

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení nástrojů kontroly kvality produkce

Evaluation of Quality Production Control Tools

2023

Monika Blažková

Studijní program: Ekonomika a management

Vedoucí práce: Ing. Jiří Zmatlík, Ph.D.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Blažková** Jméno: **Monika** Osobní číslo: **499790**
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**
Zadávající katedra/ústav: **Institut manažerských studií**
Studijní program: **Ekonomika a management**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Hodnocení nástrojů kontroly kvality produkce

Název bakalářské práce anglicky:

Evaluation of Quality Production Control Tools

Pokyny pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je určení vhodnosti nástrojů hodnotících kvalitu produktů. Rešeršní část bakalářské práce je zaměřena na statistické nástroje kvality a jejich využívání v praktických aplikacích. Aplikační část bakalářské práce se zabývá vlastní nasazením nástrojů kvality na vybrané praktické problémy.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Mykiska, A. – Chmelík, V. – Matušů, M. Řízení a zabezpečování jakosti. ČVUT Praha, 1998
- [2] Nenadál, J – Noskiewičová, D. – Petříková, R – Plura, J. – Tošenovský, J. Moderní systémy řízení jakosti. Management Press, 1998
- [3] Nenadál, J. Měření v systémech managementu jakosti. Management press, 2001
- [4] Normy managementu jakosti ČSN EN ISO 9000: 2000. Český normalizační institut, 2000
- [5] Piskáček, B. – Kašová, V. – Zmatlík, J. Řízení jakosti. ČVUT Praha, 2001
- [6] Plura, J. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Computer Press, 2001

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jiří Zmatlík, Ph.D. Masarykův ústav vyšších studií ČVUT v Praze

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **09.12.2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **27.04.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Jiří Zmatlík, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Dagmar Skokanová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna 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.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

BLAŽKOVÁ, MONIKA. *Hodnocení nástrojů kontroly kvality produkce*. Praha: ČVUT 2023.
Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval(a) a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 20. 04. 2023

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Jiřímu Zmatlíkovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se snaží obsáhnout pojem "kvalita" a jeho význam, který se objevuje v celém rozsahu práce.

Úvod teoretické části bakalářské práce stručně pojednává o historii a základní terminologii daného tématu. Následuje část popisující postupné kroky metod a hlavní činnosti řízení kvality ve výrobním procesu. V další části jsou podrobně rozebrány různé nástroje a metody používané pro dosažení, řízení a ovlivňování kvality v průmyslové výrobě.

Praktická část této práce aplikuje vybrané nástroje managementu kvality na konkrétní úlohy a hodnotí výsledky numericky a graficky. Získané poznatky jsou poté okomentovány a diskutovány.

Klíčová slova

Kvalita, kontrola jakosti, nástroje kontroly kvality, quality management, metody řízení jakosti, výrobní podnik.

Abstract

This bachelor's thesis aims to cover the concept of "quality" and its meaning, which is present throughout the entirety of the work.

The theoretical introduction briefly discusses the history and basic terminology of the topic, followed by a section describing the step-by-step methods and main activities of quality management in the production process. Another section analyzes in detail various tools and methods used to achieve, manage, and influence quality in industrial production.

The practical part of the thesis applies selected quality management tools to specific tasks and evaluates the results numerically and graphically. The findings are then commented on and discussed.

Keywords

Quality, quality control, quality control instruments, quality management, quality management methods, manufacturing company.

Obsah

Úvod	8
TEORETICKÁ ČÁST	9
1 Management kvality.....	10
1.1 Historie	10
1.1.1 Koncepce managementu jakosti na bázi podnikových standardů	11
1.1.2 Koncepce managementu jakosti na bázi norem ISO	11
1.1.3 Koncepce managementu jakosti na bázi TQM	11
1.2 Vymezení pojmů	12
1.2.1 Definice jakosti	12
1.2.2 Kvalitativní vymezení	13
1.2.3 Kvantitativní vymezení	13
2 Nástroje a metody řízení kvality pro univerzální použití.....	14
2.1 Sedm nástrojů řízení kvality	14
2.1.1 Formuláře pro sběr dat	14
2.1.2 Diagramy příčin a následků	15
2.1.3 Vývojové diagramy	15
2.1.4 Histogramy	16
2.1.5 Regulační diagramy	17
2.1.6 Paretův diagram	18
2.1.7 Bodové diagramy	18
2.2 Sedm nástrojů managementu	19
2.2.1 Diagram afinity	19
2.2.2 Relační diagram	20
2.2.3 Stromový diagram	21
2.2.4 Diagram PDPC	21
2.2.5 Maticový diagram	22
2.2.6 Analýza maticových dat	22
2.2.7 Síťové diagramy	22
2.3 Brainstorming	23
3 Funkce řízení kvality ve výrobním podniku	24
3.1 Předvýrobní etapa	24
3.1.1 Metody plánování kvality	25
3.2 Výrobní etapa	27

3.2.1	Statistické přejímky	27
3.2.2	Podle způsobu prováděné kontroly	28
3.2.3	Podle způsobu výběru	28
3.2.4	Podle dalšího postupu při zamítnutí dávky	29
3.2.5	Analýzy způsobilosti procesu	29
3.3	Povýrobní etapa	30
3.3.1	Spotřebitelské testy	30
3.3.2	Benchmarking	31
3.3.3	Kaizen	33
PRAKTICKÁ ČÁST	34
4	Řešené úlohy	35
4.1	Úloha 1	35
	Kontrola tloušťky skelné textilie U M 85/1	35
	Předpoklady pro vyhodnocení regulačních diagramů	39
	Vyhodnocení individuálních regulačních diagramů – 1. úloha	39
4.2	Úloha 2	44
	Kontrola ztráty hořením skelné textilie U M 110	44
	Vyhodnocení individuálních regulačních diagramů – 2. úloha	47
5	Diskuze	49
	Závěr	50
	Seznam použitých zdrojů	52
	Seznam použitých českých knižních zdrojů	52
	Seznam použitých zahraničních knižních zdrojů	52
	Seznam použitých internetových zdrojů	52
	Ostatní zdroje	53
	Seznam obrázků a tabulek	54
	Přílohy	55
	Naměřené hodnoty	55
	Regulační diagramy	56

Úvod

V dnešním světě, kde se technologické pokroky zrychlují bezprecedentně, nelze podceňovat význam řízení kvality. Výrobci museli přejít z kvantitativní výroby, která dávala přednost nasycení trhu před kvalitou a očekáváními zákazníků, kvůli nadbytku nabídky nad poptávkou. Dynamika moci se také změnila, neboť nyní mají zákazníci a uživatelé větší slovo než korporace, výrobci a zprostředkovatelé. Aby bylo možné splnit požadavky zákazníků a současně udržet náklady na výrobu pod kontrolou, je nezbytné implementovat systémy řízení a kontroly kvality ve všech fázích výrobního procesu. To nakonec zajistí, že nejdůležitější aspekt procesu - uspokojení potřeb a očekávání zákazníků - bude dosaženo. Motivace k volbě tématu je stále trvajícím relevancí řízení kvality v různých průmyslových a technických oblastech.

Cílem této bakalářské práce je poskytnout přehled základních principů řízení kvality, analyzovat dostupné nástroje a posoudit jejich vhodnost a praktičnost. A následně vybrat vhodné nástroje a otestovat jejich účinnost aplikací a hodnocením.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Management kvality

1.1 Historie¹

Aristotelova definice jakosti, evidována například dopisem cara Petra I., ukazuje, že lidský zájem o jakost není jen novodobá záležitost.

Dopis obsahuje řadu příkazů, jako trestání osob zodpovědných za prodej špatných zbraní armádě, prosazování disciplíny a zodpovědnosti mezi zaměstnanci a sledování kvality zbraní. Nesplnění očekávání může vést k přísným trestům, jako jsou bití, pokuty a vyloučení z volnočasových aktivit.

Věty v dopise navrhují některá opatření zajišťování kvality obsažené i v dnešních systémech zabezpečování kvality: inspekce jakosti u dodavatele, destrukční zkoušky, motivace apod.

Systémy zajišťování kvality prošly v průběhu minulého století intenzivním vývojem, přičemž bylo identifikováno několik fází. Model řemeslné výroby zahrnoval přímou interakci se zákazníky, ale měl nízkou produktivitu.

V 20. letech minulého století vedly snahy o zvýšení produktivity k zavedení výrobních linek a specializaci technických kontrolorů odpovědných za kvalitu. Tento přístup však měl nevýhodu v tom, že dalším pracovníkům se zdálo, že kvalita není jejich odpovědností. Ve třicátých letech byly zavedeny statistické metody kontroly, což vedlo k vývoji modelu se selektivní kontrolou.

Po druhé světové válce prosadilo Japonsko přístup Company Wide Quality Control (CWQC), který rozšířil řízení kvality do všech oblastí podniku. Tento přístup se dále vyvíjel do Total Quality Management (TQM), který se stále rozvíjí. Normy ISO 9000 byly zavedeny v roce 1987 k dokumentaci všech podnikových procesů. Očekává se, že další vývoj managementu kvality povede k integrování kvality s ohledem na životní prostředí a bezpečnost v rámci Global Quality Management (GQM).

Vývoj řízení kvality je nezbytný pro pochopení jeho současného stavu, a existují tři hlavní přístupy: koncepce podnikových standardů, ISO a TQM.

¹ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8, s. 20-22.

1.1.1 Koncepce managementu jakosti na bázi podnikových standardů²

V sedmdesátých letech mnoho amerických společností pocítilo potřebu vytvořit kvalitní systémy, které byly zakotveny do standardů pro jednotlivé firmy a průmyslové odvětví. Příklady zahrnují Fordův standard Q 101 a více nedávných předpisů, jako jsou ASME kódy, API standardy, AQAP směrnice pro NATO a požadavky QS 9000 pro automobilový průmysl. Tyto standardy jsou náročnější než normy ISO 9000 a nejsou vhodné pro malé podniky nebo poskytovatele služeb.

1.1.2 Koncepce managementu jakosti na bázi norem ISO³

V roce 1987 Mezinárodní organizace pro normy ISO vydala sadu norem zaměřených na systémy řízení jakosti namísto technických rad. Tyto normy původně byly známy jako série ISO 9000 a v roce 1994 byly aktualizovány, což vedlo k široké škále ISO standardů, které firmy mohou použít k vytvoření svých vlastních systémů jakosti. Série ISO 10000 také poskytuje další normy k doplnění série ISO 9000. Většina těchto norem byla přijata v České republice, což znamená, že jsou k dispozici všem zainteresovaným firmám.

Diskutované ISO normy mají univerzální charakter, ale jejich obecná a vágní formulace může být pro nové podniky obtížná při aplikaci. Normy ISO řady 9000 nejsou závazné, ale staly se závaznou součástí obchodního práva díky tomu, že zákazníci běžně požadují systémy jakosti, které odpovídají těmto standardům. Tyto standardy však pouze stanoví minimální požadavky a přísná jejich dodržování nezaručuje spokojenost zákazníků, loajalitu a dobré ekonomické výsledky. Koncepce ISO je pouze začátkem cesty ke špičkovému řízení jakosti.

1.1.3 Koncepce managementu jakosti na bázi TQM⁴

Total Quality Management (TQM) vznikl v 70. letech jako systém řízení kvality japonských firem, který se postupně rozšířil do amerických firem a nyní je považován za filozofii managementu. Na rozdíl od ISO norem je TQM otevřený systém, který absorbuje pozitivní prvky k zlepšení podniku. Corriganova definice TQM popisuje filozofii řízení zaměřenou na zákazníka a učící se, která má za cíl dosáhnout spokojenosti zákazníka prostřednictvím neustálého zlepšování podnikových procesů.

Některé základní principy TQM:

² NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8, s. 22.

³ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8, s. 23.

⁴ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8, s. 30.

Orientace na zákazníka

Firma by měla vše formovat a regulovat s ohledem na potřeby a přání zákazníků. Zákazník je ten, kdo dostává produkty nebo služby firmy a se všemi zákazníky, interními i externími, by se mělo zacházet rovnocenně, zkoumat jejich potřeby, uspokojovat je a sledovat jejich zpětnou vazbu.

Neustálé zlepšování

Kontinuální zlepšování je nezbytné pro podniky k uspokojování neustále se měnících požadavků zákazníků a udržení kvality. Podcenění tohoto procesu je zásadní chybou. Řízení jakosti by mělo být zaměřeno na rozšiřování nabízených funkcí pro zákazníky a snižování nesrovnalostí v dodávkách výrobků a služeb. Tyto oblasti jsou pro zákazníky nekompromisní a přesné projekty zlepšování vyžadují dodržování určitých metodických pravidel.

Účast všech

Koncept "total" v TQM zahrnuje každého do úsilí o uspokojení zákazníků a zlepšení procesů na všech úrovních řízení firmy, což zajišťuje aktivní účast a zlepšení pracovního výkonu.

Sociální ohleduplnost

Firmy, které uplatňují TQM, jsou odpovědné za uspokojení zákazníků, ale i za sociální ohleduplnost. Měření spokojenosti zaměstnanců, monitorování vlivu na životní prostředí a podpora místního rozvoje jsou důležité součásti této koncepce.

1.2 Vymezení pojmů

1.2.1 Definice jakosti⁵

"Jakost" je neustále se rozvíjející pojem, který podle normy ISO 8402 zahrnuje všechny vlastnosti, ovlivňující schopnost uspokojit stanovené nebo očekávané potřeby, jež mohou být určeny tržním výzkumem nebo smluvními závazky. Požadavky na jakost musí zahrnovat potřeby zákazníka i společenské povinnosti, jako je např. ochrana zdraví a bezpečnosti. Norma ISO 9000:2000 definuje jakost jako schopnost uspokojit požadavky zákazníků a dalších zainteresovaných stran.

Funkční definice jakosti se zaměřují na způsob dosažení požadovaných výsledků a rozdělují jakost na technické a funkční vlastnosti. Jakost však není pouze o splnění technických požadavků, ale o zajištění spokojenosti zákazníků a hodnoty po celou dobu životnosti výrobku.

⁵ PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5, s. 11-13.

1.2.2 Kvalitativní vymezení⁶

Výrobek je hmotný nebo nehmotný výsledek činnosti nebo procesu, jehož vlastnosti se dělí na užitečné a neužitečné.

Užitečné vlastnosti jsou důležité pro funkci produktu a zahrnují bezpečnost, estetiku, snadnost použití, spolehlivost, trvanlivost a cenu.

Neužitečné vlastnosti jsou nežádoucí nebo škodlivé, jako je například nadměrný hluk nebo záření.

Znaky jakosti se používají k vyjádření již zmíněných užitečných vlastností a kvantifikují se pomocí měřitelných proměnných s předem stanovenými hodnotami a tolerancemi.

1.2.3 Kvantitativní vymezení⁷

Po definování kvalitativních vlastností produktu jako užitečných a neužitečných se kvalita kvantifikuje pomocí měřitelných veličin s předem stanovenými hodnotami a tolerancemi.

