



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

# VYUŽITÍ STATISTICKÉ REGULACE PROCESU JAKO NÁSTROJE SYSTÉMU ŘÍZENÍ JAKOSTI VE VÝROBNÍM PROCESU

USE OF STATISTICAL PROCESS CONTROL AS AN INSTRUMENT OF QUALITY  
MANAGEMENT SYSTEM IN THE PRODUCTION PROCESS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Horák

## VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. František Bartes, CSc.

BRNO 2022

## Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu  
Student: **Bc. Jiří Horák**  
Vedoucí práce: **doc. Ing. František Bartes, CSc**  
Akademický rok: 2021/22  
Studijní program: Ekonomika a management

Garant studijního oboru Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

### **Využití statistické regulace procesu jako nástroje systému řízení jakosti ve výrobním procesu**

#### **Charakteristika problematiky úkolu:**

Úvod  
Cíle práce, metody a postupy zpracování  
Teoretická východiska práce  
Analýza současného stavu  
Vlastní návrhy řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

#### **Cíle, kterých má být dosaženo:**

Stanovení přínosů ze zavedení statistické regulace procesu jakožto operativního nástroje systému řízení kvality ve výrobním procesu.

**Základní literární prameny:**

BARTES, František. Jakost v podniku. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-214-3362-5.

FREHR, Hans U. TotalQuality Management. Brno: UnisPublishing, 1995. ISBN 3-446-17135-5.

NENADÁL, Jaroslav a kol. Moderní systémy řízení jakosti. Praha: Management Press, 1998. ISBN 80-85943-63-8.

TÖPFER, Armin. Six Sigma. Koncepce a příklady řízení bez chyb. Brno: ComputerPress, a. s., 2008. ISBN 978-80-251-1766-8.

VEBER, Jaroslav. Řízení jakosti a ochrana spotřebitele. Praha: GradaPublishing, 2002. ISBN 80247-01-4-4.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.

garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.

děkan

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá zhodnocením regulačních diagramů znaků jakosti vybraného produktu firmy a stanovení možných přínosů ze zavedení a využití statistické regulace ve výrobním procesu.

## **Abstract**

The diploma thesis deals the evaluation of control charts of the quality characteristics of the selected company product and the determination of possible benefits from the introduction and use of statistical process control in the production process.

## **Klíčová slova**

Řízení kvality, systém řízení kvality, výrobní proces, statistická regulace procesu, regulační diagramy

## **Keywords**

Quality management, quality management system, production process, statistical process control, control charts

## **Bibliografická citace**

HORÁK, Jiří. *Využití statistické regulace procesu jako nástroje systému řízení jakosti ve výrobním procesu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2022. 75 s. Vedoucí diplomové práce doc.Ing. František Bartes, CSs.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 9. května 2022

Podpis

## **Poděkování**

Chtěl bych tímto poděkovat panu doc. Ing. Františku Bartesovi, CSs, za cenné rady, připomínky a odborné vedení při zpracování mé práce.

Dále bych chtěl poděkovat vedoucím pracovníkům firmy Fibertex Nonwovens, a.s. za ochotu a poskytnuté materiály potřebné ke zpracování této práce.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>12</b>
<b>1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 Řízení jakosti</b> .....	<b>13</b>
1.1.1 Prvky jakosti výrobku.....	13
1.1.2 Faktory činnosti udržování jakosti.....	14
<b>1.2 Systémy řízení jakosti</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3 Operativní management jakosti</b> .....	<b>16</b>
1.3.1 Nástroje operativního managementu.....	17
<b>1.4 Základní statistické pojmy</b> .....	<b>20</b>
1.4.1 Normální rozdělení.....	19
1.4.2 Empirické charakteristiky kvantitativního znaku.....	23
<b>1.5 Statistická regulace procesu</b> .....	<b>23</b>
1.5.1 Variabilita procesu.....	24
1.5.2 Fáze statistické regulace procesu.....	25
1.5.3 Charakteristika regulačního diagramu.....	26
1.5.4 Shewhartovy regulační diagramy.....	27
<b>2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE</b> .....	<b>30</b>
<b>2.1 Představení společnosti</b> .....	<b>30</b>
<b>2.2 Politika kvality</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3 Politika životního prostředí</b> .....	<b>35</b>
<b>2.4 Politika společenské odpovědnosti</b> .....	<b>35</b>
<b>2.5 Proces výroby vpichovaných netkaných textilií</b> .....	<b>36</b>
<b>2.6 Plánování kvality výrobku a procesu</b> .....	<b>37</b>
2.6.1 Vývoj a schvalování výrobku a výrobního procesu.....	38
2.6.2 Rekvalifikace výrobku.....	38



<b>2.7</b>	<b>Řízení výrobního procesu.....</b>	<b>38</b>
2.7.1	Tvorba výrobního plánu.....	38
2.7.2	Výrobně – technická dokumentace.....	39
2.7.3	Uvolnění výroby.....	39
2.7.4	Provozní stav výrobní linky.....	40
2.7.5	Sledování změn ve výrobě.....	40
<b>2.8</b>	<b>Testování hotových výrobků v laboratoři.....</b>	<b>40</b>
2.8.1	Příprava vzorků pro testování.....	41
2.8.2	Testování plošné hmotnosti.....	41
2.8.3	Testování tloušťky.....	42
2.8.4	Testování pevnosti v tahu a tažnosti.....	42
2.8.5	HO kapkový test.....	43
2.8.6	Spray test.....	43
2.8.7	Testování hořlavosti.....	44
2.8.8	Testování hmotnosti nánosu pojícího prášku.....	44
<b>2.9</b>	<b>Software pro zadávání a vyhodnocování laboratorních výsledků.....</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>NÁVRHY ŘEŠENÍ.....</b>	<b>46</b>
<b>3.1</b>	<b>Zobrazení regulačních diagramů.....</b>	<b>47</b>
3.1.1	Znak jakosti plošná hmotnost.....	47
3.1.2	Znak jakosti tloušťka.....	48
3.1.3	Znak jakosti pevnost v tahu MD.....	50
3.1.4	Znak jakosti pevnost v tahu CD.....	51
3.1.5	Znak jakosti tažnost MD.....	52
3.1.6	Znak jakosti tažnost CD.....	53
3.1.7	Znak jakosti tažnost při 50 N MD.....	54
3.1.8	Znak jakosti tažnost při 50 N CD.....	55
3.1.9	Znak jakosti síla při protažení 10 % MD.....	56
3.1.10	Znak jakosti síla při protažení 10 % CD.....	57
3.1.11	Znak jakosti HO kapkový test.....	58

3.1.12	Znak jakosti spray test.....	58
3.1.13	Znak jakosti hořlavost MD.....	59
3.1.14	Znak jakosti hořlavost CD.....	60
3.1.15	Znak jakosti hmotnost nánosu pojícího prášku.....	61
<b>3.2</b>	<b>Vytvoření pracovního postupu pro reakce na zásah do procesu.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3</b>	<b>Stanovení přínosů ze zavedení statistické regulace procesu.....</b>	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>ZHODNOCENÍ NÁVRHU.....</b>	<b>67</b>
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>73</b>

## ÚVOD

Dnešní neustále se měnící konkurenční prostředí klade na výrobní podniky stále větší a větší požadavky na kvalitu dodávaných výrobků. Firmy se snaží maximálně naplňovat očekávání svých zákazníků v oblasti výrobků a služeb a navíc garantovat, že jsou v souladu s platnou národní legislativou a zákonnými požadavky.

Pro posílení postavení na trhu a zvýšení konkurenceschopnosti se firmy zaměřují zejména na činnosti vytvářející přidanou hodnotu, neustálé zlepšování, plnění požadavků a očekávání zákazníků, rozvíjení vztahů s dodavateli a v neposlední řadě na udržení vysoké kvality výrobků napříč celou škálou parametrů. Technický pokrok, očekávání zákazníků a nové výrobní technologie vedou k vzrůstajícím požadavkům v celém řetězci zákaznických a dodavatelských procesů a staví management kvality před stále nové a náročnější úkoly.

Využitím systému managementu jakosti jde především o trvalé zlepšování všeho, co se ve firmě odehrává a proto zasahuje prakticky všechny firemní procesy. Neustálé zlepšování a zdokonalování je pro firmy pohybujícími se na dnešním trhu nezbytnou nutností. Kdo se přestane zlepšovat, tomu hrozí, že ho konkurence předstihne a ztratí tak konkurenceschopnost. Všechny metody a standardy řízení jakosti pomáhají firmám nastavit celkový systém řízení, aby se zabránilo negativním vlivům (nekvalitě, chybám, rizikům, nákladům), které se následně projeví ve výstupech jejich činností.

Mezi moderní systémy managementu jakosti patří i systém statistické regulace procesu. Jeho hlavním úkolem je dosažení a udržení výrobního procesu na stabilní úrovni a zároveň napomáhá vyrábět takové výrobky, které vyhovují požadovaným kritériím jakosti. Tento systém je založen na prevenci, neboť se snaží předcházet vzniku neshodných výrobků a jedná se tedy o posun od dříve využívané strategie následné kontroly vyrobených produktů.

## **CÍLE PRÁCE**

Cílem diplomové práce je:

- vyhodnocení regulačních diagramů jako nástroje statistické regulace procesu k zajištění kvality výroby vybraného produktu firmy
- stanovit možné přínosy využití statistické regulace ve výrobním procesu

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

## 1.1 Řízení jakosti

Řízení jakosti bylo poprvé zavedeno v USA kolem roku 1920 jako statistický nástroj ke zlepšování průmyslové výroby. Každé oddělení v organizaci zodpovídá za zajišťování jakosti výrobku. Koordinace úsilí všech oddělení ve prospěch tohoto cíle se pak nazývá *celkovým řízením jakosti*. Původně bylo řízení jakosti omezeno pouze na snižování počtu vadných výrobků na výrobní lince, ale postupně se rozšířilo na celkové řízení jakosti, které zahrnuje různé oblasti včetně plánování, vývoje a průzkumu trhu.(2)

Nejdůležitějším cílem řízení jakosti je zajišťování jakosti průmyslových výrobků. Zahrnuje v sobě kromě konstrukce a výroby také přesvědčení o tom, že jakost výrobku se řídí požadavky zákazníka. Udržování jakosti ve výrobním procesu je ústředním bodem všech činností řízení jakosti a uskutečňuje se prostřednictvím analýzy jakosti, procesních analýz a zavedením pracovních norem.(7)

*Jakost výrobku* je definována vlastnostmi, které charakterizují způsobilost výrobku k použití. To je velice důležité, protože zákazník kupuje spíše užitnou hodnotu výrobku než výrobek jako takový.

### 1.1.1 Prvky jakosti výrobku

- *rozumná cena* – zákazník kromě fyzikálních charakteristik očekává i rozumnou cenu výrobku
- *hospodárnost* – zákazník vyhledává hospodárnost, co nejnižší energetickou náročnost a minimální pravděpodobnost poruch
- *trvanlivost* – zákazník očekává, že výrobek bude vyroben z trvanlivých materiálů a bude co nejdéle odolávat stárnutí a opotřebení
- *bezpečnost* – výrobek musí být při používání bezpečný a nesmí být zdrojem potenciálního nebezpečí
- *snadné používání* – zákazník očekává, že bude schopen výrobek používat ihned a bez problémů a nebude k tomu potřebovat zvláštní přípravu

- *jednoduchost výroby* – je spojena s výrobními náklady, výrobek musí být vyroben z materiálů, které jsou ihned k dispozici, snadno se skladují a vyžadují minimální počet výrobních operací
- *snadná likvidace* – při navrhování výrobku je důležité zvážit také náklady na likvidaci (7)

### 1.1.2 Faktory činnosti udržování jakosti

- Rozhodnutí o standardní jakosti* – je třeba zvážit spotřebitelské a výrobní požadavky
- Stanovení pracovních norem* – prvním krokem je rozhodnutí o procesech potřebných k výrobě výrobku podle specifikací standardní jakosti. Musí se provést procesní analýzy, aby se vyjasnil vztah mezi ukazateli jakosti výrobku a mezi výrobními faktory.
- Práce podle normy* – dodržování stanovených norem ve výrobním procesu. Příručka pracovních norem stanoví různé klíčové faktory pro různé postupy.
- Měření* – pro provedení nápravy je třeba určitý prostředek k posouzení výsledků, aby bylo vidět, zda vyhovuje těmto normám.
- Kontrolní normy* – je třeba stanovit kontrolní normy a požadavky na standardní jakost.
- Kontrola kvalitativních ukazatelů vůči kontrolním normám* – kontrola vůči kontrolním normám pomůže odhalit absenci určitých ukazatelů jakosti a ukáže, kde jsou nejpravděpodobnější závady a proč.
- Opatření k vyloučení příčin neshody* – pokud je nalezena příčina problému na výrobní lince, bude nutné zrevidovat pracovní normy. Musí se udělat potřebné kroky, aby se zajistilo, že tentýž problém se nebude opakovat.(9)

## 1.2 Systémy řízení jakosti

Systémy řízení jakosti se v současnosti staly už samozřejmostí. Významný je zejména jejich posun od pouhé snahy garantovat plnění požadavků zákazníků až po dnešní pokročilé systémy řízení jakosti, které jsou velmi výkonným motorem organizací a zároveň naznačují vysokou úroveň vyzrálosti.(4)

Systém řízení jakosti musí:

- být chápán jako nedílná součást systému managementu jakosti jakékoliv organizace
- podporovat úsilí všech skupin zaměstnanců při naplňování neustále se zvyšujících požadavků zákazníků
- garantovat určité, pro danou organizaci typické funkce

Systém řízení jakosti je soubor vzájemně souvisejících prvků, které jsou nedílnou součástí celkového systému řízení organizací a které mají garantovat maximalizaci spokojenosti a loajality zainteresovaných stran při minimální spotřebě zdrojů. Jako prvky jsou zde chápány procesy, lidé, materiály, informace a zařízení, které jsou v rámci dané organizace využívány.

V současné době lze rozlišit 3 základní koncepce, tzv. „*strategické alternativy*“ budování a rozvoje systémů managementu jakosti:

1. *koncepce ISO* – založená na aplikaci požadavků definovaných souborem norem řady ISO, které jsou respektovány i politikou Evropské unie v oblasti shody
2. *koncepce odvětvových standardů*
3. *koncepce TQM* – je spíše filozofií managementu a v praxi je realizována podle různých modelů, v Evropě hlavně podle EFQM Modelu Excellence (6)

V následující tabulce jsou uvedeny základní charakteristiky těchto koncepcí:

<b><u>Koncepce</u></b>	<b>ISO</b>	<b>Odvětvové standardy</b>	<b>TQM</b>
<b><u>Charakter</u></b>	aplikovatelná ve všech typech organizací	platná jen pro určité odvětví	aplikovatelná ve všech typech organizací
<b><u>Normativní základna</u></b>	normy ISO řady 9000 a ISO 10 000	odvětvové normy (např. ISO/TS 16 949)	neexistuje, je považována za filozofii managementu
<b><u>Požadavky</u></b>	základní, získané celosvětovým konsensem	obvykle ctí požadavky normy ISO 9001	modely excellence nekladou požadavky, obsahují pouze doporučení odvozená od světové praxe
<b><u>Náročnost aplikace znalosti a zdroje</u></b>	relativně nízká	střední	vysoká

Tab. 1 Základní koncepce managementu jakosti

### 1.3 Operativní management jakosti

Operativní management jakosti zahrnuje všechny provozní metody a činnosti zaměřené na monitorování procesu a na odstraňování příčin neshod a nedostatků ve všech etapách cyklu života výrobku.

