrojů řízení kvality

Jde o základní nástroje, které by měl člověk zabývající se kvalitou znát. V podstatě nám napomáhají popsat kvalitativní problém. Velmi se osvědčují nejen ve strojírenské výrobě, ale i v jakékoliv operativní činnosti, ve které se hledají souvislosti, vyšetřují příčiny, stanovují priority a hledají možnosti jak co zlepšit.³¹

*Formuláře pro sběr dat / kontrolní tabulky*³²

Úkolem formulářů pro sběr dat, respektive kontrolních tabulek, je shromažďování údajů o dané situaci, jejich utřídění a zpřehlednění. Vytvářejí tak výchozí bod souhrnu informací pro rozhodování a následné použití nástrojů, metod analýzy a zlepšování v systémech integrovaného managementu kvality. Jelikož je každý formulář sestavován

³⁰ VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 117.

³¹ VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 117-118.

³² VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 263-266.

ke konkrétnímu účelu s důrazem na to, aby poskytoval vhodné informace, nelze vytvořit univerzální standardní formát. Vždy je potřeba si ujasnit co bude předmětem zkoumání, jak se budou data sbírat, kdo je bude sbírat, kde, kam a kdy se budou

Název/číslo výrobku:	Podsestava zámku golf/ 320 510 221	
Zodpovědná osoba:	Petr Mikschik	
Dávka:	200315006	
Datum:	20.3.2015	
Čas měření:	10:30	
Vada	Výskyt	Celkem
škrábanec	//// // // // //	18
otřepy	//// //	7
bublina v plastu	//// // // /	11
nefunguje	//	2
ostatní	/	1- nedocvaklý kryt

Obrázek 1 – Příklad kontrolní tabulky

zaznamenávat a nakonec jak a kým budou data analyzována?

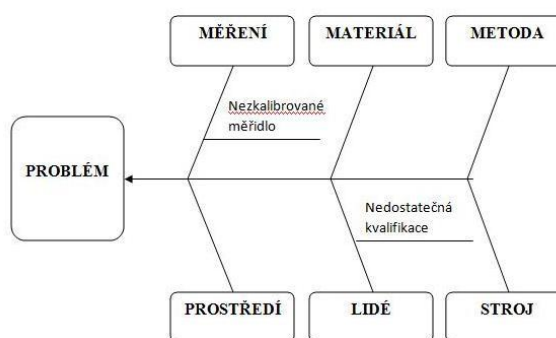
Zdroj: Autor bc. práce

Zároveň by měla být preferovaná ne příliš složitá forma, aby nedocházelo k nesrozumitelnosti a chybám při zápisu. Formuláře je možné rozdělit na:

- Čárkové => neshody se zaznamenávají ve formě čárek do příslušné kolonky
- Symbolické => neshody jsou zakreslovány ve formě jednoduchých předem dohodnutých obrazců
- Číselné => zaznamenávají například hodnoty rozměrů a hmotností výrobku, parametry nastavení výrobního zařízení, atd.

Diagramy příčin a následků³³

Jsou známy pod pojmem Ishikawův diagram, neboť pan Kaoru Ishikawa je vymyslel, také jsou popisovány jako tzv. diagram rybí kosti. U problému, který řešíme, s jejich pomocí stanovujeme nejpravděpodobnější příčiny. Jsou vhodné i pro použití v týmu.



Obrázek 2 – Diagram příčin a následků

Zdroj: Autor bc. práce

Princip této metody je velmi jednoduchý. Na papír formátu A4 nebo A3, či v pro to vytvořeném

³³LÉVAY, Radek. Ikvalita.cz: portál pro kvalitáře. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>

softwaru, zpravidla na levé straně vytvoříme obdélník. Ten je pomyslnou „hlavou ryby“ a „hlavou“ řešeného problému, který se do vzniklého ohraničeného prostoru zapíše. Z „hlavy“ je poté vedena vodorovná čára, nebo li páteř ryby. Na páteř se napojí vedlejší linky představující kosti ploutví. Zpravidla je jich v diagramu příčin a následků šest, a jelikož v angličtině začínají na počáteční písmeno m, hovoří se také o 6M. Na koncích linek následků se vytvoří obdélníky, do nichž se zapíše obecné příčiny problému. Jsou to:

- Měření (Measurements)
- Materiál (Materials)
- Metoda (Methods)
- Vedení (Management)
- Dělník (Personnel)
- Stroj (Machines)

Po vytvoření „rybí kosti“ je možné přistoupit k vlastnímu řešení problému. K jednotlivým příčinám se heslovitě zapisují subpříčiny. Nedoporučuje se je řešit víc jak do 2. úrovně, protože by bylo obtížné vyhodnocování.

Při vlastním vyhodnocování je vhodné pracovat formou brainstormingu a každému z členů týmu přiřadit určitý počet bodů, které může přiřadit podle něj k nejzávažnějším příčinám. Nejpravděpodobnější příčině se dají např. 3 body, méně pravděpodobné 2 a třetí v pořadí 1. Následně se body sečtou a ta příčina, která jich má nejvíc je ta, která by se měla řešit.

Vývojové diagramy³⁴

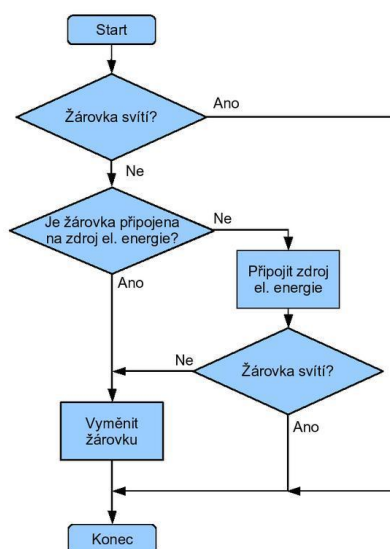
Některé procesy a pochody, zvláště pak ty, které jsou používány ve firmách, mohou být velmi komplikované i pro nejednoho, oboru a dané problematiky znalého profesionála. Řešením, jak srozumitelně zpřehlednit jakýkoliv proces je použití vývojových diagramů. Ty jsou popsány v normě ČSN ISO 5807, kde je uvedena nejen symbolika, ale i pravidla.

Za základní symboly lze považovat bloky počátku a konce procesu, spojovací čáry s šipkami určujícími směr procesu, bloky činností, rozhodovací bloky, atd.

³⁴LÉVAY, Radek. Ikvalita.cz: portál pro kvalitáře. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>

Při tvorbě diagramu je vhodné si klást otázky typu: „Co se stane nejdříve? Co má následovat? Co se děje, když se rozhodne ANO? Co se děje, když se rozhodne NE? Odkud se importuje výrobek? Kdo v dané chvíli a situaci rozhoduje?“

Nedoporučuje se klást otázky začínající slovem „Proč?“, protože to může odvádět od dané problematiky. Co se však doporučuje, je u složitějších procesů navrhovat vývojové diagramy v týmu. Dále pak musí být jasně definované vstupy a výstupy jednotlivých operací a činností. Diagram by měl mít jen jeden začátek a jeden konec.

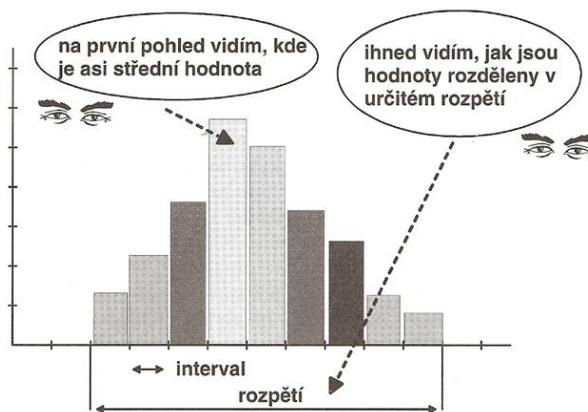


Obrázek 3 – Vývojový diagram

Zdroj: SHORTY, Bruce, online, [cit. 2015-05-29].

Histogramy

Histogramy jsou určeny pro případy, kdy je potřeba zpřehlednit velký počet naměřených hodnot četností jedné veličiny do uceleného souboru, na jehož základu je pak možné vyvodit patřičné závěry. Všechny hodnoty se seřadí od nejmenší po největší a nechají se zobrazit ve vhodné formě. Nejobvykleji se užívají sloupcové, spojnicové nebo pruhové diagramy. Zpravidla se vodorovná osa rozčlení do intervalů a na svislé osy se zanáší četnosti. Výsledný histogram pak dává jasný a srozumitelný pohled na danou



Obrázek 4 – Histogram

Zdroj: VÍTEK, Václav, online, [cit. 2015-05-29].

veličinu. Pokud by se vrcholy maximálních hodnot jednotlivých intervalů vzájemně propojily, vznikne tzv. Gaussova křivka, která má tvar zvonu. To vše však vychází z předpokladu, že má proces obvyklý standardní průběh.³⁵

Při vlastní analýze histogramu se vyhodnocuje jeho tvar. Ten na první pohled sděluje informace, které by při jiném uspořádání nemusely být hned zjevné. Průběhy mohou být následující:

- **běžné / normální rozdělení** - *zvonovitý tvar*

V tomto případě lze usuzovat, že proces je stabilní a vhodně nastavený.

- **graf se dvěma vrcholy** - Vypovídá, že byly vybrány dva soubory dat, měření prováděli dva pracovníci nebo výroba probíhala na dvou strojích či zařízeních.
- **graf, jehož hodnoty jsou odlehle** - Hodnoty jsou odlehle minimálně o jeden sloupec. Měření probíhalo za dočasného užití jiného měřidla nebo nástroje.
- **graf s hodnotami plochého tvaru** - Tato situace se vysvětluje jako špatně nastavený proces, může však být také způsoben postupným opotřebením nástroje.
- **graf se zešikmeným tvarem / hřebenovým tvarem** - Z průběhu vyplývá, že buď nebyly zahrnuty všechny hodnoty, nebo nejsou data úplně v pořádku, anebo je to způsobeno fyzikální podstatou sledovaného procesu.
- **graf s useknutým tvarem / levostranně useknutý** - Graf říká, že nebyly zahrnuty veškeré hodnoty, nebo není proces dobře nastavený.

Dále lze u histogramů vyhodnocovat také celkové posunutí grafu na vodorovné ose vůči požadovaným hodnotám, průměrnou hodnotu všech hodnot, minimum a maximum hodnot, standardní odchylku, špičatost, šířku třídy a zešikmení.³⁶

Regulační diagramy

Zatímco histogramy zobrazují soubory naměřených hodnot dané veličiny v jednom okamžiku, regulační diagramy naopak pracují s časovou posloupností. Lze tak zjistit jak stabilní či nestabilní byl proces ve zvoleném okamžiku, které vlivy měly podíl na průběh četností naměřených hodnot a jaký trend má vývoj procesu. Jako nástroj je regulační diagram často využíván pro statistickou regulaci procesu.³⁷

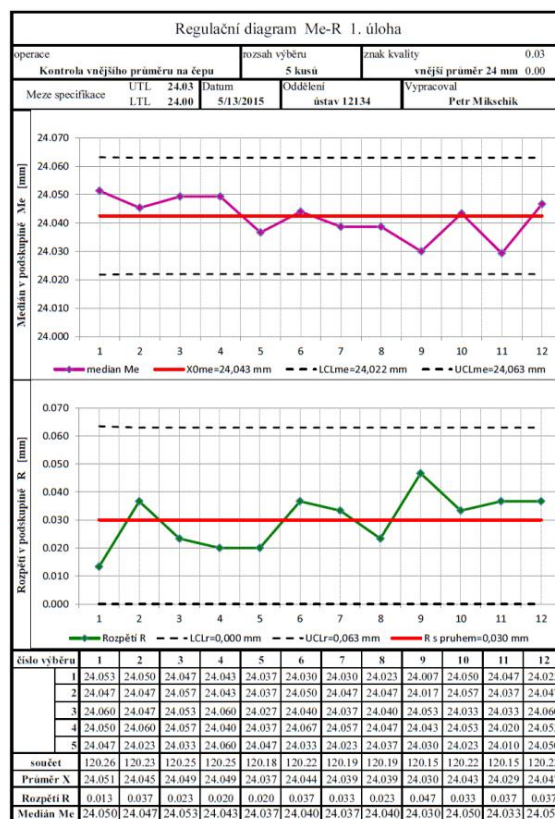
³⁵ VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 121-122.

³⁶ LÉVAY, Radek. *Ikvalita.cz: portál pro kvalitáře*. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>

³⁷ VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 122.

Předností tohoto nástroje je, že umožňuje rozpoznat odchylky způsobené vymezitelnými příčinami od odchylek vzniklých náhodou. Slouží tak nejen ke kontrole, ale i k vhodnému a včasnému ovlivňování procesu.³⁸

Je vhodné se zmínit ještě o způsobu sběru dat. V průmyslové výrobě lze snímat danou veličinu buď po malých dávkách, např. na začátku a konci směny, či po větších dávkách nebo může jít o 100% kontrolu. Lze tak dobře průběžně sledovat daný výrobní proces, což je výhodné.



Obrázek 5 – Regulační diagram

Zdroj: Autor bc. práce

Paretův diagram

Tento nástroj řízení kvality je pojmenovaný po významném italském ekonomovi Vilfredu Paretovi. Ten v roce 1895 publikoval svojí práci o vztahu jednotlivých faktorů k celkovému účinku a v ní prokázal, že mimo jiné jen nepatrná část obyvatel vlastní

³⁸VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 275.

nezanedbatelný podíl celkového majetku. Tento princip 80:20 je dnes nazýván tzv. Paretovým zákonem.³⁹

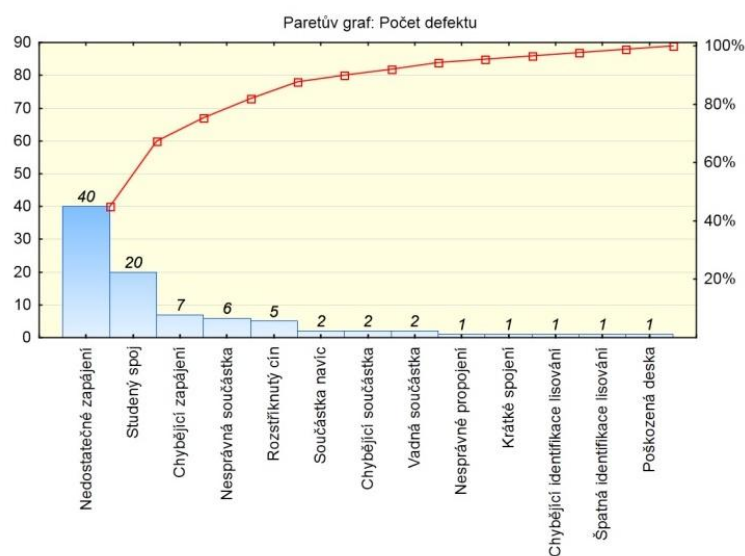
Zjištění pana Pareta spočívá v tom, že dle jeho průzkumu 80% všech problémů má na svědomí jen 20% příčin.

To znamená, že úkolem řízení kvality je zaměřit se na oněch 20% příčin.

V praxi takový efektivní postup doznal velkých úspěchů.⁴⁰

Historicky na pana Vilfreda Pareta navázal v roce 1905 americký statistik M. O. Lorenzo, který Paretovy vztahy znázornil křivkou. V praxi se však tato metoda začala prosazovat až po roce 1970 zásluhou J. M. Jurana, který všech předešlých poznatků využil k sestavení tzv. Paretova diagramu. Juran prosazoval názor, že 5-20% příčin má na svědomí 80-95% problémů s kvalitou a jejím řízením.⁴¹

Význam Paretova diagramu je dán tím, že vhodným způsobem uspořádává a tím zpřehledňuje sledované faktory, položky, příčiny a jiné na základě jejich významu. Tím se oddělí významné elementy od nevýznamných a je možno stanovit priority pro řešení konkrétního problému. To činí tuto metodu v dnešní době jednou z nejčastěji používaných v rámci managementu a obecně se považuje za velmi vhodnou pro zjišťování priorit.⁴²



Obrázek 6 – Paretův diagram, příklad užití

Zdroj: STATSOFT S.R.O., online, [cit. 2015-05-29].

³⁹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 270-271.

⁴⁰LÉVAY, Radek. Ikvalita.cz: portál pro kvalitáře. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>

⁴¹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 270-271.

⁴²VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 270-271.

Při aplikaci P. diagramu se nejdříve u získaných hodnot či parametrů určuje jejich hodnota. Tu lze rozdělit dle několika kritérií, například:

- Počet výskytů
- Finanční ocenění podle nákladů, ztrát, zisků, apod.
- Vyjádření v bodech-obodování. Užívá se hlavně při kvalitativním vyjádření.
- Hodnocení podle přepočítacích koeficientů, které byly získány podle předešlých způsobů

Po určení jejich hodnot se získané údaje o neshodách zanesou do tabulky dle jejich hodnot či významů a spočítají se hodnoty absolutní četnosti, kumulované absolutní četnosti, relativní četnosti a kumulované relativní četnosti. Neshody se seřadí podle četnosti výskytu a znázorní se v grafu pomocí křivky četnosti – Lorenzovy křivky.

Při vyhodnocení se přihlíží k tomu, kterým problémům či neshodám má význam dát pozornost a řešit je a které naopak opomenout jako zanedbatelné.⁴³

Bodové diagramy

Bodový diagram, nazývaný též někdy korelační, slouží k orientačnímu zjišťování závislostí mezi dvěma soubory dat. Zkoumá, jak se změní jedna proměnná, pokud změníme druhou s ní související. Při zobrazení zkoumaných párů hodnot proměnných se hledají odpovědi typu:

- Jsou zkoumané proměnné na sobě závislé, pokud ano, jak?
- V čem spočívá závislost?
- Jakou intenzitu má tato závislost?⁴⁴

Co se týče počtu dvojic, vhodného pro zkoumání závislostí, doporučuje se cca. 30 a více dvojic. Ty se převedou do soustavy diagramu s osami XY, kde jsou zobrazeny ve formě shluku bodů. Na základě plošného uspořádání se tento „oblak“ bodů, pokud to lze, prokládá přímkou nebo křivkou, analyzuje a hledá se druh závislosti, či závislostí. Ty mohou být:

- Silná přímá závislost
- Silná nepřímá závislost
- Žádná závislost

⁴³VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 270-271.

⁴⁴Tamtéž, s. 271-272.

- Slabá přímá závislost
- Slabá nepřímá závislost
- Křivková závislost⁴⁵

Je třeba uvést, že bodový diagram má využití jen v rámci vytvoření rychlé orientace o vztahu mezi dvěma proměnnými a vede ke stanovení hypotézy, zda opravdu takový vztah existuje. Pro přesnější poznání souvislostí vzájemných závislostí je lepší využít metod regresní a korelační analýzy.⁴⁶

Při použití korelační analýzy se vyhodnocení zakládá na tak zvaném koeficientu korelace. Ten se označuje písmenem „r“ a pracuje v rozsahu od -1 po +1. Při hodnotách blízkých 0,95 respektive -0,95 vykazují proměnné v diagramu velmi silnou vzájemnou závislost. U nižších hodnot korelace, například 0,6-0,5 a to samé v záporných hodnotách, je možno o vzájemné závislosti říct, že je velmi malá. Pro hodnoty blízké nule se s velkou pravděpodobností nejedná u dvou parametrů o závislost.⁴⁷

Metoda 5S

Metoda 5S, či spíš systém 5S, je někdy uváděna v seznamu základních nástrojů kvality, ne naprávem. Přestože zavedení tohoto systému není podmínkou, je vhodné jej využít, neboť má nízké nároky na jeho vytvoření a pozitivní přínosy jsou zřejmé, viz následující text.⁴⁸

Cílem 5S je zlepšit v organizaci pracovní prostředí a s tím ruku v ruce jdoucí kvalitu produktů a služeb. Smyslem je zvýšení samostatnosti a uvědomění zaměstnanců, větší důraz na týmovou práci a zlepšení vedení lidí ze strany managementu. Označení 5S vychází z počátečních písmen pěti japonských slov.

První z nich, **Seiri**, neboli organizace, či lépe pořádek na pracovišti. Smyslem je odstranění všech nepotřebných a překážejících předmětů, zařízení a nařízení, které znesnadňují práci. Pravidelná kontrola tohoto stavu by měla být samozřejmostí.

⁴⁵VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 270-271.

⁴⁶Tamtéž, s. 271-272.

⁴⁷LÉVAY, Radek. Ikvalita.cz: portál pro kvalitáře. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>

⁴⁸VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 84-85.

Seiton, druhé z 5S, znamená vyřídování nebo uspořádání. Spočívá v důrazu na vhodné a přehledné uspořádání, popřípadě uložení věcí na pracovišti tak, aby mohly být jednoduše a rychle použity. Je potřeba zohlednit i speciální vlastnosti náradí.

Třetí slovo **Seiso** vyjadřuje čistotu a udržování pořádku na pracovišti a jeho okolí. Zahrnuje též vhodné rozdělení kompetencí a odpovědnosti pro konkrétní pracovníky tak, aby bylo spravedlivé. Součástí je i logické umístění míst pro neshodné výrobky a odpad, aby se neplýtvalo časem při neproduktivní manipulaci.

U čtvrtého, kterým je **Seiketsu**, tedy standardizace, je smyslem neustálé zlepšování systému práce, vhodného uspořádání výrobních zařízení a celého pracoviště a čistoty práce. Pracovníci by měli mít vhodný oděv a zajištěnou hygienu, zvláště pak např. v potravinářské a farmaceutické výrobě. Rovněž má smysl zlepšovat okolní prostředí, aby se mohlo rychleji, efektivněji a kvalitněji pracovat.

