

Analýza vybraných výrobních procesů ve společnosti Peveko, spol. s r. o.

Alžběta Lapčíková

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alžběta Lapčíková**
Osobní číslo: **M15243**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Analýza kvality vybraných výrobních procesů ve společnosti Peveko, spol. s r. o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Vypracujte literární rešerši teoretických poznatků v oblasti výroby a plýtvání použitých v praktické části.

II. Praktická část

- Provedte analýzu vybraných procesů ve společnosti Peveko, spol. s r. o.
- Zhodnoťte současný stav vybraných procesů ve společnosti Peveko, spol. s r. o.
- Na základě výsledků analýzy navrhněte vhodná opatření pro zvýšení kvality výrobních procesů.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.
KING, Peter L. a Jennifer S. KING. The product wheel handbook: creating balanced flow in high-mix process operations. Boca Raton: CRC Press, 2013, 199 s. ISBN 978-1-4665-5418-4.
PAULOVÁ, Iveta. Komplexné manažérstvo kvality. Tretie, doplnené a prepracované vydanie. Bratislava: Wolters Kluwer, 2018, 159 s. Ekonómia. ISBN 978-80-8168-834-8.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: **7. ledna 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2019**

Ve Zlíně dne 7. ledna 2019

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnaní případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 13. Května 2019

Jméno a příjmení: Alžběta Lapčíková

.....

podpis bakaláře

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce je analýza výrobního procesu výroby termosystémů ve společnosti Peveko, s.r.o. Práce je rozdělena na dvě části. V první části je zpracována teoretická rešerše, která obsahuje informace, jež slouží jako podklad k vypracování praktické části. V praktické části je představena společnost a proces výroby termosystémů, který je následně zanalyzován, a jsou zjištěny nedostatky. Ty jsou poté zhodnoceny a jsou navržena opatření.

Klíčová slova: procesní diagram, Ishikawa diagram, FMEA analýza, Pareto diagram

ABSTRACT

The theme of this Bachelor thesis is analysing of manufacturing process of thermosystem production in company Peveko, s.r.o. Thesis is divided in two parts. In the first part theoretical research is processed, which includes information that serves as a basis for the elaboration of the practical part. In practical part there is introduction of the company and manufacturing process of thermosystem production which is analysed in the next part and defects are identified. These are evaluated and precautions are suggested.

Keywords: proces diagram, Ishikawa diagram, FMEA analysis, Pareto diagram

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce

paní prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D.

za všechny rady a skvělé vedení mé práce.

Dále bych chtěla poděkovat

všem zaměstnancům společnosti Peveko, spol. s.r.o.

za poskytnuté informace a pomoc při zpracovávání mé bakalářské práce.

Nakonec bych chtěla poděkovat

své úžasné rodině a přátelům

za všechnu trpělivost a pomoc, kterou mi vždy bez váhání poskytli.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VÝROBA	12
1.1 ŘÍZENÍ VÝROBY	12
1.2 PLÁNOVÁNÍ A ORGANIZACE VÝROBY	13
1.3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	14
2 NÁSTROJE ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	16
2.1 PLÝTVÁNÍ.....	16
2.2 STANDARDIZACE	18
2.3 ŠTÍHLÉ PRACOVÍŠTĚ	19
2.3.1 Štíhlý layout	19
2.4 5S 19	
3 NÁSTROJE PROCESU ŘÍZENÍ KVALITY VE VÝROBNÍCH PROCESECH	21
3.1 MANAGEMENT KVALITY	21
3.1.1 Vývoj managementu kvality	21
3.1.2 ISO normy 900X	22
3.2 SEDM STARÝCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ KVALITY	23
3.2.1 Kontrolní tabulky a záznamníky (Frekvenční tabulky).....	23
3.2.2 Histogram	24
3.2.3 Vývojový (postupový) diagram	24
3.2.4 Paretovo pravidlo	24
3.2.5 Ishikawa diagram	26
3.2.6 Bodový (korelační) diagram	27
3.2.7 Regulační diagram	28
3.3 SEDM NOVÝCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ KVALITY	28
3.3.1 Afinitní diagram	28
3.3.2 Diagram vzájemných vztahů (Relační diagram).....	29
3.3.3 Stromový diagram	29
3.3.4 Maticový diagram	29
3.3.5 Analýza údajů v matici.....	29
3.3.6 Diagram PDPC.....	29
3.3.7 Síťový graf (diagram).....	29
3.4 FMEA ANALÝZA PROCESU.....	30
3.5 TPM.....	33
3.6 ZOBRAZOVÁNÍ PROCESŮ	34
3.6.1 Procesní mapa	35
3.6.2 Vývojový diagram.....	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
4 PEVEKO SPOL. S R.O.	37

4.1	HISTORIE	37
4.2	VÝROBKY SPOLEČNOSTI.....	38
5	POPIS PRACOVNÍHO POSTUPU VÝROBY TERMOSYSTÉMŮ	39
5.1	STÁČENÍ KAPILÁR A RÁDLOVÁNÍ.....	39
5.2	PLNIČKA.....	40
5.3	SVAŘOVÁNÍ HLAV	41
5.3.1	Test životnosti svařovaných hlav	42
5.4	LETOVAČKA A PRANÍ.....	42
5.4.1	Letovačka	42
5.4.2	Praní	43
5.5	ZJIŠTĚNÉ VADY	44
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	45
6.1	VÝVOJOVÝ DIAGRAM	45
6.2	ISHIKAWA DIAGRAM.....	46
6.2.1	Ishikawa diagram - Nesprávné stočení a orádlování kapilár	46
6.2.2	Ishikawa diagram - Nesprávně vyrobený zásobník	47
6.2.3	Ishikawa diagram - Nesprávná hmotnost uhlí.....	49
6.2.4	Ishikawa diagram – Špatně vyrobená hlava.....	50
6.2.5	Ishikawa diagram – Vadně zaletovaný termosystém	51
6.3	FMEA ANALÝZA.....	52
6.3.1	FMEA analýza operace stáčení kapilár a rádlování tyčinek a kapilár	52
6.3.2	FMEA analýza operace sváření hlav.....	54
6.3.3	FMEA analýza operace plnění zásobníků.....	55
6.3.4	FMEA analýza operace letování termosystémů.....	57
6.4	SHRnutí VÝSLEDKŮ FMEA ANALÝZY	59
7	SHRnutí VÝSLEDKŮ A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....	60
7.1	PARETO DIAGRAM	60
7.2	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ	60
7.2.1	Nesprávná hmotnost uhlí - nevysušení	60
7.2.2	Změna tvaru kapiláry při manipulaci a skladování	61
7.2.3	Zaseknutí plnicího stroje	61
7.2.4	Kontrola hmotnosti uhlí	62
	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	65
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM TABULEK.....	70
	SEZNAM PŘÍLOH.....	71

ÚVOD

Dnešní rychle rozvíjející se svět klade velký důraz na kvalitu výrobků. Jeho součástí by také měl být kvalitní proces, bez kterého se kvalitní produkt neobejde. Proto je neodmyslitelnou součástí výrobního procesu jeho neustálé zdokonalování a odstraňování nedostatků.

V teoretické části byl proveden rozbor literární rešerše, jejímž účelem je seznámit čtenáře se všemi důležitými aspekty výroby a kvality výrobního procesu. Jsou zde vysvětleny nástroje, které se používají k analýze a zvýšení kvality výrobního procesu. Nástroje, jež jsou použity v praktické části, jsou pak podrobněji vysvětleny.

V praktické části se čtenář blíže seznámí se společností Peveko, s.r.o. a analyzovaným procesem, který je stěžejní částí práce. Jsou zde identifikovány vady a problémy, které se během výrobního procesu vyskytují. Ty jsou dále analyzovány nejprve pomocí Ishikawova diagramu, které pomohl určit možné příčiny. Ty jsou pak dále ohodnoceny a analyzovány pomocí FMEA analýzy. V závěrečné části jsou pak pomocí Paretova diagramu vybrány problémy, které FMEA analýza označila jako nejdůležitější. K nim je pak navrženo možné řešení, které by je mělo eliminovat.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství analyzovat proces výroby termosystému ve společnosti Peveko, s.r.o. a určit vady a chyby při výrobě či identifikovat plýtvání.

V první části bakalářské práce byla provedena literární rešerše, která má za úkol bližší seznámení s použitými metodami, které slouží ke zlepšování kvality procesů ve výrobních firmách.

V druhé části je popsán proces výroby termosystémů. Na základě pozorování byly určeny vady, které v průběhu procesu vyskytují. Poté je za pomoci Ishikawa diagramu a analýzy FMEA určeny možné příčiny a následky vad. Poté za pomoci Paretova diagramu jsou určeny nejvýznamnější vady.

Na závěr jsou navrhnutá řešení analyzovaných problémů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Pojem výroba představuje transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které slouží k uspokojení potřeb zákazníka. Statky označují fyzické výrobky (např. auto, mobilní telefon,...). Služby, nebo také nehmotné statky, jsou činnosti, které uspokojují potřebu svým výsledkem (kadeřnice, finanční poradenství,...)

Výrobní faktory jsou zdroje, které se využívají ve výrobě. Jsou rozděleny na čtyři skupiny:

- Práce
- Půda
- Kapitál
- Informace

Práce představuje lidskou činnost, která slouží k vytváření statků a služeb. Pojem *půda* zahrnuje přírodní zdroje, které jsou k dispozici (např. lesy, vodu, vzduch, zdroje nerostných surovin, ornou půdu,...). *Kapitál* označuje výrobní zdroje, vznikající v procesu výroby, a které se dále používají v dalších fázích výroby. Touto vlastností se odlišují od půdy a práce, které nejsou předmětem výroby. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 2 – 3)

1.1 Řízení výroby

Cílem řízení výroby je fungování všech výrobních systémů na co nejvyšší úrovni v co největším souladu. Mezi výrobní činitele patří vše, co je součástí výrobního procesu, tedy: provozní prostory, technická zařízení, suroviny, energie, informace, pracovníci, polotovary, odpady,... Jedná se tedy zejména o určení kdo, co kde a jak bude vyrábět, co je k tomu potřeba (jaký materiál, kolik to bude stát) a jaký odpad se vyprodukuje.

Nedílnou součástí výroby je také stanovování cílů. Ty mohou být buď krátkodobé, střednědobé nebo dlouhodobé. Dají se také rozdělit podle úrovně řízení na operativní, taktické či strategické. (Keřkovský, 2009, s. 3)

Řízení výroby popisuje výrobní proces od zpracování objednávky, přes řízení a sledování výrobního procesu. Velmi důležitou součástí tohoto procesu je stanovení pohybu materiálu. K organizaci pohybu materiálu jsou nejčastěji použity principy push a pull. Princip push (neboli princip tlaku) spočívá ve výrobě podle plánu, aniž by byl brán ohled na skutečnou spotřebu, což může vést ke zbytečným zásobám. Systém pull je typický tím, že se

používá materiál, který je právě v tom momentu potřeba. Ten je ihned spotřebován, tudíž se neskladuje a nevytváří zbytečné zásoby a náklady.

K řízení výroby se v dnešní době využívají systémy, které jsou kompatibilní s výpočetní technikou. Nejčastěji se používá systém ERP, je jich ale mnohem více. Pro každou společnost je vhodný jiný program či jejich kombinace. (Daněk a Plevný, 2009, s. 96 – 102)

1.2 Plánování a organizace výroby

Účelem plánování je stanovit cíl a způsob, jak se k němu dopracovat. Plánování by mělo být spíše tažným systémem – mělo by podniky táhnout do budoucnosti. Dále se plánuje, aby se zlepšila nejen společnost, ale také jedinci. Je potřeba také pochopit, jaké překážky se mohou v průběhu plnění vyskytnout. Podniky by si měly dávat pozor například na nerealistické předpovědi a očekávání, neměly by si dávat příliš mnoho cílů, nebo na nedostatečnou komunikaci mezi odděleními či na nedostatečné přezkoumávání. (Dennis, 2002, s. 116 - 117)

Plánování se dá rozdělit na čtyři druhy:

- Operativní
- Finanční
- Projektové
- Strategické (Dennis, 2002, s. 116)

Podle Daňka a Plevného (2009, s. 98) si pod operativním plánováním můžeme představit například plán výroby. Pro výrobu produktu je potřeba několik druhů materiálů, či komponentů... Aby měly podniky větší přehled o pohybu materiálu, měly by jejich pohyb převést do grafické podoby. Graf, který tento pohyb popisuje, se nazývá Sankeyův diagram.

Společnosti mohou využít pro plánování několik různých typů počítačových systémů, např. MRP I, MRP II a MRP III. Systém MRP I spočívá v minimalizaci nákladů na materiálové požadavky. MRP II přidává nákupní, finanční a marketingové aspekty. Systém MRP III k oběma předchozím verzím ještě přidává předpověď vývoje požadavků. Nevýhodou těchto systémů je složité přizpůsobení specifickým podmínkám podniku. (Daněk a Plevný, 2009, s. 98)

Podle Kapsdorferové (2014, s. 52) je důležitou součástí plánování výroby také plánování z pohledu kvality. Tento aspekt je velmi důležitý, neboť v současné době se trhy vyvíjejí dynamicky a je potřeba se tomu přizpůsobit.

Mezi metody plánování z pohledu kvality patří např.:

- Metoda QFD
- FMEA analýza
- FTA analýza
- 8D report
- Kano model
- 5x proč
- Nové nástroje řízení kvality (Kapsdorferová, 2014, s. 52)

Metoda QFD

Typickým představitelem metody QFD je tzv. Dům kvality. Je to grafická metoda sloužící k transformování požadavků či připomínek zákazníka do procesu výroby. Je to plánovací proces, který za pomoci zákazníků zlepšuje proces plánování výroby.

5x proč

Je to metoda, která slouží k identifikaci kořenového problému, namísto pouhého záplatování. K tomu využívá proces dotazování ve skupinách pomocí tzv. brainstormingu. (Koripadu, 2014, s. 92)

1.3 Průmyslové inženýrství

„Průmyslové inženýrství je obor, který se zabývá projektováním, zaváděním či zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co největší produktivity.“ (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 81)

Metody a techniky průmyslového inženýrství se dají rozdělit na čtyři skupiny:

1. Plánování, navrhování a řízení (např. kapacitní výpočty, měření práce,...)
2. Uplatňování lidského rozměru (projektování, ergonomie, zlepšování procesů)
3. Technologické aspekty (projektování výrobních buněk)
4. Kvantitativní a kreativní metody (simulace procesů) (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 82)

PI se zejména zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování pracovišť. Průmysloví inženýři jsou osoby, které plánují, navrhují, zavádí a řídí systémy, které zvyšují výkon, spolehlivost, údržbu,... Pomáhají také překonat hranici mezi manažery a operátory a zlepšit jejich vzájemnou komunikaci a porozumění. (Mašín, 2000, s. 82 – 84)

Podle Tučka a Bobáka (2006, s. 106) je PI obor, ve kterém se soustřeďují informace a poznatky ze statistiky, technických oborů, psychologie a sociologie, a hledá ideální způsob, jak produkovat statky a služby s co nejnižšími náklady v nejvyšší možné kvalitě. Dále také musí brát ohled na zapojení člověka do procesu a jeho působení na něj.

Mezi klíčové metody průmyslové inženýrství patří např.:

- TQM
- JIT
- Zeštíhlování výroby podniku
- Reengineering
- Poka-yoke
- TPM
- SMED (Tuček a Bobák, 2006, s. 107 – 108)

2 NÁSTROJE ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

2.1 Plýtvání

Plýtvání je lidská činnost, která spotřebovává zdroje, ale zároveň nevykazuje žádnou hodnotu. Tento pojem pochází z japonského slova MUDA. Existuje sedm druhů plýtvání, které identifikoval Taiichi Ohno. Později k nim byl přiřazen osmý typ plýtvání, kterým je nevyužití lidského potenciálu.

Sedm druhů plýtvání, které popsal Taiichi Ohno:

- Nadvýroba
- Čekání
- Doprava
- Nadbytečný pohyb
- Složité procesy
- Poruchy (chyby a opravy)
- Nadbytečné zásoby (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013, s. 1295)

Nadvýroba

V tomto bodě se jedná o např. o výrobu výrobků ve větším množství, než je třeba. Nadvýroba může vzniknout za účelem co nejvyššího využití výrobních kapacit či k vytvoření zásoby pro případ, že by došlo k problémům (např. poruchy stroje či náhlá zmetkovost). Tento přístup však zvyšuje náklady na skladování nebo také náklady dopravní či administrativní. (Jurová a kolektiv, 2016, s. 88)

Čekání

K tomuto typu plýtvání dochází velice často, zejména při poruše stroje či čekání na dokončení operace. V tomto případě je důležité se zamyslet nad tím, zda je možné tento čas využít při výkonu jiné činnosti či zda je možné zkrátit dobu čekání např. vylepšením technologického postupu.

K čekání může docházet také z důvodu hledání materiálu či pracovníka, kvůli nedostatku informací, hledání dokumentů, ... (Jurová a kolektiv, 2016, s. 89; Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48)

Doprava

Doprava je nedílnou součástí výroby. Výrobky či materiál se transportují nejen od dodavatele do firmy a k výrobcí, ale také vnitropodnikově. Např. špatně situovaný sklad může znamenat zbytečně mnoho času na transport. Také převozu mezi pracovišti může mít za následek plýtvání časem, ale také zdroji, protože k přepravě je potřeba mít vysokozdvizné vozíky či paletové vozíky, což způsobuje například zbytečné plýtvání penězi. (Jurová a kolektiv, 2016, s. 89)

Zbytečné pohyby

Je mnoho pohybů, které pracovník na svém pracovišti vykonává, a které nepřinášejí hodnotu. Tyto pohyby by se měly co nejefektivněji eliminovat. Pracovník by tedy měl vykonávat jen pohyby nezbytně nutné k vykonání práce.