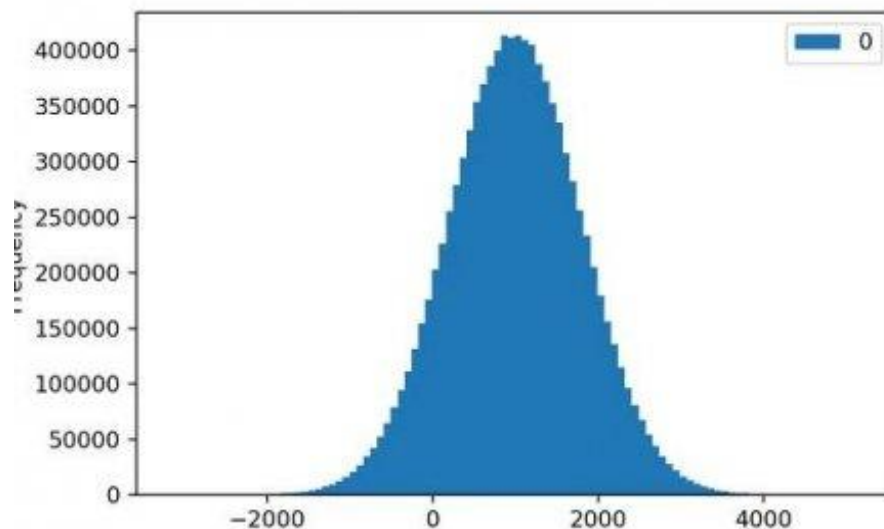
Cíle operativního managementu

- zajištění tvorby podmínek pro splnění požadavků na jakost stanovených v předvýrobních etapách
- vytvoření stabilních podmínek pro plynulý průběh procesu výroby
- minimalizace ztrát spojených s výskytem neshodných výrobků v procesu výroby i u zákazníků
- udržování úrovně jakosti dosažené během procesu výroby
- vytvoření podmínek pro neustálé zlepšování procesu (4), (9)



### 1.3.1 Nástroje operativního managementu

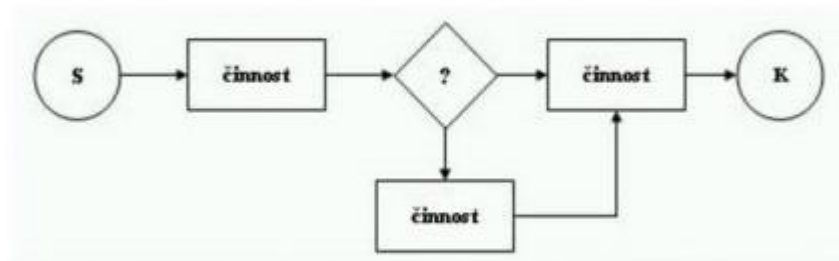
- 1) *Kontrolní tabulky a záznamníky* – slouží k ručnímu sběru a záznamu dat o procesu spolehlivým a organizovaným způsobem. Na správnosti sběru a záznamu prvotních dat o jakosti, vadách a příčinách odchylek od očekávané variability procesu závisí úspěšnost aplikace ostatních metod řízení a zlepšování jakosti.
- 2) *Histogram* – představuje grafické znázornění intervalového rozdělení četností. V oblasti jakosti jde o zobrazení rozdělení četnosti hodnot znaku jakosti. Histogram je sloupcový graf se sloupci většinou stejné šířky, kde základna jednotlivých sloupců odpovídá šířce intervalu a výška sloupců vyjadřuje četnosti hodnot sledované veličiny.(4)



Obr. 1 *Histogram*

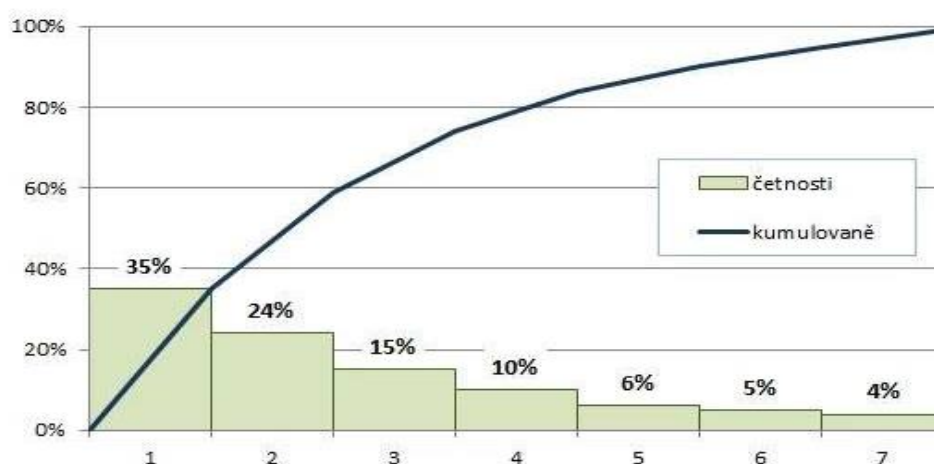
- 3) *Vývojové diagramy* – jsou univerzálním nástrojem popisu sledovaného procesu. Jedná se o konečný orientovaný graf s jedním začátkem a jedním koncem.

Struktura a sekvence aktivit tvořících popisovaný proces je v grafu vyjádřena operačními bloky zobrazujícími činnosti a rozhodovací bloky.(4)



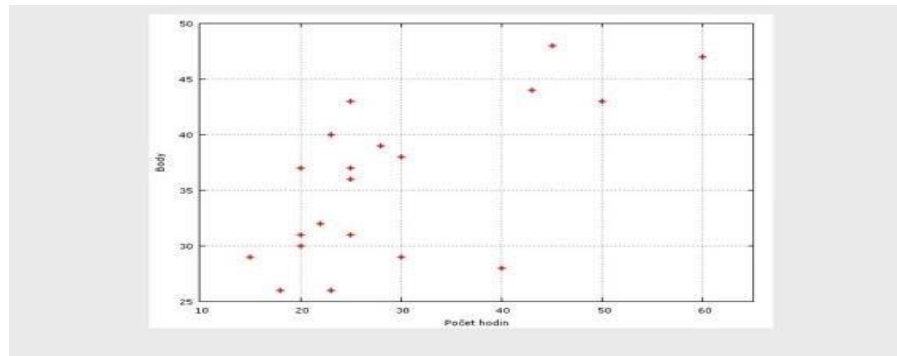
Obr. 2 Vývojový diagram

- 4) *Paretův diagram* – Italský sociolog a ekonom Vilfredo Pareto v 19. Století zjistil, že 80 % bohatství vlastní 20 % obyvatelstva. Na tomto základě pak byl zformován závěr, 80 – 95 % problémů s jakostí je způsobeno malým počtem příčin (5 – 20 %). Tyto příčiny byly nazvány „životně důležitou menšinou“. V oblasti řízení je Paretův diagram jedním z nejefektivnějších dostupných rozhodovacích nástrojů. Jedná se o sloupcový graf zobrazující Paretovo rozdělení. Sloupce jsou seřazeny od nejvyššího k nejnižšímu.(4)



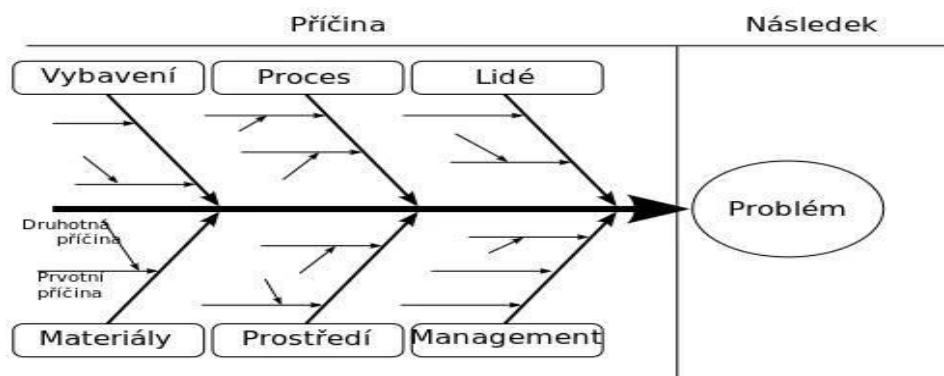
Obr. 3 Paretův diagram

- 5) *Bodový diagram* – představuje grafické znázornění závislosti dvou náhodných proměnných. Tento diagram poskytuje prvotní informaci o existenci stochastické závislosti, jejich tvaru a míře těsnosti.(4)



Obr. 4 *Bodový diagram*

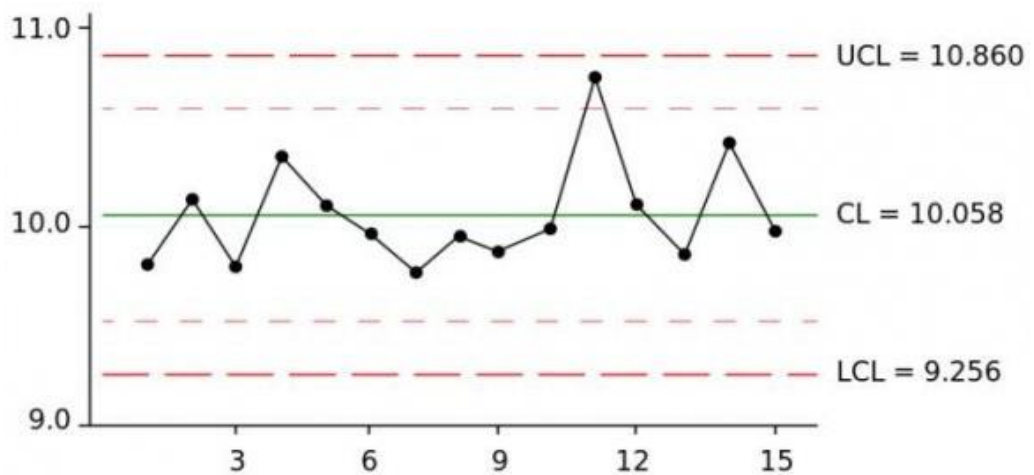
- 6) *Ishikawův diagram* – je grafický nástroj, který logicky a v uspořádané formě zobrazuje příčiny daného následku. Umožňuje najít skutečné příčiny následku a zvolit nejefektivnější řešení problému. Je znám také jako diagram příčin a následků či diagram rybí kosti, protože má specifickou strukturu vyjadřující hierarchii příčin, která umožňuje analyzovat vzájemné vztahy mezi příčinami.(4)



Obr. 5 *Ishikawův diagram*

- 7) *Statistická regulace procesu* – představuje preventivní přístup k managementu jakosti, protože na základě včasného odhalování odchylek průběhu procesu od

předem stanovené úrovně umožňuje zásahy do procesu s cílem udržovat ho dlouhodobě na požadované a stabilní úrovni. Základním nástrojem statistické regulace procesu je regulační diagram. Ve své práci se právě tímto diagramem budu dále zabývat podrobněji. (4), (9)



Obr. 6 Regulační diagram

#### 1.4 Základní statistické pojmy

Zde bych chtěl vysvětlit základní statistické pojmy, které se vztahují ke statistické regulaci procesu.

*Znak* je vlastnost, která slouží k identifikaci nebo rozlišení mezi produkty v daném základním souboru. *Znak jakosti* je charakteristika, která identifikuje určitou vlastnost produktu související s jeho jakostí. Komplexní znak jakosti může mít i více vlastností.

*Statistické znaky* vyjadřují vlastnosti statistických jednotek. Lze je rozdělit na znaky:

- kvantitativní
- kvalitativní

Znaky *kvantitativní* jsou rozlišitelné měřeními a dále se dělí na:

- *spojité*, které mohou nabývat v rámci určitého intervalu libovolných hodnot (např. rozměr v mm, doba v sec., náklady v Kč, apod.)

- *diskrétní*, které mohou nabývat jen některých číselných hodnot (např. počet vad na určité ploše, počet zmetků v sérii, apod.)(13)

Znaky *kvalitativní* jsou rozlišitelné srovnáváním a dále se dělí na:

- *nominální*, které lze pouze vyjmenovat (např. vymezení určitých druhů materiálů)
- *ordinální*, které mohou být uspořádány dle jejich velikosti (např. stupnice nejvyššího dosaženého vzdělání)

*Statistickým souborem* se nazývá množina všech statistických jednotek, u kterých se zkoumají příslušné statistické znaky. Pokud se zjišťuje u každé statistické jednotky pouze jeden statistický znak, pak se tento soubor nazývá souborem *jednorozměrným*. V případě zjišťování dvou nebo více znaků u každé statistické jednotky a současně jejich vzájemných vztahů, hovoříme o souboru *dvourozměrném*, či *vícerozměrném*.

*Základním souborem* se nazývá statistický soubor všech jednotek, který sledujeme a u něhož docházet k závěrům. Rozsah tohoto souboru je většinou velký a může být konečný nebo nekonečný. Z úsporných a časových důvodů se často provádí šetření výběrové, čímž se pak získá *výběrový soubor*, pomocí kterého lze provádět úsudky o základním souboru.

*Náhodná veličina* je veličina, jejíž hodnota je jasně stanovena výsledkem náhodného pokusu. Reálná čísla jsou výsledkem většiny provedených náhodných pokusů. Rozlišují se dva základní druhy náhodné veličiny a to *diskrétní (nespojité) náhodná veličina* a *spojitá náhodná veličina*. Mezi nejčastější používané charakteristiky náhodné veličiny patří *střední hodnota* a *rozptyl*. *Střední hodnota* popisuje polohu náhodné veličiny a *rozptyl* popisuje míru variability náhodné veličiny.(13)

#### **1.4.1 Normální rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$**

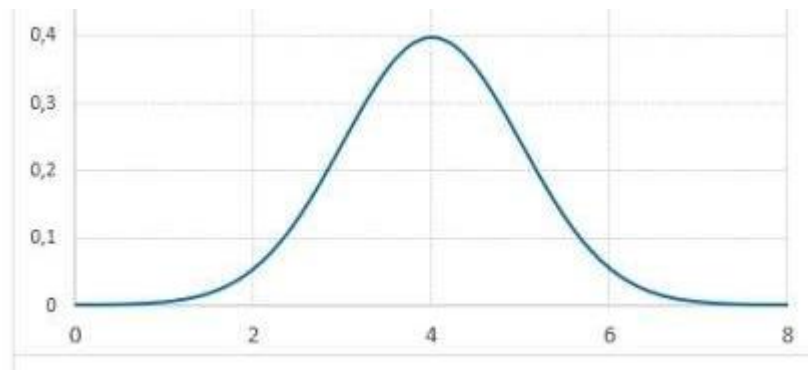
Nejdůležitějším pravděpodobnostním rozdělením je *normální rozdělení*, které se používá jako pravděpodobnostní model chování velkého množství náhodných jevů v různých oborech (např. technice, ekonomii, apod.). Příkladem normálního rozdělení je rozdělení náhodných chyb, které vznikly při měření nějaké veličiny. Opakovaným měřením stejné veličiny za stejných podmínek vznikají působením náhodných vlivů

odchylky od skutečné hodnoty měřené veličiny. Normální rozdělení je tak vhodným pravděpodobnostním modelem pro případy, kdy působí na kolísání náhodné veličiny velký počet nepatrných a vzájemně nezávislých vlivů.(5)

Hustota pravděpodobnosti normálně rozdělené náhodné veličiny je dána funkcí:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \text{ pro } x \in (-\infty, \infty)$$

Normální rozdělení má dvě charakteristiky:  $\mu$  a  $\sigma^2$ . Střední hodnota  $\mu$  charakterizuje polohu tohoto rozdělení a rozptyl  $\sigma^2$  charakterizuje rozptýlení hodnot kolem této střední hodnoty- Grafem hustoty pravděpodobnosti je tzv. *Gaussova-Laplaceova křivka*, která je zobrazena na obrázku.



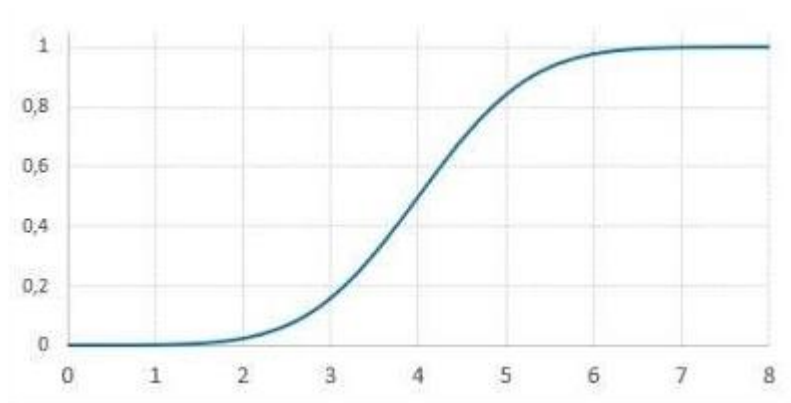
Obr. 7 Graf hustoty pravděpodobnosti

Střední hodnota  $\mu$  stanovuje místo, kde křivka dosahuje maxima. Směrodatná odchylka  $\sigma$  určuje vzdálenost inflexních bodů od hodnoty  $\mu$ .(5)

Distribuční funkce normálního rozdělení má následující tvar:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt \text{ pro } x \in (-\infty, \infty)$$

Graf distribuční funkce normálního rozdělení je zobrazen na následujícím obrázku.



Obr. 8 Graf distribuční funkce

### 1.4.2 Empirické charakteristiky kvantitativního znaku

Mezi základní empirické charakteristiky kvantitativního znaku  $X$  patří:

- *výběrový průměr*
- *výběrový rozptyl*
- *výběrová směrodatná odchylka*

Uvedené charakteristiky představují tzv. *bodové odhady* charakteristik náhodné veličiny  $X$ . Nejdůležitější z těchto empirických charakteristik je *výběrový průměr*  $\bar{x}$ , který je však citlivý na extrémně vysoké nebo nízké hodnoty v datovém souboru. V případě výskytu extrémních hodnot v datovém souboru nepoužijí jiné charakteristiky, které nejsou k odlehlým hodnotám citlivé. Mezi tyto charakteristiky patří zejména *kvantily*. *Kvantil* představuje hodnotu, která rozděluje soubor hodnot určitého statistického znaku na dvě části. První část obsahuje hodnoty, které jsou menší než tento kvantil. Druhá část naopak obsahuje hodnoty, které jsou větší nebo stejné jako tento kvantil.(1)

## 1.5 Statistická regulace procesu

Statistická regulace procesu slouží ke sledování kvality výrobního procesu. Jedná se o moderní přístup zabezpečování jakosti, neustálým získáváním informací o chování procesu a jeho následné analýzy lze na proces preventivně působit tak, aby měl požadované vlastnosti.

Regulace je realizována pravidelnou kontrolou regulované výstupní veličiny, při níž se zjišťuje, zda regulovaná veličina (znak jakosti nebo parametr procesu) odpovídá požadované úrovni. Variabilita je přirozenou vlastností jevů. I za relativně stálých podmínek působí na proces a jeho výstupy objektivně celá řada vlivů, které tuto variabilitu vyvolávají.