Posledním slovem je **Shitsuke**, tedy zaškolení a disciplína je řečeno, že vše předešle popsané nemá smysl, pokud nesou zaměstnanci průběžně a opakovaně proškolení s firemními pravidly a zásadami 5S a pokud obzvlášť vedoucí pracovníci nejdou příkladem.⁴⁹

V některých případech se objevuje ještě šestý pojem, **Shukan**, což znamená zvyk. Pak se tyto vyjmenované přístupy nazývají 5+1S.⁵⁰

3.1.2 Sedm nástrojů managementu

Toto označení bylo poprvé zmíněno japonským sdružením vědců a techniků z JUSE (Unie japonských vědců a inženýrů) pro celkem jednoduché nástroje, používané manažery v japonských firmách, kde se velmi osvědčily. JUSE je dál doporučilo manažerům pro zefektivnění jejich rozhodovacích procesů. V nich slouží k uspořádání a analýze dat a následnému hledání optimálního řešení. Výhodou je jednoduchost, nenáročnost, snadná pochopitelnost a vzájemné logické propojení těchto nástrojů, což vede k lepší kvalitě v rozhodovacích, řídicích a výrobních procesech.⁵¹

⁴⁹LÉVAY, Radek. Ikvalita.cz: portál pro kvalitáře. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>

⁵⁰VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 155.

⁵¹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 244.

Diagram afinity

Nástroj, jakým je diagram afinity, slouží k utřídění myšlenek do logických skupin. To lépe nastíní konkrétní situaci a umožňuje jednotlivé skupiny dále a lépe doplňovat.⁵²

Někdy se též nazývá diagramem příbuznosti, či shlukovým diagramem nebo „KJ metoda“. Například tam, kde tradiční postupy nevedou k vytyčenému cíli, může být velice účinný.

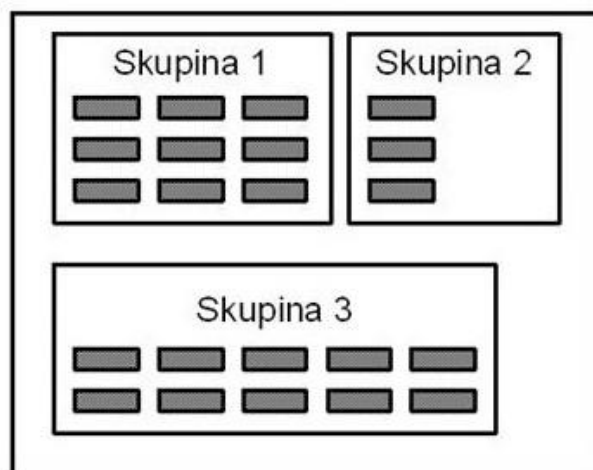
Tvorba afinitního diagramu předpokládá především týmovou práci a je převážně tvůrčím procesem. U složení týmu se doporučuje mít po ruce nejen odborníky na danou problematiku, ale také „neodborníky“ s všeobecnými znalostmi, kteří mají nezaujatý pohled.⁵³

Vychází se z jasného určení tématu, problému nebo získaných dat.

Vhodné je informace a nápady

zaznamenat na jednotlivé karty. Jednodušší je to při užití pravidla 1-3-7. To znamená, že na kartě může být jen jedna myšlenka, nanejvýš tři řádky a maximálně sedm slov. V dalším kroku se karty tematicky utřídí do skupin podle společných znaků. Na základě týmové diskuze se každé skupině přiřadí karta, která danou skupinu reprezentuje. Kolem ní se pak soustředí ostatní karty, jež k ní logicky patří.⁵⁴

Silnou stránkou diagramu afinity je přehlednost a možnost odhalovat nové nápady a myšlenky. Doporučuje se v situacích, kdy je dané téma složité a těžko zpracovatelné. Nevýhodou je, že se nemusí podařit všechny nápady utřídít do odpovídajících skupin.⁵⁵



Obrázek 7 – Diagram afinity

Zdroj: BURIETA, Ján, online, [cit. 2015-05-29].

⁵² VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 123.

⁵³ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 255.

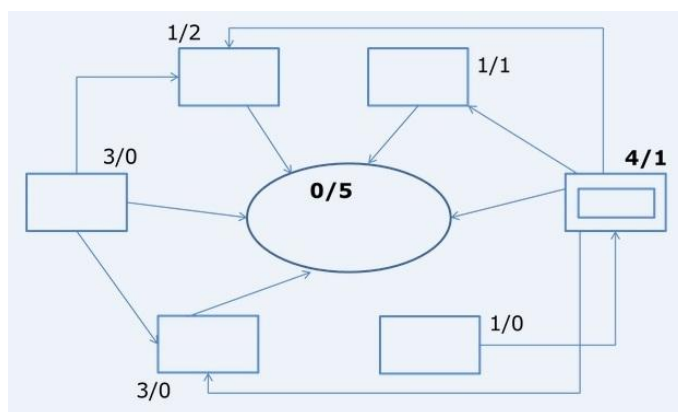
⁵⁴ VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 244-245.

⁵⁵ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 257.

Relační diagram

Tento manažerský nástroj je též někdy nazýván diagramem vzájemných vztahů. Slouží k nalezení a pojmenování logických nebo příčinných souvislostí mezi jednotlivými nápady, týkajícími se řešeného problému. Uplatnění má zvláště tehdy, když má daný problém popisován složitými příčinnými nebo logickými vazbami, a je vyžadováno jejich plné pochopení.⁵⁶

Vzájemným, systematickým až vyčerpávajícím porovnáním všech dostupných námětů, lze pak určit návaznosti v pořadí příčina – následek. Počáteční příčina, ze které se vychází neboli tzv. klíčová příčina, je současně výchozí prioritou. Je vhodné ji zapsat na např. kartičku. Od ní vychází nejvíc



Obrázek 8 – Relační diagram

Zdroj: BURIETA, Ján, online, [cit. 2015-05-29].

šipek k dalším kartičkám znázorňujících příčiny a následky. Po zevrubném zkoumání příčin a následků a jejich směřování se dospěje k výslednému klíčovému následku, což je karta, ke které směřuje nejvíc šipek. Na základě počtu šipek vstupujících a vystupujících z dílčích příčin a následků mezi klíčovou příčinou a klíčovým následkem, se těmto přiřadí hodnoty. Poté se dle hodnot seřadí do posloupnosti, z níž i vyplývá, jak velkou pozornost je třeba jim přikládat při řešení problému.⁵⁷

Užitná hodnota relačního diagramu spočívá v jeho všestranném využití, nejen k řešení otázek kvality procesů, produktů nebo ochrany životního prostředí, ale také bezpečnosti práce. Při aplikaci diagramu se doporučuje užití týmové spolupráce, protože specifikace vztahů mezi jednotlivými prvky nemusí být u některých problémů vždy jednoduchá.⁵⁸

⁵⁶NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 257.

⁵⁷VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 246-247.

⁵⁸Tamtéž, s. 246-247.

Stromový diagram⁵⁹

Stromový diagram, známý také pod názvem systematický diagram, znázorňuje souvislosti mezi námětem/problémem – hlavními kategoriemi – dílčími prvky. Může být rozmístěn jak v horizontálním, tak i ve vertikálním směru. Díky podrobnému rozpracování daného tématu lze tento lépe pochopit, analyzovat a vyřešit. Jako námět je možno chápat určitou situaci, stanovený cíl nebo objekt. Objektem může být například výrobek, služba nebo zdroj. Tento diagram je vhodné aplikovat po nástrojích, kterými jsou diagram afinity a relační diagram.

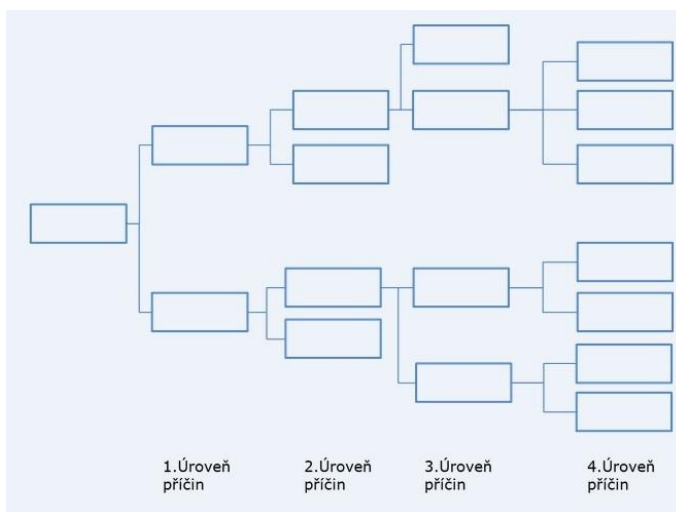
Hlavní námět se nejprve přesně vymezí a poté se určí hlavní kategorie. V této fázi je vhodné použít mimo jiné brainstorming, závěry z relačního diagramu anebo diagramu afinity. Hlavní kategorie se dále rozpracovávají na dílčí prvky, které se dále rozpracovávají a analyzují.

Pokud jsou některé hlavní kategorie nebo dílčí prvky rozsáhlejší, doporučuje se je dále rozpracovávat v samostatných stromových diagramech.

Výsledný diagram nabízí celkový, jasný, srozumitelný a logický přehled o dané problematice a umožňuje v ní snadnou orientaci z pohledu vzájemných vazeb, která by při použití jiných nástrojů nemusela být tolik zřejmá.

Rozhodovací diagram

Tento nástroj managementu kvality pomáhá posoudit jednotlivé navržené varianty z pohledu dosažitelnosti cíle anebo problémů, které by mohly při realizaci u daných variant nastat. Umožňuje-li to situace, určuje se míra pravděpodobnosti dosažení cíle,



Obrázek 9 – Stromový diagram

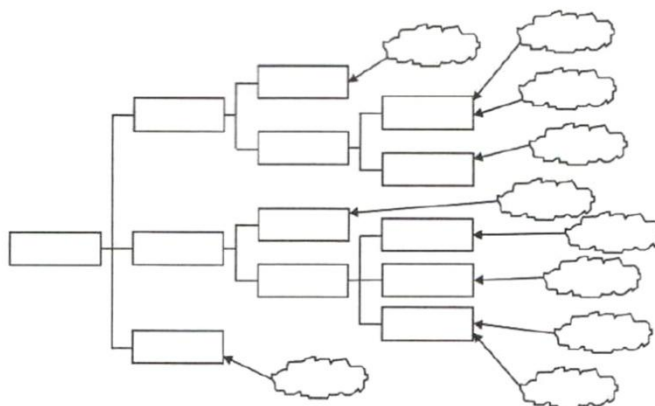
Zdroj: BURIETA, Ján, online, [cit. 2015-05-29].

⁵⁹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 248.

popřípadě pravděpodobnost, že vzniknou problémy, které neumožní daného cíle dosáhnout. Diagram je základem pro aplikaci metod FMEA a FTA.⁶⁰

Diagram se zakresluje ve formě stromu, viz stromový diagram, avšak oproti němu je námět zahrnut do sloupce s nadpisem cíl, hlavní kategorie vyjadřuje nadpis problém a dílčí prvky jsou umístěny ve sloupci nazvaném protiopatření.

Při týmové spolupráci se vyhledávají a zapisují veškeré problémy, jež mohou při cestě ke konkrétnímu cíli nastat, odborně se posoudí a stanoví se pravděpodobnost, že k nim dojde. Poté se navrhnou vhodná efektivní protiopatření a vypracují se plány prořízení rizik. Filosofie říká, že je lepší předcházet formou protiopatření potenciálním rizikům, než aby se následně řešily vzniklé problémy a napravovaly škody.



Obrázek 10 – Rozhodovací diagram

Zdroj: STOFIRA, Karol, online, [cit. 2015-05-29].

Rozhodovací diagram je někdy také uváděn pod pojmem „rozhodovací strom“.⁶¹

Maticový diagram

Pokud vznikne požadavek z hlediska posouzení vzájemných souvislostí mezi dvěma a více oblastmi konkrétního problému, nabízí se užití nástroje managementu kvality, kterým je maticový diagram. V některé literatuře se uvádí též pod pojmem „matrix diagram“. Napomáhá určit a eliminovat takzvaná „bílá místa“ v databázi informací, které jsou o daném problému k dispozici.⁶²

⁶⁰VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 124-125.

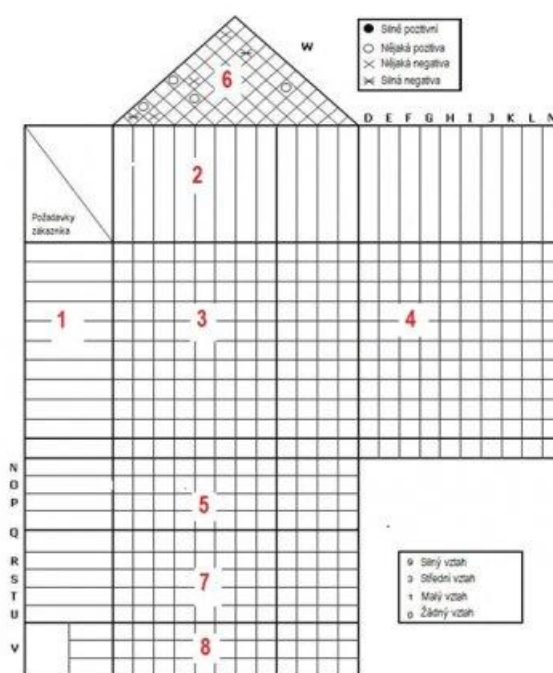
⁶¹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 250-252.

⁶²NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6. s. 259.

Diagram může mít mnoho podob, nejznámější jsou uspořádání „střecha“ nebo do písmen L, T, X a Y. Formy T, X a Y jsou kombinacemi souboru několika diagramů ve tvaru L.⁶³

Jednotlivé skupiny znaků popisující problém tvoří matici znaků. Znakem může být vlastnost produktů nebo požadavky na tyto produkty, dále pak činnosti, působící faktory, atd. Pokud se matice znaků vzájemně propojí, vytvoří tzv. matici vztahů. Na základě počtu skupin znaků je možno vytvářet různé maticové diagramy.⁶⁴

Diagram tvaru „střechy“ se aplikuje při existenci jedné dimenze neboli jednoho znaku. Oproti tomu diagram ve tvaru „L“ slouží k uspořádání dvou dimenzí a vztahů mezi nimi. U diagramu ve tvaru „T“ lze hledat vztahy mezi třemi dimenzemi stejně tak i při uspořádání do „Y“. Diagram tvaru „Y“ však oproti „T“ umožňuje nejen vyhledat vzájemné vztahy, ale navíc i jednotlivé dimenze vzájemně propojit. A nakonec diagram ve tvaru „X“ nabízí uspořádání do čtyř dimenzí tématu. Uspořádání je po dvou. Úplné vzájemné propojení je u „X“ možné až po důkladné analýze maticových dat.⁶⁵



Obrázek 11 – Maticový diagram – dům kvality

Zdroj: API, online, [cit. 2015-05-29].

⁶³PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1, s. 165.

⁶⁴VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 253-257.

⁶⁵Tamtéž, s. 253-257.

Analýza maticových dat

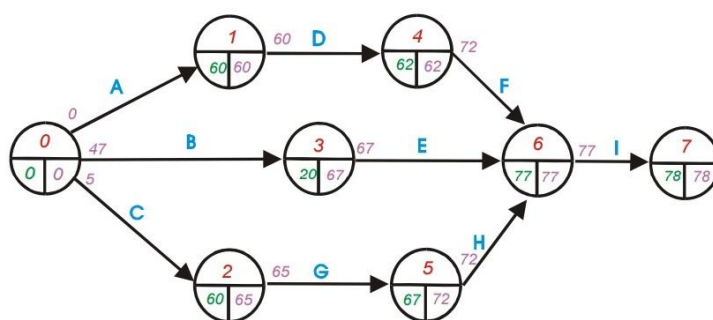
Tato metoda má své opodstatnění v situacích, kdy je potřeba dohromady analyzovat vztahy mezi více dimenzemi. Jelikož nejsou vždy naprosto zřejmé veškeré souvislosti z matic vztahů, je nutno si připustit možnou existenci skrytých vztahů.⁶⁶

Aby bylo možné odhalit tyto skryté vztahy, je potřeba vybrat určité prvky z jednotlivých dimenzí a tyto blíže zkoumat. Lze použít metody vícerozměrné statistické analýzy, jakými jsou: faktorová analýza, shluková analýza a diskriminační analýza. K zběžnému přehledu stačí využít i jednodušší metody: korelační diagram, Minkovského metrika a paprskový diagram.⁶⁷

Sít'ové diagramy

U složitých procesů a funkcí je často potřeba určit optimální harmonogram jejich průběhu a nadále je sledovat. Pokud se tyto procesy zpracují ve formě sít'ového grafu, lze získat důležité podklady pro vytváření vhodných opatření vedoucích ke zkrácení celkové doby činnosti, dále pro zjištění jak velký vliv mají jednotlivé kroky na celkový čas a nakonec operativní úpravy harmonogramu.⁶⁸

Vzniklý sít'ový diagram se skládá z jednotlivých kroků a větví. U nich lze určit celkovou dobu trvání, identifikovat časově kritické cesty a odhalit místa



Obrázek 12 – Sít'ový diagram

s časovými rezervami. Vším výše popsaným se zabývá metoda CPM (Critical Path method), neboli metoda kritické cesty a která je známa už přes padesát let. Jejím autorem je Kelly Walker z firmy DuPont.⁶⁹

Zdroj: ŠILHÁNEK, Jiří a Tomáš HOMOLKA, online, [cit. 2015-05-29].

⁶⁶VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 125.

⁶⁷VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 258-260.

⁶⁸NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 264.

⁶⁹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 261-263.

Dílčí činnosti zobrazené ve formě uzlů jsou vzájemně propojeny podle logické návaznosti sítí šipek. Každý uzel vyjadřuje okamžik zahájení a ukončení jedné či více činností. Každá činnost má přesně stanovený čas svého trvání. Při počítání celkového času trvání řady činností jsou k dispozici různé cesty. Cesta, která je z časového hlediska nejdelší, je označována za tzv. kritickou. Ostatní cesty mají oproti té kritické časové rezervy. Dále se pro každou činnost určují parametry jako: nejdříve možný začátek činnosti, nejdříve možný konec činnosti, nejpozději možný začátek činnosti a nejpozději možný konec činnosti. U kritické cesty pak platí, že nejdříve možný začátek je i nejpozději možným začátkem a že nejdříve možný konec je nejpozději možným koncem.⁷⁰

3.1.3 Brainstorming

Je to účinná technika týmového „bouření mozků“, sloužící k nalezení co největšího množství nápadů.⁷¹ Někdy se též hovoří o vytváření takzvané „burzy nápadů“.⁷²

Často nalézá uplatnění v situacích, kdy je třeba se vzdát zaběhlých osvědčených postupů, staromódního stereotypního myšlení nebo tehdy, když se očekává neobvyklé řešení.

Předem určenému okruhu lidí, například na schůzi, kde se nastolí příjemná komunikativní atmosféra, se obecně zadá téma. Jednotliví členové se k němu mohou vyjadřovat, vzájemně se doplňovat. Jsou přípustné i na první pohled nereálné myšlenky. Důležité je, aby schůzi, její průběh a směřování k základnímu tématu vhodně řídil „moderátor“. Zároveň je jeho úkolem průběžně zabraňovat kritice na některé nápady a podněty. Veškeré nápady se během porady zaznamenávají a v jejím závěru vyhodnocují. Toto vše vede v konečném důsledku ke shromáždění vhodných nápadů a jejich bližšímu objasnění.⁷³

⁷⁰VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 263.

⁷¹VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 117.

⁷²NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 155.

⁷³VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 116-117.

3.1.4 Metoda PDCA

Název této metody vychází z počátečních písmen celého názvu, tedy: **Plan – Do – Check – Action**. Nyní je třeba si tyto pojmy blíže vysvětlit.

První slovo **Plan**, říká, že je vždy potřeba si vše pečlivě naplánovat. Aby toho bylo možno dosáhnout, je třeba shromáždit a utřídit si všechny dostupné informace, provést jejich analýzu a zjistit příčiny případné neshody výrobků, chyb v procesu, a podobně. Poté se na základě všeho předešlého mohou učinit vhodná opatření a nápravy.

Druhé v pořadí, tedy **Do**, znamená, že je třeba vyzkoušet, jak nápravná opatření probíhají. Sleduje se jejich realizace a dopady změn. Aplikuje se měření, zkoumání a zaznamenávají se nové poznatky a informace.

Smyslem kroku **Check**, je vyhodnocení a analýza výsledků. Zjišťuje se úroveň dosažené změny. Dojde-li ke zlepšení, je nový stav potvrzen.

