



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

THE USE OF STATISTICAL PROCESS CONTROL AS A TOOL OF THE QUALITY
CONTROL 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 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Bc. Jiří Horák**
Vedoucí práce: **doc. Ing. František Bartes, CSc**
Akademický rok: 2022/23
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 a vyhodnocení regulačních diagramů vybraného produktu firmy

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 2022/23

V Brně dne 5.2.2023

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.

garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.

děkan

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá stanovením možných přínosů ze zavedení a využití statistické regulace procesu a zobrazením a vyhodnocením regulačních diagramů vybraného produktu firmy.

Abstract

The diploma thesis deals with the determination of possible benefits from the introduction and use of statistical regulation in the production proces and the display and evaluation of control charts of the selected product of the company.

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* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-08]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/152292>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu, 86 s.
Vedoucí práce doc. Ing. František Bartes, CSc.

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 8.5. 2023

Bc. Jiří Horák

autor

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

ÚVOD.....	11
CÍL PRÁCE.....	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	13
1.1 Řízení jakosti.....	13
1.1.1 Prvky jakosti výrobku.....	13
1.1.2 Faktory činnosti udržování jakosti.....	14
1.2 Systémy řízení jakosti.....	15
1.3 Operativní management jakosti.....	16
1.3.1 Nástroje operativního managementu.....	17
1.4 Základní statistické pojmy.....	22
1.4.1 Normální rozdělení.....	23
1.4.2 Empirické charakteristiky kvantitativního znaku.....	24
1.5 Statistická regulace procesu.....	25
1.5.1 Variabilita procesu.....	25
1.5.2 Fáze statistické regulace procesu.....	27
1.5.3 Charakteristika regulačního diagramu.....	28
1.5.4 Shewhartovy regulační diagramy.....	29
2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE.....	31
2.1 Představení společnosti.....	31
2.2 Politika kvality.....	32
2.3 Politika životního prostředí.....	36
2.4 Politika společenské odpovědnosti.....	36
2.5 Řízení výrobního procesu.....	37
2.5.1 Tvorba výrobního plánu.....	37
2.5.2 Výrobně – technická dokumentace.....	37
2.5.3 Uvolnění výroby.....	38

2.5.4	Provozní stav výrobní linky.....	38
2.5.5	Sledování změn ve výrobě.....	38
2.6	Proces výroby vpichovaných netkaných textilií.....	39
2.7	Plánování kvality výrobku a procesu.....	41
2.7.1	Vývoj a schvalování výrobku a výrobního procesu.....	41
2.7.2	Rekvalifikace výrobku.....	41
2.8	Kontrola kvality výrobků a vstupních surovin.....	42
2.9	Řízení neshodného výrobku.....	43
2.10	Interní audity systému a procesu.....	45
2.11	Interní audity výrobků.....	45
2.12	Testování hotových výrobků v laboratoři.....	46
2.12.1	Příprava vzorků pro testování.....	46
2.12.2	Testování plošné hmotnosti.....	47
2.12.3	Testování tloušťky.....	47
2.12.4	Testování pevnosti v tahu a tažnosti.....	48
2.12.5	HO kapkový test.....	48
2.12.6	Spray test.....	49
2.12.7	Testování hořlavosti.....	49
2.12.8	Testování hmotnosti nánosu pojícího prášku.....	50
2.13	Software pro zadávání a vyhodnocování laboratorních výsledků.....	51

3	NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	53
3.1	Zobrazení regulačních diagramů.....	54
3.1.1	Znak jakosti plošná hmotnost.....	54
3.1.2	Znak jakosti tloušťka.....	56
3.1.3	Znak jakosti pevnost v tahu MD.....	57
3.1.4	Znak jakosti pevnost v tahu CD.....	58
3.1.5	Znak jakosti tažnost MD.....	59
3.1.6	Znak jakosti tažnost CD.....	60
3.1.7	Znak jakosti tažnost při 50 N MD.....	61
3.1.8	Znak jakosti tažnost při 50 N CD.....	62
3.1.9	Znak jakosti síla při protažení 10 % MD.....	63
3.1.10	Znak jakosti síla při protažení 10 % CD.....	64
3.1.11	Znak jakosti HO kapkový test.....	65
3.1.12	Znak jakosti spray test.....	66
3.1.13	Znak jakosti hořlavost MD.....	66
3.1.14	Znak jakosti hořlavost CD.....	67
3.1.15	Znak jakosti hmotnost nánosu pojícího prášku.....	68
3.2	Vytvoření pracovního postupu pro reakce na zásah do procesu.....	69
3.3	Stanovení přínosů ze zavedení statistické regulace procesu.....	72
4	ZHODNOCENÍ NÁVRHU.....	77
	ZÁVĚR.....	78
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	79
	SEZNAM TABULEK.....	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	82
	SEZNAM GRAFŮ.....	83
	SEZNAM PŘÍLOH.....	84

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.

CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je:

- stanovení možných přínosů ze zavedení statistické regulace procesu
- zobrazení a vyhodnocení regulačních diagramů vybraného produktu firmy

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. (Zdroj: 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. (Zdroj: 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 průpravu

- *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 (Zdroj: 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. (Zdroj: 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. (Zdroj: 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. (Zdroj: 6)

V následující tabulce jsou uvedeny základní charakteristiky těchto koncepcí:

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

Tab. 1 *Základní koncepce managementu jakosti* (Zdroj: vlastní zpracování)

1.3 Operativní management jakosti

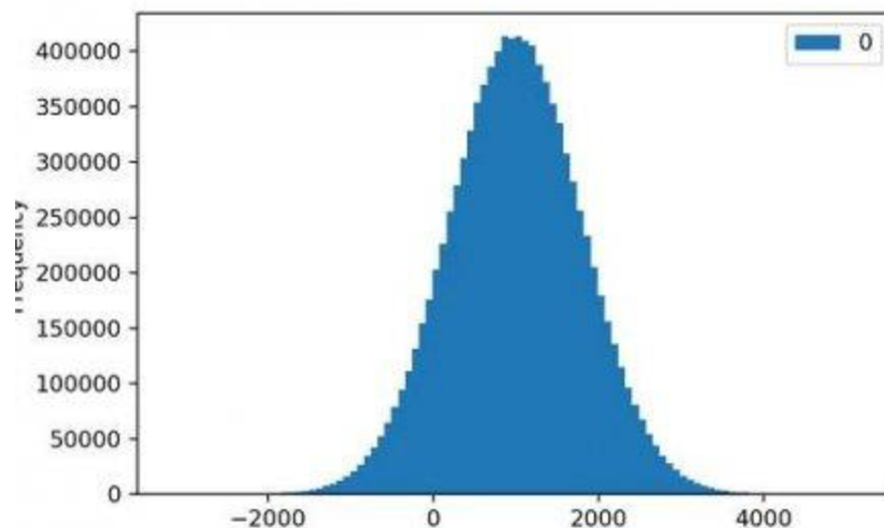
Operativní management jakosti zahrnuje všechny provozní metody a činnosti zaměřené na monitorování procesu a na odstraňování příčin neshod a nedostatků ve všech etapách cyklu života výrobku.

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 (Zdroj: 4)

1.3.1 Nástroje operativního managementu

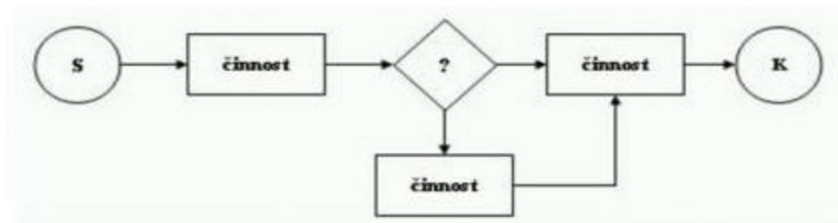
- 1) *Kontrolní tabulky a záznamníky* – slouží k ručnímu sběru a záznamu dat o procesu spolehlivým a organizovaným způsobem. Na správnosti sběru a záznamu prvotních dat o jakosti, vadách a příčinách odchylek od očekávané variability procesu závisí úspěšnost aplikace ostatních metod řízení a zlepšování 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. (Zdroj: 4)



Obr. 1 *Histogram* (Zdroj: 16)

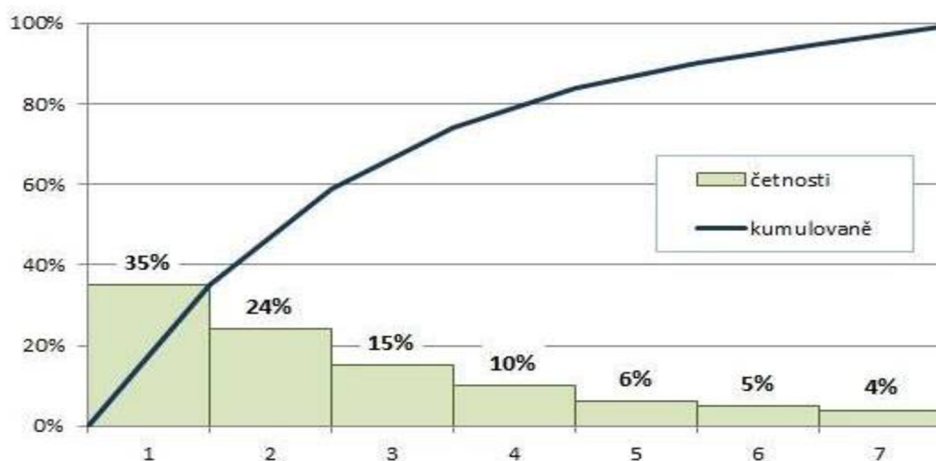
- 3) *Vývojové diagramy* – jsou univerzálním nástrojem popisu sledovaného procesu. Jedná se o konečný orientovaný graf s jedním začátkem a jedním koncem.