Při statistické regulaci procesu je cílem nastolení a udržování procesu na přípustné a stabilní úrovni tak, aby byla zajištěna shoda znaků jakosti produktu s požadavky specifikovanými zákazníkem. Dosahování a udržování procesu na požadované úrovni je podmíněno důslednou analýzou variability procesu, při níž je třeba odhalit, jak proces funguje, jaké jsou jeho nedostatky a jejich příčiny, zda se opakují a na co mají vliv v procesu.(11)

### **1.5.1 Variabilita procesu**

Statistická regulace procesu vychází z existence *variability*, která je přirozeným jevem a je důsledkem působení řady vlivů, které na proces působí. To je pak následkem toho, že nelze vyrobit dva zcela identické produkty. Tyto vlivy je možné zkoumat a zabývat se jimi tak, aby byly vytvořeny takové podmínky, aby se tato variabilita udržovala v určitých stanovených mezích a aby bylo možné předvídat chování procesu v budoucnu.(13)

Snížením variability procesu lze dosáhnout:

- nižší pravděpodobnosti výskytu neshodných výrobků
- stejnoměrnější výroby
- nižšímu počtu kontrol a tím následně úspoře nákladů
- větší spokojenosti zákazníků

Variabilita procesu může být způsobena buď:

- *náhodnými (přirozenými) vlivy*
- *vymežitelnými (identifikovatelnými) vlivy*



*Náhodné (přirozené) vlivy* – jedná se o skupinu jednotlivě neidentifikovatelných vlivů, z nichž každý sám o sobě přispívá k celkové variabilitě menší měrou a nijak nepřevyšuje ostatní. Pokud způsobují variabilitu procesu pouze tyto vlivy, lze tento proces označit jako reprodukovatelný a lze předvídat jakost jeho výstupů. Proces je pak možné reprodukovat jako „statisticky zvládnutý“, tzn. známe typ a parametry rozdělení regulovaného znaku jakosti nebo parametry procesu, podle nichž hodnotíme variabilitu procesu, a tyto parametry se nemění. Jako příklad náhodných vlivů lze uvést teplotu a vlhkost prostředí, různorodost materiálu, chvění stroje, apod.

*Vymezitelné (identifikovatelné) vlivy* – tyto vlivy za normálních podmínek běžně na zkoumaný proces nepůsobí. Jejich následkem však vznikají v procesu reálné změny, což se projevuje v nepřirozeném kolísání regulovaných znaků jakosti. Pokud tedy na proces působí i tyto vlivy, není proces reprodukovatelný, jakost jeho výstupů není předvídatelná. Proces pak není ve statisticky zvládnutém stavu a je potřebný zásah do procesu. Jako příklad těchto vlivů lze uvést změnu materiálu, změnu seřízení stroje, nezaškolená či špatně zaškolená obsluha aj. (1), (11)

### **1.5.2 Fáze statistické regulace procesu**

Aby bylo možné dosáhnout a udržet proces ve statisticky zvládnutém stavu, je třeba implementovat statistickou regulaci procesu v těchto fázích:

- 1) *Přípravná fáze* – zahrnuje tyto kroky:
  - stanovení cílů statistické regulace procesu
  - stanovení znaků jakosti nebo parametry procesu včetně rozhodnutí, zda se bude na vybraném výrobku sledovat jeden nebo více znaků jakosti
  - stanovení kontrolních míst v procesu tak, aby bylo možné regulovat odchylky co nejdříve po jejich vzniku
  - výběr vhodné metody získávání vybraných hodnot měřeného znaku jakosti
  - volby vhodné délky kontrolního intervalu
  - volba způsobu realizace a rozsahu výběru
  - volba vhodného typu regulačního diagramu
  - sběr a záznam naměřených hodnot

- 2) *Fáze zabezpečení statistické zvládnutosti procesu* – hlavním úkolem v této fázi je identifikace vymezitelných příčin působících na proces s cílem minimalizace či odstranění a následnému vytvoření takových podmínek, aby se již tyto příčiny v budoucnu neopakovaly.
- 3) *Fáze analýzy a zabezpečení způsobilosti procesu* – v této fázi dochází k přezkoumání, zda proces, který je po předchozí fázi statisticky zvládnutý, odpovídá definovaným požadavkům zákazníka, které mohou být např. vymezeny tolerančními mezemi.
- 4) *Fáze vlastní statistické regulace procesu* – úkolem v této fázi je pomocí regulačních diagramů identifikovat a odstraňovat poruchy ve stabilitě procesu. Regulační diagramy pracují na s tolerančními mezemi stanovenými ve druhé fázi, a které také zohledňují výsledky analýzy způsobilosti procesu.(11)

### 1.5.2 Charakteristika regulačního diagramu

Regulační diagram je grafické vyjádření vývoje variability procesu v čase a jedná se o základní nástroj statistické regulace procesu. Poskytuje informace o statistické stabilitě procesu a dává signály o možném vymezitelném vlivu na proces.(1), (11)

Vodorovná osa v regulačním diagramu představuje čas a na ni se zakreslují jednotlivé hodnoty výběru podskupin regulovaného znaku. Svislá osa značí sledovanou charakteristiku zvoleného znaku jakosti. Jednotlivé hodnoty podskupin se pak do grafu zaznamenávají jako body, které se následně spojí, aby byl patrný trend ve změně hodnot regulované veličiny.

O tom, zda je sledovaný proces ve statisticky zvládnutém stavu, rozhodují v regulačním diagramu tři základní přímky: *CL*, *LCL* a *UCL*.

*CL (střední přímka)* – vymezuje požadovanou (referenční) hodnotu, která může být stanovena jako hodnota daná technickým předpisem, odhadem z hodnot při statisticky zvládnutém stavu nebo jako hodnota založená na minulé zkušenosti s procesem.

*LCL (dolní regulační mez)* a *UCL (horní regulační mez)* – představují pásmo, v němž působí pouze náhodné vlivy variability procesu. Tyto regulační meze představují rozhodnutí, zda provést zásah do procesu, proto jsou někdy také označovány jako *akční meze*.

Někdy jsou v regulačních diagramech ještě definovány *výstražné meze* – *LWL (dolní výstražná mez)* a *UWL (horní výstražná mez)*, které mají užší rozsah než pásmo vymezené dolní a horní regulační mezí.(1)

Regulační diagram interpretujeme takto:

- pokud jsou body uvnitř pásma výstražných mezí, je proces statisticky zvládnutý a do procesu není třeba zasahovat
- pokud je některý bod mezi horní výstražnou mezí a horní regulační mezí nebo mezi dolní výstražnou mezí a dolní regulační mezí, je třeba provést další výběr. Pokud je tento nový bod uvnitř pásma výstražných mezí, není třeba do procesu zasahovat. Pokud je ale tento nový bod mimo výstražné meze, je třeba do procesu zasáhnout, protože s velkou pravděpodobností na něj působí vymejitelná příčina.

Přítomnost neobvyklých seskupení nebo trendů, i když všechny body leží uvnitř regulačních mezí, může být důkazem vlivu nějaké zvláštní příčiny v průběhu nenáhodného seskupení nebo trendu. To může být varování o přítomnosti nepříznivých podmínek v procesu, které mají být napraveny. Na druhé straně určitá seskupení nebo trendy mohou mít příznivý vliv na proces a mají být proto analyzovány, aby se případně staly možným trvalým zlepšením procesu.

### **1.5.3 Shewhartovy regulační diagramy**

Shewhartovy regulační diagramy jsou základním nástrojem statistické regulace procesu. Používají se pro sledování pouze jednoho znaku jakosti a patří do skupiny tzv. *regulačních diagramů bez paměti*, protože aktuální hodnota regulované veličiny nebere v úvahu předchozí hodnoty.

Shewhartovy regulační diagramy mají dva základní typy:

- 1) *regulační diagramy pro regulaci měřením*
- 2) *regulační diagramy pro regulaci srovnáváním*

*Regulační diagramy pro regulaci měřením* – používají se v případě, kdy data z procesu mají spojitý charakter (např. průměr či délka) a regulovaná veličina je měřitelná.

Regulovaná veličina musí splňovat následující požadavky:

- jednotlivá měření jsou vzájemně nezávislá
- regulovaná veličina je spojitou náhodnou veličinou s normálním rozdělením
- střední hodnota a směrodatná odchylka jsou konstantní

Mezi regulační diagramy pro regulaci měřením se řadí regulační diagramy označené  $(\bar{x}, R)$ ,  $(\bar{x}, s)$  a  $(xi, Rkl,i)$ , které sledují jak stabilitu polohy, tak i stabilitu rozptylu regulované veličiny. Výběr vhodného regulačního diagramu závisí na velikosti logické podskupiny.

Regulační diagramy  $(\bar{x}, R)$  sledují *výběrové průměry* a *výběrová rozpětí* v logických podskupinách a rozsahy logických podskupin sestávají nejméně ze dvou měření, přičemž každá logická podskupina má stejný rozsah.

Regulační diagramy  $(\bar{x}, s)$  sledují *výběrové průměry* a *výběrovou směrodatnou odchylku* a navíc se předpokládá, že rozsah logických podskupin sestává z většího počtu měření.

Regulační diagramy  $(xi, Rkl,i)$  se používají stejně jako regulační diagramy  $(\bar{x}, R)$  s tím rozdílem, že v každé logické podskupině je provedeno pouze jedno měření regulované veličiny. Jedná se o situace, kdy technické nebo ekonomické podmínky neumožňují provádět větší rozsah výběru než  $n = 1$  (např. destruktivní zkoušky nebo pokud jsou náklady na kontrolu jednotky příliš vysoké). (1), (11)

*Regulační diagramy pro regulaci srovnáváním* – používají se v případě, kdy data z procesu mají diskrétní charakter a sledují se počty neshodných produktů nebo počty neshod na těchto produktech.

Pokud se zjišťuje počet neshod na jednotlivých produktech, používají se regulační diagramy pro počet neshod, označují se  $c$  nebo regulační diagramy pro počet neshod na jednotku, označují se  $u$ .

V případě, že se zjišťují počty neshodných produktů ve výběru, používají se regulační diagramy pro počet neshodných produktů ve výběru, označují se  $np$  nebo regulační diagramy pro podíl neshodných produktů ve výběru, označují se  $p$ .(1), (11)

## 2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE

### 2.1 Představení společnosti

Společnost Fibertex Nonwovens je předním světovým výrobcem technických netkaných textilií a funkčních materiálů. Je vlastněna dánským konglomerátem Schow&Co a její sídlo je v Alborgu v Dánsku, kde byla založena v roce 1968. Má své výrobní pobočky v Dánsku, Francii, České republice, Turecku, USA, Brazílii a Jižní Africe, a dále také prodejní pobočky ve Francii, Portugalsku, Španělsku, Číně a Indii. Svým počtem zaměstnanců a ročním obratem se řadí mezi velké podniky, má své zákazníky ve více než 70 zemích světa.

Portfolio společnosti: akustické materiály, automobilový průmysl, betonové konstrukce, dům a zahrada, filtrace, geosyntetika, hygienické ubrousky, kompozitní materiály, matrace a přikrývky, nábytek, podlahové materiály, stavebnictví, zahradnictví, zdravotnické materiály.

Ve své práci se budu věnovat výrobnímu podniku Fibertex Nonwovens a.s. se sídlem ve Svitavách, která je výrobní pobočkou v České republice.



Obr. 9 Logo společnosti

Záměrem společnosti je stát se světovým lídrem v oblasti technických netkaných textilií a výkonnostně založených průmyslových řešení. Společnost se snaží vytvořit mimořádnou hodnotu pro zákazníky díky inovacím, dlouhodobě udržitelným a nákladově efektivním řešením, technologickému vůdcovství a lidské excelenci.

## **2.2 Politika kvality**

Společnost Fibertex Nonwovens a.s., Svitavy je certifikována dle těchto norem:

*ISO 9001 : 2015* – normy systému managementu kvality

*IATF 16949 : 2016* – normy systému managementu kvality pro dodavatele do automobilového průmyslu

*ISO 14001 : 2015* – normy systému environmentálního managementu

Všechny uvedené certifikáty platí pro návrh a výrobu netkaných textilií a výrobků.

Společnost chce být preferovaným dodavatelem netkaných textilií pro průmyslové a technické aplikace tím, že bude měřítkem kvality výrobků a služeb v klíčových oblastech.

Společnost splňuje očekávání svých zákazníků v oblasti výrobků a služeb a garantuje, že jsou v souladu s legislativou a zákonnými požadavky.

Pro posílení svého postavení na trhu a zvýšení konkurenceschopnosti se společnost zavázala k:

- zaměření se na činnosti vytvářející přidanou hodnotu
- neustálému zlepšování
- naplnění požadavků a očekávání svých zákazníků
- přesné specifikaci kvality vstupních surovin a ke komunikaci s dodavateli
- udržení vysoké kvality výrobků napříč celou škálou parametrů

Prostřednictvím informací, vzdělávání a odborné přípravy se snaží společnost zajistit, aby všichni její zaměstnanci byli kvalitně zaškoleni, převzali odpovědnost za svoji práci, měli právo a povinnost reagovat na neshody.

Ve společnosti je zavedena metodika a postupy neustálého zlepšování procesů organizace za účelem zkvalitňování výrobků a služeb, snižování nákladů a tím zvyšování spokojenosti zákazníků a atraktivity a konkurenceschopnosti na trhu.

Využívá se metoda **PDCA** ( naplánuj – proved' – ověř – jednej) – je to metoda vedení založená na 4 základních krocích:

1. *Naplánuj (Plan)*

V rámci prvního kroku celého cyklu jde na základě předešlého prvēření stávajících podmínek o stanovení cílů, zpravidla náprava dosavadních nedostatků. Jsou určeny nezbytné úkoly, opatření, nástroje a procesy k dosažení stanovených cílů. Součástí by měly být i navržené způsoby řešení a nejvhodnější z nich přípravebo k realizaci. Musí být také zajištěno personální obsazení projektu vhodnými kvalifikovanými pracovníky.

2. *Proved' (Do)*

V tomto kroku se jedná o implementaci vytvořeného plánu, kdy dochází k realizaci navrženého způsobu řešení a zapracování nových procesů. Zároveň se přistupuje ke sběru dat resp. výsledků realizace pro jejich zpracování v dalších krocích. Všechny realizované změny jsou provedeny včetně patřičné dokumentace.

3. *Ověř (Check)*

Tento krok je krokem kontroly. Nasbíraná data z předešlého kroku podléhají analýze a zkoumání. Reálné výsledky jsou porovnávány s očekávanými výsledky pro zjištění rozdílů. Hledají se odchylky implementace od plánu, přičemž je na reálných výstupech vyhodnocena vhodnost a úplnost plánu pro provedení celkového zdokonalení. Důležitou roli zde hraje i možnost grafického zpracování dat z několika po sobě následujících cyklů. Grafy umožňují zobrazit trendy, v tomto případě zjednodušují vypořádání nastaveného vývoje, z čehož se dají vyvodit důležité informace pro další postup.



#### 4. *Jednej (Act)*

Krok jednání, tzn. krok akce uzavírá celý cyklus. Je založen na logickém postupu: bylo-li v kroku ověření prokázáno, že realizace stanoveného plánu přinesla pozitivní výsledky zdokonalující původní standard, pak se tento postup uvedený v plánu stává novým standardem, podle kterého se bude organizace nadále řídit. Pokud však dojde k situaci, kdy ověření neprokáže žádný pozitivní přínos, nepřistupuje se na přechod k novému standardu a způsob realizace pracovního postupu vychází i nadále ze standardu původního.

K účinnému odstranění a zamezení opětovného výskytu podobných problémů se využívá *8D proces řešení problémů*. Je určen 8D koordinátor, zpravidla z oddělení kvality, který koordinuje průběh řešení a dodržování jednotlivých disciplín 8D procesu.

Postup 8D procesu:

##### *D1 – vytvoření týmu*

Pro řešení problému musí 8D koordinátor vytvořit tým, který má zahrnovat vlastníka procesu, ke kterému se problém vztahuje, interního/externího zákazníka, který je problémem zasažen a další zástupce, kteří svými znalostmi nebo postřehy během odhalení neshody mohou přispět k vyřešení problému.

##### *D2 – popis problému*

8D koordinátor musí v týmové spolupráci zajistit shromáždění vstupních informací nezbytných pro ohraničení neshody a započítí okamžitých opatření a analýzy kořenové příčiny. Součástí musí být evidence z místa vzniku neshody (např. Fotodokumentace, čísla výrobních zakázek, sériová čísla produktů, apod.)

##### *D3 – zamezení šíření problému a okamžitá opatření*

Získané informace musí 8D koordinátor využít pro ohraničení a separaci neshody takovým způsobem, aby bylo zamezeno její šíření na všech místech (dodavatel,

organizace, zákazník). 8D koordinátor ve spolupráci s týmem určí opatření, která zajistí kontinuitu daného procesu do doby, než bude zjištěna kořenová příčina problému a přijata preventivní nápravná opatření.

#### *D4 – analýza kořenové příčiny*

Analýza kořenové příčiny je nejdůležitějším prvkem 8D procesu. Jedině odstraněním kořenové příčiny může být zajištěno efektivní vyřešení problému se zabráněním opětovného výskytu. Během analýzy musí řešitelský tým použít metodu *5 x Proč*, která je založena na zřetězení pěti otázek *Proč*, které mají vést k odhalení kořenové příčiny. Analýza musí směřovat k identifikaci selhání systému managementu kvality.

