



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

VÝROBNÍ PROCES KLIMATIZAČNÍ HADICE

THE PRODUCTION PROCESS OF THE AIR CONDITIONING HOSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Thurnvald

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Jan Thurnvald**
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: Procesní management

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

Výrobní proces klimatizační hadice

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů
řešení Závěr
Seznam použitých zdrojů

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je navrhnout úpravu stávajícího výrobního procesu, která povede ke zlepšení kvality výrobního procesu.

Základní literární prameny:

FIŠER, R. 2014. Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5038-5.

HUČKA, M. 2017. Modely podnikových procesů. Beckova edice ekonomie. V Praze: C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-468-1.

LIKER, J. K. 2007. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.

ŘEPA, V. 2012. Procesně řízená organizace. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4128-4.

TANG, H. 2017. Automotive Vehicle Assembly Processes and Operations Management. SAE International. ISBN 9780768083385.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně dne 4.2.2024

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.

garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.

děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá kvalitou výroby klimatizační hadice ve vybrané společnosti. Práce se zaměřuje na koupi nového stroje pro proces kartáčování a výhodnosti této investice. Práce se dělí do třech částí, kdy první se věnuje teoretickému podkladu pro práci. Druhá, analytická část, dopodrobna rozebírá proces výroby a problémy v rámci kvality, které během výroby mohou nastat. A poslední část je návrhová, kde dochází k návrhu koupě nového stroje a zkoumání výhodnosti téhle investice.

Klíčová slova

Proces, zlepšování podnikových procesů, koupě nového stroje, doba návratnosti, analýza výrobního procesu

Abstract

The bachelor thesis focuses on the quality of production of air conditioning hoses in a selected company. The thesis addresses the purchase of a new machine for the brushing process and the feasibility of this investment. The thesis is divided into three parts, with the first part devoted to the theoretical background for the work. The second, analytical part, thoroughly examines the production process and quality-related issues that may arise during production. The final part is the proposal section, where the purchase of a new machine is proposed and the feasibility of this investment is examined.

Key words

Process, business process improvement, purchase of a new machine, payback period, analysis of the production process

Bibliografická citace

THURNVALD, Jan. *Výrobní proces klimatizační hadice* [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/159846>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 30.4.2024

Jan Thurnvald

autor

Poděkování

Touto cestou chtěl bych poděkovat panu Ing. et Ing. Pavlovi Juřicovi, Ph.D za vedení a cenné rady při vypracování mé bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat všem zaměstnancům firmy, ve kterém jsem bakalářskou práci mohl zpracovávat za ochotu a vstřícnost, kterou mi poskytli. A v neposlední řadě mé rodinně, přítelkyni a kamarádům za podporu během studia.

OBSAH

Úvod	11
Vymezení problému a cíle práce	12
1 Teoretická východiska práce.....	13
1.1 Proces	13
1.2 Procesní mapa	15
1.3 Lidské zdroje.....	16
1.4 Logistika.....	17
1.5 Skladování.....	17
1.6 Zásoby	18
1.7 Druhy výroby	18
1.7.1 Projekt.....	18
1.7.2 Kusová výroba	18
1.7.3 Sériová výroba	18
1.7.4 Hromadná výroba	19
1.8 Způsoby rozmístění pracovišť.....	19
1.9 Výrobní takt a rytmus.....	21
1.10 Otřep.....	22
1.11 Měření kvality	22
1.12 Využití pracovní síly v automotive.....	23
1.13 Produktivita	23
1.14 Standardizovaná práce.....	23
1.15 Plýtvání.....	24
1.16 Lean management.....	24
1.17 5S.....	25
1.18 Ishikawův diagram	26

1.19	Teorie omezení (TOC).....	26
1.20	Kanban.....	27
1.21	Just in Time.....	28
1.22	Výstupy teoretické části	28
2	Analýza problému a současné situace.....	29
2.1	O společnosti.....	29
2.1.1	Historie a současnost společnosti	29
2.1.2	Právní forma organizace	30
2.1.3	Předmět podnikání	30
2.1.4	Zobrazení výrobních podnikových procesů.....	30
2.1.5	Zobrazení layoutu pracoviště a pracovního postupu	30
2.1.6	Kanban	30
2.1.7	Organizační struktura.....	32
2.2	Kvalita.....	33
2.2.1	Výrobní ukazatele kvality	34
2.3	Aktuální výrobní procesu	35
2.3.1	Průběh zakázky výrobou.....	35
2.3.2	Výrobní proces klimatizační hadice	36
2.4	Vznik otřepu.....	42
2.4.1	Otřep	42
2.4.2	Tříska	42
2.4.3	Ishikawa diagram	43
2.4.4	Příčina vzniku	43
2.5	Navržený způsob odstranění otřepu vzniklého dělením trubky	44
2.6	Vyhodnocení analýzy problému.....	46

3	Vlastní návrhy řešení.....	47
3.1	Odstranění otřepu na trubce pomocí kartáčování konců trubek.....	47
3.2	Nákup nového stroje	49
3.2.1	Popis nového stroje.....	50
3.3	Vhodnost nového stroje.....	51
3.3.1	Počet zmetků.....	51
3.3.2	Spotřeba energie.....	51
3.3.3	Takt stroje	53
3.4	Ekonomická analýza	53
3.4.1	Odpisový plán	53
3.4.2	Doba návratnosti	54
3.5	Výrobní ukazatele kvality	55
3.5.1	Dosavadní výrobní ukazatele.....	55
3.5.2	Cíle pro rok 2024	55
3.5.3	Odborný odhad pracovníků kvality	55
3.6	Předpoklady a omezení navrhovaného řešení	56
3.7	Návrh následujících kroků	56
	Závěr	58
	Seznam použitých zdrojů	59
	Seznam použitých obrázků	61
	Seznam použitých tabulek.....	62

ÚVOD

V oblasti automotive a zejména pak v oblasti výroby součástek do aut je důležitá kvalita a efektivita výrobních procesů. Tato práce se tedy zaměřuje na analýzu a posouzení kvality výroby klimatizačních součástek ve vybrané firmě. Práce je strukturována do tří hlavních částí, které obsahují teoretický základ, analýzu současného stavu a návrhové řešení dané problematiky.

První kapitola práce je věnována teoretické části, kde jsou definovány a vysvětleny klíčové pojmy a principy související s problematikou vybraného tématu. Tato část poskytuje vysvětlení pojmů jako je proces, lidské zdroje, produktivita a lean management a slouží jako základ pro analýzu a návrhovou část práce.

Druhá kapitola je analytická a zaměřuje se na detailní popis výrobního procesu klimatizační hadice v dané firmě. Provádí se důkladná analýza současné situace s důrazem na identifikaci potenciálních problémů spojených s kvalitou výroby a možných příčin reklamací od zákazníka. Tato část je podložena konkrétními daty a informacemi z provozu firmy.

Poslední část práce je návrhová a představuje jedno z možných řešení problému. Konkrétně analýzu a zhodnocení možnosti investice do nového výrobního stroje pro proces kartáčování. Zohledňují se různé aspekty, jako je ekonomická výhodnost investice, potenciál zlepšení ukazatelů kvality výroby a celkový dopad na provoz firmy.

VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je provést popis výrobního procesu klimatizačních hadic a analyzovat faktory, které přispívají k tvorbě špon ve finálním výrobku. Záměrem je porozumět, proč a co stojí za vznikem těchto vad a identifikovat klíčové body ve výrobním procesu, kde může nejčastěji k tvorbě daného problému docházet. Na základě analytické části pak navrhnout konkrétní opatření a změny, které povedou ke zlepšení procesu a snížení výskytu špon. Dosažení tohoto cíle by mělo vést ke snížení celkového množství vyráběných vadných výrobků, což přispěje nejen ke zvýšení kvality výroby, ale také k úspoře nákladů spojených s reklamacemi a likvidací vadných produktů.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato část bakalářské práce se bude zabývat teoretickými východisky, která budou následně použity v analytické části a návrhové části bakalářské práce. Dojde zde k vysvětlení pojmů jako je proces, lidské zdroje, lean management a celkově k pojmům spojených s výrobní činností v podnicích.

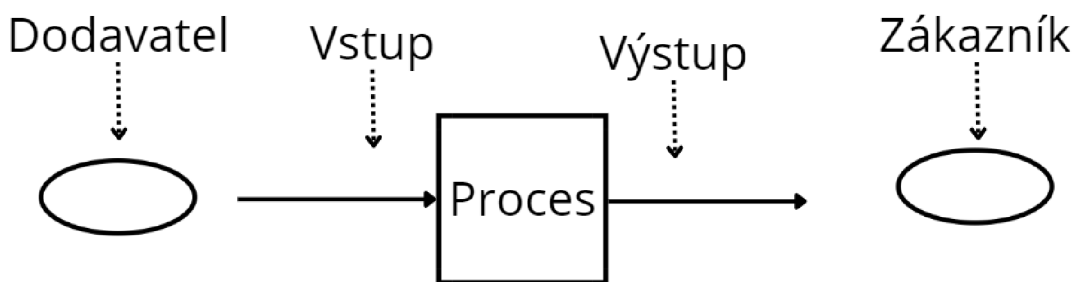
1.1 Proces

„Proces se dá definovat jako uspořádaný sled činností (aktivit), které transformují vstupy na výstupy a spotřebovávají při tom zdroje.“ (Fišer, 2014, s. 55)

„Podnikovým procesem zpravidla rozumíme objektivně přirozenou posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách.“ (Řepa, 2012, s. 15)

Během procesu by nemělo docházet ke zbytečným prodlevám a činnosti by na sebe měly navazovat. Při splnění předem určeného plánu bude výsledkem vykonávání činnosti a spotřeby zdrojů přidaná hodnota procesu. (Fišer, 2014)

Klíčovou roli u procesů hraje čas a nedílnou součástí podnikových procesů jsou: cíl, úmysl, posloupnost a dané podmínky. (Řepa, 2012)



Obrázek 1 - Transformace v procesu
(zdroj: Fišer, 2014, s.50)

„Dle ČSN EN ISO 9000:2001 jsou charakteristické atributy procesů následující:

- je opakovatelný,
- má svého zákazníka,
- má svého vlastníka a správce,
- má svůj ocenitelný výstup,

- *má měřitelné parametry,*
- *má jasné hranice (začátek a konec),*
- *má návaznosti na jiné procesy,*
- *má své omezení (vstupy, zdroje).“ (Jurová et al., 2016, s. 68)*

Procesní řízení

„Procesním řízením se rozumí řízení firmy takovým způsobem, v němž podnikové procesy hrají klíčovou roli.“ (Řepa, 2012, s. 17)

Hlavním bodem je pochopení daných řetězců činností a jejich vzájemných souvislostí ve vazbě na strategické hodnoty podniku. (Řepa, 2012)

Procesní řízení by se mělo zakládat hlavně na používání zdravého lidského rozumu. Úkolem je zajistit co nejefektivnější práci zaměstnanců a zároveň je motivovat pro spolupráci v oblasti inovací. (Fišer, 2014)

Pomocí řízení podnikových procesů by mělo docházet k vyhledání úzkého místa v procesu díky monitoringu, měření a řízení výkonu. (Jurová et al., 2016)

Rozdělení procesů

Procesy lze klasifikovat do tří skupin podle jejich účelu, přičemž každá skupina plní specifickou roli v podniku. Pro optimální fungování organizace je nezbytné, aby všechny procesy a jejich skupiny spolupracovaly efektivně.