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



Obr. 2 Vývojový diagram (Zdroj 17)

- 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. (Zdroj: 4)

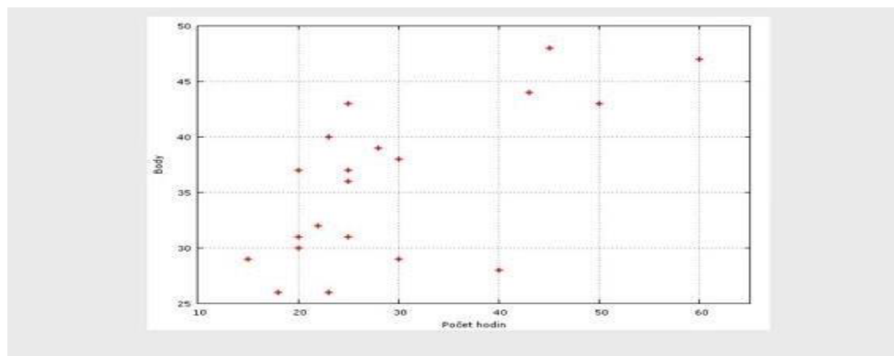


Obr. 3 Paretův diagram (Zdroj: 18)

5) *Bodový diagram* – cílem je sledování a určení závislosti veličiny „y“ na faktorech $x_1, x_2 \dots x_k$, přičemž se sleduje:

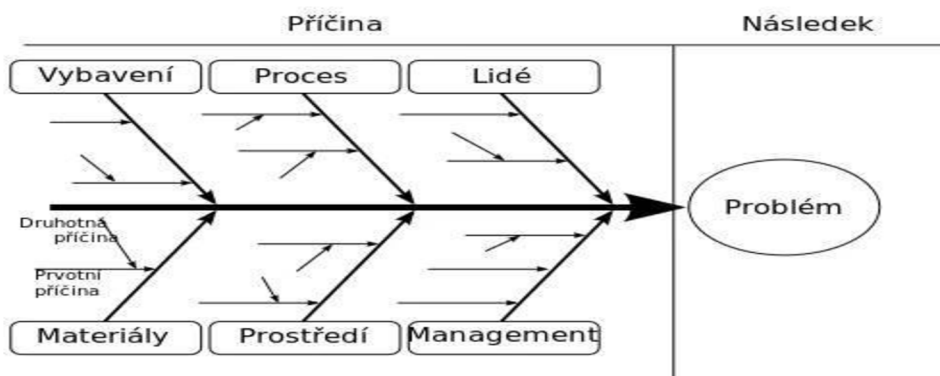
- tvar závislosti „y“ na $(x_1 \dots x_k)$, vyjádřen obecně $y = f(x)$, tento problém řeší regresní analýza
- míra závislosti „y“ na $(x_1 \dots x_k)$, tento problém řeší korelační analýza.

Sledování závislosti může probíhat mezi dvěma i více veličinami. (Zdroj: 4)



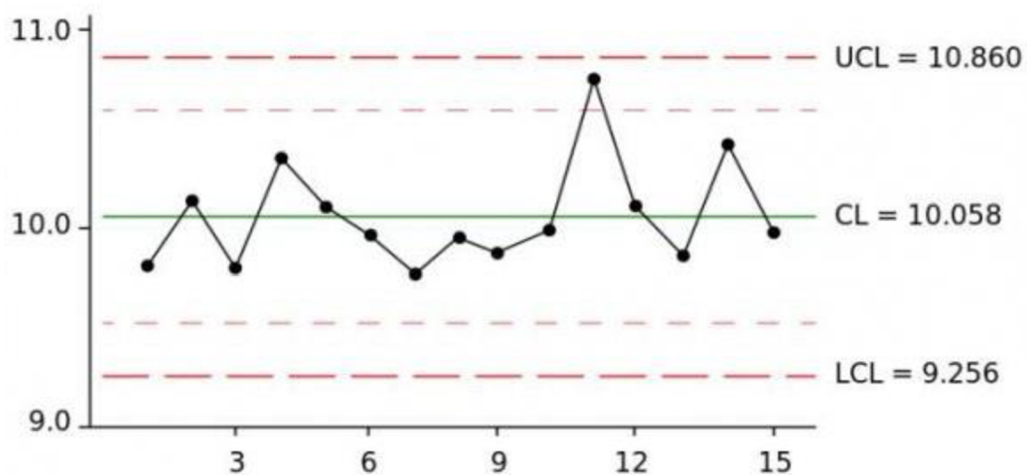
Obr. 4 *Bodový diagram* (Zdroj: 19)

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. (Zdroj: 4)



Obr. 5 Ishikawův diagram (Zdroj: 20)

- 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. (Zdroj: 4). Ve své práci se právě tímto diagramem budu dále zabývat podrobněji.



Obr. 6 Regulační diagram (Zdroj: 21)

K dalším nástrojům operativního managementu lze zařadit:

- 1) *Ověřování způsobilosti procesu a stroje* – používá se pro hodnocení účinnosti procesu prostřednictvím variabilních znaků vůči specifikovaným požadavkům (tolerančním mezím) tam, kde je toto předepsáno. Způsobilost procesu se dělí na předběžnou (pPFU) a trvalou (PFU).
Ověřování způsobilosti stroje (MFU) se používá pro hodnocení účinnosti stroje prostřednictvím variabilních znaků vůči specifikovaným požadavkům (tolerančním mezím) a atributivních znaků vůči specifikovaným požadavkům (nula chyb).

- 2) *Analýza způsobů a důsledků poruch (FMEA)* – jedná se o soubor činností zaměřených na:
 - rozpoznání a hodnocení možného způsobu selhání výrobku nebo procesu a jeho následků ve vztahu k zákazníkovi
 - identifikování opatření, která vylučují nebo snižují možnost výskytu poruchy
 - dokumentování tohoto procesu

- 3) *Analýza měřicího systému (MSA)* – cílem je pomocí vhodných metod zjišťovat a analyzovat velikost vlivů měřicího systému vzhledem k výsledkům a cílům prováděných měření. Zjištění způsobilosti stroje nebo procesu či provádění regulace procesu může být chybně interpretováno, pokud se ke zjištění měřených hodnot nepoužije vhodný měřicí prostředek nebo správná měřicí metoda.

- 4) *Statistická přejímka* – cílem statistické přejímky je zjistit, zda přejímaný soubor výrobků vyhovuje stanoveným, smluveným nebo obvykle používaným podmínkám. Přejímaným souborem je míněna dodávka, výrobní dávka apod., přičemž soubor musí tvořit výrobky téhož druhu, velikosti, třídy apod. v souladu s dohodou mezi odběratelem a dodavatelem o specifikaci jednotky a vadné

jednotky (výrobky vyrobené za stejných podmínek). Statistická přejímka je tedy forma výběrové kontroly s jednoznačně vymezenými pravidly. (Zdroj:4)

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 měřením 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.) (Zdroj: 13)

Znaky *kvalitativní* jsou rozlišitelné srovnáním 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. (Zdroj: 13)

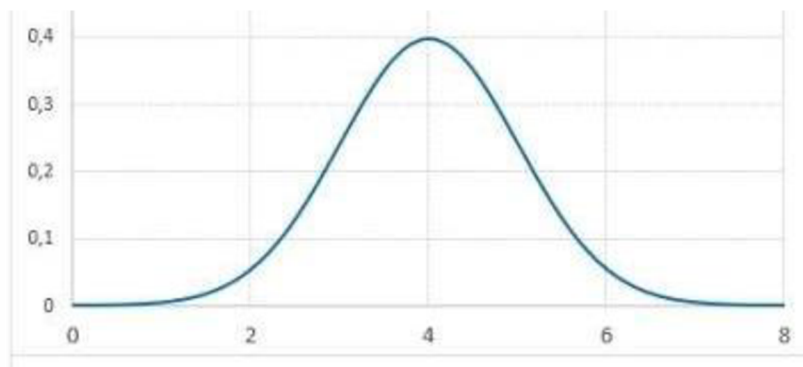
1.4.1 Normální rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$

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. (Zdroj: 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: μ a σ^2 . Střední hodnota μ charakterizuje polohu tohoto rozdělení a rozptyl σ^2 charakterizuje rozptýlení hodnot kolem této střední hodnoty- Grafem hustoty pravděpodobnosti je tzv. *Gaussova-Laplaceova křivka*, která je zobrazena na obrázku.



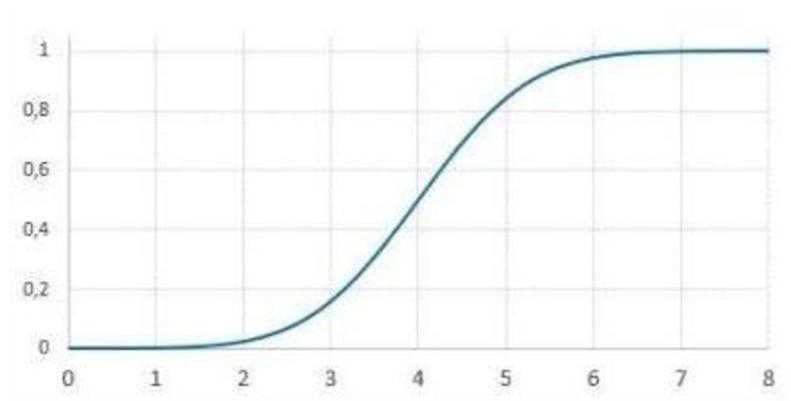
Obr. 7 Graf hustoty pravděpodobnosti (Zdroj: 22)

Střední hodnota μ stanovuje místo, kde křivka dosahuje maxima. Směrodatná odchylka σ určuje vzdálenost inflexních bodů od hodnoty μ . (Zdroj: 5)

Distribuční funkce normálního rozdělení má následující tvar:

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

Graf distribuční funkce normálního rozdělení je zobrazen na následujícím obrázku.