#### *D5 – stanovení nápravných opatření*

Na zjištěnou kořenovou příčinu musí řešitelský tým stanovit permanentní nápravná opatření. Je nutné zohlednit technickou, organizační, časovou a finanční náročnost realizace navržených opatření a vybrat pouze vhodná opatření pro zavedení včetně odpovědných osob a požadovaných termínů realizace.

#### *D6 – zavedení a ověření účinnosti nápravných opatření*

Po zavedení vybraných nápravných opatření musí řešitelský tým zvolit vhodný způsob ověření zavedených opatření. Účinnost opatření musí být doložena např. Fotodokumentací, záznamy o školení, technické realizaci, apod.

#### *D7 – zavedení preventivních opatření*

Řešitelský tým se musí zamyslet, jaké další procesy, výrobky, apod. mohou být zasaženy stejným nebo podobným problémem. Na základě zjištěných rizik musí dojít k přezkoumání systému řízení a související dokumentace (směrnice, řady, procesní diagram, kontrolní postupy,..) Řešitelský tým identifikuje a zavede systematické změny, které zajistí prevenci před opakovaným výskytem problému.

#### *D8 – uznání týmové práce a ukončení*

8D koordinátor sumarizuje informace o průběhu řešení problému. Ve vhodných případech vytvoří tzv. *kartu ponaučení*, která slouží k přehlednému shrnutí a sdělení informací o řešení problému dalším pracovníkům.

### **2.3 Politika životního prostředí**

Společnost si je vědoma důležitosti ochrany životního prostředí. Cílem je snižovat spotřebu zdrojů a dopad na životní prostředí z jejich výrobků a procesů, kdykoliv je to možné z hlediska financí a technologií.

Společnost je rozhodnuta pracovat na neustálém zlepšování a na:

- zvyšování efektivity při spotřebě energií
- snižování odpadů
- zaměření se na nakládání s odpady za účelem zvyšování podílu recyklovaných odpadů
- zaměření se na bezpečnost výrobků
- motivování svých zaměstnanců prostřednictvím předávání informací, vzdělávání a školení
- zaměření se na energeticky efektivní plánování projektů, včetně nákupu ekologicky šetrných a energeticky úsporných zařízení, surovin a služeb

### **2.4 Politika společenské odpovědnosti**

Společnost vždy jedná společensky odpovědným způsobem v zemích, ve kterých působí. Všechny závody její skupiny musí být v souladu s místní legislativou a musí získat oprávnění nutná k legálnímu podnikání.

Dodržuje zásady týkající se lidských práv, pracovních norem a boje proti korupci. Při výběru obchodních partnerů a dodavatelů se ujistí, že o dodržování přijatelných standardů.

Společnost udržuje vysokou úroveň, pokud jde o zajištění podmínek ochrany životního prostředí a omezení rizik pro životní prostředí. Vedle toho se zabývá environmentálními podmínkami z hlediska obchodních kritérií při zohlednění dlouhodobých perspektiv a dobré pověsti.

## **2.5 Proces výroby vpichovaných netkaných textilií**

Technologie vpichování je jedním z nejstarších a dosud nejrozšířenějších způsobů zpevnování vlákenných vrstev. Podstatou vpichování je provazování vlákenné vrstvy svazky vláken vzniklými přeorientací části vláken účinkem průniku jehel s ostny. V průběhu vpichování dochází také k podstatné redukci tloušťky vlákenné vrstvy, k výrazné přeorientaci všech vláken a ke změnám délky i šířky útvaru.

Technologický postup na výrobu vpichovaných netkaných textilií je stanoven pro kontinuální výrobní linku a je vypracován pro všechny vyráběné druhy. Jeho nedílnou součástí jsou příslušné technologické dodatky jednotlivých vyráběných druhů všech vstupních surovin, chemikálií a výrobní předpisy jednotlivých druhů.

Technologie výroby vpichovaných textilií musí být stále odborně sledována a v případě nutnosti upravována tak, aby konečné hodnoty výrobků odpovídaly technickým podmínkám. Výkyvy ve výrobě jsou ovlivňovány vlastnostmi vstupních surovin a seřízením jednotlivých strojních celků a stanovením pracovního režimu.

Pro správné a rychlé řízení výrobního procesu je nezbytná znalost všech potřebných hodnot zpracovávaných surovin. Při zásazích do technologie se musí postupovat velice uvážlivě. Každý zásah může ovlivnit několik vlastností vpichovaných textilií, a proto je nutné sledovat celý výrobní proces až do konce a to tak dlouho, až je provozní jistota dokázána opakovanými kladnými výsledky.

Na následujícím obrázku je znázorněno schéma kontinuální výrobní linky na výrobu netkaných textilií zahrnující jednotlivé výrobní operace od návozu vstupních surovin až po odvoz hotových výrobků nebo polotovarů do skladu.

## VÝROBNÍ SCHÉMA KONTINUÁLNÍ VÝROBNÍ LINKY



Obr.10 Schéma kontinuální výrobní linky

### 2.6 Plánování kvality výrobku a procesu

Účelem je popsat proces návrhu a vývoje výrobku a výrobního procesu, přezkoumání a validace návrhu tak, aby bylo zajištěno splnění požadavků zákazníka a dosaženo rentability projektu v jeho životním cyklu.

## **2.6.1 Vývoj a schvalování výrobku a výrobního procesu**

Činnosti, které vedou ke splnění požadavků zákazníka, lze rozdělit do pěti fází:

1. *Koncepční fáze* – v této fázi je nutné porozumět požadavkům zákazníka a také identifikovat požadavky, které zákazník nevyjádřil, ale které vyplývají ze zamýšleného použití výrobku u zákazníka
2. *Fáze návrhu a vývoje výrobku* – slouží k navržení a ověření materiálového složení a specifikace výrobku, k analýze konstrukčních rizik předpokládaného procesu výroby výrobku na základě specifických požadavků zákazníka
3. *Fáze návrhu a vývoje procesu* – tato fáze slouží k navržení výrobního procesu, procesu balení výrobku, interní a externí logistiky a k analýze procesních rizik na základě výstupů z fáze návrhu a vývoje výrobku
4. *Validační fáze* – cílem této fáze je validace produktu se zákazníkem, ověřuje se způsobilost vyrábět produkt s plánovanou efektivitou a stabilitou procesu, při zachování cílových parametrů produktu a procesu
5. *Sériová fáze* – na počátku je vlastní výroba výrobku pod dozorem příslušného pracovníka, který je za daný projekt zodpovědný. Celý tento proces slouží k analýze způsobilosti a případné optimalizaci výrobního procesu.

## **2.6.2 Rekvalifikace výrobku**

Rekvalifikace výrobku slouží k ověření, zda výrobek v sériové fázi životního cyklu stále plní požadavky, s jakými byl v rámci validační fáze uvolněn pro sériovou výrobu. Provádí se v plném rozsahu a v plánovaných intervalech dle požadavků zákazníka.

## **2.7 Řízení výrobního procesu**

### **2.7.1 Tvorba výrobního plánu**

*Vstupem* pro plánování je přezkoumání informací v informačním systému, kde jsou přeneseny zákaznické požadavky.

*Výstupem* z plánování je generovaný výrobní plán pro příslušnou výrobní linku z informačního systému. V tomto výrobním plánu mají pracovníci příslušné technologie všechny základní informace k realizaci produktu, včetně odkazu na příslušnou výrobní objednávku, která slouží k evidenci výrobních údajů v informačním systému.

### **2.7.2 Výrobně – technická dokumentace**

*Technologický postup* – vypracovává se pro jednotlivé ucelené výrobní celky. Vypracovává je příslušné oddělení výroby ve spolupráci s oddělením výzkumu a vývoje.

Jedná se o předpis, kde se stanoví:

- a) základní technické údaje technologického zařízení
- b) základní všeobecný výrobní postup na konkrétním technologickém zařízení

*Pracovní návod* – popisuje obecné činnosti a postupy obsluhy strojního zařízení ve výrobě v procesu zhotovení výrobku.

*Interní postup* – dokument, který popisuje činnosti spojené s měřením a vyhodnocováním parametrů výrobků v provozu. Součástí interních postupů jsou příslušné formuláře pro záznamy.

*Balící instrukce* – dokument, který slouží pro další požadavky na výrobek, jako jsou např. balení, počty kusů, apod.

*Výrobní report* – slouží k popisu nastavení výrobního procesu (technologických parametrů výrobního zařízení) při výrobě produktu.

### **2.7.3 Uvolnění výroby**

Po nastavení procesních parametrů dle příslušného výrobního reportu pro daný produkt a rozjezdu příslušné výrobní technologie, odebírá obsluha výrobní linky nájezdový vzorek dle Plánu kontroly a řízení. Na základě vyhodnocení příslušných parametrů nájezdového vzorku provede zodpovědný pracovník pro příslušnou technologii uvolnění výroby se záznamem do formuláře *Uvolnění výroby*. K uvolnění výroby jsou

oprávnění pouze pracovníci, kteří k tomu mají oprávnění od výrobního ředitele a vyplývá to z jejich pracovní náplně.

#### **2.7.4 Provozní stav výrobní linky**

Provozní stav výrobní technologie je vizualizován pomocí barevných terčů s popisem příslušného stavu a oprávnění k zásahu do technologie. Příslušné barevné terče jsou umístěny vedle ovládacího panelu výrobní linky, kde se celá linka spouští do provozu.

#### **2.7.5 Sledování změn ve výrobě**

Nastavování procesních parametrů výrobní technologie při nájezdu výroby se provádí podle příslušného výrobního reportu pro daný produkt a výrobní technologii. Jednotlivé výrobní reporty jsou součástí výrobní dokumentace u dané technologie. Obsluha linky nastavuje jednotlivé provozní parametry dané *Výrobním reportem* a provede zápis do *Reportu o výrobě*, který je součástí dokumentace pro příslušnou technologii. Pokud je nutno seřadit výrobní linku mimo povolené tolerance z důvodu dosažení specifikovaných parametrů produktu, zaznamená obsluha linky nové hodnoty do *Reportu o výrobě*. Skutečné nastavení jednotlivých provozních parametrů v *Reportu o výrobě* stvrzuje pracovník zodpovědný za uvolnění výroby svým podpisem.

Za sledování změn v nastavení výrobních parametrů procesu zodpovídá pracovník, který je zodpovědný za tvorbu *Výrobního reportu*. Na základě vyhodnocení příslušných změn provádí revize a úpravy příslušného *Výrobního reportu* pro daný produkt. Aktualizovaný report stvrzuje svým podpisem a zajistí jeho papírovou distribuci v rámci výrobní dokumentace příslušné technologie. Aktualizované údaje ve *Výrobním reportu* jsou výchozím nastavením procesních parametrů pro daný výrobek při nájezdu nové výrobní dávky dle *Výrobního plánu*.

### **2.8 Testování hotových výrobků v laboratoři**

Dle specifikace výrobku jsou testovány parametry hotového výrobku v laboratoři. Odpovědný pracovník odebere vzorek z hotového výrobku při nájezdu výroby a poté



podle předepsaného intervalu, tento vzorek následně otestuje v laboratoři podle zadaných kritérií. Výsledné hodnoty testovaného výrobku musí být v rozmezí uvedených ve specifikaci pro daný výrobek.

Testování výrobku probíhá na jednotlivých zařízeních, pro které byly vytvořeny pracovní postupy a metody.

### **2.8.1 Příprava vzorků pro testování**

Na výrobních linkách ve firmě se vyrábí různé šíře výrobku. V případě menších šíří se vyrábí i několik pruhů (rolí) vedle sebe. Pro laboratorní testování se odebírá vzorek z celé výrobní šíře, tzn. ze všech pruhů najednou. Pro testování se v tomto případě postupuje tak, jako by byla role pouze jedna v plné šíři. Obsluha při odběru vzorků označí jednotlivé pruhy číselně tak, jak jdou vedle sebe a na všech označí levou a pravou stranu.

Pracovní postup:

- poskládat jednotlivé pruhy tak, jak procházely výrobní linkou
- rozdělit materiál rovnoměrně na 5 pruhů – v šířce, která je potřebná pro vysekávání
- poskládat jednotlivé pruhy na sebe postupně tak, že nahoře je pruh z pravé strany výrobku, pod ním nejbližší směrem k levé straně až po pruh z levé strany, který je vespod
- položit všechny pruhy tak, jak jsou poskládané na pracovní desku vysekávacího stroje a vysekát pomocí raznic vzorky potřebné pro testování

### **2.8.2 Testování plošné hmotnosti**

Pracovní postup:

- z měřeného materiálu vyseknout 10 vzorků – pro normu ČSN EN 29073-1 (velikost raznice 200 x 200 mm) nebo 10 vzorků pro normu D 45 1012 (velikost raznice 100 x 100 mm)
- vzorky očíslovat postupně od pravé strany do levé
- připravit laboratorní váhu a zkontrolovat její vynulování

- umístit vzorek na váhu
- vzorek zvážit a výsledek měření poslat do informačního systému
- postupně zvážit daný počet vzorků
- informační systém přepočítá hodnoty hmotnosti vzorků na plošnou hmotnost zkoušeného materiálu

### **2.8.3 Testování tloušťky**

Pracovní postup:

- z měřeného materiálu vyseknout 10 vzorků o velikosti 100 x 100 mm nebo 200 x 200 mm dle normy EN ISO 9073-2A rovnoměrně z plné šíře výrobku
- vzorky očíslovat postupně od pravé strany do levé
- připravit tloušťkoměr, zkontrolovat jeho vynulování a umístit závaží dle specifikace
- umístit vzorek na základní desku tloušťkoměru a spustit přítlačnou desku dolů
- naměřená hodnota je zapsána do informačního systému
- postupně změřit všechny vzorky

### **2.8.4 Testování pevnosti v tahu a tažnosti (resp. tažnosti při 50 N a síly při protažení 10 %)**

Pracovní postup:

- z měřeného materiálu dle normy EN 9073-3 vyseknout 5 vzorků o velikosti uvedené ve specifikaci výrobku
- na každém vzorku označit směr výroby: MD – podélný směr (ve směru toku linky) a CD – příčný směr a vzorky očíslovat postupně z pravé strany do levé
- otevřít na trhacím stroji testovací soubor dle specifikace
- vynulovat sílu trhacího stroje
- upnout mezi čelisti testovaný vzorek a spustit testování
- postupně otestovat všech 5 vzorků v MD a CD směru

- výsledky měření jsou ukládány v informačním systému

### **2.8.5 HO Kapkový test**

Pracovní postup:

- z měřeného vzorku vyseknout pruh o rozměru 10 cm rovnoměrně z plné šíře výrobku
- vzorek položit na vodorovnou plochu impregnovanou stranou nahoru
- na vzorku se označí 3 místa: V (voda), N (nafta) a O (olej) ve 3 pozicích ( levý kraj, střed a pravý kraj)
- pod každou značku na vzorku se odkápne z výšky max. 1 cm pomocí pipety celistvá kapka příslušné kapaliny
- minimum požadované doby bez náznaku vsakování ( kapka musí držet kulovitý tvar):voda – 60 minut, nafta a olej – 15 minut
- pokud se ani jedna kapka po uplynutí minimální požadované doby do vzorku nevsákne, tak vzorek v testu vyhověl

### **2.8.6 Spray test**

Pracovní postup:

- z měřeného materiálu vyseknout dle normy EN ISO 4920 5 vzorků o velikosti 200 x 200 mm z plné šíře výrobku a vzorky očíslovat postupně z pravé strany do levé
- upevnit testovaný vzorek do držáku impregnovanou stranou nahoru – směr MD je paralelně se směrem stékání vody
- vložit vzorek do zkrápěcího zařízení
- do nálevky zkrápěcího zařízení nalít 250 ml destilované vody, která proteče přes zkrápěcí nástavec na vzorek
- po protečení vody vzorek 1x oklepnout o tuhý předmět a vyhodnotit stupeň smočení podle fotografické stupnice
- postupně otestovat všechny vzorky a výsledky zadat do informačního systém

### **2.8.7 Testování hořlavosti**

Pracovní postup:

- z měřeného materiálu dle normy FMVSS 302 vyseknout 5 vzorků o velikosti 350 x 75 mm z plné šíře výrobku a vzorky očíslovat postupně z pravé strany do levé
- vložit testovaný vzorek do držáku práškovanou stranou nahoru směrem k hořáku
- zapálit plamen plynového hořáku a nechat plamen hořet min. 1 minutu pro stabilizaci
- uchycený vzorek vložit do spalovací komory
- nechat vzorek vystavený plameni 15 sekund a poté plamen uzavřít
- v okamžiku, kdy dosáhne plamen prvního měrného bodu na držáku spusti stopky
- měřit čas, dokud plamen nedosáhne posledního měrného bodu nebo sám nezhasne
- zapsat naměřený čas v sekundách
- změřit velikost zhořelé části vzorku ocelovým měřítkem v milimetrech a tuto hodnotu zapsat
- spočítat rychlost hoření
- postupně otestovat všechny vzorky

### **2.8.8 Testování hmotnosti nánosu pojícího prášku**

Pracovní postup:

- vyseknout 3 čtverce netkané textilie bez prášku a impregnace o rozměrech 500 x 500 mm
- čtverce vyseknuté textilie popsat P ( pravá strana ), S ( střed ) a L ( levá strana ), poté se vzorky zváží na laboratorní váze a hodnota se zapíše
- zvážené a označené čtverce se položí na textilií procházející práškovacím strojem ve směru toku linky
- po průchodu vzorků práškovacím strojem se vzorky opět zváží a hodnota se zapíše
- vypočítá se množství aplikovaného prášku na 1 m<sup>2</sup> textilie a zapíše se do informačního systému

## 2.9 Software pro zadávání a vyhodnocování laboratorních výsledků

Výsledné hodnoty testovaných výrobků jsou zadávány do podnikového informačního systému, který je uloží a následně vyhodnotí shodu s požadavky na výrobek.