- **Hlavní procesy**, známé také jako klíčové procesy, jsou základ pro existenci podniku a představují hlavní způsob tvorby hodnoty a výstupů. Tyto výstupy jsou následně poskytovány zákazníkům a tvoří jádro podnikového působení.
- **Řídící procesy** jsou manažerské aktivity, které sice nezpůsobují přímý finanční zisk, ale zajišťují řádný průběh, řízení a stabilitu společnosti. Tyto procesy podporují integritu a stanovují normy pro fungování ostatních procesů. Hrají klíčovou roli při tvorbě prostředků pro strategická rozhodnutí, jako je plánování.

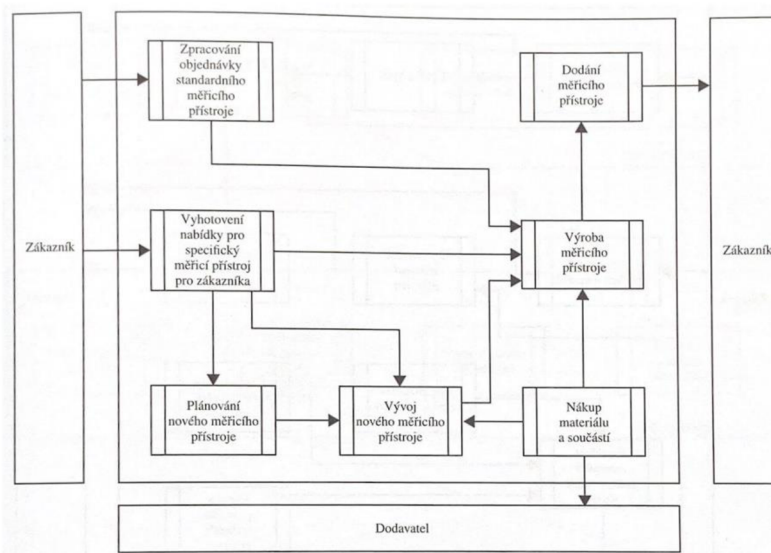
- **Podpůrné procesy** jsou nezbytné pro správné fungování hlavních procesů a bez nich by celkový průběh nebyl možný. Mezi tyto procesy patří například účetnictví a financování, řízení lidských zdrojů nebo komunikace se zákazníky. (Jurová et al., 2016)

1.2 Procesní mapa

Procesní mapa je vizualizace pořadí a interakce procesů v podniku, poskytující přehled o existujících procesech, vztazích mezi vnitřními a externími zákazníky a dodavateli. Podobně jako organizační schéma pro strukturní organizaci, procesní mapa odhaluje klíčové podnikové procesy a jejich logické uspořádání. (Hučka et al., 2017)

Při tvorbě procesní mapy je nezbytné smysluplně seskupit podnikové činnosti do procesů. Pro vytvoření procesní mapy je třeba rozhodnout, které procesy jsou skutečně důležité. Mapa by měla zahrnovat procesy, které odhalují podstatnou část činnosti podniku a pravidelně se opakují. Není nutné zahrnovat okrajové procesy s minimálním významem nebo ty, které nastávají zřídka. Je důležité, aby procesní mapa zobrazovala pouze procesy a neobsahovala žádné další prvky. Při vytváření mapy je klíčové udržet rovnováhu mezi dostatečným rozlišením a zachováním přehlednosti. (Hučka et al., 2017)

Základní pravidlo tvrdí, že ve většině podniků je vhodné rozlišovat mezi pěti až patnácti procesy. Méně, než pět procesů by naznačovalo přílišnou rozsáhlost daných procesů, zatímco příliš mnoho procesů by vedlo k nepřehlednosti. (Hučka et al., 2017)

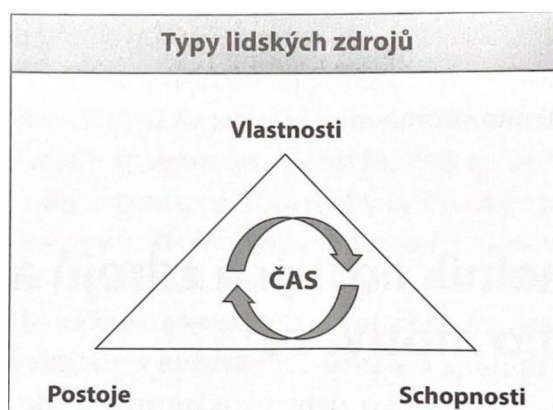


Obrázek 2 - Příklad procesní mapy

(zdroj: Hučka et al., 2017, s.45)

1.3 Lidské zdroje

V managementu rozlišujeme tři základní typy lidských zdrojů – vlastnosti, postoje a schopnosti. Tyto tři typy mají dopad na výkon člověka a ovlivňují potenciál čtvrtého zdroje, jímž je čas. (Fišer, 2014)



Obrázek 3 - Typy lidských zdrojů

(zdroj: Fišer, 2014, s.32)

Vlastnosti

Vlastnosti jsou něco, co má člověk vrozené a je jasné, že manažer nemá možnost tyto vlastnosti ovlivnit. Měl by je ale zohlednit při výběru svých podřízených a řízení jejich výkonu. Jedná se například o fyzické rysy, jako je výška a síla, psychické vlastnosti, což je osobnostní typ a temperament člověka a také přirozené schopnosti, například hudební sluch nebo jazykové dovednosti. Znalost daných vlastností u jednotlivců umožňuje manažerovi lépe porozumět tomu, na jaký úkol se zaměstnanec více hodí anebo jak daný úkol podřízenému zadat, aby zcela naplnil jeho potenciál při řešení úkolu. (Fišer, 2014)

Postoje

Postoje jsou nejdůležitějším zdrojem pro to, aby zaměstnanec pracoval co nejefektivněji. Jednoduše řečeno představují míru nadšení, s jakou jedinec přistupuje k plnění konkrétního úkolu nebo dosahování cíle. Kladný nebo záporný postoj k úloze je ovlivněn tím, jak je pro jednotlivce úkol zajímavý a zda ho považuje za smysluplný a užitečný, či jakým způsobem bude odměněn za jeho splnění. Kladný postoj vede ke zvýšené aktivitě a snaze jedince vykonat práci co nejlépe. Naopak záporný postoj se projevuje nezájmem k dané úloze či zlehčováním významu úlohy. Postoje jsou také silně ovlivněny tím, jak manažer pracuje s vlastnostmi a schopnostmi jednotlivců. (Fišer, 2014)

Schopnosti

Jedná se o ty dovednosti, které lze člověka naučit a mohou být rozvíjeny prostřednictvím vhodných vzdělávacích aktivit, jako jsou školení, trénink nebo pomocí praxe. Mezi schopnosti spadají například formální nebo počítačové a odborné dovednosti, které jsou specifické pro danou pracovní pozici. (Fišer, 2014)

1.4 Logistika

„Logistika představuje ekonomický postoj, manažerskou a tvůrčí koncepci, která v podmínkách integrovaného řetězce vytváří přidané hodnoty, v kombinaci se slučitelnou organizační realizací, vede k přesné alokaci odpovědnosti za všechny pohyby a zásoby použitých materiálů.“ (Gros, 1996, s. 12)

Logistika je obor, který se zabývá efektivním plánováním, implementací a řízením toku materiálů, zboží, informací a financí od bodu získání materiálu až po konečného spotřebitele. Hlavním cílem logistiky je zajistit, aby správné produkty byly k dispozici ve správný čas na správném místě a za optimální náklady. Zahrnuje například činnosti, jako jsou skladování, doprava, správa zásob a balení. Měla by přispět k maximalizaci efektivity, minimalizaci nákladů a zlepšení celkové spokojenosti zákazníků. (Sixta a Mačát, 2005)

1.5 Skladování

Logistický management v rámci podniku má na starost také skladování materiálu, jak už hotových výrobků, tak i polotovárů a rozpracovaného materiálu. Základní aspekty pro realizaci vhodného skladování jsou interní potřeby podniku (vlastnosti a velikost zásob) a externí potřeby zbylých odvětví logistického řetězce (forma a způsob dopravy). Strategie rozmisťování pro volbu polohy skladu podle Lamberta a spol (2005) se dělí na: strategii orientovanou na trh, strategii orientovanou na výrobu a strategii středového umístění. (Jurová et al., 2016)

1.6 Zásoby

Zásoby jsou množství materiálu nebo surovin, které jsou skladovány a připraveny k použití nebo prodeji. Dělí se na:

1. Výrobní zásoby – Materiál zakoupený od dodavatelů, který ještě nebyl začleněn do výrobního procesu.
2. Zásoby nedokončené výroby – Vyrobené polotovary, které ještě nedosáhly finální fáze výrobního procesu. Tato kategorie může zahrnovat i polotovary poskytované spolupracujícími firmami.
3. Zásoby hotových výrobků – Dokončené výrobky, které byly schváleny výstupní kontrolou a jsou připraveny k dodání zákazníkům. (Tomek a Vávrová, 2000)

1.7 Druhy výroby

Podle objemu produkce existují čtyři typy výroby – projekt, kusová výroba, sériová výroba a hromadná výroba. (Kavan, 2002)

1.7.1 Projekt

Projekt představuje soubor výrobních aktivit směřujících k dosažení jedinečného výrobního cíle neboli se jedná se o splnění specifického úkolu. Společným prvkem všech projektů je pevně stanovený časový rámec s jasně definovaným začátkem a koncem prací. (Kavan, 2002)

1.7.2 Kusová výroba

Kusová výroba zahrnuje výrobu konkrétních typů výrobků v omezených množstvích, přičemž tyto výrobky se odlišují podle individuálních požadavků zákazníka. K opakování výrobního procesu dochází jen zřídka. Například se jedná o výrobu unikátních nábytkových kusů na zakázku nebo zakázkovou výrobu uměleckých děl. (Kavan, 2002)

1.7.3 Sériová výroba

Sériová neboli opakovaná výroba zahrnuje vytváření jednoho nebo několika podobných výrobků nebo služeb, což s využitím pokročilého stupně standardizace vede k dosažení vysoké efektivity. (Kavan, 2002)

1.7.4 Hromadná výroba

Hromadná výroba se využívá k výrobě velkého množství stejných výrobků. Tato forma výroby je obvykle známá díky předmětnému uspořádání výrobního procesu, známému jako Flow shop. Typickým zařízením pro hromadnou výrobu je montážní linka. (Kavan, 2002)