Mezi zbytečné pohyby může patřit např.:

- Špatná ergonomická uspořádanost pracoviště
- Zbytečný přesun materiálu, výrobků,...
- Přílišná kontrola (Jurová a kolektiv, 2016, s. 89; Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48)

Složité procesy

Složité procesy jsou nejčastěji takové, kde jsou použity složitá řešení pro celkem jednoduché procedury (např. velké nepřenosné stroje namísto malých a přenosných). Přílišná složitost také odrazuje majitele a podněcuje zaměstnance k nadprodukcí na pokrytí nákladů při koupi stroje. Důsledkem také může být nevhodný layout, který vede k špatné komunikaci a nadbytečnému transportu. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013, s. 1296)

Díky těmto procesům může mít výrobek více či jiné funkce, než požaduje zákazník. Toto je častý neduh u společností, které jsou vedeny technickým oddělením. (Dennis, 2002, s. 23)

Nadbytečné zásoby

Jsou jedním z největších problémů štihlé výroby. Patří sem např. nadměrné skladování materiálu, polotovarů či hotových výrobků. Čím více nadbytečných zásob podnik má, tím více se mu v něm váže peněžních prostředků, který by mohl investovat. Dále se také zvy-

šují náklady spojené s údržbou či skladováním – nájemné za sklad, více regálů či pracovníků. (Jurová a kolektiv, 2016, s. 88 – 89)

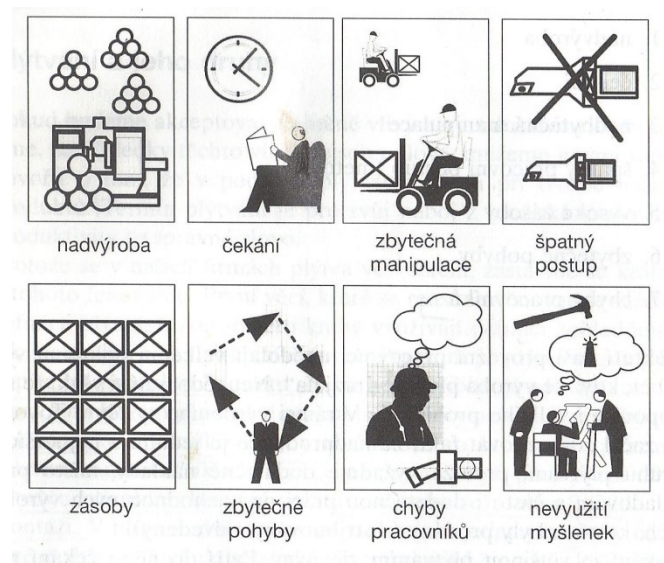
Chyby a opravy

Přestože je každý proces sestaven tak, aby se v něm vyskytovalo co nejméně chyb, v každém procesu se nějaké najdou. Proto by měly být identifikovány a eliminovány, aby se snížily ztráty či náklady s nimi spojené (oprava neshod, reklamace od zákazníka,...). (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 49)

Nevyužití lidského potenciálu

Tento případ nastává, pokud společnost např. naplno nevyužije potenciál svých zaměstnanců, nevyužije jejich kreativitu, nepřiděljuje jim vhodnou práci či nenaslouchá jejich nápadům a připomínkám. (Wahab, Mukhtar a Sulaiman, 2013, s. 1296)

Osm druhů plýtvání je zobrazeno na Obrázku 1.



Obrázek 1 – 7 + 1 druhů plýtvání (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 46)

2.2 Standardizace

Dennis (2002, s. 27 – 28) říká, že jádrem produkce jsou standardy – popisují to, co se má stát. Základem dokonalosti je věrnost standardům. Standard je jasný obraz požadovaného výsledku. Díky nim jsou abnormality v systému okamžitě rozpoznány a mohou být napraveny. Efektivní standard je jednoduchý, jasný a názorný – má mnohem větší moc, než tlustá příručka.

Standardizace by měla jasně, jednoduše a efektivně říkat jak dělat práci, kterou známe. Na jejím vytváření by se měli podílet i zaměstnanci. Jejím cílem je poskytnout základy pro zlepšení práce, proto by se měla také časem měnit. Důležité je také myslet na to, že neexistuje pouze jeden způsob jak vykonávat práci. (Dennis, 2002, s. 47)

2.3 Štíhlé pracoviště

Štíhlé pracoviště je důležitou součástí štíhlé výroby. Princip spočívá v navržení pracoviště tak, aby zaměstnanec při vynaložení co nejmenší námahy podal co nejvyšší výkon. Dále je také potřeba zařadit snížení úrazovosti, zvýšení autonomnosti či zlepšení kvality a stability procesu. K dosažení těchto cílů se používá např. metoda 5S, zapojují se principy ergonomie či se využije analýza a měření práce. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 64 – 65)

2.3.1 Štíhlý layout

Správně navržený layout může pomoci výrazně snížit plýtvání v oblasti přepravy, skladování a manipulace. Jeho hlavním cílem je optimalizovat materiálové toky, snížit množství manipulačních, skladovacích a kontrolních činností, eliminovat skladovací plochy, což způsobí nejen snížení zásob, ale také lepší přehled o pohybu materiálu. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

2.4 5S

„5S je metoda, která je založená na pěti principech, pomocí kterých lze získat a udržet čisté a organizované pracoviště. Mezi tyto principy patří seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke.“ (Mašín, 2005, s. 97)

Tuto techniku lze použít na všech pracovištích, ať už jde o výrobu či administrativu. Její zavedení většinou nezahrnuje velké náklady, je však důležité správně zaškolení pracovníky. Tato metoda poté malými přínosy zvýší produktivitu, ať už se jedná o eliminaci času, který stráví pracovník hledáním pomůcek či zvýšení bezpečnosti pracoviště. (Veber, 2004, s. 592)

Pořádek na pracovišti (seiri)

Nejprve je potřeba vytrídít předměty, které nejsou potřebné k vykonávání výrobních operací. To může být docela problém, jelikož lidé si často některé předměty nechávají, protože si myslí, že je někdy jindy použijí. To má za následek plýtvání např. potřebu více přeprav-

ných pomůcek, větší skladovací plochy, záměnu materiálu, která může vyústit až v defekt či selhání stroje,... (5S pro operátory, 2009, s. 13 – 14)

Organizace pracoviště (seiton)

V tomto kroku je potřeba každé věci či stroji určitě jejich místo tak, aby se při jejich přemístování či použití bylo vykonáno co nejméně pohybu. Je vhodné použít i barvy na jejich odlišení. (Dennis, 2016, s. 47 – 48)

Čistota (seiso)

Další důležitou součástí metody 5S je čistota, což je např. vyčistění stroje, čistá pracovní plocha, zem,... Tyto činnosti by se měly stát součástí každodenní preventivní údržby. (5S pro operátory, 2009, s. 15)

Standardizace (seiketsu)

Lidé mají tendenci časem věnovat věcem, které se stále opakují, méně pozornosti. Proto je vhodné, pro předchozí kroky metody 5S vytvořit standardy. Mohou být použity např. tabule, na kterých bude uvedeno, co kdy a jak použít (např. metoda Kanban). (Dennis, 2016, s. 50)

Disciplína (shitsuke)

Nebo také zachování. Je to poslední krok v zavádění této metody. Spočívá ve zautomatizování přešlých kroků. (5S pro operátory, 2009, s. 16)

Dennis (2016, s. 52) dodává, aby se pro zakořenění vytvářely např. reporty, které mohou obsahovat fotografie stavu před a po, nebo úlovek měsíce.

3 NÁSTROJE PROCESU ŘÍZENÍ KVALITY VE VÝROBNÍCH PROCESECH

3.1 Management kvality

Oficiální definice kvality dle Tučka a Bobáka (2006, s. 157) zní: „Kvalita je souhrn vlastností a charakteristik výrobku nebo služby, podmiňujících jeho schopnost uspokojovat stanovené nebo předpokládané potřeby.“

Podle Kapsdorferové (2014, s. 8) je kvalita všechno, co požaduje zákazník. Může to být životnost, pevnost, módní tvar, barva, složení, dochvilnost, nízká cena... Je to naplnění potřeb zákazníka. Vlastnosti, které zákazník nepožaduje, nejsou podstatné.

Důležité je také zmínit, že péče o kvalitu není pouze jednorázová záležitost, ale jde o proces neustálého zlepšování výrobků, organizace či výrobních činností. Kvalita je to, za co ji má zákazník, nikoliv technik nebo jin pracovník organizace.

Ve firmách se často kvalita výrobků zužuje na zmetky. Jejich snižování je velmi důležité, nesmí se však zapomenout na to, že snižováním zmetků se nezvýší kvalita, ale sníží se množství zbytečně vynaložené práce. (Tuček a Bobák, 2006, s. 158)

3.1.1 Vývoj managementu kvality

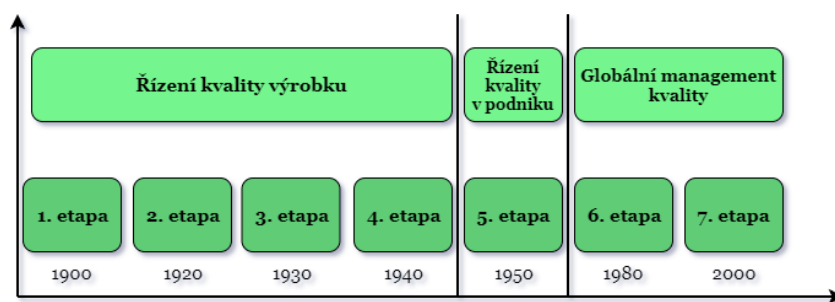
Kvalita byl pojem, který byl důležitý už před stovkami let, kdy např. v Mezopotámii mohli stavitelé dostat trest smrti za špatně postavený dům.

Vývoj kvality managementu je možné rozdělit do sedmi etap, které jsou zobrazeny na Obrázku 2:

1. *etapa – jednoduché řízení kvality (1900 – 1920)* → výroba jednoho řemeslníka, který sám prodával svou produkci zákazníkům, což lze považovat za výhodu. Nevýhodou byla nízká produktivita.
2. *etapa – technická normalizace standardů (1920 – 1930)* → vznik a rozvoj manufaktur, ve kterých se objevili první funkce specializované na kontrolu kvality zadanou výrobcem. Dělbá práce zvýšila produktivitu, avšak se ztratil přímý kontakt se zákazníkem a hrdost k práci. Podniky začaly chápat vztah mezi kvalitou a náklady, proto dochází k rozvoji statistických metod řízení kvality.
3. *etapa – technická kontrola řízení kvality (1930 – 1940)* → využívání prvních statistických metod řízení kvality. Prvními představiteli byli Roming a Shewart, kteří

využívali kontrolní tabulky, aby zjistili odchylky ve výrobním procesu. Zavedly se vstupní, mezioperační a výstupní kontroly.

4. *etapa – statistické řízení kontroly (1940 – 1950)* → do popředí se dostává statistická spolehlivost, díky které vznikla např. analýza FMEA. E. W. Deming vypracoval metodu PDCA. Ta se skládá ze čtyř částí: plánování, realizace, kontrola a vykonání nápravných opatření. J. M. Juran vytvořil trilogii kvality, kde zdůrazňoval plánování, kontrolu a zlepšování.
5. *etapa – vznik prvních norem (1960 – 1990)* → trh se přeorientoval z výrobce na zákazníka. Řízení kvality se zaměřilo na uspokojení potřeb zákazníka. Objevil se názor, že kvalitní produkt vzniká jako důsledek dobře řízeného procesu. Objevily se první normy jako QS 9000, HACCP, později vznikla norma ISO 9000. Vznikly první podnikové systémy, např. výrobní systém Toyota, JIT, Six Sigma. Vznikl zákon o zárukách za vadný výrobek.
6. *etapa – komplexní řízení kvality (1990 – 2000)* → orientace na zákazníka a uspokojení jeho potřeb. Klade se důraz na balení, skladování, servis... Vznikla nová filozofie kvality TQM. V Evropě vznikly organizace zabývající se kvalitou jako je EFQM. Začaly se také udělovat ceny za kvalitu.
7. *etapa – globální řízení kvality (1990 – současnost)* → spojení řízení kvality a zájmu o ochranu životního prostředí. ISO norma byla v roce 2005 revidována. Management se zaměřuje na bezpečnost produktů a bezpečnost při práci. Vznikají nové ISO normy. (Kapsdorferová, 2014, s. 20 – 21)



Obrázek 2 – Vývoj managementu kvality (vlastní zpracování dle Kapsdorferová, 2014, s. 22)

3.1.2 ISO normy 900X

Podle Tučka a Bobáka (2006, s. 161 – 163) slouží normy ISO ke sjednocení terminologie, jejich nositelé vzbuzují vyšší důvěru ve vztazích mezi firmami a také určují kritéria pro

certifikaci systémů zabezpečení jakosti. Cílem jejich vytvoření byl jednotný mezinárodní systém forem.

Organizace ISO byla založena v Ženevě v roce 1947. Její hlavní činností je vývoj technických norem. V České republice je jejím zástupcem Český normalizační institut. Normy jsou tvořeny technickými komisemi organizace. Návrhy jsou pak rozesílány členům, z nichž musí alespoň 75% souhlasit.

Normy ISO 900X vycházejí z osmi zásad managementu jakosti, mezi které patří např.:

- *Zaměření na zákazníka* – firmy musí rozumět současným a budoucím potřebám svých zákazníků
- *Zapojení zaměstnanců* – využití schopností zaměstnanců napříč celou společností
- *Neustálé zlepšování* – tento bod by měl být trvalým cílem organizace

Nejzásadnější ze všech ISO norem jsou normy ISO 9000, ISO 9001, ISO 9004 a ISO 9011, které poskytují návod k vypracování a uplatnění systému řízení kvality. Mohou být použity v jakýchkoli oborech výroby a služeb.

3.2 Sedm starých nástrojů řízení kvality

Jsou to nástroje managementu kvality. Tvoří je jednoduché statistické metody: kontrolní tabulky a záznamníky, histogram, vývojový diagram, Paretův diagram, Ishikawa diagram, bodový diagram, regulační diagram. (Nenadál, 2008, s. 299)

3.2.1 Kontrolní tabulky a záznamníky (Frekvenční tabulky)

Frekvenční tabulka je nástroj pro ruční sběr dat o procese. V oblasti zajišťování kvality se používají:

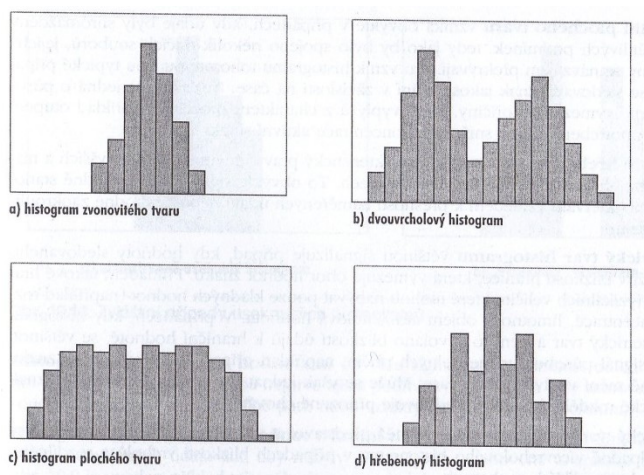
- Vstupní, operační, výstupní kontrola kvality polotovaru, součástek...
- Analýza strojů a zařízení
- Analýza technologického procesu
- Analýza neshodných výrobků
- Záznam vstupních údajů a výpočet základních charakteristik pro regulační diagramy (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 67)

3.2.2 Histogram

Histogram se používá ke grafickému znázornění četnosti hodnot ve zvolených intervalech.

Minimální počet hodnot pro jeho sestavení je 30. Pro menší soubory hodnot se může využít např. krabicový diagram. Pro konstrukci se používá tabulka intervalového rozdělení četnosti hodnot. K odhadu vhodného počtu intervalů se používají empirické vztahy. Nejčastější histogramem je histogram zvonovitého tvaru. Dále se můžeme setkat např. s dvouvrcholovým histogramem, histogramem plochého tvaru či hřebenovým histogramem. (Plura, 2001, s. 206)

Možné příklady histogramů jsou zobrazeny na Obrázku 3.



Obrázek 3 – Ukázka histogramu (Plura, 2001, s. 207)

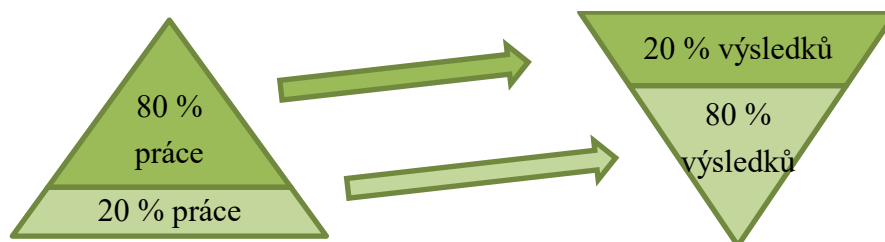
3.2.3 Vývojový (postupový) diagram

Podle Nenadála (2008, s. 306) vývojový diagram graficky zobrazuje vazby mezi jednotlivými kroky procesu a jejich posloupnost. Je vhodný pro analýzu procesu a jeho kroků a důležitých momentů. Pomáhá identifikovat oblasti, ve kterých mohou vznikat problémy, dále také např. pro identifikaci nepotřebných činností.

3.2.4 Paretovo pravidlo

Podle Kocha (2008, s. 17 – 18) je principem tohoto pravidla fakt, že pouze menšina příčin (či našeho úsilí,...) způsobuje většinu výsledků, výstupů,... Jinými slovy tedy to, na co vynaložíme například v práci jen 20 % našeho času, způsobí 80 % našeho výstupu. Toto pravidlo je známé pod mnoha jmény, například Paretův zákon, pravidlo 80/20, pravidlo nejmenšího úsilí či pravidlo nerovnováhy. (Koch, 2008, s. 17 – 18)

Paretovo pravidlo je graficky znázorněno na Obrázku 4.