Dále se ve firmě používá software pro řízení jakosti *Q-Lanys*. Jedná se o systém na podporu řízení jakosti a služby týkající se optimalizace procesů a zlepšování systémů řízení jakosti.

Software *Q-Lanys Pack* zahrnuje:

- *systém řízení jakosti* – zaměřeno na systémové procesy, obsahuje moduly pro:
  - řízení podnikové dokumentace
  - řízení technických norem a výkresů
  - řešení neshod, kontinuální zlepšování
  - audit systému řízení jakosti
  - reklamace od zákazníků a dodavatelů
  - metrologie a MSA (vyšetřování způsobilosti měřidel)
  - preventivní a prediktivní údržba
- *monitoring jakosti výrobků* – zahrnuje systémy statistické regulace procesu, vizualizaci sledovaných parametrů, systémy pro uvolňování dávek (vstupní a výstupní kontrola), systém a analýzy rizik FMEA, zkušebny a laboratoře, plánování laboratorních zkoušek
- *metrologie a MSA* – nástroj pro řízení měřidel, měřících přípravků a zařízení podléhajících metrologickému pořádku. Splňuje požadavky vyplývající ze standardů ISO 9001, IATF 16949 a standardů pro akreditaci kalibračních laboratoří.
- *preventivní a prediktivní údržba* – nástroj pro oblast údržby a správu náhradních dílů, zajišťuje přehled o strojích a jejich stavu, informace o spotřebě náhradních dílů, historii oprav a preventivní údržby.
- *monitoring výrobního procesu a prostojivosti strojů* – nástroj pro identifikaci slabých míst v oblasti produktivity práce a činnosti ovlivňující nákladovost, sledování logistiky materiálu, organizace práce, technického stavu strojů a kvality vyráběných produktů.

### 3 NÁVRHY ŘEŠENÍ

Pro analýzu a vyhodnocení dat jsem zvolil jeden druh výrobku vyráběný na nové výrobní lince. Jedná se o jednu z mnoha specifikací, které se na dané výrobní lince vyrábí a každá tato specifikace obsahuje jiné parametry a tolerance stanovené zákazníkem, podle kterých se má daný výrobek vyrábět a které musí splňovat.

Data, která jsou uvedena v příloze, jsou chronologicky seřazena podle data výroby a obsahují 15 znaků jakosti výrobku. Výroba probíhala na nové kontinuální výrobní lince, kde se vyrábí výrobky zejména pro automobilový průmysl. Pro testování se odebere příslušný počet vzorků dle typu prováděného testu, viz. kapitola 2.6. Rozsah a interval jednotlivých testování je stanoven ve specifikaci výrobku, např. u testování plošné hmotnosti se odebere 10 vzorků = 10 hodnot = 1 podskupina, výsledná hodnota je vypočítána průměrem a v grafu tvoří jeden bod, celkem bylo pro analýzu použito 23 poskupin pro regulační diagramy.

Regulační diagramy jsou aplikovány na následující znaky jakosti: (v závorkách jsou uvedeny jednotky, příp. index a typ viz. tabulky v příloze)

1. Plošná hmotnost [ $\text{g}/\text{m}^2$ ] – tolerance min. 87 / max. 110
2. Tloušťka při 1 kPa [mm] – tolerance min. 0,65 / max. 0,95
3. Pevnost v tahu MD směr [N] - tolerance min.. 80
4. Pevnost v tahu CD směr [N] – tolerance min. 60
5. Tažnost MD směr [%] – tolerance min. 15
6. Tažnost CD směr [%] – tolerance min 55
7. Tažnost při 50 N MD směr [%] – tolerance min. 0,5
8. Tažnost při 50 N CD směr [%] – tolerance min. 10
9. Síla při protažení 10 % MD směr [N] – tolerance min. 60
10. Síla při protažení 10 % CD směr [N] – tolerance min. 20
11. HO kapkový test [index] – tolerance 1
12. Spray test [index] – tolerance min. 2
13. Hmotnost nánosu prášku [ $\text{g}/\text{m}^2$ ] – tolerance min. 11 / max. 13
14. Hořlavost MD směr [typ] – tolerance SE
15. Hořlavost CD směr [typ] – tolerance SE

### 3.1 Zobrazení regulačních diagramů

Pro zhodnocení regulačních diagramů jsou pro znaky jakosti plošná hmotnost a tloušťka zobrazeny regulační diagramy pro *výběrový průměr a směrodatnou odchylku*, pro ostatní sledované znaky jakosti jsou to regulační diagramy pro *výběrový průměr a výběrové rozpětí*. Regulační diagramy k jednotlivým znakům jakosti produktu mají operátoři na výrobní lince možnost zobrazit přímo v systému Q-Lanys, který je automaticky vytváří z naměřených hodnot včetně stanovených mezí, já jsem je ale pro větší přehlednost převedl do programu MS Excel.

Vysvětlivky: *Xstr* – výběrový průměr, *SP* – střední přímka, *HTM* – horní toleranční mez, *DTM* – dolní toleranční mez, *HRM* – horní regulační mez, *DRM* – dolní regulační mez

*Střední hodnota měření* – je to výsledek měření = průměr z  $x$  vzorků, v grafu jsou to modré body.

*Velikost směrodatné odchylky ( $s$ )* – pro vybrané parametry je stanovena horní mez, zvýšení hodnoty signalizuje rozkolísání jednotlivých měření

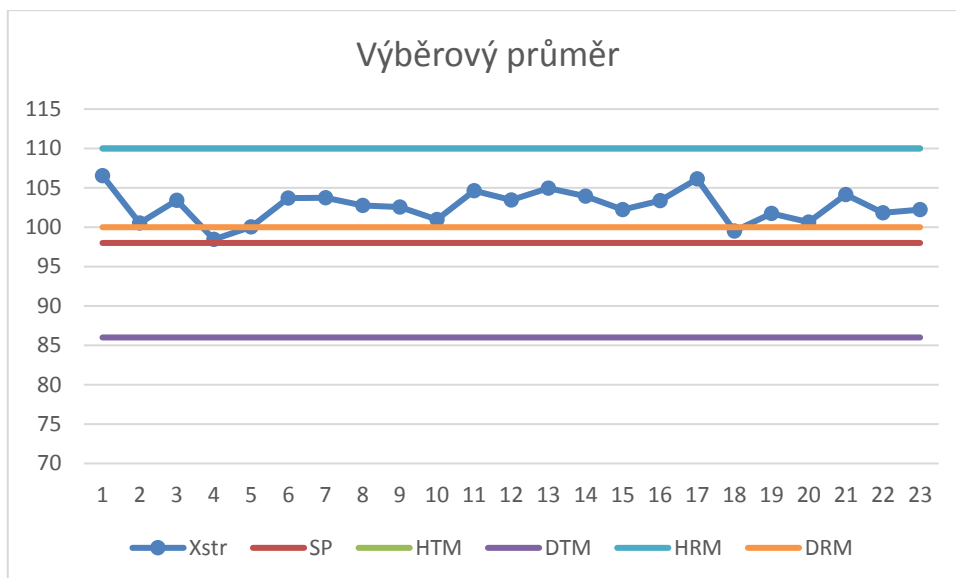
*Velikost rozpětí ( $R$ )* – nejsou určeny zásahové meze, výrazné zvýšení hodnot signalizuje rozkolísání jednotlivých měření

#### 3.1.1 Znak jakosti plošná hmotnost

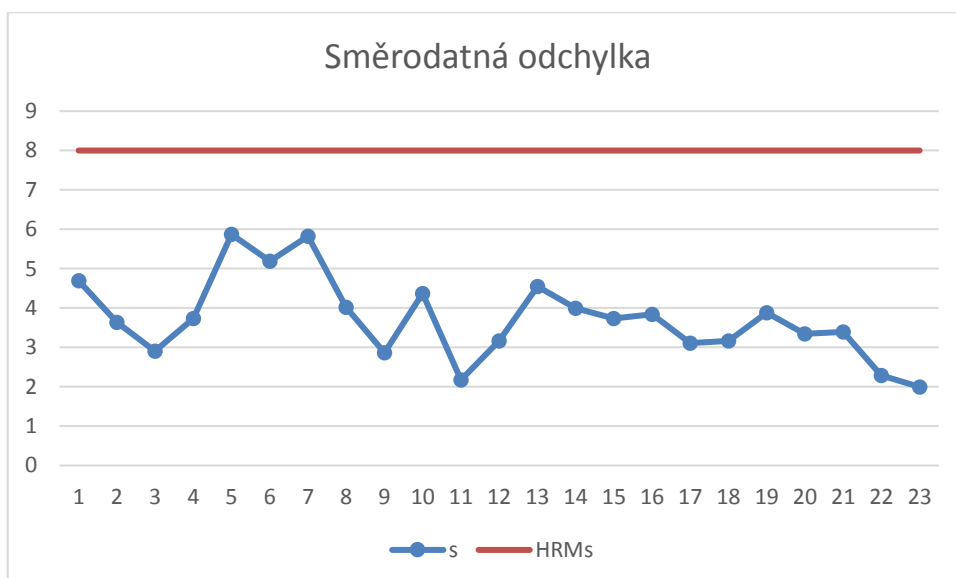
U prvního sledovaného znaku jakosti, tj. plošná hmotnost, je hodnota cíleně držena v horní části tolerančního pole z důvodu zajištění vizuálních vlastností výrobku, tzv. kryvosti, což je jedna z důležitých vlastností, která může ovlivnit zpracování výrobku v procesu zákazníka. DRM je nastavena manuálně tak, aby se co nejvíce zamezilo poklesům pod nominální hodnotu a nebyla tím ohrožena právě kryvost výrobku. Žádná z hodnot sledovaného znaku nepřekračuje toleranční meze.

HTM = HRM

Regulační diagram pro směrodatnou odchylku je v pořádku, všechny hodnoty jsou pod stanovenou horní mezí a je patrný i poměrně malý rozptyl mezi jednotlivými sériemi měření.



Graf 1 Znak jakosti plošná hmotnost



Graf 2 Znak jakosti plošná hmotnost

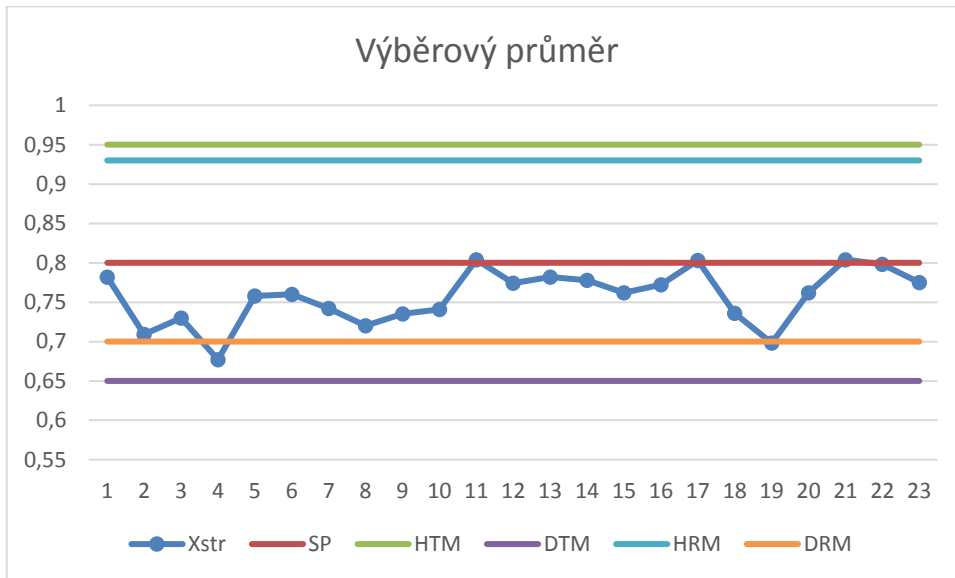
### 3.1.2 Znak jakosti tloušťka

Naměřené hodnoty tloušťky jsou na rozdíl od plošné hmotnosti drženy spíše ve spodní části tolerančního pole. Nižší tloušťka materiálu znamená více homogenní povrch výrobku, uzavřenou bariéru chemické impregnace a lepší eliminaci možného prosaku pojiva (nánosu prášku) při lisování finálních dílů u zákazníka. Toleranční meze jsou

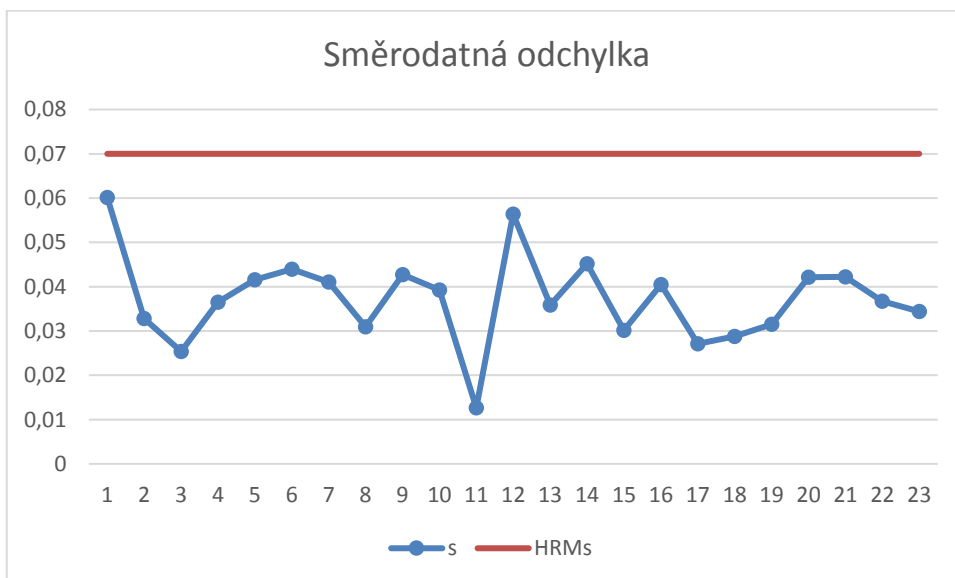


vždy převzaty ze zákaznické specifikace, ani v tomto případě žádná hodnota sledovaného znaku nepřekračuje stanovené toleranční meze.

Regulační diagram pro směrodatnou odchylku je také v pořádku, všechny hodnoty jsou pod stanovenou horní mezí.