Obr. 8 Graf distribuční funkce (Zdroj: 23)

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 odlehkým 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. (Zdroj: 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. (Zdroj: 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. (Zdroj: 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.

Vymežitelné (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. (Zdroj: 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. (Zdroj: 11)

1.5.3 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 vymezeném vlivu na proces. (Zdroj: 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. (Zdroj: 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 vymežitelná 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.

1.5.4 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). (Zdroj: 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 . (Zdroj: 1, 11)

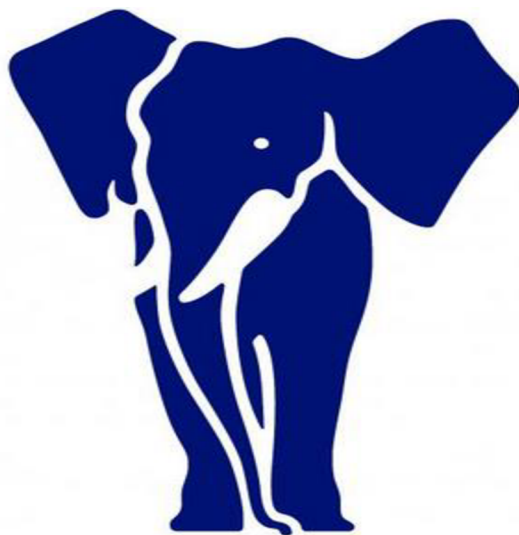
2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE

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 příkrývky, nábytek, podlahové materiály, stavebnictví, zahradnictví, zdravotnické materiály.

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



Obr. 9 Logo společnosti (Zdroj: 15)

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 vyzorování 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 Řízení výrobního procesu

2.5.1 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.

2.5.2 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.

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

2.5.4 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.

2.5.5 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*.

2.6 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 (Zdroj: vlastní zpracování)

2.7 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.

2.7.1 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 návržení 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 návržení 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.

2.7.2 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.

2.8 Kontrola kvality výrobků a vstupních surovin

Tato směrnice firmy popisuje systém vstupní kontroly materiálů, mezioperační a výstupní kontroly polotovarů a hotových výrobků během výrobních procesů společnosti. Účelem je stanovit posloupnost kontrolních činností k zajištění shody produktu s výrobní dokumentací a požadavky zákazníka v průběhu celého výrobního procesu až po dodání produktu zákazníkovi včetně omezení plýtvání zdroji, které jsou nutné k plnění těchto požadavků.

Systém kontroly kvality výrobků a surovin lze rozdělit :

- *dle pozice kontroly v průběhu výrobního procesu*
 - vstupní kontrola – je prováděna na vstupní surovině před jejím uvolněním do výrobního procesu
 - mezioperační kontrola – je prováděna výrobku v průběhu nebo po dokončení jednotlivých technologických operací výrobního procesu
 - výstupní kontrola – je prováděna u hotových výrobků na konci výrobní linky, kde je výrobek balen a následně odvezen do skladu
 - kontrola před expedicí – provádí se na skladovací jednotce (role, paleta rolí nebo přířezů) ve skladu před odesláním zákazníkovi
 - mimořádná kontrola – je prováděna na žádost řídicích pracovníků za účelem ověření procesních či produktových parametrů v rámci vzorování, analýz nebo požadavků zákazníka
 - validační zkoušky – jsou prováděny za účelem ověření parametrů nových nebo změněných výrobků před jejich uvolněním do sériové výroby a zahájením sériových dodávek zákazníkovi
 - rekvalifikační zkoušky – jsou prováděny za účelem pravidelného ověřování parametrů v sériové fázi životního cyklu produktu

- *dle místa provádění*
 - online – kontrolu vykonává zařízení integrované do výrobní technologie, např. detektor kovu

- produkce – kontrolu provádí obsluha výrobní linky během provozu na výrobní lince (šíře, výrobku, průměr role, vizuální kontrola apod.) dle specifikace výrobku
- laboratorní – kontrolu provádí obsluha výrobní linky v laboratoři přiřazené konkrétní výrobní lince nebo laborantka oddělení řízení kontroly a jakosti v centrální laboratoři dle specifikace výrobku
- externí – kontrolu vykonává externí laboratoř z interních organizačních důvodů nebo z důvodů specifických požadavků zákazníka nebo kontrolního orgánu

2.9 Řízení neshodného výrobku

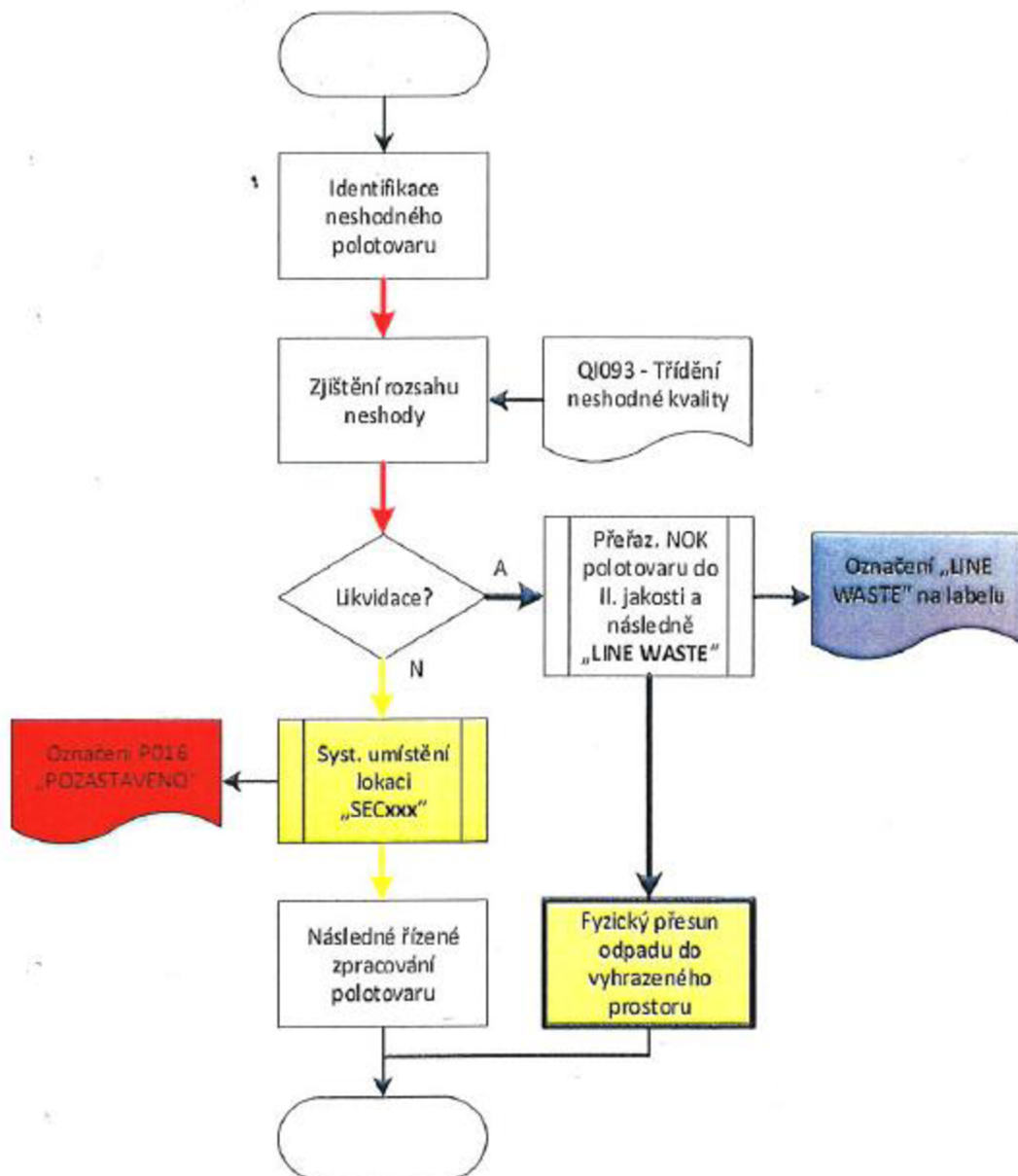
Účelem je stanovení postupu v případě, kdy je v rámci podnikového procesu zjištěn materiál, polotovar nebo výrobek, který není ve shodě s výrobně – technickou dokumentací nebo požadavky zákazníka. Cílem je zabránit neřízenému pohybu neshodného výrobku, šíření neshody a zamezit negativnímu vlivu neshody na zákazníka (dodání neshodného výrobku či zpoždění standardních dodávek).

Neshoda může být zjištěna v rámci podnikového procesu na základě výsledků vstupních, mezioperačních nebo výstupních kontrol, dále z procesních nebo výrobních auditů nebo náhodným zjištěním pracovníkem společnosti.

Na následujícím obrázku je uvedeno schéma řízení neshodného produktu u polotovaru používaného ve firmě.

Řízení neshodného produktu – polotovar

oddělení výroby



Obr.11 Schéma řízení neshodného produktu u polotovaru (Zdroj: vlastní zpracování)

2.10 Interní audity systému a procesu

Cílem interních auditů je prověřovat skutečný stav všech systémových procesů a jejich účinnost, srovnávat skutečnost s požadavky norem a požadavky zákazníků, zjištěné neshody odstraňovat a podporovat soustavné zlepšování. Je stanoven postup pro plánování, přípravu, provádění, hodnocení a dokumentování interních auditů systému a procesů včetně nápravných opatření z auditů vyplývajících.