Spolehlivost je významnou vlastností každého produktu, chápanou jako stálost jeho užitečných vlastností při zamýšleném použití. Úroveň kvality potřebná pro produkt nebo službu musí být určena zvažováním potřeb konkrétní skupiny uživatelů a vyjádřena pomocí systému třídění.

Úspěch organizace závisí na výrobě produktů nebo služeb s vysokou kvalitou a minimálními náklady, při zohlednění ekonomického aspektu pro výrobce i spotřebitele.

⁶ PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5, s. 9.

⁷ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6, s. 8-9.

2 Nástroje a metody řízení kvality pro univerzální použití

Různé nástroje a metody mohou být prospěšné v různých situacích. Tyto nástroje jsou založeny na obecných postupech a lze je snadno vyhodnotit. Pomáhají shromažďovat informace, logicky je uspořádat a najít relevantní souvislosti. Zjištění mohou vést k další analýze nebo přímým rozhodnutím. Tyto nástroje jsou užitečné v různých oblastech a nejen v inženýrství. Pomáhají identifikovat souvislosti, vyšetřovat příčiny, stanovovat priority a hledat způsoby, jak zlepšit činnost. Celkově pomáhají popsat kvalitativní problémy.⁸

2.1 Sedm nástrojů řízení kvality

2.1.1 Formuláře pro sběr dat⁹

Velmi důležité je používání formulářů pro sběr dat při systémovém sběru relevantních dat pro řízení procesů a zlepšování kvality. Tyto formuláře mohou být buď v papírové nebo elektronické podobě a měly by dodržovat obecné zásady pro jejich vytváření. Elektronické formuláře nabízejí výhody, jako je automatická ochrana proti záznamu nesprávných dat, okamžité hodnocení dat a grafické zobrazení dat. I přesto by měly elektronické formuláře dodržovat obecné zásady pro vytváření formulářů pro sběr dat.

Sbíraná data by měla být srozumitelná, obsáhlá a zahrnovat veškeré nezbytné informace, jako jsou datum, čas, místo, výrobní zařízení, jméno zaměstnance, způsob měření, identifikace dávky, výrobní parametry a další relevantní údaje. Je důležité rozdělit data podle konkrétních kritérií pro další analýzu dat.

Existují různá kritéria pro rozdělení dat, jako je typ nesrovnalosti, oblast výskytu, příčina výskytu, typ materiálu, výrobní parametry a environmentální parametry.

Číslo výrobku:	U M 110	
Zodpovědná osoba:	Monika Blažková	
Dávka:	600122800	
Od:	12.3.2023	
Do:	19.3.2023	
Vada	Výskyt	Celkem
škrábanec	//// // // // //	17
bublina v plastu	//// /	6
nefunguje	//// //	8
ostatní	/	1

Obrázek 1 - Kontrolní tabulka

Zdroj: Autor bc. práce

⁸ VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 117-118.

⁹ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 197-200.

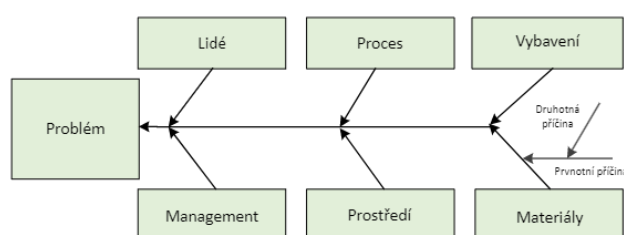
Nakonec je důležité definovat informace, které by měla sbíraná data poskytnout a identifikovat nezbytné informace k dosažení tohoto cíle.

2.1.2 Diagramy příčin a následků¹⁰

Ishikawův diagramu, známý také jako diagram rybí kosti, je nástroj, který se používá k získávání informací o procesech a jejich výkonnosti s cílem je zdokonalit. Je často používán v kontrolách kvality k analýze variability procesů.

V praxi se používají tři typy diagramů rybí kosti pro analýzu variability procesů, klasifikaci procesů a pro vyšetřování příčin.

Proces konstrukce diagramu rybí kosti pro analýzu variability procesů zahrnuje definování problému, identifikaci hlavních a podpůrných příčin pomocí brainstormingu a ohodnocení příčin pomocí Paretovy analýzy.



Obrázek 2 - Ishikawův diagram rybí kosti

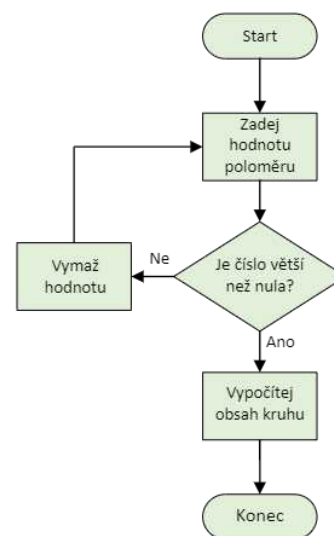
Zdroj: Autor bc. práce

2.1.3 Vývojové diagramy

Vývojový diagram je grafické znázornění kroků v procesu používané pro identifikaci příležitostí k zlepšení. Lze ho aplikovat na všechny aspekty procesu a používá rozpoznatelné symboly.¹¹

Při řešení těchto situací jsou vývojové diagramy velmi šikovným nástrojem:

- Vysvětlení procesu zákazníkům jako prokázání kvality
- Zpřehlednění spojitostí mezi činnostmi procesu novým zaměstnancům.
- Odhalování a objasňování propojení mezi jednotlivými útvary, které se účastní daného procesu.
- Zjištění nedostatků v procesu a následné navržení zlepšení.
- Srovnání skutečného a ideálního průběhu.



Obrázek 3 - Vývojový diagram

Zdroj: Autor bc. práce

¹⁰ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8, s. 225-226.

¹¹ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6 s. 49.

Vývojový diagram je graf, který ukazuje sekvenci a strukturu aktivit v procesu pomocí bloků pro aktivity a rozhodování. Podporuje jednotný jazyk a jasné vztahy mezi

účastníky procesu, což jim pomáhá porozumět jejich roli v souvislosti s předchozími a následujícími aktivitami.¹²

2.1.4 Histogramy

Histogramy jsou speciální druh grafu, který zobrazuje rozdělení četnosti v statistice. Na horizontální ose jsou hodnoty zkoumaného znaku jakosti a na vertikální ose jsou absolutní nebo relativní četnosti.¹³

Histogram umožňuje posoudit tvar, polohu, variabilitu, šikmost a špičatost rozdělení. Průběhy mohou být následující:

- **Zvonovitý tvar** - Histogramy často mají zvonovitý tvar, což naznačuje normální rozdělení, kdy variabilita je způsobena náhodnými faktory, přičemž každý z nich přispívá jen malou měrou k celkové variabilitě
- **Dvouvrcholový tvar** - Signalizuje spojení dvou nebo více souborů získaných za různých podmínek, a v takovém případě je potřeba identifikovat vymezenou příčinu a provést stratifikaci dat, aby vznikly samostatně zpracovávané soubory, které se následně porovnávají.
- **Plochý tvar** - Plochý histogram vzniká při shromažďování dat za proměnlivých podmínek, ukazující kombinaci odlišných podskupin s překrývajícími se histogramy, často způsobenou změnou jakosti v čase.
- **Hřebenový tvar** - Histogram s hřebenovým tvarem způsobuje nesprávné zaokrouhlování hodnot, chyby v měření a často nesprávně vymezení hranic intervalů.
- **Asymetrický tvar** - Asymetrický tvar histogramu může indikovat data blízko hranic hodnot charakteristického znaku nebo výskyt například nelineární změny v čase nebo přirozeně asymetrické chování znaku.
- **Levostranně useknutý tvar** - Useknutý histogram indikuje vyřazené výrobky nebo chybějící záznamy.
- **Zvonovitý tvar s izolovanými hodnotami** – Způsoben chybným měřením či přepisem.¹⁴

¹² NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 218-219.

¹³ PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5 s. 62.

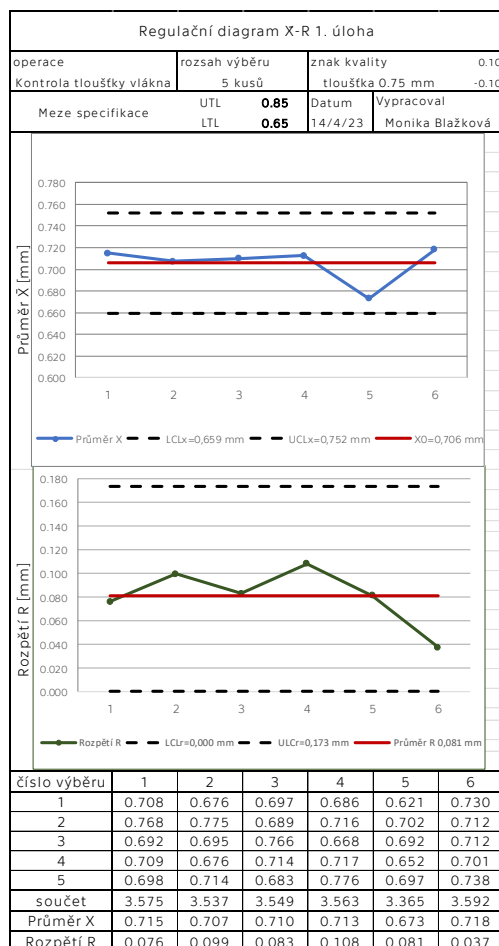
¹⁴ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 205-209.

2.1.5 Regulační diagramy¹⁵

Statistická regulace procesu využívá statistiku k vyhodnocení kvality výstupu procesu pomocí vybraných kvalitativních charakteristik s cílem udržovat požadovanou úroveň kvality. Pokud ukazují řídicí grafy nežádoucí hodnoty, jsou regulovány vstupy a proces.

Při statistickém přijímacím vzorkování se používají přijímací řídicí grafy k určení přijatelnosti na základě statistik. Pokud není přijatelné, musí být analyzovány příčiny a přijata opatření k zabránění opakování.

Regulační diagramy jsou nástrojem statistické regulace a procesní kontroly k udržení stabilní úrovně kvality výrobního procesu. Tyto diagramy jsou grafy, které zobrazují hodnoty charakteristiky znaku jakosti v závislosti na pořadí výběru. Na diagramu jsou střední hodnota a regulační meze, které jsou určeny tak, aby hodnota charakteristiky byla v mezích s vysokou pravděpodobností. Pokud hodnota překročí tyto meze, hledá se příčina tohoto jevu.



Obrázek 4 - Regulační diagram X-R

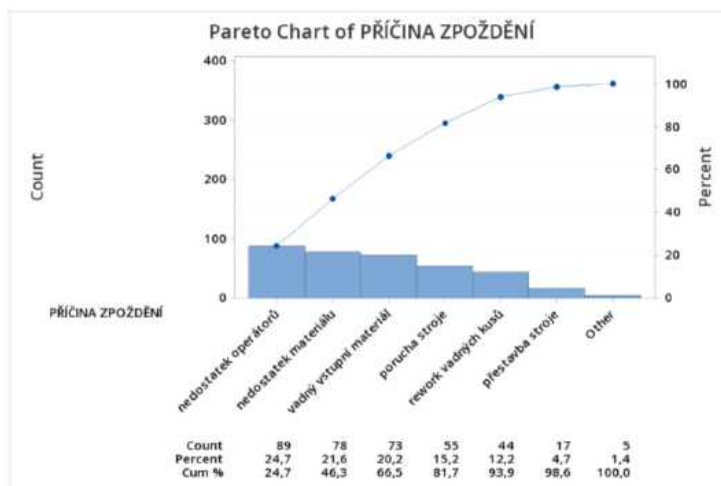
Zdroj: Autor bc. práce

¹⁵ PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5 s. 67-68.

2.1.6 Paretův diagram

Paretovy diagramy jsou součástí Paretovy analýzy, která identifikuje defekty výrobků a jejich frekvence pro sestavení diagramu. Neidentifikuje příčiny defektů, což je prováděno pomocí Ishikawova diagramu.¹⁶

Paretův diagram ukazuje defekty na horizontální ose a jejich kumulativní frekvenci na vertikální ose, přičemž nejvýznamnější defekty jsou uvedeny jako první. Ostatní menší defekty jsou uvedeny na konci. Diagram rychle identifikuje nejvýznamnější poruchy a jejich procentuální podíl na celkovém počtu výskytů.¹⁷



Obrázek 5 - Paretův diagram

Zdroj: SC&C Partner, online, [cit. 2023-04-16]

Postup Paretovy analýzy v případě vadného produktu:

1. Definujte neshody a jejich příčiny.
2. Stanovte kritéria hodnocení.
3. Sbírejte data a určete frekvence.
4. Vytvořte Paretův diagram.
5. Identifikujte nejvýznamnější neshody.¹⁸

Opakované sestavení Paretových diagramů slouží k posouzení, zda jsou neshody přirozenou součástí procesu. Pro doplnění porovnání je vhodné zobrazit trendy vývoje analyzovaných položek.¹⁹

2.1.7 Bodové diagramy

Bodový diagram graficky posuzuje vztah mezi dvěma proměnnými a charakterizuje rozložení bodů podle směru, tvaru a míry závislosti mezi sledovanými proměnnými. Volba měřítek na osách a variabilita parametrů procesu mohou ovlivnit

¹⁶ PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5 s. 65.

¹⁷ Tamtéž, s. 65.

¹⁸ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6 s. 42.

¹⁹ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 205.

vypovídací schopnost diagramu. Před vyvozením závěru z bodového diagramu je tedy důležité analyzovat stupnice hodnot na osách.²⁰

Podmínkou grafu je stochastická závislost mezi žádoucím a jednoduše zjistitelným znakem jakosti. Jejich typy jsou:

- Lineární silná
- Nelineární silná
- Bez závislosti
- Lineární slabá
- Nelineární slabá
- Nelineární (křivková)²¹

Průběh stochastické závislosti popisuje regresní funkce. Tento proces se nazývá regresní analýza.²²

2.2 Sedm nástrojů managementu

Zatímco základní nástroje se používají především k řešení problémů operativního řízení jakosti, tyto nové nástroje pomáhají k zavádění jakosti na všech úrovních řízení.

Metoda seskupování nástrojů po sedmi má svůj původ v Japonsku a obě skupiny nástrojů mají svůj význam pro řízení jakosti. Skupina sedmi nových nástrojů byla rozpracována v 70. letech japonskou společností pro vývoj metod řízení jakosti.²³

2.2.1 Diagram afinity²⁴

Afinitní diagram je užitečný nástroj pro organizaci velkého množství informací souvisejících s konkrétním problémem. Pomáhá kategorizovat informace do přirozených skupin a tím efektivně řešit problémy.

²⁰ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 210.

²¹ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6 s. 41.