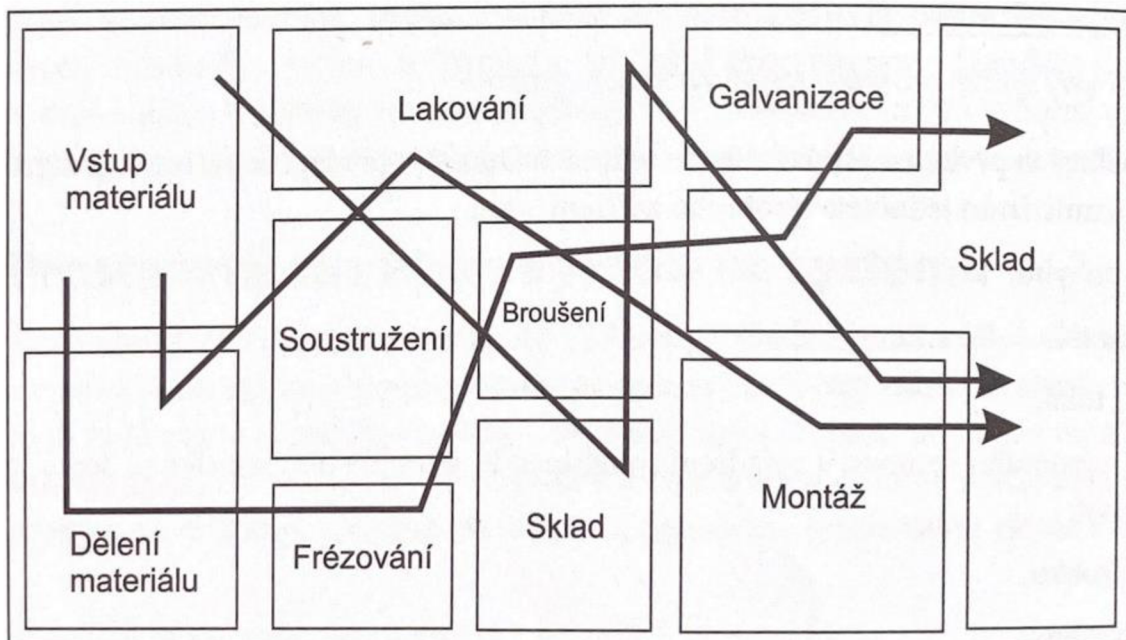
1.8 Způsoby rozmístění pracovišť

Rozmístění pracovišť ovlivňuje spousta faktorů, zejména potom průběh výrobního procesu a materiálový tok. Formy způsobu rozmístění pracovišť jsou následovné:

Technologické (skupinové) uspořádání

Technologické uspořádání výroby je typické svým zaměřením na konkrétní výrobní proces. Operace jsou sdruženy podle jejich příbuznosti, jako například kování ve specializované kovárně, obrábění v obrobně, nebo montáž ve specializované montážní dílně. Tato forma uspořádání může být výhodná, zejména pokud se pracuje s drahým zařízením nebo při výrobě širokého spektra různých součástek.

Nicméně, technologické uspořádání přináší i několik nevýhod, jako je složité plánování, hromadění zásob nebo obtížná identifikace příčiny vzniklých chyb. (Jurová et al., 2013)

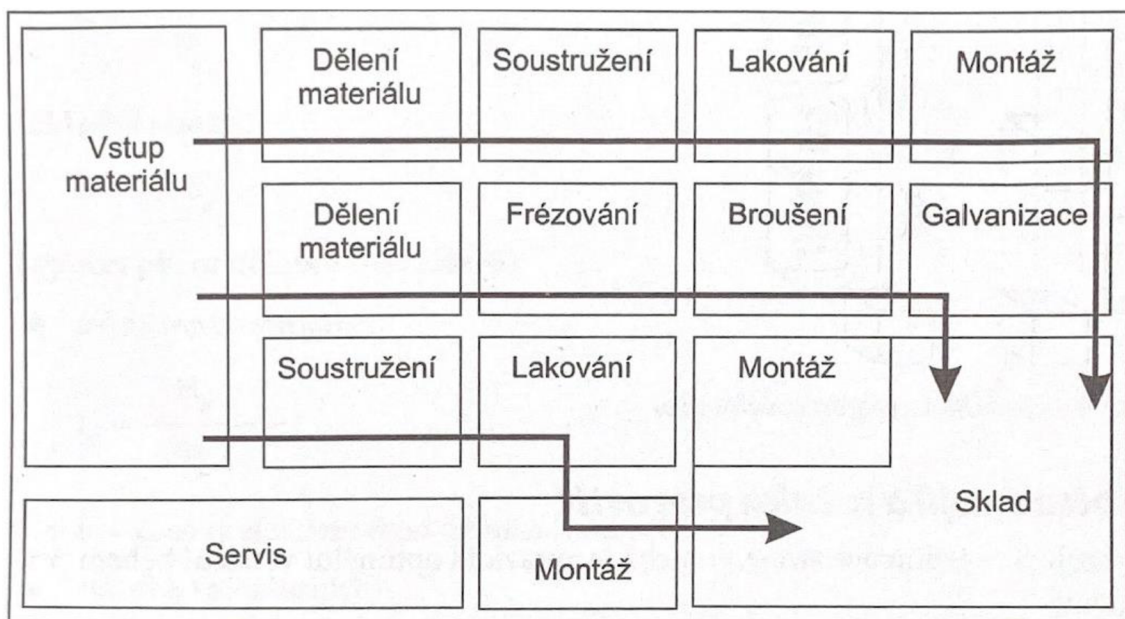


Obrázek 4 Technologické uspořádání

(zdroj: Jurová et al., 2013, s.76)

Předmětné uspořádání

Předmětné uspořádání výroby se vyznačuje zaměřením na konkrétní výrobek a vytvářením menších výrobních jednotek pro kompletní zpracování částí výrobků nebo samotného výrobku. Při výběru tohoto uspořádání je nezbytná analýza výrobního sortimentu a úpravy v konstrukci a technologii. Po definování spektra součástek, výběru výrobních zařízení a sestavení týmu je možné vytvářet výrobní buňky a provádět decentralizaci a zjednodušení řízení na výrobní úrovni. Při této formě organizačního uspořádání se může objevit problém, jak efektivně využít výrobní základnu a její kapacitu v případě změny výrobního programu. (Jurová et al., 2013)

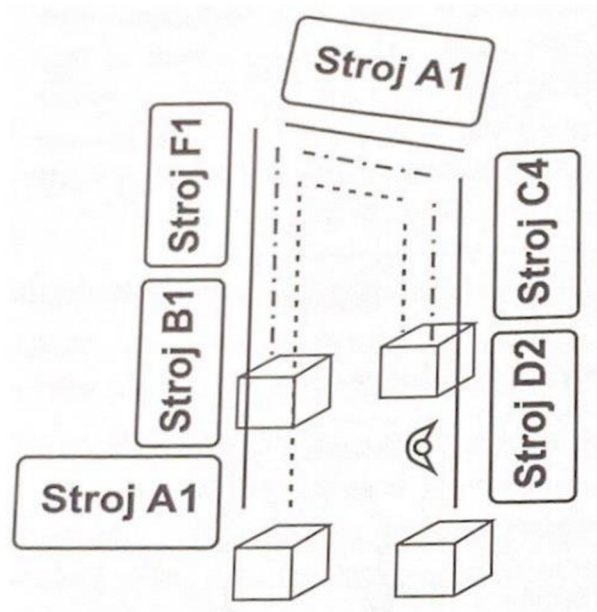


Obrázek 5 - Předmětné uspořádání
(zdroj: Jurová et al., 2013, s.77)

Buňkové uspořádání

Buňkové uspořádání kombinuje výhody technologického a předmětného uspořádání pro výrobu mixu malých a středních objemů výrobků pomocí linkového způsobu. Toto uspořádání zahrnuje prostorové seskupení technologicky odlišných strojů, které umožňují zpracování konstruktérsky příbuzných komponentů. Vytváří se tzv. "výrobní rodiny", které spojují produkty s podobnými požadavky na zpracování. Tato sestava výrobků je založena na analýze technologických postupů, kusovníků a plánů výroby. Stroje a zařízení v buňkách jsou obvykle uspořádány podle materiálových toků. Při návrhu

výrobních systémů se obvykle provádí propoččet potřeby strojů, zařízení a výrobních operátorů. (Jurová et al., 2013)



Obrázek 6 - Buňkové uspořádání
(zdroj: Jurová et al., 2013, s.78)

1.9 Výrobní takt a rytmus

Výrobní takt je termín používaný v oblasti výroby a označuje rychlost, s jakou jsou vyráběny výrobky nebo zpracovávány jednotlivé pracovní kroky, zejména na linkách a v proudové výrobě. Jedná se o časový interval mezi dvěma následnými výrobky a stanoví se následujícím vzorcem. (Tomek a Vávrová, 2000)

$$T = \frac{F_{tv}}{Q}$$

Rovnice 1 - Výrobní takt
(zdroj: Tomek a Vávrová, 2000)

Kdy F_{tv} je využitelný časový fond zařízení a Q nám značí počet výrobků vyrobených na daném zařízení za určité období.

Takt může být ovšem narušen organizačními a technologickými chybami, proto se stanovuje tzv. rytmus práce zařízení, který se týká tempa operací v rámci výrobního procesu. (Tomek a Vávrová, 2000)

$$r = \frac{F_{tv} - (t_{zt} + t_{zo})}{Q * \left(1 + \frac{z}{100}\right)}$$

Rovnice 2 - Rytmus práce

(zdroj: Tomek a Vávrová, 2000)

kde nám t_{zt} označuje ztráty způsobené technologickými nedostatky a t_{zo} ztráty organizačními nedostatky. Zmetkovitost je označena z . (Tomek a Vávrová, 2000)

1.10 Otřep

Otřepy představují ostré okraje na povrchu obrobku, které se vytvářejí během mechanického obrábění nebo jiných procesů, při kterých jsou kovové nebo plastové díly od sebe odděleny. Tyto otřepy mohou být nepříjemným vedlejším jevem, přinášejícím řadu problémů. Nedostatečné odstranění otřepů může zásadním způsobem ovlivnit konečný výrobek. Proto je důležité věnovat dostatečnou pozornost výběru vhodné technologie pro odstraňování otřepů. (MMSpektrum, 2023)

1.11 Měření kvality

Měření je klíčovou metodou pro identifikaci faktorů ovlivňujících problémy v procesu. Přesně a jasně definovaná měřítka výkonnosti jsou nezbytná pro pochopení stávajícího stavu procesu a definování změn potřebných k jeho zlepšení. Realizace měření má přímý vliv na kvalitu výrobků a je nutná k pozorování účinnosti provedených změn. Měřit se dá několik faktorů, uvedeme se ty nejdůležitější:

1. Měření výsledků procesu, které se měří podle spokojenosti zákazníka.
2. Měření objemu výstupů, jímž se pomocí množství nebo finančních údajů určuje množství vyrobených kusů.
3. Měření kvalitativních parametrů procesu, kde se parametr zjišťuje podle chybovosti na výstupní kontrole. (Svozilová, 2011)