Audit systému – je проверка celého systému managementu kvality nebo životního prostředí z hlediska zavedení a dodržování interně stanovených postupů, požadavků norem ISO a specifických požadavků zákazníka.

Audit procesu – je проверка výrobního procesu ve firmě nebo u dodavatele

2.11 Interní audity výrobků

Účelem auditu výrobku je prověření, zda hotový produkt splňuje požadavky dané interní dokumentací a specifické požadavky zákazníka. Dále se v rámci auditu prověřuje správnost přenesení zákaznických požadavků do výrobně – technické dokumentace a podnikových informačních systémů.

Každá skupina výrobků je ve firmě prověřována 1x ročně. V určitých případech se provádí mimořádné audity, které pak mají přednost před audity plánovanými. Mimořádné audity se provádí v těchto případech:

- zavádění nového výrobku do sériové výroby
- změna výrobních postupů nebo přemístění výroby
- nevyhovující výsledek plánovaného výrobního auditu
- problémy ve výrobě nebo problémy s kvalitou výrobků (interní neshody, reklamace)
- na požádání zákazníka

Audity výrobků se provádí bez předchozího ohlášení. Auditovány jsou výrobky, které prošly všemi výrobními fázemi a jsou připraveny k expedici zákazníkům. Auditovaná jednotka materiálu (role, paleta s rolemi, paleta s přířezy) je náhodně vybrána a po dobu provádění auditu je blokována systémově i fyzicky. Po provedení auditu je vypracována zpráva z auditu, kde jsou uvedena všechna zjištění a celkové vyhodnocení. V případě dokončení auditu s kladným výsledkem je blokována jednotka uvolněna. Je-li v průběhu výrobního auditu nalezena neshoda, postupuje se dle směrnice “Řízení neshodného výrobku”. Zjištěné vady řeší pracovník kvality jako 8D koordinátor a musí být stanovena nápravná opatření s definováním termínu a odpovědné osoby.

Okamžitá opatření musí být zavedena do 24 hodin od nalezení neshody. Nápravná opatření musí být stanovena do 10 pracovních dnů od přijetí zprávy z auditu a musí být zavedena včetně ověření její účinnosti do 30 kalendářních dnů od jejich stanovení.

2.12 Testování hotových výrobků v laboratoři

Dle specifikace výrobku jsou testovány parametry hotového výrobku v laboratoři. Odpovědný pracovník odebere vzorek z hotového výrobku při nájedu 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.

2.12.1 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

2.12.2 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

2.12.3 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 přitlačnou desku dolů
- naměřená hodnota je zapsána do informačního systému
- postupně změřit všechny vzorky

2.12.4 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

2.12.5 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

2.12.6 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

2.12.7 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 spustí 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

2.12.8 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 m² textilie a zapíše se do informačního systému

2.13 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.

V této části byla představena společnost, její firemní politika, stručně byl popsán výrobní proces a metody, jakými je ve firmě zajišťována a kontrolována kvalita nejen výrobků, ale celého procesu. Firma využívá software pro řízení jakosti a proto je na místě zavedení a využití statistické regulace procesu na sledované výrobní lince pro zefektivnění celého výrobního procesu a zajištění kvality vyráběných produktů, což sebou přinese i snížení nákladů, snížení zákaznických reklamací, snížení množství odpadů, spotřeby energií i surovin.

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.

Použitá data 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 laboratorní testování se odebere příslušný počet vzorků dle typu prováděného testu, viz. kapitola 2.12. 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 podskupin pro regulační diagramy.

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

1. Plošná hmotnost [g/m^2] – tolerance min. 87 / max. 110, stř. hodnota 98
2. Tloušťka při 1 kPa [mm] – tolerance min. 0,65 / max. 0,95, stř. hodnota 0,80
3. Pevnost v tahu MD směr [N] - tolerance min.. 80, stř. hodnota 130
4. Pevnost v tahu CD směr [N] – tolerance min. 60, stř. hodnota 100
5. Tažnost MD směr [%] – tolerance min. 15, stř. hodnota 25
6. Tažnost CD směr [%] – tolerance min 55, stř. hodnota 70
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 [stupeň] – tolerance min. 2
13. Hmotnost nánosu prášku [g/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 zobrazení a vyhodnocení 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

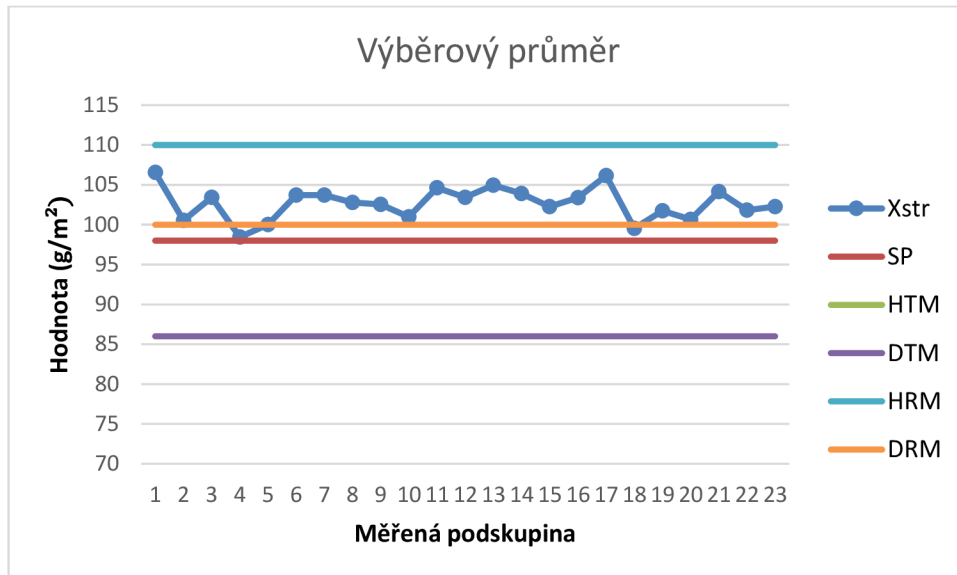
Velikost rozpětí (R) – nejsou určeny zásahové meze, výrazné zvýšení hodnot signalizuje rozkolísání jednotlivých měření

3.1.1 Znak jakosti plošná hmotnost

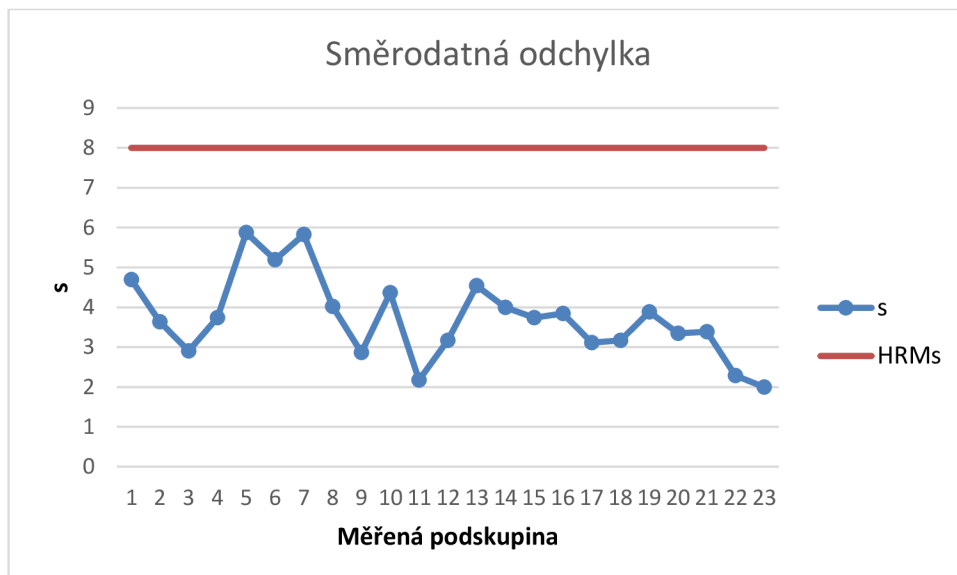
U prvního sledovaného znaku jakosti, tj. plošná hmotnost, vyhovují sice naměřené hodnoty specifikaci výrobku, ale cílem je držet tyto hodnoty co nejvíce kolem střední přímky (hodnoty) z důvodu množství spotřebovaného vstupního materiálu, což přímo ovlivňuje náklady na výrobek. Výsledné měřené hodnoty by se však neměly držet pouze na minimální hranici z důvodu zajištění vizuálních vlastností výrobku, tzv. kryvosti, což je jedna z důležitých vlastností, která může ovlivnit zpracování výrobku u 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 (Zdroj: vlastní zpracování)

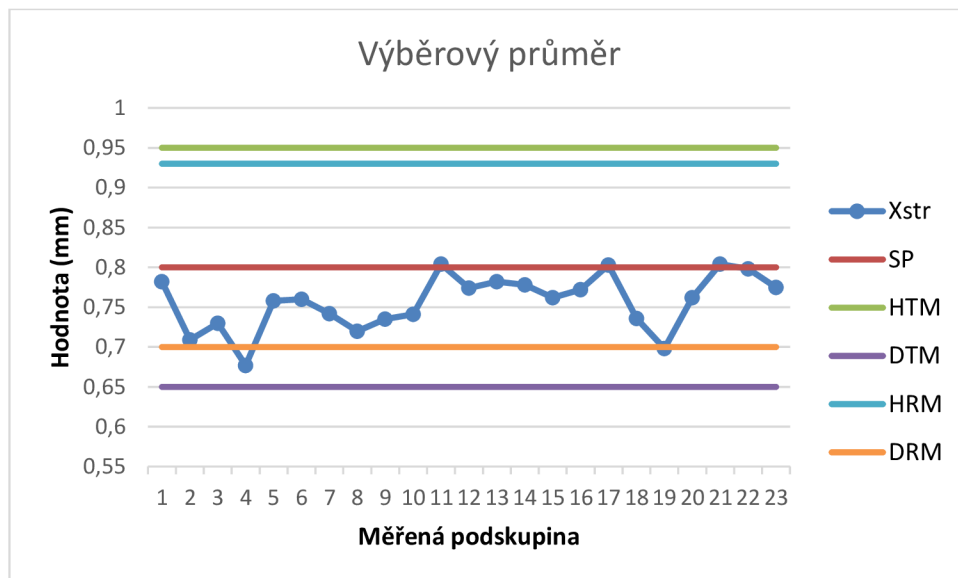


Graf 2 Znak jakosti plošná hmotnost (Zdroj: vlastní zpracování)

3.1.2 Znak jakosti tloušťka

Naměřené hodnoty tloušťky jsou 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.