Posledním krokem je **Action**, tedy trvalé zavedení nových osvědčených změn do praxe.⁷⁴

Výhoda metody, neboli také cyklu PDCA, spočívá na principu neustálého zlepšování, který jako první vypracoval W. Edwards Deming. Tento cyklus by se měl neustále opakovat, aby bylo možno neustále realizovat zlepšení. Metoda neustálého zlepšování je popsána i v normě ISO9000:2000⁷⁵

3.1.5 Metody měření znaků kvality⁷⁶

Jelikož se informace pro analýzy získávají většinou měřením, na jehož základě se pak rozhoduje, je důležité, aby naměřené hodnoty byly relevantní, to znamená, aby odrážely skutečný stav v konkrétní situaci. Pro měření jsou k dispozici dvě skupiny metod, a to:

- 1) **Objektivní metody** – využívají měřících přístrojů a jasně definovaných měřících postupů. Lidský faktor je omezen na minimum a díky tomu je za předpokladu, že jsou vždy stejné podmínky, měření reprodukovatelné. Výsledky z opětovných měření jsou statisticky vyhodnocovány. Přesností použitých měřících přístrojů, relevantností měřících postupů a metod,

⁷⁴VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 117.

⁷⁵PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1, s. 37-38.

⁷⁶VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 130.

je ovlivněna konečná spolehlivost. Této problematice se věnuje metrologie, která je široce rozebírána v normách a legislativě.

- 2) **Subjektivní metody** – jejich podstatou je využívání smyslových schopností člověka ke stanovení hodnot. Ten má většinou k dispozici kvalifikační škálu hodnot, ať už klasifikační nebo bodovou. Tyto metody mají svojí užitnou hodnotu v situacích, kdy je absence objektivních metod. Platí však, že by se jimi objektivní metody neměly nahrazovat.

3.2 Metody používané při plánování kvality

Kvalita je předmětem řešení již při návrhu a vývoji produktů a procesů. Velký důraz je kladen na převedení požadavků zákazníků do plánů, podle nichž se dále budou produkty a procesy projektovat, realizovat a kontrolovat. Podstatou metod uvedených v této podkapitole je převedení požadavků zákazníků do skupin inherentních znaků a dále snaha o dosažení vysokého stupně prevence potenciálních neshod a vad.⁷⁷

3.2.1 Metoda FMEA

Zkratka pocházející ze sousloví „Failure Mode and Effects Analysis“ je do češtiny překládaná jako „Analýza příčin vad a jejich důsledků“. Existuje však více modifikací překladu anglického originálu. Jádrem této metody spočívá ve zkoumání možných vad systematickými postupy, které by mohly nastat při realizaci procesů nebo se projevit u produktů.⁷⁸

V historické rovině lze říct, že vznik FMEA spadá do šedesátých let, kdy v USA vyvstala potřeba metody pro spolehlivostní analýzy u složitých systémů, zvláště pak v kosmickém průmyslu a jaderné energetice. Jelikož se osvědčila, rychle se rozšířila, a to hlavně v automobilovém průmyslu.⁷⁹

Rysy, které charakterizují tuto metodu, jsou:

- **Systémový přístup** – sledovaný objekt, kterým bývá nejčastěji produkt nebo proces, je jasně definovaným a přesně vymezeným funkčním systémem. Má přesně určené vnitřní vazby, i vztahy s okolím.

⁷⁷VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 130.

⁷⁸Tamtéž, s. 131.

⁷⁹NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 82.

- **Induktivní charakter** – monitorovaný složitý objekt je rozložen na jednoduché prvky, díly a operace. Ty jsou podrobeny analýze. Výsledky jednotlivých analýz pak umožní popsat funkce celého složitějšího systému.
- **Preventivní charakter** – slouží k odhalování a zkoumání existujících vad. Zaměřuje se i na vyhledávání vad potenciálních dříve, než by mohly vzniknout.
- **Týmový přístup** – při použití této metody se k řešení předpokládá týmový přístup. Pracovníci týmu by měli být seznámeni nejen s daným předmětem řešení, ale také s principy metody FMEA.⁸⁰

Podle zaměření na objekt, který je zkoumán, se FMEA rozděluje na konstrukční, procesní a systémovou. U konstrukční se zkoumají potenciální příčiny vad způsobené samotnou konstrukcí výrobku. U procesní se příčiny hledají v samotném procesu výroby produktu.⁸¹

Systémová FMEA je kombinací obou předešlých variant, tedy konstrukční a procesní. V každém prvku, výrobku nebo procesním kroku umožňuje zevrubně odhalit a popsat všechny potenciální vady. Klasická FMEA neumožňuje všechny tyto vady odhalit a identifikovat jejich vzájemné vztahy, což je často dáno především rozložením vad na různých úrovních. Systémová FMEA díky tomu, že rozlišuje a nachází „vztahové přesahy“ mezi jednotlivými díly, toto umožňuje.⁸²

Náplň obsahu činností nutných pro správnou aplikaci metody FMEA je pro výše uvedené druhy přibližně stejný. Sestává s těchto kroků:

- **Definování objektu** – zahrnuje vymezení struktury funkcí, prvků a systémů.
- **Vyhledávání a nalezení rizik** – všechny existující i potenciální vady se definují jako jev, kterým se vykazují (nespíná, netěsní, zlomeno, atd.) a jsou zaneseny do formuláře.
- **Identifikace důsledků rizik** – pro každý jev je vyhodnocen jeho dopad na funkci jednotlivých částí i celého objektu.

⁸⁰VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 289.

⁸¹VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 131.

⁸²VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 290 – 294.

- **Identifikace a analýza příčin rizik** – přisouzení vzniku vad faktorům, jakými jsou například použité materiály, konstrukce výrobku, druhy a postupy výrobních operací, zařízení a stroje, lidský faktor, a jiné.
- **Shrnutí dosavadních opatření** – Jsou sepsána všechna dosavadní užitá opatření a vyhodnocen jejich přínos a efektivita.
- **Určení míry rizika** – všem rizikům nelze logicky přisuzovat stejnou důležitost. Určením míry rizika vycházející z četnosti vzniku vad, se stanoví priority pro změny a nápravná opatření.
- **Přijmutí nápravných a preventivních opatření** – aby se snížila míra rizika, je potřeba přijmout vhodná nápravná a preventivní opatření, přidělit odpovědnosti a stanovit termíny pro samotnou nápravu. Je nutností zvážit i vhodnost a smyslnost potenciálních investic s tím souvisejících. Po realizaci následuje opětovné vyhodnocení a výpočet míry rizika. Pokud by se krok přijmutí nápravných a preventivních opatření vynechal, byly by předešlé kroky v rámci metody FMEA bezcenné.⁸³

Bylo by v závěru této podkapitoly vhodné uvést ještě několik postřehů vztahujících se k praxi s touto metodou:

Na základě zkušeností z podniků, kde byla systémová FMEA zavedena se ukazuje, že tato metoda přináší pozitivní výsledky.⁸⁴

Praxe rovněž prokázala, že procentuální míra odhalení možných neshod při užití metody FMEA se pohybuje v rozmezí 70-90%.⁸⁵

Mezi přednosti tohoto nástroje kvality patří nízké náklady na provedení a jistota, že bylo učiněno vše v rámci konstrukčního a technologického návrhu produktu a pro jeho bezproblémovou realizaci. Dalším pozitivem je psychologický efekt posílení spoluzodpovědnosti v rámci širšího okruhu spolupracovníků a zlepšení komunikace mezi útvary.⁸⁶

⁸³VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 290 – 294.

⁸⁴PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1, s. 94.

⁸⁵NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 82.

⁸⁶Tamtéž, s. 82.

3.2.2 Metoda QFD

Plné znění zkratky metody QFD vychází z anglického Quality Function Deployment a překládá se jako “Metoda převedení požadavků do specifikací (technických znaků) produktu a činností organizace“. Za její autory jsou považováni Japonci Yoji Akao a Shigeru Mizuno. Ti jí uvedli jako vzor pro metody, zabývající se etapami návrhu a vývoje nových produktů.⁸⁷

K aplikaci této metody došlo v Japonsku v sedmdesátých letech minulého století. V letech osmdesátých došlo k jejímu rozšíření do USA a dalších zemí. Jedná se tedy o metodu relativně novou. Považuje se za vhodnou pro plánování jakosti. Slouží k převodu požadavků ze strany zákazníka na základní technické parametry, které by měl výsledný produkt mít⁸⁸

Jako grafický nástroj se používá takzvaný „dům kvality“. V něm jsou zachyceny všechny informace a jejich souvislosti. Dům kvality je soustava matic znaků a matic vztahů. Matice znaků zachycují dimenze údajů, které jsou stejnorodé. Matice vztahů zachycují vzájemné souvislosti mezi maticemi znaků a tím je propojují. U domu kvality jsou řádky brány jako vstupy, tedy jako to, co je požadováno. Sloupce zase představují výstupy a říkají, jak má být to, co je požadováno, splněno.⁸⁹

Při uplatnění metody QFD se postupuje v následujících krocích:

- 1) Identifikují se detailně potřeby a požadavky zákazníků.
- 2) Hodnotí se, jaký význam mají tyto potřeby a požadavky pro zákazníky.
- 3) Zjištěné informace se převedou do technických znaků produktů.
- 4) Proveďte se analýza u podobných konkurenčních výrobků z hlediska technologického zpracování a spokojenosti zákazníků.
- 5) Zjištění, které znaky budoucího produktu musí splňovat legislativu a normy platné na trhu, pro který bude určen.
- 6) Identifikace dřívějších problémů a shromažďování informací prostřednictvím analýz reklamací, záručních i pozáručních oprav, prodeje náhradních dílů a dalších zdrojů.

⁸⁷VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 276.

⁸⁸NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 74-75.

⁸⁹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 277.

- 7) Na základě zjištěných informací se vyplní matice vztahů v domě kvality. Matice jsou typu „L“ a typu „Střecha“.
- 8) Znaky kvality se přehodnotí z pohledu techniky a jejich významu.
- 9) Poté následuje vlastní analýza domu kvality, která by měla vést k dalšímu zlepšování. Analyzuje se matice typu „L“, dále matice typu „Střecha“ a provádí se analýza dosavadních problémů.
- 10) Na základě výsledků analýzy se stanoví cílové hodnoty znaků kvality. Čím více se budou blížit optimu, tím lépe se splní požadavky zákazníků. Každá odchylka od optimálního stavu pro výrobce znamená ztrátu.⁹⁰

Používání metody QFD přináší mnoho výhod. Mezi nejvýznamnější patří:

- Méně změn v konstrukci a technologii
- Zkrácení doby vývoje – v některých japonských firmách se podařilo docílit zkrácení o 1/3 až 1/2 celkového času.
- Méně problematický rozběh výroby
- Pokles nákladů na vývoj a výrobu nových produktů
- Méně problémů při distribuci
- Respektování požadavků a potřeb zákazníka⁹¹

3.2.3 Hodnotová analýza

Stejně jako metoda TQM je hodnotová analýza založena na systémovém přístupu, plánování, práci v týmu a tvůrčí činnosti. Na rozdíl od TQM, které se zabývá především zlepšováním jakosti, se hodnotová analýza jednoznačně zaměřuje na dosažení efektivnějších systémů. Je to systematicky sestavený soubor metod, který má navrhovat a zlepšovat funkce analyzovaného objektu, aby tak docílil zvýšení jeho efektivnosti. Cílem je dosažení optimální funkčnosti produktu a tudíž optimální spokojenosti zákazníka s výrobkem, přičemž je kladen důraz na co nejnižší náklady na výrobu a údržbu.⁹² V souvislosti s tím se hovoří o takzvaném funkčně nákladovém přístupu. Otázky „Co“ a „Proč“ má být v rámci systému zdokonaleno, a současně „Jak“ to má být provedeno, jsou to, na co má tato metoda pomoci nalézt odpověď.⁹³

⁹⁰VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 277.

⁹¹NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 74-75.

⁹²Tamtéž, s. 78-79.

⁹³VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy,*

- Postup aplikace hodnotové analýzy lze rozčlenit do těchto níže uvedených bodů:
- **Výběr objektu** – vymezení „pole působnosti“. Dochází k rozhodnutí, zda zvolit strategii odstraňování neefektivností, nebo se zaměřit na inovace.
 - **Shromažďování informací** – sběr námětů, analytických informací, ověřování jejich korektnosti a další zpracování.
 - **Analýza dosavadních funkcí** – pojmenování, rozbor a utřídění funkcí na základě jejich důležitosti, stupně splnění a nákladovosti.
 - **Tvorba námětů** – formuluje se zadání. V rámci týmu se tvoří, posuzují a vybírají náměty.
 - **Zpracování a hodnocení návrhů** – také je známo pod pojmem „variant řešení“. Jednotlivé návrhy se prohlédnou a posuzují z hlediska jejich realizovatelnosti. Poté se zpřesňují a dále hodnotí. Nakonec se vybírá optimální varianta, u níž se zpracuje projektová dokumentace.
 - **Fáze projednávání a schvalování projektu** – jedná se o interní či externí projednávání a následné schválení optimálního návrhu jako budoucího projektu.⁹⁴

Mezi pozitivní dopady, které sebou užití hodnotové analýzy přináší, patří například to, že tato metoda patří k nejefektivnějším nástrojům pro snižování nákladů. Také jasně říká, kterým znakům kvality výrobku je třeba věnovat z hlediska jejich důležitosti pozornost. Zároveň propojuje, nutí a učí lépe spolu komunikovat jednotlivá oddělení ve firmě.⁹⁵

3.2.4 Stromová analýza FTA

FTA, neboli Fault Tree Analysis, česky pak analýza stromu poruch, je alternativou k metodě FMEA. Na rozdíl od metody FMEA, která začíná od prvků a směřuje k celku, metoda FTA postupuje opačně. To znamená, že postupuje od vady a jejího následku směrem k příčinám, přičemž využívá stromového diagramu. Od odhalené vady a jejích následků se větví možné příčiny, které jsou dále rozčleňovány a rozebírány až k jejich počátkům a určuje se, kdy a za jakých podmínek nastanou. Jedná se tedy o metodu deduktivní.⁹⁶

metody, praxe. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 282.

⁹⁴NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6. s. 78-79.

⁹⁵Tamtéž, s. 79.

⁹⁶VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 132.

Při aplikaci metody FTA se postupuje od vady prostřednictvím deduktivního rozboru jednotlivých po sobě jdoucích příčin až k hlavní prvopočáteční příčině. K tomuto napomáhá normalizovaná symbolika použitá při tvorbě stromu poruch. Sled jednotlivých logických kroků počíná **definováním objektu a vrcholové události**, což je výchozí úroveň stromu. Když je toto splněno, pokračuje se **konstrukcí stromu vad**. Ten je možno kreslit buď svisle, nebo vodorovně. Hledají se odpovědi na otázku: „Co způsobilo, že nastala vrcholová událost?“ Tak se lze ptát na každé úrovni příčin a postupovat dál až k počátečním příčinám. Když je diagram sestaven, může se přikročit k jeho **analýze**. V té se posuzuje, jaké události a v jaké posloupnosti vedly k vrcholové události. Pokud to lze, propočítává se celková pravděpodobnost vzniku hlavní poruchy. Ta se určí matematickým zpracováním všech dílčích pravděpodobností od nejnižší po nejvyšší úroveň.⁹⁷

Výstupem metody FTA je poznatek o závislostech vad systému a jeho jednotlivých částí, posouzení případné odolnosti systému proti poruchám, lze určit kritické součástky a mechanismy, popřípadě kritické situace. Tak lze přijmout včasné preventivní a nápravná opatření.⁹⁸

3.2.5 Metoda Poka-Yoke

Autorem metody Poka-Yoke je Japonec Schigeo Schingo. Její princip spočívá v zaměření na včasné odhalení změn, například v procesu. Tyto změny totiž mohou vést k nežádoucím následkům. Jak je vidět, název metody se skládá ze sousloví, kde první výraz **Poka** znamená „zabránění“ a druhý, tedy **Yoke**, se překládá jako „náhodné, nezamýšlené chyby“.⁹⁹

Základní myšlenkou tedy je předcházení potenciálním chybám dříve, než mohou nastat a způsobit nenapravitelné vady. Toho se dosahuje aplikací jednoduchých a levných opatření. Těmi mohou například být zavádění technických řešení v konstrukci částí výrobku, nebo ve výrobních zařízeních tak, aby se v jakékoliv náhodné situaci, která hrozí vyvolat změnu a s ní spojené chyby, dosáhlo požadované bezvadnosti. Za náhodnou situaci lze považovat nedostatečnou kvalifikaci obsluhy, cílený záměr

⁹⁷VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 294-298.

⁹⁸Tamtéž, s. 298.

⁹⁹Tamtéž, s. 298.

obsluhy, nedostatečná nebo chybějící technika, přehnané požadavky na personál, nepozornost, špatná koncentrace, nevysvětlitelné jednání, atd.¹⁰⁰

Předností i charakteristikou Poka-Yoke je tedy to, že prostřednictvím odpovídajícího technického řešení je schopna zachytit chyby a napravit dříve než vznikne vada. Ve výrobě se aplikuje formou signalizačních zařízení, světelných bran, nejrůznějších automatických pojistek pro vypínání zařízení, vizuálního značení, upraveného zakládání ve výrobních zařízeních (na výrobních linkách, pásových dopravnících, samostatných pracovištích), konstrukce dílů tak, že je lze smontovat jen v jedné vzájemné poloze, a další.¹⁰¹

3.2.6 Metoda DOE

Metoda DOE neboli Design of Experiment, v češtině pak známá jako metoda navrhování pokusů, nachází své místo tam, kde není přesně známo, jaký činitel má vliv na kvalitu výrobku nebo procesu. Prostřednictvím působení faktoru, či faktorů, které imitují možné situace, za jakých bude produkt používán, lze formou pokusů zjistit, zda produkt splňuje potřebné materiálové, či konstrukční parametry. Vzhledem k náročnosti při navrhování experimentů, jejich provedení a správné vyhodnocení, se metoda DOE aplikuje v sériové, velkosériové a hromadné výrobě. Velký vliv zde mají též časové a nákladové faktory.¹⁰²

Bylo by dobré zmínit, že metodu DOE mohou provádět firmy a společnosti z vlastních zdrojů a zařízení, nebo si na to najmout specializované externí firmy. Faktem zůstává, že pokud si sama firma může dovolit provádět DOE, například v prostorách vlastního „měrového“ oddělení, neznamena to pro ni jen náklady a možné komplikace, ale naopak převažuje mnoho výhod z toho pro ni plynoucích a především prestiž v očích zákazníků a partnerských společností.

3.2.7 Analýzy spolehlivosti¹⁰³

Často je potřeba určit, jak se bude daný objekt v budoucnosti chovat, z pohledu výskytu poruch. K tomu slouží analýzy spolehlivosti. Na základě výsledků lze

¹⁰⁰VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 294-298.

¹⁰¹VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 132.

¹⁰²VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 132-133.

¹⁰³Tamtéž, s. 133.

navrhovat termíny údržby a oprav, servisní služby, měnit konstrukci výrobku nebo technologii jeho výroby.

K provádění analýz spolehlivosti slouží celá škála propočtů, technik a postupů, diagnóz, jimiž se zabývá velké množství literatury. Nelze aplikovat jedno univerzální řešení pro více rozdílných situací.

3.3 Metody pro monitorování a zlepšování procesů¹⁰⁴

Podmínkou pro zlepšování procesů je mít tyto procesy nejprve detailně zmapované, pochopené a pod plnou kontrolou. Aby tohoto ideálního stavu bylo dosaženo, je nezbytností provádět systematické monitorování. Až poté lze na základě vyhodnocování a výsledků do procesu operativně zasahovat. Při fázi monitorování se používají jednoduché nástroje řízení kvality. Lze je aplikovat jednotlivě i komplexně.

3.3.1 Statistické přejímky

Prvním nástrojem, kterým lze efektivně monitorovat proces je statistická přejímka. Nejde o jeden, nýbrž o celou škálu nástrojů, či lépe řečeno postupů, zaměřených na následnou přejímací kontrolu. Ta dle svého zařazení v procesu může být vstupní, mezioperační nebo výstupní. Cílem je odhadnout stav kvality dávek, kterými mohou být například série nebo soubory, a vzápětí aktivně zabránit, aby neshodné produkty pronikly do jakékoliv další fáze reprodukčního procesu. Statistickou přejímku lze na základě podmínek, za kterých je zavedena dělit na výběrovou, statistickou a objektivní.¹⁰⁵

Při provádění přejímek je potřeba nejdříve stanovit které znaky produktu se budou kontrolovat. Znakem může být konkrétní tvar, barva, hmotnost, hodnoty a parametry jakými jsou např. napětí, proud, tlak, změna rozměru, atd. Dále se rozhoduje o přípustné mezi kvality. Poté se volí vhodný typ přejímky, tedy přejímky měřením nebo přejímky srovnáváním a dále způsob přejímky.¹⁰⁶

Nejjednodušší je **přejímka jedním výběrem**, což znamená, že je dodávka buď akceptována, nebo naopak zamítnuta na základě jediného výběru a určitém rozsahu.

¹⁰⁴VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 133.

¹⁰⁵NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 268-269.

¹⁰⁶VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 315-317.