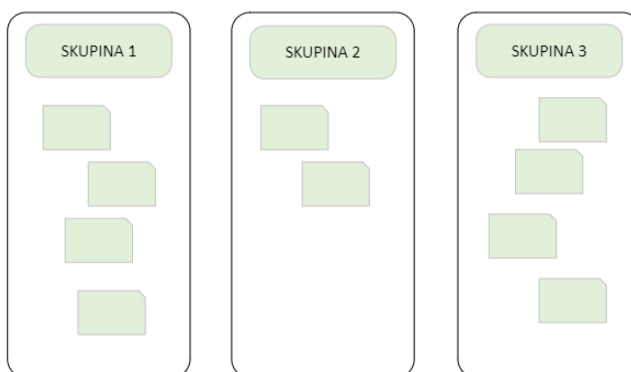
²² NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 232.

²³ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 255.

²⁴ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 158-159.

Proces zahrnuje:

1. Práce v týmu a používání intuitivního myšlení pro generování nápadů pomocí brainstormingu.
2. Nápady jsou zaznamenávány na kartičky a seskupovány na základě jejich podobností.
3. Výsledné skupiny jsou pojmenovány a použity k vytvoření afinitního diagramu, který může být prezentován pro lepší porozumění.



Obrázek 6 - Afinitní diagram

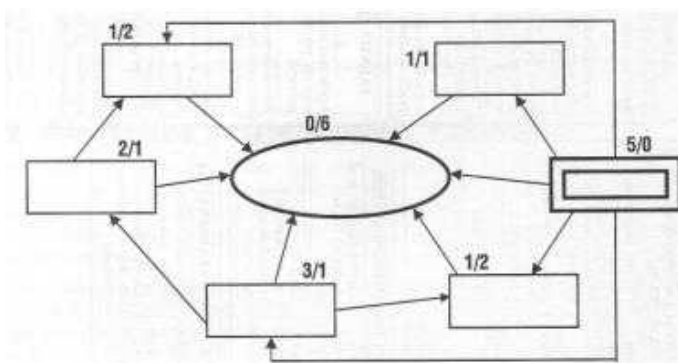
Zdroj: Autor bc. práce

Diagram by měl být považován za živý dokument a může být aktualizován s novými informacemi, jak je potřeba.

2.2.2 Relační diagram²⁵

Interrelationship Diagram (Diagram vzájemných vztahů), neboli relační diagram, je nástroj, který se používá k identifikaci logických nebo příčinných vztahů mezi subjekty souvisejícími s konkrétním problémem.

Používá se v komplexních situacích, které vyžadují důkladné porozumění logickým nebo příčinným vztahům. Diagram se vytváří analýzou vzájemných vztahů mezi subjekty a vytvořením spojení šipkami. Pomáhá určit hlavní příčiny a důsledky problému a stanovit priority pro jeho řešení. Data pro vytvoření diagramu mohou pocházet z tvorby diagramu afinity.



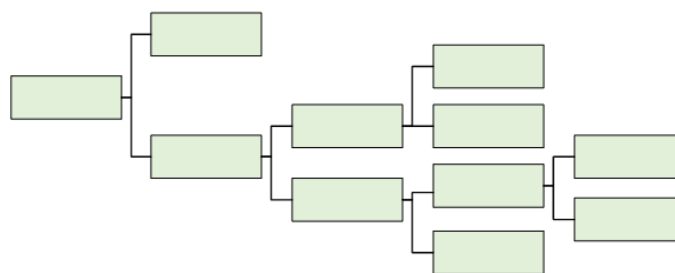
Obrázek 7 - Relační diagram

Zdroj: NENADÁL, J. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*

²⁵ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 257-258.

2.2.3 Stromový diagram²⁶

Systémový diagram, také známý jako stromový diagram, je vizuální nástroj používaný k rozkladu celku na jednotlivé části. Může být použit k rozložení problému, vytvoření plánu nebo zobrazení struktury příčin problému.



Obrázek 8 - Stromový diagram

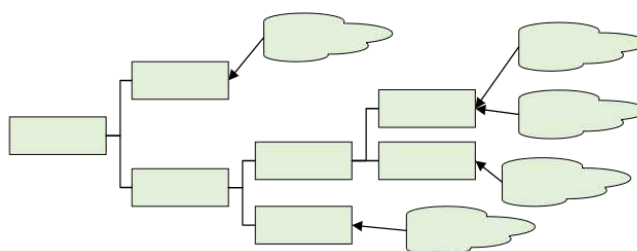
Vytvoření diagramu by mělo být týmovou prací a může zahrnovat brainstorming. Zpracování diagramu obsahuje postupné přidávání nápadů k dosažení dostatečného detailu. Výsledný diagram ukazuje logické uspořádání kroků potřebných k dosažení plánovaného cíle. Diagram může být použit v různých praktických situacích, jako je rozložení požadavků zákazníka na konkrétní nároky, zobrazení logické struktury problému nebo organizace nápadů z jiných diagramů.

Zdroj: Autor bc. práce

2.2.4 Diagram PDPC²⁷

Diagram PDPC (Process Decision Program Chart), také známý jako rozhodovací diagram, je vizuální nástroj používaný k vytváření plánů preventivních opatření, která mají zabránit potenciálním problémům během plánovaných aktivit. Diagram se vytváří systematicky a pomocí brainstormingu se identifikují potenciální problémy a odpovídající preventivní opatření.

PDPC diagram pomáhá udělat věci správně napoprvé a je podobný metodě FMEA. Je někdy spojován s rozhodovacím diagramem, který pomáhá při analýze více etapových rozhodovacích procesů.



Obrázek 9 - Rozhodovací diagram

Zdroj: Autor bc. práce

²⁶ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 163-165.

²⁷ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 264.

2.2.5 Maticový diagram²⁸

Maticový diagram je dvoudimenzionální tabulka používaná k hodnocení vzájemných vztahů mezi dvěma nebo více oblastmi problémů. Pomáhá identifikovat a odstranit informační mezery související s problémem.

Nejčastější tvar je "L", ale používají se také jiné tvary, jako například "I", "Y" a "X".

Diagram se využívá k vysvětlení vztahů mezi prvky oblastí problémů. Tým začíná definováním oblastí problémů a určením jejich prvků. Poté se sestaví vhodný typ matice diagramu a tým analyzuje stupeň závislosti mezi prvky oblastí problémů.

Stupeň závislosti se vyjadřuje grafickými symboly nebo bodovými hodnotami.

		B					
		b1	b2	b3	b4	b5	b6
A	a1						
	a2						
	a3						
	a4						

Obrázek 10 - Maticový diagram "L"

Zdroj: Autor bc. práce

2.2.6 Analýza maticových dat²⁹

Při analýze dat v matici je hlavním cílem porovnávat různé položky charakterizované sérií prvků, jako jsou produkty, varianty návrhů, suroviny, dodavatelé a pracovníci.

Analýza vyžaduje shromáždění číselných dat o hodnocených prvcích, která mohou být analyzována následujícími metodami:

- Analýza hlavních komponent
- Stanovení vzdáleností mezi vícerozměrnými proměnnými
- Plošný diagram

2.2.7 Síťové diagramy³⁰

Síťový graf slouží k určení neoptimálnějšího harmonogramu průběhu projektu. Graf se skládá z různých aktivit, které jsou monitorovány a vyhodnocovány a zpracováním celkové doby trvání projektu se dá rychle posoudit výhodnost a případně upravit časový harmonogram.

²⁸ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 260-261.

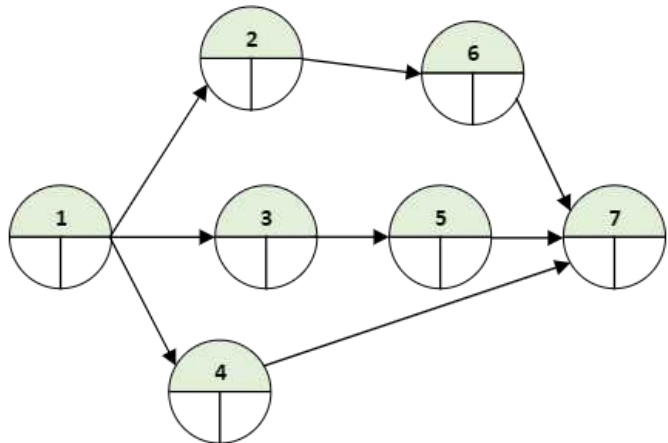
²⁹ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 170.

³⁰ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 181.

Síťový graf má mnohá využití například při:

- plánování vývoje nových výrobků
- zlepšování kvality
- experimentálních měření
- zavádění systémů managementu jakosti
- synchronizaci plánů s ostatními aktivitami.

Pro jeho konstrukci je vhodné sestavit postupový diagram, na kterém jsou činnosti zaznamenány na kartičkách.



Obrázek 11 - Síťový diagram

Zdroj: Autor bc. práce

2.3 Brainstorming³¹

Brainstorming je technika k vytváření nápadů a řešení problémů prostřednictvím stimulování kreativního myšlení v týmu. Má dvě fáze:

1. Tvorbu seznamu nápadů
2. Zkoumání seznamu

Jejich cílem je zajištění porozumění. Pravidla zahrnují odborného koordinátora, stanovení účelu, vyjadřování nápadů na kartách, neprovádění kritiky ani diskuse během tvorby seznamu, zaznamenávání nápadů a jejich zkoumání.

³¹ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6, s. 48.

3 Funkce řízení kvality ve výrobním podniku

Kvalitativní spirálový model představuje systém vzájemně propojených činností, které ovlivňují kvalitu produktu v různých fázích jeho životního cyklu. Každá fáze přispívá k finální kvalitě produktu a pokud není kvalita dostatečně zohledněna v jedné fázi, může to vést k degradovaným výsledkům v následujících fázích.³²

Fáze předprodukce jsou zejména důležité a mají významný vliv na konečnou kvalitu produktu. Až 80% kvality produktu je určeno během fází předprodukce v důsledku zvýšené složitosti produktů, technologií a požadavků zákazníků. Trend v řízení kvality se posouvá směrem k preventivním strategiím a off-line metodám kontroly kvality během fáze návrhu, aby se předešlo problémům v pozdějších fázích, které mohou být nákladnější na opravu. Je proto důležité investovat do fází předprodukce k minimalizaci rizika výroby nesouladných produktů a snížení finanční nejistoty.³³

V předvýrobních etapách vzniká více chyb než ve fázích realizace, ale odstraňování chyb je zde malé a narůstá až v fázi výroby a užití. Souvisí to s nerovnoměrným rozdělením pracovníků řízení jakosti v jednotlivých fázích životního cyklu produktu. Ve výrobě rozhoduje asi z pouze cca 20 % o konečné jakosti výrobku, přitom zde pracuje většina pracovníků jakosti a v předvýrobních etapách jich naopak není dostatek.³⁴

3.1 Předvýrobní etapa

V předvýrobní fázi jsou klíčové výzkum a vývoj, požadavky zákazníků a technická příprava výroby. Technická příprava zahrnuje konstrukci, technologickou a organizační přípravu výrobního procesu. Plánování jakosti je neodlučitelnou součástí Juranovy trilogie a zahrnuje plánování nových výrobků/služeb, řízení výrobního procesu a vytváření plánů jakosti a opatření pro zlepšení kvality.³⁵

Plánování nového výrobku³⁶

Postup plánování kvalit následuje určený postup aktivit. Tyto aktivity zahrnují identifikaci zákazníků, určení potřeb zákazníků, překlad požadavků zákazníků do

³² NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 69-70.

³³ Tamtéž, s. 69-70.

³⁴ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 5.

³⁵ PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5 s. 14.

³⁶ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s.73-75.

technických specifikací, nastavení měřicích parametrů, implementaci měření, vývoj produktu, optimalizaci návrhu produktu a vývoj procesu.

Tento proces zahrnuje shromažďování informací z různých zdrojů, včetně zpětné vazby od zákazníků a výzkumu trhu, a zohledňuje faktory, jako je strategie společnosti, technologie, potenciální zdroje a regulační požadavky.

Cílem je zajistit, aby produkt splňoval potřeby zákazníků, byl konkurenceschopný a optimalizován pro kombinované náklady zákazníků a dodavatelů.

3.1.1 Metody plánování kvality

Metoda QFD³⁷

Metoda QFD (Quality Function Deployment) je plánovací metoda používaná při plánování výrobků, dílů, procesů a výroby. Poprvé byla použita v Japonsku v 70. letech a později se rozšířila do USA a dalších zemí. Využívá maticových diagramů k převodu požadavků zákazníka na vlastnosti produktu nebo služby, které se poté použijí k plánování výroby. Snižuje změny v návrhu a technologii, zkracuje dobu vývoje produktu, snižuje náklady na výrobu a zlepšuje orientaci na zákazníka.

Proces zahrnuje vytváření matice "domu jakosti", která reprezentuje vztahy mezi požadavky zákazníka a technickými parametry produktu. Matice se analyzuje, aby se určila intenzita závislostí a identifikovaly oblasti pro zlepšení.

Přezkoumání návrhu (Design Review)³⁸

Přezkoumání návrhu je klíčovou metodou pro zajištění kvality v raných fázích výroby. Zahrnuje důkladné a systematické zkoumání návrhu, aby se identifikovaly případné problémy a navrhly řešení. ISO 9000:2000 vyžaduje přezkoumání návrhu v přiměřených fázích vývoje a měly by zahrnovat všechny kvalitativní atributy. Cíle se liší v závislosti na typu průzkumu a mohou zlepšit důvěru v návrh a identifikovat potenciální problémy, což umožňuje korektivní opatření.

Metoda FMEA³⁹

Metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) je preventivní metoda řízení kvality, která zahrnuje analýzu možnosti nekonformity v návrhu, vyhodnocení rizik a zavedení preventivních opatření ke zlepšení kvality. Může odhalit 70 až 90 % možných neshod. FMEA se používá především pro nové nebo inovativní výrobky nebo procesy, ale lze ji také použít pro výrobky a procesy současné.

³⁷ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 76-79.

³⁸ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 71-73.

³⁹ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 83-87.

Analýza zahrnuje čtyři fáze, včetně analýzy současného stavu, identifikace potenciálních poruch, návrhu preventivních opatření a vyhodnocení výsledků. Metoda FMEA zajišťuje podrobné zkoumání návrhu za účelem odhalení a opravení případných nedostatků před schválením, může identifikovat technické problémy v návrhu, posoudit důležitost problému a určit pravděpodobnost detekce problému.

Hodnotová analýza⁴⁰

Hodnotová analýza je nástrojem pro dosažení kvality a účinnosti v nákladech, která je definována jako soubor metod zaměřených na zvýšení účinnosti objektu. Jejím hlavním principem je funkční přístup k nákladům, který má za cíl dosáhnout optimální funkcionality produktu a spokojenosti zákazníka s minimálními náklady na výrobu a použití.