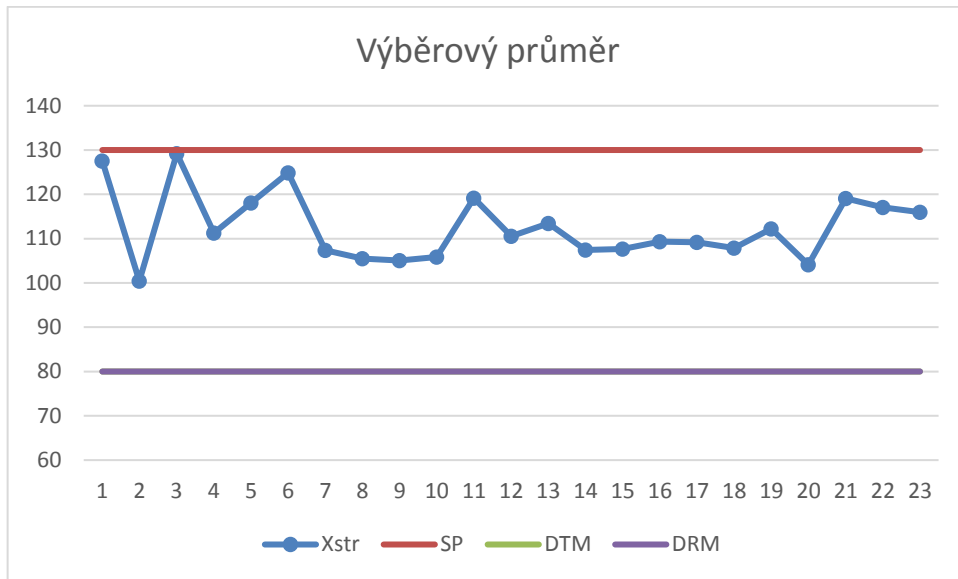
Graf 3 Znak jakosti tloušťka



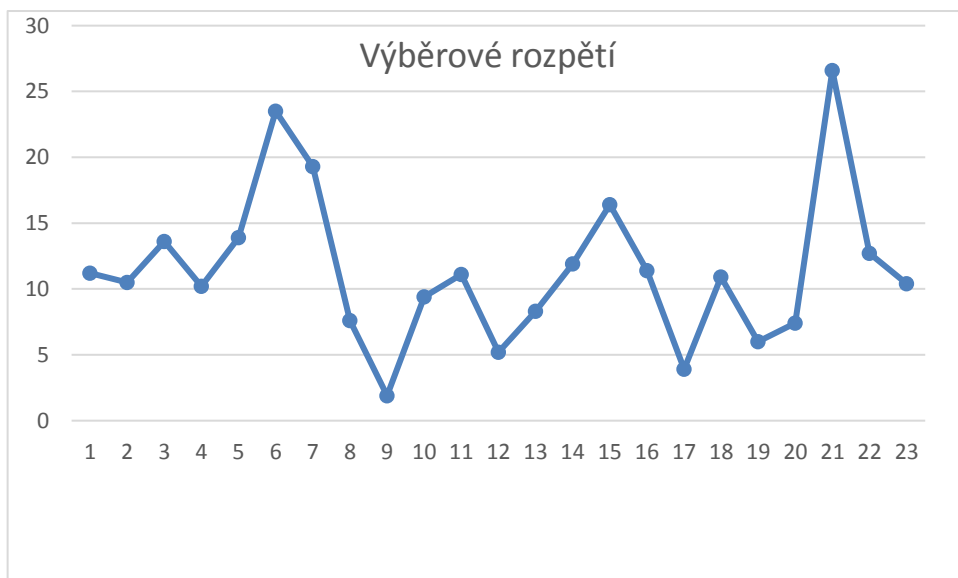
Graf 4 Znak jakosti tloušťka

### 3.1.3 Znak jakosti pevnost v tahu MD směr

Tento znak jakosti je zákazníky vyžadován pro dostatečné zajištění pevnosti při formování, nesmí docházet k tvorbě vrásek při lisování finálních dílů u zákazníka. Vyšší pevnosti v tahu obecně nevadí, zákazníkem je stanovena pouze dolní mez, s dosahováním tohoto parametru není dlouhodobě problém, všechny hodnoty se drží nad stanoveným limitem. DTM = DRM



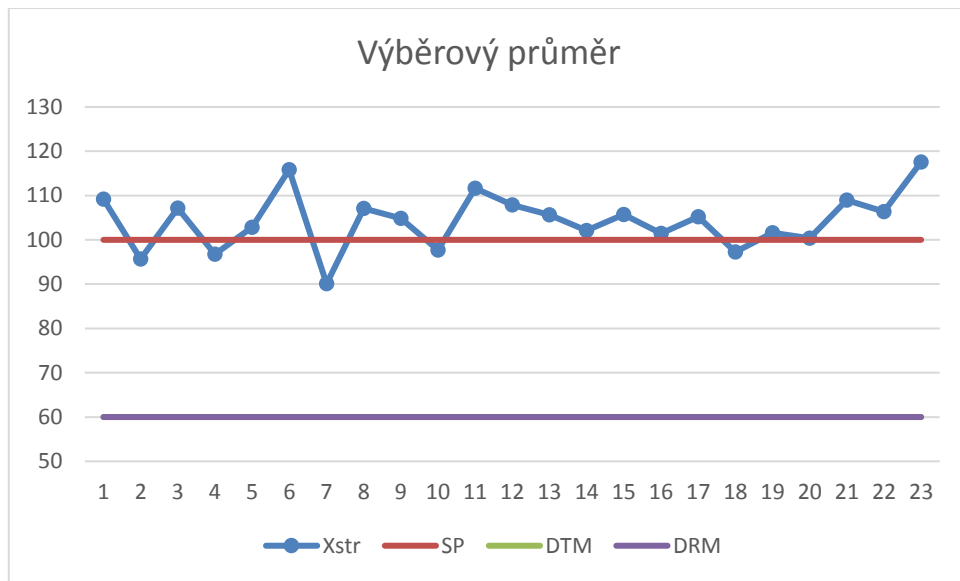
Graf 5 Znak jakosti pevnost v tahu MD



Graf 6 Znak jakosti pevnost v tahu MD

### 3.1.4 Znak jakosti pevnost v tahu CD směr

Podobně jako předchozí znak jakosti je i tento vyžadován zákazníkem pro zajištění pevností při lisování a natahování netkané textilie na nosič, nejčastěji pěna nebo skelná vata. Pevnost v CD směru je držena dlouhodobě výše kvůli výrobnímu procesu – orientaci vláken, při využití maximální šíře to může mít negativní vliv na pevnosti v tomto směru. Také v tomto případě je proces stabilní, všechny hodnoty kolísají kolem střední hodnoty a není třeba zásah do procesu. DTM = DRM



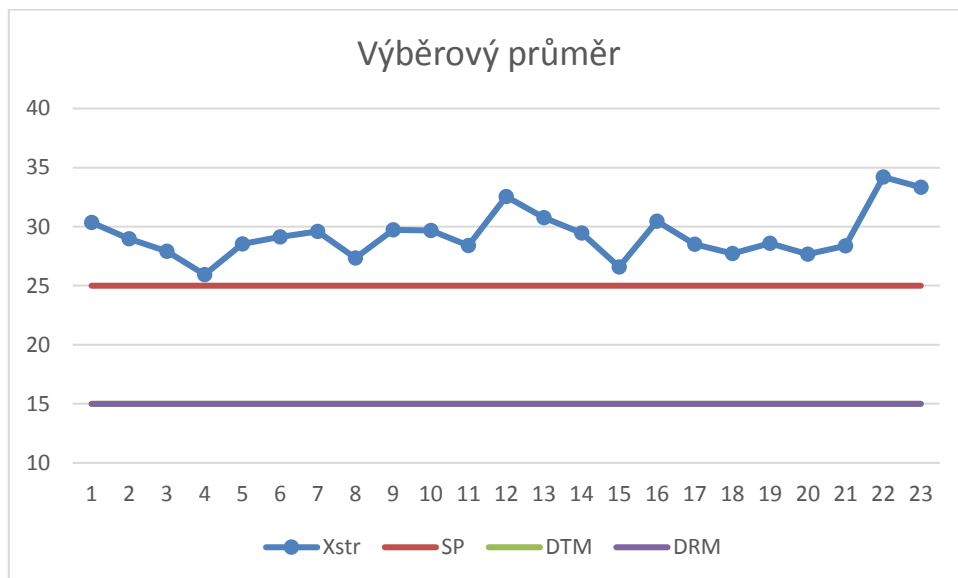
Graf 7 Znak jakosti pevnost v tahu CD



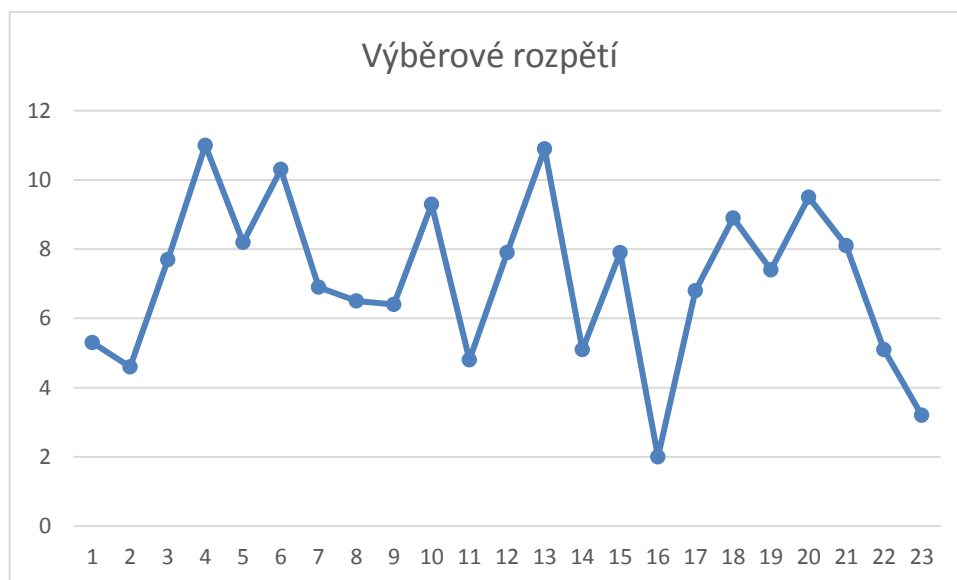
Graf 8 Znak jakosti pevnost v tahu CD

### 3.1.5 Znak jakosti tažnost MD

Také v tomto případě naměřené hodnoty více méně kolísají kolem středové hodnoty, opět je stanovena pouze dolní mez a všechny hodnoty se drží nad touto mezí. Nízká tažnost v MD směru by mohla vést u zákazníka k praskání materiálu při formování, proto je třeba ji držet na vyšších hodnotách. DTM = DRM



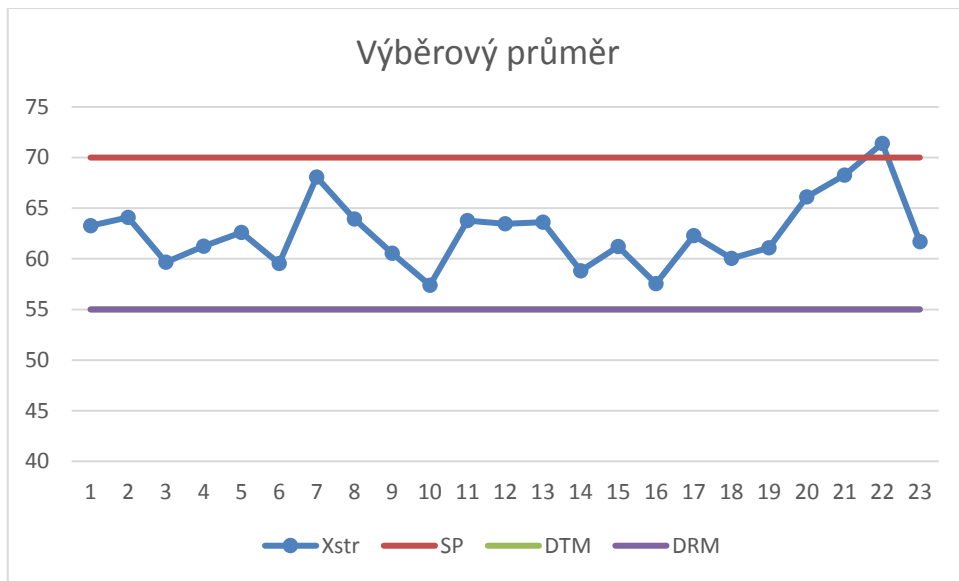
Graf 9 Znak jakosti tažnost MD



Graf 10 Znak jakosti tažnost MD

### 3.1.6 Znak jakosti tažnost CD

Jednotlivé hodnoty více kolísají než u tažností v MD směru, může to být ovlivněno způsobem odběru vzorků, kdy tyto mohly být vyseknuty přes oblast překrytí jednotlivých vrstev kladené pavučiny před procesem vpichování. Ani v tomto případě žádná z hodnot nepřekračuje stanovené meze, pouze ve dvou případech se hodnoty držely těsně nad dolní hranicí. DTM = DRM



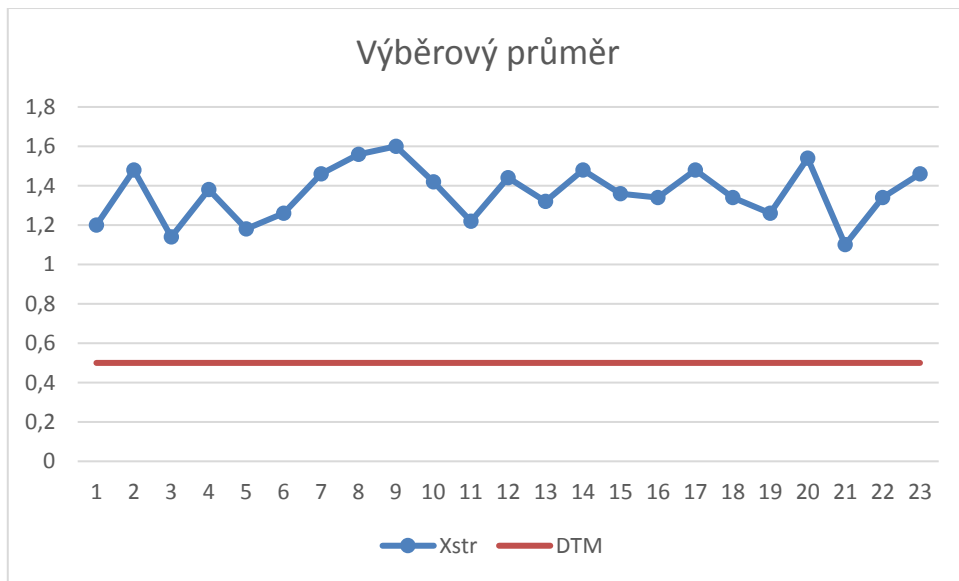
Graf 11 Znak jakosti tažnost CD



Graf 12 Znak jakosti tažnost CD

### 3.1.7 Znak jakosti tažnost při 50 N MD

Tento znak jakosti udává tuhost či deformovatelnost netkané textilie. Jedná se o parametry, díky kterým lze získat přibližnou představu o chování netkané textilie během vytváření finálního výrobku. Všechny naměřené hodnoty jsou nad stanovenou dolní mezí a je poměrně malý rozptyl mezi jednotlivými měřeními, takže lze považovat proces za stabilní. Tento parametr slouží pouze pro interní záležitosti, hodnoty nejsou sdělovány zákazníkům z důvodu utajení know-how.



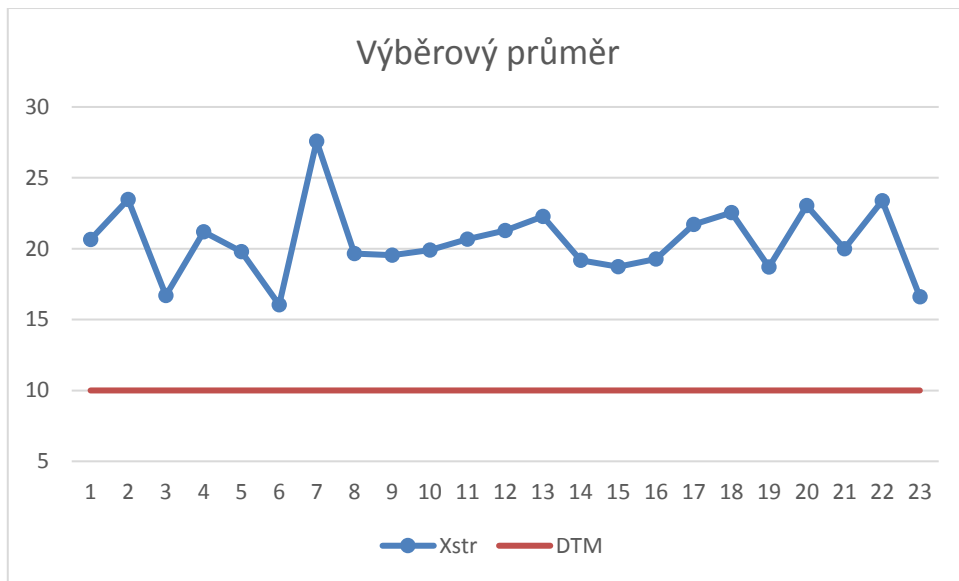
Graf 13 Znak jakosti tažnost při 50 N MD



Graf 14 Znak jakosti tažnost při 50 N MD

### 3.1.8 Znak jakosti tažnost při 50 N CD

Podobně jako předchozí parametr udává tento znak jakosti tuhost materiálu a lze jím odvodit chování netkané textilie při dalším zpracování. Také v tomto případě se všechny naměřené hodnoty drží nad spodní mezí, ale na rozdíl od předchozího znaku jakosti je patrný větší rozptyl hodnot, což je také dáno stanoveným minimem. Proces je však také stabilní a není nutný žádný zásah. Také tento parametr není sdělován zákazníkům.