Další možností je **přejímka dvojným výběrem**. V tomto případě se při jednoznačné shodě, či neshodě dodávky provede jen jedna přejímka. Jestliže není tak jednoznačný závěr ohledně kvality, provádí se druhý výběr. K **přejímkám s několikerým výběrem** se přistupuje v okamžiku, kdy ani druhý výběr nepřinese přesné informace o stavu dodávky. Lze též využít statistické **přejímky s postupným výběrem**, nazývané také někdy sekvenční přejímkou. Při kontrole každého kusu se v rámci rozhodovacího procesu nabízí možnosti buď dávku přijmout, nepřijmout nebo zkontrolovat další kus.¹⁰⁷

V závěru je třeba zdůraznit, že výběr je a musí být prováděn náhodně, jinak by se mohlo stát, že by byla zamítnuta dodávka, která měla být přijata a v opačném případě by byla přijata dodávka, jež měla být zamítnuta.¹⁰⁸

Cílem a smyslem statistické přejímky je, že rozhodnutí o přijetí či zamítnutí přejímané dávky produktů se provádí na základě předem stanoveného přejímacího pravidla.¹⁰⁹

3.3.2 Statistická regulace

O metodě statistické regulace se hovoří hlavně v souvislosti se sériovou a hromadnou výrobou, kde výroba probíhá s velkou četností. Jedná se o souhrn metod a technik určených pro ovládnutí a zlepšování procesu. K pozitivům patří, že s relativně malými náklady a úsilím lze poměrně přesně sledovat proces a v případě potřeby do něj zasahovat a vhodně jej upravovat.¹¹⁰

Při výrobě dochází ke kolísání kolem střední požadované hodnoty, což je způsobeno variabilitou. Lze rozlišovat dva typy příčin variability, a sice příčiny náhodné a příčiny vymezipitelné. **Náhodné příčiny** v sobě zahrnují velké množství blíže neurčitých faktorů ovlivňujících proces, přičemž každý má jen nepatrný většinou krátkodobý vliv. Pokud by se však všechny náhodné faktory sečetly, byly by už měřitelné a popsitelné. Bývají normální součástí výrobního procesu.¹¹¹

¹⁰⁷VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 316-317.

¹⁰⁸Tamtéž, s. 315.

¹⁰⁹NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 269.

¹¹⁰VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 134.

¹¹¹VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 320-321.

Vymežitelné příčiny jsou identifikovatelné a je tedy žádoucí je odhalit a odstranit. V případě, že by se toto nezdařilo, mohl by se proces stát nepředvídatelným a nestabilním. Mezi potenciální zdroje mohou patřit faktory, jakými jsou pracovníci, materiál, stroje a výrobní zařízení, použité postupy a metody, chyby při měření a prostředí.¹¹²

Regulaci procesů lze provádět dvěma způsoby v závislosti na tom, jakou podstatu, tj. kvantitativní znak, má regulovaná veličina na výstupu. Je-li znakem rozměr, hmotnost, pevnost, apod., jde o **regulaci měřením**. V případě, že je kvantitativním znakem shoda nebo neshoda, hovoří se o **regulaci srovnáváním**. Protože je statistická regulace procesu vybudována na měření nebo posuzování regulované veličiny, má její volba zásadní význam.¹¹³

Za důležitou zmínku v rámci podkapitoly stojí, že realizaci této metody se používají regulační diagramy, diagramy stability a histogramy. Téma statistické regulace je velmi široké, stejně jako její užití v praxi. O jejím zavedení nerozhodují jen „interní“ činitelé, ale stejně zásadní význam mají požadavky zákazníků.¹¹⁴

Při statistické regulaci procesů se v dnešní době uplatňují i systémy pro „dolování“ dat, tzv. mining. Konkrétně to jsou například neuronové sítě, které na základě několika či dokonce i desítek vstupních dat monitorují průběh procesu. Takto lze pokročilým analytickým řešením předpovídat a včas vhodně upravovat výrobní proces. Vhodné je toto řešení mimo jiné při sledování chemických procesů, složení polymerů, spalín, atd.¹¹⁵

3.3.3 Analýzy způsobilosti

Jsou určené ke zjištění a ověřování, zda je proces, zařízení či stroj schopný plnit na něj kladené požadavky. Pomocí statistické regulace se dosáhne toho, že se proces stane stabilním a je na něj tedy spolehnutí. I přes to však může být proces považován za nevyhovující a to především z těchto důvodů:

- Poloha regulované veličiny není podle požadavků zákazníka.
- Přestože se variabilita procesu nemění, je větší, než by zákazník chtěl.

¹¹²VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 321-322.

¹¹³Tamtéž, s. 322-336.

¹¹⁴Tamtéž, s. 320-321.

¹¹⁵ULDRICH, Miloš. *Pokročilá kontrola kvality ve výrobním podniku: IT Systems* [online]. Brno: CCB s.r.o, 2012, roč. 14, 7-8 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1802-002x. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/statsoft_analyza_dat.pdf, s. 34-35.

- Nastane kombinace obou předchozích situací.

V případě předchozích situací je pak proces prohlášen za nezpůsobilý, přičemž jeho způsobilost lze vyjádřit graficky (například v podobě histogramu) nebo výpočtem (indexy způsobilosti).¹¹⁶

Při hodnocení způsobilosti procesu se doporučuje postup:

- 1) Volba znaku jakosti, který svou hodnotou odráží daný proces a je pro daný produkt rozhodující.
- 2) Zanalyzování systému měření z pohledu vhodnosti vůči zvolenému znaku jakosti
- 3) Shromáždění údajů o zvoleném znaku
- 4) Posouzení, jestli je proces statisticky zvládnutý
- 5) Ověření, zda je sledovaný znak jakosti v normálu
- 6) Vypočítání indexů způsobilost a jejich následné porovnání s požadovanými hodnotami¹¹⁷

3.3.4 Doslov¹¹⁸

Aby byly statistické metody účinně prosaditelné, je potřeba mít podporu vrcholového vedení v daném podniku. To samotné však nestačí. Určitá úroveň motivace zaměstnanců je též velice důležitá. Nejúčinnější je zavedení statistických metod přímo do technologických a kontrolních postupů při užití a zajištění softwarové podpory. Důležitou roli hraje dobré seznámení operátorů a obsluhy s konkrétními výrobními kroky, vedením regulačních diagramů a dalších „karet“, s důležitostí a hodnotou jednotlivých ukazatelů, nastavení parametrů výrobního zařízení, atd.

3.4 Metody hodnocení kvality¹¹⁹

Kvalita je relativní a nelze jí měřit absolutně. Lze jí pouze porovnávat s hodnotou požadovanou. Požadovaná hodnota může být předepsána právním předpisem, nebo být

¹¹⁶VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 137-138.

¹¹⁷NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplňené). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 243-245.

¹¹⁸HORÁLEK, Vratislav. *MM Průmyslové spektrum: Statistické metody pro management jakosti* [online]. Praha: Vogel Publishing, 2005, roč. 9, č. 6 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/statisticke-metody-pro-management-jakosti.html>, s. 34.

¹¹⁹VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 138.

uvedená v normách, dohodnutá mezi zákazníkem a dodavatelem, mít hodnotu podobného produktu, nebo být nastavena dle představy uživatele.

Jako výsledek plynoucí z porovnání požadované a výsledné hodnoty kvality může být konstatování o shodě či neshodě, nebo může být vyjádřeno stupněm splnění. V podnikové výrobě z větší části převládá první způsob.

Mimo měření a metody porovnávání však existují i jiné speciální hodnotící postupy, které budou v této podkapitole zmíněny.

3.4.1 Spotřebitelské testy

První z metod hodnocení jsou spotřebitelské testy. Jsou založené na testování produktu za přítomnosti spotřebitele. Jeho bezprostřední reakce, názory a spokojenost nebo nespokojenost dávají cenné informace o produktu. V zájmu co největší vypovídací hodnoty je potřeba vytvořit společně vnější podmínky, kterými jsou fyzická přítomnost hodnoceného produktu, vytvoření a dodržování podmínek a pravidel při testování a též i co nejpříjemnější prostředí pro testování.¹²⁰

Existuje mnoho druhů spotřebitelských testů, které lze klasifikovat podle způsobů, jak probíhají. Lze je tak dělit na testy interní a externí, testy dojemové a zkušenostní, testy prosté, eliminační a substituční a nakonec na testy paralelní a postupné. Průběhy a podmínky, za kterých se používají, jsou uváděny v příslušné odborné literatuře.¹²¹

Obecně lze konstatovat, že požití těchto metod je závislé na zvolené technice testování a na cíli hodnocení. Spotřebitel je většinou schopen produkt hodnotit v rámci celkového pohledu a není schopen rozlišit věcný užitek od ekonomické stránky. Rozhodující je pak zvlášť poměr mezi očekávaným užitekem a náklady, které je třeba vynaložit k pořízení produktu. S touto problematikou pak úzce souvisí tzv. spotřební účinnost. Ta umožňuje nahlížet na produkt zcela jiným pohledem. Příkladem spotřební účinnosti je u spotřebitele preference poměru užitku k ceně. Poměr ceny a kvality už není tolik preferován.¹²²

¹²⁰VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 308.

¹²¹Tamtéž, s. 308-310.

¹²²Tamtéž, s. 310.

3.4.2 Benchmarking

Název vychází ze slov „bench-laťka, úroveň, vzor“ a „marking-poměřování, porovnávání“, čili volně dohromady tvoří význam „poměřování se s nějakým vzorem“. Tato metoda se snaží na základě srovnávání nalézt a aplikovat nejlepší praktiky. Jedním ze stěžejních měřítek porovnávání je orientace na spokojenost zákazníků, tzn. nedělat něco, co zákazník neocení. Není pravidlem, že zdroje pro srovnávání musí pocházet přímo od konkurence, ale že naopak lze nalézat inspiraci i z jiných oborů, než je ten, ze kterého se vychází.¹²³

Smyslem benchmarkingu není kopírování od konkurence. Naopak jeho podstata tkví ve snaze se přiučit tomu nejlepšímu a vhodně to aplikovat k vlastnímu prospěchu. Dále lze říct, že i tuto metodu lze rozdělit dle zaměření, a sice na benchmarking výkonnostní, strategický, procesní a dále pak na interní a externí.¹²⁴

V závěru lze zmínit, že benchmarking může být ve svém uplatnění omezen legislativou, tj. např. patenty nebo zákony. Mezi stinné stránky v honbě za informacemi se často a v hojné míře přistupuje k praktikám „průmyslové špionáže“, což lze v současné době velmi dobře vidět zvláště ze strany některých čínských firem. Nelze ovšem opomínat fakt, že firmy z „vyspělých“ západních zemí též nijak nezaostávají. Jejich praktiky jsou jen obtížněji odhalitelné.

3.5 Kaizen

Kaizen znamená zdokonalení, a to nejen v managementu řízení kvality, ale i v osobním životě, domácím životě, společenském životě a rovněž v pracovním životě. Jeho aplikace na pracovišti spočívá v neustálém zdokonalování, které se týká všech zúčastněných, tedy nejen manažerů, ale i řadových zaměstnanců.¹²⁵

Nejde o metodu, ale spíš o moderní systém managementu řízení kvality. Mnoha odborníky je označován za nový „týmový“ způsob řízení lidských zdrojů, vedoucí ke zvyšování produktivity průmyslových podniků prostřednictvím neustálého zlepšování a sekvence „malých“ kroků - zlepšení.¹²⁶

¹²³VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 140.

¹²⁴VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1, s. 310-314.

¹²⁵IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0, s. 2.

¹²⁶NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplněné).

Za zakladatele je obecně považován pan Masaaki Imai, pocházející z Japonska. V podstatě shrnul japonskou strategii zdokonalení ve výrobě a též kvalitě a flexibilitě, jež jsou pro japonské hospodářství v posledních desetiletích dominantní. To vše sepsal i ve své knize s názvem Kaizen.¹²⁷

Kaizen v sobě zahrnuje činnosti, kterými jsou:

- Orientace na zákazníky
- Absolutní kontrola kvality
- Robotika
- Kroužky kontroly kvality
- Systém zlepšovacích návrhů
- Automatizace
- Disciplína na pracovišti
- Absolutní údržba výrobních prostředků
- Kanban
- Zdokonalování kvality
- „právě v čas“ (Just-in-time)
- Žádné kazové zboží
- Aktivity malých skupin
- Dobré vztahy mezi managementem a zaměstnanci
- Zvyšování produktivity
- Vývoj nových výrobků

To, co vlastně sděluje kaizen je, že by neměl uplynout ani jediný den bez toho, aby kdekoli ve společnosti neproběhla pozitivní změna, tedy zlepšení.¹²⁸

Odpůrci této koncepce často oponují obavami, že je kaizen příliš „japonský“ a nelze ho vhodně implementovat do systémů v jiných zemích, zvláště západních. Opak je však pravdou. Mnoho nástrojů kaizenu je všeobecně známých a často používaných bez bližší asociace s japonským průmyslem, systémem či mentalitou. Je to tedy systém pro každý „dobrý“ management, jež nevyžaduje žádné nové techniky, jen využívá těch nejlepších z nich. Dále spočívá ve změnách podnikové kultury. Jednou z nejdůležitějších charakteristik je, že hlavním těžištěm každého úspěšného podniku jsou především zaměstnanci a až pak na druhém místě za nimi samotná výroba.¹²⁹

První zkušenosti z prostředí České Republiky ukazují, že zavedením koncepce kaizenu lze navýšit produktivitu o 30-50% a víc. Dalším pozitivem je i možné zkrácení

Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 160.

¹²⁷IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0, s. 14.

¹²⁸IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0, s. 23-24.

¹²⁹NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vid. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 160-161

bodů zvratu, rychlejší reakce na požadavky trhu, úspěšnější odpovědi na kroky konkurence a vyšší motivace vlastních pracovníků.¹³⁰

Velmi se diskutuje o době, která je potřeba, aby se projeví první zřetelné přínosy od zavedení kaizen. Podle pana Kaoru Ishikawy to obvykle bývá od tří do pěti let. Někteří jsou mnohem optimističtější a tvrdí, že pokud by se s plnou vážností a ochotou se od japonských firem učil v západní firmě zavedl kaizen, projeví se citelné zlepšení výkonu do dvou let.¹³¹

3.5.1 Západní vs. japonský přístup k řízení kvality

V souvislosti s přístupem k řízení a dosahování kvality existuje mezi „západním“ a japonským způsobem myšlení několik podstatných rozdílů.

Mezi první patří fakt, že se velmi často stává, že na Západě je práce manažera pro kontrolu kvality technicky orientovaná a těší se minimální podpoře vedení, které má na starosti řízení lidských zdrojů a organizační vedení. Jelikož nemá většinou manažer kvality dostatečně vysoké postavení v rámci firmy, není nebo nemůže být v kontaktu s vrcholovým managementem a není s to prosadit kvalitu jako hlavní vnitro firemní cíl a politiku.¹³²

Druhým rozdílem je „nehomogenita“ západní populace vzhledem k japonské z pohledu vzdělání a uniformity. To stěžuje vztahy na pracovišti mezi vedením a zaměstnanci. Obtížněji se prosazují nová pravidla a postupy.¹³³

Třetí, poměrně podstatný rozdíl, spočívá v tom, že nejnovější profesionální poznatky v oblasti kontroly kvality se na Západě šíří mezi odborníky a nejsou často k dispozici i dalším zaměstnancům. V Japonsku jsou naopak s touto problematikou seznamováni všichni zaměstnanci.¹³⁴

Čtvrtým bodem je fakt, že v Japonsku jsou vrcholoví manažeři plně oddáni absolutní kontrole kvality, která je pro ně záležitostí týkající se celé firmy.

Pátý rozdíl, kterým se japonský přístup liší od Západního, říká, že kontrola kvality začíná a končí školením zaměstnanců. Znamená to pravidelně probíhající školení

¹³⁰NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6, s. 161.

¹³¹IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0, s. 217.

¹³²IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0, s. 62.

¹³³Tamtéž, s. 62-63.

¹³⁴Tamtéž, s. 62-63.

pro zaměstnance na všech stupních firemní hierarchie, i dělníků, kteří bývají na Západě často opomíjeni.¹³⁵

Šestým rozdílem jsou v Japonsku oblíbené tzv. kroužky kvality. Tvoří je v rámci firem malé skupinky dobrovolníků, kteří užívají speciální nástroje TQC (Total Quality Control). V oblasti kontroly kvality jejich úsilí zahrnuje cca. 10-30% veškerého manažerského úsilí. Na Západě se podobné kroužky teprve pomalu uchycují.¹³⁶

A konečně sedmým a posledním podstatným rozdílem je fakt, že v Japonsku podporuje aktivity kolem totální kontroly kvality několik organizací v celostátním měřítku. Mezi hlavní patří Japonský svaz vědců a techniků (JUSE), Asociace japonských manažerů, Japonská asociace pro standardy, apod. Pro tyto organizace na Západě neexistuje mnoho adekvátních partnerů.¹³⁷

V souvislostech s výše jmenovanými body se hovoří o tzv. Japonské kvalitativní „revoluci“. Ta je přímou výzvou pro tradiční konvenční moudrosti západu hned ve třech oblastech:

Konvenční – západní moudrost

- Cenou za vyšší kvalitu jsou vyšší náklady.
- S vyšším množstvím výrobků klesá jejich cena – zákon zhromadnění
- Není potřeba, aby se dělníci brali v úvahu.¹³⁸

Japonská revoluce

- Vyšší kvalita naopak vede k nižším nákladům.
- Menší množství vede k nižším nákladům
- Myslicí dělník je produktivní dělník

Na „západě“ je často směr zavádění kaizenu od shora dolů, tedy od managementu směrem k jim podřízeným pracovníkům. Správně by se však měl nejen směřovat shora dolů, ale též musí předpoklady pro jeho zavádění vycházet opačným směrem, neboť nejlepší specifické nápady pro zlepšení většinou vycházejí od lidí, kteří jsou nejbliže problému. Přístup kaizenu musí tedy jít shora dolů i zdola nahoru.¹³⁹

¹³⁵ IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0, s. 63.

¹³⁶ Tamtéž, s. 63.

¹³⁷ Tamtéž, s. 63.

¹³⁸ Tamtéž, s. 216.

¹³⁹ Tamtéž, s. 216.

Praktická část

4 Řešené úlohy

V této praktické části bakalářské práce bude řešena řada vybraných teoretických úloh. Cílem je za pomoci vhodných nástrojů managementu kvality dosáhnout pro dané úlohy stanovených hypotéz či se jim přiblížit, porovnávat zjištěné výsledky s realitou, aplikovat poznatky nabyté v teoretické části této práce, vhodně se zamyslet nad danou problematikou, apod.

4.1 Úloha 1

Kontrola vnějšího průměru na čepu

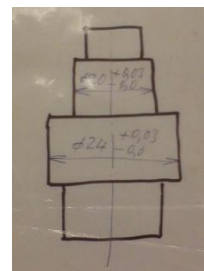
Schéma postupu při řešení této úlohy:

Úkol:

U kovových válečků bylo nutno uvěřit vnější průměr o rozměru 24 mm, přičemž toleranční pole bylo v intervalu (0,00mm; +0,03mm). Úkolem bylo z naměřených hodnot vypracovat regulační diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s, \bar{M} -R a zjistit, zda je výrobní proces pro produkci válečků způsobilý, či nikoliv.

Pomůcky:

- 12 výběrů kovových válečků, každý výběr má rozsah 5 kusů
- třmenový mikrometr
- výběr z norem ČSN - ISO 8258, ISO 7870, ISO 7873, ISO7966



Obrázek 13 –
Nákres válečku



Obrázek 14 –
Měřený vzorek



Obrázek 15 – Třmen. mikrometr a
vzorky

Postup:

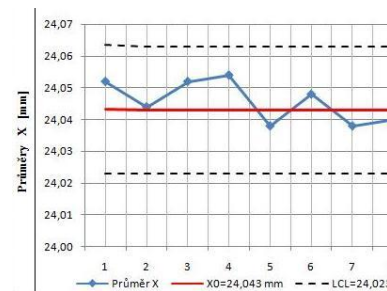
- 1) Kovové válečky byly rozděleny ve 12 skupinách. Rozsah výběru byl 5 kusů. Jednotlivé výběry byly odebrány postupně během výrobního procesu. Každému výběru bylo přiděleno pořadové číslo a byl umístěn do k tomu určeného zakládání, aby nedošlo k záměně v pořadí.
- 2) Prostřednictvím třmenového mikrometru byly naměřeny hodnoty pro jmenovitý vnější průměr. Měření pro každý váleček se opakovalo třikrát, aby bylo dosaženo přesnějších výsledků.
- 3) Tyto hodnoty se dále zpracovaly ve formě regulačních diagramů. Na základě vizuálního zhodnocení průběhu diagramů dle osmi pravidel pro Shewhartovy diagramy byly učiněny patřičné závěry.



Obrázek 16 – Seřazené vzorky



Obrázek 17 – Upnutý třmenový mikrometr



Obrázek 18 – Příklad regulačního diagramu

Tvorba regulačních diagramů na základě naměřených hodnot:

Jelikož bylo získáno v této úloze při měření 180 hodnot, je potřeba je vhodně uspořádat tak, aby bylo možné provést analýzu a dojít k odpovídajícím závěrům. Zobrazením získaných údajů v regulačním diagramu se toho dosáhne. Regulační diagramy jsou jedním z nejpoužívanějších nástrojů managementu kvality. Vhodně a přehledně uspořádávají velké množství hodnot a snadno se interpretují.

Prvním z vypracovaných pro tuto úlohu bude regulační diagram zobrazující průměrné hodnoty znaků v podskupině \bar{X} a dále rozpětí R v podskupinách naměřených hodnot.

Hodnoty z tabulky uvedených v normě ČSN ISO 8258 potřebné pro další výpočty:

Tabulka 1 – Součinitele pro výpočet přímek regulačních diagramů pro rozsah podskupiny n=5¹⁴⁰

Součinitele pro regulační meze	
A ₂	0,577
A ₃	1,427
A ₄	0,69
B ₃	0
B ₄	2,089
D ₃	0
Součinitele pro centrální přímku	
D ₄	2,114
d ₂	2,326

Výpočty pro diagram \bar{X} -R:

Před samotným výpočtem je třeba poznamenat, že naměřená data byla shromážděna a přepsána do přehledné tabulky, viz příloha na konci bakalářské práce. Pro každý vzorek byla provedena tři měření z důvodu přesnějších hodnot a eliminace možných dalších chyb vznikajících v souvislosti s měřením. Tři takto získané hodnoty byly zprůměrovány ve výslednou jedinou hodnotu, uvedenou v regulačním diagramu.