Analýza má dvě fáze vývoje: hodnotové inženýrství a hodnotový management. Zahrnuje analýzu objektu jako souboru funkcí, které splňují definované potřeby, hodnotí tyto funkce na základě jejich významu, nákladů a úrovně naplnění a používá metodický přístup a týmovou spolupráci. Hodnotová analýza se provádí v několika fázích:

1. **Výběr objektu** - určení oblasti použití, volba strategie, stanovení modelu, výběr cílů, vytvoření týmu a harmonogramu prací.
2. **Sběr informací** - shromáždění analytických a námětových informací a jejich ověření.
3. **Funkční analýza** – analýza, specifikace a vyhodnocení funkce.
4. **Tvorba námětů** - formulace zadání a selekce námětů.
5. **Zpracování a hodnocení návrhů** - zpracování variant řešení, posouzení realizovatelnosti a hodnocení.
6. **Projekt optimální varianty** - určení optimální varianty a její zpracování.
7. **Projednání a schválení projektu** - interní a externí projednání, preparace podkladů a povolení projektu.

Hodnotová analýza je velmi účinná při snižování nákladů a určování kvalitativních charakteristik. Interdisciplinární týmy mohou využít hodnotovou analýzu k zlepšení kvality. Metodu lze plně využít při tvorbě funkčních systémů jakosti. V Japonsku bylo 20-40% výrobků vyvinuto pomocí hodnotového inženýrství, s potenciálem snížení nákladů o 20%.

Stromová analýza FTA⁴¹

Fault Tree Analysis (FTA) je metodika využívaná k posouzení spolehlivosti složitých systémů pomocí logického rozkladu konkrétního nebezpečného děje (závady) na menší a základní procesy.

⁴⁰ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 80-81.

⁴¹ PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1 s. 95-96.

FTA pomáhá identifikovat příčiny závad a odhadnout pravděpodobnost jejich výskytu. Tento přístup usnadňuje optimalizaci analyzovaného systému za účelem minimalizace pravděpodobnosti nebezpečného děje. Uplatňuje se v různých odvětvích, jako je letecký průmysl nebo jaderná energetika.

Základním nástrojem FTA je strom poruchových stavů (fault tree), což je vizuální zobrazení vztahu mezi jednotlivými událostmi. Brány ve stromu určují hierarchii dějů a zda se výstupní událost vyskytuje pouze tehdy, pokud se vyskytnou všechny vstupní události, nebo pokud se vyskytne jakákoliv z vstupních událostí.

3.2 Výrobní etapa

Zabezpečování jakosti ve výrobní etapě zahrnuje monitorování výrobního procesu a odstraňování příčin neshod a nedostatků. Cíle operativního managementu jsou vytvořit stabilní podmínky pro výrobu, snížit náklady z neshodných výrobků a neustále zlepšovat výrobní proces prostřednictvím nápravných, preventivních opatření a změnového řízení. Jednoduché nástroje řízení kvality, které se používají při fázi monitorování, lze použít jednotlivě nebo v kombinaci.⁴²

3.2.1 Statistické přejímky

Statistická přejímka je postup zaměřený na následnou kontrolu produktů s cílem odhadnout kvalitu dávek a zabránit neodpovídajícím produktům vstoupit do reprodukčního procesu. Je to vybíravý, statistický a objektivní proces, založený na předem dohodnutých kritériích přijetí a odmítnutí. Statistická přejímka umožňuje objektivně rozhodnout, zda dávka produktů jako celek splňuje předem dohodnuté požadavky na kvalitu. Rozhoduje tedy o přijetí či nepřijetí dávky, podle předem dohodnutých pravidel.⁴³

Tradičními nástroji pro řízení a zabezpečování kvality jsou různé typy kontrol a zkoušek, jako jsou měření, testy, zkoumání a porovnání s normami. Analýza výsledků těchto testů a kontrol poskytuje cenné informace pro zlepšování a ekonomické výpočty.⁴⁴

Existují tři hlavní druhy kontrol:

- **Vstupní** kontroly, které zahrnují ověření nakoupených materiálů, dílů, sestav apod. před jejich vstupem do výrobního procesu.
- **Mezioperační**, které probíhají v různých fázích výrobního procesu (včetně montáže) a zajišťují, že výrobky splňují stanovené požadavky.

⁴² PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5 s. 143-144.

⁴³ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 269-270.

⁴⁴ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6 s. 33-34.

- **Výstupní** kontroly, které jsou prováděny k ověření, že hotové výrobky splňují stanovené požadavky, než jsou odeslány.⁴⁵

3.2.2 Podle způsobu provádění kontroly

V praxi z důvodu jednoduchosti zpravidla převládají přejímky srovnáváním. Při kontrolách výrobků se rozdělují do dvou kategorií:

- Shodné s technickými specifikacemi
- Neshodné

Kritéria přijetí nebo odmítnutí jsou určena maximálním povoleným počtem neshodných výrobků v dané dávce. Plán přijetí je určen rozsahem výběru a kritériem přijetí a znakem jakosti je diskretní náhodná veličina.⁴⁶

Pokud je to možné, doporučuje se použít přejímek měřením, protože velikosti vzorků jsou výrazně nižší než při přijetí podle vlastností, přičemž se zachovává stejná účinnost kontroly. Tento postup však vyžaduje, aby měřená charakteristika měla normální rozdělení a aby technické předpisy specifikovaly toleranční rozsah pro měřenou charakteristiku.⁴⁷

Během přijímacího vzorkování jsou sbírány číselné hodnoty z předem stanoveného počtu jednotek. Vypočítají se charakteristiky vzorku a z nich se určí indexy Q_D a Q_H , aby se rozhodlo, zda přijmout nebo zamítnout. Znak jakosti je tedy spojitá náhodná veličina.⁴⁸

3.2.3 Podle způsobu výběru⁴⁹

Dalším kritériem pro klasifikaci přijímacích postupů je počet vzorků, které se použijí pro rozhodnutí, zda přijmout nebo zamítnout dávku. Když je kvalita dodávek je buď velmi dobrá, nebo naopak velmi špatná, je nejvhodnější **přejímka jedním výběrem**.

Přejímka dvojím nebo několikerým výběrem se používá, když rozhodnutí o přijetí nebo nepřijetí dávky není jednoznačné. Používají se menší vzorkové velikosti a výběr se opakuje.

Sekvenční přejímka spočívá v postupném kontrolování jednotlivých kusů a rozhodnutí se přijmout, zamítnout nebo pokračovat v dalších kontrolách.

⁴⁵ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6 s. 34.

⁴⁶ MYKISKA, Antonín et al. *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6 s. 35-36.

⁴⁷ Tamtéž, s. 35-36.

⁴⁸ Tamtéž, s. 35-36.

⁴⁹ MENDELOVA UNIVERZITA. Fraxinus.mendelu.cz: školní vzdělávací systém. [online]. [cit. 2023-04-010]. Dostupné z: https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Rizeni_jakosti/012_p_Formy_p%C5%99ej%C3%ADmky_zbo%C5%BE%C3%AD_prezentace.ppt

3.2.4 Podle dalšího postupu při zamítnutí dávky

Můžeme dále dělit statistické přejímky podle způsobu naložení se zamítnutou dávkou. **Nerectifikační** přejímka, kdy se dávka vrací dodavateli, a **rectifikační**, kdy se nepřijatá dávka kontrolu a nakonec nahradí 100% bezchybnou dávkou.⁵⁰

3.2.5 Analýzy způsobilosti procesu

Kvalita produktu závisí na kvalitě procesů použitých k jejich výrobě. Způsobilost procesu je kritériem pro hodnocení kvality procesu a často je požadována zákazníky jako důkaz konzistentní kvality. Informace o způsobilosti procesů jsou také důležité pro výrobce, aby mohli vybrat vhodné procesy, posoudit rizika, plánovat preventivní a nápravná opatření a hodnotit jejich účinnost.⁵¹

Pro hodnocení výkonu procesu pomocí indexů způsobilosti je třeba splnit určité podmínky, jako je statistická kontrola a normální rozdělení vlastností kvality. Metoda zahrnuje porovnání přípustné variability stanovené tolerancemi s reálnou variabilitou dosaženou statisticky zvládnutým procesem.⁵²

Pro hodnocení způsobilosti je doporučen postup:

1. **Volba znaku jakosti** - Způsobilost procesu se hodnotí vzhledem k určitému znaku jakosti výrobku nebo meziprojektu, který odráží úspěšnost procesu a je kritický pro vlastnosti produktu. Pokud se sleduje více znaků kvality, je potřeba hodnotit způsobilost každého zvlášť.⁵³
2. **Shromáždění údajů** - Pro hodnocení způsobilosti procesu je potřeba shromažďovat data o zvoleném znaku jakosti po delší dobu, aby se zachytily běžné zdroje variability, jako jsou změny podmínek provozu, vlastností materiálu, prostředí, údržby a nastavení zařízení. Data se sbírají ve dávkách po 4-5 vzorcích, alespoň 25 dávek podle normy.⁵⁴
3. **Posouzení statického zvládnutí procesu** - Statistická kontrola procesu vyžaduje, aby data odrážela stabilní proces, kde variabilita je způsobena pouze náhodnými faktory. Regulační diagramy umožňují rozlišit mezi náhodnými a přiřaditelnými příčinami změny variace. Pokud je proces nestabilní, identifikace a odstranění přiřaditelných příčin může vést k statisticky stabilnímu procesu. Pokud to není možné, lze stále vypočítat ukazatele výkonnosti procesu, ale nelze je použít pro předpověď.⁵⁵

⁵⁰ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 270.

⁵¹ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 244-253.

⁵² Tamtéž, s. 244-253.

⁵³ Tamtéž, s. 244-253.

⁵⁴ Tamtéž, s. 244-253.

⁵⁵ Tamtéž, s. 244-253.

4. **Ověření normality rozdělení hodnot** - Pro zajištění platnosti indexů jakosti založených na předpokladu normálního rozdělení, je nutné tento předpoklad ověřit. Jedním způsobem je konstrukce histogramu a posouzení jeho tvaru. Další metodou je použití grafické metody s pravděpodobnostní sítí. Přesným způsobem je použití testu dobré shody, jako je Kolmogorov-Smirnovův test nebo testy založené na šikmosti a špičatosti.⁵⁶
5. **Výpočet indexů způsobilosti C_p a C_{pk}** – Ty odrážejí vztah mezi tolerančními limity procesu a jeho variabilitou a jejich porovnání s cílenými výsledky. C_p měří okamžitou způsobilost procesu, zatímco C_{pk} bere v úvahu polohu procesu a poskytuje přesnější obraz jeho skutečného výkonu. Normalita vstupních dat je předpokladem pro výpočet těchto indexů.⁵⁷

3.3 Povýrobní etapa

Zajištění kvality v povýrobní fázi zahrnuje manipulaci, balení, skladování, instalaci a servis výrobků s cílem zabránit degradaci dosažené úrovně kvality. K tomu je třeba zavést a dodržovat postupy pro manipulaci, skladování, balení a dodávání, včetně opatření k zabránění poškození nebo zhoršení kvality. Kvalita servisu vyžaduje zlepšení zásobování náhradními díly, spolehlivosti výrobků a možností výměny modulů. Centrální značková servisní střediska a pozáruční servis mohou nabízet kvalitní opravu. Analýza stížností a reklamací a hodnocení spokojenosti zákazníků jsou v této fázi klíčové.⁵⁸

Kvalita je relativní, proto se porovnává s požadovanou hodnotou, která může být předepsána právním předpisem, normami nebo uživatelskými preferencemi. Výsledkem může být shoda nebo stupeň splnění. V podnikové výrobě převládá první způsob, ale existují i jiné hodnotící postupy.⁵⁹

3.3.1 Spotřebitelské testy⁶⁰

Spotřebitelské testy jsou metoda hodnocení produktu, která spočívá v jeho testování v přítomnosti spotřebitele a pozorování jeho okamžitých reakcí, které poskytují cenné informace o produktu. Pro zajištění spolehlivosti se stanovují společné vnější podmínky a existuje mnoho typů spotřebitelských testů, které lze klasifikovat podle jejich metod, které jsou:

⁵⁶ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 244-253.

⁵⁷ GYGI, Craig. Lean6sigma.cz: konzultační společnost. [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/zpusobilost-procesu>

⁵⁸ PISKÁČEK, Bedřich et al. *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5 s. 146.

⁵⁹ VEBER, Jaromír et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4, s. 138.

⁶⁰ 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. 308.

- **Dojmová** - Cílem metody je zjistit celkový dojem, který výrobek zanechává na testované osobě, a identifikovat jejich očekávání a představy, které výrobek vyvolává.
- **Zkušenostní** - Metoda testování zkušeností spočívá v hodnocení zkušeností osoby s produktem prostřednictvím jeho spotřeby nebo použití. Produkt je předložen k použití nebo testování, buď v rámci studie, nebo doma. Testování zkušeností by mělo následovat po testování dojmu a výsledky obou testů mohou být porovnány, aby poskytly důležité informace pro marketingové účely.
- **Eliminační technika** - Tato metoda se nazývá "postupná sensorická analýza" a spočívá v postupném eliminování určitých vlastností produktu v každém kroku a testování každého kroku na jiné skupině účastníků. Poslední krok zahrnuje slepý test bez jakýchkoli identifikačních verbálních informací.
- **Substituční technika** - Tato metoda spočívá v substituci odstraněných charakteristik výrobku jinými a postupném testování těchto alternativních charakteristik, aby se zjistil jejich vliv na hodnocení účastníků.
- **Interní** – Oba produkty, testovaný i srovnávaný, jsou vždy přítomny
- **Externí** - Hodnocený výrobek je vždy přítomen, ale výrobek použitý k porovnání být nemusí. V takových případech je hodnocený výrobek porovnáván se svým okolím, jako je například cenová kategorie produktů nebo referenční vzorek.

3.3.2 Benchmarking

Benchmarking je definován jako systematický proces srovnávání výrobků, služeb, postupů a metod s nejtvrďšími konkurenty nebo s těmi, kteří mají vedoucí postavení v dané oblasti, za účelem stanovení cílů dalšího zlepšování. Benchmarking nemá jednoznačný algoritmus, ale sleduje minimálně tyto činnosti:⁶¹

1. **Identifikace objektu benchmarkingu** - Vrcholové vedení je zodpovědné za identifikaci objektu benchmarkingu pomocí interních auditů, analýzy spokojenosti zákazníků a dalších aktivit. Nejčastějším objektem benchmarkingu je určitý proces nebo způsob plnění funkcí.
2. **Určení konkurentů** - Tři skupiny konkurentů se rozlišují při funkčním benchmarkingu: primární, nepřímí a ti nejlepší v dané oblasti. Informace o slabých a silných stránkách podniku lze získat z diskusí v ohniskových skupinách, auditů dodavatelů, katalogů firem, spotřebitelských testů, atd. Součástí tohoto kroku je také navázání kontaktů s konkurenty a uzavření dohody o benchmarkingu.
3. **Výběr metody sběru dat a jejich shromažďování** - Při sběru dat o konkurenci lze použít dotazníky, rozhovory, pozorování a analýzu záznamů. Každá metoda má výhody a nevýhody. Doporučuje se začít dotazníkem a poté kombinovat metody.