Obrázek 4: Paretovo pravidlo (vlastní zpracování dle Singh, Khan a Grover, 2012, s. 855)

Provádění analýzy vyžaduje identifikaci problémů či chyb, se kterými se můžeme setkat, a jejich důležitost v daném čase. K tomuto účelu velmi dobře slouží Pareto-Lorenz analýza, která vizuálně a názorně popisuje výsledky analýz. (Zasadzien, 2014, s. 153)

Paretův diagram je nástroj manažerského rozhodování, umožňující stanovit priority při řešení problémů tak, aby byl dosažen maximální efekt. Je založen na tzv. Paretově principu, který podle J. M. Jurana říká, že: „Většina problémů s jakostí (asi 80 až 95 %) je způsobena malým podílem (asi 5 až 20%) činitelů, jež se na nich podílejí.“ Tento princip se také označuje jako pravidlo 80/20 (podle procentuálního vyjádření). Paretův diagram pomáhá určit tzv. „životně důležitou menšinu“, což je malá skupina faktorů, které se velkou měrou podílejí na vzniku problému. Pro zbylou část se vžil pojem „užitečná většina“. Mezi vstupní údaje pro zpracování Paretova diagramu mohou patřit např.: informace o výskytu neshod, jejich příčiny za určité časové období. (Plura, 2001, s. 200)

Nejprve je nutné identifikovat položky, které budou předmětem analýzy (mohou to být například neshody, příčiny nespokojenosti...). Ty je potřeba seřadit podle vypočítané hodnoty (např. z Ishikawova diagramu či FMEA analýzy). Na levé straně osy y se nachází skutečná hodnota, na pravé straně jsou procenta. Na ose x je výčet např. neshod. Lorenzovou křivkou se poté vyjádří kumulovaný součet jednotlivých parametrů. Na základě toho lze poté určit, na které problémy je třeba se zaměřit co nejdříve. (Paulová, 2013, s. 42)

Alena Svozilová (2011, s. 159) souhlasí a dodává, že ačkoliv je tato metoda velmi užitečná, měl by si její uživatel dát pozor na správnou interpretaci výsledků. Snadno se může stát, že jev s nejčastějším výskytem nemusí mít největší vliv na zkoumaný výsledek.

Dále je také nutno zmínit, že nejčastější příčiny problému, které byly identifikovány pomocí Paretova grafu, nemusí být možno napravit. Často mohou vyžadovat přesnou identifikaci příčiny problému např. pomocí Ishikawa diagramu. (Harel, 2016, s. 902)

K určení životně důležité menšiny se používají tři způsoby:

- a) Nalezením bodu zlomu na Lorenzově křivce – položky nalevo od zlomu jsou životně důležité
- b) Za kritické body je považováno 20 – 30 % položek na vodorovné ose
- c) Vypočítáním např. průměru výskytu vad na položku. Pokud je četnost výskytu vyšší než průměr, jedná se o životně důležité položky (Blecharz, 2011, s. 34)

3.2.5 Ishikawa diagram

Podle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 69) je Ishikawa diagram jeden z nejoblíbenějších nástrojů kvality. Zobrazuje vztah mezi problémem a popisem jeho možných příčin. Jeho výstupem jsou možné příčiny problémů a také náměty na jejich řešení.

Součástí této metody je využití týmové práce a brainstormingu. Zde je vhodné i zapojení „laiků“, kteří netrpí tzv. „provozní slepotou“. (Plura, 2001, s. 196)

Ishikawa diagram je rozdělen do několika kategorií: 4M, 5M, 6M a 7M. Nejzákladnější kategorie 4M obsahuje tyto položky:

- Materiál (Material)
- Metody (Methods)
- Stroje (Machines)
- Lidé (Man) (Liliana, 2016, s. 2)

Dále se také mohou přidat položky, které tvoří 5M, 6M a 7M:

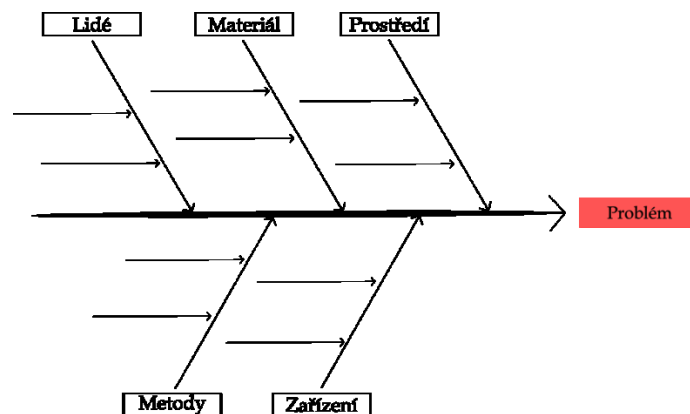
- Měření (Measurements)
- Vedení (Management)
- Údržba (Maintenance)
- Prostředí (Environment) (Liliana, 2016, s. 2)

Prvním krokem je identifikace problému (neboli tzv. „hlavu ryby“) a co nejpřesněji ho pojmenovat. Poté se vymezí kategorie, které by mohly mít na tento jev vliv. K tomu je možné použít např. metodu 5x proč. Na základě těchto údajů se sestaví diagram. Všechny kategorie by se měly zkontrolovat, aby se na žádné nezapomnělo. Nakonec se sestaví seznam všech podstatných vlivů, které by se měly prozkoumat, než se začne s jejich eliminací. (Svozilová, 2011, s. 162)

Podle Paulové (2013, s. 40 – 41) by se s tímto diagramem mělo neustále pracovat. Dodává také, že jeho velkou předností je vizualizace řešeného problému.

Diagram příčin a následků má jednu nevýhodu, na kterou by si jeho uživatelé měli dát pozor. Tato metoda neupozorní na klíčový problém – všechny příčiny vypadají stejně důležité. Důležitě se tedy může jevit i problém, který není nijak podstatný. (Harel, 2016, s. 902)

Ukázka Ishikawa diagramu je zobrazena na Obrázku 5.

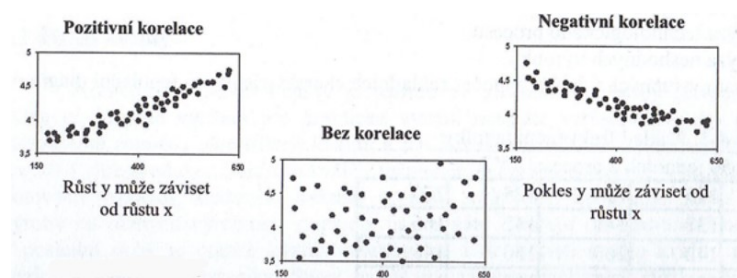


Obrázek 5 – Ishikawa diagram (vlastní zpracování dle Koripadu, 2014, s. 92)

3.2.6 Bodový (korelační) diagram

Podle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 68) korelační diagramy, jejichž příklady jsou zobrazené na Obrázku 6, graficky zobrazují závislosti dvou veličin (korelace). Nejčastěji se využívá tzv. párová korelace, kdy se srovnávají dva parametry a zkoumají se vztahy mezi jednotlivými faktory vzájemné korelace. Dále tato metoda také popisuje, který parametr je příčinnou či důsledkem nekvality.

Korelační diagram ukazuje, jestli mezi dvěma proměnnými je či není závislost. Ta může být pozitivní či negativní, dále silná či slabá nebo jednoduchá či složitá. (Magar, 2014, s. 369)



Obrázek 6 – Příklad korelačních diagramů (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 68)

3.2.7 Regulační diagram

Regulační diagram je grafický nástroj, díky kterému lze odlišit variabilitu procesu vyvolanou vymezitelnými (zvláštními) příčinami od variability vyvolané náhodnými příčinami. Vymezitelné příčiny vyvolají variabilitu, která vede ke změně výrobního procesu. Zvláštní příčiny se dále dělí na nepředvídatelné a předvídatelné. Náhodné příčiny jsou neidentifikovatelné příčiny, které se na celkové variabilitě podílí pouze malou složkou. Regulační diagram je metoda k analýze procesu a je také nástrojem statistické regulace procesu (SPC). (Plura, 2001, s. 212 – 213)

3.3 Sedm nových nástrojů řízení kvality

Tyto metody byly vytvořeny v Japonsku v sedmdesátých letech minulého století. Jsou využívány zejména při plánování jakosti, na rozdíl od starých nástrojů, které se využívají při operativním řízení. Nové nástroje by měly na základě informací a definovaných cílů stanovit vhodné postupy a metody.

Sedmi novými nástroji řízení kvality jsou:

- Afinitní diagramy
- Diagramy vzájemných vztahů
- Systematické (stromové) diagramy
- Maticové diagramy
- Analýzy údajů v matici
- Diagramy PDPC
- Síťové grafy (Nenadál, 2008, s. 329)

3.3.1 Afinitní diagram

Cílem této metody je uspořádat velké množství informací do skupin, které pomáhají určit strukturu problému a vnáší řád do chaosu. Informace uspořádá do přirozených skupin a pomáhá tak ujasnit strukturu problému. Princip metody spočívá v brainstormingu, při kterém tým shromáždí náměty, ty se napíší na kartičky a seskupí se podle příbuznosti do skupin, které se výstižně pojmenují. Poté se sestaví afinitní diagram, který se ještě může doplnit o vzájemné vazby mezi skupinami. (Veber, Hůlová a Plášková, 2006, s. 244 – 245)

3.3.2 Diagram vzájemných vztahů (Relační diagram)

Tento diagram se používá k zobrazení všech vztahů mezi faktory, oblastmi nebo procesy. Jeho vytváření pomáhá analyzovat přirozené vazby mezi různými aspekty složitých situací. (Singh, Khan a Grover, 2012, s. 856)

3.3.3 Stromový diagram

Principem této metody je rozložení problému na dílčí problémy či úkoly, které jsou potřebné k dosažení určitého cíle. Může se využít k nalezení řešení problému či ke zlepšení stávajícího procesu nebo činnosti. Při sestavování tohoto diagramu lze použít náměty z afinitního diagramu či vztahy z relačního diagramu nebo brainstorming. (Plura, 2008, s. 332)

3.3.4 Maticový diagram

Tento diagram popisuje vztahy mezi dvěma či třemi nebo čtyřmi skupinami informací. Může také poskytnout informace o vztazích mezi nimi, jako je jejich síla či role. (Singh, Khan a Grover, 2012, s. 856)

3.3.5 Analýza údajů v matici

Tato metoda porovnává různé varianty na základě řady kritérií a vybírá nejvhodnější varianty. Těmi mohou být např. výrobky, verze návrhů či dodavatelé. Pro použití této analýzy musí být shromážděny údaje o hodnotách jednotlivých kritérií a definovány hodnoty pro optimální variantu. (Nenadál, 2008, s. 334)

3.3.6 Diagram PDPC

Pomocí této metody se určují možné problémy, které se mohou vyskytnout při uskutečňování plánovaných činností. Jejím úkolem je navrhnout vhodná opatření, pomocí kterých lze zmenšit riziko výskytu možných potíží. Základní myšlenka je u této metody stejná jako u metody FMEA. (Nenadál, 2008, s. 337)

3.3.7 Síťový graf (diagram)

Tento diagram se používá pro časové plánování projektu a monitorování jeho činností. Síťový diagram pomáhá zkracovat trvání projektu, dále je také vhodný pro operativní úpravy harmonogramu, ... Nejpoužívanější metodou je tzv. kritická cesta (CPM). (Plura, 2011, s. 181)

3.4 FMEA analýza procesu

Podle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 70) je FMEA analýza je metoda, která se využívá při zjišťování možností vzniku poruch a vad. Zaměřuje se na posouzení rizik a jejich následné hodnocení, dále na návrh opatření, které by měly vést ke zlepšení kvality, a jejich následnou realizaci. Její pomocí lze odhalit 70 – 90% možných vad či neshod. Může eliminovat např. možná rizika při vývoji výrobku, při zavádění nových technologií, optimalizaci procesu,... Dále také rozebírá možné vzniky vad a poruch v průběhu provozu výroby a posuzuje jejich důsledky.

Metoda se používá v týmu, ve kterém mají zastoupení odborníci z oblasti vývoje, výroby, jakosti, konstrukce, marketingu,... Analyzuje se buď návrh výrobku či proces – průběh je pak zaznamenán do formuláře FMEA. (Nenadál, 2008, s. 118)

Analýza FMEA by se měla používat při vytváření konceptu produktu, u definování produktu, u procesu výroby a montáže či také u organizace služeb. (Dudek-Burlikowska, 2011, s. 93)

FMEA analýza návrhu výrobku či procesu probíhá v těchto částech:

- a) Analýza a hodnocení současného stavu
- b) Návrh opatření
- c) Hodnocení stavu po realizaci opatření (Nenadál, 2008, s. 118)

Analýza a hodnocení současného stavu

V prvním kroku se musí stanovit možné vady, které se mohou vyskytnout ve výrobním procesu. Jedná se o jednak o vady, které nějakým způsobem poškodí konečný produkt, ale také o ty, které mohou mít negativní vliv na následující operace. Poté se musí analyzovat působení možných vad jak na zákazníky, tak i na další pracoviště. U každé z nich je potřeba analyzovat možné příčiny, které by ji mohly způsobit. Dále se musí zjistit, jaké existují kontrolní postupy, které se používají, aby vady či jejich příčiny byly včas odhaleny. Hodnocení významu vady se vztahuje k nejdůležitějšímu následku vady. (Nenadál, 2008, s. 123 – 124)

Příklad tabulky hodnotící význam vady je uveden v Tabulce 1.

Tabulka 1 – Hodnocení významu vady u FMEA procesu (vlastní zpracování dle Plura, 2001, s. 88)

Následek vady	Význam vady	Hodnocení
<i>Nebezpečný - bez výstrahy</i>	Může ohrozit pracovníka obsluhy zařízení nebo montáže. Vada nastane bez výstrahy a ohrožuje bezpečnost nebo dodržení zákonných požadavků.	10
<i>Nebezpečný - s výstrahou</i>	Může ohrozit pracovníka obsluhy zařízení nebo montáže. Vada nastane s výstrahou a ohrožuje bezpečnost nebo dodržení zákonných požadavků.	9
<i>Velmi vysoký</i>	Významná porucha na výrobní lince, 100 % výrobků neshodných. Výrobek nefunkční se ztrátou hlavní funkce. Zákazník velmi nespokojen.	8
<i>Vysoký</i>	Menší porucha na výrobní lince, méně než 100 % neshodných výrobků, výrobky musí být vytříděny. Výrobek je funkční, ale s omezením. Zákazník je nespokojen.	7
<i>Střední</i>	Menší porucha na výrobní lince, část výrobků se musí vyřadit (bez třídění). Výrobek je funkční, ale části zajišťující pohodlí jsou nefunkční. Zákazník pociťuje nepohodlí.	6
<i>Nízký</i>	Menší porucha na výrobní lince, 100 % výrobků musí být přepracováno. Výrobek je funkční, ale části zajišťující pohodlí mají sníženou úroveň. Zákazník pociťuje určité nespokojení.	5
<i>Velmi nízký</i>	Menší porucha na výrobní lince, výrobek musí být tříděn a část (méně než 100 %) pak přepracována. Ozdobné a tlumicí prvky neodpovídají. Vadu zaznamená většina zákazníků.	4
<i>Malý</i>	Menší porucha na výrobní lince, část výrobků (méně než 100 %) bude muset být přepracována, ale mimo výrobní cyklus. Ozdobné a tlumicí prvky neodpovídají. Vadu zaznamená průměrný zákazník.	3
<i>Velmi malý</i>	Menší porucha na výrobní lince, část výrobků (méně než 100 %) bude muset být přepracována, ale bez narušení výrobního cyklu. Ozdobné a tlumicí prvky neodpovídají. Vadu zaznamená náročný zákazník.	2
<i>Žádný</i>	Žádný následek.	1

Dále je potřeba posoudit, zda v průběhu operace vlivem dané příčiny vzniknou výrobky s předem určenou potenciální vadou, či zda dojde k selhání procesu. V tomto případě se k posouzení pravděpodobnosti vychází ze znalosti způsobilosti procesu, tedy indexu Cpk, který je svázán s pravděpodobností výskytu neshodných výrobků, jejichž možné hodnocení je zobrazeno v Tabulce 2. (Nenadál, 2008, s. 124)

Tabulka 2 – Hodnocení očekávaného výsledku vady u FMEA procesu (vlastní zpracování dle Plura, 2001, s. 90)

Pravděpodobnost výskytu vady	Možný výskyt vady	Cpk	Hodnocení
Velmi vysoká: vada je téměř nevyhnutelná	≥ 1 z 2	$< 0,33$	10
	1 z 3	$\geq 0,33$	9
Vysoká: odpovídající podobným předcházejícím procesům, u nichž často docházelo k výskytu vad	1 z 8	$\geq 0,51$	8
	1 z 20	$\geq 0,67$	7
Průměrná: odpovídající podobným předcházejícím procesům, u kterých se vada občas vyskytla, ale ne ve významném rozsahu	1 z 80	$\geq 0,83$	6
	1 z 400	$\geq 1,00$	5
	1 z 2000	$\geq 1,17$	4
Nízká: u podobných procesů se vyskytovaly pouze ojedinělé vady	1 z 15 000	$\geq 1,33$	3
Velmi nízká: u téměř identických procesů se vyskytovaly pouze ojedinělé vady	1 z 150 000	$\geq 1,5$	2
Vzdálená: u téměř identických procesů nebyla nikdy vada zaznamenána	≤ 1 z 1 500 000	$\geq 1,67$	1

Při posuzování odhalitelnosti vady se posuzuje účinnost současných kontrolních opatření pro odhalení výskytu vady či její příčiny. Příklad tabulky posuzující odhalitelnost je uveden v Tabulce 3.

Tabulka 3 – Hodnocení odhalitelnosti vady u FMEA procesu (vlastní zpracování dle Plura, 2001, s. 91)

Odhalitelnost	Pravděpodobnost, že vada nebo její příčina budou odhaleny před další operací nebo předtím, než součást opustí místo výroby nebo montáže	Hodnocení
<i>Absolutně nemožná</i>	K odhalení vady nejsou k dispozici žádné známé kontroly.	10
<i>Velmi vzdálená</i>	Velmi vzdálená pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	9
<i>Vzdálená</i>	Vzdálená pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	8
<i>Velmi malá</i>	Velmi malá pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	7
<i>Malá</i>	Malá pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	6

Odhaltitelnost	Pravděpodobnost, že vada nebo její příčina budou odhaleny před další operací nebo předtím, než součást opustí místo výroby nebo montáže	Hodnocení
<i>Průměrná</i>	Průměrná pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	5
<i>Mírně nadprůměrná</i>	Mírně nadprůměrná pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	4
<i>Vysoká</i>	Vysoká pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	3
<i>Velmi vysoká</i>	Velmi vysoká pravděpodobnost, že stávající kontroly vadu odhalí.	2
<i>Téměř jistá</i>	Stávající kontroly téměř jistě vadu odhalí. U podobných procesů jsou známy spolehlivé kontroly.	1

Rizikové číslo jednotlivých možných vad se vypočítá jako součin bodového hodnocení významu vady, pravděpodobnosti výskytu vady a pravděpodobnosti odhalení vady, tedy:
Rizikové číslo = Význam * Výskyt * Odhaltitelnost (Nenadál, 2008, s. 124)

Návrh opatření

Pro vady s vyššími hodnotami rizikového čísla než je zvolená mezní hodnota se navrhuje opatření, která by je měla snížit. Ta jsou pak předložena odpovědné osobě ke schválení. (Nenadál, 2008, s. 124)

Hodnocení stavu po realizaci opatření

Po realizaci opatření se zjišťuje, zda mají vliv na riziko vad. Nové hodnoty pomáhají k posouzení efektivnosti daných opatření a k případnému nalezení dalších možných vad. (Nenadál, 2008, s. 124)

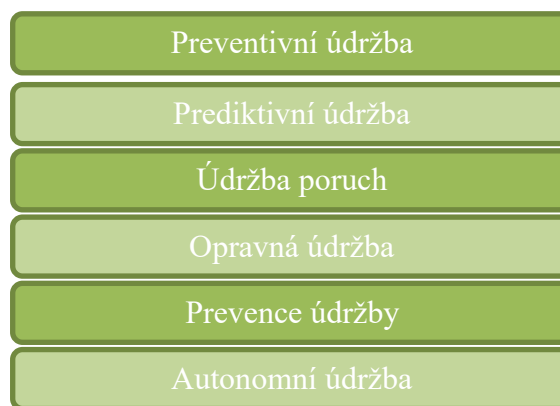
3.5 TPM

TPM je filozofie, soubor zásad a praktik, které jsou zaměřeny na zlepšování výrobního výkonu zlepšováním způsobu, jakým je zařízení udržováno. Tato metoda byla vyvinuta v Japonsku v 60. a 70. letech minulého století na základě preventivní a produktivní údržby. TPM zahrnuje všechny části a úrovně organizace – vedoucí, manažery a hlavně operátory. Tato technika se směřuje k autonomní údržbě, kdy je většina úkonů prováděna operátory.