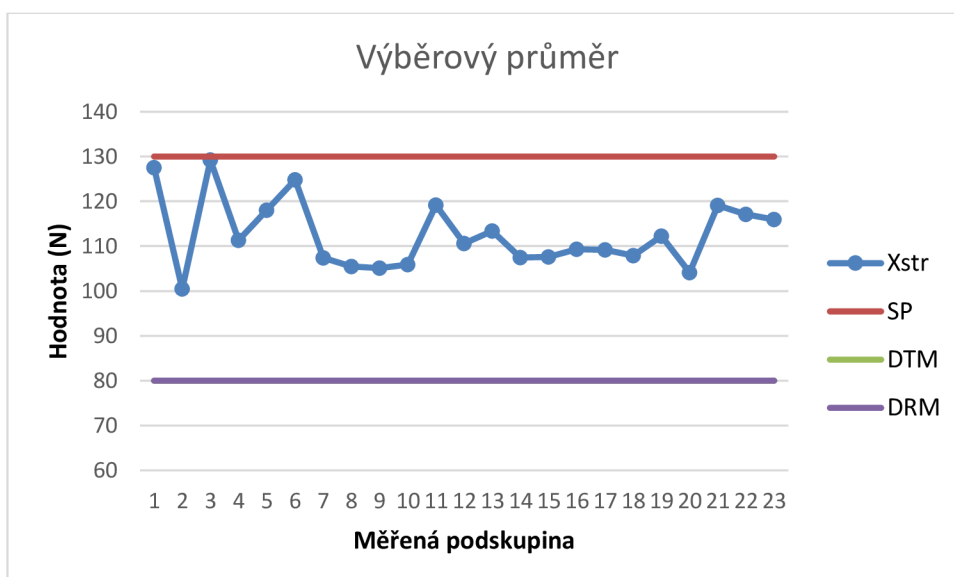
Graf 3 Znak jakosti tloušťka (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 4 Znak jakosti tloušťka (Zdroj: vlastní zpracování)

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 nevádí, zákazníkem je stanovena pouze dolní mez, s dosahováním tohoto parametru není dlouhodobě problém, všechny hodnoty se drží nad stanoveným limitem. DTM = DRM



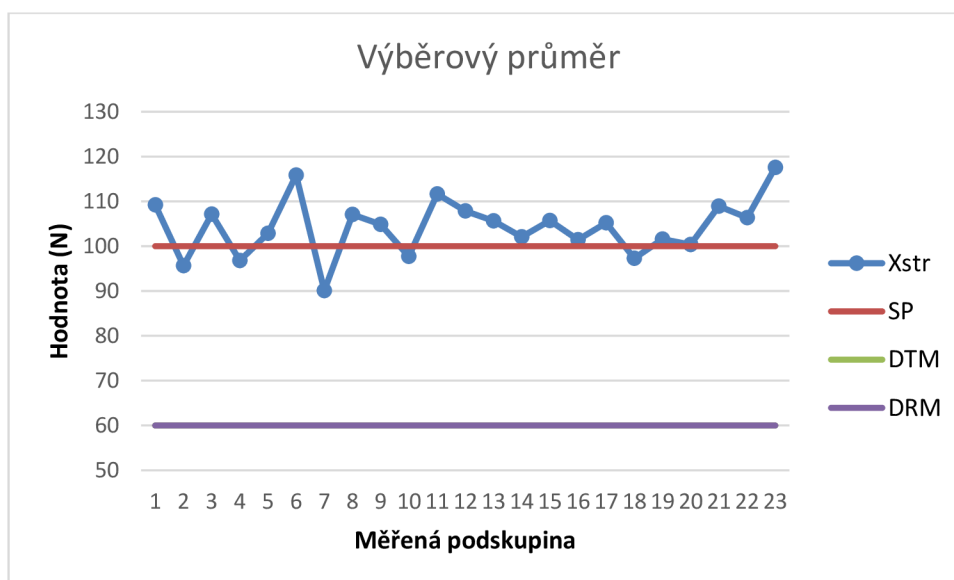
Graf 5 Znak jakosti pevnost v tahu MD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 6 Znak jakosti pevnost v tahu MD (Zdroj: vlastní zpracování)

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



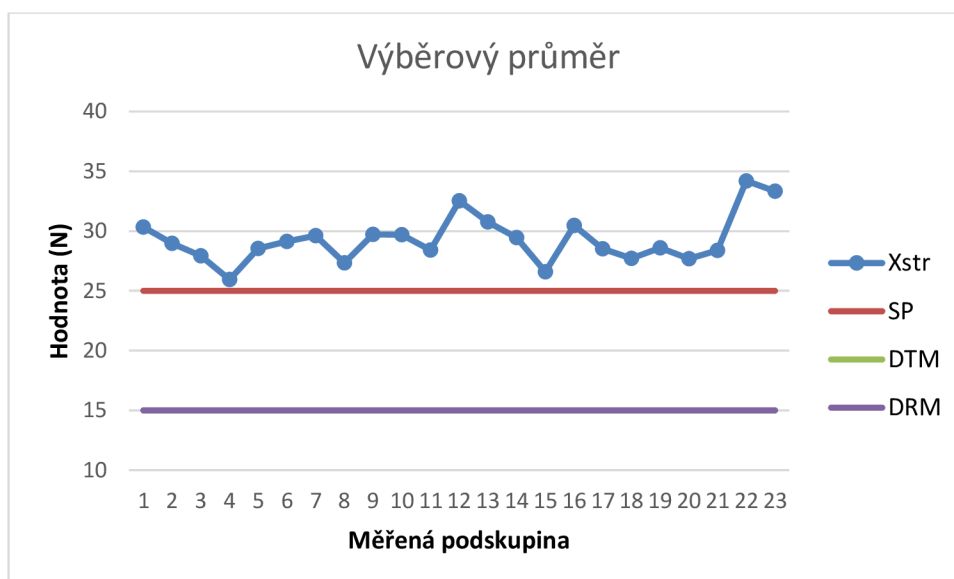
Graf 7 Znak jakosti pevnost v tahu CD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 8 Znak jakosti pevnost v tahu CD (Zdroj: vlastní zpracování)

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



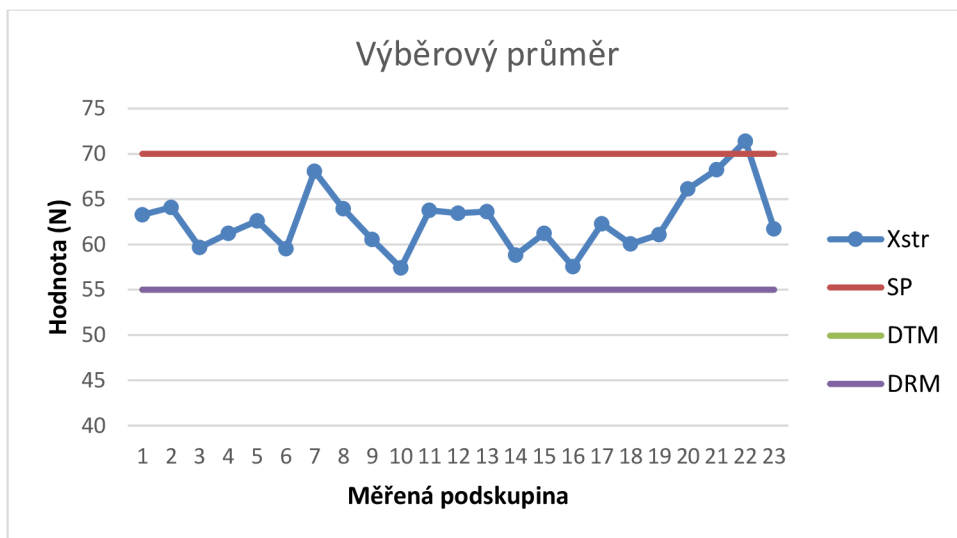
Graf 9 Znak jakosti tažnost MD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 10 Znak jakosti tažnost MD (Zdroj: vlastní zpracování)

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



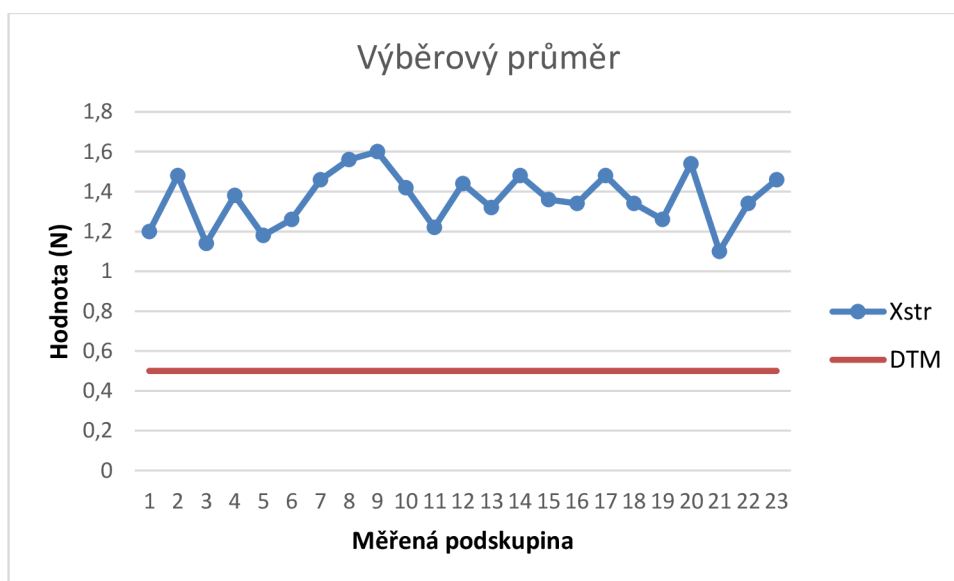
Graf 11 Znak jakosti tažnost CD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 12 Znak jakosti tažnost CD (Zdroj: vlastní zpracování)

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.