⁶¹ NENADÁL, Jaroslav et al. Moderní systémy řízení jakosti: Quality management. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 42.

Důležité je popsat proces a jeho kvantifikovatelné charakteristiky jako jsou náklady, čas a rozsah neshod.

4. **Definování budoucí hladiny vlastní výkonnosti** - Zhodnocení dat a identifikace mezer mezi vlastní a konkurenční výkonností. Různé metody analýzy a zpracování dat mohou jednoznačně kvantifikovat rozdíly a poskytnout zdroje inspirace pro vlastní zlepšování.
5. **Definování budoucí hladiny vlastní výkonnosti** - Cílem je definovat budoucí úroveň výkonu stanovením cílů na základě nejlepších postupů identifikovaných v benchmarkingu. Firmy jsou omezeny různými překážkami, takže nejvyšší vedení rozhoduje, ve kterých oblastech se firma bude zlepšovat a jaké cílové hodnoty by měly být dosaženy s ohledem na možné vývoje v konkurenci.
6. **Vyhlášení a realizace projektu zlepšování** – Vrcholové vedení musí vyhlásit a podporovat projekt zlepšování a monitorovat dosažené výsledky. Tento krok by měl používat obecné metodologie zlepšování.
7. **Rekalibrace hladiny vlastní výkonnosti novým benchmarkingem** - Benchmarking je důležitý proces, který vyžaduje podporu vrcholového managementu, etické směrnice a sledování výsledků. Pro učení a upřesnění odpovědností je nejvhodnější interní benchmarking, s týmem tvořeným zaměstnanci, kteří dobře znají porovnávaný objekt.

62

Etické zásady benchmarkingu

Správné plánování a provedení by měly respektovat morální, etické a právní aspekty. Americké centrum pro kvalitu a produktivitu (AOQC) vyvinulo kodex chování pro benchmarking, který definuje základní morální, etické a právní zásady benchmarkingu. Je zdůrazněno devět základních principů, jako je třeba legalita, vzájemná výměna, důvěrnost a příprava. Informace získané prostřednictvím benchmarkingu by měly být použity pouze pro rozhodování o projektech zlepšení výrobků a procesů v organizacích zapojených do projektu, nikoli pro obchodní nebo marketingové účely.⁶³

Úspěch praktik zlepšování kvality, jako je právě benchmarking, zlepšování procesů a nulová tolerance defektů, silně závisí na orientaci a podpoře firmy v rámci celkového řízení kvality (TQM).⁶⁴

⁶² NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 42-45.

⁶³ NENADÁL, Jaroslav. *Měření v systémech managementu jakosti*. 2. vyd. (doplněné). Praha: Management Press, 2004, 335 s. ISBN 80-7261-110-0 s. 156-157.

⁶⁴ PERIS-ORTIZ, Marta a José ÁLVAREZ-GARCÍA. *Action-Based Quality Management: Strategy and Tools for Continuous Improvement*. 1. vyd. Cham: Springer International Publishing AG, 2014, 197 s. ISBN 9783319064529 s. 131.

3.3.3 Kaizen⁶⁵

Kaizen je metodologie používaná k neustálému zlepšování výrobních procesů pomocí provádění malých změn, které mají za cíl eliminovat plýtvání. Toho se dosahuje využitím kolektivního talentu každého zaměstnance ve firmě.⁶⁶

Koncept Kaizen není omezen na konkrétní průmysl nebo velikost firmy, může být implementován podniky všech typů a velikostí. Hlavním cílem Kaizen je podněcovat zaměstnance kriticky přemýšlet o svých pracovních procesech a identifikovat oblasti pro zlepšení. Tento přístup dává zaměstnancům možnost vzít si zodpovědnost za svou práci a snažit se dosáhnout větší efektivity a produktivity.

Aby organizace mohla úspěšně implementovat Kaizen, musí vytvořit kulturu, která ocení příspěvky zaměstnanců a podporuje spolupráci. Zaměstnanci by měli být povzbuzeni k sdílení svých nápadů a společnému hledání řešení problémů. Management musí také poskytnout potřebné zdroje a podporu k usnadnění implementace iniciativ Kaizen. To může zahrnovat školení, nástroje a software, které pomohou zaměstnancům sledovat pokrok a identifikovat oblasti pro zlepšení. S vhodným přístupem a podporou mohou organizace vytvořit kulturu kontinuálního zlepšování, která vede k dlouhodobému úspěchu.

Výhody implementace Kaizen jsou mnohočetné. Zaměřením se na kontinuální zlepšování mohou organizace snížit odpad, zvýšit efektivitu a zlepšit kvalitu produktu. Tento přístup může vést k úsporám nákladů, zlepšení spokojenosti zákazníků a zvýšení konkurenceschopnosti na trhu. Kromě toho mohou iniciativy Kaizen pomoci organizacím vyvinout více zapojenou a motivovanou pracovní sílu.

Tím, že zaměstnancům umožní převzít zodpovědnost za svou práci a přispět k úspěchu společnosti, mohou organizace vytvořit kulturu spolupráce a inovací, která podporuje dlouhodobý růst a úspěch.

⁶⁵ NENADÁL, Jaroslav et al. *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8 s. 162-163.

⁶⁶ RUMANE, Abdul R. *Quality Tools for Managing Construction Projects*. 1. vyd. Baton Rouge: CRC Press, 2013, 410 s. ISBN 9781466552142 s. 64.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 Řešené úlohy

V praktické části bakalářské práce budou probírány vybrané teoretické úkoly. Cílem je využít vhodné nástroje managementu kvality k dosažení stanovených hypotéz pro tyto úkoly nebo se jim přiblížit co nejvíce. Dále budou získané výsledky porovnány s realitou a znalosti získané z teoretické části budou aplikovány.

4.1 Úloha 1

Kontrola tloušťky skelné textilie U M 85/1

Postupu řešení úlohy:

Úkol:

U skelného vlákna byla potřeba ověřit jeho tloušťku, jehož nominální tloušťka 0,75 mm pomocí přístroje pro měření tloušťky netkaných textilií J-40-T. Minimální regulační hodnota je 0,65 mm a maximální regulační hodnota je 0,85 mm. Toleranční pole je tedy v intervalu (-0,1mm; +0,1mm). Úkolem bylo ze zaznamenaných hodnot vypracovat regulační diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s, \bar{M} -R a prověřit, zda je výrobní proces schopný.

Pomůcky:

6 výběrů rolí skelného vlákna, každý o 5 kusech, normy ČSN – ISO 8258, ISO 7870, ISO 7873, ISO 7966, tloušťkoměr J-40-T

Postup:

1. V rámci výrobního procesu bylo vytvořeno šest souborů rolí vláken, každý obsahoval pět kusů. Tyto soubory byly postupně vybírány a každému z nich bylo přiřazeno číslo aby nedocházelo k záměně pořadí.
2. Z odebraných vzorků byly naměřeny hodnoty tloušťky vlákna, každé měření bylo zopakované třikrát pro větší přesnost.
3. Po získání těchto hodnot byly dále zpracovány v podobě regulačních diagramů. Na základě vizuálního vyhodnocení průběhu diagramů pomocí osmi pravidel pro Shewhartovy diagramy byly stanoveny relevantní závěry.

Tvorba regulačních diagramů:

Vzhledem k tomu, že v této úloze bylo naměřeno 90 hodnot, je nutné je vhodné organizovat pro analýzu a získání odpovídajících závěrů. K tomuto účelu lze využít regulační diagram, který je jedním z nejčastěji používaných nástrojů v oblasti managementu kvality. Regulační diagramy umožňují přehledné a vhodné organizování velkého množství hodnot a jsou snadno interpretovatelné.

Nejprve bude vypracován regulační diagram, který ukazuje průměrné hodnoty znaků v podskupině \bar{X} a rozpětí R.

Hodnoty z tabulky normy ČSN ISO 8258 nutné pro výpočty:

Tabulka 1 - Součinitele pro výpočet skupiny o rozsahu 5 kusů⁶⁷

Součinitele pro regulační meze	
A ₂	0.557
A ₃	1.427
A ₄	0.69
A ₅	0
A ₆	2.089
A ₇	0
Součinitele pro centrální přímku	
D ₄	2.114
d ₅	2.326

Výpočty pro diagram \bar{X} -R:

Naměřená data byla zaznamenána v přehledné tabulce, která je k dispozici v příloze této práce. Každý vzorek byl podroben třem měřením pro větší přesnost, a výsledná hodnota byla použita pro výpočty zobrazené v regulačním diagramu.

Pro výpočty byly použity vzorce pro Shewhartovy regulační diagramy.⁶⁸

Výpočty pro graf průměru

Centrální přímk \bar{X} (průměrná hodnota podskupin)

$$\bar{X} = \underline{0,706} \text{ mm}$$

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

$$UCL_x = 0,706 + 0,577 \times 0,081$$

$$UCL_x = \underline{0,752} \text{ mm}$$

⁶⁷ ČSN ISO 8258. *Shewhartovy regulační diagramy*. 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.

⁶⁸ Tamtéž.

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

$$LCL_X = 0,706 - 0,577 \times 0,081$$

$$LCL_X = \underline{0,659} \text{ mm}$$

Výpočty pro graf rozpětí

Centrální přímka \bar{R} (průměrná hodnota rozpětí v podskupinách)

$$\bar{R} = \underline{0,081} \text{ mm}$$

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

$$UCL_R = 2,114 \times 0,081$$

$$UCL_R = 0,173$$

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

$$LCL_R = 0 \times 0,081$$

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

Výpočty pro diagram \bar{X} -s:

Následující výpočty se týkají regulačních mezí pro graf směrodatné odchylky. Průměrné hodnoty pro \bar{X} byly již vypočítány výše.

Centrální přímka \bar{s} (průměr výběrových směrodatných odchylek), tedy:

$$\bar{s} = 0,029 \text{ mm.}$$

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

$$UCL_s = 2,089 \times 0,029$$

$$UCL_s = \underline{0,0606} \text{ mm}$$

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

$$LCL_s = 0 \times 0,029$$

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

Výpočty pro diagram Me-R:

Níže uvedené výpočty se zaměřují na mezní hodnoty potřebné k sestavení grafu mediánu.

Centrální přímka **Me** (průměr mediánů podskupin), tedy:

$$Me = 0,703 \text{ mm.}$$

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

$$UCL_{Me} = 0,703 + 0,69 \times 0,081$$

$$UCL_{Me} = \underline{0,759} \text{ mm}$$

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

$$LCL_{Me} = 0,703 - 0,69 \times 0,081$$

$$LCL_{Me} = \underline{0,647} \text{ mm}$$

Po provedení výpočtů byly sestrojeny regulační grafy, které obsahují základní informace o problému a měřených vzorcích. Velikost výběru pro všechny úlohy byla $n=5$. Pomocné výpočty zahrnovaly součet hodnot výběru, hodnotu měřeného znaku X a vypočtené hodnoty rozsahu R , mediánu Me a výběrové směrodatné odchyly. Tyto postupy byly použity ve všech třech úlohách. Grafy poskytují přehled o nastavení výrobního procesu během výroby měřených vzorků.

Dále je třeba určit spolčené meze pro všechny diagramy 1. úlohy:

1. Regulační meze ve vzdálenosti $\pm \sigma$ od centrální přímký

Směrodatná odchylnka

$$\hat{\sigma} = \sigma_R = \bar{R}/d_2 = 0,081/2,326 = \pm \underline{0,0348} \text{ mm}$$

V případě Shewhartových diagramů se směrodatná odchylnka, která se používá pro výpočet mezí se počítá jako odhad průměrné variability uvnitř podskupin a proto tedy $\sigma_R = \bar{R}/d_2$.⁶⁹

2. Regulační meze ve vzdálenosti $\pm 2\sigma$ od centrální přímký

Varovné meze

$$\text{varovná mez} = \pm 2\sigma_R = \pm 2 \times 0,0348 = \underline{0,0696} \text{ mm}$$

3. Regulační meze ve vzdálenosti $\pm 3\sigma$ od centrální přímký

Akční meze (vypočteny v předešlé části úlohy)

⁶⁹ ČSN ISO 8258. Shewhartovy regulační diagramy. 1994. Praha: Český normalizační institut, 1994.

Předpoklady pro vyhodnocení regulačních diagramů

Ještě před vyvozením závěrů je nutné diagramy otestovat osmi stanovenými pravidly:

1. Jeden bod mimo regulační zónu
2. Devět po sobě jdoucích bodů na jedné straně regulační čáry
3. Šest po sobě následujících bodů stoupá nebo klesá
4. 14 hodnot bodů střídavě stoupá nebo klesá
5. Dva ze tří po sobě jdoucích bodů v regulační zóně
6. 4 z 5 bodů jsou ve výstražné zóně a dál
7. 15 hodnot je v centrální zóně
8. 8 hodnot nad nebo pod centrální zónou

Vyhodnocení individuálních regulačních diagramů – 1. úloha

Regulační diagram \bar{X} -R

Protože průměr není dostatečně vystihující veličinou, nejprve se vyhodnotí průběh rozpětí R.

Po vytvoření grafického diagramu lze o hodnotách rozpětí R říci, že:

Tabulka 2 - Výsledky testu rozpětí R - 1. úloha

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf rozpětí neukazuje žádný jev, kvůli kterému by bylo nutno proces opravovat.

Stejným způsobem můžeme vyhodnotit graf \bar{X} :

Tabulka 3 - Vyhodnocení testu průměru \bar{X} – 1. úloha

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf nesplňuje ani jeden stav nutný k dalšímu zkoumání.

Regulační diagram \bar{X} -s:

Pro grafické znázornění směrodatné odchylky odkazuje následující tabulka:

Tabulka 4 - Vyhodnocení testu směrodatné odchylky s - 1. úloha

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano ⁷⁰	Ne

Hodnoty grafu výběrové směrodatné odchylky v testu splňují v bodě 7 podmínku. Existují tedy příčiny kolísání, které je třeba vyhledat a minimalizovat.

Regulační diagram Me -s:

Nakonec rozebereme graf mediánu v podskupině. Směrodatná odchylka je rozebrána výše, proto již není nutná.