Cíle TPM je vývoj stabilních toků hodnot pomocí maximalizace celkové účinnosti zařízení. (King, 2013, s. 177 – 178)

Klíčové elementy TPM, které jsou zobrazeny na Obrázku 7, jsou:

1. Preventivní údržba – údržba založená na čase. Ta je vykonávána na základě rozvrhu, který je navržen tak, aby se zabránilo problémům před tím, než vzniknou. Tato metoda je efektivní, pokud se poruchy objevují na základě predikcí.
2. Prediktivní údržba – je založena na základě užívání nástrojů a sensorů, například sensory tepla a vibrací, které se snaží předpovědět, kdy dojde ke zhroucení zařízení
3. Údržba poruch – oprava zařízení po zhroucení. Velmi často je toto jediný způsob, jak zařízení udržovat, pokud se poruchy objevují náhodně či nepředvídatelně.
4. Opravná údržba – průběžné úpravy zařízení ke snížení výskytu poruch či k zjednodušení jejich nápravy.
5. Prevence údržby – návrh zařízení, které zřídka postihnou poruchy, a která jsou snadno opravitelná.
6. Autonomní údržba – je založená na týmové práci, která je vykonávána zejména operátory. Zасvěcování operátorů do údržby je pravděpodobně nejmocnější element TPM. Umožňuje jim opravit běžné problémy, což vede k rychlejší reakci. Operátoři jsou se strojem nejvíce v styku, proto mohou nejrychleji zjistit, že je s ním něco špatně. (King, 2013, s. 178)



Obrázek 7 – Klíčové elementy TPM (vlastní zpracování dle King, 2013, s. 178)

3.6 Zobrazování procesů

Tyto pomůcky se používají pro grafické vyjádření průběhu a obsahu procesů. Je důležité zvolit nejvhodnější způsob znázornění. Tyto prostředky nám pomáhají zobrazit to, co nelze snadno vyjádřit slovy. Mezi metody, používající se k zobrazování procesů, patří procesní mapa a vývojový diagram. (Hučka, 2017, s. 41)

3.6.1 Procesní mapa

Podle Hučky (2017, s. 43 – 44) zobrazuje procesní mapa pořadí a vzájemné působení procesů v podniku. Jednotlivé činnosti by měly být pojmenovány tak, aby nedocházelo k jejich záměnám. Tyto mapy slouží pouze jako přehled, nejsou v nich proto uvedeny žádné informace o procesech. Pro zhotovení procesní mapy je důležité rozhodnout, které procesy je nutné zohlednit. V procesní mapě by mělo být uvedeno pět až patnáct procesů. Méně než pět procesů říká, že jsou příliš rozsáhlé a složité. Pokud bude v mapě příliš procesů, stane se nepřehlednou a složitou.

3.6.2 Vývojový diagram

Vývojový diagram se často používá v návaznosti na procesní mapu. Jeho úkolem je popsat každý proces z procesní mapy. Velkou výhodou tohoto diagramu je, že se snadno vytvoří a zároveň jsou velmi názorné a snadno pochopitelné. Nedílnou součástí této metody jsou symboly, popisující jednotlivé kroky v rámci procesu. Při tvorbě diagramu se musí také dodržovat určitá pravidla, např. směr postupu diagramu je odshora dolů, neměly by se křížit čáry, či že velikost symbolů a způsob kreslení je jednotný. (Hučka, 2017, s. 47 – 50)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PEVEKO SPOL. S R.O.

Společnost Peveko s r.o. je českým výrobcem regulační techniky, měřicí techniky a elektromagnetických ventilů. Výroba je rozdělena do dvou závodů, které se nachází ve Šternberku a v Jarošově u Uherského Hradiště. Výroba veškerého sortimentu probíhá dle ISO 9001. Na Obrázku 8 je zobrazena budova firmy v Jarošově u Uherského Hradiště.



Obrázek 8 – Závod společnosti Peveko Jarošov u Uherského Hradiště (vlastní zpracování)

Výrobky společnosti nacházejí uplatnění v mnoha oblastech, např. v tepelné technice, v chladírenské a chladicí technice, v energetice a jaderné energetice, v automobilovém průmyslu,... (interní zdroj)

4.1 Historie

- 1991 – založení společnosti a zahájení výroby elektromagnetických ventilů
- 1994 – první dodávky pro Honeywell
- 2001 – získání certifikátu ISO 9001
- 2002 – počátek výroby komponentů pro chladicí techniku
- 2003 – rozšíření společnosti o závod ve Šternberku
- 2008 – výroba komponentů pro jaderný průmysl
- 2009 – získání licence na výrobu ventilů REFCO pro chladírenskou techniku
- 2011 – počátek výroby speciálních dílů pro společnost Parker Group
- 2012 – vývoj a výroba nového typu ventilu pro chladírenskou techniku
- 2014 – zahájení Měděného programu

- 2015 – zakoupení nových technologií pro kapilární pájení mědi, mosazi a oceli (interní zdroj)

4.2 Výrobky společnosti

Mezi sortiment společnosti patří například:

- Elektromagnetické ventily
- Elektromagnetické ventily pro chladicí a mrazicí techniku či pro paliva
- Elektromagnetické ventily na zakázku
- Termosystémy
- Havarijní elektromagnetické ventily dle EN 161
- Havarijní plynové ventily s ručním ovládním dle EN 161 – NC bez proudu uzavřeno
- Servomotorické ventily
- Filtry
- Membránové ventily
- Kohouty tlakoměrové 2-cestné uzavírací PN 25 – PN 40 a 3-cestné zkušební PN 25 - 40
- Manometrické ventily
- Detektory nebezpečných plynů
- Dálkové ovladače pro sanitární techniku (interní zdroj)

Na Obrázku 9 jsou zobrazeny některé výrobky společnosti.



Obrázek 9 – Elektromagnetický, havarijní elektromagnetický, manometrický a membránový ventil (vlastní zpracování)

5 POPIS PRACOVNÍHO POSTUPU VÝROBY TERMOSYSTÉMŮ

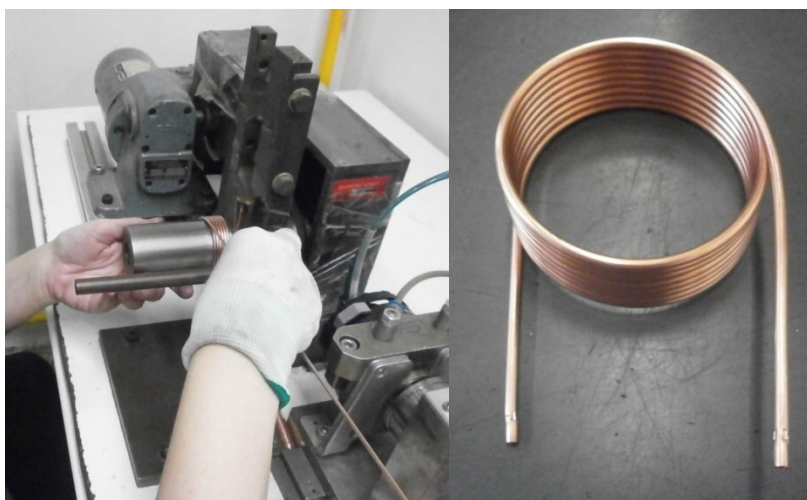
V této kapitole je popsán proces výroby termosystému, který je zobrazen na Obrázku 10. Jeho výroba je předmětem analýzy bakalářské práce. Tento výrobek se používá například v chladicích systémech. Skládá se ze 4 částí: hlava, zásobník, kapilára a tyčinka.



Obrázek 10: Termosystém (vlastní zpracování)

5.1 Stáčení kapilár a rádlování

Na tomto stanovišti probíhá stáčení kapilár a jejich rádlování, dále také rádlování tyčinek. Kapilár je 5 druhů v závislosti na jejich délce. Stáčejí se ručně ve stáčecím stroji, který je zobrazen na Obrázku 11. Poté se zkontroluje, zda vyhovují parametrům (např. jestli není překřížená). Nakonec dojde k orádlování kapiláry z obou stran a následné kontrole pomocí kalibrů. Proces rádlování se opakuje u tyčinek, pouze ale z jedné strany.



Obrázek 11: Stáčení kapiláry, stočená kapilára (vlastní zpracování)

Každý první kus v jakékoli části výroby se nese ke kontrole k pověřeným osobám. Ty mají za úkol překontrolovat parametry. Pokud je vše v pořádku, pak dají svolení k výrobě.

5.2 Plnička

Na plničce probíhá výroba a plnění zásobníků. Ten se skládá ze tří částí: čidlo, sítko a víčko. Zásobníků se vyrábí 13 druhů, které se liší zejména hmotností uhlí. Další typ se poté liší tím, že je větší a je naplněn skelným vláknem. Poslední typ je prázdný.

V prvním kroku výroby se musí zásobníky orazit správným označením. Poté se čidla naplní určitým množstvím uhlí. Jeho rozmezí je zobrazeno v Tabulce 4. To by se mělo kontrolovat na váze po každých 50 kusech, zda hmotnost vyhovuje stanoveným mezím. Hodnoty se pak zapisují do příslušného formuláře.

Tabulka 4: Hodnoty aktivního uhlí (vlastní zpracování)

Aktivní uhlí / plnicí množství						
Číslo sestavy	Značení xx	Náplň aktivního uhlí v mm ³	Náplň aktivního uhlí v mg	Maximální přípustná hmotnost v mg + 10%	Ideální hmotnost náplně v mg	Minimální přípustná hmotnost v mg
F-AA1251	AA	231	150	165	158	150
F-AB1252	AB	315	180	193	189	180
F-AC1253	AC	373	200	220	210	200
F-AD1254	AD	375	250	275	263	250
F-AE1255	AE	547	300	330	315	300
F-AF1256	AF	712	375	412,5	394	375
F-AG1257	AG	1087	500	550	525	500
F-AH1258	AH	1641	680	748	714	680
F-AK1259	AK	2022	840	924	882	840
F-AL1260	AL	2302	910	1001	956	910
F-AM1261	AM	2645	1020	1122	1071	1020
F-AN1262	AN	3117	1300	1430	1365	1300
F-AO1263	AO	3465	1420	1562	1491	1420

Do naplněných zásobníků se ručně vloží sítko. Poté se vloží pod lis, do zásobníku se vloží víčko a provede se zalemování. Hotový zásobník, je zobrazen na Obrázku 12.



Obrázek 12: Hotový zásobník (vlastní zpracování)

5.3 Svařování hlav

Svařované hlavy se vyrábí ve dvou variantách. Nejprve se musí sestavit výrobek podle výkresu. Na podsestavu se položí přitlačná deska, poté membrána a nakonec víko. Potřebné součástky jsou zobrazeny na Obrázku 13.



Obrázek 13: Podsestava, přitlačná deska, membrána, víko (vlastní zpracování)

Sestava se uloží do svařecího zařízení a spustí se cyklus stroje. Během svaření na jedné straně stroje skládá obsluha další sestavu a ukládá ji do druhé strany. Po ukončení cyklu svaření se dílec vyjme a zkontroluje se kvalita sváru po jeho obvodu. V případě, že je zjištěna netěsnost ve sváru, je možné sestavu převarit ještě jednou. Zůstane-li vada ve sváru i nadále, sestava se označí červeným štítkem a uloží do červeného boxu.

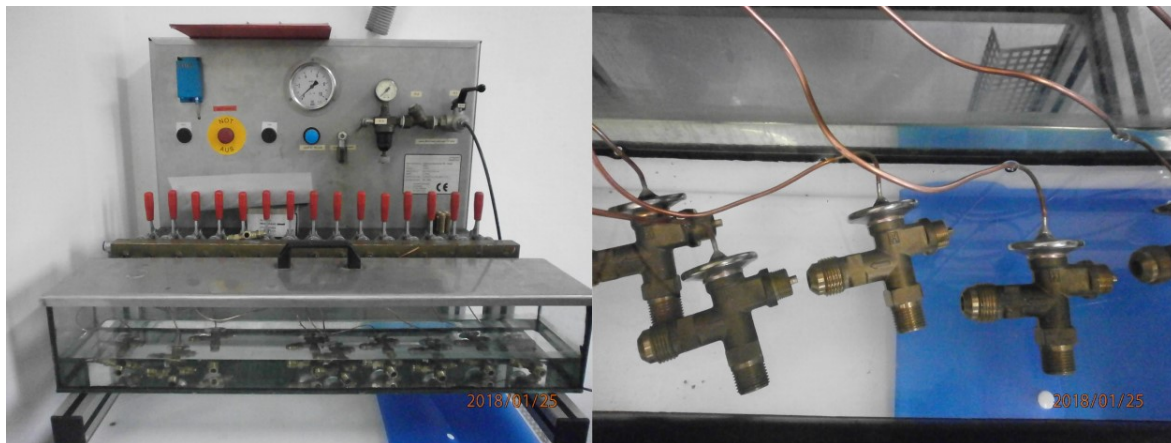
Pokud je svár v pořádku, dílec se vloží do tlakového zařízení pro formování membrány při tlaku 32 – 33 barů. Zařízení pro tlakování pak po skončení cyklu automaticky přesune dílec do postranního boxu. Hotová součástka je zobrazena na Obrázku 14.



Obrázek 14: Svařené hlavy (vlastní zpracování)

5.3.1 Test životnosti svařovaných hlav

Dle pokynů zákazníka se testuje životnost hlav, zobrazena na Obrázku 15. Test je několika násobně zrychlený a představuje 150 000 cyklů. Tímto testem se zjišťuje, zda jsou hlavy dobře svařeny a jestli membrány uvnitř nepraskají.

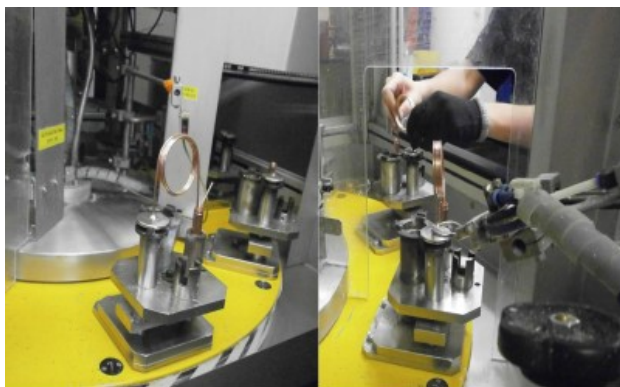


Obrázek 15: Test životnosti hlav (vlastní zpracování)

5.4 Letovačka a praní

5.4.1 Letovačka

Na tomto stanovišti dochází ke kompletaci termosystémů. Stroj je poloautomat, sám automaticky osazuje hlavy a zásobníky do letovací formy. Pracovník osadí letovací formu před sebou kapilárou, která spojuje zásobník s hlavou. Zásobník ještě osadí plnicí tyčinkou. Stroj se sám posunuje dle přednastaveného času v programu, který je 11 vteřin. Na dalším stanovišti stroj nanese na hlavu letovací pastu, která je přídatkem, který pomáhá k lepšímu pájení mědi (ze které je vyrobena kapilára), s nerezí (z té je vyrobena hlava). Stanoviště jedna a dva jsou zobrazena na Obrázku 16.



Obrázek 16: Operace č. 1 a č. 2 (vlastní zpracování)

Na třetím stanovišti stroj osazené komponenty předeheřívá před samotným procesem letování. Na další pozici stroj provede pájení letovacím stříbrem na straně zásobníku a pasty na straně hlavy. Na poslední páté pozici stroj pomocí mechanického ramene přenesení kus do automatické prací linky.

5.4.2 Praní

V pračce se hotové termosystémy očišťují od nečistot. Každý výrobek je z letovačky do pračky přemístěn pomocí mechanického ramene. Pračka se skládá ze dvou částí. V první části se nachází voda s mycím přípravkem a pomocí lehkých vibrací ultrazvuku se odstraňují nečistoty (zejména zbytky letovací pasty). V druhé lázni je čistá voda, která umývá termosystémy od mycího přípravku.

Vyprané sestavy obsluha důkladně vyčistí a zkontroluje. Poté se naskládají do hrnce a asi 40 minut se suší v peci při 130 °C, aby se odstranila zbytková vlhkost. Po vysušení se termosystémy poskládají na tyč a uloží do ocelových beden, jak je zobrazeno na Obrázku 17.



Obrázek 17: Termosystémy (vlastní zpracování)

5.5 Zjištěné vady

Při pozorování výrobního procesu byly odhaleny následující vady: u rádlování tyčinek a kapilár to bylo špatné rádlování, u stáčení kapilár jejich nesprávné stočení. U operace plnění zásobníků to byl nesprávně vyrobený zásobník a také nesprávná hmotnost uhlí v zásobníku. U sváření hlav to byla špatně vyrobená hlava a u letování termosystémů to byl vadně zaletovaný termosystém. Tyto vady jsou také zobrazeny v Tabulce 5. Všechny tyto problémy byly dále rozepsány v Ishikawa diagramu a následně podrobněji analyzovány pomocí FMEA analýzy.