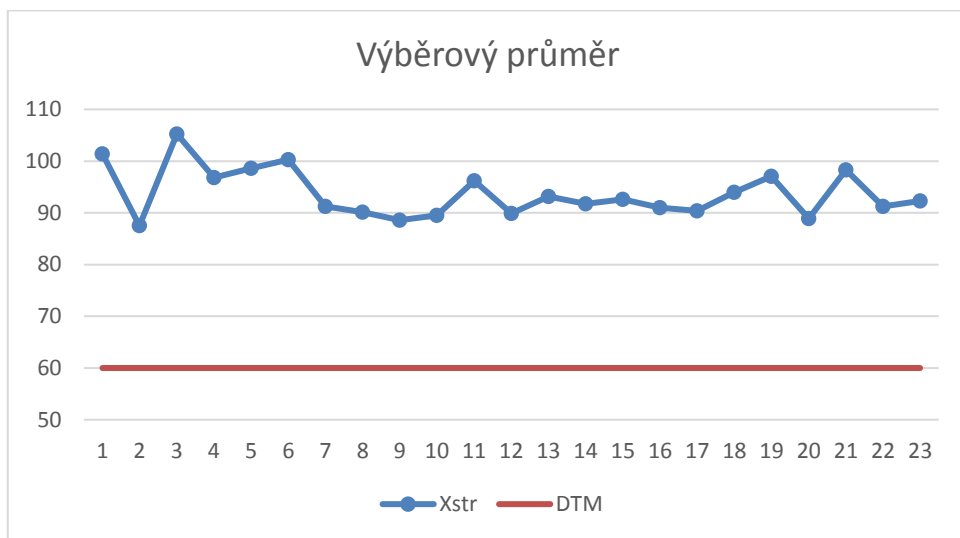
Graf 15 Znak jakosti tažnost při 50 N CD



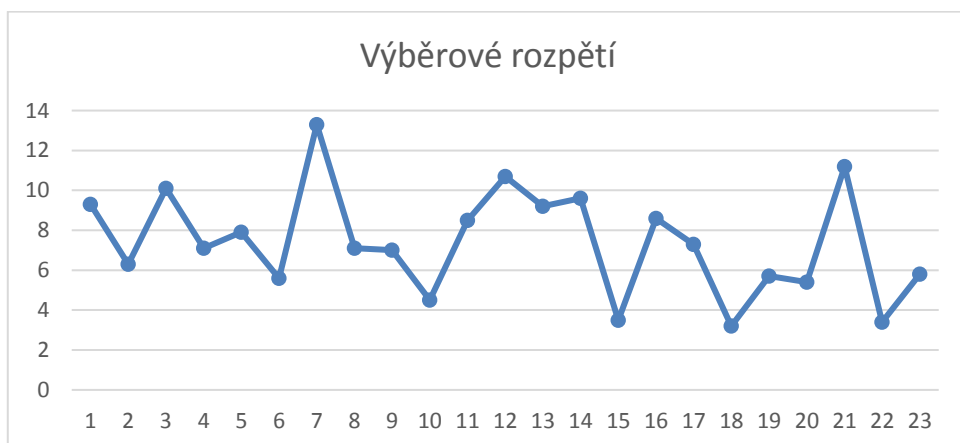
Graf 16 Znak jakosti tažnost při 50 N CD

### 3.1.9 Znak jakosti síla při protažení 10 % MD

Stejně jako tažnost při 50 N i tento znak jakosti značí určitou deformovatelnost textilie při následném zpracování u zákazníků, avšak není možné odvodit přesnou korelaci mezi těmito parametry a skutečným chováním netkané textilie při vytváření finálního výrobku. Tyto sledované parametry jsou totiž měřeny při pokojové teplotě a v prostředí 2D, přičemž při tvorbě finálního produktu se teploty pohybují nad 160 °C a výrobek je namáhán ve třech osách. Všechny hodnoty jsou nad stanoveným minimem a je také patrný celkem malý rozptyl mezi jednotlivými sériemi měření. Stejně jako předchozí parametr se jedná o know-how firmy a není reportován zákazníkům.



Graf 17 Znak jakosti síla při protažení 10 % MD

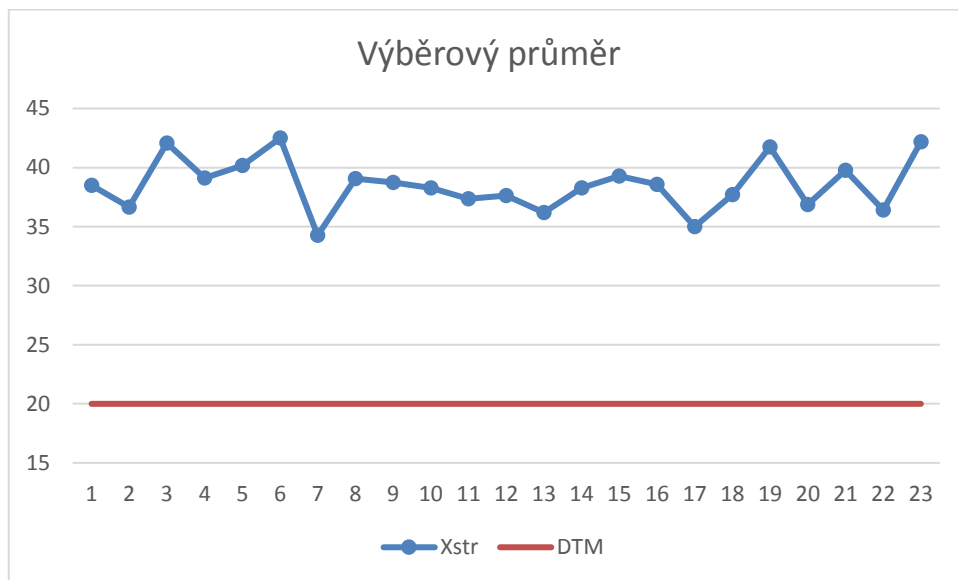


Graf 18 Znak jakosti síla při protažení 10 % MD



### 3.1.10 Znak jakosti síla při protažení 10 % CD

V popisu tohoto znaku jakosti platí to stejné jako u síly při protažení 10 % v MD směru včetně utajeného know-how. Žádná z naměřených hodnot není pod dolní toleranční mezí a proces je stabilní, není nutný žádný zásah.



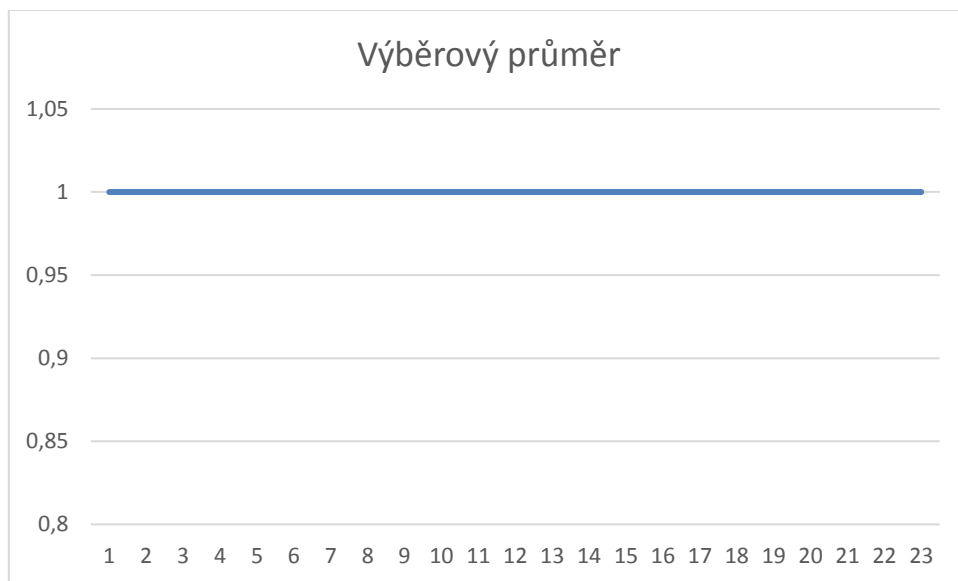
Graf 19 Znak jakosti síla při protažení 10 % CD



Graf 20 Znak jakosti síla při protažení 10 % CD

### 3.1.11 Znak jakosti HO kapkový test

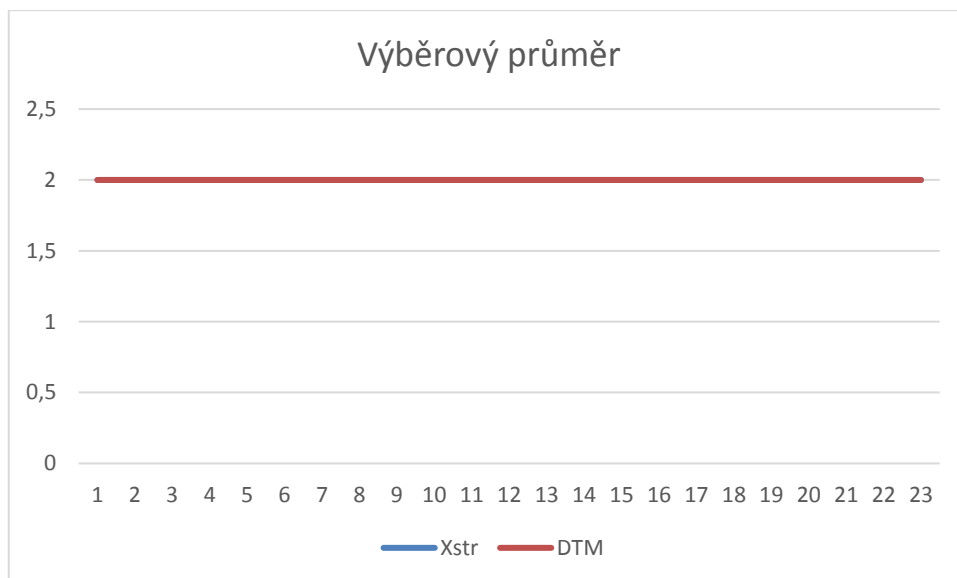
U znaku jakosti kapkový test je stanoven limit v podobě indexu, tzn. buď vyhovuje nebo nevyhovuje. V případě, kdy dojde ke vsakování kterékoliv látky (olej, voda, nafta) do textilie před stanoveným limitem, vzorek nevyhověl a operátor musí hledat příčinu, nejčastěji se jedná o závadu na impregnačním stroji nebo chybně nastavené hodnoty jednotlivých chemikálií operátorem.



Graf 21 Znak jakosti kapkový test

### 3.1.12 Znak jakosti spray test

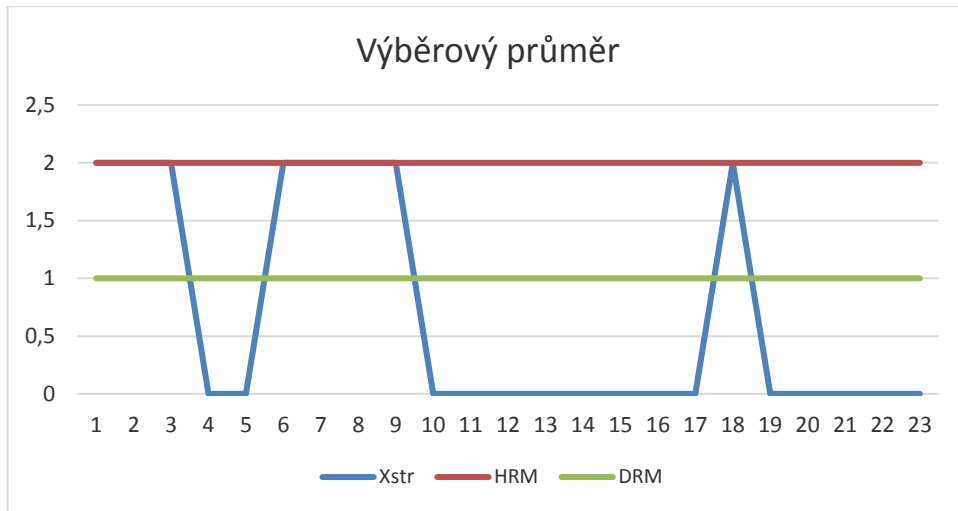
Spray test je vyhodnocován dle příslušné stupnice na základě subjektivního pocitu, specifikací výrobku je určeno maximální možné zkrápění testovaného vzorku. Pokud vzorek stanoveným parametrům nevyhovuje, opět se hledá příčina v nanášení chemikálií impregnačním zařízením, operátor musí zkontrolovat správné nastavení stroje podle výrobního reportu.



Graf 22 Znak jakosti spray test

### 3.1.13 Znak jakosti hořlavost MD

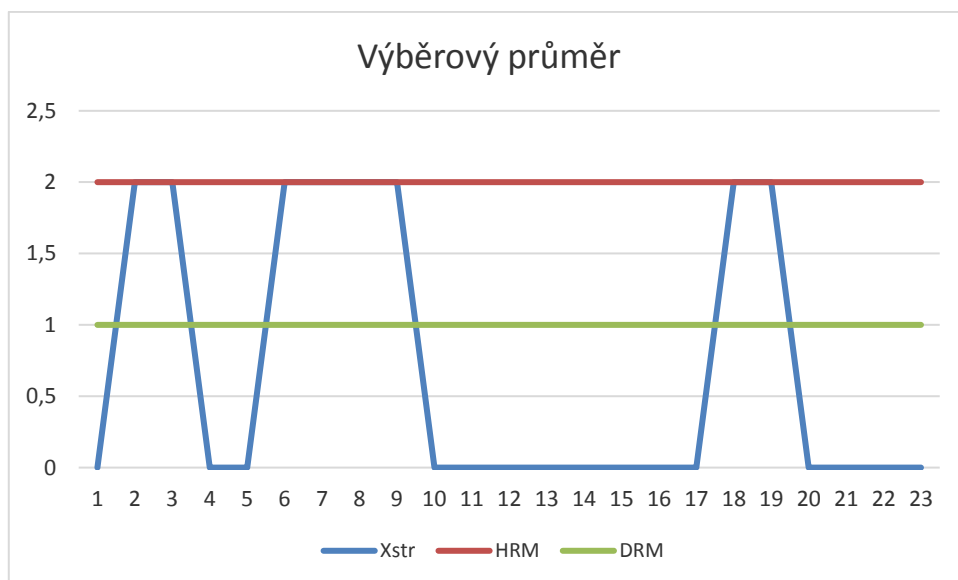
Znak jakosti hořlavost opět souvisí s nanášením správné chemické směsi na textilii, v případě negativního výsledku testu hořlavosti musí operátor zkontrolovat nastavení jednotlivých chemikálií nebo může být závada na impregnačním stroji, obsluha musí udělat zásah do procesu a opakovat měření. Výsledek testu hořlavosti se zadává na základě vyhodnocení dle tabulky (viz příloha), místo výsledného typu hoření se do systému zadá číselná hodnota, v tomto případě je pro typ SE = do systému se zadá hodnota 2. V grafu jsou některé hodnoty na nule, což ovšem značí chybu při zadávání testu hořlavosti nebo výsledky nebyly zadány vůbec.



Graf 23 Znak jakosti hořlavost MD

### 3.1.14 Znak jakosti hořlavost CD

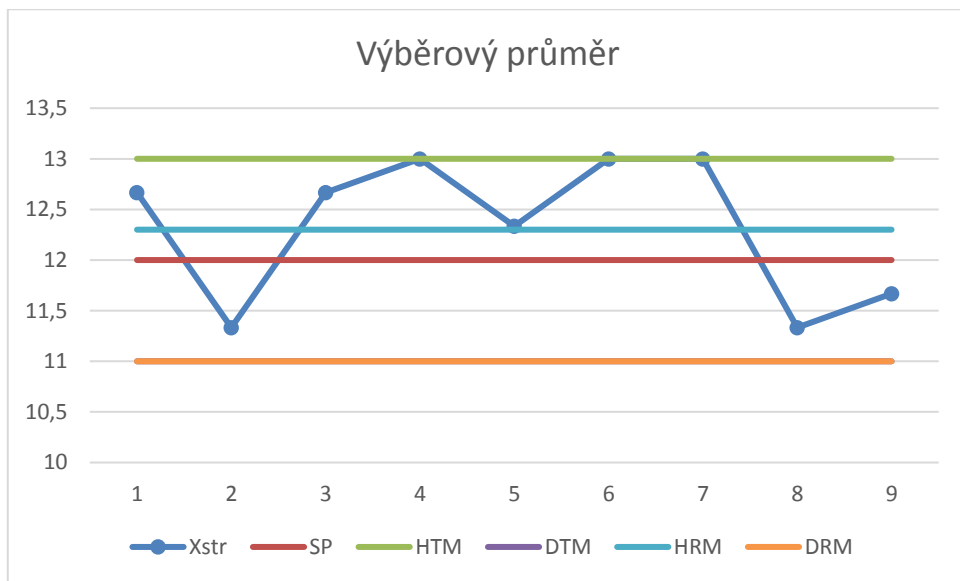
Tento znak jakosti je obdobný jako hořlavost v MD směru, na základě testu hořlavosti se vyhodnocuje typ hoření a pokud odpovídá limitům stanoveným ve specifikaci výrobku, není nutný zásah do procesu. Nulové hodnoty opět souvisí se špatným nebo vynechaným zadáním dat do informačního systému.



Graf 24 Znak jakosti hořlavost CD

### 3.1.15 Znak jakosti hmotnost nánosu prášku

V tomto případě sice žádná z hodnot nepřekračuje stanovené meze, ale dle specifikace vybraného výrobku musí být hmotnost nánosu prášku v rozmezí 11 – 12 g/m<sup>2</sup> z důvodu dodržení limitu hořlavosti a některé hodnoty jsou až na horní hranici. Operátor proto musí udělat korekci práškovacího stroje, aby vyhověl těmto požadovaným parametrům. U tohoto znaku jakosti bylo zaznamenáno ve sledovaném období pouze 9 podskupin, protože hmotnost nánosu prášku se provádí zpravidla jen při nájedzu výroby a poté při ukončení výroby jako ukončovací vzorek.



Graf 25 Znak jakosti hmotnost nánosu prášku



Graf 26 Znak jakosti hmotnost nánosu prášku

### **3.2 Vytvoření pracovního postupu pro reakce na zásah do procesu**

K zajištění kontroly výsledků provedených testů vyráběného produktu a k možnosti reakce na překročení zásahových mezí byl vytvořen pracovní postup pro operátory na výrobní lince.

#### **Kontrola výsledků**

Kontrola výsledků probíhá v systému Q-Lanys, spuštění této aplikace se provádí na PC, na výrobní lince je to na PC v laboratoři. Operátor vybere v aplikaci ze seznamu aktuálně vyráběný produkt a název pracoviště. Poté rozklikne pole *měřit* a na obrazovce se zobrazí jednotlivé karty (regulační diagramy) vyráběného produktu. Zde může zkontrolovat jednotlivé naměřené hodnoty včetně data a času a také případné překročení tolerančních mezí. Všechny naměřené hodnoty jsou zobrazovány v časovém trendu výsledků aktuální i předchozích výrobních dávek dle operátorem zadaného časového období. Dlouhodobější trendy pomáhají operátorům snadněji reagovat na aktuálně dosažené výsledky ve vztahu k dřívějším opatřením a zásahům (regulacím) ve výrobním procesu.