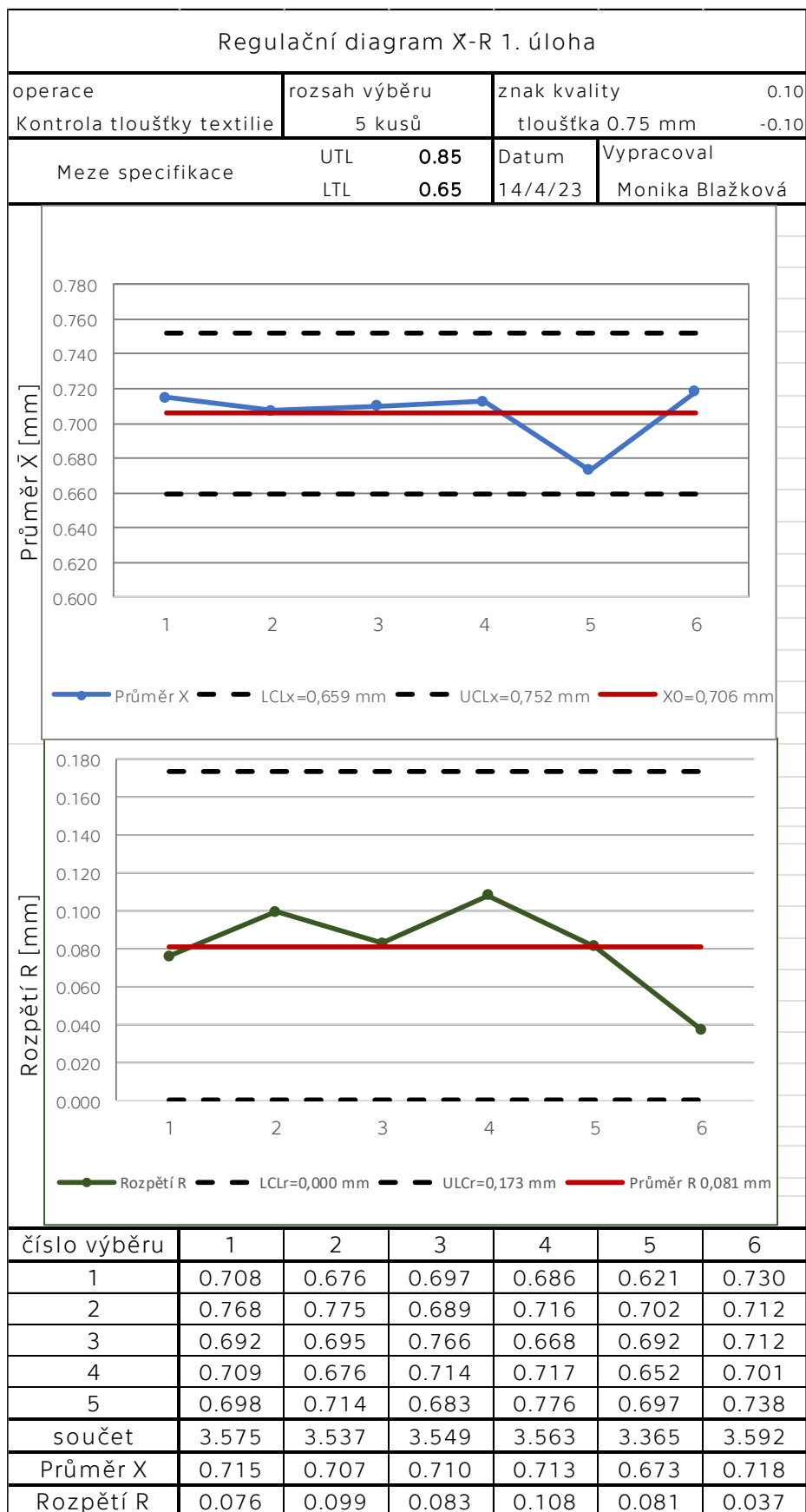
Tabulka 5 - Vyhodnocení testu mediánu Me - 1. úloha

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano ⁷¹	Ne

Graf průběhu průměru Mediánu plní jednu podmínku testu, jsou zde proto přítomny vymezené příčiny kolísání.

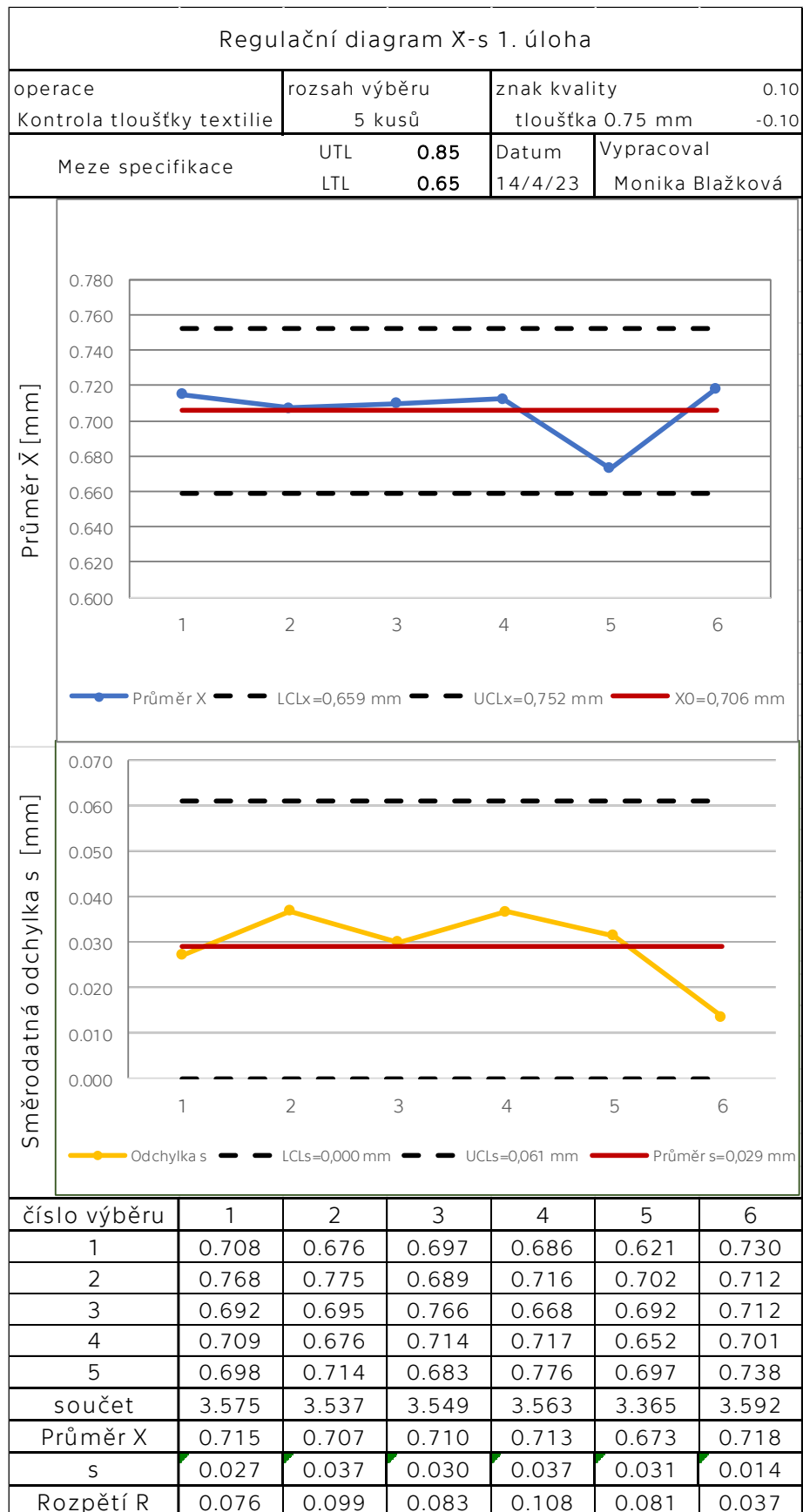
⁷⁰ Ano pouze v případě akceptování nižší hodnoty podmínky, tedy jen 6 na místo 15 hodnot. Více hodnot graf neobsahuje.

⁷¹ Zde platí stejný předpoklad jako u grafu předchozího.



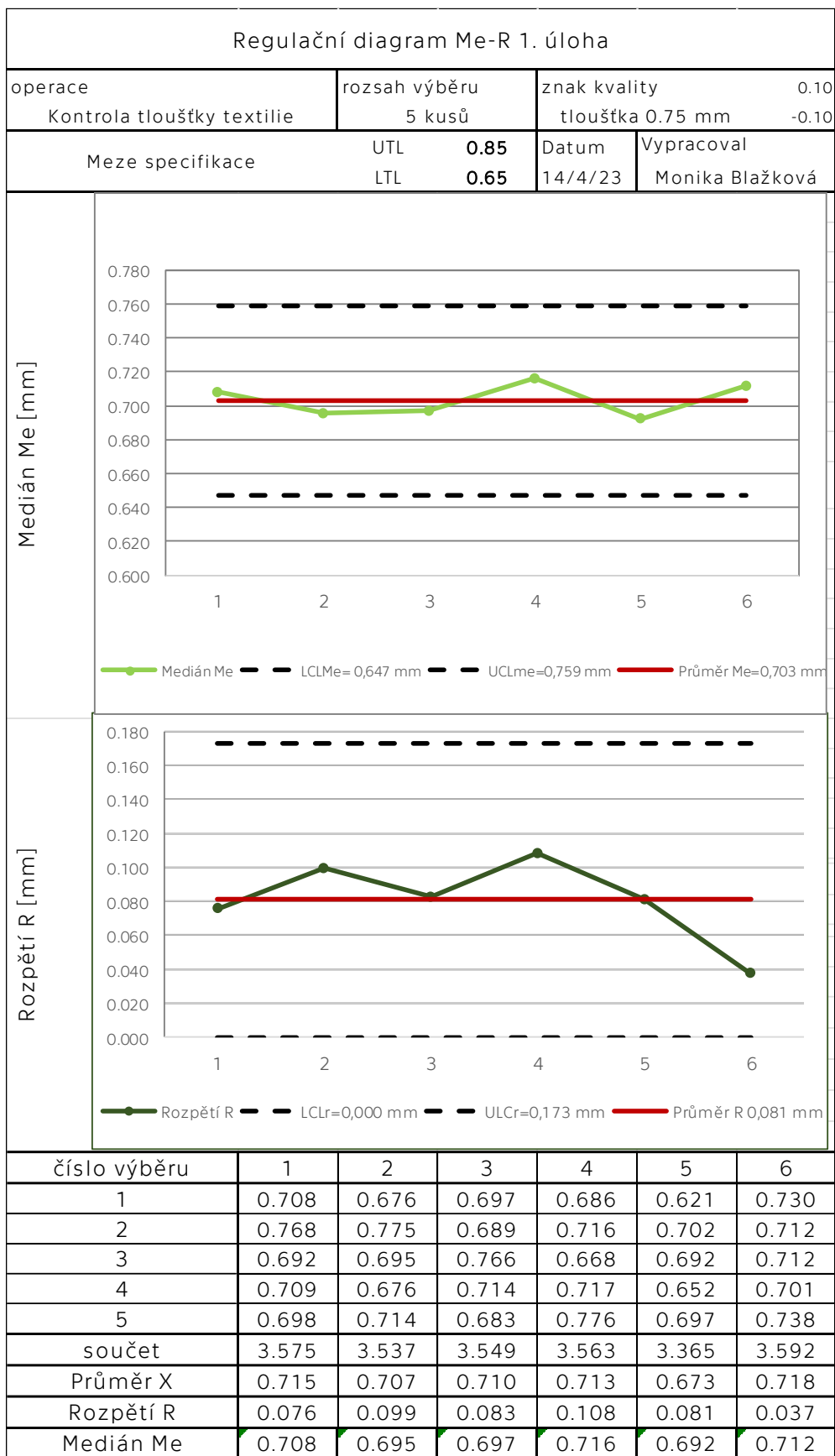
Obrázek 12 - Regulační diagram průměru \bar{X} a rozpětí R - 1. úloha

Zdroj: Autor bc. práce



Obrázek 13 - Regulační diagram průměru \bar{X} a směrodatné odchylky s - 1. úloha

Zdroj: Autor bc. práce



Obrázek 14 - Regulační diagram mediánu Me a rozpětí R - 1. úloha

Zdroj: Autor bc. práce

4.2 Úloha 2

Kontrola ztráty hořením skelné textilie U M 110

Postupu řešení úlohy:

Úkol:

U skelného vlákna kódem U M 110 bylo potřeba ověřit jeho ztráta hořením vypečením v pícce. Maximální ztráta je 24%. Toleranční pole je tedy v intervalu (0 mm; +0,1mm). Úkolem bylo vypracovat regulační diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s, \bar{M} -R a prověřit, zda je výrobní proces způsobilý.

Pomůcky:

14 výběrů roli skelného vlákna, každý o 5 kusech, normy ČSN – ISO 8258, ISO 7870, ISO 7873, ISO 7966, pírka, digitální váha

Postup:

1. Bylo vyrobeno 14 souborů rolí vláken, každý obsahoval 5 kusů. Z nich byl odebrán vzorek a zvážen. Následovalo vypečení v pícce a opětovné zvážení vzorku.
2. Byly naměřeny hodnoty ztráty hořením vlákna, proběhlo pouze jedno měření.
3. Po získání těchto hodnot byly dále zpracovány v podobě regulačních diagramů. Na základě vizuálního vyhodnocení průběhu diagramů pomocí osmi pravidel pro Shewhartovy diagramy byly následně stanoveny závěry.

Tvorba regulačních diagramů:

Opět bylo nutné vytvořit regulační diagram hodnoty znaků \bar{X} a rozpětí R. Poté také diagramy \bar{X} -s a Me-R. Hodnoty získány z tabulky pro rozsah podskupin 5 kusů.

Diagramy \bar{X} -R, \bar{X} -s, Me-R:

Použili jsme vzorce pro regulační meze Shewhartových regulačních diagramů měřením.

Výpočty pro diagram \bar{X} -R

Výpočty pro graf průměru

Centrální přímkka \bar{X} (průměrná hodnota podskupin)

$$\bar{X} = \underline{21,534} \text{ mm}$$

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

$$UCL_x = 21,534 + 0,577 \times 5,514$$

$$UCL_x = \underline{24,715} \text{ mm}$$

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

$$LCL_x = 21,534 - 0,577 \times 5,514$$

$$LCL_x = \underline{18,352} \text{ mm}$$

Výpočty pro graf rozpětí

Centrální příímka \bar{R} (průměrná hodnota rozpětí v podskupinách)

$$\bar{R} = \underline{5,514} \text{ mm}$$

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

$$UCL_R = 2,114 \times 5,514$$

$$UCL_R = \underline{11,656} \text{ mm}$$

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

$$LCL_R = 0 \times 5,514$$

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

Výpočty pro diagram \bar{X} -s:

Následuje výpočet regulačních mezí pro graf směrodatné odchylky.

Centrální příímka \bar{s} (průměr výběrových směrodatných odchylek), tedy:

$$\bar{s} = 1,946 \text{ mm.}$$

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

$$UCL_s = 2,089 \times 1,946$$

$$UCL_s = \underline{4,065} \text{ mm}$$

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

$$LCL_s = 0 \times 1,946$$

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

Výpočty pro diagram Me-R:

Níže uvedené výpočty se zaměřují na mezní hodnoty potřebné k sestavení grafu mediánu.