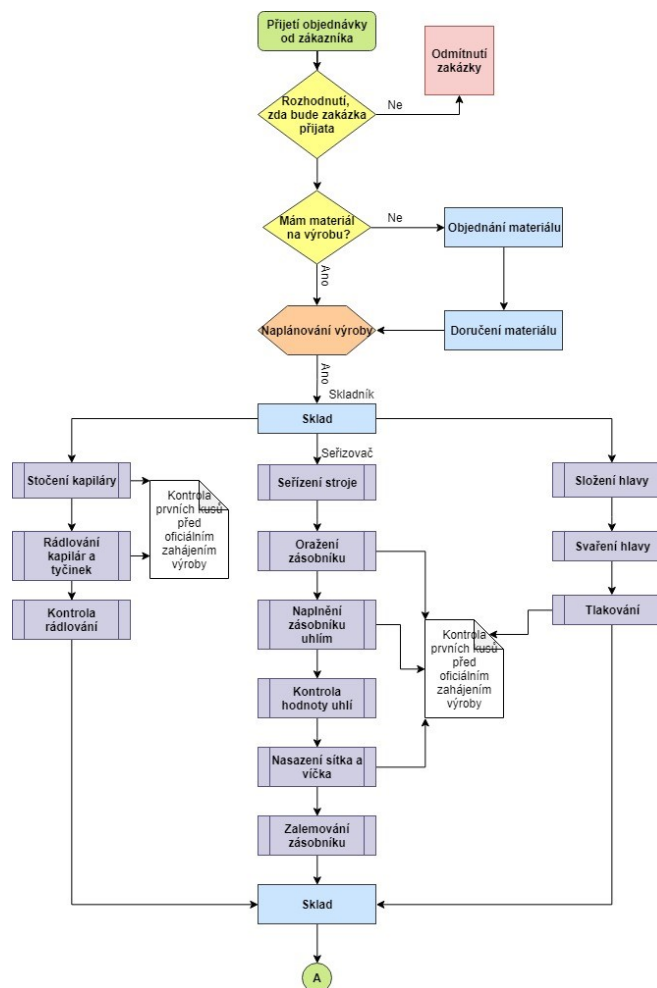
Tabulka 5: Zjištěné vady (vlastní zpracování)

Operace	Vada
Rádlování tyčinek a kapilár	Špatné rádlování
Stáčení kapilár	Nesprávné stočení
Plnění zásobníků	Nesprávně vyrobený zásobník
	Nesprávná hmotnost uhlí
Sváření hlav	Špatně vyrobená hlava
Letování termosystémů	Vadně zaletovaný termosystém

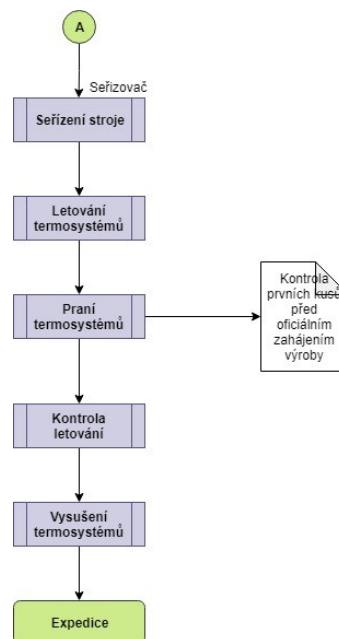
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

6.1 Vývojový diagram

Na obrázku je graficky zobrazena výroba termosystému. Na začátku celého procesu je příjem objednávky od zákazníka. V dalším kroku je rozhodnuto, zda je objednávka schválena. Pokud ano, zaměstnanec zodpovědný za plánování naplánuje výrobu produktu, který pak pošle do skladu přes interní informační systém. Na základě plánu pak skladník přiveze materiál na příslušná pracoviště, či je nachystá do pomocného regálu. Poté příslušný pracovník vyrobí část produktu. Výroba kapilár, tyčinek, zásobníků a hlav může probíhat paralelně. Po skončení výroby jsou součásti znovu převezeny do skladu, ze kterého jsou vydány v momentě, kdy dochází ke kompletování výrobku. Po zahájení výroby je součástka či produkt odnesen na kontrolu a ke schválení výroby. Po kompletaci jsou výrobky hned po vyrobení zabaleny do fólie a expedovány k zákazníkovi. Grafické znázornění procesu je na Obrázcích 18 a 19.



Obrázek 18: Procesní diagram 1. Část (vlastní zpracování)



Obrázek 19: Procesní diagram 2. Část (vlastní zpracování)

6.2 Ishikawa diagram

Zjištěné vady, ke kterým může v průběhu procesu výroby termosystému dojít, byly analyzovány pomocí Ishikawa diagramu.

6.2.1 Ishikawa diagram - Nesprávné stočení a orádlování kapilár

Tento Ishikawa diagram popisuje vadu nesprávné stočení a orádlování kapilár. Diagram je rozdělen do čtyř kategorií: lidé, materiál, metody a zařízení.

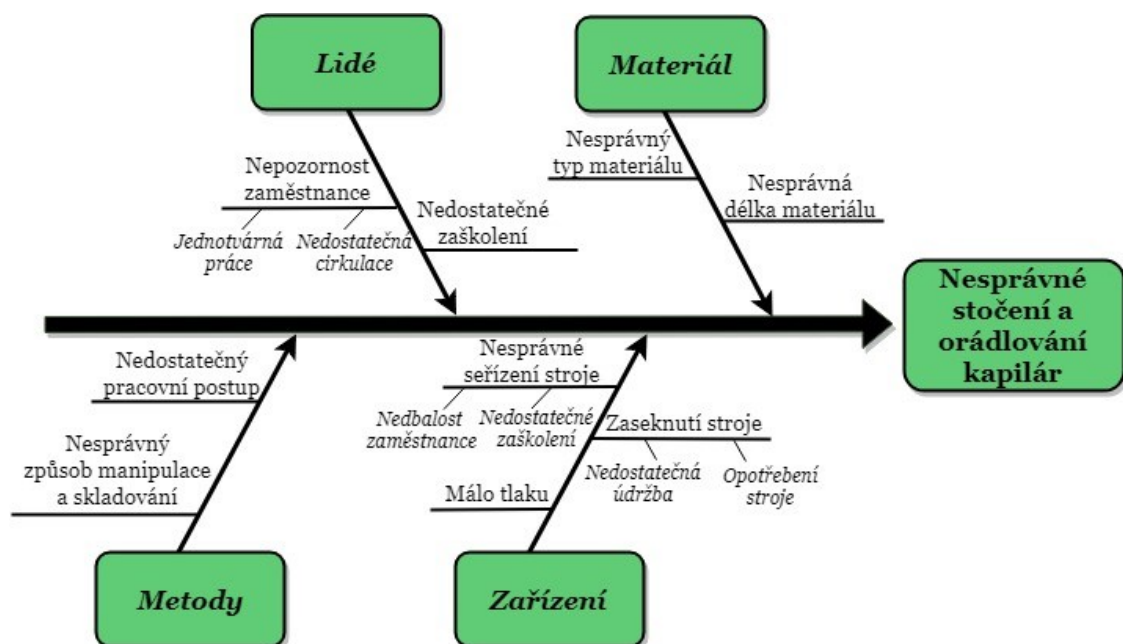
Lidé – V této kategorii jsou uvedeny dvě možné příčiny, které mohou způsobit analyzovanou vadu, a to nedostatečné zaškolení zaměstnance a nepozornost zaměstnance, která může být způsobena jednotvárnou prací či nedostatečnou cirkulací zaměstnanců.

Materiál – Tato kategorie obsahuje také dvě možné příčiny vady, kterými jsou nesprávný typ materiálu a nesprávná délka materiálu. Tyto vady jsou možné, avšak k nim prakticky nedochází.

Metody – Zde jsou uvedeny další dvě možné příčiny, které by mohly vadu způsobit. První je nedostatečný pracovní postup, druhý je nesprávný způsob manipulace a skladování, který může ovlivnit tvar kapiláry, což může vést k problémům u následující operace letování.

Zařízení – V této kategorii byly identifikovány tři možné příčiny problému. První je nesprávné seřízení stroje. U této vady byly nalezeny ještě dvě další možné příčiny, a to nedbalost zaměstnance, který je za toto zodpovědný, či jeho nedostatečné zaškolení. Dalším důvodem může být to, že zařízení není pod dostatečným tlakem. Jako poslední příčina bylo identifikováno zaseknutí stroje, které může být způsobeno nedostatečnou údržbou či opotřebením stroje v průběhu času.

Na Obrázku 20 je zobrazen Ishikawa diagram nesprávného stočení a orádlování kapilár.



Obrázek 20: Ishikawa diagram – Nesprávné stočení a orádlování kapilár (vlastní zpracování)

6.2.2 Ishikawa diagram - Nesprávně vyrobený zásobník

Tento druhý Ishikawa diagram popisuje vadu nesprávně vyrobený zásobník. Diagram je rozdělen do čtyř kategorií, které mohou mít vliv na výrobu součástky. Tyto kategorie se nazývají: lidé, materiál, metody a zařízení.

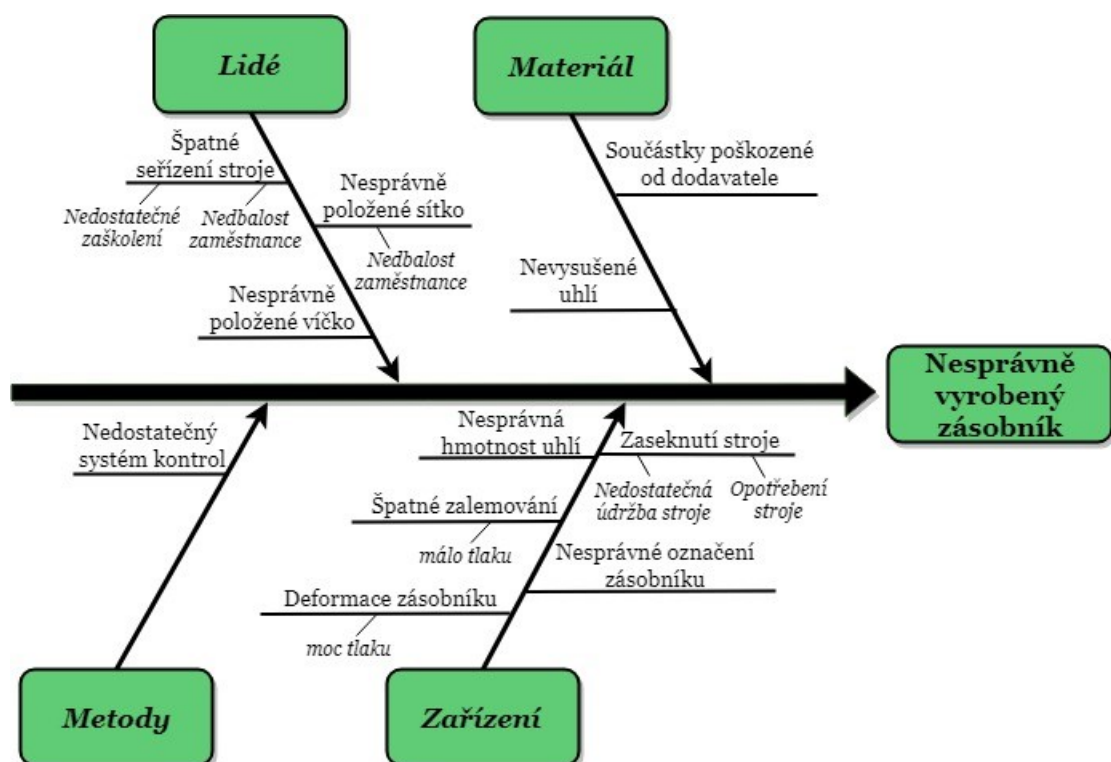
Lidé – Tato kategorie obsahuje tři možné příčiny vady. První možnou příčinou, která může způsobit nesprávné vyrobení zásobníku, je špatné seřízení stroje. To může být dále způsobené nedostatečným zaškolením či nedbalostí zaměstnance. Dále zde bylo zařazeno nesprávně položené sítko, které může být způsobeno nedbalostí zaměstnance. Jako poslední možná příčina bylo uvedeno nesprávně položené víčko.

Materiál – V této kategorii jsou uvedeny dvě možné příčiny. První jsou součástky poškozené od dodavatele. Druhou bylo nevysušené uhlí.

Metody – V této kategorii byla identifikována pouze jedna příčina, a to nedostatečný systém kontrol.

Zařízení – Tato kategorie obsahuje pět možných příčin vady. Jako první je nesprávná hmotnost uhlí, která může být způsobena např. zaseknutím stroje. To může být dále způsobeno nedostatečnou údržbou stroje či jeho opotřebením v průběhu času. Jako další příčina bylo uvedeno špatné zalemování zásobníku, které může být způsobeno malým množstvím tlaku v zařízení. Dále byla uvedena vada nesprávné označení zásobníku, které může být způsobeno zaseknutím stroje či jeho nesprávným nastavením. Jako poslední byla identifikována deformace zásobníku. Ta může být způsobena např. velkým množstvím tlaku ve stroji.

Na Obrázku 21 je zobrazen Ishikawa diagram nesprávně vyrobeného zásobníku.



Obrázek 21: Ishikawa diagram – Nesprávně vyrobený zásobník (vlastní zpracování)

6.2.3 Ishikawa diagram - Nesprávná hmotnost uhlí

V tomto Ishikawa diagramu jsou zobrazeny možné příčiny vady nesprávné hmotnosti uhlí, která přímo souvisí s nesprávně vyrobeným zásobníkem. V tomto diagramu byla ještě více dopodrobna rozvedena. Ishikawa diagram byl rozdělen do pěti kategorií: lidé, materiál, prostředí, metody a zařízení.

Lidé – V této kategorii byly identifikovány tři možné příčiny analyzované vady. Nesprávná hmotnost uhlí může být způsobena např. špatným seřízením stroje, což může být následek nedbalosti zaměstnance či jeho nedostatečné zaškolení. Druhou možnou příčinou může být nepozornost zaměstnance při samotné výrobě či nedostatečné provádění kontrol.

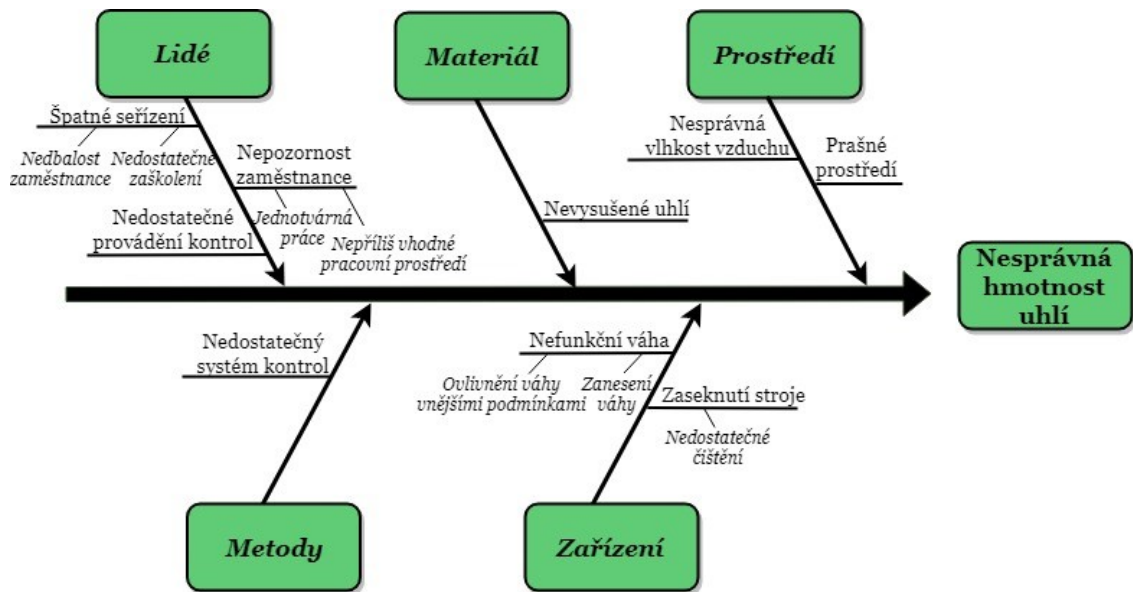
Materiál – Do této kategorie byla zařazena pouze jedna vada, a to nevysušené uhlí. Pokud se uhlí nevysuší, může mít jinou hmotnost.

Prostředí – V této kategorii byly identifikovány dvě možné příčiny. Tou první byla nesprávná vlhkost vzduchu, která může mít vliv na hmotnost uhlí a jeho objem. Jako druhá příčina bylo uvedeno prašné prostředí.

Metody – Zde je uvedena pouze jedna příčina, a to nedostatečný systém kontrol. Část kontroly probíhá na vizuální úrovni. Druhá část spočívá v převažování uhlí na kontrolní váze. Tato kontrola by měla probíhat často, avšak zabírá hodně času a vážené uhlí je vysypáno zpět do dávkovače.

Zařízení – V této části byly identifikovány dvě příčiny, které mohou mít vliv na vznik vady. První příčinou je nefunkční váha, na které probíhá kontrola hmotnosti. Tato váha je velmi citlivá, proto může být ovlivněna např. zanesením nečistotami či proudem vzduchu vycházejícího z větráku. Jako poslední příčina bylo identifikováno zaseknutí stroje, které může vést buď k přesypání či nedostatečnému nasypání požadovaného množství uhlí.

Obrázek 22 zobrazuje Ishikawa diagram nesprávné hmotnosti uhlí.