1.12 Využití pracovní síly v automotive

Využití pracovní síly v automobilovém průmyslu je klíčovým ukazatelem produktivity a efektivity výrobních procesů. Hlavním ukazatelem, který se často objevuje v analýzách a zprávách je průměrný čas potřebný pro výrobu jednoho vozidla neboli anglicky Hours per vehicle (HPV). (Tang, 2017)

$$HPV = \frac{\text{Celkový počet odpracovaných hodin}}{\text{Celkový počet vyrobených aut}}$$

Rovnice 3 - Výpočet HPV

(zdroj: TANG, H. 2017)

1.13 Produktivita

Na světovém trhu s produkty a službami, kde je více zákazníků a konkurence je větší, je nejčastěji používaným měřítkem konkurenceschopnosti produktivita. Růst produktivity umožňuje růst mezd bez rizika inflace, což přispívá ke zvýšení životní úrovně. (Russell a Taylor, 2009)

Výpočet produktivity se provádí vydělením počtu jednotek výstupu počtem jednotek vstupu. Výstup může být vyjádřen v kusech nebo finančně, například jako uskutečněné prodeje, vyrobené produkty, počet vyřízených reklamací, doručené zásilky nebo zodpovězené hovory. Celková produktivita srovnává celkové množství vyrobeného zboží a poskytovaných služeb se všemi vstupy. Nejčastějším vstupem je potom odvedená práce, která je snadno identifikovatelným prvkem ve většině výrobních procesů. (Russell a Taylor, 2009)

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{Výstupy}}{\text{Vstupy}}$$

Rovnice 4 - Výpočet produktivity

(zdroj: Russel a Taylor, 2009)

1.14 Standardizovaná práce

Jedná se o metodu řízení pracovních procesů, která se zakládá na stanovení daných standardů pro provedení výkonu pracovní činnosti. Metoda by měla zahrnovat detailní popis postupů, metod a časových norem, které mají být dodržovány a díky nimž by nemělo docházet k výrobě vadných kusů. Cílem standardizované práce je zlepšení kvality, jednotnost a zvýšení efektivity. (Liker, 2007)

procesů v průmyslové výrobě, nyní nachází uplatnění i v oblasti služeb a administrativy. Základním principem Lean je zaměření na hodnotu z pohledu zákazníka, identifikace činností přispívajících k vytváření hodnoty a eliminace zbytečných kroků. (Svozilová, 2011)

Principy Lean managementu:

1. Určení hodnoty pro zákazníka a poskytování výrobku nebo služby odpovídající jeho potřebám.
2. Identifikace činností, které přispívají k postupnému vytváření hodnoty.
3. Pohyb procesů umožňující každému účastníkovi přispět k tvorbě hodnoty.
4. Řízení výrobků podle potřeb zákazníka, s důrazem na výrobu na základě aktuální poptávky.
5. Snaha o dosažení dokonalosti prostřednictvím snižování úsilí, času, nákladů, chyb a závad.

Lean je metodologie zaměřená na eliminaci plýtvání a zlepšení efektivity procesů. Je klíčové, aby Lean pronikl do firemní kultury a byla aplikován jako cyklický proces postavený na postupných vylepšeních. (Svozilová, 2011)

1.17 5S

Jedná se o typ organizačního řízení, který pochází z Japonska a název získal podle 5 japonských termínů začínajících písmenem "S". Jde o vytvoření efektivního pracovního prostředí, které eliminuje chybné výkony, vady a pracovní úrazy. (Liker, 2007)

1. Třídění (Sort)

Jedná se o organizaci pracovního prostředí. Cílem je eliminovat nepotřebné předměty a udržovat na pracovišti pouze nezbytné nástroje, materiály a vybavení.

2. Nastavení pořádku (Set in order)

Neboli uspořádání dbá na efektivní rozmístění nástrojů, zařízení a materiálů tak, aby byly snadno dostupné a aby bylo možné okamžitě zjistit, zda něco chybí.

3. Lesk (Shine)

Tento bod zdůrazňuje důležitost pravidelné údržby pracovního prostoru. Úklid by měl být součástí denních úkolů, protože čistota není jen estetickou záležitostí, ale přispívá také k bezpečnosti, efektivitě práce a pomáhá k vytváření kvalitní výroby.

4. Standardizace (Standardize)

Pro zajištění dlouhodobé stability třech výše zmíněných bodů je důležité vytvořit si standardy a postupy pro dodržování daných bodů.

5. Zachování (Sustain)

Poslední bod se zaměřuje na udržení dosažených standardů a principů 5S dlouhodobě. Týmy jsou motivovány k dodržování bodů a vylepšování procesů výroby. (Hirano a Rubin, 2009)

1.18 Ishikawův diagram

Diagram stromčkového tvaru, známý také jako diagram rybí kosti. Je využíván k vizualizaci vztahu mezi problémy a potenciálními příčinami jejich vzniku. Hlavní osa diagramu reprezentuje konkrétní problém, zatímco větve stromčku představují jednotlivé faktory, jež mohou být zodpovědné za vznik daného problému. Tento nástroj se aktivně vytváří v týmu a slouží k identifikaci a popisu příčin a důsledků hlavních problémů v procesu.

Postup: 1. Znázornění problému v hlavě ryby

2. Dokreslení páteře a žeber

3. Pomocí otázky „proč“ na každou příčinu problému doplňujeme diagram

4. Po dokončení analyzujeme a identifikujeme hlavní příčiny problému.

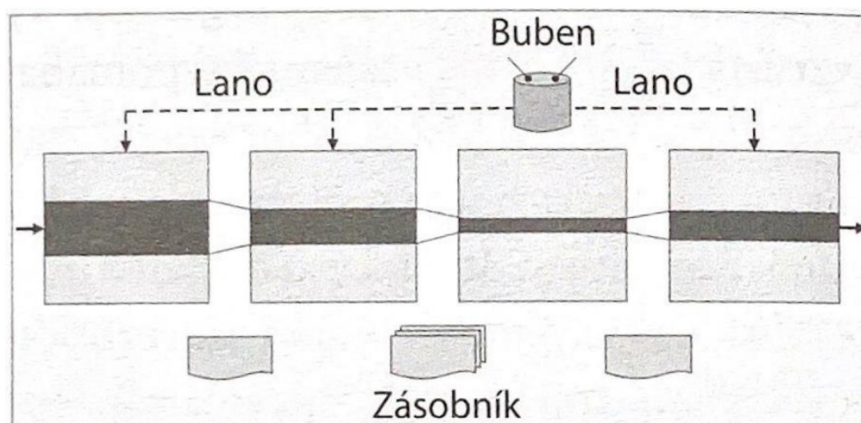
5. Navrhujeme cíle pro odstranění hlavních příčin (Košturiak a Janošková, 2010)

1.19 Teorie omezení (TOC)

Jinak řečeno řízení podle úzkých míst je metoda, kterou definoval izraelský fyzik Eliahu Goldratt. Dle něho má firma vždy pouze jedno místo, podle kterého by měl být zároveň řízen celý proces. Úzké místo definuje skutečnou kapacitu v procesu, zatímco ve zbývajících částech existuje určitá rezerva. Pokud nastane výpadek na úzkém místě, dojde k ovlivnění celkového výkonu. Avšak nastane-li výpadek v jiné části, nemusí to mít automaticky vliv na výsledek z důvodu této rezervy. Pro tuto metodu navrhl Goldratt řešení, tzv. Buben-Zásobník-Lano (DRUM-BUFFER-ROPE). (Fišer, 2014)

Úzké místo funguje jako buben (DRUM), který definuje průtok v procesu pro všechny ostatní činnosti. Lano (ROPE) je mechanismus signalizace, který přenáší informaci o taktu úzkého místa do celého procesu, často prostřednictvím informačního systému nebo jednoduchých nástrojů. Zásobník (BUFFER) se stará o to, aby před úzkým místem byla vždy dostatečná zásoba vstupů, aby v případě nečekaných výpadků před ním mohlo i nadále pracovat. (Fišer, 2014)

Pro zavedení systému řízení podle úzkého místa vyžaduje přesné měření a analýzu. Metoda s sebou často také obnáší náklady v podobě zavedení informačního systému a zaškolení pracovníků. Navíc je jasné, že pokud se podaří zvýšit výkon daného místa tak, že již není úzkým místem, musí se celý postup zopakovat. (Fišer, 2014)



Obrázek 7 - Teorie omezení

(zdroj: Fišer., 2014, s.98)

1.20 Kanban

KANBAN je japonský termín označující kartu nebo štítek, a představuje systém, který se zaměřuje na vizuální řízení výrobních procesů, pomáhá optimalizovat tok práce, minimalizovat zpoždění a zvyšovat efektivitu. Tato metoda byla původně vyvinuta v japonské automobilové firmě Toyota, ale od té doby se rozšířila do různých odvětví a organizací po celém světě. Systém spočívá v použití karty KANBAN jako nosiče informací. Cílem systému není pouze dosažení vysokého využití kapacit, ale zejména schopnost rychlé dodávky na pracoviště a je vhodný pro velkosériovou až hromadnou výrobu s nízkým stupněm variant mezi pracovišti. (Svozilová, 2011)

1.21 Just in Time

Původní představa metody JIT spočívá v úzké vazbě mezi dodavatelem a odběratelem, kde na sebe dodavatel bere břemeno v podobě zásob a odběratel tak pracuje s minimálními zásobami. Dodavatel dodává materiál přesně podle harmonogramu, což umožňuje snížení zásob a zvýšení kapitálového obrátu. Moderní pojetí JIT se zaměřuje nejen na snížení zásob, ale také na komplexní úsporu času v průběhu výroby, což přináší výrazné snížení nákladů, zvýšení produktivity práce a další výsledky. Tato metoda zahrnuje optimalizaci různých aspektů výrobního procesu, například snížení velikosti dávek, větší úsporu času při seřizování strojů nebo také zvýšení rozmanitosti výroby. (Tomek a Vávrová, 2000)

1.22 Výstupy teoretické části

Teoretická část bakalářské práce se soustředí na základní teoretická východiska, která poslouží jako podklad pro následnou analytickou a návrhovou část. Definuje proces, zdůrazňuje procesní řízení a kategorizaci procesů. Dále se věnuje lidským zdrojům, logistice, druhům výroby, rozmístění pracovišť a výrobnímu taktu. Zabývá se teoretickým vysvětlením ořepů v procesu výroby a kvalitou ve výrobě spolu s jejími nejdůležitějšími ukazateli. Závěr této části se věnuje lean managementu a jeho jednotlivým konceptům. Celkově poskytuje komplexní přehled klíčových teoretických konceptů, které budou následně aplikovány v praktických částech práce.

2 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE

Daná kapitola se zaměří na současnou analýzu aktuální situace ve firmě. Bude představena společnost – historie a současnost, ve které proces probíhá. Budou upřesněny hodnoty kvality, na které se ve firmě dbá a také bude popsán aktuální výrobní proces klimatizační hadice. Nakonec bude analyzován nežádoucí problém, ke kterému během výroby dochází.