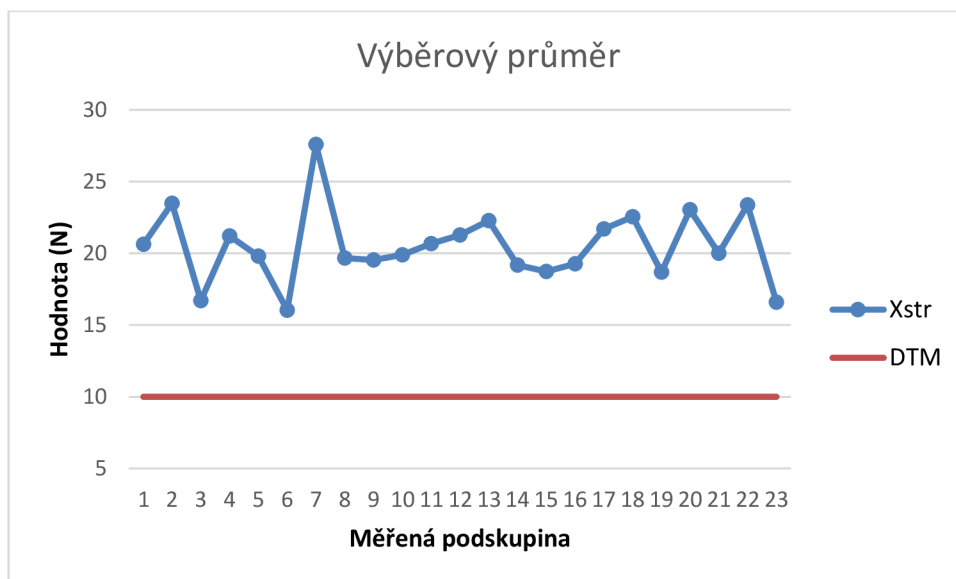
Graf 13 Znak jakosti tažnost při 50 N MD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 14 Znak jakosti tažnost při 50 N MD (Zdroj: vlastní zpracování)

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.



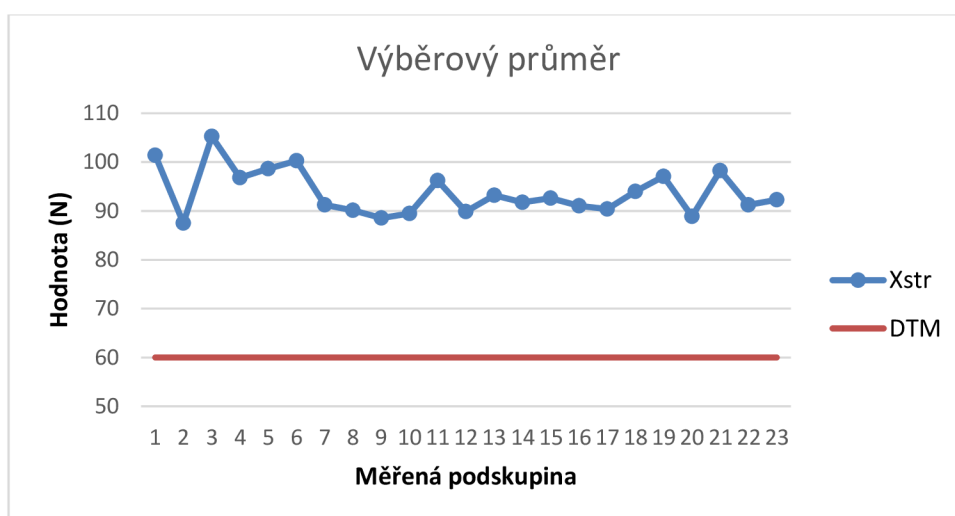
Graf 15 Znak jakosti tažnost při 50 N CD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 16 Znak jakosti tažnost při 50 N CD (Zdroj: vlastní zpracování)

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.



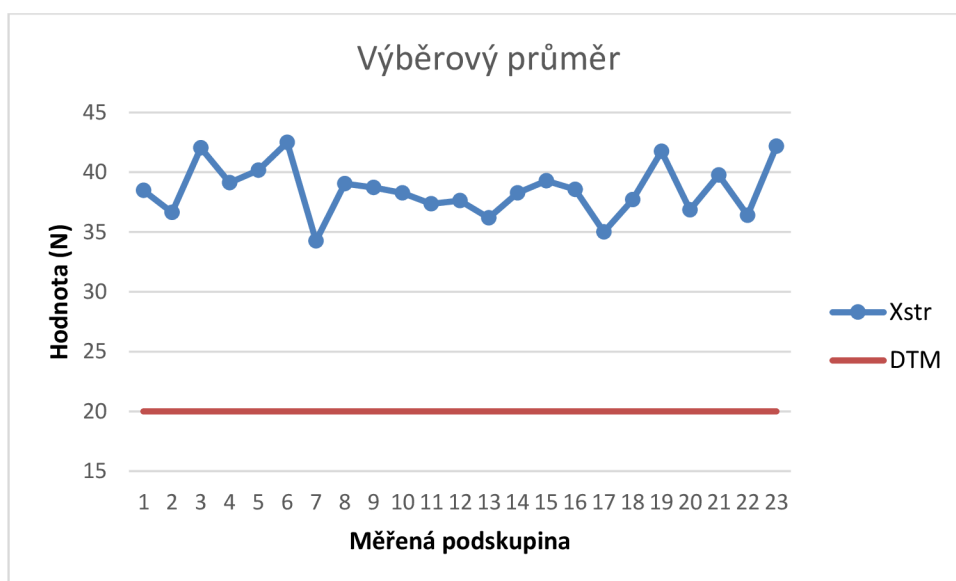
Graf 17 Znak jakosti síla při protažení 10 % MD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 18 Znak jakosti síla při protažení 10 % MD (Zdroj: vlastní zpracování)

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.



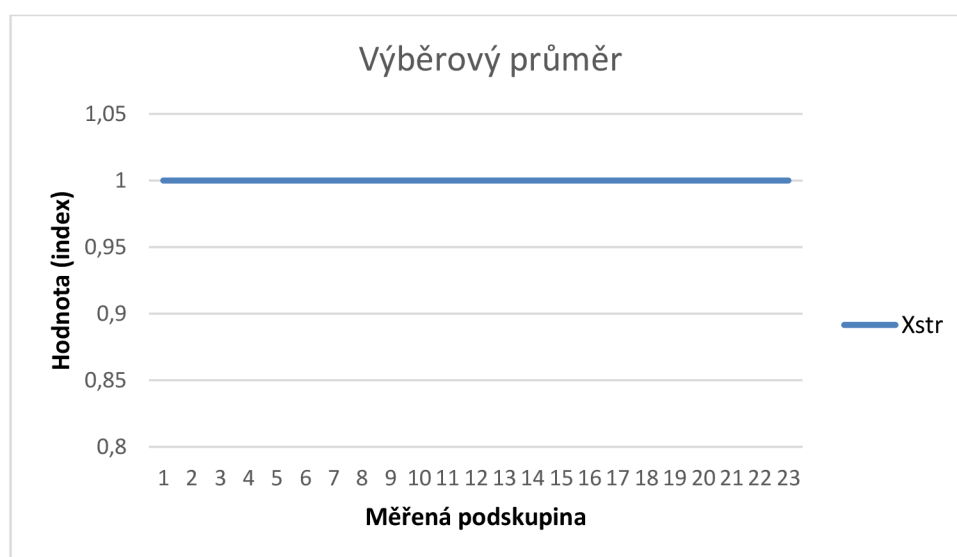
Graf 19 Znak jakosti síla při protažení 10 % CD (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 20 Znak jakosti síla při protažení 10 % CD (Zdroj: vlastní zpracování)

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 (Zdroj: vlastní zpracování)