Obrázek 22: Ishikawa diagram – nesprávná hmotnost uhlí (vlastní zpracování)

6.2.4 Ishikawa diagram – Špatně vyrobená hlava

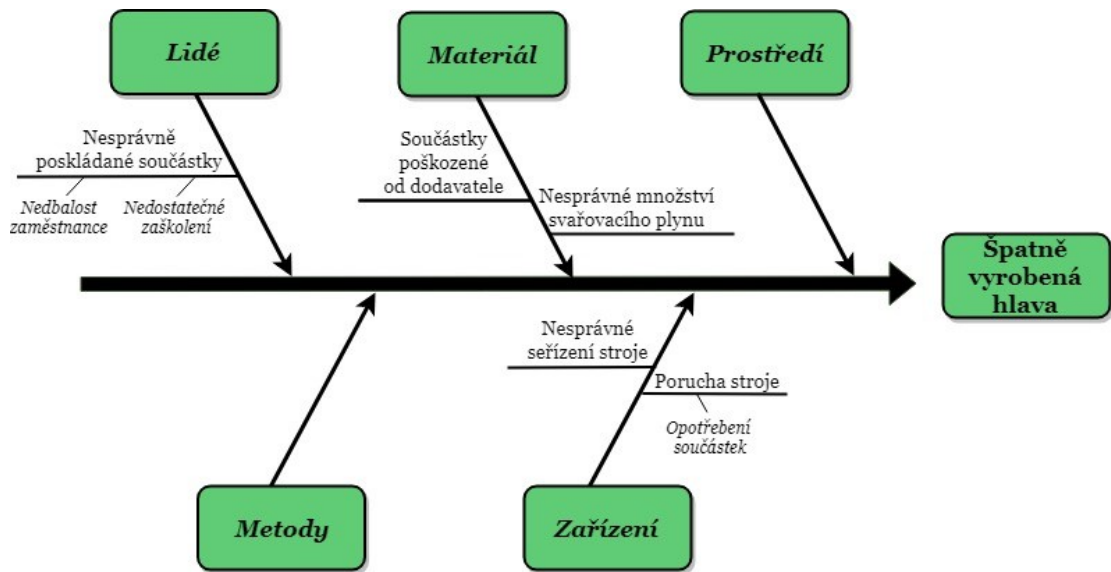
Tento Ishikawa diagram popisuje možné příčiny špatně vyrobené hlavy. Ishikawa diagram byl rozdělen do tří kategorií: lidé, materiál a zařízení. Další možné kategorie nemají na příčinu žádný vliv.

Lidé – Zde byla identifikována pouze jedna možná příčina, a to nesprávně poskládané součástky hlavy. Tato chyba může být zapříčiněna např. nedbalostí zaměstnance, či jeho nedostatečným zaškolením, zejména pokud jde o nové zaměstnance.

Materiál – V této kategorii byly nalezeny dvě možné příčiny. Jedná se o součástky poškozené od dodavatele a nesprávné množství svařovacího plynu.

Zařízení – Do této kategorie byly zapsány také dvě možné příčiny. Tou první bylo nesprávné seřízení stroje. Druhou pak byla porucha stroje v důsledku jeho opotřebení v průběhu času.

Na Obrázku 23 je zobrazen Ishikawa diagram špatně vyrobené hlavy.



Obrázek 23: Ishikawa diagram – špatně vyrobená hlava (vlastní zpracování)

6.2.5 Ishikawa diagram – Vadně zaletovaný termosystém

Poslední Ishikawa diagram zobrazuje příčiny vadně zaletovaného termosystému. Diagram byl rozdělen do čtyř kategorií: lidé, materiál, metody a zařízení.

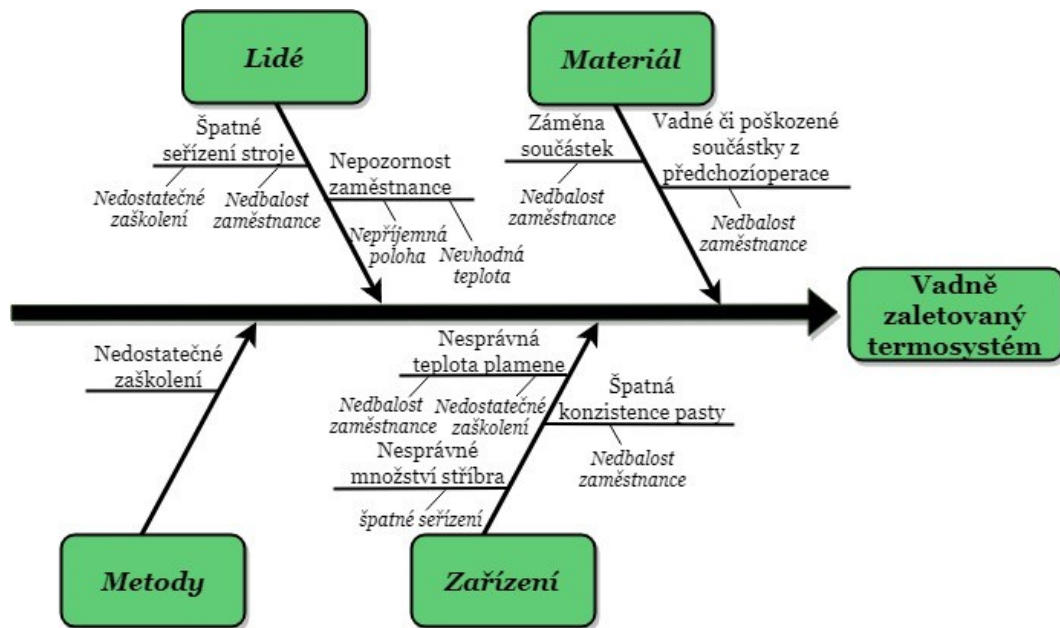
Lidé – Do této kategorie byly uvedeny dvě možné příčiny vady. První byla špatné seřízení stroje a nepozornost zaměstnance, která může být způsobena statickou polohou při vykonávání práce a dále také nevhodnou teplotou, zejména v letních měsících, kdy teplota v okolí stroje přesahuje 30 °C.

Materiál – V této kategorii byly identifikovány také dvě vady, nejprve to byla záměna součástek, kterou může způsobit nedbalost zaměstnance, dále to byly vadné či poškozené součástky z předchozí operace.

Metody – Zde byla uvedena pouze jedna možná příčina, a to nedostatečné zaškolení pracovníka při zasazování součástek do letovacího stroje.

Zařízení - V této části byly identifikovány tři možné příčiny, a to nesprávná teplota plamene, která může způsobit spálení tyčinek či kapilár. Tato příčina může být způsobena nedbalostí zaměstnance či jeho nedostatečným zaškolením. Jako další bylo uvedeno nesprávné množství stříbra a špatná konzistence letovací pasty.

Obrázek 24 zobrazuje Ishikawa diagram vadně zaletovaného termosystému.



Obrázek 24: Ishikawa diagram – Vadně zaletovaný termosystém (vlastní zpracování)

6.3 FMEA analýza

Nejprve byl zvolen výrobek, jehož výrobní proces se analyzoval pomocí metody FMEA. Tímto výrobním postupem se stal proces výroby termosystémů. Ten se skládá z několika částí: před kompletací výsledného výrobku se musí vytvořit kapiláry, tyčinky, zásobníky a hlavy.

Byly stanoveny různé možné typy vad, které se během vykonávání daných procesů mohly objevit. Ty byly dále rozepsány v Ishikawa diagramu, který sloužil jako podkladový materiál pro podrobnější FMEA analýzu. Do ní se zahrnují všechny chyby, i takové, které se mohly zdát na první pohled bezvýznamné.

6.3.1 FMEA analýza operace stáčení kapilár a rádlování tyčinek a kapilár

Při provádění operace rádlování se vyskytla pouze jedna vada, a to špatné rádlování. Prvním možným důsledkem může být propadnutí tyčinky či kapiláry, jehož příčinou může být porucha či špatné nastavení kompresoru. Druhým důsledkem byla nepoužitelnost součástky, jejíž příčinou bylo zaseknutí stroje.

U operace stáčení kapilár byla identifikována také jedna vada, a to nesprávné stočení kapilár. Důsledkem pak může být nesejmutí čidlem při letování celého systému. Možnými pří-

činami může být nepozornost obsluhy, nedostatečné zaškolení, nesprávná délka materiálu, nebo také změna tvaru už hotové kapiláry v průběhu manipulace a skladování.

Význam – V tomto sloupci bylo ke každé vadě přiděleno číslo, které říká, jak závažné mohou být důsledky dané chyby. Index významu se pohybuje mezi hodnotami 1 – 10. Hodnota 1 znamená, že následná vada nemá žádný následek. Hodnota 10 naopak říká, že následek vady může být velmi nebezpečný a může vyústit až v ohrožení pracovníka bez jakéhokoli varování. Během operací rádlování a stáčení kapilár se vyskytly hodnoty 5 a 8. Nejnižší hodnota 5 se vyskytla u nesejmutí čidlem při letování. Hodnota 8 se objevila u propadnutí tyčinky či kapiláry a také u nepoužitelnosti součástky.

Výskyt – V této kolonce je uvedena pravděpodobnost, s jakou se vada vyskytne. Nabývá hodnotu od 1 do 10. Hodnota 1 říká, že pravděpodobnost výskytu vady je velmi vzdálená, a nebyla nikdy zaznamenána. Hodnota 10 tvrdí, že pravděpodobnost výskytu vady je velmi vysoká, tedy že je téměř nevyhnutelná. Během analyzované operace se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 1 do 6. Nejnižší hodnotu 1 měla nesprávná délka materiálu. Nejvyšší hodnota 6 pak byla přiřazena k změně tvaru hotové kapiláry během manipulace a skladování. Druhá nejvyšší hodnota 5 se vyskytla např. u zaseknutí stroje.

Odhalení – Tento sloupec popisuje pravděpodobnost, s jakou bude vada či její příčina odhalena. Hodnoty v tomto sloupečku se také pohybují mezi čísly 1 až 10. Hodnota 1 tvrdí, že pravděpodobnost, se kterou stávající kontroly vadu odhalí, je téměř jistá. Číslo 10 naopak říká, že k odhalení vady nejsou k dispozici žádné kontroly. Hodnoty v tomto sloupci nabývaly hodnot 2 nebo 3. Hodnota 2 se vyskytla například u zaseknutí stroje, které je vizuálně okamžitě zaznamenáno. Číslo 3 se vyskytlo u propadnutí tyčinky či kapiláry, kde probíhá vizuální kontrola pomocí kalibrů. Ta však neprobíhá u každého kusu.

Nakonec bylo stanoveno číslo MR/P. K jeho zjištění byl použit vzorec:

$$MR/P = \text{význam} * \text{výskyt} * \text{odhalení}$$

Nejnižší číslo 10 vyšlo u nesprávného stočení kapilár, jehož příčinou je nesprávná délka materiálu. Nejvyšší číslo 96 vyšlo u propadnutí tyčinky či kapiláry, jehož příčinou je nedostatečné orádlování z důvodu poruchy kompresoru.

V Tabulce 6 je zobrazena FMEA analýza operace stáčení kapilár a rádlování tyčinek a kapilár.

Tabulka 6 – FMEA analýza operace stáčení kapilár a rádlování tyčinek a kapilár
(vlastní zpracování)

Krok/Operace	Možná vada	Možné(y) důsledek(y) vady	Význam	Možná(é) příčina(y) vady	Výskyt	Stávající kontroly procesu (Preventive)	Odhalení	MR/P
Rádlování	Špatné rádlování	Propadnutí tyčinky či kapiláry	8	Porucha kompresoru	4	Kontrola operátorem při výrobě	3	96
		Nepoužitelnost součástky	8	Zaseknutí stroje	5	Kontrola operátorem při výrobě	2	80
Stáčení kapilár	Nesprávné stočení kapilár	Nesejmutí čidlem při letování	5	Nepozornost obsluhy	5	Kontrola operátorem při výrobě	3	75
				Nedostatečné zaškolení	4	Kontrola operátorem při výrobě	3	60
				Nesprávná délka materiálu	1	Kontrola ve skladu při výdeji	2	10
				Změna tvaru hotové kapiláry v během manipulace a skladování	6	Kontrola operátorem při výrobě	2	60

6.3.2 FMEA analýza operace sváření hlav

Při vykonávání operace sváření hlav se vyskytly čtyři možné vady. První z nich byl vadný svár. Příčinou může být nesprávné seřízení stroje seřizovačem. Následkem je pak nefunkčnost či špatná funkčnost výrobku. Druhou vadou byly špatně poskládané součástky. Tento problém mohla způsobit nepozornost zaměstnance či jeho nedostatečné zaškolení. Důsledkem je nefunkčnost výrobku. Jako třetí bylo zpozorováno nesprávné natlakování strojem. To může být způsobeno nesprávným seřízením stroje. Následkem je stejně, jako v předchozích případech, nefunkčnost výrobku. Nakonec byla zpozorována bublina ve sváru. Ta mohla být způsobena nesprávným seřízením stroje. Důsledkem je také nesprávná funkčnost výrobku.

Význam – V této kolonce bylo ke každé vadě přiděleno číslo, které říká, jak významná či závažná chyba může být. Číslo se může pohybovat mezi hodnotami 1 až 10. U této operace se pouze vyskytla hodnota 8 a to z toho důvodu, že analyzované vady mohou zapříčinit špatnou funkčnost či úplnou nefunkčnost výrobku.

Výskyt – Tento sloupec popisuje, jak často se daná vada vyskytuje. Tato kolonka může nabývat hodnot od 1 do 10. U této operace se vyskytla pouze hodnota 3, protože uvedené vady se v průběhu procesu vyskytovaly pouze ojediněle.

Odhalení – Tato kolonka popisuje pravděpodobnost, s jakou bude vada nebo její příčina odhalena. Stejně jako předchozí kolonky, i hodnoty v tomto sloupci se mohou pohybovat od 1 do 10. Při analýze této operace se pouze vyskytla hodnota 2.

Nakonec bylo stanoveno číslo MR/P. Jelikož se u všech analyzovaných vad vyskytly stejné dílčí hodnoty, je konečné číslo u všech stejné, tedy 48.

Tabulka 7 zobrazuje analýzu FMEA operace sváření hlav.

Tabulka 7 – FMEA analýza operace sváření hlav (vlastní zpracování)

Krok/Operace	Možná vada	Možné(y) důsledek(y) vady	Význam	Možná(é) příčina(y) vady	Vyskyt	Stávající kontroly procesu (Preventive)	Odhadění	MR/P
Sváření	Vadný svár	Nefunkčnost či špatná funkčnost výrobku	8	Nesprávné seřízení	3	Vizuální kontrola	2	48
	Špatně poskládané součástky	Nefunkčnost výrobku	8	Nedostatečné zaškolení	3	Vizuální kontrola	2	48
				Nepozornost zaměstnance	3	Vizuální kontrola	2	48
	Nespávné natlakování	Nefunkčnost či špatná funkčnost výrobku	8	Nesprávné seřízení	3	Vizuální kontrola	2	48
	Bublina ve sváru	Nefunkčnost výrobku	8	Nesprávné seřízení	3	Vizuální kontrola	2	48

6.3.3 FMEA analýza operace plnění zásobníků

Při provádění operace plnění zásobníků se vyskytlo šest vad. První z nich bylo špatné ražení výrobku. Příčinou může být buď nepozornost zaměstnance, nebo zaseknutí stroje. Důsledkem vady je pak nesprávné označení výrobku. Další vadou byla nesprávná hmotnost uhlí. Ta může být zapříčiněna hned několika aspekty – může k ní dojít buď díky zaseknutí stroje či jeho špatnému seřízení, dále také může být příčinou nevysušené uhlí nebo nefunkční váha. Následkem pak může být omezená funkčnost či zamítnutí výrobku (tester při testování může vyhodnotit chybu). Jako další vada bylo identifikováno špatně vložené sítko. Příčinou může být nepozornost obsluhy. Důsledkem pak může být ucpání kapiláry či tyčinky uvolněným uhlím, což vede k nefunkčnosti výrobku. Další zjištěná vada bylo nesprávně položené víčko. Příčinou může být nepozornost zaměstnance. Následkem je pak ztížení kompletace výsledného výrobku. Jako předposlední vada byl identifikován nedostatečně zalemovaný zásobník. Příčinou je špatné seřízení tlakovacího stroje, kdy je nastaveno málo tlaku. Důsledkem je zatečení zásobníku stříbrem při kompletaci výrobku, což způsobí nefunkčnost výsledného výrobku. Jako poslední vada byla zaznamenána deformace zásobníku. Ta může být způsobena přílišným tlakem v tlakovacím stroji a následkem je ztížení kompletace výrobku. Druhou příčinou může být nepozornost obsluhy, což může zapříčinit zničení zásobníku.

Význam – V tomto sloupci bylo ke každé vadě přiřazeno číslo od 1 – 10, které určuje význam vady. U operace plnění zásobníků se čísla pohybovala mezi hodnotami 3 a 8. Nejnižší hodnota se vyskytla u nesprávného označení výrobku. Nejvyšší hodnota se vyskytla u nesprávné hmotnosti uhlí, dále také u špatně vloženého sítka nebo nedostatečně zalemovaného zásobníku.

Výskyt – Tato kolonka popisuje pravděpodobnost, s jakou se vada vyskytne. Index může nabývat hodnot od 1 do 10. V analyzovaném procesu se hodnoty pohybovaly mezi čísly 2 až 6. Nejnižší hodnota byla identifikována u deformace zásobníku, která byla způsobena nepozorností obsluhy. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u nesprávné hmotnosti uhlí způsobené zaseknutím stroje.

Odhalení – Tento sloupec popisuje pravděpodobnost, s jakou bude vada či její příčina odhalena. Může nabývat hodnot od 1 do 10. U analyzované operace se hodnoty pohybovaly mezi čísly 2 a 10. Nejnižší hodnota se objevila u špatného ražení či u deformace zásobníku zapříčiněného nepozorností obsluhy. Nejvyšší hodnota se vyskytla u nesprávné hmotnosti uhlí zpříčiněné jeho nevysušením.

Nakonec bylo stanoveno číslo MR/P. Výsledné hodnoty ukazatele se pohyboval mezi čísly 30 a 320. Nejnižší hodnota vyšla u špatného ražení, které bylo zapříčiněno nepozorností obsluhy. Nejvyšší číslo pak bylo zaznamenáno u nesprávné hmotnosti uhlí, které bylo způsobeno nevysušením uhlí. Druhá nejvyšší hodnota 144 byla zaznamenána také u nesprávné hmotnosti uhlí. Tentokrát však příčinou bylo zaseknutí stroje.

V Tabulce 8 je zobrazena FMEA analýza operace plnění zásobníků.