Analytická část je založena na interních dokumentech, mém vlastním pozorování a na konzultacích s pověřenými osobami.

2.1 O společnosti

Tato kapitola se zabývá základním představením informací o mé vybrané společnosti, vymezením její činnosti podnikání, modelem organizační struktury a popsání systému kanban ve firmě. Aby nedošlo k narušení ochrany obchodního tajemství, bude společnost v bakalářské práci označována jako „podnik“, „společnost“ nebo „firma“ a její jméno nebude uvedeno.

2.1.1 Historie a současnost společnosti

Společnost vznikla v sedmdesátých letech 19. století, avšak v té době se zaměřovala na vybavení pro kočáry. Později se firma začala specializovat na světla pro motorová vozidla a nedlouho po tom se stala hlavním dodavatelem pro výrobce Tatra a Škoda. V devadesátých letech 20. století došlo k odkoupení závodu společností Ford Motor Company, ale již o sedm let později došlo k opětovnému rozdělení. Od té doby podnik postupně přecházel z výroby světel na klimatizační techniku do aut.

Aktuálně podnik spadá do Korejského holdingu, který se zaměřuje na výrobu komponentů pro automobilový průmysl a po světě má přes padesát závodů, v České republice pak konkrétně tři. Dva závody se nachází v tomtéž městě a zároveň spolu kooperují. Třetí závod je umístěn mimo dosah předchozích a operuje na nich nezávisle. Společnost má aktuálně přes 22 tisíc zaměstnanců po celém světě, včetně agenturních zaměstnanců.

2.1.2 Právní forma organizace

Právní formou organizace je společnost s ručením omezeným. Firma má tři jednatele, kde každý jednatel jedná za společnost samostatně, dva společníky a základní kapitál 884.2 milionů Kč, který byl ze 100 % splacen. Mezi hlavní důvody volby této právní formy spadá omezené ručení majetkem a snadný převod vlastnického práva. Z ekonomického hlediska je tato volba při vyšších ziscích firmy daňově výhodnější.

2.1.3 Předmět podnikání

Předmětem podnikání mnou zvolené firmy je výroba a inovace součástek pro automobilový průmysl, konkrétně odvětví chladících systémů a klimatizací. Širokou výrobní škálu sortimentu firmy tvoří CO₂ akumulátory, výměníky tepla (IHX), klimatizační hadice, vodní trubky, vnitřní chladiče, chladičí moduly, vzduchové a vodní mezichladiče, kondenzátory a ventily s technologií EGR (recirkulace výfukových plynů).

Mezi zákazníky společnosti se řadí přední výrobci automobilů. Největšími odběrateli jsou výrobci Ford, Jaguar a Mercedes.

2.1.4 Zobrazení výrobních podnikových procesů

Pro vizualizaci kroků výrobního procesu používá podnik flowcharty neboli diagramy toků dělané v Microsoft Excel. Tato metoda může v dnešní době působit trochu zastarale, ale vzhledem k tomu, že jí v podniku používají již řadu let, tak jsou na ni všichni zvyklí a nemají v nejbližší době v plánu nic měnit. Flowcharty jsou navrženy tak, aby vizualizovaly kroky v procesu od začátku až do konce a usnadňovaly porozumění a analýzu daného procesu.

2.1.5 Zobrazení layoutu pracoviště a pracovního postupu

Pro layout pracoviště a pracovní postupy je využíván opět stejný princip, jako při zobrazení výrobních podnikových procesů, v podobě Microsoft Excelu.

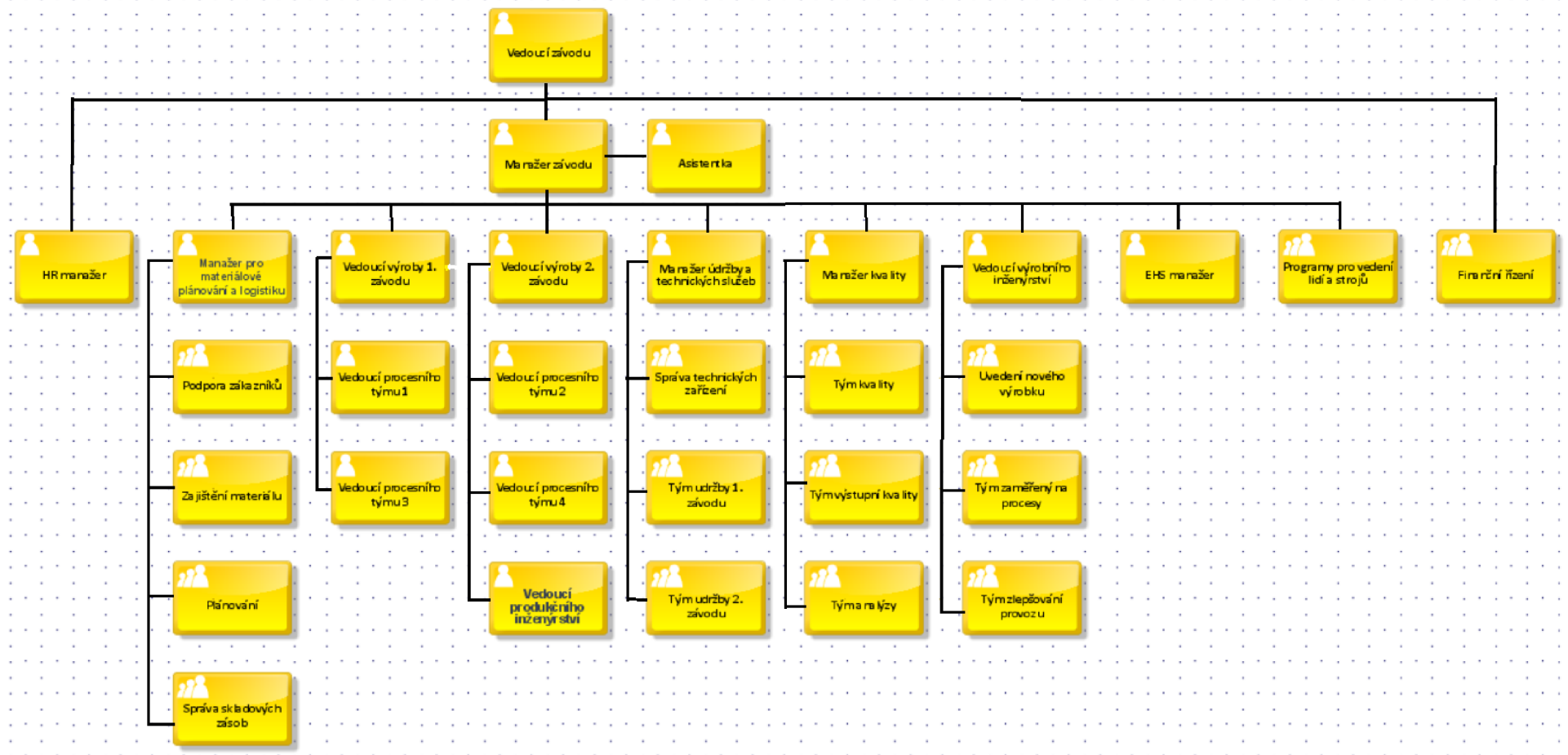
2.1.6 Kanban

Firma používá takzvané kanban kartičky nebo štítky pro upřesnění plnění pracovního postupu. V podniku to funguje tak, že kartičky mají dvě strany, z jedné strany jsou základní informace o výrobku, jako je datum obdržení zakázky, sériové číslo, zadavatel a podobně. Druhá strana štítku obsahuje prázdné řádky a před každou činností se štítek

vypíše. Po dokončení se daná operace přeškrtně, aby bylo jasné, že došlo k jejímu splnění. Často se stává, že dojde k zašpinění nebo ztrátě štítku, a proto se musí tisknout znova nebo dochází k lepení štítku přímo na bednu a po každé operaci dále k přelepování štítku s vypsanou poslední splněnou operací. Tento systém se využívá k lepší orientaci, v jaké fázi se zrovna nachází pracovní postup. Kartičky mají 3 barvy – zelenou = kusy jsou dobré, žlutou = kusy jsou podezřelé, červenou = kusy jsou vadné.

Pravidelně jednou týdně také dochází k pracovním schůzkám, na kterých se probírá, jak zakázky postupují a zásadní problémy které nastaly. Díky tomuto dochází k vylepšování procesů, což vede k neustálému zdokonalování a optimalizaci pracovních postupů.

2.1.7 Organizační struktura



Obrázek 8 - Organizační struktura společnosti

(Zdroj: Vlastní zpracování v ArisExpress dle interních materiálů společnosti)

2.2 Kvalita

Cílem společnosti je být nejlepším partnerem jejich zákazníků po celém světě, poskytovat inovativní, vysoce kvalitní produkty, které nabízí výjimečnou hodnotu. Proto je vize kvality dosažení nulového počtu vadných kusů a toho se snaží společnost dosáhnout pravidelným školením operátorů. Dbá se na organizaci pracovního místa neboli 5S – třídění, uspořádání, čištění, standardizace a udržování standardizovaných návyků.

Dochází také interními audity k ověření, zda výroba probíhá v souladu s požadavky ISO/IATF 16949 a požadavky zákazníka, interními předpisy (směrnice a pokyny) a s dokumenty ve výrobě (plán kontrol, PPI, PPII a flow chart).

Dokumentace, která by měla být vždy k dispozici na pracovišti:

- PP1 – Rozpis operací výrobní linky, které provádějí pracovníci na jednotlivých pracovištích v pracovní buňce.
- PP2 – Rozpis úkonů pracovníka na jednotlivé kroky, v dolní části jsou potom uvedeny předepsané ochranné pomůcky pro danou operaci.
- Plán kontrol (PK) – Popisuje jednotlivé kontroly na dané operaci, jak často se provádějí a kdo je provádí.

Materiál nebo výrobky jsou uloženy v přepravních boxech nebo na stojanech, které jsou označeny průvodkami s informací o provedených operacích na výrobcích. Přepravní boxy označené žlutým nebo červeným štítkem je třeba izolovat z dalšího výrobního procesu. Vadný výrobek se ukládá do červených bedýnek, pokud je možnost opravy tak do žluté bedýnky. Je-li někde neoznačený materiál či výrobek, považuje se za neshodný a ukládá se do červené bedýnky. Kus, který spadne na zem, je považován vždy za podezřelý a musí být dán do žluté bedny, aby mohl být přezkoumán kvalifikovaným pracovníkem, který rozhodne, zda je kus zmetek nebo může být použit dále v procesu.

2.2.1 Výrobní ukazatele kvality

Výrobní ukazatele slouží ke zhodnocení a měření procesů firmy, aby bylo jasné, jak se firmě daří plnit její cíle.

- **PPM** = Počet reklamovaných kusů na milion vyrobených.
- **Zmetkovitost (scrap)** = Vyrobené zmetky vyjádřené v korunách.
- **FTT** = Procento kusů, které projdou procesem napoprvé (bez zmetků, oprav, znovu zkoušených kusů).
- **OEE** = Ukazatel, který ukazuje dostupnost, výkonnost a stupeň kvality určitého zařízení.
- **Hodinová stabilita** = Ukazuje plnění plánu, který je rozpracován na hodiny v procentech.