K výpočtům jsou použity vzorce pro regulační meze Shewhartových regulačních diagramů měření.¹⁴¹

Diagram \bar{X} -R

Výpočty pro graf průměru

Centrální přímk $\bar{\bar{X}}$, což je průměrná hodnota průměrů v podskupinách

$$\bar{\bar{X}} = \underline{\underline{24,042}} \text{ mm}$$

Horní regulační mez $UCL_X = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R}$

$$UCL_X = 24,042 + 0,577 \times 0,030$$

$$UCL_X = \underline{\underline{24,063}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL_X = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R}$

$$LCL_X = 24,042 - 0,577 \times 0,030$$

$$LCL_X = \underline{\underline{24,023}} \text{ mm}$$

Výpočty pro graf rozpětí

Centrální přímk \bar{R} , což je průměrná hodnota rozpětí R v podskupinách

$$\bar{R} = \underline{\underline{0,030}} \text{ mm}$$

Horní regulační mez $UCL_R = D_4 \times \bar{R}$

$$UCL_R = 2,114 \times 0,030$$

$$UCL_R = \underline{\underline{0,063}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL_R = D_3 \times \bar{R}$

$$LCL_R = 0 \times 0,030$$

$$LCL_R = \underline{\underline{0,000}} \text{ mm}$$

¹⁴⁰ ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*. 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.

¹⁴¹ Tamtéž

Výpočty pro diagramy \bar{X} -s:

Zde jsou výpočty pro regulační meze grafu směrodatné odchylky. Potřebné průměrné hodnoty znaku \bar{X} jsou spočítané výše.

Diagram \bar{X} -s

Horní regulační mez $UCL_s = B_4 \times \bar{s}$

$$UCL_s = 2,089 \times 0,0108$$

$$UCL_s = \underline{\underline{0,0226 \text{ mm}}}$$

Dolní regulační mez $LCL_s = B_3 \times \bar{s}$

$$LCL_s = 0 \times 0,0108$$

$$LCL_s = \underline{\underline{0,000 \text{ mm}}}$$

Centrální přímka je rovna \bar{s} , tedy průměrné hodnotě výběrových směrodatných odchylek v podskupinách, a tedy: $\bar{s} = 0,0108 \text{ mm}$.

Výpočty pro diagram Me-R:

Níže popsané výpočty se věnují mezním hodnotám potřebným k sestrojení grafu mediánu. Výpočty pro rozpětí R jsou uvedeny výše ve výpočtech pro diagram \bar{X} -R.

Diagram Me-R

Horní regulační mez $UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4 \times \bar{R}$

$$UCL_{Me} = 24,043 + 0,69 \times 0,030$$

$$UCL_{Me} = \underline{\underline{24,063 \text{ mm}}}$$

Dolní regulační mez $LCL_{Me} = \bar{Me} - A_4 \times \bar{R}$

$$LCL_{Me} = 24,043 - 0,69 \times 0,030$$

$$LCL_{Me} = \underline{\underline{24,022 \text{ mm}}}$$

Centrální přímka je rovna průměru mediánů podskupin, tedy $\bar{Me} = 24,043 \text{ mm}$.

Po výše popsaných výpočtech bylo možné přejít k vlastnímu sestavení regulačních diagramů. Ty mimo jiné obsahují základní údaje o řešené úloze, měřených vzorcích (měřený parametr – znak kvality), dále zprůměrované naměřené hodnoty utříděné do skupin. Rozsah výběru byl pro všechny úlohy řešené v této bakalářské práci stejný, tj. $n=5$. Pod tabulkou naměřených hodnot se nachází pomocné výpočty, kterými je součet hodnot výběru, hodnota měřeného znaku \mathbf{X} , a dále podle typu příslušného diagramu tu jsou spočítané hodnoty rozpětí \mathbf{R} , mediánu \mathbf{Me} a výběrové směrodatné odchylky v podskupině s .

Výše uváděná pravidla a postupy byly uplatněny ve všech třech řešených úlohách v rámci této bakalářské práce.

Na základě spočítaných údajů byly pak sestrojeny grafy, které jsou grafickou interpretací vypočítaných hodnot vycházejících z měření a dávají ucelený a na první pohled zjevný pohled na to, jak je nastaven výrobní proces, při kterém byly vyrobeny v úloze měřené vzorky.

Podmínky pro vyhodnocování regulačních diagramů - metodika

Aby bylo možné učinit závěry, je třeba podrobit diagramy testům seskupení pro vymezené příčiny kolísání. Jedná se o osm empiricky stanovených pravidel:

- 1) Jedna hodnota mimo kontrolní meze,
- 2) Devět hodnot na téže straně centrální linie,
- 3) Šest hodnot za sebou roste nebo klesá,
- 4) 14 hodnot má střídavé znaménko svých diferencí,
- 5) Dvě za tři hodnot jsou od základní linie dále jak 2σ ,
- 6) 4 z 5 hodnot jsou na téže straně základní linie dále než 1σ ,
- 7) 15 hodnot je uvnitř intervalu $\pm\sigma$ od základní linie,
- 8) 8 hodnot po sobě je mimo interval $\pm\sigma$ od základní linie a leží po jejich obou stranách.¹⁴²

Před samotným vyhodnocením je třeba ještě pro každou úlohu této bakalářské práce určit vzdálenost regulačních mezí od centrální přímký:

- 1) Regulační meze ve vzdálenosti $\pm\sigma$ od centrální přímký, což je **směrodatná odchylka**
- 2) Regulační meze ve vzdálenosti $\pm 2\sigma$ od centrální přímký, což jsou **varovné meze**
- 3) Regulační meze ve vzdálenosti $\pm 3\sigma$ od centrální přímký, což jsou **akční meze**¹⁴³

Důležitou poznámkou je, že v případě Shewhartových diagramů se směrodatná odchylka σ použitá pro výpočet regulačních mezí nepočítá ze známého vztahu

¹⁴² ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*. 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.

¹⁴³ ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*. 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.

$\sigma = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2$, ale jako odhad průměrné variability uvnitř podskupin, a tedy

$$\hat{\sigma} = \sigma_R = \frac{\bar{R}}{d_2} \text{.}^{144}$$

Podmínky uvedené v tomto oddíle jsou platné pro všechny řešené úlohy v bakalářské práci.

Výsledky vyhodnocení jednotlivých regulačních diagramů v úloze 1

Z výsledků vzešlých z předešlých výpočtů bylo možno sestrojít regulační diagramy.

Zde jsou uvedeny regulační meze společné pro diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s a Me-s v rámci 1. úlohy.:

- 1) Směrodatná odchylka $\pm\sigma$ od centrální přímky

$$\hat{\sigma} = \sigma_R = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,030}{2,326} = \underline{\underline{\pm 0,0129 \text{ mm}}}$$

- 2) Varovná mez $\pm 2\sigma$ od centrální přímky

$$\text{varovná mez} = \mp 2\sigma_R = \mp 2 \times 0,0129 = \underline{\underline{\mp 0,0258 \text{ mm}}}$$

- 3) Akční meze jsou vypočítány v předešlé části úlohy.

A nyní je možné přistoupit k vyhodnocení výsledků. Prvním řešeným diagramem v rámci první úlohy je diagram \bar{X} -R, viz Obrázek 19.

REGULAČNÍ DIAGRAM \bar{X} -R:

U diagramů obsahující \bar{X} a další veličinu se doporučuje nejprve vyhodnotit danou veličinu (R, s, Me, atd...) a až následně průměr \bar{X} , neboť průměr nevystihuje dostatečně přesně realitu. Jako první bude tedy vyhodnocen grafický průběh rozpětí R.

Po podrobení grafického průběhu R testům seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání lze říct, že:

Tabulka 2- Výsledky testu pro R – 1. úloha

Test seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf rozpětí R nesplňuje žádný náznak jakéhokoliv stavu, specifikovaného v osmibodovém testu podle Shewharta.

Nyní lze stejným způsobem vyhodnotit graf průběhu \bar{X} :

¹⁴⁴ ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*. 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.

Tabulka 3 – Výsledky testu pro \bar{X} - 1. úloha

Test seskupení pro vymezení příčin kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano ¹⁴⁵	Ne

Graf průběhu průměru \bar{X} vykazuje v bodě testu 7 splnění podmínek. To znamená, že mohou být přítomny vymezení příčin kolísání, které by měly být diagnostikovány a opraveny.

REGULAČNÍ DIAGRAM \bar{X} -s:

Pro grafický průběh výběrové směrodatné odchylky ve skupině s platí následující tabulka:

Tabulka 4 – Výsledky testu pro s – 1. úloha

Test seskupení pro vymezení příčin kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano ¹⁴⁶	Ne

Graf průběhu výběrové směrodatné odchylky ve skupině splňuje podmínku Shewhartova testu v bodě 7. To může být předzvěstí přítomnosti vymezení příčin kolísání.

Pro graf průběhu \bar{X} platí stejné závěry jako v předešlém odstavci.

REGULAČNÍ DIAGRAM Me -s:

Test směrodatné odchylky ve skupině je proveden výše. Nyní přichází na řadu rozbor průběhu grafu mediánu v podskupině Me , který můžeme vidět na Obrázek 21.

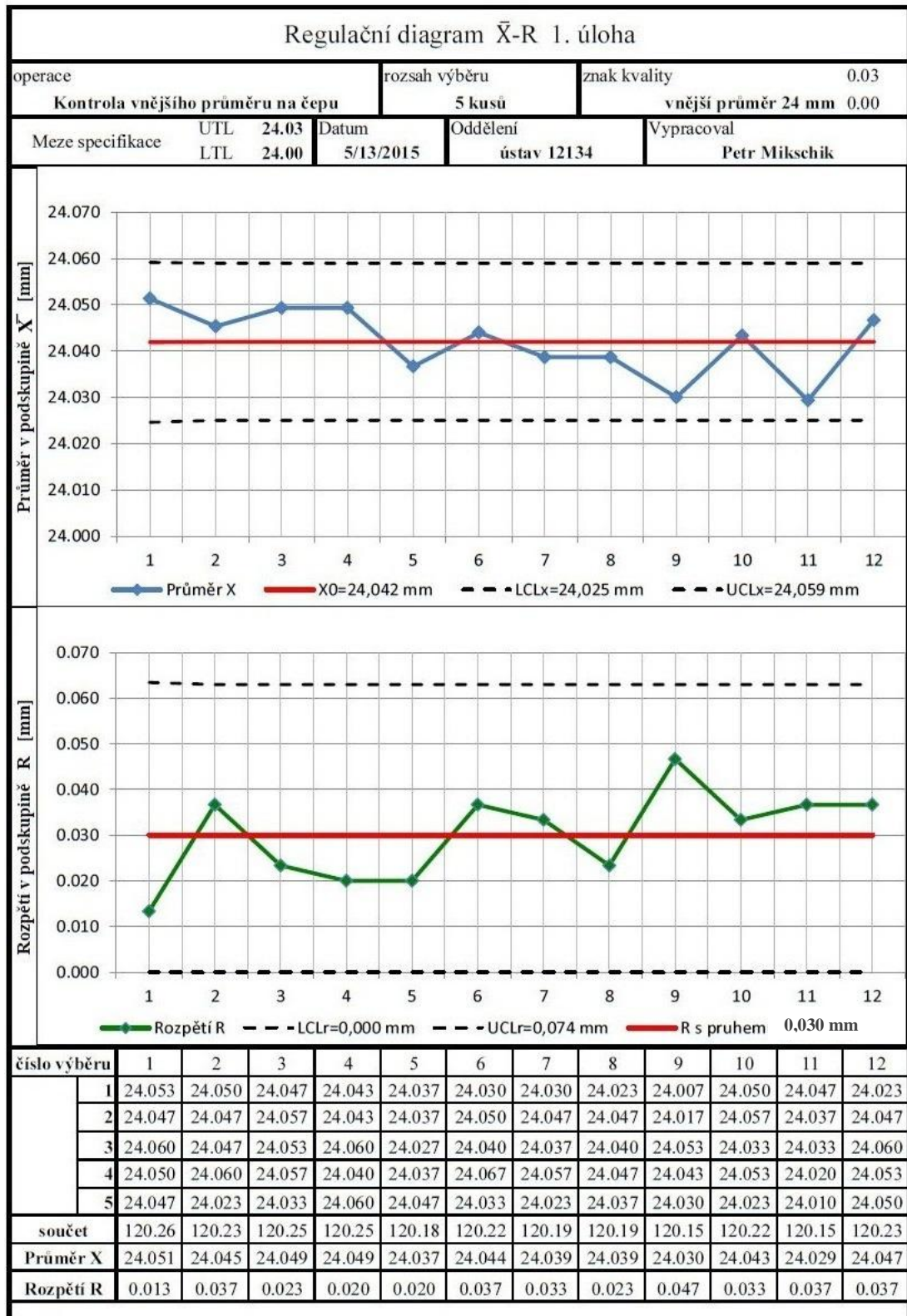
Tabulka 5 – Výsledky testu pro Me – 1. úloha

Test seskupení pro vymezení příčin kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf znázorňující průběh mediánu Me svým průběhem nesplňuje ani jediný stav, kvůli kterému by bylo třeba proces diagnostikovat a opravit.

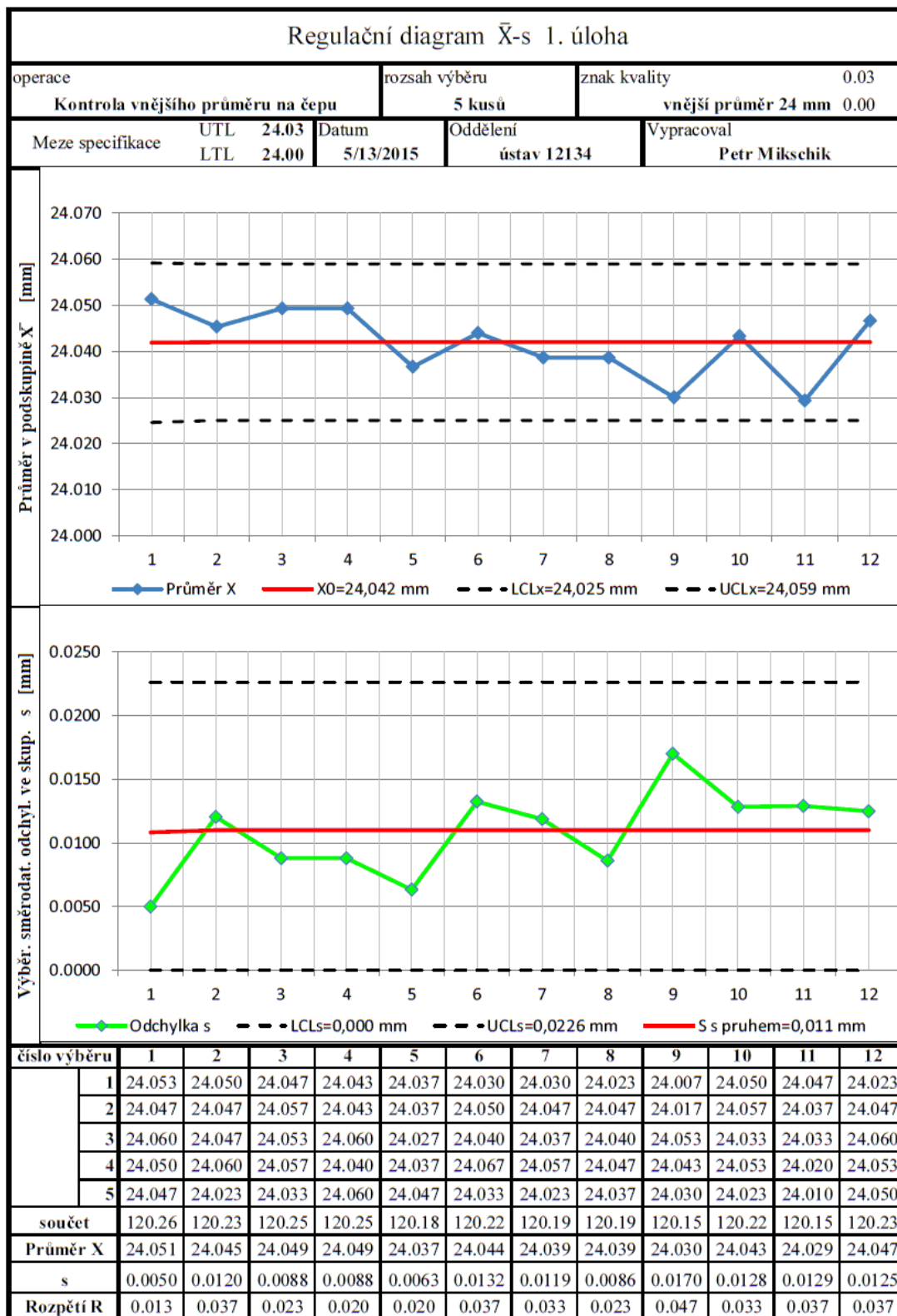
¹⁴⁵ Ano za předpokladu, že místo ve zkoušce stanovených 15 bodů v řadě za sebou ležících v zóně C bude akceptován menší počet, tedy jen 12 bodů.

¹⁴⁶ Stejný předpoklad jako výše



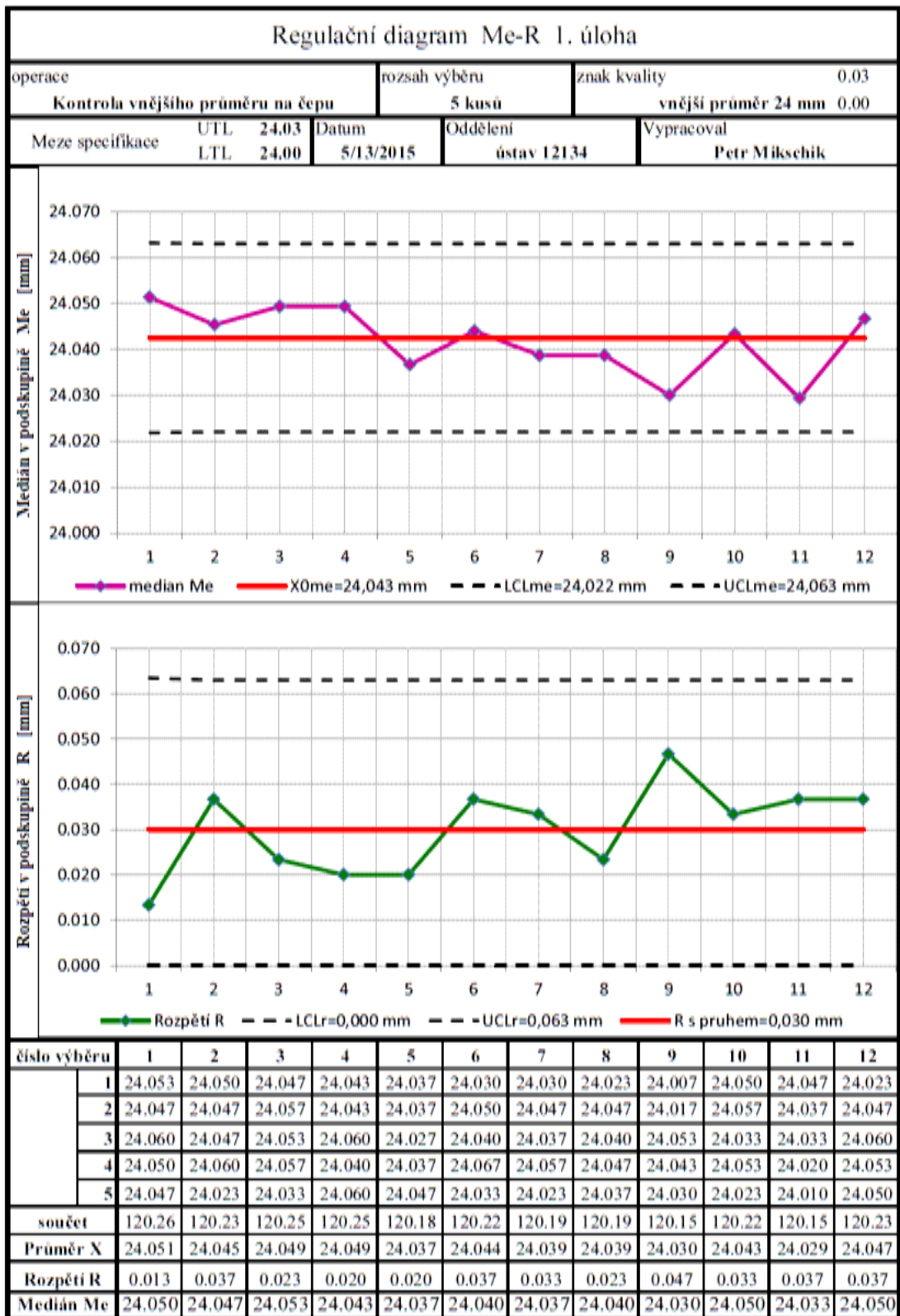
Obrázek 19 – Regulační diagram zobrazující průměr v podskupině a rozpětí v podskupině 1. Úloha

Zdroj: Autor bc. práce



Obrázek 20– Regulační diagram zobrazující průměr v podskupině a výběrovou směrodatnou odchylku v podskupině 1. Úloha

Zdroj: Autor bc. práce



Obrázek 21– Regulační diagram zobrazující medián v podskupině a rozpětí v podskupině 1. Úloha

Zdroj: Autor bc. práce

4.2 Úloha 2

Ložiskové jehly – ověření vybrané série vzorků

Schéma postupu při řešení této úlohy:

Úkol:

U kovových jehliček do ložisek bylo nutno uvěřit vnější průměr, jehož přesnost je pro funkci v systému ložiska klíčová. Rozměr průměru byl dokumentací dán hodnotou 3,53 mm. Toleranční pole js7, tedy $\pm 0,005$ mm. Úkolem bylo z naměřených hodnot vypracovat regulační diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s, \bar{M} -R a zjistit, zda je výrobní proces pro produkci ložiskových jehel způsobilý, či nikoliv.