Centrální přímka **Me** (průměr mediánů podskupin), tedy:

$$Me = 21,040 \text{ mm.}$$

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

$$UCL_{Me} = 21,040 + 0,69 \times 5,514$$

$$UCL_{Me} = \underline{24,845} \text{ mm}$$

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

$$LCL_{Me} = 21,040 - 0,69 \times 5,514$$

$$LCL_{Me} = \underline{17,235} \text{ mm}$$

Dále je třeba opět určit spolčené meze pro všechny diagramy 2. úlohy:

1. Regulační meze ve vzdálenosti $\pm \sigma$ od centrální přímky

Směrodatná odchylka

$$\hat{\sigma} = \sigma_R = \bar{R}/d_2 = 5,514/2,326 = \pm \underline{2,371} \text{ mm}$$

2. Regulační meze ve vzdálenosti $\pm 2\sigma$ od centrální přímky

Varovné meze

$$\text{varovná mez} = \pm 2\sigma_R = \pm 2 \times 2,371 = \underline{4,742} \text{ mm}$$

3. Regulační meze ve vzdálenosti $\pm 3\sigma$ od centrální přímky

Akční meze (vypočteny v předešlé části úlohy)

Vyhodnocení individuálních regulačních diagramů – 2. úloha

Testy byly vyhodnoceny pomocí regulačních diagramů obrázků 15-17, k dispozici v příloze této práce.

Regulační diagram \bar{X} -R

Nejdříve vyhodnotíme průběh rozpětí R. Po vytvoření grafického diagramu lze o hodnotách říci, že:

Tabulka 6 - Vyhodnocení testu rozpětí R - 2. úloha

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ano ⁷²	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Graf splňuje hned dvě podmínky přítomnosti vymezené příčiny kolísání. Růst šesti po sobě jdoucích hodnot a podmínku bodu 2.

Stejným způsobem můžeme vyhodnotit graf \bar{X} :

Tabulka 7 - Vyhodnocení testu průměru \bar{X} - 1. úloha

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ano ⁷³	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano ⁷⁴	Ne

Hodnoty grafu splňují podmínku 2 za stejného předpokladu jako graf předchozí. Navíc splňují test 7.

Regulační diagram \bar{X} -s:

Následuje znázornění průběhu směrodatné odchylky s tabulkou:

Tabulka 8 - Vyhodnocení testu směrodatné odchylky s - 1. úloha⁷⁵

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne

⁷² Ano za předpokladu nižší hodnot bodu 2 podmínky a sice pouze 8 hodnot.

⁷³ Stejný předpoklad jako výše.

⁷⁴ Ano v případě změny bodu 7 týkajících se 15 hodnot, na 14 hodnot, neboť graf více hodnot neobsahuje.

⁷⁵ Totožné předpoklady jako grafu průměru \bar{X}

Graf průběhu směrodatné odchylky splňuje hned dva předpoklady a potvrzuje výskyt vymežitelných příčin kolísání.

Regulační diagram Me-s:

Nakonec rozebereme graf mediánu v podskupině:

Tabulka 9 - Vyhodnocení testu mediánu Me - 1. úloha

Test seskupení dle Shewharta								
Číslo testu	1	2	3	4	5	6	7	8
Výsledek	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano ⁷⁶	Ne

Hodnoty potvrzují jeden test podmínky bodu 7, pokud bude akceptován počet 14 na místo 15.

⁷⁶ Ano pokud v testu určených 15 bodů, které leží v řadě za sebou, bude přijat menší počet, pouze 14 bodů.

5 Diskuze

Úkol **první úlohy** spočíval v ověření tloušťky skelného vlákna. Měření proběhlo třikrát za pomoci tloušťkoměru J-40-T, v rozsahu 8 výběrů po 5 kusech. Následně byly vytvořeny Shewhartovy regulační diagramy a ty byly podrobeny testům seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání. Testy znázornily následující:

- Průběh grafu rozpětí R neukázal žádné problémy nutné k řešení procesu.
- Graf průběhu průměru \bar{X} vyhodnocovaný následně, nabyl stejného výsledku jako graf předchozí a z hlediska testů seskupení pro vymežitelné příčiny je tak naprosto v pořádku.
- Další následoval graf průběhu směrodatné odchylky s . Soubor měřených prvků není dost velký, a proto potvrdil podmínku bodu 7 pouze v případě, že je akceptován menší počet než 15 bodů nutných pro tuto podmínku.
- Výsledek grafu mediánu naznačuje stejný problém jako v případě grafu předešlého.

Zde jsou důležité analýzy výsledků měření, výpočtů i regulačních diagramů pro pochopení výrobního procesu. Proces je patrně regulovaný, ale dochází k nepatrným náznakům nepravidelností. Měly by být provedeny další zpřesňující měření k diagnostikování možných vymežitelných příčin kolísání procesu a následně by měla být přijata odpovídající nápravná opatření.

Druhá úloha ověřovala ztrátu hořením a bylo zaznamenáno 14 výběrů o 5 kusech. Měření proběhlo v každém případě pouze jednou a vedlo k těmto zjištěním:

- Grafický průběh rozpětí R ukazuje abnormalitu v bodě 3. Déle plní bod 2 za již uvedených podmínek, a sice, že 8 hodnot leží na stejné straně centrální linie.
- Z průběhu průměru \bar{X} je patrné potvrzení dvou podmínek, tentokrát bod 2, 8 ležících hodnot na stejné straně a bod 7, pokud je akceptován počet hodnot 14.
- Průběh směrodatné odchylky s ukazuje potvrzení přítomnosti vymežitelných příčin kolísání ve dvou bodech, za předchozích podmínek.
- V regulačním grafu mediánu vznikla jedna abnormalita v bodě 7, a to 14 hodnot uvnitř intervalu $\pm\sigma$.

Z grafů, kromě nalezení abnormality u každého z nich, vyplývají podobnosti mezi regulačními diagramy \bar{X} a s , a to nejen podobnost tvarová, ale jsou shodné i výsledky testů. Vyplývá z toho tedy, že jistě existují vymežitelné příčiny kolísání a je naléhavé je vhodným způsobem diagnostikovat a řešit.

Závěry získané řešením daných úkolů nejsou konečné a zanechávají prostor pro otázky. Pro získání přesnějších a spolehlivějších výsledků by bylo třeba mít k dispozici větší počet skupin vzorků. Nedostatečná velikost vzorku byla kompenzována opakovaným, konkrétně trojnásobným měřením.

Závěr

Po celou lidskou historii byl koncept "kvality" přítomný a relevantní, od pravěkých dob až po současnost a bude i nadále důležitý v budoucnosti.

První kapitola **teoretické části** vysvětluje koncept kvality z historického a terminologického hlediska. Podkapitola 1.2 poskytuje definici jakosti a její kvalitativní a kvantitativní vymezení. Cílem je vysvětlit tento často zmiňovaný termín srozumitelně každému, kdo o téma projeví zájem, nad rámec univerzální definice.

Druhá část práce se zabývá odpovědí na dotaz ohledně používaných univerzálních nástrojů a metod řízení kvality v praxi. Kapitoly 2.1, 2.2 a 2.3 obsahují pojmy jako sedm nástrojů řízení kvality, brainstorming, relační diagram nebo stromový diagram.

Dalším cílem bylo zodpovězení otázky, jaké jsou hlavní činnosti řízení kvality výrobního procesu. Kapitola 3 se proto zabývá rozdělením výrobního procesu na základní etapy, konkrétně předvýrobní fázi, vlastní výrobu a činnosti údržby a expedice.

Během předvýrobní fáze je nutné aplikovat prvky řízení kvality, jako jsou přesné technické informace. Kvalita musí být zohledněna i v dalších činnostech, jako je plánování výroby, design komponent produktu a příprava na prodej a servis.

Proces výroby se pak dá rozdělit do dvou základních fází: první je zahájení výroby a druhá je vlastní normální výroba.

Řízení kvality je nezbytné i nakonec v etapách údržby a expedice na konci výrobního procesu, stejně jako na začátku v myšlence výrobního procesu až po konečný produkt.

Cíle, které byly vytyčeny v úvodu pro teoretickou část bakalářské práce, jsou tak shrnuty v prvních třech kapitolách.

Praktická část práce se zaměřuje na aplikaci vybraných nástrojů řízení kvality v konkrétních úlohách, přičemž se přechází od teorie k praktickému využití. Úmyslně byly zvoleny Shewhartovy regulační diagramy, protože jsou velmi relevantní v průmyslových odvětvích, konkrétně v oblasti strojírenství, automobilového a leteckého průmyslu. Nyní je důležité podívat se na výsledky úloh.

První úloha je charakterizovaná těmito body:

- Grafy průběhu rozpětí a průměru v podskupinách nejevily žádné známky nutnosti oprav.
- Naopak grafy mediánu a směrodatné odchylky s naznačovaly odchylky, které ovšem nebyly nijak zásadní a netřeba jim věnovat větší pozornost.

Úloha druhá vysvětluje:

- Graf průběhu mediánu obsahoval jednu abnormalitu, přičemž průběh rozpětí R až dvě.

- Regulační diagram průměru \bar{X} a směrodatné odchylky s našly potvrzení přítomnosti vymezených příčin kolísání hned ve dvou, a to totožných bodech.

Ze shrnutí řešených úloh vyplývá:

- Výrobní proces výroby vzorků pro první úkol je obecně dobře nastaven a nepůsobí žádné významné abnormality. Nicméně příčiny kolísání v procesu lze pouze spekulovat. Další měření s větším počtem vzorků by mohla poskytnout přesnější výsledky.
- Druhá úloha ukazuje problém v nastavení výrobního procesu z důvodu přítomnosti vymezených příčin kolísání. Je nezbytné realizovat další opětovná měření a tyto procesy detailněji prozkoumat.

Hodnocení úloh ukázalo, že žádný z procesů neplní optimistickou hypotézu. Nejblíže se nachýlila úloha první, avšak ani ta není bez pochybností.

Práce kromě může poskytnout čtenářům také přehled o kvalitě a jejím řízení, jelikož téma kvality má význam jak v průmyslu, tak v osobním životě.

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých českých knižních zdrojů

- PISKÁČEK, Bedřich et al.** *Řízení jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2001, 222 s. ISBN 80-01-02276-5.
- MYKISKA, Antonín et al.** *Řízení a zabezpečování jakosti*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 112 s. ISBN 80-01-01720-6.
- NENADÁL, Jaroslav.** *Měření v systémech management jakosti*. 2. vyd. (doplněné). Praha: Management Press, 2004, 335 s. ISBN 80-7261-110-0.
- NENADÁL, Jaroslav et al.** *Moderní systémy řízení jakosti: Quality management*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998, 283 s. ISBN 80-85943-63-8.
- PLURA, Jiří.** *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001, 224 s. ISBN 80-7226-543-1.
- VEBER, Jaromír et al.** *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 163 s. ISBN 80-247-0194-4.
- 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.

Seznam použitých zahraničních knižních zdrojů

- RUMANE, Abdul R.** *Quality Tools for Managing Construction Projects*. 1. vyd. Baton Rouge: CRC Press, 2013, 410 s. ISBN 9781466552142.
- PERIS-ORTIZ, Marta a José ÁLVAREZ-GARCÍA.** *Action-Based Quality Management: Strategy and Tools for Continuous Improvement*. 1 vyd. Cham: Springer International Publishing AG, 2014, 197 s. ISBN 9783319064529.

Seznam použitých internetových zdrojů

- MENDELOVA UNIVERZITA.** *Fraxinus.mendelu.cz: školní vzdělávací systém*. [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Rizeni_jakosti/012_p_Formy_p%C5%99ej%C3%ADmky_zbo%C5%BE%C3%AD_p_rezentace.ppt
- GYGI, Craig.** *Lean6sigma.cz: Způsobilost procesu*. [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/zpusobilost-procesu>

SC&C PARTNER. Paretův diagram. *SC&C Partner, spol. s r.o. : Paretovo pravidlo jako rozhodovací nástroj* [online]. [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://www.scacp.cz/paretovo-pravidlo/>

Ostatní zdroje

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

MIKSCHIK, Petr. Metody a nástroje managementu kvality [online]. Praha, 2015 [2023-04-15]. Inspirace. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/63676/F2-BP-2015-Mikschik-Petr-BP_Petr%20Mikschik-Metody%20a%20nastroje%20managementu%20kvality.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie. Vedoucí práce Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - KONTROLNÍ TABULKA	14
OBRÁZEK 2 - ISHIKAWŮV DIAGRAM RYBÍ KOSTI	15
OBRÁZEK 3 - VÝVOJOVÝ DIAGRAM	15
OBRÁZEK 4 - REGULAČNÍ DIAGRAM X-R	17
OBRÁZEK 5 - PARETŮV DIAGRAM	18
OBRÁZEK 6 - AFINITNÍ DIAGRAM	20
OBRÁZEK 7 - RELAČNÍ DIAGRAM	20
OBRÁZEK 8 - STROMOVÝ DIAGRAM	21
OBRÁZEK 9 - ROZHODOVACÍ DIAGRAM	21
OBRÁZEK 10 - MATICOVÝ DIAGRAM "L"	22
OBRÁZEK 11 - SÍŤOVÝ DIAGRAM	23
OBRÁZEK 12 - REGULAČNÍ DIAGRAM PRŮMĚRU \bar{X} A ROZPĚTÍ R - 1. ÚLOHA	41
OBRÁZEK 13 - REGULAČNÍ DIAGRAM PRŮMĚRU \bar{X} A SMĚRODATNÉ ODCHYLKY S - 1. ÚLOHA	42
OBRÁZEK 14 - REGULAČNÍ DIAGRAM MEDIÁNU M_e A ROZPĚTÍ R - 1. ÚLOHA	43
OBRÁZEK 15 - REGULAČNÍ DIAGRAM PRŮMĚRU \bar{X} A ROZPĚTÍ R - 2. ÚLOHA	56
OBRÁZEK 16 - REGULAČNÍ DIAGRAM PRŮMĚRU \bar{X} A SMĚRODATNÉ ODCHYLKY S - 2. ÚLOHA	57
OBRÁZEK 17 - REGULAČNÍ DIAGRAM MEDIÁNU M_e A ROZPĚTÍ R - 2. ÚLOHA	58