Stávající výrobní ukazatele:

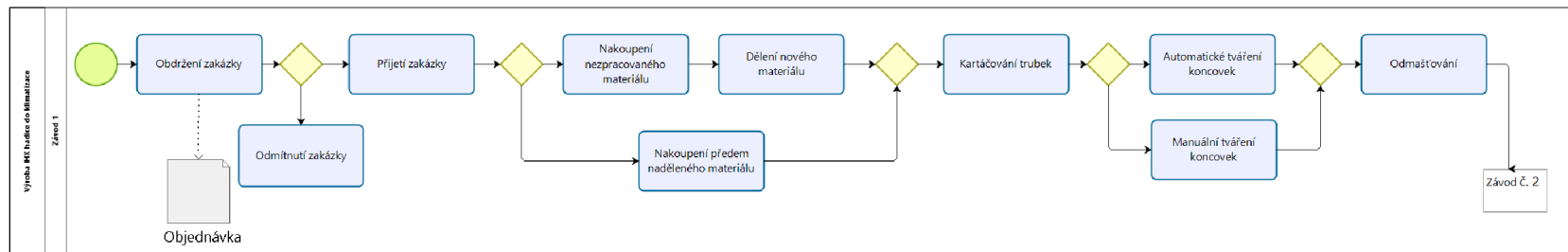
Následující údaje jsou platné k 31.12.2023.

- **PPM** – Průměrný počet reklamovaných kusů na milion vyrobených je 2,91 %.
- **Zmetkovitost** – Za rok 2023 byla zmetkovitost ve výrobě 3,5 %.
- **FTT**=91,9%
- **Hodinová stabilita**=88%

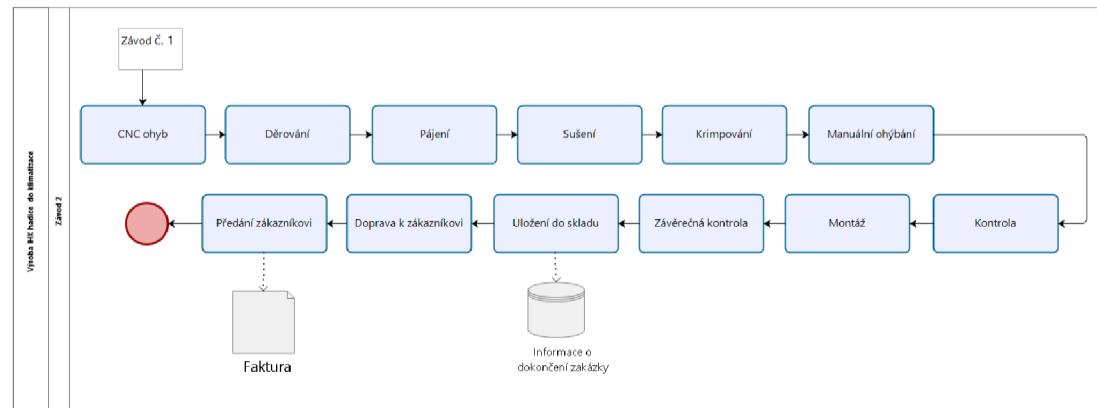
Cíle pro rok 2024 jsou následující – udržet průměrný počet reklamovaných kusů na milion vyrobených pod 28 700 ks, tj. 2,87 %. Procento kusů, které projdou procesem napoprvé zvýšit nad 92,2 % a hodinovou stabilitu dostat minimálně na 89 %.

2.3 Aktuální výrobní proces

2.3.1 Průběh zakázky výrobou



Obrázek 9 - Průběh zakázky výrobou
(Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 10 - Průběh zakázky výrobou
(Zdroj: Vlastní zpracování)

2.3.2 Výrobní proces klimatizační hadice

Vzhledem k velkému množství vyráběných kusů probíhá v podniku až na výjimky liniová pásová výroba, kdy má každý zaměstnanec přiřazené svoje pracoviště a svůj stroj, na kterém pracuje.

Následující popis procesu se zabývá výrobou klimatizační hadice do auta, ve které byla v nedávné době objevena špona a hadice byla vrácena k reklamaci. Na výrobě hadice se podílí dva sousední závody. V prvním závodě mají na starost nakoupení materiálu, nadělení trubek, kartáčování trubek, tváření koncovek a následné odmašťování. Druhý závod má poté na starost ohyb na CNC strojích, děrování, pájení, sušení, krimpování hadic, manuální ohyb, kontrolu, montáž a závěrečnou kontrolu.

První krok výrobního procesu je zajištění materiálu. Pro správný výběr hadic jsou specifikovány normy a doporučení. Hlavním aspektem pro výběr správného materiálu je typ chladiva, který bude hadicí protékat a tlakové podmínky v daném klimatizačním systému. Firma objednává předem nadělené části hadice (cut to length), které se zakoupí na míru a přijdou již podle požadavků výroby. Druhou variantou je nákup čistého materiálu trubek, dodávaný ve svitcích (global round tube) (viz. obr. č.11), který se ve firmě dále zpracovává.

Pouze 15 % materiálu, který se podílí na finálním výrobku je dodáno jako polotovar a následně složen se zbytkem materiálu.



Obrázek 11 - Čistý materiál namotaný ve svitku
(Zdroj: Vlastní fotografie)

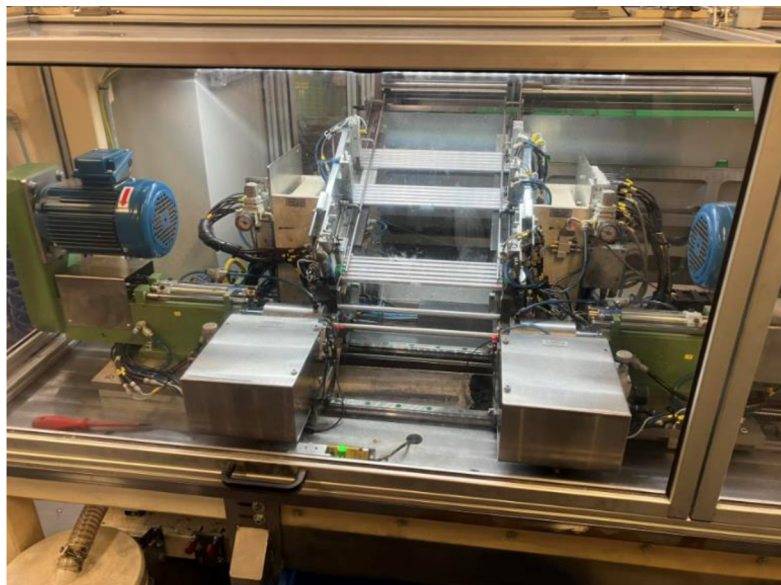
Konkrétní pracovní postup je pak následovný:

1. **Rovnění a následné dělení hadic** neboli cutting and orbital strightening

Čistý materiál ve formě velkého hliníkového svitku (viz obr. č. 11) vjíždí do dělicího stroje, který trubku narovná, následně ji dělicí nůž nařízne podle předem nastaveného rozměru a čelisti trubku odtrhnou od zbytku svitku. Operátor trubky postupně odebírá a vkládá do bedýnky. Po naplnění vytiskne štítek, nalepí na bedýnku a pošle na další operaci. Konkrétní velikosti nadělených trubek jsou pak v palcích 3/8“, 1/2“, 5/8“ a 3/4“ neboli 9,12,15,19 milimetrů. Stanice jsou ve firmě od dvou zahraničních výrobců, konkrétně od Burr-Oak a T-drill. Primárně během této operace vznikají na vnitřní hraně trubky otřepy, které mají negativní vliv na další tvorbu třísek při následujících operacích.

K operaci je zapotřebí jeden operátor na danou děličku a každý den probíhá kontrola opotřebení a čistoty dělicího nože. Tyto dva faktory mají velký podíl na tvorbě špon a otřepů.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice, bezpečnostní obuv a brýle.



Obrázek 12 - Nadělené kusy trubek

(Zdroj: Vlastní fotografie)

2. **Kartáčování** neboli brushing

Nadělené trubky musí operátor vložit do kartáčovacího zařízení, a to automaticky okartáčuje trubku. Kartáče by měly odstranit případné otřepy a „zahladit“ ostré hrany na trubce/koncovce. Jednoduše řečeno, mělo by dojít k odstranění přebytečného materiálu, který je potenciálním zdrojem nečistot v procesu (dále přenášený do finálních sestav). Ne

vždy k tomuto však dojde a otřep zůstane na trubce i nadále. Ve firmě jsou dvě kartáčovačky, a každá potřebuje pro obsluhu jednoho operátora.

Kartáče jsou měněny zhruba každé tři měsíce, záleží na opotřebení. Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice, bezpečnostní obuv a brýle.

3. **Tváření** neboli forming

Těsně před samotným procesem tváření musí dojít k promazání trubek, což je důležité pro tvářecí proces, aby nedošlo k zadření dílce v nástroji. Koncovky trubek se automaticky nebo ručně namáčí do mazacího oleje a následně vkládají do stroje pro tváření, ve kterém může docházet k přimazávání pomocí trysek.

Tváření probíhá buď automaticky nebo manuálně.

Pomocí hydraulického nebo elektricky řízeného stroje se vlivem tváření mění trubka na požadovaný tvar pomocí tvářecích nástrojů, popřípadě se zhotovuje drážka na trubce. Tvářecí nástroje mohou být různě modifikované a v daném podniku jsou schopni tvářet trubky od průměru 8 milimetrů do 19,15 milimetrů. Tyč se během procesu řádně natvaruje a dá se na ní potřebná koncovka. I během této operace může docházet ke vzniku otřepů na vnitřní hraně trubky, které negativně ovlivňují kvalitu výsledných klimatizačních hadic.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice, bezpečnostní obuv a brýle a na každý stroj je potřeba jeden operátor.

4. **Odmašťování** neboli degreasing

Tyč je mastná po procesu tváření proto má operátor za úkol rovnoměrně rozložit tyče do plastových bedýnek a vložit do odmašťovacího přístroje. Plastové bedýnky se používají proto, aby nedošlo k poškození konců trubek z důvodu neopatrného skládání. V přístroji pak dojde k odmaštění tyče pomocí alkoholu a chemikálií. Na závěr procesu dojde ještě ke zkontrolování důkladného odstranění mastnoty z tyče.

5. **CNC ohýbání** neboli CNC bending

Operátor doplní CNC zásobník trubkami a stroj značky Silfax automaticky ohne trubky podle předem daného zadání. Trubku po ohýbání vloží operátor do měřidla, zajistí koncové body a zkontroluje správnost ohybu dle plánu kontrol. Po zkontrolování

bezchybnosti výrobku uloží operátor trubky na vyhrazené místo a označí průvodkou. Dojde-li ke zdeformování trubky během ohýbání, nebo nesedí-li trubka v měřidle, operátor tuto trubku vezme, odloží do červené bedýnky a zavolá seřizovače.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice a bezpečnostní obuv.