#### **Pravidla pro zásah a pro záznam o provedeném opatření**

V případě překročení zásahových mezí nebo pokud je lokální hodnota mimo povolené hodnoty (v případě takové podmínky uvedené ve specifikaci výrobku) musí operátor vždy prověřit výrobní proces. Pokud nalezne potenciální příčinu, tak provede příslušné nápravné opatření.

V případě předpokladu překročení na základě vyhodnocení trendu měření provede operátor záznam nápravného opatření při činnostech s vlivem na stabilitu procesu. U oboustranných mezí je všeobecně cílem držet střední hodnotu uprostřed tolerančního pole (záleží však na druhu vyráběného produktu), záznam se provede u parametru, který byl překročen. Operátor vybere z nabídky odpovídající opatření a do popisu opatření uvede, co bylo nalezeno za příčinu a jaký zásah byl proveden.

## **Světelná vizualizace (semafor)**

Světelná vizualizace neboli semafor je způsob vizuálního zobrazení v systému Q-Lanys, který ukazuje současný stav výroby. Jedná se o vizualizaci stavu sledovaných kvalitativních parametrů ve vztahu k tolerančním a regulačním mezím. Parametry jsou měřeny a řízeny pomocí SPC stanice. Na základě stavu naměřených hodnot SPC stanice ovládá světelnou vizualizaci (semafor), který signalizuje aktuální stav parametrů vyráběného produktu.

Význam jednotlivých barev světelné signalizace:

**zelené světlo** – poslední měření sledovaných parametrů je uvnitř stanovených mezí

**žluté světlo** – poslední měření sledovaných parametrů je mimo stanovené regulační meze, ale všechny naměřené hodnoty jsou uvnitř tolerancí, avšak je zde očekáván zásah operátora do procesu

**červené světlo** – v posledních měření sledovaných parametrů je alespoň jedna hodnota mimo toleranční pole a výrobek neodpovídá kvalitativním parametrům, je nutný zásah do procesu

Operátor na lince sleduje aktuální stav semaforu, v případě že svítí žluté nebo červené světlo, má signalizaci o nestabilitě výrobního procesu a musí udělat příslušný zásah a nápravné opatření. Po provedení opatření toto zadá do systému Q-Lanys a ten v případě dosažení shody s nastaveným systémem regulace přepne semafor do zelené barvy.



Obr. 11 Světelná vizualizace (semafor)

### 3.3. Stanovení přínosů ze zavedení statistické regulace procesu

Ve výrobním procesu není dokonalý stav regulace procesu nikdy dosažitelný, cílem statistické regulace procesu potažmo regulačních diagramů je dosažení rozumného a ekonomického stavu regulace. Definice statistické regulace se může pohybovat od hodnot vybočujících mimo stanovené meze, přes náhodná seskupení až po trendy.

Možné přínosy ze zavedení statistické regulace na sledované výrobní lince:

- **úspora vstupního materiálu**

Cena vstupního materiálu, v tomto případě cena vláken v současné době neustále roste a proto je na místě v co nejvyšší možné míře snížit množství spotřeby tohoto vstupního materiálu.



Příklad: výrobek s gramáží 50 g/m<sup>2</sup>

výrobní šíře 5 m

standardní délka návinu role 500 m

cena vlákenné směsi 50 Kč/kg

spotřeba:  $50 \times 5 \times 500 = 125\,000 \text{ g} = 125 \text{ kg}$

cena:  $125 \times 50 = \mathbf{6\,250 \text{ Kč}}$

zvýšení gramáže o 5 g/m<sup>2</sup>

spotřeba:  $55 \times 5 \times 500 = 137\,500 \text{ g} = 137,5 \text{ kg}$

cena:  $137,5 \times 50 = \mathbf{6\,875 \text{ Kč}}$

rozdíl: **625 Kč** při výrobě 2 500 m<sup>2</sup>

**25 000 Kč** při výrobě 100 000 m<sup>2</sup>

Při pouhém zvýšení plošné hmotnosti o 5 g/m<sup>2</sup> cena spotřebované vstupní suroviny vzroste o 25 000 Kč na 100 000 m<sup>2</sup>, přičemž rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou plošné hmotnosti bývá ve specifikacích i desítky g/m<sup>2</sup> (u vybraného výrobku v předešlé kapitole to bylo 23 g/m<sup>2</sup>). Proto je snaha držet plošnou hmotnost na kalkulované výši, avšak s ohledem na kvalitu výrobku. Při využití statistické regulace procesu má operátor na výrobní lince neustálý přehled o aktuální plošné hmotnosti, může ji upravovat na požadovanou výši a tím šetřit firmě finanční prostředky.

#### - **snížení zmetkovitosti**

V případě využití statistické regulace mají operátoři na výrobní lince neustálý přehled o kvalitě výroby, mohou reagovat na výkyvy i trendy v naměřených hodnotách jednotlivých znaků jakosti výrobku, zamezit překročení povolených limitů a tím předejít výrobě zmetků. S tím souvisí i snížení počtu možných reklamací od zákazníků. Na obdobné výrobní lince v téže společnosti, kde již byla statistická regulace zavedena a je používána, klesl počet zákaznických reklamací 6- krát oproti dřívější výrobě bez statistické regulace procesu.

- **optimalizace výrobního procesu a tím i optimalizace výrobních reportů**

Technik linky může vyhodnocovat naměřená data a sledovat trendy jednotlivých měření výrobků a na základě toho pak optimalizuje výrobní reporty, podle kterých operátoři nastavují jednotlivé výrobní technologie.

- **zvýšení predikce jakosti výroby a napomáhání stabilitě výrobního procesu**

Na základě neustálého sledování naměřených dat v průběhu výroby jsou operátoři na lince bezprostředně spojeni s procesem a mohou ovlivňovat výkyvy a kolísání procesu. Mohou také lépe porozumět kolísání a stabilitě ve vztahu k měření a datům, která jsou použita pro regulaci a zlepšování procesu.

- **zvýšení know-how operátorů na výrobní lince**

V případě využití statistické regulace mají operátoři na výrobní lince větší přehled o stabilitě výroby a v případě výkyvů v procesu mohou adekvátně reagovat. To s sebou nese také určitou zkušenost, kterou operátor získá neustálým sledováním procesu a možnostmi reakce na změny v průběhu výroby. Tím operátoři získají určité know-how jakým způsobem a v jaké míře mají zasahovat do výrobního procesu.

## 4. Zhodnocení návrhu

Analýza a zhodnocení regulačních diagramů ve výrobním procesu vybraného produktu firmy byly na základě vyhodnocení označeny za statisticky zvládnuté. Jedná se však pouze o analýzu jednoho produktu firmy, ale portfolio výrobků vyráběných na sledované výrobní lince je rozsáhlé a zahrnuje celou škálu různých druhů výrobků.

Firmě bych proto na této výrobní lince navrhoval plné využití statistické regulace procesu, která je již na některých linkách ve společnosti úspěšně zavedena a využívána.

Statistická regulace procesu je moderním systémem managementu jakosti, je založena na prevenci a její využití povede k předcházení vzniku neshodných výrobků. Umožní uskutečňovat včasné zásahy do výrobního procesu a může odhalit odchylky procesu od stanovených parametrů.

Součástí je vytvoření pracovního postupu pro možné reakce na zásah do procesu. Na základě toho je také možná kontrola výsledků a jsou stanovena pravidla pro případný zásah a následný záznam o tomto zásahu do procesu. Důležitým aspektem je také světelná vizualizace, která dává neustálý přehled o stavu výrobního procesu.

Výčet možných přínosů ze zavedené statistické regulace může firmě napomoci rozhodnutí v plné míře využívat statistickou regulaci procesu k zajištění stability a požadované jakosti výrobního procesu.

## ZÁVĚR

Předmětem diplomové práce bylo využití statistické regulace procesu jako nástroje systému řízení jakosti ve výrobním procesu s využitím regulačních diagramů.

V teoretické části bylo definováno řízení jakosti a systém řízení jakosti včetně nástrojů managementu jakosti. Dále byly vymezeny základní statistické pojmy vztahující se ke statistické regulaci procesu.

V analytické části byla stručně představena společnost, její politika kvality, životního prostředí a společenské odpovědnosti, dále byl popsán výrobní proces na sledované výrobní lince včetně jejího řízení.

V praktické části byly nejdříve zhodnoceny regulační diagramy testovaných znaků jakosti vybraného produktu firmy, stanovení přínosů ze zavedení statistické regulace procesu a vytvoření pracovního postupu pro operátory na výrobní lince pro reakce do procesu.

Na základě možných přínosů ze zavedení statistické regulace do výrobního procesu bylo navrženo zavedení a plné využití statistické regulace procesu, která je moderním systémem managementu jakosti. Jedná se tak o vhodný systém pro dosažení a udržení výrobního procesu na požadované úrovni.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. KROPÁČ, Jiří. *Statistika C*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2008. ISBN 978-80-214-3591-9
2. BLECHARZ, Pavel. *Základy moderního řízení kvality*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-75-0
3. BLECHARZ, Pavel. *Kvalita a zákazník*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2015. ISBN 978-80-87865-20-0
4. NENADÁL, Jaroslav., NOSKIEVIČOVÁ, Darja., PETŘÍKOVÁ, Růžena., PLURA, Jiří., TOŠENOVSKÝ, Josef. *Moderní systémy řízení jakosti*. 2. vyd. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-071-6
5. PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. ISBN 80-7226-543-1
6. NENADÁL, Jaroslav. *Systémy managementu kvality*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-426-4
7. MIZUNO, Shigenu. *Řízení jakosti*. Praha: Victoria Publishing. ISBN 80-85605-38-4
8. NENADÁL, Jaroslav. *Měření v systémech managementu jakosti*. 2. vyd. Praha: Management Press, 2004. ISBN 80-7261-110-0
9. NENADÁL, Jaroslav., NOSKIEVIČOVÁ, Darja., PETŘÍKOVÁ, Růžena., PLURA, Jiří., TOŠENOVSKÝ, Josef. *Moderní management jakosti*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7
10. FREHR, Hans-Ulrich. *Total Quality Management*. Brno: UNIS Publishing, 1995. ISBN 3-446-17135-5
11. *Statistická regulace procesu (SPC)*. 2. Vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2005. ISBN 80-02-01810-9
12. *Audit procesu. Management kvality v automobilovém průmyslu*. 3. přeprac. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016. ISBN 978-80-02-02727-0
13. HINDLS, Richard. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.
14. [www.q-lanys.cz](http://www.q-lanys.cz)
15. [www.fibertex.com](http://www.fibertex.com)

## **SEZNAM TABULEK**

Tab. 1: Základní koncepce managementu jakosti.....	16
--	----

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Histogram.....	17
Obr. 2: Vývojový diagram.....	18
Obr. 3: Paretův diagram.....	18
Obr. 4: Bodový diagram.....	19
Obr. 5: Ishikawův diagram.....	19
Obr. 6: Regulační diagram.....	20
Obr. 7: Graf hustoty pravděpodobnosti.....	22
Obr. 8. Graf distribuční funkce.....	23
Obr. 9: Logo společnosti.....	30
Obr. 10: Výrobní schéma kontinuální výrobní linky.....	37
Obr. 11: Světelná vizualizace.....	64

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Znak jakosti plošná hmotnost.....	48
Graf 2: Znak jakosti plošná hmotnost.....	48
Graf 3: Znak jakosti tloušťka.....	49
Graf 4: Znak jakosti tloušťka.....	49
Graf 5: Znak jakosti pevnost v tahu MD.....	50
Graf 6: Znak jakosti pevnost v tahu MD.....	50
Graf 7: Znak jakosti pevnost v tahu CD.....	51
Graf 8: Znak jakosti pevnost v tahu CD.....	51
Graf 9: Znak jakosti tažnost MD.....	52
Graf 10: Znak jakosti tažnost MD.....	52
Graf 11: Znak jakosti tažnost CD.....	53
Graf 12: Znak jakosti tažnost CD.....	53
Graf 13: Znak jakosti tažnost při 50 N MD.....	54
Graf 14: Znak jakosti tažnost při 50 N MD.....	54
Graf 15: Znak jakosti tažnost při 50 N CD.....	55
Graf 16: Znak jakosti tažnost při 50 N CD.....	55
Graf 17: Znak jakosti síla při protažení 10 % MD.....	56
Graf 18: Znak jakosti síla při protažení 10 % MD.....	56
Graf 19: Znak jakosti síla při protažení 10 % CD.....	57
Graf 20: Znak jakosti síla při protažení 10 % CD.....	57
Graf 21: Znak jakosti kapkový test.....	58
Graf 22: Znak jakosti spray test.....	59
Graf 23: Znak jakosti hořlavost MD.....	60
Graf 24: Znak jakosti hořlavost CD.....	60
Graf 25: Znak jakosti hmotnost nánosu prášku.....	61
Graf 26: Znak jakosti hmotnost nánosu prášku.....	61



## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: Tabulka pro vyhodnocení spray testu.....	74
Příloha 2: Tabulka pro vyhodnocení testu hořlavosti.....	75

## PŘÍLOHA 1 – tabulka pro vyhodnocení spray testu

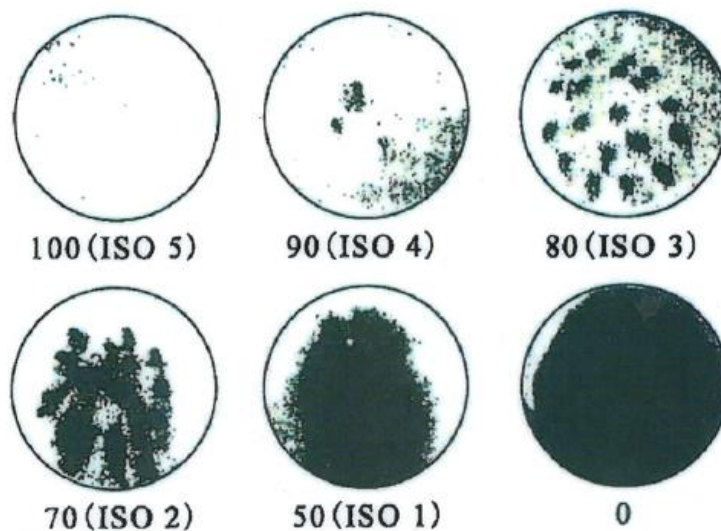
ČSN EN ISO 4920

### Příloha A (normativní)

#### Fotografická stupnice ISO

Slovně popsaná stupnice ISO pro hodnocení smáčivosti odpovídá fotografické stupnici AATCC<sup>3)</sup> takto:

ISO 0 = AATCC 0,  
ISO 1 = AATCC 50,  
ISO 2 = AATCC 70,  
ISO 3 = AATCC 80,  
ISO 4 = AATCC 90,  
ISO 5 = AATCC 100.



- 100 žádné ulpění vody nebo smočení zkušební vzorku
- 90 lehké nepravidelné ulpění vody nebo smočení lícové strany zkušební vzorku
- 80 smočení lícové strany zkušební vzorku ve zkrápěných bodech
- 70 částečné smočení lícové strany zkušební vzorku pod zkrápěnými body
- 50 úplné smočení lícové strany zkušební vzorku pod zkrápěnými body
- 0 úplné smočení celé lícové strany zkušební vzorku

Ke zlepšení fotografického efektu se používá obarvená voda.

Obrázek A.1 – Schéma ISO pro hodnocení zkoušky zkrápěním, založené na fotografické stupnici AATCC

## **PŘÍLOHA 2 – tabulka pro vyhodnocení testu hořlavosti**

### **Pro normu GMW 3232, FMVSS 302 (odchylka od normy)**

Dle TL1010:

- DNI:** nehoří nebo přestane hořet, když se vypne plamen  
**SE:** hoří, ale plamen zhasne před prvním měrným bodem  
**SE/NBR:** hoří, ale plamen zhasne – čas hoření je kratší než 60 s od začátku měření a shořelá část není delší než 50 mm od prvního měrného bodu  
**SE/BR:** hoří, ale plamen zhasne mezi dvěma měrnými body  
**BR:** hoří až ke druhému měrnému bodu

Zápis výsledků do DAX:

Ve sloupci „Výsledek“, vybrat ke každému vzorku typ hoření, který je výsledkem testu pro daný vzorek.

### **Pro normu ISO 3795, DIN 75200, FMVSS 302:**

VÝPOČET:

**Rychlost hoření [ mm/min ] = ( s / t ) x 60**

V případě, že plamen zhasl před dosažením prvního měrného bodu, zapsat rychlost hoření 0 mm/min.

Zápis výsledků do DAX:

Výsledná hodnota hoření v mm/min pro každý vzorek

### **Pro normu D45 1333:**

- Typ A:** nehoří nebo přestane hořet, když se vypne plamen  
**Typ B:** hoří, ale plamen zhasne před prvním měrným bodem  
**Typ C:** hoří, ale plamen zhasne – čas hoření je kratší než 60 s od začátku měření a shořelá část není delší než 50 mm od prvního měrného bodu  
**Typ D:** hoří, ale plamen zhasne mezi dvěma měrnými body s výjimkou typu C  
**Typ E:** hoří až ke druhému měrnému bodu

VÝPOČET PRO TYP “D” a “E” :

**Rychlost hoření [ mm/min ] = ( s / t ) x 60**