3.1.12 Znak jakosti spray test

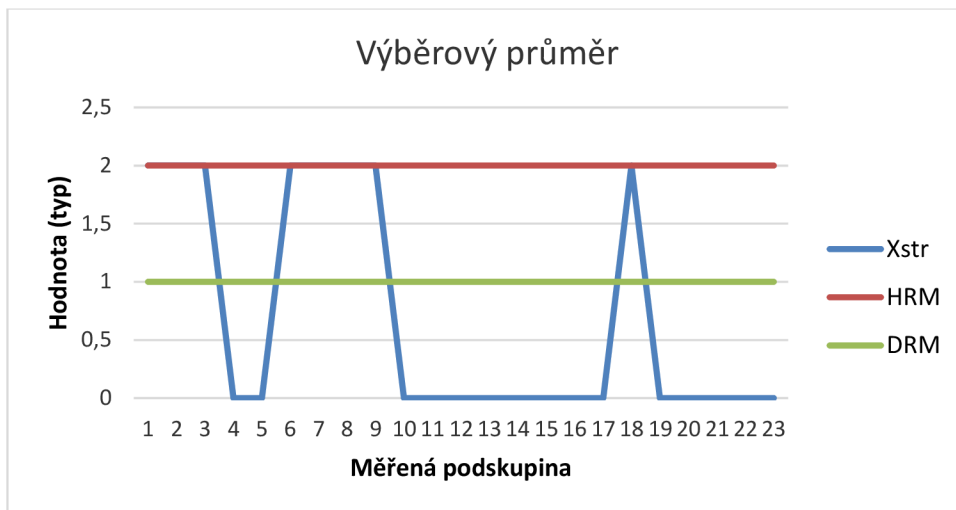
Spray test je vyhodnocován dle příslušné stupnice na základě subjektivního pocitu, specifikací výrobku je určeno maximální možné zkrápění testovaného vzorku. Pokud vzorek stanoveným parametřům nevyhovuje, opět se hledá příčina v nanášení chemikálií impregnačním zařízením, operátor musí zkontrolovat správné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



Graf 22 Znak jakosti spray test (Zdroj: vlastní zpracování)

3.1.13 Znak jakosti hořlavost MD

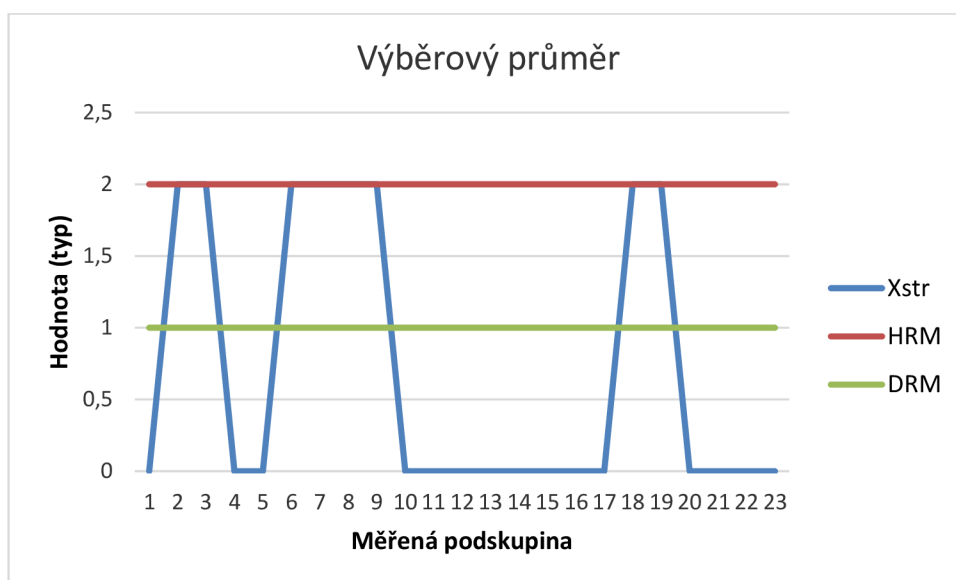
Znak jakosti hořlavost opět souvisí s nanášením správné chemické směsi na textilii, v případě negativního výsledku testu hořlavosti musí operátor zkontrolovat nastavení jednotlivých chemikálií nebo může být závada na impregnačním stroji, obsluha musí udělat zásah do procesu a opakovat měření. Výsledek 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 (Zdroj: vlastní zpracování)

3.1.14 Znak jakosti hořlavost CD

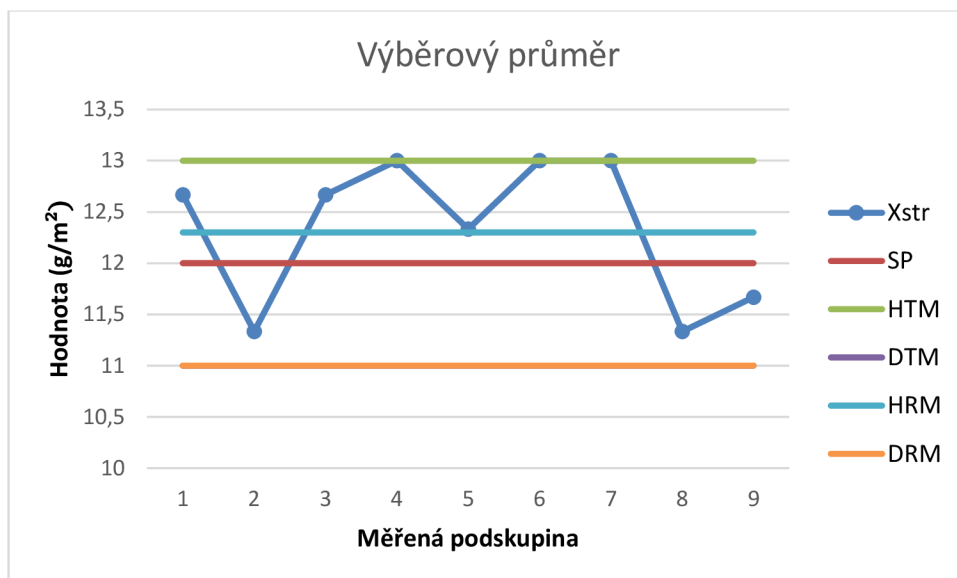
Tento znak jakosti je obdobný jako hořlavost v MD směru, na základě testu hořlavosti se vyhodnocuje typ hoření a pokud odpovídá limitům stanoveným ve specifikaci výrobku, není nutný zásah do procesu. Nulové hodnoty opět souvisí se špatným nebo vynechaným zadáním dat do informačního systému.



Graf 24 Znak jakosti hořlavost CD (Zdroj: vlastní zpracování)

3.1.15 Znak jakosti hmotnost nánosů prášku

V tomto případě sice žádná z hodnot nepřekračuje stanovené meze, ale některé hodnoty byly již na horní hranici stanovené specifikací výrobku. Jelikož se jednotlivá měření provádí na třech vzorcích (levá strana, pravá strana a střed) a výsledná hodnota je vypočítána průměrem z těchto naměřených hodnot, je možné, že některé naměřené hodnoty byly již nad stanovenou mezi a operátor by měl provést korekci práškovacího stroje, aby se měřené hodnoty držely na střední přímce. U tohoto znaku jakosti bylo zaznamenáno ve sledovaném období pouze 9 podskupin, protože hmotnost nánosů prášku se provádí jen při nájedzu výrobní dávky a poté při ukončení výrobní dávky jako ukončovací vzorek.



Graf 25 Znak jakosti hmotnost nánosů prášku (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 26 Znak jakosti hmotnost nánosu prášku (Zdroj: vlastní zpracování)

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. 12 *Světelná vizualizace* (Zdroj: vlastní zpracování)

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 vstupních materiálů se neustále mění a v současné době má rostoucí trend z důvodů nedostatku těchto materiálů, rostoucím nákladům na jejich výrobu apod., proto je snaha výrobních podniků o co nejefektivnější výrobu a zamezení možnému plýtvání, což s sebou nese úsporu finančních prostředků.

Příklad:

1) úspora vláken

Na sledované výrobní lince se v roce 2022 vyrobilo celkem 34 500 000 m² netkané textilie, z toho bylo 4 380 000 m² produktu firmy, který jsem zvolil pro zobrazení regulačních diagramů.

Průměrná plošná hmotnost vybraného produktu byla v roce 2022 103,6 g/m² (dle podnikového informačního systému, z toho činí hmotnost nánosu prášku 12 g/m² a hmotnost impregnační směsi 13,2 g/m²), průměrná cena vlákenné směsi použité na daný výrobek byla 50,2 Kč za kilogram, výrobní šíře vybraného produktu na lince byla 5 m (výrobní šíře je dána konstrukční kapacitou výrobní technologie).

Spotřeba vlákna na 5 m²

$$(103,6 - 12 - 13,2) \times 5 = 392 \text{ g} = 0,392 \text{ kg}$$

Cena vlákna na 5 m²

$$0,392 \times 50,2 = 19,68 \text{ Kč}$$

Cena vlákna celkem na výrobu daného výrobku v roce 2022

$$(4\,380\,000 : 5) \times 19,68 = \mathbf{17\,239\,680\,Kč}$$

Střední hodnota daného výrobku je dle specifikace výrobku 98 g/m², pokud by tedy byla plošná hmotnost držena na této úrovni, pak:

Spotřeba vlákna na 5 m²

$$(98 - 12 - 13,2) \times 5 = 364 \text{ g} = 0,364 \text{ kg}$$

Cena vlákna na 5 m²

$$0,364 \times 50,2 = 18,27 \text{ Kč}$$

Cena vlákna celkem na výrobu daného výrobku v roce 2022, pokud by byla plošná hmotnost držena na střední hodnotě

$$(4\,380\,000 : 5) \times 18,27 = \mathbf{16\,004\,520\,Kč}$$

Výsledný rozdíl:

$$17\,239\,680 - 16\,004\,520 = \mathbf{1\,235\,160\,Kč}$$

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že pokud by byla plošná hmotnost daného výrobku s využitím statistické regulace procesu držena na jeho střední hodnotě dle specifikace, finanční úspora na vstupním materiálu, v tomto případě vlákně směsi, by byla asi 1,2 milionu Kč. Jedná se o úsporu pouze jednoho druhu výrobku, firma má ve svém portfoliu na dané výrobní lince mnoho druhů výrobků, tento je však zastoupen objemově nejvíce.