Obrázek 13 - Zásobník pro CNC
(Zdroj: Vlastní fotografie)

6. **Děrování** neboli punching

Pracovník vloží kus do stroje, zajistí koncové body a poté pomocí dvoutlačítkového mechanismu spustí stroj. Stroj vyklepne potřebný počet děr na základovou desku přípravku, které se vyhodí a trubka se dá do zelené bedýnky, která pak putuje dál v procesu. Dojde-li ke zdeformování trubky během děrování, tak platí to samé jako u ohýbání.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice a bezpečnostní obuv.



Obrázek 14 - Stroj pro děrování
(Zdroj: Vlastní fotografie)

7. **Pájení** neboli brazing

Operátor uchopí trubku, vloží ji do přípravku a přidá pájecí kroužek. Dále uchopí odbočku, nasadí na ni kroužek a zasune do trubky, kterou dal do přípravku a zajistí trnem. Následně pomocí štětečku nanese pájecí pastu na pájený spoj. Dojde k napájení potřebných částí a po napájení vyjme operátor díl a zkontroluje ho. Poté odloží napájenou trubku na stojan nebo do vany s vodou na 20 min. Po napájení všech trubek operátor vytiskne štítek, oskenuje jej a kusy předá na další operaci. Je-li trubka špatně napájená (nezapájená, díra v pájeném spoji, spálená atd.), vyřadí operátor tuto trubku.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice, bezpečnostní obuv a brýle.

8. **Sušení** neboli drying

Operátor z prostoru určeného pro kusy před sušením naveze kusy do sušící pece. Kusy jsou zavěšeny na přepravních stojanech určených pro sušení. Stisknutím tlačítka "Start/Stop" dojde k navolení programu. Na spodním displeji se objeví nápis "ProG", na horním displeji se nastaví určený program. Opětovným stisknutím tlačítka "Start/Stop" dojde ke spuštění navoleného programu. Běh programu je indikován diodami "rate", "SP" a "time". Zároveň dojde k zablokování dveří sušící pece. Po naběhnutí na požadovanou teplotu 160 °C, začne cyklus sušení, který trvá 30 minut. Ukončení sušícího cyklu je signalizováno zvukovou signalizací, zároveň dojde k odblokování dveří. Po vytažení kusů ze sušičky je operátor nechá zchladnout na věšáku minimálně 15 minut. Trubky určené pro přeložení do plastových beden minimálně 25 minut. Po dostatečném zchladnutí vypíše operátor průvodku a ukládá trubky do beden, nebo odváží na další operaci.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice a bezpečnostní obuv.

9. **Krimpování** neboli crimping

Krimpování je proces, při kterém dochází ke vzniku mechanického spoje pomocí stlačení mezi dvěma koncovkami nebo částmi. Operace krimpování probíhá na třech rozdílných stanovištích, kde každé pracoviště má stejný princip práce, ale krimpuje rozdílné části.

Operátor uchopí podsestavu IHX a hadici. Vloží podsestavu do hadice a založí částí do krimpovacího přípravku. Zajistí upínky přípravku a obouručním zmáčknutím tlačítek spustí krimpovací stroj. Dojde ke stlačení spojů. Poté finální sestavu odjistí,

provede vizuální kontrolu zkrimpování a odloží sestavu na věšák. Zjistí-li operátor, že je trubka zdeformována, vezme tuto trubku a odloží ji do červené bedýnky.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice a bezpečnostní obuv.

Při změně na jinou výrobu musí být na pracovišti krimpování všechny pomocné boxy prázdné tak, aby v nich nezůstal žádný kus z předešlé výroby.

10. **Manuální ohýbání** neboli manual bending

Jedná se o manuální doohyb trubky potřebný pro správný tvar finálního výrobku. Operátor vloží sestavu do ohýbacího přípravku a upne ji. Následně provede ruční ohyb pomocí páky až na doraz. Poté sestavu vyjme a uloží ji na věšák.

Aby nedocházelo ke špatnému ohybu sestav z důvodu znečištění přípravku, dochází každých patnáct minut k profukování přípravku. V případě výskytu nečistot je třeba neprodleně přípravek vyčistit.

Předepsané ochranné pomůcky jsou rukavice, bezpečnostní obuv a bezpečnostní brýle.

11. **Kontrola** neboli tube check before assembly

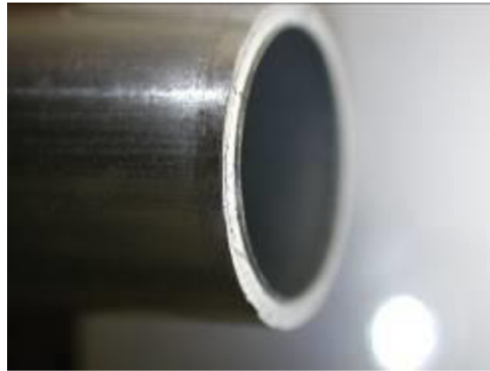
Operátor má za úkol zkontrolovat vnější kvalitu trubky a pod lupou detailně kontroluje všechny koncovky dané trubky. Poté nasadí na koncovky těsnící kroužky podle průměru, nasadí adaptér na koncovku a provede profouknutí vzduchem, aby zkontroloval, zda všechno těsní, jak má. Nalezne-li operátor nějaké nejasnosti nebo vady, vezme trubku a odloží ji do příslušné bedýnky.

Na konci výrobního procesu dochází už jenom k montáži všech kusů výrobku a k finální kontrole.

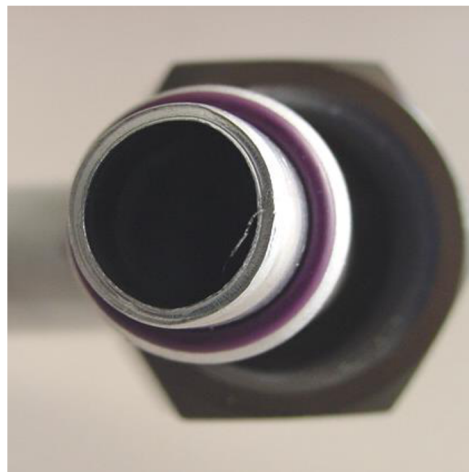
2.4 Vznik otřepu

2.4.1 Otřep

Otřep je součástí daného základního materiálu (trubky). Jedná se o ostrou hranu na čele trubky vzniklou po dělení trubek (viz. obr. č.15) nebo také po tváření konců trubek (viz. obr. č.16)



Obrázek 15 - Otřep po dělení trubek
(zdroj: Vlastní fotografie)

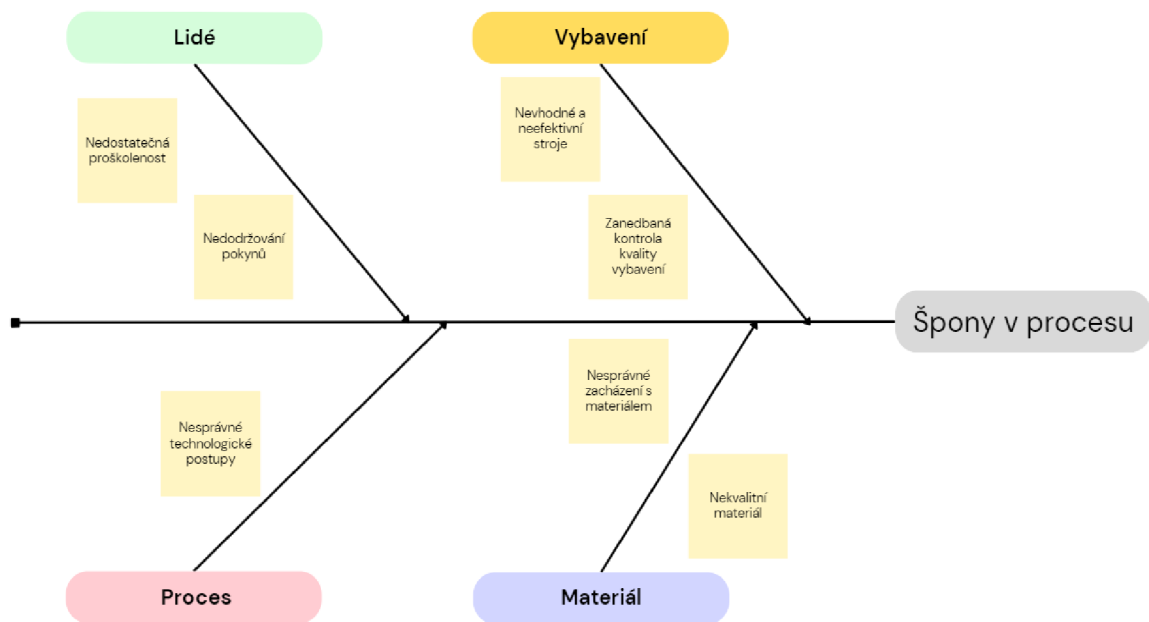


Obrázek 16 - Otřep po tváření konců trubek
(zdroj: Vlastní fotografie)

2.4.2 Tříška

Tříška je oddělena od základního materiálu a vzniká po dělení a tváření koncovek nebo také oddělením otřepu od základního materiálu vlivem dalšího zpracování např. odmašťování, montáže; klasický příklad je sundání montážních krytek, kdy dojde k utržení otřepu vlivem sundání těchto krytek na montáži.

2.4.3 Ishikawa diagram



Obrázek 17 - Diagram příčin a následků
(zdroj: Vlastní zpracování)

2.4.4 Příčina vzniku

Otřepy na vnitřní hraně trubky jsou dány převážně technologií dělení trubek, která se používá ve výrobě. Nůž, který rotuje kolem trubky v místě řezu, nařízne trubku a svírající čelisti ji v místě řezu utrhnou - tzv. beztržiskové dělení "Cutoff" technologie. Dělička je od firmy Burr Oak Tool and T-drill z USA. Otřepy neboli zbytkový materiál, který zůstane na vnitřní hraně trubky (viz. obr. č.15), mají zřejmě nepříznivý vliv na tvorbu otřepu a třísek při další operaci tváření. Tento otřep je po celém obvodu trubky a jeho výška dosahuje velikosti až 0,4 milimetrů a závisí na otupení nože, tvrdosti trubky a seřízení stroje. Vypadá to, že hlavní příčinou vzniku třísek a otřepů na tvářených koncovkách je otřep na trubce vzniklý po operaci dělení.

2.5 Navržený způsob odstranění otřepu vzniklého dělením trubky

Mechanické odstranění otřepu na trubce pomocí obráběcího nástroje

Mechanické odjehlení konců trubek bylo provedeno na soustruhu v prototypové dílně, kdy byl břit nože odkloněn o dva stupně od čelní roviny trubky, abychom otřep na trubce odstranili v maximální možné míře a zároveň zabránili nerovnoměrnému odebrání materiálu vlivem různé ovality trubky. Odjehlení konců trubek pomocí trnu s vnitřním nebo s vnějším břitem bylo zamítnuto kvůli nerovnoměrnému odběru materiálu s vnitřní a vnější hrany trubky vlivem rozdílné ovality na trubkách. Nepravidelný odběr materiálu vlivem různé ovality trubky má za následek chybějící materiál při tváření konců trubek a vznik zmetků po tváření. Otřep z čela trubky zcela nezmizí.