Pomůcky:

- 11 výběrů kovových jehliček do ložisek, každý výběr má rozsah 5 kusů
- digitální laboratorní délkoměr KMM30
- výstup s obrazovkou k digitálnímu délkoměru
- výběr z norem ČSN - ISO 8258, ISO 7870, ISO 7873, ISO7966

Postup:

1) Jednotlivé výběry jehel do ložisek byly odebrány postupně během výrobního procesu. Každému výběru bylo přiděleno pořadové číslo. Celkem bylo pro měření k dispozici 11 výběrů a každý výběr se skládal z 5 kusů.

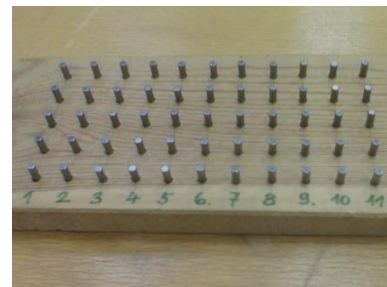
2) Pro měření byl zvolen digitální laboratorní délkoměr. Nastavení měření (nulová hodnota bez založeného vzorku) bylo během celého pokusu pravidelně kontrolováno, aby naměřené výsledky byly co nejpřesnější. Měření pro každou jehlu se opakovalo třikrát.



Obrázek 22 – Pracoviště délkoměru



Obrázek 23 – Výstup měř. hodnot



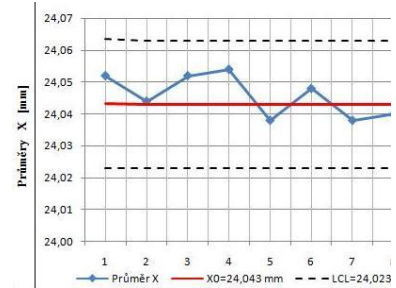
Obrázek 24 – Měření vzorky s číslem výběru



Obrázek 25 – Průběh měření

Postup:

3) Tyto hodnoty se dále zpracovaly ve formě regulačních diagramů. Na základě vizuálního zhodnocení průběhu diagramů dle osmi pravidel pro Shewhartovy diagramy byly učiněny patřičné závěry.



Obrázek 26 – Příklad regulačního diagramu

Tvorba regulačních diagramů na základě naměřených hodnot:

V této úloze bude opět pro její vyřešení nutné sestavit regulační diagram zobrazující průměrné hodnoty znaků v podskupině \bar{X} a dále rozpětí R v podskupinách naměřených hodnot. Dále regulační diagramy \bar{X} -s a Me - R .

Součinitele pro výpočet přímek regulačních diagramů jsou opět získány z tabulek pro rozsah podskupiny $n=5$.

Výpočty pro diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s, Me -R:

K výpočtům jsou použity vzorce pro regulační meze Shewhartových regulačních diagramů měření.

Diagram \bar{X} -R

Výpočty pro graf průměru

Centrální přímka $\bar{\bar{X}}$, což je průměrná hodnota průměrů v podskupinách

$$\bar{\bar{X}} = \underline{\underline{3,5343}} \text{ mm}$$

Horní regulační mez $UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R}$

$$UCL = 3,5343 + 0,577 \times 0,0035$$

$$UCL = \underline{\underline{3,5364}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R}$

$$LCL = 3,5343 - 0,577 \times 0,0035$$

$$LCL = \underline{\underline{3,5323}} \text{ mm}$$

Výpočty pro graf rozpětí

Centrální přímka $\bar{\bar{R}}$, což je průměrná hodnota rozpětí R v podskupinách

$$\bar{\bar{R}} = \underline{\underline{0,0035}} \text{ mm}$$

Horní regulační mez $UCL_R = D_4 \times \bar{R}$

$$UCL_R = 2,114 \times 0,0035$$

$$UCL_R = \underline{\underline{0,0075}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL_R = D_3 \times \bar{R}$

$$LCL_R = 0 \times 0,0035$$

$$LCL_R = \underline{\underline{0,000}} \text{ mm}$$

Výpočty pro diagram \bar{X} -s:

Zde jsou výpočty pro regulační meze grafu směrodatné odchylky. Potřebné průměrné hodnoty znaku \bar{X} jsou spočítané výše.

Diagram \bar{X} -s

Horní regulační mez $UCL_s = B_4 \times \bar{s}$

$$UCL_s = 2,114 \times 0,035$$

$$UCL_s = \underline{\underline{0,074}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL_s = B_3 \times \bar{s}$

$$LCL_s = 0 \times 0,035$$

$$LCL_s = \underline{\underline{0,000}} \text{ mm}$$

Centrální přímka je rovna \bar{s} , tedy průměrné hodnotě výběrových směrodatných odchylek v podskupinách, a tedy: $\bar{s} = 0,0009 \text{ mm}$.

Výpočty pro diagram Me-R:

Níže popsané výpočty se věnují mezním hodnotám potřebným k sestrojení grafu mediánu. Výpočty pro rozpětí R jsou uvedeny výše ve výpočtech pro diagram \bar{X} -R.

Diagram Me-R

Horní regulační mez $UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4 \times \bar{R}$

$$UCL_{Me} = 3,534 + 0,690 \times 0,0024$$

$$UCL_{Me} = \underline{\underline{3,5362}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL_{Me} = \bar{Me} - A_4 \times \bar{R}$

$$LCL_{Me} = 3,534 - 0,690 \times 0,0024$$

$$LCL_{Me} = \underline{\underline{3,5328}} \text{ mm}$$

Centrální přímka je rovna průměru mediánů podskupin, tedy $\bar{Me} = 3,534 \text{ mm}$.

Výsledky vyhodnocení jednotlivých regulačních diagramů v úloze 2

Opět je potřeba v úvodu před samotným vyhodnocením 2. úlohy spočítat příslušné regulační meze pro diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s a Me-s:

- 1) Směrodatná odchylka $\pm\sigma$ od centrální přímky

$$\hat{\sigma} = \sigma_R = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,0024}{2,326} = \underline{\underline{\pm 0,00104}} \text{ mm}$$

- 2) Varovná mez $\pm 2\sigma$ od centrální přímky

$$\text{varovná mez} = \mp 2\sigma_R = \mp 2 \times 0,00104 = \underline{\underline{\mp 0,00208}} \text{ mm}$$

- 3) Akční meze jsou vypočítány v předešlé části úlohy.

A nyní je možné přistoupit k vyhodnocení výsledků. Prvním řešeným diagramem v rámci druhé úlohy je diagram \bar{X} -R, viz Obrázek 33.

REGULAČNÍ DIAGRAM \bar{X} -R:

Po podrobení grafického průběhu rozpětí R testům seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání vede k následujícímu závěru:

Tabulka 6 – Výsledky testu pro R – 2. úloha

Test seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf rozpětí R svým průběhem nenaznačuje přítomnost vymežitelných příčin kolísání.

Tabulka 7 – Výsledky testu pro \bar{X} - 2. úloha

Test seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ano	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne

Graf průběhu průměru \bar{X} splňuje hned 2 kritéria z 8 pro to, aby bylo možné říct, že jsou přítomny vymežitelné příčiny kolísání.

REGULAČNÍ DIAGRAM \bar{X} -s:

Grafický průběh výběrové směrodatné odchylky ve skupině s:

Tabulka 8 – Výsledky testu pro s – 2. úloha

Test seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf průběhu výběrové směrodatné odchylky ve skupině nespĺňuje ani jediné kritérium z doplňkových testů. Pro graf průběhu \bar{X} opět platí stejné závěry jako v předešlém odstavci. Oba tyto grafy je vidět na Obrázek 34.

REGULAČNÍ DIAGRAM Me -s:

Rozbor grafu mediánu v podskupině Me , který je k nahlédnutí v Obrázek 35.

Tabulka 9 – Výsledky testu pro Me – 2. úloha

Test seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf znázorňující průběh mediánu Me svým průběhem potvrzuje hned první test, tedy, že jeden bod leží mimo regulační akční meze.

4.3 Úloha 3

Kontrola hlavního parametru válečku

Schéma postupu při řešení této úlohy:

Úkol:

U válečku bylo nutno uvěřit vnější největší průměr. Jeho hodnota je 18,8 mm. Toleranční pole má hodnotu k7, neboli se pohybuje v rozmezí od +0,001 mm až po +0,019 mm. Cílem bylo z naměřených hodnot vypracovat regulační diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s, \bar{M} -R a zjistit způsobilost procesu.

Pomůcky:

- 8 výběrů kovových válečků, každý výběr má 5 kusů
- sledovací dotykové měřidlo Marposs
- analogová ručičková obrazovka
- kovová sada délkových etalonů
- výběr z norem ČSN - ISO 8258, ISO 7870, ISO 7873, ISO7966

Postup:

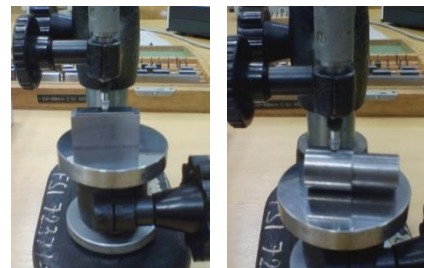
- 1) Kovové válečky byly rozděleny v 8 skupinách. Rozsah výběru byl 5 kusů.
- 2) Dotekové měřidlo bylo kalibrováno za pomoci kovového etalonu na hodnotu 18,8 mm. Tato hodnota byla brána jako nulová. Měřený vzorek se položil na broušenou kovovou základnu měřidla a pomalu se valil tak, aby se dotkl dotyku. Měřidlo prostřednictvím doteku zaznamenalo výchylku, která se zobrazila na obrazovce ve formě vychýlené ručičky. Ta se vychýlila buď na kladnou, nebo zápornou stranu. Použité nastavení u výstupu obrazovky bylo pro rozmezí $\pm 20\mu\text{m}$.



Obrázek 27 – Kovový váleček

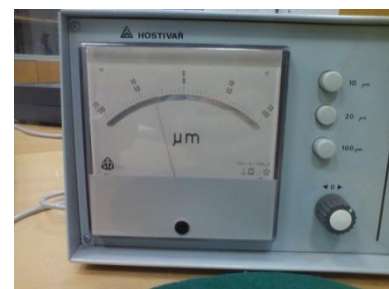


Obrázek 28 – Vybavení pracoviště



Obrázek 29 –
Kalibrace
měřidla

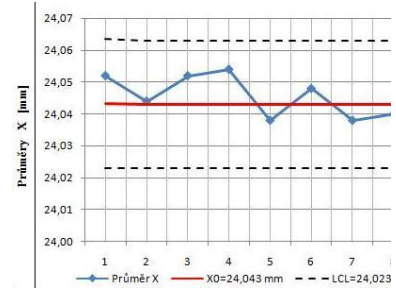
Obrázek 30 –
Vlastní měření



Obrázek 31 – Výstupní obrazovka

Postup:

3) Tyto hodnoty se dále zpracovávají ve formě regulačních diagramů. Na základě vizuálního zhodnocení průběhu diagramů dle osmi pravidel pro Shewhartovy diagramy byly učiněny příslušné závěry.



Obrázek 32 – Příklad výsledného diagramu

Tvorba regulačních diagramů na základě naměřených hodnot:

Prvním z vypracovaných pro tuto úlohu bude regulační diagram zobrazující průměrné hodnoty znaků v podskupině \bar{X} a dále rozpětí R v podskupinách naměřených hodnot.

Součinitele pro výpočet přímk regulačních diagramů jsou opět získány z tabulek pro rozsah podskupiny $n=5$.

Výpočty pro diagram \bar{X} -R:

K výpočtům jsou použity vzorce pro regulační meze Shewhartových regulačních diagramů měření.

Diagram \bar{X} -R

Výpočty pro graf průměru

Centrální přímka $\bar{\bar{X}}$, což je průměrná hodnota průměrů v podskupinách

$$\bar{\bar{X}} = \underline{\underline{18,8044 \text{ mm}}}$$

Horní regulační mez $UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R}$

$$UCL = 18,8044 + 0,577 \times 0,0056$$

$$UCL = \underline{\underline{18,8077 \text{ mm}}}$$

Dolní regulační mez $LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R}$

$$LCL = 18,8044 - 0,577 \times 0,0056$$

$$LCL = \underline{\underline{18,8012 \text{ mm}}}$$

Výpočty pro graf rozpětí

Centrální přímka $\bar{\bar{R}}$, což je průměrná hodnota rozpětí R v podskupinách

$$\bar{\bar{R}} = \underline{\underline{0,0056 \text{ mm}}}$$

Horní regulační mez $UCL_R = D_4 \times \bar{R}$

$$UCL_R = 2,114 \times 0,0056$$

$$UCL_R = \underline{\underline{0,0119 \text{ mm}}}$$

Dolní regulační mez $LCL_R = D_3 \times \bar{R}$

$$LCL_R = 0 \times 0,0056$$

$$LCL_R = \underline{\underline{0,000 \text{ mm}}}$$

Výpočty pro diagram \bar{X} -s:

Zde jsou výpočty pro regulační meze grafu směrodatné odchylky. Potřebné průměrné hodnoty znaku \bar{X} jsou spočítané v předešlé části podkapitoly.

Diagram \bar{X} -s

Horní regulační mez $UCL_s = B_4 \times \bar{s}$

$$UCL_s = 2,089 \times 0,0021$$

$$UCL_s = \underline{\underline{0,0043}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL_s = B_3 \times \bar{s}$

$$LCL_s = 0 \times 0,0021$$

$$LCL_s = \underline{\underline{0,0000}} \text{ mm}$$

Centrální přímka je rovna \bar{s} , tedy průměrné hodnotě výběrových směrodatných odchylek v podskupinách, a tedy: $\bar{s} = 0,0021 \text{ mm}$.

Výpočty pro diagram Me-R:

Níže popsané výpočty se věnují mezním hodnotám potřebným k sestrojení grafu mediánu. Výpočty pro rozpětí R jsou uvedeny výše ve výpočtech pro diagram \bar{X} -R.

Diagram Me-R

Horní regulační mez $UCL_{Me} = \bar{Me} + A_4 \times \bar{R}$

$$UCL_{Me} = 18,8043 + 0,69 \times 0,0056$$

$$UCL_{Me} = \underline{\underline{18,8081}} \text{ mm}$$

Dolní regulační mez $LCL_{Me} = \bar{Me} - A_4 \times \bar{R}$

$$LCL_{Me} = 18,8043 - 0,69 \times 0,0056$$

$$LCL_{Me} = \underline{\underline{18,8004}} \text{ mm}$$

Centrální přímka je rovna průměru mediánů podskupin, tedy $\bar{Me} = 18,8043 \text{ mm}$.

Výsledky vyhodnocení jednotlivých regulačních diagramů v úloze 3

Výpočet příslušných regulačních mezí pro diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s a Me-s:

1) Směrodatná odchylka $\pm\sigma$ od centrální přímky

$$\hat{\sigma} = \sigma_R = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,00565}{2,326} = \underline{\underline{\pm 0,0024}} \text{ mm}$$

2) Varovná mez $\pm 2\sigma$ od centrální přímky

$$\text{varovná mez} = \mp 2\sigma_R = \mp 2 \times 0,0024 = \underline{\underline{\mp 0,0048}} \text{ mm}$$

3) Akční meze jsou stejně jako v předešlých 2 úlohách vypočítány v úvodní části úlohy č. 3.

Na další stránce jsou výsledky osmi doplňkových testů pro interpretaci Shewhartových diagramů.

REGULAČNÍ DIAGRAM \bar{X} -R:

Podrobení grafického průběhu rozpětí R testům seskup. pro vymezení příčiny kolísání:

Tabulka 10 – Výsledky testu pro R – 3. úloha

Test seskupení pro vymezení příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ano ¹⁴⁷	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf na Obrázek 36 ukazující rozpětí R svým průběhem nenaznačuje přítomnost vymezených příčin kolísání, protože souhlasí s doplňkovým testem č. 4.

Tabulka 11 – Výsledky testu pro \bar{X} - 3. úloha

Test seskupení pro vymezení příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

U grafu průběhu průměru \bar{X} se potvrdilo v prvním testu to, že jeden bod leží mimo zónu A, tedy mimo regulační akční meze. Celý regulační diagram zobrazuje Obrázek 36.

REGULAČNÍ DIAGRAM \bar{X} -s:

Grafický průběh s, který je zřejmý z Obrázek 37, je vyhodnocen zde:

Tabulka 12 – Výsledky testu pro s – 3. úloha

Test seskupení pro vymezení příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ano ¹⁴⁸	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf průběhu výběrové směrodatné odchylky ve skupině splňuje 4. test, za předpokladu uvedeného v poznámce. Pro graf průběhu \bar{X} opět platí stejné závěry jako v předešlém odstavci. Regulační diagram je k nahlédnutí na: Obrázek 37

REGULAČNÍ DIAGRAM Me -s:

Tabulka 13 – Výsledky testu pro Me – 3. úloha

Test seskupení pro vymezení příčiny kolísání dle Shewharta								
Č. testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf znázorňující medián Me svým průběhem potvrzuje hned první test, tedy, že jeden bod leží mimo regulační akční meze. Celý diagram je na Obrázek 38.

¹⁴⁷ Graf rozpětí R splňuje podmínky 4. doplňkového testu za předpokladu, že místo požadovaných 14 bodů bude pro vyhodnocování průběhu nastavení procesu postačovat bodů 7.

¹⁴⁸ Stejný předpoklad, jako u poznámky výše.

5 Diskuze

Všechny tři úlohy řešené v této bakalářské práci vedly k poměrně zajímavým výsledkům, které by bylo jistě vhodné shrnout a okomentovat.

V **první úloze** bylo úkolem ověření největšího průměru $\varnothing 24_{-0,00}^{+0,03} mm$ na kovových vzorcích válcovitého stupňovitého tvaru. Měření bylo třikrát podrobena 12 výběrů o rozsahu 5 kusů. Výsledné Shewhartovy regulační diagramy byly podrobené testům seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání. Tyto testy ukázaly následující:

- Průběh grafu znázorňujícího rozpětí R nenaznačoval žádné abnormality této veličiny.
- Graf průběhu průměru \bar{X} , který byl vyhodnocován jako druhý v pořadí, potvrdil za určitých předpokladů, které byly v dané části bc. práce uvedeny v poznámce, podmínku 7. testu, tedy že 7 bodů v řadě za sebou leží v rozmezí $\pm\sigma$. To na první pohled vypadá ideálně, nicméně zdánlivě dokonalý průběh může v sobě nést pochybnosti. V první řadě může být výrobní proces nastaven opravdu korektně. Ve druhém případě však za dobrým výsledkem může stát špatně provedené měření, nebo dokonce snaha o „zneviditelnění“ možných problémů na výrobním zařízení.
- Diagram výběrové směrodatné odchylky ve skupině svým tvarem naznačuje stejný problém, jako v případě průměru \bar{X} .
- Graf mediánu je z hlediska testů seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání naprosto v pořádku.

Pokud se na základě výsledků měření, výpočtů a regulačních diagramů přihlédne k měřeným vzorkům, je možné diskutovat o výrobním procesu, při kterém se naměřené vzorky vyráběly. Na základě výše uvedených zjištění lze konstatovat, že vlastní výrobní proces je v zásadě regulovaný, ale dochází k drobným abnormalitám, či náznakům abnormalit. Měly by být provedeny další zpřesňující měření, následně diagnostikovány možné vymežitelné příčiny kolísání procesu. Mělo by samozřejmě dojít k vhodným nápravným opatřením.

Ve druhé úloze byla ověřována vybraná série vzorků. Konkrétně se jednalo o měření vnějšího „funkčního“ průměru jehliček do ložisek. Měřilo se 11 výběrů, přičemž rozsah každého z nich byl 5 kusů. Měření se opakovalo třikrát. Měření, výpočty a sestavené regulační diagramy přinesly tato zjištění:

- Graf rozpětí R nepřinesl žádné informace ohledně možných abnormalit.

- Průběh grafu průměru \bar{X} vykazuje hned dva náznaky možných vymežitelných příčin kolísání. V první řadě jeden bod leží mimo akční regulační meze. Druhou skutečností je fakt, že dva ze tří bodů grafu leží v zóně vymezené varovnými a akčními mezemi. Jsou splněna hned dvě kritéria z osmi možných testových případů.
- Grafické znázornění výběrové směrodatné odchylky ve skupině nenaznačuje odchylku od normálu.
- V případě průběhu hodnot mediánu byla potvrzena jen jedna abnormalita. Konkrétně se jedná o splnění testu č. 1, tedy že jedna z hodnot je mimo akční meze diagramu.