Seznam tabulek

TABULKA 1 - SOUČINITELE PRO VÝPOČET SKUPINY O ROZSAHU 5 KUSŮ	36
TABULKA 2 - VÝSLEDKY TESTU ROZPĚTÍ R - 1. ÚLOHA	39
TABULKA 3 - VYHODNOCENÍ TESTU PRŮMĚRU \bar{X} - 1. ÚLOHA	39
TABULKA 4 - VYHODNOCENÍ TESTU SMĚRODATNÉ ODCHYLKY S - 1. ÚLOHA	40
TABULKA 5 - VYHODNOCENÍ TESTU MEDIÁNU M_e - 1. ÚLOHA	40
TABULKA 6 - VYHODNOCENÍ TESTU ROZPĚTÍ R - 2. ÚLOHA	47
TABULKA 7 - VYHODNOCENÍ TESTU PRŮMĚRU \bar{X} - 1. ÚLOHA	47
TABULKA 8 - VYHODNOCENÍ TESTU SMĚRODATNÉ ODCHYLKY S - 1. ÚLOHA	47
TABULKA 9 - VYHODNOCENÍ TESTU MEDIÁNU M_e - 1. ÚLOHA	48
TABULKA 10 - NAMĚŘENÉ HODNOTY TLOUŠŤKY SKELNÉ TEXTILIE U M 85/1	55
TABULKA 11 - VÝSLEDNÉ HODNOTY ZTRÁTY HOŘENÍM SKELNÉ TEXTILIE U M 110	55

Přílohy

Naměřené hodnoty

Úloha 1

Tabulka 10 - Naměřené hodnoty tloušťky skelné textilie U M 85/1

1. měření [mm]							
č.skupiny		1	2	3	4	5	6
číslo vzorku	1	0.707	0.672	0.696	0.687	0.621	0.728
	2	0.766	0.773	0.687	0.715	0.702	0.711
	3	0.692	0.698	0.770	0.665	0.692	0.710
	4	0.710	0.678	0.716	0.716	0.655	0.701
	5	0.698	0.714	0.690	0.774	0.695	0.737
2. měření [mm]							
č.skupiny		1	2	3	4	5	6
číslo vzorku	1	0.710	0.683	0.700	0.681	0.621	0.731
	2	0.770	0.778	0.692	0.714	0.701	0.710
	3	0.690	0.687	0.763	0.668	0.689	0.711
	4	0.710	0.675	0.716	0.721	0.648	0.702
	5	0.698	0.713	0.670	0.775	0.700	0.737
3. měření [mm]							
č.skupiny		1	2	3	4	5	6
číslo vzorku	1	0.707	0.673	0.695	0.690	0.622	0.730
	2	0.767	0.775	0.687	0.719	0.704	0.714
	3	0.694	0.701	0.765	0.670	0.695	0.714
	4	0.706	0.675	0.711	0.715	0.652	0.699
	5	0.699	0.716	0.690	0.778	0.697	0.740

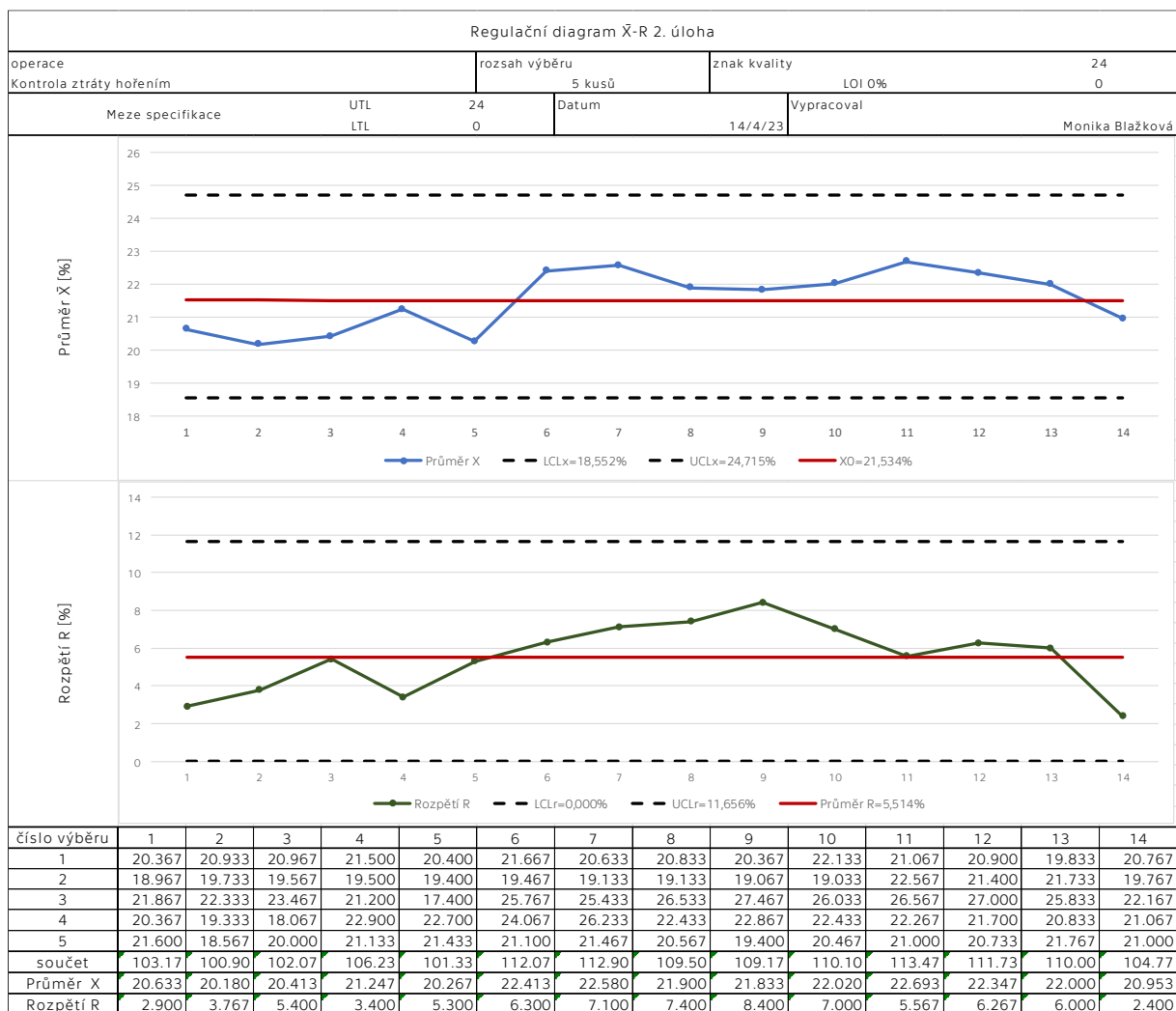
Úloha 2

Tabulka 11 - Výsledné hodnoty ztráty hořením skelné textilie U M 110

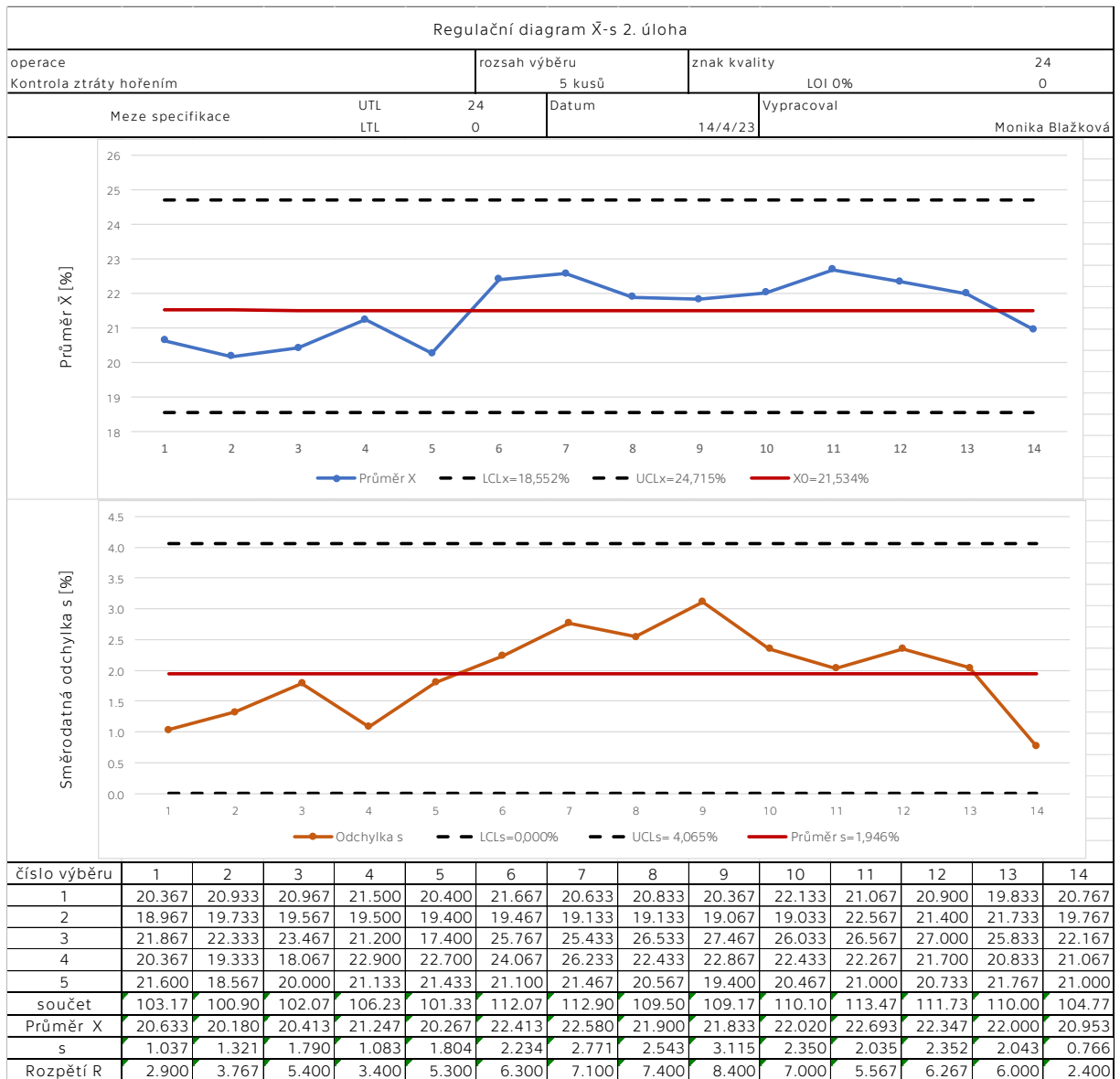
měření [%]															
č.skupiny		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
číslo vzorku	1	20.4	21.0	21.0	21.6	20.5	21.7	20.7	20.9	20.4	22.2	21.1	21.0	19.9	20.8
	2	18.9	19.7	19.5	19.5	19.4	19.4	19.1	19.1	19.0	19.0	22.5	21.4	21.7	19.7
	3	21.9	22.4	23.5	21.3	17.5	25.8	25.5	26.6	27.5	26.1	26.6	27.1	25.9	22.2
	4	20.5	19.5	18.2	23.1	22.9	24.2	26.4	22.6	23.0	22.6	22.4	21.9	21.0	21.2
	5	21.5	18.5	19.9	21.1	21.4	21.0	21.4	20.5	19.3	20.4	20.9	20.7	21.7	20.9

Regulační diagramy

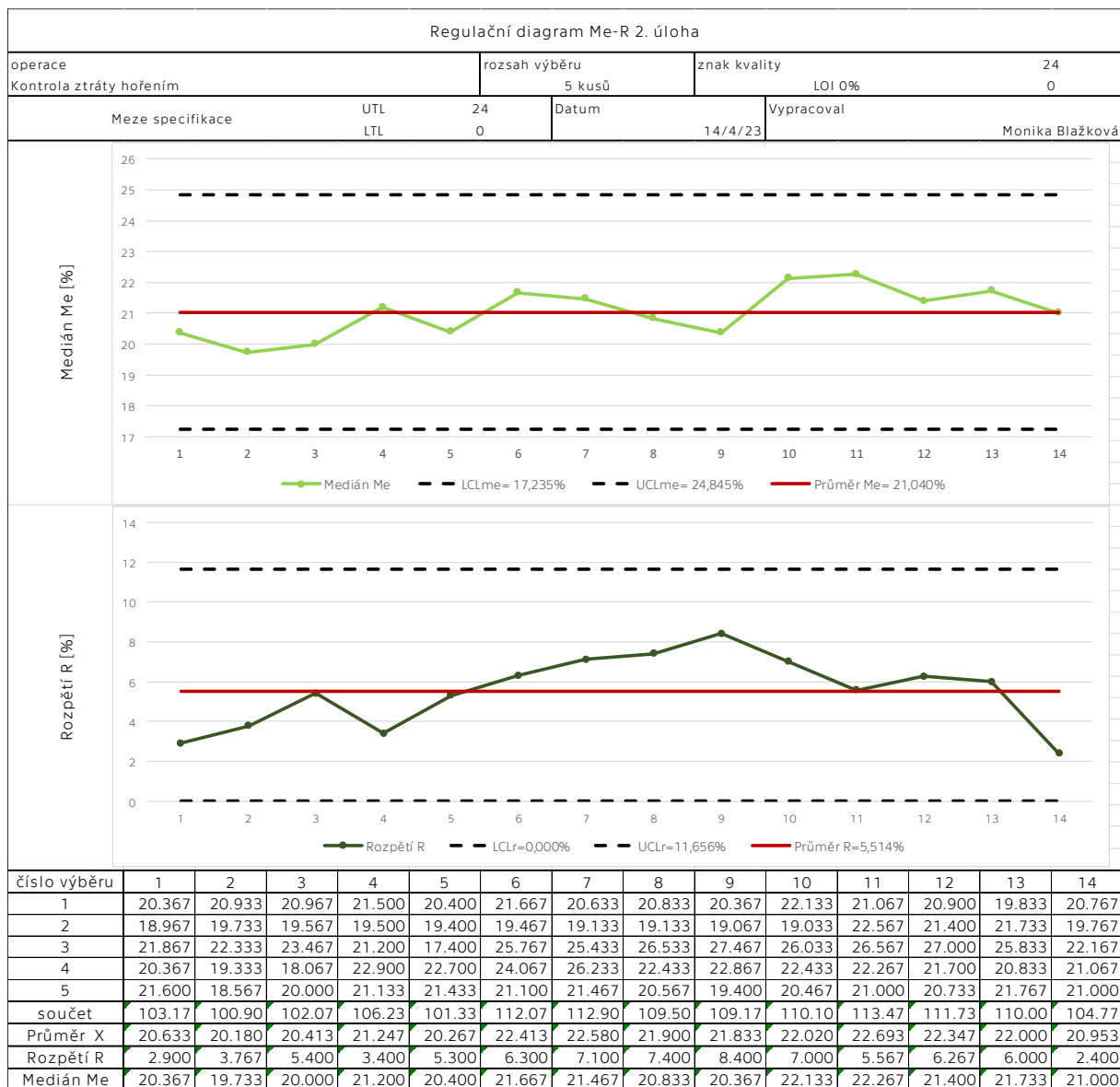
Úloha 2



Obrázek 15 - Regulační diagram průměru \bar{X} a rozpětí R - 2. úloha



Obrázek 16 - Regulační diagram průměru \bar{X} a směrodatné odchyly s - 2. úloha



Obrázek 17 - Regulační diagram mediánu Me a rozpětí R - 2. úloha