Tabulka 8 – FMEA analýza operace plnění zásobníků (vlastní zpracování)

Krok/Operace	Možná vada	Možné(y) důsledek(y) vady	V ýznam	Možná(ě) příčina(y) vady	V ýskyt	Stávající kontroly procesu (Preventive)	Odhadnutí	MRP
Plnička	Špatné ražení	Nesprávné označení výrobku	3	Nepozornost obsluhy	5	Vizuální kontrola	2	30
				Zaseknutí stroje	6		2	36
	Nesprávná hmotnost uhlí	Nesprávné fungování výrobku - tester vyhodnotí chybu	8	Zaseknutí stroje	6	Kontrolní měření prováděná operátorem	3	144
				Špatné seřízení stroje	3		4	96
				Nevysušené uhlí	4		10	320
				Nefunkční váha	4		3	96
	Špatně vložené sítko	Ucpání kapiláry či tyčinky	8	Nepozornost obsluhy	4	Vizuální kontrola	3	96
	Nesprávně položené víčko	Ztížení kompletace	5	Nepozornost obsluhy	4	Vizuální kontrola	4	80
	Nedostatečně zalemovaný zásobník	Zatečení zásobníku stříbrem → nefunkčnost výrobku	8	Špatně seřízený stroj (málo tlaku)	3	Vizuální kontrola	4	96
	Deformace zásobníku	Ztížení kompletace během operace letování	4	Špatně seřízený stroj (moc tlaku)	3	Vizuální kontrola	5	60
Zničení zásobníku		8	Nepozornost obsluhy	2	2		32	

6.3.4 FMEA analýza operace letování termosystémů

Při provádění operace letování termosystémů bylo zaznamenáno pět možných vad. Jako první bylo zaznamenáno vadné zaletování, jehož příčinou je špatně seřízený stroj. Důsledkem je pak nefunkčnost termosystému. Další vadou byly spálené tyčinky. Příčinou může být vysoká teplota hořáku či nesprávné umístění tyčinky operátorem při kompletaci. Následkem je ulomení tyčinek při následné manipulaci. Další možnou vadou je nesejmutí kapiláry čidlem. Příčin je hned několik: může jí být nesprávně stočená kapilára, dále také změna tvaru kapiláry při manipulaci a skladování, přičemž tyto dvě možné příčiny může být někdy složité od sebe odlišit. Další příčinou je nesprávné nastavení čidla či nepozornost zaměstnance. Důsledkem je plýtvání časem a také ožehnutí zásobníku. Jako další vada bylo identifikováno upadnutí zásobníku, které může být zapříčiněno nesprávným množstvím stříbra. Důsledkem je nefunkčnost výrobku. Jako další bylo zpozorováno zatečení zásobníku stříbrem. Příčinou může být nedostatečně zalemovaný zásobník či nesprávně zkompletovaný termosystém. Jako poslední bylo identifikováno upadnutí hlavy. To může být zapříčiněno špatnou konzistencí pasty či uspáním trubic, ve kterých pasta teče.

Význam - V této kolonce se hodnoty analyzovaného procesu pohybovaly mezi čísly 5 až 8. Nejnižší hodnota byla přiřazena k nesejmutí kapiláry čidlem. Nejvyšší hodnota se vyskytla u vadného zaletování, spálených tyčinek a zatečení zásobníku. Všechny tyto vady vedou k nefunkčnosti termosystému. U vady upadnutí zásobníku a hlavy byla přiřazena hodnota 7.

Nižší číslo zde bylo přiřazeno proto, že ačkoliv tyto vady vedou k nefunkčnosti výrobku, lze je napravit mimo výrobní proces.

Výskyt – V tomto sloupci se hodnoty pohybovaly mezi čísly 3 až 6. Nejnižší hodnota byla přiřazena např. k špatně seřízenému stroji, nedostatečně zalemovanému zásobníku, špatné konzistenci pasty či se vyskytla u nesprávně zkompletovaného termosystému. Nejvyšší hodnota byla přiřazena ke změně tvaru kapiláry v průběhu manipulace a skladování.

Odhalení – V této sekci se čísla pohybovala v rozmezí od 2 do 5. Nejnižší hodnota byla přiřazena k vadnému zaletování, zatečení zásobníku nebo k upadnutí hlavy. Nejvyšší hodnota byla přiřazena k nesejmutí kapiláry z důvodu změny tvaru v průběhu skladování a manipulace. Vyšší číslo zde bylo přiřazeno i z toho důvodu, že je někdy těžké rozlišit, zda byla kapilára špatně stočena, či se její tvar změnil později.

Nakonec bylo stanoveno číslo MR/P. Výsledné hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 42 do 150. Nejnižší číslo bylo zaznamenáno u upadnutí hlavy, jejíž příčinou je špatná konzistence pasty. Nejvyšší hodnota se vyskytla u nesejmutí tvaru kapiláry, jehož příčinou je změna tvaru během manipulace a skladování.

V Tabulce 9 je zobrazena FMEA analýza operace letování termosystémů.

Tabulka 9 – FMEA analýza operace letování termosystémů (vlastní zpracování)

Krok/Operace	Možná vada	Možné(y) důsledek(y) vady	Význam	Možná(ě) příčina(y) vady	Výskyt	Stávající kontroly procesu (Preventive)	Odhalení	MR/P
Letování	Vadné zaletování	Nefunkčnost termosystému	8	Špatně seřízený stroj	3	Kontrola operátorem při výrobě	2	48
	Spalené tyčinky	Ulomení při manipulaci	8	Vysoká teplota hořáku	3	Kontrola operátorem při výrobě	3	72
				Nesprávné posazení tyčinky operátorem	4	Kontrola operátorem při výrobě	3	96
	Nesejmutí kapiláry čidlem	Plytvání časem a ožehnutí zásobníku	5	Nesprávně natočená kapilára	4	Kontrola operátorem při výrobě	4	80
				Špatně nastavené čidlo	5		2	50
				Změna tvaru kapiláry při manipulování a skladování	6		5	150
				Nedbalost zaměstnance	5		2	50
	Upadnutí zásobníku	Nefunkčnost termosystému	7	Nesprávné množství stříbra	3	Kontrola operátorem při výrobě	3	63
	Zatečení zásobníku	Nefunkčnost termosystému	8	Nedostatečně zalemovaný zásobník	3	Kontrola operátorem při výrobě	2	48
				Nesprávně zkompletovaný termosystém	3			
	Upadnutí hlavy	Nefunkčnost termosystému	7	Špatná konzistence pasty	3	Kontrola operátorem při výrobě	2	42
				Ucpání trubic	4	Kontrola při zahájení výroby	2	56

6.4 Shrnutí výsledků FMEA analýzy

Na základě výsledků FMEA analýzy, tedy výsledného čísla MR/P, byly stanoveny nejčastější možné vady, které vedou k vyrobení vadného výrobku. U operace rádlování a stáčení bylo zaznamenáno nejvyšší číslo 96. To se objevilo u propadnutí tyčinky či kapiláry z důvodu špatného rádlování. U operace sváření hlav byla zaznamenána hodnota 48 u všech analyzovaných problémů. U operace plnění zásobníků byla nejvyšší zaznamenaná hodnota 320 u nesprávné hmotnosti uhlí díky jeho nevysušení. To byla také nejvyšší zaznamenaná hodnota. U poslední operace letování termosystémů pak byla zaznamenána nejvyšší hodnota 150 u nesejmutí kapiláry čidlem z důvodu změny tvaru kapiláry při manipulování a skladování. Shrnutí výsledků FMEA analýzy je zobrazeno v Tabulce 10.

Tabulka 10 – Shrnutí výsledků FMEA analýzy (vlastní zpracování)

Operace	Vada	MR/P
Rádlování tyčinek a kapilár + stáčení kapilár	Propadnutí tyčinky či kapiláry (špatné rádlování)	96
Sváření hlav	Všechny analyzované vady	48
Plnění zásobníků	Nesprávná hmotnost uhlí (nevysušené)	320
Letování termosystémů	Nesejmutí kapiláry čidlem (změna tvaru v průběhu manipulace a skladování)	150

7 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

V této kapitole je celkové shrnutí výsledků FMEA analýzy pomocí Paretova diagramu. Na jeho základě byly vybrány vady, které vyšly jako nejdůležitější na základě čísla MR/P. Na ně pak byla navržena možná řešení.

7.1 Pareto diagram

Na základě Paretova diagramu, který je zobrazen v Příloze 1, byly vybrány tři vady, které se dle zlomu na Lorenzově křivce jeví jako nejkritičtější.

První problém, který Lorenzova křivka odhalila, byla nesprávná hmotnost uhlí, jejíž příčinou je jeho nevysušení. Dalším důležitým problémem se ukázalo být nesejmutí kapiláry čidlem, jehož příčinou je změna tvaru kapiláry při manipulaci a skladování. Poslední kritickou vadou byla nesprávná hmotnost uhlí, jehož důvodem bylo zaseknutí stroje.

7.2 Návrhy na zlepšení

V této podkapitole jsou představena možná řešení vybraných problémů, které byly identifikovány pomocí Ishikawa diagramu, analýzy FMEA a Paretova diagramu. Byla to nesprávná hmotnost uhlí, jehož důvodem bylo nevysušení uhlí. Dále bylo uvedeno nesejmutí kapiláry čidlem, jehož příčinou byla změna tvaru kapiláry při manipulaci a v průběhu skladování. Jako poslední byla zjištěna nesprávná hmotnost uhlí, ke které vedlo zaseknutí stroje.

7.2.1 Nesprávná hmotnost uhlí - nevysušení

Tento problém vyšel v rámci FMEA analýzy a Pareto diagramu s hodnotou 320 na prvním místě. Je těžké říci, jak často se tento problém vyskytuje, jelikož neexistuje žádná kontrola ani se nevedou žádné záznamy. Právě tento fakt vedl k jeho vysokému umístění. Vysušení uhlí je činnost, která by se měla konat více méně automaticky, někdy se na ni ale může zapomenout.

Řešením této situace by mohla být změna v kontrolním formuláři, do kterého by měl pracovník zapisovat hmotnost uhlí při provádění kontrolních měření. Tento formulář byl doplněn o jednu kolonku, do které by příslušný pracovník zapsal, zda bylo uhlí vysušeno. Tento formulář je zobrazen v Příloze VI.

7.2.2 Změna tvaru kapiláry při manipulaci a skladování

Kapilára je důležitou součástí výrobku, která spojuje zásobník s hlavou. Při procesu kompletování po sejmutí laserovým čidlem také slouží k aktivaci letovacího stroje. Pokud ji tedy čidlo nesejme, výrobek projde celým strojem, aniž by se zkompletoval. Jelikož je krok jednoho cyklu stroje celkem krátký, asi 11 vteřin, není tam pro pracovníka mnoho prostoru na to, aby s čidlem či kapilárou nějak významně manipuloval.

K nesejmutí kapiláry čidlem může dojít ze dvou důvodů. Prvním je nesprávně nastavené čidlo, což se snadno vyřeší jeho přenastavením. Pokud je však čidlo nastaveno správně, příčinou může být změna tvaru kapiláry, zejména zkřivením koncových částí, které se připojují k zásobníku a hlavě, ale také změna tvaru natočené části.

Ke změně tvaru kapiláry nejčastěji dochází v průběhu skladování a při manipulaci. Kapiláry jsou skladovány v bednách. V nich jsou naházeny bez nějakého řádu, proto se mohou velice snadno zamotat do sebe a při manipulaci s bednou a vytahování kapilár v průběhu kompletace termosystémů může dojít ke změně tvaru. Což nejenže ztěžuje kompletaci výrobku, ale má také estetický vliv na jeho vzhled.

Tento problém může být vyřešen změnou skladování kapilár. Ty by se mohly skladovat na tyčích, stejně jako se skládají hotové termosystémy na expedici, zobrazené na Obrázku 17. Dalším možným řešením by mohlo být skládání kapilár do pořadačů, ve kterých by každá měla svou vlastní kóji, která by zabránila jejich zamotání. Pořadače by poté byly naskládány na sebe v bedně. Nevýhodou těchto řešení je, že by se zvýšil prostor potřebný pro skladování kapilár.

7.2.3 Zaseknutí plnicího stroje

Plnicí stroj je důležitou součástí pracovního procesu. Slouží k dávkování uhlí do zásobníků v závislosti na jeho typu. V průběhu této operace dochází často k zaseknutí stroje. Následkem pak je nasypání menší či větší hmotnosti uhlí, než je požadováno.

Řešením by mohla být větší automatizace stroje. I přes poměrně časté čištění stroje dochází k jeho zaseknutí. Jeho větší automatizace a částečná výměna by mohla tento problém vyřešit. Toto řešení by také mohlo zefektivnit celkové využití stroje. Součástí by bylo i automatické nastavení hmotnosti uhlí. To se mění při každé změně typu zásobníku, má ji na starosti seřizovač a probíhá manuálně. Automatické nastavení, ke kterému by byl zaměstna-

nec vhodně proškolen, by snížilo prostoje, které plynou z čekání na přeměnu dávkovače seřizovačem, čímž by se zvýšila efektivnost stroje.

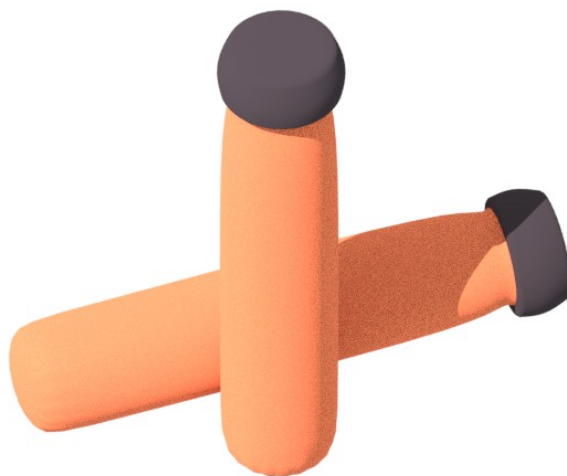
7.2.4 Kontrola hmotnosti uhlí

Přestože nebyl tento bod přímo zahrnut do FMEA analýzy, vyplynulo z ní, že měření hmotnosti uhlí je pro operaci plnění zásobníků klíčovým faktorem velmi často prováděným. Problémy spojené právě s hmotností uhlí měly také v rámci FMEA analýzy nejvyšší či hodně vysoké bodové ohodnocení. Tyto vady také někdy ještě více umocňují potřebu kontroly hmotnosti.

Způsob, který by mohl zrychlit a zefektivnit kontrolu hmotnosti uhlí, by mohla být změna v pracovním postupu. Současný pracovní postup je následující: uhlí, které je nasypano dávkovačem do zásobníku, se musí vysypat do speciální misky a zváží se na váze. Poté je uhlí vhozeno zpět do zásobníku dávkovače. Zmínit by se mělo i to, že i když je hmotnost správná, v další dávce to už takto být nemusí. Pokud také hmotnost častěji neseďí, je nutno provést více kontrolních měření.

Řešením by mohlo být použití víčka a vážení uhlí přímo v zásobníku, aniž by se z něj uhlí vysypávalo. V případě hmotnosti v mezích tolerance by se pak mohl zásobník použít a uhlí by se nemuselo vysypávat zpět do zásobníku dávkovače. Místo víčka by se také mohlo použít sítko, které se do zásobníku vkládá v dalším kroku. Tímto by se proces kontroly hmotnosti uhlí mohl zefektivnit a také zjednodušit.

Na obrázku je model zásobníku s víčkem navržený v 3D modelovacím programu.



Obrázek 25 – 3D model zásobníku s víčkem (vlastní zpracování)

V Tabulce 11 je shrnutí navržených řešení a jejich přínosů.

Tabulka 11 – Shrnutí navržených řešení a jejich přínosů (vlastní zpracování)

Vada	Řešení	Přínos řešení
Nesprávná hmotnost uhlí - nevysušení	Úprava kontrolního formuláře	Zavedení kontroly
Změna tvaru kapiláry při skladování a manipulaci	Změna způsobu skladování – použití pořadačů případně tyčí	Zlepšení způsobu skladování kapilár, hladší průběh kompletace termosystémů, estetický efekt
Zaseknutí plnicího stroje	Zvýšení automatizace stroje	Větší efektivnost celkového využití stroje, snížení času souvisejícího s přeměnou dávkovače
Kontrola hmotnosti uhlí	Zavedení víceč	Zjednodušení a zvýšení efektivnosti kontroly hmotnosti uhlí

V Příloze II, III, IV a V jsou zobrazeny FMEA analýzy rozšířené o další možné návrhy analyzovaných problémů.

ZÁVĚR

Tématem bakalářské práce byla analýza výrobního procesu výroby termosystémů ve společnosti Peveko, s.r.o. Cílem bylo identifikování vad a následný návrh řešení.

V teoretické části byly popsány literární prameny za účelem seznámení čtenářů s výrobou, managementem kvality a nástroji používanými k analýze kvality procesu. Ty se staly podkladem pro zpracování praktické části.

V praktické části byla představena společnost a také byl popsán vybraný analyzovaný proces. Byly vybrány vady, které se mohou v průběhu výroby termosystémů vyskytnout. Ty byly dále rozpracovány v Ishikawa diagramu, který slouží k identifikování příčin problému. Na jeho základě byla v dalším kroku zpracována FMEA analýza, která ohodnotila jednotlivé vady, jejich příčiny a důsledky. Na základě výsledků byl zpracován Pareto diagram, na jehož základě byly vybrány tři nejdůležitější vady, na které byla v následující části navržena možná řešení. Poslední čtvrtá vada byla vybrána na základě FMEA analýzy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] 5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. Brno: SC&C Partner, c2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [2] BLECHARZ, Pavel. Základy moderního řízení kvality. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-75-0.
- [3] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. Výrobní a logistické systémy. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2009. ISBN 978-80-7043-416-1.
- [4] DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. New York: Productivity Press, c2002. ISBN 978-1563272622.
- [5] DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, [2016].
- [6] HUČKA, Miroslav. Modely podnikových procesů. V Praze: C.H. Beck, 2017. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-468-1.
- [7] CHROMJAKOVÁ, Felicitas a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů. Kompendium průmyslového inženýry. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.
- [8] KAPSDORFEROVÁ, Zuzana. Manažment kvality. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2014. ISBN 978-80-552-1250-0.
- [9] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [10] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [11] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [12] MAŠÍN, Ivan. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýra. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.

- [13] NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [14] PAULOVÁ, Iveta. Komplexné manažerstvo kvality. Tretie, doplnené a prepracované vydanie. Bratislava: Wolters Kluwer, 2018, 159 s. Ekónómia. ISBN 978-80-8168-834-8.
- [15] PETER L. KING a JENNIFER S. KING. The product wheel handbook: creating balanced flow in high-mix proces operations. Boca Raton, Fla: CRC Press, 2013. ISBN 9781466554184.
- [16] PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Praha: Computer Press, 2001. Business books (Computer Press). ISBN 80-7226-543-1.
- [17] TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-7318-381-1.
- [18] VEBER, Jaromír. Management: základy, prosperita, globalizace. Praha: Management Press, 2004. ISBN 80-7261-029-5.
- [19] VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-146-1.