V závěru vyhodnocení získaných výsledků ve druhé řešené úloze lze konstatovat, že existuje poměrně vysoká pravděpodobnost přítomnosti vymežitelných příčin kolísání. V případě hodnot mimo akční meze u průměru \bar{X} a mediánu Me jsou na místě možné obavy ohledně nastavení parametrů výrobního procesu. Pro obavy je důvod, zvláště proto, že jakékoliv výkyvy a odchylky u funkčního průměru jehel do ložisek mají fatální vliv na životnost celého ložiska. Mohlo by se dokonce polemizovat o možném zvýšení poruchovosti zařízení, ve kterém budou ložiska s těmito jehličkami instalována či dokonce o možnosti ohrožení případné obsluhy tohoto zařízení na zdraví. Proces by měl zcela určitě být podroben dalšímu zkoumání.

Třetí, poslední úloha spočívala v kontrole největšího vnějšího průměru válečku. Hodnota průměru je 18,8 mm, přičemž toleranční pole je k7. Měření bylo provedeno na 8 výběrech s tím, že každý výběr měl rozsah 5 vzorků. Každý vzorek se měřil třikrát. Na základě získaných výsledků vzešlých z testů regulačních diagramů se došlo k následujícím závěrům:

- Graf rozpětí R potvrzuje za určitých podmínek popsaných v dané části bc. práce jednu abnormalitu, a sice stav daný testem číslo 4., že 8 bodů kolísá v řadě za sebou pravidelně nahoru a dolů. To může znamenat přítomnost vymežitelných příčin kolísání.
- Grafický průběh průměru \bar{X} byl vyhodnocen jen s jednou abnormalitou, kterou je jeden bod ležící mimo regulační akční meze. To může naznačovat problémy v nastavení výrobního procesu, které by měly být odhaleny případnou další analýzou.
- Z průběhu výběrové směrodatné odchylky ve skupině je patrný stejný jev, jak tomu je u výše zmíněného průběhu rozpětí R . 8 bodů za sebou kolísá pravidelně nahoru a dolů.

- V regulačním diagramu mediánu se projevil jev popsáný v testu 1, tedy že jeden bod leží mimo akční regulační meze.

Z tvaru regulačních diagramů v úloze č. 3 vyplývají podobnosti jednak mezi grafem průměru \bar{X} a mediánem Me a dále podobnost mezi grafy rozpětí R a výběrovou směrodatnou odchylkou ve skupině s . Podobnosti nejsou jen tvarové, ale shodují se i ve výsledcích doplňkových testů. To vše vede k závěru, že proces výroby kovových válečků zcela jistě obsahuje vymežitelné příčiny kolísání. Ty by měly být vhodným způsobem diagnostikovány a opraveny.

Závěry, ke kterým se vyřešením daných úloh došlo, nejsou konečné. Je to způsobeno tím, že nedávají jen odpovědi, ale ponechávají i prostor pro otázky. Pro přesnější a spolehlivější výsledky by bylo třeba mít k dispozici větší počet skupin vzorků. Nedostatečnou vzorkovou základnu bylo nutné vykompenzovat vícenásobným měřením, konkrétně trojnásobným.

V každé z úloh zde řešených bylo k měření užito rozdílných měřících pomůcek a postupů. (měření mikrometrem, digitálním délkoměrem, digitálním dotykem) Bylo by jistě zajímavé tyto tři uvedené způsoby aplikovat v každé úloze. Zřejmě by to však vedlo k enormnímu růstu obsahu této bakalářské práce a též by se to podepsalo na snížení celkové přehlednosti.

Bylo by dobré v rámci diskuze a vlastně už i v jejím závěru zmínit, že použité metody měření, výpočtů a tvorby regulačních diagramů zde použité, či nastíněné, nemají jen teoretický, ale především i praktický význam. Praktický v tom smyslu, že jsou použitelné a používány v průmyslu, zejména strojírenství. Na rozdíl od této práce je lze aplikovat za pomoci nejrůznějších statistických programů, které automaticky provedou požadované výpočty a vykreslení diagramů. Princip však zůstává stejný, nebo velmi podobný. Jsou vybudovány na stejných základech, jako jsou i ty, užité v této práci.

Závěr

Jak již bylo naznačeno v samotném úvodu, termín kvalita je historicky spjat s lidstvem už od jeho samotných počátků, doprovázel ho všemi epochami od pravěku přes starověk, středověk až po náš novověk. Je i dnes stále aktuální a bude tomu tak i nadále.

Téma této bakalářské práce zní „Metody a nástroje managementu kvality.“ Co se však za ním skrývá? Na tuto otázku začala podávat odpověď už první kapitola **teoretické části**, mající za cíl plně a srozumitelně vysvětlit pojem kvality nejen z výše nastíněného pohledu historie, který je už sám o sobě velmi zajímavý, ale především terminologicky. K tomu dospívá podkapitola 1.2, ve které nabývá tento termín jasných obrysů v podobě vysvětlení kvality výrobku, kvality služby a kvality procesu. Kvalita je tedy, jak bylo v této práci řečeno dle univerzální definice z normy ISO 9000: „Stupeň splnění požadavků souborem inherentních znaků.“ I přes tuto definici je snaha posunou hranici vysvětlení zde tak často skloňovaného pojmu dál, aby byl srozumitelný každému, kdo o téma projeví zájem.

Dalším z cílů bylo zodpovězení otázky: „Jaké jsou hlavní činnosti řízení kvality ve výrobním procesu?“ V rámci reakce na takto položený dotaz bylo třeba samotný výrobní proces vhodně rozdělit do základních etap. To je provedeno v kapitole 2. Výsledkem je rozklad obecného výrobního procesu na předvýrobní fázi, dále vlastní výrobu a nakonec činnosti údržby a expedice.

Předvýrobní fáze vyžaduje aplikování prvků pro řízení kvality v činnostech, kterými jsou především v samotném počátku korektní technické informace. Z pohledu kvality musí být zasahováno i do dalších činností jako plánování výroby a prodeje, plánování základních částí produktu a návrh jejich zpracování a konečně samotné přípravy na prodej a servis.

Samotný proces výroby lze dělit do dvou základních fází a sice: za prvé zahájení výroby, za druhé vlastní normální výroba.

V závěru celého výrobního procesu následuje údržba a expedice. Spolu se zahájením výroby i zde taktéž vyplývá nutná potřeba řízení kvality, která se v konečném důsledku prolíná od počátku idey samotného výrobního procesu až po konečný výsledný produkt.

Třetí část této práce se zabývá zpracováním dotazu, který byl položen takto: „Jaké nástroje a metody řízení kvality se používají v praxi?“ Aby bylo možné cíleně

zodpovědět takto rozsáhlé téma, nešlo se vyhnout jeho „rozparcelování“. Výsledkem jsou podkapitoly 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 a 3.5. V nich zaznívají pojmy počínající tématem sedmi nástrojů řízení kvality a taktéž managementu, dále potřeby brainstormingu, metody PDCA, FMEA, QFD, hodnotových a stromových analýz, metody Poka-Yoke a DOE a analýz spolehlivosti. Nejsou opomenuty ani metody určené pro monitoring a zlepšování procesů. Jsou to statistická přejímka a regulace a analýza způsobilosti. Je zmíněna i potřeba hodnocení kvality, k čemuž slouží spotřebitelské testy a benchmarking. V závěru této na informace bohaté kapitoly padne zmínka o rozdílnostech v japonském a tzv. západním přístupu k řízení kvality.

Prvními třemi kapitolami jsou tak shrnuty cíle, vytyčené v úvodu pro teoretickou část bakalářské práce.

V **praktické části** se těžiště práce přenáší od teorie směrem k názornému použití vybraných nástrojů managementu kvality v konkrétních úlohách. Záměrně byla zvolena aplikace Shewhartových regulačních diagramů, neboť tato problematika je nejen ve výrobní praxi, konkrétně strojním, automobilovém a leteckém průmyslu, velmi frekventovaná, ale též i zajímavá, názorná a z ní vyplývající závěry mají vypovídající hodnotu. Nyní je třeba se zaměřit na výsledky jednotlivých úloh.

První úloha by se dala shrnout následujícími fakty:

- Grafy znázorňující rozpětí a medián nevykazovaly jakékoliv odchylky od normálu.
- Oproti tomu grafy průměru \bar{X} a výběrové směrodatné odchylky ve skupině s naznačovaly možnou přítomnost vymezených příčin kolísání. Odchylky však nebyly zásadní a týkaly se u obou veličin jen jednoho testu, konkrétně případu č. 1.

Druhá úloha je charakterizována těmito body:

- Grafy vynesené pro rozpětí R a výběrovou směrodatnou odchylku ve skupině s byly z pohledu testů seskupení, kterými prošly, v pořádku.
- Graficky znázorněný průběh průměru \bar{X} ve dvou bodech potvrdil případy uvedené v testech.
- Diagram mediánu Me v jednom případě vybočoval z normálu.

Pro **třetí úlohu** platí:

- Všechny zakreslené veličiny, tedy \bar{X} , R , Me a s ve tvarech svých grafů potvrdily vždy jeden bod v testu seskupení pro vymezené příčiny kolísání.

Pokud by se měly celkově shrnout všechny tři měřené úlohy, výsledkem bude, že:

- Výrobní proces, v němž byly vyrobeny měřené vzorky pro **první úlohu**, v zásadě nevykazuje žádné větší problémy ve svém nastavení. O vymežitelných příčinách kolísání lze jen spekulovat. Další měření za účasti většího rozsahu vzorků by mohla přinést určitější výsledky.
- Výrobní procesy, při nichž byly získány vzorky pro **druhou a třetí úlohu** víc než jen naznačují možné problémy v jejich celkovém nastavení. Dle názoru jsou zde vymežitelné příčiny kolísání přítomny. Je nutné provést další opakovaná měření a zaměřit se na tyto procesy mnohem detailněji.

Na úplném konci vyhodnocení všech tří úloh, založeném na zpracování naměřených hodnot, výpočtech a vytvořené grafice, je bohužel nutné konstatovat, že **ani jeden zkoumaný proces nenaplnil optimistickou hypotézu**, danou v úvodu této práce. Hypotéza říká, že výsledky úloh budou z pohledu kvality, jejího řízení či vlivu na proces nebo produkt zcela v normě. Nejvíce se jí přiblížil proces pro produkci vzorků zkoumaných v úloze číslo jedna. I ten však způsobuje pochybnosti.

V úplném závěru by bylo vhodné sdělit, že tato bakalářská práce nemá jen jedno těžiště, které leží v zpracování zadaného tématu. Druhým pomyslným těžištěm může být možný přínos pro případné čtenáře, kteří chtějí získat zběžný až hlubší přehled v tematice kvality a způsobů jejího řízení, stejně jako tomu je u autora této práce. Tematika kvality je velmi zajímavá a má význam nejen v průmyslu, ale především i určitý přesah do osobního života.

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých českých knižních zdrojů

NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. vyd. (doplněné). Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6.

PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.

VEBER, Jaromír et al. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006, 358 s., vdi s. barev. obr. příl. ISBN 80-726-1146-1.

VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4.

Seznam použitých zahraničních zdrojů

IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, vi, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.

MIZUNO, Shigeru. *Řízení jakosti*. Praha: Victoria Publishing, [1993]., 301 s. ISBN 80-856-0538-4.

Seznam použitých internetových zdrojů

API, Dům kvality. *API: Academy of Productivity and Innovations* [online]. 2015 [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68408.qfd/>

BURIETA, Ján. Afinitní diagram. *IPA: More Than Expected* [online]. 2007 [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/afinitni-diagram>

BURIETA, Ján. Reláčnický diagram. *IPA: More Than Expected* [online]. 2007 [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/relacni-diagram>

BURIETA, Ján. Stromový diagram. *IPA: More Than Expected* [online]. 2007 [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stromovy-diagram>

HORÁLEK, Vratislav. *MM Průmyslové spektrum: Statistické metody pro management jakosti* [online]. Praha: Vogel Publishing, 2005, roč. 9, č. 6 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/statisticke-metody-pro-management-jakosti.html>

LÉVAY, Radek. *Ikvalita.cz: portál pro kvalitáře*. [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/kontakt.php>

SHORTY, Bruce. Vývojový diagram. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vývojový_diagram

STATSOFT S.R.O. Paretova analýza. *StatSoft CR s.r.o.: Komplexní analytické a reportovací řešení* [online]. 2015 [cit. 2015-05-29].
Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2013_05_07_StatSoft_Paretuv_graf.pdf

STOFIRA, Karol. Rozhodovací diagram. *Kvalita produkcie* [online]. 2011 [cit. 2015-05-29].
Dostupné z: <http://www.kvalitaprodukcie.info/rozhodovaci-diagram/>

ŠILHÁNEK, Jiří a Tomáš HOMOLKA. Síťové diagramy. *Http://jurajj.wz.cz* [online]. Brno, 2005 [cit. 2015-05-29]. Dostupné z:
http://jurajj.wz.cz/SitoveDiagramy_GanttovyDiagramy_PERT.pdf

ULDRICH, Miloš. *Pokročilá kontrola kvality ve výrobním podniku: IT Systems* [online]. Brno: CCB s.r.o, 2012, roč. 14, 7-8 [cit. 2015-03-31]. ISSN 1802-002x. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/statsoft_analyza_dat.pdf

Bakalářské a diplomové práce

STANĚK, Miroslav. *Řízení jakosti ve zvoleném výrobním podniku* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z:
<https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/5314/Miroslav%20Stanek%20-%20Diplomova%20prace.pdf?sequence=1>. Diplomová práce. ZČU v Plzni, Fakulta ekonomická, Katedra financí a účetnictví. Vedoucí práce Dr. Jiří Hofman.

Ostatní zdroje

ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*. 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.

KRNÁČOVÁ, Paulína. *Implementation process of quality costs system in a company*. Praha: Oeconomica, 2010, 18 s. ISBN 978-80-245-1732-2.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 – PŘÍKLAD KONTROLNÍ TABULKY.....	- 13 -
OBRÁZEK 2 – DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ	- 13 -
OBRÁZEK 3 – VÝVOJOVÝ DIAGRAM.....	- 15 -
OBRÁZEK 4 – HISTOGRAM.....	- 15 -
OBRÁZEK 5 – REGULAČNÍ DIAGRAM	- 17 -
OBRÁZEK 6 – PARETŮV DIAGRAM, PŘÍKLAD UŽITÍ	- 18 -
OBRÁZEK 7 – DIAGRAM AFINITY	- 22 -
OBRÁZEK 8 – RELAČNÍ DIAGRAM	- 23 -
OBRÁZEK 9 – STROMOVÝ DIAGRAM	- 24 -
OBRÁZEK 10 – ROZHODOVACÍ DIAGRAM.....	- 25 -
OBRÁZEK 11 – MATICOVÝ DIAGRAM – DŮM KVALITY.....	- 26 -
OBRÁZEK 12 – SÍŤOVÝ DIAGRAM	- 27 -
OBRÁZEK 13 – NÁKRES VÁLEČKU	- 47 -
OBRÁZEK 14 – MĚŘENÝ VZOREK.....	- 47 -
OBRÁZEK 15 – TŘMEN. MIKROMETR A VZORKY.....	- 47 -
OBRÁZEK 16 – SEŘAZENÉ VZORKY.....	- 48 -
OBRÁZEK 17 – UPNUTÝ TŘMENOVÝ MIKROMETR	- 48 -
OBRÁZEK 18 – PŘÍKLAD REGULAČNÍHO DIAGRAMU.....	- 48 -
OBRÁZEK 19 – REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ PRŮMĚR V PODSKUPINĚ A ROZPĚTÍ V PODSKUPINĚ 1. ÚLOHA.....	- 54 -
OBRÁZEK 20– REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ PRŮMĚR V PODSKUPINĚ A VÝBĚROVOU SMĚRODATNOU ODCHYLKU v PODSKUPINĚ 1. ÚLOHA.....	- 55 -
OBRÁZEK 21– REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ MEDIÁN V PODSKUPINĚ A ROZPĚTÍ V PODSKUPINĚ 1. ÚLOHA.....	- 56 -
OBRÁZEK 22 – PRACOVNÍŠTĚ DÉLKOMĚRU	- 57 -
OBRÁZEK 23 – VÝSTUP MĚŘ. HODNOT.....	- 57 -
OBRÁZEK 24 – MĚŘENÉ VZORKY S ČÍSLEM VÝBĚRU	- 57 -
OBRÁZEK 25 – PRŮBĚH MĚŘENÍ	- 57 -
OBRÁZEK 26 – PŘÍKLAD REGULAČNÍHO DIAGRAMU.....	- 58 -
OBRÁZEK 27 – KOVOVÝ VÁLEČEK	- 61 -
OBRÁZEK 28 – VYBAVENÍ PRACOVNÍŠTĚ	- 61 -
OBRÁZEK 29 – KALIBRACE MĚŘIDLA	- 61 -
OBRÁZEK 30 – VLASTNÍ MĚŘENÍ.....	- 61 -
OBRÁZEK 31 – VÝSTUPNÍ OBRAZOVKA	- 61 -
OBRÁZEK 32 – PŘÍKLAD VÝSLEDNÉHO DIAGRAMU	- 62 -

OBRÁZEK 33 – REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ PRŮMĚR V PODSKUPINĚ A ROZPĚTÍ V PODSKUPINĚ 2. ÚLOHA	- 77 -
OBRÁZEK 34– REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ PRŮMĚR V PODSKUPINĚ A VÝBĚROVOU SMĚRODATNOU ODCHYLKU V PODSKUPINĚ 2. ÚLOHA	- 78 -
OBRÁZEK 35– REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ MEDIÁN V PODSKUPINĚ A ROZPĚTÍ V PODSKUPINĚ 2. ÚLOHA.....	- 79 -
OBRÁZEK 36– REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ PRŮMĚR V PODSKUPINĚ A ROZPĚTÍ V PODSKUPINĚ 3. ÚLOHA	- 80 -
OBRÁZEK 37– REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ PRŮMĚR V PODSKUPINĚ A VÝBĚROVOU SMĚRODATNOU ODCHYLKU V PODSKUPINĚ 3. ÚLOHA	- 81 -
OBRÁZEK 38– REGULAČNÍ DIAGRAM ZOBRAZUJÍCÍ MEDIÁN V PODSKUPINĚ A ROZPĚTÍ V PODSKUPINĚ 3. ÚLOHA.....	- 82 -

Seznam tabulek

TABULKA 1 – SOUČINITELE PRO VÝPOČET PŘÍMEK REGULAČNÍCH DIAGRAMŮ PRO ROZSAH PODSKUPINY N=5	- 49 -
TABULKA 2- VÝSLEDKY TESTU PRO R – 1. ÚLOHA	- 52 -
TABULKA 3 – VÝSLEDKY TESTU PRO \bar{X} - 1. ÚLOHA	- 53 -
TABULKA 4 – VÝSLEDKY TESTU PRO S – 1. ÚLOHA.....	- 53 -
TABULKA 5 – VÝSLEDKY TESTU PRO ME – 1. ÚLOHA	- 53 -
TABULKA 6 – VÝSLEDKY TESTU PRO R – 2. ÚLOHA.....	- 60 -
TABULKA 7 – VÝSLEDKY TESTU PRO \bar{X} - 2. ÚLOHA	- 60 -
TABULKA 8 – VÝSLEDKY TESTU PRO S – 2. ÚLOHA.....	- 60 -
TABULKA 9 – VÝSLEDKY TESTU PRO ME – 2. ÚLOHA	- 60 -
TABULKA 10 – VÝSLEDKY TESTU PRO R – 3. ÚLOHA	- 64 -
TABULKA 11 – VÝSLEDKY TESTU PRO \bar{X} - 3. ÚLOHA	- 64 -
TABULKA 12 – VÝSLEDKY TESTU PRO S – 3. ÚLOHA.....	- 64 -
TABULKA 13 – VÝSLEDKY TESTU PRO ME – 3. ÚLOHA	- 64 -
TABULKA 14 – NAMĚŘENÉ HODNOTY VNĚJŠÍHO PRŮMĚRU ČEPY 24 + 0,00 + 0,03	- 75 -
TABULKA 15 – NAMĚŘENÉ HODNOTY VNĚJŠÍCH PRŮMĚRŮ JEHEL DO LOŽISEK, ROZMĚR 3,53 JS7	- 75 -
TABULKA 16 – NAMĚŘENÉ HODNOTY VNĚJŠÍCH PRŮMĚRŮ VÁLEČKŮ, ROZMĚR 18,8 K7	- 76 -