Snahou je tedy držet plošnou hmotnost na střední hodnotě, avšak s ohledem na kvalitu výrobku. Při využití statistické regulace procesu má operátor na výrobní lince možnost neustálého přehledu o aktuální plošné hmotnosti aktuálně vyráběného produktu, může ji upravovat na požadovanou výši a tím šetřit firmě nemalé finanční prostředky.

2) úspora termopojivého prášku

Průměrná hmotnost nanášeného termopojivého prášku na daný výrobek v roce 2022 byla 12,3 g/m² (dle podnikového informačního systému), což je téměř střední hodnota dle specifikace výrobku, v tomto případě srovnání provedu s ohledem na minimální hodnotu prášku dle specifikace, a to 11 g/m².

Průměrná cena prášku v roce 2022 byla 83 Kč/kg

Průměrná spotřeba prášku v roce 2022

$$4\,380\,000 \times 12,3 = 53\,874\,000 \text{ g} = 53\,874 \text{ kg}$$

Cena spotřebovaného prášku na daný výrobek v roce 2022

$$53\,874 \times 83 = \mathbf{4\,471\,542 \text{ Kč}}$$

Spotřeba prášku při minimální hmotnosti 11 g/m² stanovené dle specifikace

$$4\,380\,000 \times 11 = 48\,180\,000 \text{ g} = 48\,180 \text{ kg}$$

Cena spotřebovaného prášku při nánosu 11 g/m²

$$48\,180 \times 83 = \mathbf{3\,998\,940 \text{ Kč}}$$

Výsledný rozdíl:

$$4\,471\,542 - 3\,998\,940 = \mathbf{472\,602 \text{ Kč}}$$

V případě vstupního materiálu termopojivého prášku by úspora při snížení množství nánosu prášku na minimální hodnotu dle specifikace byla přes 470 tisíc Kč. Zde je však nutné brát ohled na kvalitu výrobku, protože snížení množství nanášeného prášku na minimum má vliv i na další vlastnosti vyráběného produktu.

- **snížení nákladů na reklamace**

Na sledované výrobní lince bylo za rok 2022 akceptováno 7 zákaznických reklamací v příčinné souvislosti se znaky jakosti, které lze ovlivnit využitím statistické regulace procesu (např. plošná hmotnost, tloušťka, homogenita, nános prášku). Náklady na tyto zákaznické reklamace byly ve výši 23 565 Euro, což je v přepočtu aktuálním kurzem 23,50 Kč/Euro částka **553 800 Kč**.

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, předejít tím výrobě nekvalitních výrobků a možným následným reklamacím od zákazníků. Reklamace stojí firmu zbytečné finanční prostředky a v neposlední řadě jde také o udržení konkurenceschopnosti, protože pouze firma, která dodává na trh kvalitní produkty, může na dnešním trhu konkurovat ostatním výrobcům.

- **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 možností reakce na změny v průběhu výroby. Tím operátoři získají určité know-how jakým způsobem a v jaké míře mají zasahovat do výrobního procesu.

- **snížení množství vyprodukovaných odpadů**

Využitím statistické regulace procesu lze snížit množství odpadů vzniklých při výrobě, snižuje se množství a délka nájezdů jednotlivých druhů výrobků a tím vzniká méně odpadů. Firma platí za likvidaci odpadů vysoké částky a snahou je minimalizace těchto odpadů. Firma se také zavázala k ochraně životního prostředí. Bude-li produkovat méně odpadů, životní prostředí nebude tolik zatěžováno jejich likvidací.

4. Zhodnocení návrhu

Zobrazením a vyhodnocením regulačních diagramů vybraného produktu firmy byl výrobní proces ve sledovaném období označen za statisticky zvládnutý. Jedná se však pouze o analýzu jednoho produktu firmy za určité období, portfolio výrobků vyráběných na sledované výrobní lince je ale rozsáhlé a zahrnuje celou škálu různých druhů výrobků, proto je z pohledu výroby a zajištění kvality třeba sledovat stabilitu procesu u všech druhů vyráběných produktů.

Firmě bych proto na této výrobní lince navrhol 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 včetně finančního vyjádření úspory vstupních materiálů a snížení nákladů na reklamace 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, byl popsán výrobní proces na sledované výrobní lince včetně jejího řízení, následoval popis zajišťování kontroly kvality výrobků a neustálého zlepšování.

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

Na základě stanovení 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, což povede ke zvýšení kvality vyráběných produktů.

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, Shigeno. *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
15. www.fibertex.com

16. [Statistical Variability \(Standard Deviation, Percentiles, Histograms\) \(data36.com\)](#)
17. [1.+Vývojový+diagram:.jpg \(1024×768\) \(slideplayer.cz\)](#)
18. [40. Netradičních grafů v \(pro\) Excel | Školení konzultace \(lasakovi.com\)](#)
19. [BODOVÝ+DIAGRAM.jpg \(960×720\) \(slideplayer.cz\)](#)
20. [Diagram+příčin+a+následků+\(diagram+rybí+kosti\).jpg \(960×720\) \(slideplayer.cz\)](#)
21. [Regulační diagram – Wikipedie \(wikipedia.org\)](#)
22. [NORMDIST - Hustota a distribuční funkce | Školení konzultace \(lasakovi.com\)](#)
23. [NORMDIST - Hustota a distribuční funkce | Školení konzultace \(lasakovi.com\)](#)

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.....	20
Obr. 6: Regulační diagram.....	20
Obr. 7: Graf hustoty pravděpodobnosti.....	24
Obr. 8: Graf distribuční funkce.....	24
Obr. 9: Logo společnosti.....	31
Obr. 10: Výrobní schéma kontinuální výrobní linky.....	40
Obr. 11: Schéma řízení neshodného produktu u polotovarů.....	44
Obr. 12: Světelná vizualizace.....	71

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Znak jakosti plošná hmotnost.....	55
Graf 2: Znak jakosti plošná hmotnost.....	55
Graf 3: Znak jakosti tloušťka.....	56
Graf 4: Znak jakosti tloušťka.....	57
Graf 5: Znak jakosti pevnost v tahu MD.....	57
Graf 6: Znak jakosti pevnost v tahu MD.....	58
Graf 7: Znak jakosti pevnost v tahu CD.....	58
Graf 8: Znak jakosti pevnost v tahu CD.....	59
Graf 9: Znak jakosti tažnost MD.....	59
Graf 10: Znak jakosti tažnost MD.....	60
Graf 11: Znak jakosti tažnost CD.....	60
Graf 12: Znak jakosti tažnost CD.....	61
Graf 13: Znak jakosti tažnost při 50 N MD.....	61
Graf 14: Znak jakosti tažnost při 50 N MD.....	62
Graf 15: Znak jakosti tažnost při 50 N CD.....	62
Graf 16: Znak jakosti tažnost při 50 N CD.....	63
Graf 17: Znak jakosti síla při protažení 10 % MD.....	63
Graf 18: Znak jakosti síla při protažení 10 % MD.....	64
Graf 19: Znak jakosti síla při protažení 10 % CD.....	64
Graf 20: Znak jakosti síla při protažení 10 % CD.....	65
Graf 21: Znak jakosti kapkový test.....	65
Graf 22: Znak jakosti spray test.....	66
Graf 23: Znak jakosti hořlavost MD.....	67
Graf 24: Znak jakosti hořlavost CD.....	67
Graf 25: Znak jakosti hmotnost nánosu prášku.....	68
Graf 26: Znak jakosti hmotnost nánosu prášku.....	69

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Tabulka pro vyhodnocení spray testu.....	85
Příloha 2: Tabulka pro vyhodnocení testu hořlavosti.....	86

PŘÍLOHA 1 – tabulka pro vyhodnocení spray testu

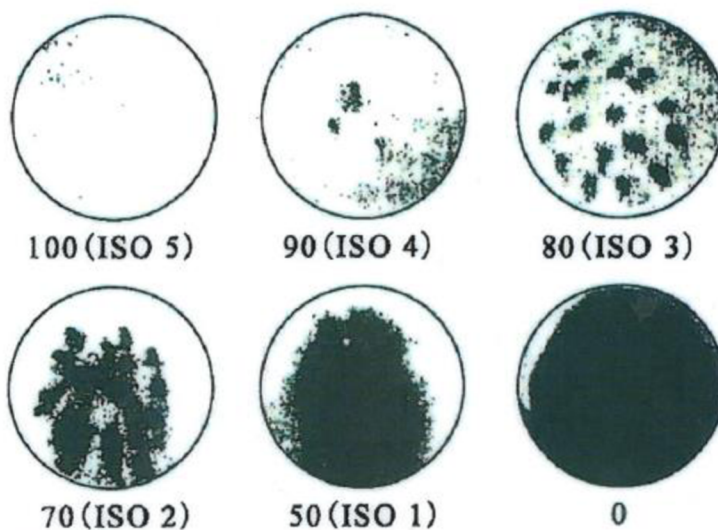
ČSN EN ISO 4920

Příloha A (normativní)

Fotografická stupnice ISO

Slovně popsaná stupnice ISO pro hodnocení smáčivosti odpovídá fotografické stupnici AATCC³⁾ 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 zkušebního vzorku
- 90 lehké nepravidelné ulpění vody nebo smočení lícové strany zkušebního vzorku
- 80 smočení lícové strany zkušebního vzorku ve zkrápěných bodech
- 70 částečné smočení lícové strany zkušebního vzorku pod zkrápěnými body
- 50 úplné smočení lícové strany zkušebního vzorku pod zkrápěnými body
- 0 úplné smočení celé lícové strany zkušebního 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