Internetové zdroje

- [20] DUDEK-BURLIKOWSKA, M. Application of FMEA method in enterprise focused on quality. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering [online]. International OCSCO World Press, 2011, 2011, 45(1), 89-96 [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: http://jamme.acmsse.h2.pl/papers_vol45_1/45111.pdf
- [21] HAREL, Ziv, Samuel A. SILVER, Rory F. MCQUILLAN, et al. How to Diagnose Solutions to a Quality of Care Problem. Clinical Journal of the American Society of Nephrology [online]. 2016, 11(5), 901-907 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.2215/CJN.11481015. ISSN 1555-9041. Dostupné z: <http://cjasn.asnjournals.org/lookup/doi/10.2215/CJN.11481015>
- [22] KORIPADU, Mallikarjun a K. Venkata SUBBAIAH. Problem Solving Managemet Using Six Sigma Tools & Techniques. International Journal of Scientific & Technology Research [online]. IJSTR, 2014, 3(2), 91-93 [cit. 2019-03-08]. ISSN 2277-8616. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.589.4525&rep=rep1&type=pdf>

- [23] LILIANA, Luca. A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [online]. 2016, 161 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1088/1757-899X/161/1/012099. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <http://stacks.iop.org/1757-899X/161/i=1/a=012099?key=crossref.8ea16d6bb9ef2c1c31974ab5b4185022>
- [24] MAGAR, Varhsa M. a Dr. Vilas B. SHINDE. Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes. International Journal of Engineering Research and General Science [online]. <http://ijergs.org.managewebsiteportal.com/files/documents/APPLICATION-45.pdf>, 2014, 2014, 2(4), 364-371 [cit. 2019-03-09]. ISSN 2091-2730.
- [25] SINGH, Mohit, I.A. KHAN a Sandeep GROVER. Tool and Techniques for Quality Management in Manufacturing Industries. Proceedings of the National Conference on Trends and Advances in Mechanical Engineering [online]. Faridabad, Haryana: YMCA University of Science & Technology, 2012, , 853 - 859 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://ymcaust.ac.in/tame2012/cd/industrial/IE-30.pdf>
- [26] WAHAB, Amelia Natasya Abdul, Muriati MUKHTAR a Riza SULAIMAN. A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. Procedia Technology [online]. 2013, 11, 1292-1298 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1016/j.protcy.2013.12.327. ISSN 22120173. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212017313004817>
- [27] ZASADZIEN, Michal. Using The Pareto Diagram and FMEA (Failure Mode and Defect Analysis) to Identify Key Defects in a Product. Management Systems in Production Engineering [online]. 2014, 4(16), 153-156 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.12914/MSPE-02-04-2014. Dostupné z: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-a1a06e74-cf9f-41b7-a6d5-32fa623f0d89>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S	Program pěti základních principů pro dosažení trvale čistého, přehledného a organizovaného pracoviště
8D	Metodika řešení přístupu k problémům (Eight disciplines problem solving)
EFQM	Evropská nadace pro management jakosti (European Foundation for Quality Management)
ERP	Plánování podnikových zdrojů (Enterprise Resource Planning)
FMEA	Analýza možností vzniku vad a jejich následků (Failure Mode and Effects Analysis)
FTA	Analýza možného výskytu a vlivu vad (Failure Mode and Effects Analysis)
HACCP	Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů (Hazard Analysis and Critical Control Points)
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
JIT	Just in Time
MRP I	Plánování materiálových potřeb (Material Requirements Planning)
MRP II	Plánování podnikových zdrojů (Manufacturing Resource Planning)
Např.	Například
PDCA	Naplánuj-proveď-ověř-jednej (plan-do-check-act)
QFD	Quality function deployment
SMED	Single Minute Exchange of Die
SPC	Statistická regulace procesu (Statistical Process Control)
TPM	Totálně produktivní údržba (Total Productivity Maintenance)
TQM	Komplexní řízení kvality (Total Quality Management)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – 7 + 1 druhů plýtvání (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 46)	18
Obrázek 2 – Vývoj managementu kvality (vlastní zpracování dle Kapsdorferová, 2014, s. 22)	22
Obrázek 3 – Ukázka histogramu (Plura, 2001, s. 207)	24
Obrázek 4: Paretovo pravidlo (vlastní zpracování dle Singh, Khan a Grover, 2012, s. 855).....	25
Obrázek 5 – Ishikawa diagram (vlastní zpracování dle Koripadu, 2014, s. 92).....	27
Obrázek 6 – Příklad korelačních diagramů (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 68)	27
Obrázek 7 – Klíčové elementy TPM (vlastní zpracování dle King, 2013, s. 178).....	34
Obrázek 8 – Závod společnosti Peveko Jarošov u Uherského Hradiště (vlastní zpracování)	37
Obrázek 9 – Elektromagnetický, havarijní elektromagnetický, manometrický a membránový ventil (vlastní zpracování).....	38
Obrázek 10: Termosystém (vlastní zpracování)	39
Obrázek 11: Stáčení kapiláry, stočená kapilára (vlastní zpracování)	39
Obrázek 12: Hotový zásobník (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 13: Podsestava, přítlačná deska, membrána, víko (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 14: Svařené hlavy (vlastní zpracování)	41
Obrázek 15: Test životnosti hlav (vlastní zpracování)	42
Obrázek 16: Operace č. 1 a č. 2 (vlastní zpracování)	42
Obrázek 17: Termosystémy (vlastní zpracování)	43
Obrázek 18: Procesní diagram 1. Část (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 19: Procesní diagram 2. Část (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 20: Ishikawa diagram – Nesprávné stočení a orádlování kapilár (vlastní zpracování)	47
Obrázek 21: Ishikawa diagram – Nesprávně vyrobený zásobník (vlastní zpracování)	48
Obrázek 22: Ishikawa diagram – nesprávná hmotnost uhlí (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 23: Ishikawa diagram – špatně vyrobená hlava (vlastní zpracování).....	51
Obrázek 24: Ishikawa diagram – Vadně zaletovaný termosystém (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 25 – 3D model zásobníku s víčkem (vlastní zpracování).....	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Hodnocení významu vady u FMEA procesu (vlastní zpracování dle Plura, 2001, s. 88).....	31
Tabulka 2 – Hodnocení očekávaného výsledku vady u FMEA procesu (vlastní zpracování dle Plura, 2001, s. 90)	32
Tabulka 3 – Hodnocení odhalitelnosti vady u FMEA procesu (vlastní zpracování dle Plura, 2001, s. 91).....	32
Tabulka 4: Hodnoty aktivního uhlí (vlastní zpracování)	40
Tabulka 5: Zjištěné vady (vlastní zpracování).....	44
Tabulka 6 – FMEA analýza operace stáčení kapilár a rádlování tyčinek a kapilár (vlastní zpracování)	54
Tabulka 7 – FMEA analýza operace sváření hlav (vlastní zpracování)	55
Tabulka 8 – FMEA analýza operace plnění zásobníků (vlastní zpracování)	57
Tabulka 9 – FMEA analýza operace letování termosystémů (vlastní zpracování)	58
Tabulka 10 – Shrnutí výsledků FMEA analýzy (vlastní zpracování).....	59
Tabulka 11 – Shrnutí navržených řešení a jejich přínosů (vlastní zpracování)	63

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA I: PARETO ANALÝZA PŘÍČIN NESHOD

PŘÍLOHA II: KOMPLETNÍ FMEA OPERACE RÁDLOVÁNÍ TYČINEK A KAPILÁR +
STÁČENÍ KAPILÁR

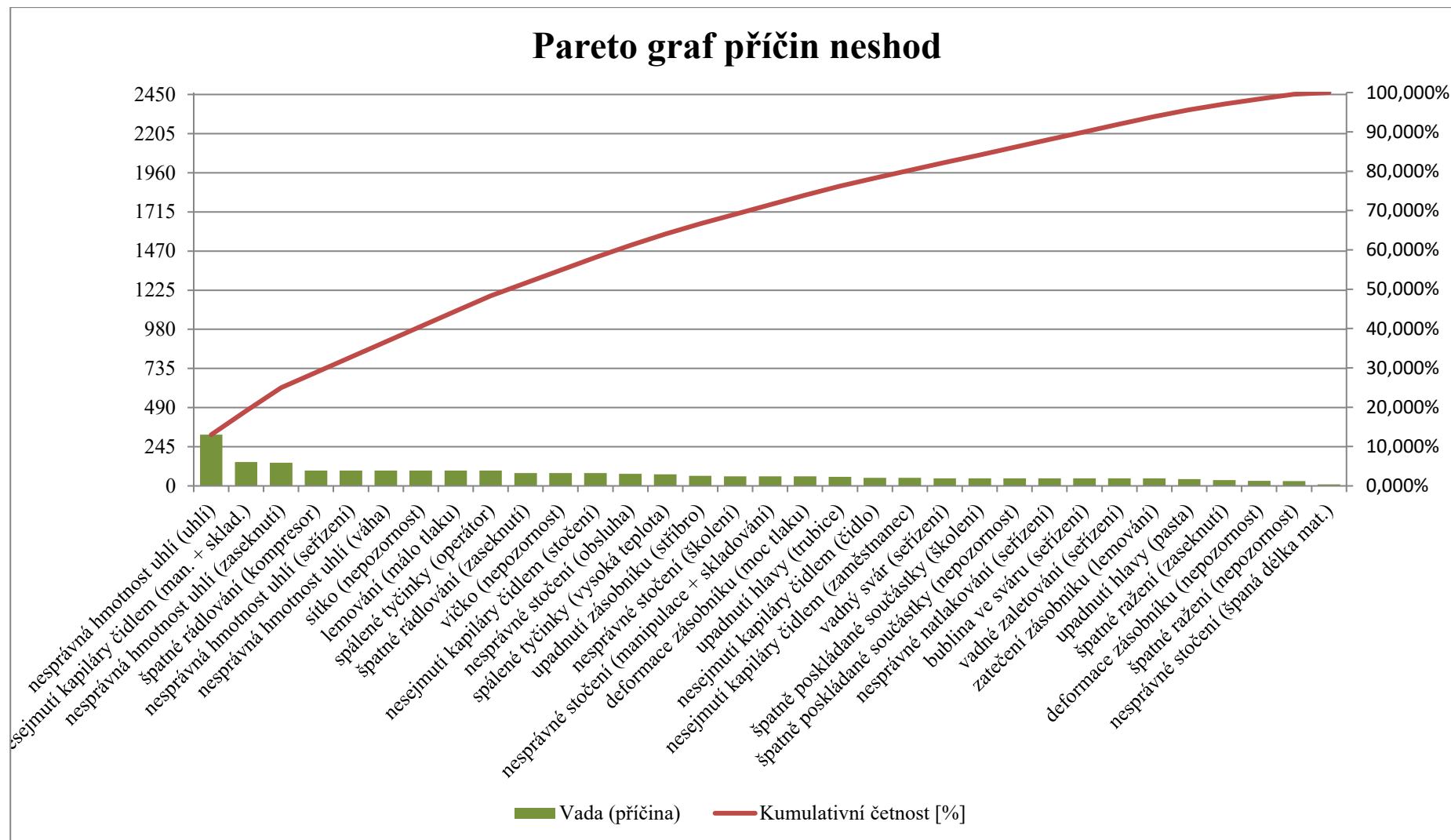
PŘÍLOHA III: KOMPLETÍ FMEA OPERACE SVÁŘENÍ HLAV

PŘÍLOHA IV: KOMPLETÍ FMEA OPERACE PLNĚNÍ ZÁSOBNÍKŮ

PŘÍLOHA V: KOMPLETÍ FMEA OPERACE LETOVÁNÍ TERMOSYSTÉMŮ

PŘÍLOHA IV: UPRAVENÝ FORMULÁŘ KONTROLY HMOTNOSTI UHLÍ

PŘÍLOHA P I: PARETO ANALÝZA PŘÍČIN NESHOD



PŘÍLOHA P II: KOMPLETNÍ FMEA OPERACE RÁDLOVÁNÍ TYČINEK A KAPILÁR + STÁČENÍ KAPILÁR

FMEA PROCESU

Krok/Operace	Možná vada	Možné(y) důsledek(y) vady	Význam	Možná(é) příčina(y) vady	Výskyt	Stávající kontroly procesu (Preventive)	Odhalen	MRP	Doporučená opatření
Rádlování	Špatné rádlování	Propadnutí tyčinky či kapiláry	8	Porucha kompresoru	4	Kontrola operátorem při výrobě	3	96	
		Nepoužitelnost součástky	8	Zaseknutí stroje	5	Kontrola operátorem při výrobě	2	80	
Stáčení kapilár	Nesprávné stočení kapilár	Nesejmutí čidlem při letování	5	Nepozornost obsluhy	5	Kontrola operátorem při výrobě	3	75	Úprava rychlosti stroje, větší cirkulace zaměstanců na
				Nedostatečné zaškolení	4	Kontrola operátorem při výrobě	3	60	
				Nesprávná délka materiálu	1	Kontrola ve skladu při výdeji	2	10	
				Změna tvaru hotové kapiláry v během manipulace a skladování	6	Kontrola operátorem při výrobě	2	60	Změna způsobu skladování hotových kapilár

PŘÍLOHA P IV: KOMPETNÍ FMEA OPERACE PLNĚNÍ ZÁSOBNÍKŮ

FMEA PROCESU

Krok/Operace	Možná vada	Možné(y) důsledek(y) vady	V ýznam	Možná(é) příčina(y) vady	V ýskyt	Stávající kontroly procesu (Preventive)	O dhal et	M/R/P	Doporučená opatření		
Plnička	Špatné ražení	Nesprávné označení výrobku	3	Nepozornost obsluhy	5	Vizuální kontrola	2	30	Větší cirkulace zaměstnanců na pracovišti		
				Zaseknutí stroje	6				2	36	Častější údržba
	Nesprávná hmotnost uhlí	Nesprávné fungování výrobku - tester vyhodnotí chybu	8	Zaseknutí stroje	6	Kontrolní měření prováděná operátorem	3	144	Pravidelná údržba		
				Špatně seřízení stroje	3				4	96	Laserové měření
				Nevysušené uhlí	4				10	320	Úprava formuláře ke kontrole uhlí
				Nefunkční váha	4				3	96	
	Špatně vložené sítko	Ucpání kapiláry či tyčinky	8	Nepozornost obsluhy	4	Vizuální kontrola	3	96	Cirkulace zaměstnanců na pracovišti, zarážedla s měkčí rukojetí		
	Nesprávné položené víčko	Ztížení kompletace	5	Nepozornost obsluhy	4	Vizuální kontrola	4	80	Cirkulace zaměstnanců na pracovišti		
	Nedostatečně zalemovaný zásobník	Zatečení zásobníku stříbrem → nefunkčnost výrobku	8	Špatně seřízený stroj (málo tlaku)	3	Vizuální kontrola	4	96	Zaškolení pracovníků k manipulaci s tlakem, čidlo		
	Deformace zásobníku	Ztížení kompletace během operace letování	4	Špatně seřízený stroj (moc tlaku)	3	Vizuální kontrola	5	60	Zaškolení pracovníků k manipulaci s tlakem, čidlo		
Zničení zásobníku		8	Nepozornost obsluhy	2	2				32	Cirkulace zaměstnanců na pracovišti	

PŘÍLOHA P V: KOMPLETNÍ FMEA OEPRACE LETOVÁNÍ TERMOSYSTÉMŮ

FMEA PROCESU

Krok/Operace	Možná vada	Možné(y) důsledek(y) vady	Význam	Možná(e) příčina(y) vady	Výskyt	Stávající kontroly procesu (Preventive)	Odhalení	MRP	Doporučená opatření
Letování	Vadné zaletování	Nefunkčnost termosystému	8	Špatně seřízený stroj	3	Kontrola operátorem při výrobě	2	48	
	Spálené tyčinky	Ulomení při manipulaci	8	Vysoká teplota hořáku	3	Kontrola operátorem při výrobě	3	72	
				Nesprávné posazení tyčinky operátorem	4	Kontrola operátorem při výrobě	3	96	Dodatečné zaškolení
	Nesejmutí kapiláry čidlem	Plytvání časem a ožehnutí zásobníku	5	Nesprávně natočená kapilára	4	Kontrola operátorem při výrobě	4	80	
				Špatně nastavené čidlo	5		2	50	Čidlo s větším rozsahem
				Změna tvaru kapiláry při manipulování a skladování	6		5	150	Změna způsobu skladování
				Nedbalost zaměstnance	5		2	50	Cirkulace zaměstnanců
	Upádnutí zásobníku	Nefunkčnost termosystému	7	Nesprávné množství stříbra	3	Kontrola operátorem při výrobě	3	63	
	Zatečení zásobníku	Nefunkčnost termosystému	8	Nedostatečně zalemovaný zásobník	3	Kontrola operátorem při výrobě	2	48	
				Nesprávně zkompletovaný termosystém	3				48
	Upádnutí hlavy	Nefunkčnost termosystému	7	Špatná konzistence pasty	3	Kontrola operátorem při výrobě	2	42	
				Ucpání trubic	4	Kontrola při zahájení výroby	2	56	

PŘÍLOHA P VI: UPRAVENÝ FORMULÁŘ KONTROLY HMOTNOSTI UHLÍ

Data k SPC analýze stability procesu plnění aktivním uhlí - AL1260

Datum plnění
 Typ výrobku

Jméno pracovníka
 Vysušené uhlí

První sloupec slouží k zápisu naměřené hodnoty, druhý potom k hodnocení výsledku OK, NOK.
 Ke kontrole dochází po každých padesáti kusech v počtu tři kusů náhodně vybraných.
 Kontroluje se a zaznamenává hodnota hmotnosti náplně 910mg - 1001mg.
 List vždy připnout k průvodce!!!

<p>50. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>550. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>100. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>600. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>150. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>650. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>200. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>700. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>250. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>750. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>300. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>800. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>350. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>850. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>400. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>900. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>450. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>950. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			
<p>500. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.			<p>1000. kus</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px;">1.</td><td style="width: 100px;"></td><td style="width: 20px;"></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td></tr> </table>	1.			2.			3.		
1.																			
2.																			
3.																			
1.																			
2.																			
3.																			