Přílohy

Naměřené hodnoty

Úloha číslo 1

Tabulka 14 – Naměřené hodnoty vnějšího průměru čepu $24^{+0,03}_{+0,00}$

1. měření [mm]													
č. skupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
číslo vzorku	1	24,05	24,05	24,04	24,05	24,03	24,03	24,03	24,02	24,00	24,05	24,04	24,03
	2	24,04	24,05	24,07	24,05	24,03	24,05	24,05	24,05	24,01	24,07	24,05	24,04
	3	24,06	24,04	24,05	24,07	24,03	24,04	24,04	24,05	24,06	24,04	24,05	24,06
	4	24,05	24,06	24,05	24,04	24,05	24,07	24,05	24,05	24,04	24,05	24,01	24,05
	5	24,06	24,02	24,05	24,06	24,05	24,05	24,02	24,03	24,02	24,03	24,00	24,06
2. měření [mm]													
č. skupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
číslo vzorku	1	24,06	24,05	24,05	24,04	24,04	24,04	24,04	24,03	24,01	24,05	24,05	24,02
	2	24,05	24,05	24,05	24,04	24,02	24,06	24,05	24,05	24,03	24,05	24,03	24,05
	3	24,06	24,05	24,06	24,05	24,02	24,04	24,03	24,04	24,05	24,03	24,02	24,06
	4	24,05	24,07	24,06	24,03	24,03	24,07	24,06	24,05	24,04	24,06	24,02	24,06
	5	24,04	24,03	24,03	24,06	24,04	24,05	24,02	24,04	24,04	24,03	24,02	24,04
3. měření [mm]													
č. skupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
číslo vzorku	1	24,05	24,05	24,05	24,04	24,04	24,02	24,02	24,02	24,01	24,05	24,05	24,02
	2	24,05	24,04	24,05	24,04	24,06	24,04	24,04	24,04	24,01	24,05	24,03	24,05
	3	24,06	24,05	24,05	24,06	24,03	24,04	24,04	24,03	24,05	24,03	24,03	24,06
	4	24,05	24,05	24,06	24,05	24,03	24,06	24,06	24,04	24,05	24,05	24,03	24,05
	5	24,04	24,02	24,02	24,06	24,05	24,00	24,03	24,04	24,03	24,01	24,01	24,05

Úloha číslo 2

Tabulka 15 – Naměřené hodnoty vnějších průměrů jehel do ložisek, rozměr 3,53 js7

1. měření [mm]												
č. skupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
číslo vzorku	1	3,533	3,534	3,533	3,536	3,534	3,532	3,533	3,534	3,533	3,535	3,534
	2	3,534	3,537	3,535	3,534	3,535	3,533	3,533	3,535	3,538	3,534	3,536
	3	3,532	3,533	3,538	3,534	3,534	3,531	3,533	3,541	3,534	3,535	3,535
	4	3,535	3,535	3,538	3,534	3,534	3,531	3,532	3,534	3,535	3,535	3,536
	5	3,533	3,532	3,537	3,535	3,532	3,532	3,534	3,534	3,534	3,537	3,534
2. měření [mm]												
č. skupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
číslo vzorku	1	3,537	3,535	3,534	3,535	3,534	3,532	3,532	3,535	3,533	3,534	3,536
	2	3,535	3,534	3,535	3,535	3,532	3,533	3,534	3,535	3,535	3,534	3,535
	3	3,535	3,534	3,537	3,536	3,532	3,532	3,535	3,538	3,535	3,536	3,537
	4	3,534	3,534	3,536	3,535	3,534	3,531	3,534	3,534	3,536	3,536	3,537
	5	3,533	3,532	3,536	3,535	3,532	3,531	3,536	3,534	3,534	3,535	3,535
3. měření [mm]												
č. skupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
číslo vzorku	1	3,534	3,534	3,535	3,537	3,533	3,533	3,531	3,534	3,533	3,534	3,535
	2	3,536	3,535	3,535	3,535	3,533	3,532	3,536	3,535	3,538	3,534	3,537
	3	3,533	3,534	3,535	3,534	3,533	3,532	3,534	3,537	3,535	3,535	3,537
	4	3,534	3,534	3,535	3,534	3,533	3,532	3,532	3,536	3,536	3,535	3,537
	5	3,533	3,533	3,536	3,534	3,536	3,532	3,534	3,534	3,535	3,535	3,534

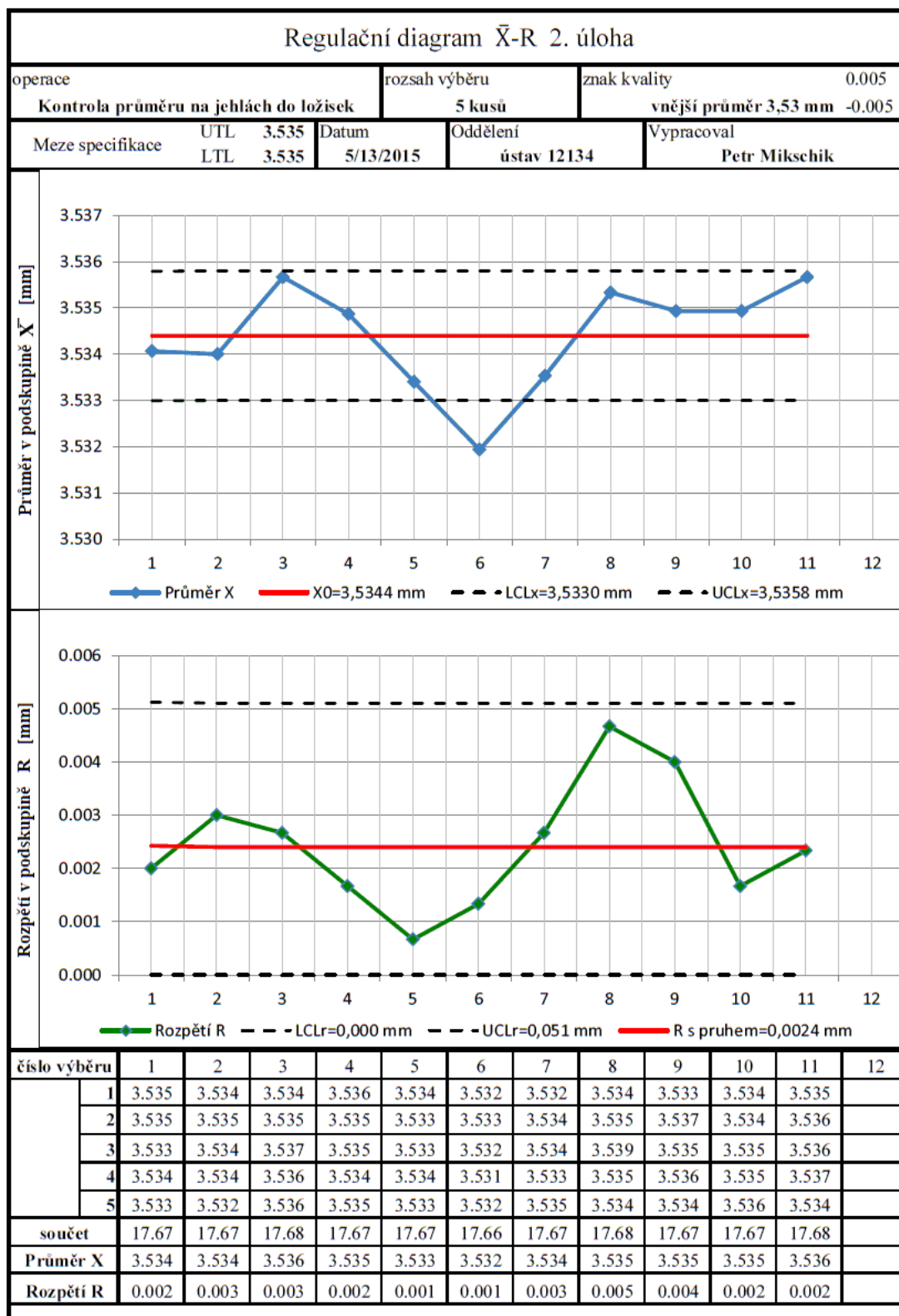
Úloha číslo 3

Tabulka 16 – Naměřené hodnoty vnějších průměrů válečků, rozměr 18,8 k7

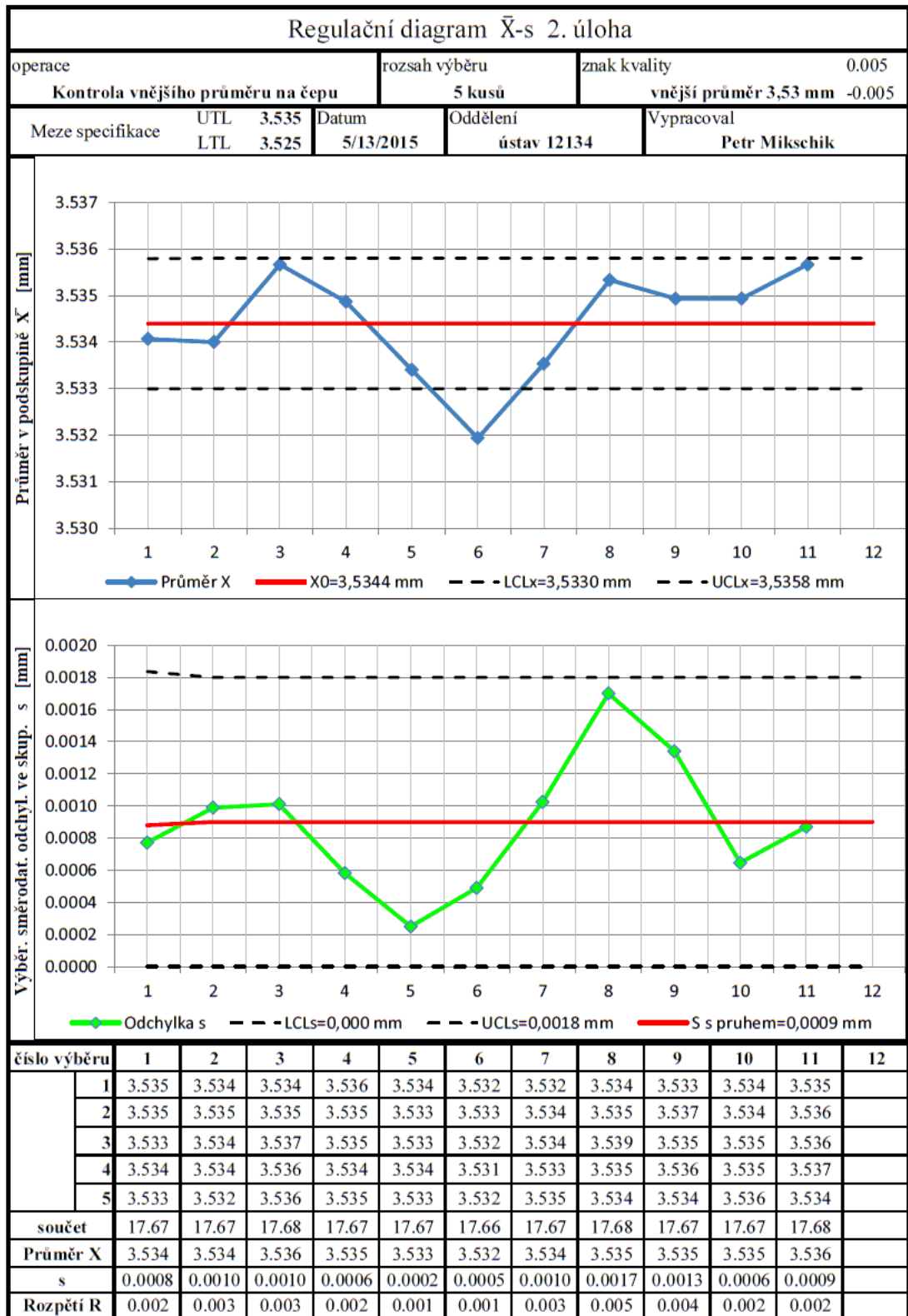
1. měření [mm]									
č. skupiny	1	2	3	4	5	6	7	8	
číslo vzorku	1	18,8070	18,8020	18,8040	18,8080	18,8020	18,8100	18,8020	18,8000
	2	18,8100	18,8000	18,8020	18,8070	18,8080	18,8007	18,8010	18,8006
	3	18,8080	18,8020	18,8000	18,8100	18,8070	18,8090	18,8009	18,8040
	4	18,8130	18,8010	18,8030	18,8007	18,8060	18,8090	18,8020	18,8020
	5	18,8060	18,8060	18,8090	18,8005	18,8090	18,8190	18,8010	18,8000
2. měření [mm]									
č. skupiny	1	2	3	4	5	6	7	8	
číslo vzorku	1	18,805	18,801	18,806	18,808	18,804	18,801	18,809	18,801
	2	18,809	18,800	18,808	18,802	18,800	18,801	18,805	18,802
	3	18,806	18,802	18,803	18,801	18,804	18,802	18,804	18,801
	4	18,809	18,800	18,802	18,801	18,805	18,813	18,804	18,804
	5	18,801	18,804	18,802	18,801	18,802	18,811	18,802	18,805
3. měření [mm]									
č. skupiny	1	2	3	4	5	6	7	8	
číslo vzorku	1	18,8080	18,8020	18,8020	18,8130	18,8030	18,8000	18,8010	18,8000
	2	18,8110	18,8010	18,8010	18,8080	18,8020	18,8080	18,8030	18,8040
	3	18,8110	18,8009	18,8020	18,8008	18,8170	18,8090	18,8030	18,8010
	4	18,8110	18,8009	18,8080	18,8000	18,8040	18,8100	18,8009	18,8060
	5	18,8100	18,8100	18,8010	18,8020	18,8060	18,8060	18,8009	18,8009

Regulační diagramy

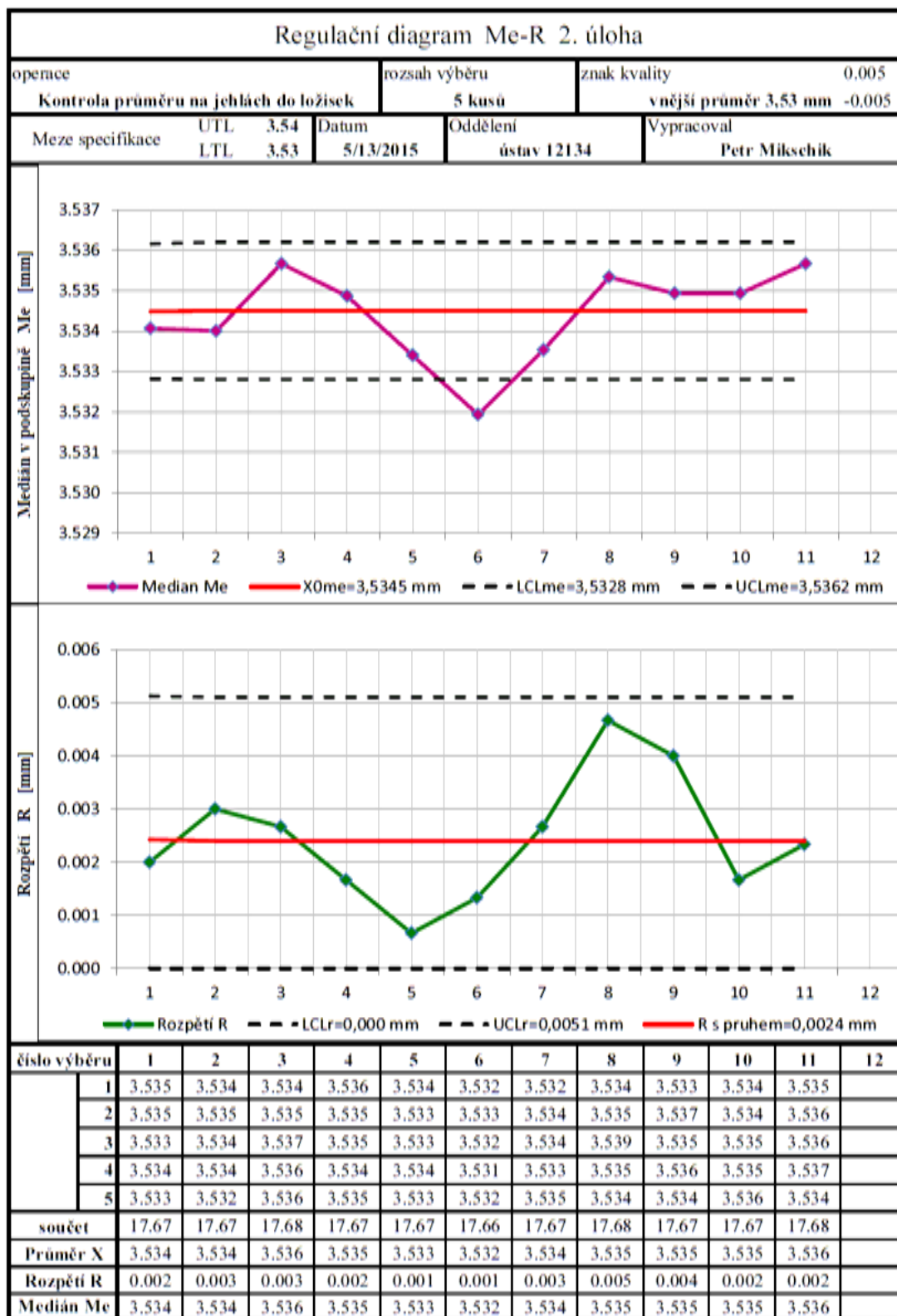
Úloha číslo 2



Obrázek 33 – Regulační diagram zobrazující průměr v podskupině a rozpětí v podskupině 2. úloha

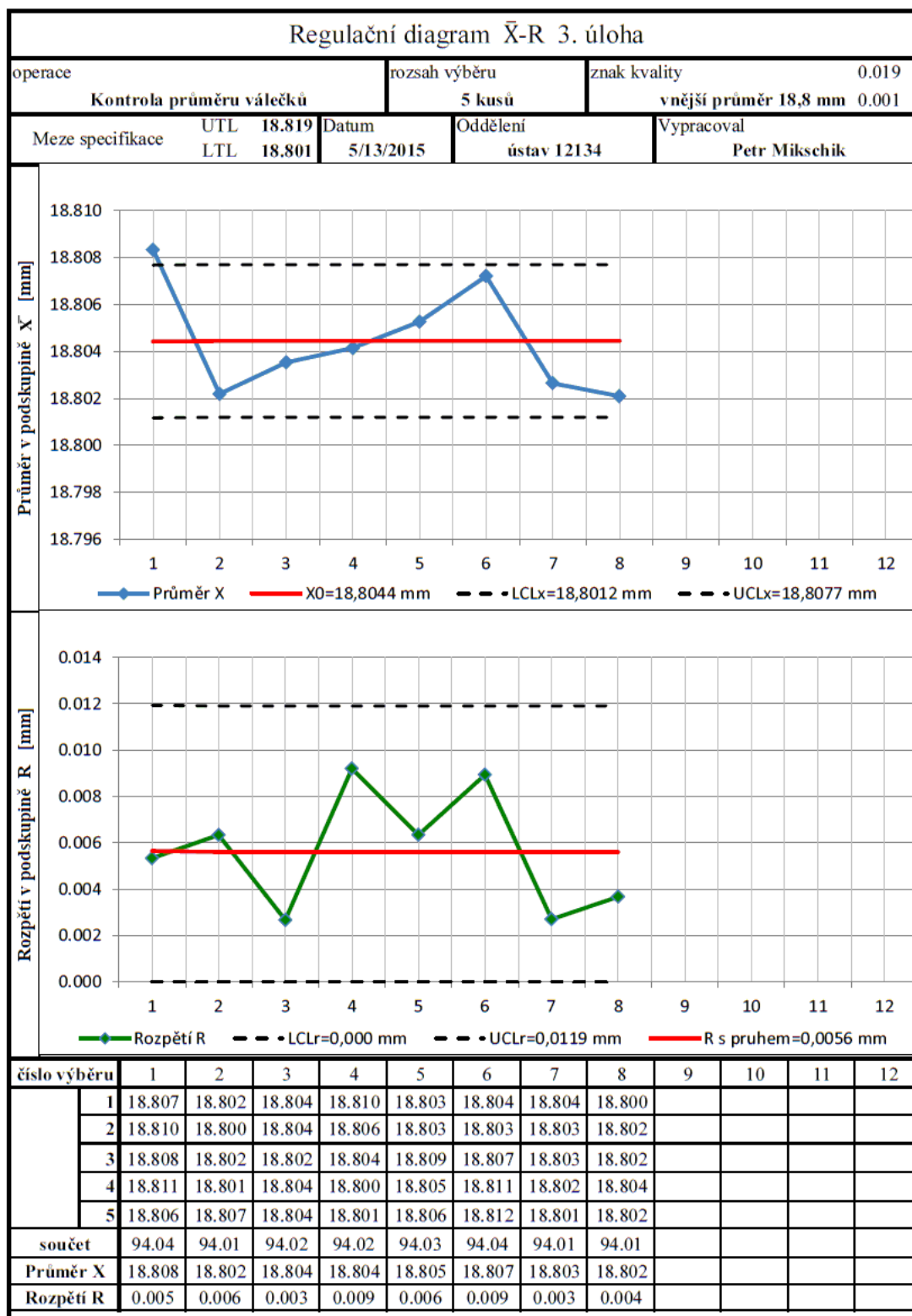


Obrázek 34– Regulační diagram zobrazující průměr v podskupině a výběrovou směrodatnou odchylku v podskupině 2. úloha



Obrázek 35– Regulační diagram zobrazující medián v podskupině a rozpětí v podskupině 2. úloha

Úloha číslo 3



Obrázek 36– Regulační diagram zobrazující průměr v podskupině a rozpětí v podskupině 3. úloha



Obrázek 37– Regulační diagram zobrazující průměr v podskupině a výběrovou směrodatnou odchylku v podskupině 3. úloha



Obrázek 38– Regulační diagram zobrazující medián v podskupině a rozpětí v podskupině 3. Úloha

BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE

Jméno autora: Petr Mikschik

Obor: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Forma studia: kombinované studium

Název práce: Metody a nástroje managementu kvality

Rok: 2015

Počet stran textu: 92

Celkový počet stran příloh: 8

Počet titulů českých použitých zdrojů: 6

Počet titulů zahraničních použitých zdrojů: 2

Počet internetových zdrojů: 11

Ostatní zdroje: 1

Vedoucí práce: Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.