Bylo odjehleno z obou stran: 100 ks 3/4" H14 délky 250 mm a 100 ks 5/8" H14 délky 250 mm.



Obrázek 18 - Odjehlení konců trubek
(zdroj: Vlastní fotografie)

Vyhodnocení možnosti odstranění otřepu z čela trubky

Na vyhodnocení jednotlivých možností odstranění otřepu z čela trubky se průběžně podíleli jednotliví pracovníci výrobní technologie a zástupci kvality. Vyhodnocení jednotlivých etap ověřování daných úkolů probíhalo na technologických schůzkách.

Bylo natvořeno: 200 ks koncovek 3/4" FSLC a 200 ks koncovek 5/8" Hosebead. Kontrola byla provedena u 400 ks natvářených konců, otřep byl nalezen u 8 ks FSLC a u 5 ks Hosebaadu, tj. 3,25 % z celkového počtu natvářených koncovek.

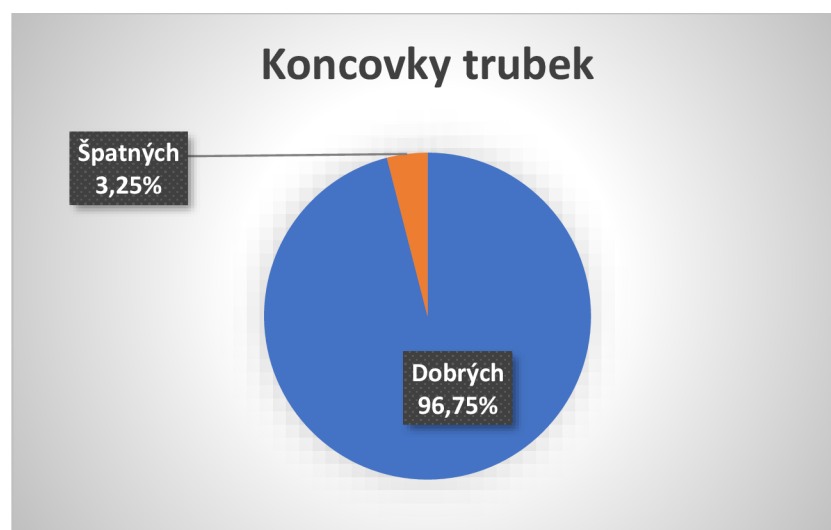
Po mechanickém odstranění otřepu na trubce pomocí nástroje (nože) byl otřep částečně odstraněn, ale malá část zbytkového otřepu se vlivem tření nože vyhnula směrem dovnitř trubky a tento otřep zde již zůstal. Na čele trubky také zůstaly ostré hrany (vnitřní

a vnější), což je určitá nevýhoda pro další operaci tváření. Tyto ostré hrany s vnitřním otřepem, i když je velmi malý, mohou mít vliv na vznik třísek a otřepů při tváření. Jsou to náběhové hrany pro razníky a tento otřep se během tváření může částečně oddělit od základního materiálu a vytvořit tak otřep nebo třísku na konečném tvaru tvářeného konce trubky. Nevýhodou tohoto způsobu je také vznik větších třísek, které zůstanou uvnitř trubky po odjehlení nožem. Tyto špony způsobují zanesení a opotřebení tvářecího nástroje a velmi podporují vznik zmetků na tvářených koncovkách. Z výše uvedených důvodů nedoporučujeme technické řešení odstranění otřepu po dělení trubek pomocí obráběcího nástroje.

Tabulka 1 - Počet natvářených koncovek

(zdroj: Interní zdroje firmy)

	FSCL	Hosebead
Dobrých	192	195
Špatných	8	5
Celkem	200	200



Obrázek 19 - Procentuální vyjádření natvářených koncovek

(zdroj: Vlastní zpracování)

2.6 Vyhodnocení analýzy problému

Analýza problému otřepů ve výrobním procesu klimatizačních hadic odhalila několik důležitých aspektů, které je třeba vzít v úvahu při hledání účinných řešení.

Zde jsou hlavní závěry analýzy:

1. Původ otřepu: Otřepy na vnitřním okraji hadice vznikají během procesu dělení trubek a následného procesu tvarování daných koncovek. Tyto otřepy mají negativní dopad na kvalitu hotového produktu a ovlivňují další operace v procesu.
2. Ovlivnění kvality procesu tváření: Dostatečně nerovnoměrné hrany a zbytky otřepů z procesu dělení mohou být problémem při procesu tváření. Zvyšují totiž tvorbu a výskyt dalších třísek a otřepů, které mají negativní dopad na kvalitu konečného výrobku.
3. Mechanické odstranění otřepů: Mechanické odstranění otřepu na trubce pomocí obráběcího nástroje bylo provedeno, ale vykazuje určité nedostatky. Částečně odstraněný otřep a vytvoření ostrých hran na trubce jsou nežádoucím vlivem, protože mohou ovlivnit další operace, zejména tváření konců trubek. Nevýhodou tohoto způsobu je také vznik větších třísek, které zůstanou uvnitř trubky po odjehlení nožem. Proto se tento způsob odstranění otřepů nedoporučuje.
4. Důsledná kontrola a monitorování kvality: Pravidelné sledování stavu nožů a nástrojů pro dělení trubek je klíčové pro minimalizaci otřepů. Průběžná údržba a kontrola je nezbytná pro udržení potřebných pracovních podmínek a minimalizaci zmetků.

Pro zlepšení kvality výrobků a snahy o eliminaci otřepů by měla být zvážena inovativní řešení. Možnosti zahrnují změny v procesu dělení trubek, zlepšení tvářecích nástrojů, nebo použití speciálních technologických postupů a nástrojů k minimalizaci vzniku otřepů a třísek. Ideální řešení by mělo eliminovat otřep a zároveň udržet optimální podmínky pro další operace. Je klíčové stále pracovat na inovacích a technologických vylepšeních, která povedou ke zlepšení celkové kvality výrobního procesu. Tomu všemu se bude věnovat následující kapitola.

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Součástí dané kapitoly bude detailní analýza a porovnání výhodnosti investice do nového kartáčovacího stroje pro firemní výrobní linku. Cílem této části bude poskytnout podrobný pohled na očekávaný časový úsek, během něhož se plánované investiční náklady na nový stroj vrátí prostřednictvím generovaných přínosů a úspor.

3.1 Odstranění otřepu na trubce pomocí kartáčování konců trubek

Jedna z možností pro snížení výskytu špon ve finálním produktu je změna technologie v procesu kartáčování. Ve firmě se aktuálně používá kartáčočka od firmy ABC1 a po otestování 500 koncovek po procesu kartáčování byl otřep nalezen na 26 koncovkách, tj. 5,2 % z celkového počtu. Po prozkoumání možností došlo k objevení firmy CBA2, sídlící nedaleko našeho závodu, která se zabývá kartáčováním trubek. Domluvila se tedy zakázka na okartáčování 500 kusů trubek, trubky byly zaslány a po vrácení byla provedena kontrola zmetkovitosti.

Výběr externí firmy pro kartáčování byl důkladně promyšlen na firemní poradě. Nejprve došlo k identifikaci potencionálních firem v rámci třech nejbližších krajů, aby se zbytečně neprodrazila doprava a aby byla snadná dostupnost externí firmy v případě potřeby. Po pečlivém zhodnocení nabídek z nejbližších možných firem a osobních konzultacích byla následně vybrána jedna firma. Důležitými kritérii při výběru byla především zkušenost v daném oboru, odbornost a technologické vybavení dané společnosti.

Pro ověření použití nové možnosti kartáčování konců trubek ve výrobě byly naděleny trubky 250 ks 3/4" H14 délky 250 mm a 250 ks 1/2" H14 délky 250 mm a poté po dohodě zaslány externí firmě k okartáčování obou konců. Externí firmě nebyly dány žádné doplňující požadavky k okartáčování konců námi nadělených trubek, vše bylo ponecháno na jejich zkušenostech.

Bylo okartáčováno z obou stran: 250 ks 3/4" H14 délky 250 mm a 250 ks 1/2" H14 délky 250 mm.

Vyhodnocení kartáčování konců trubek

Tabulka 2 - Výskyt otřepů

(zdroj: Interní zdroje firmy)

Trubka 3/4"H14	FSLC 3/4"	126ks	100 % bez otřepu a třísky
	OBEAD 3/4"	126ks	100 % bez otřepu a třísky
	PEANUT MLC 3/4	86ks	100 % bez otřepu a třísky
	CRIMP 3/4"-5/8"	86ks	100 % bez otřepu a třísky
	HOS.-STOPBEAD	76ks	100 % bez otřepu a třísky
Trubka 1/2"H14	FSLC 1/2"	100ks	10ks s otřepem
	OBEAD 1/2"	92ks	9ks s otřepem
	PEANUT MLC 1/2"	70ks	100 % bez otřepu a třísky
	PEANUT FLC 1/2"	70ks	100 % bez otřepu a třísky
	CRIMP 1/2"-13/32"	56ks	100 % bez otřepu a třísky
	LARE 1/2"	56ks	100 % bez otřepu a třísky
	EUROCLIM M08	56ks	100 % bez otřepu a třísky

Kontrola byla provedena u 1000 ks natvářených konců, otřep byl nalezen na 19 koncovkách, tj. 1,9 % z celkového počtu.

Na těch koncovkách, kde otřep pomocí kartáčování konce trubky úplně nezmizí (viz. obr. č.20), dojde alespoň k jeho zmenšení a k mírnému zaoblení vnitřních i vnějších hran trubky v místě řezu, což je velmi příznivé pro tváření koncovek. Vzniknou zaoblené náběhové hrany pro razníky, to znamená, že materiál na hranách trubky je celistvější a tečení materiálu při tváření je příznivější. Při tvářecích operacích pýchování, redukování a tažení materiálu pak pravděpodobně dochází k částečnému nebo i úplnému oddělení otřepu od trubky. Další možnost, kdy také může dojít k oddělení tohoto otřepu na tvářeném čele trubky je při montáži nebo během nasazení a sundání krytek. Na tvářených vzorcích (na čele koncovek) je také patrná stopa po kartáčování, která neovlivňuje

rozměry a kvalitu tvářené koncovky. Určitou nevýhodou kartáčování jsou velmi malé a jemné třísky, které ulpí na vnitřním i vnějším povrchu trubky.

Po provedení procesu kartáčování v naší firmě bylo tedy zaznamenáno celkově 5,2 % vadných koncovek. Naopak, po zaslání 500 kusů trubek k externí firmě bylo zjištěno výrazné zlepšení, kdy procento vadných kusů kleslo na pouhých 1,9 %. Tato data naznačují zlepšení kvality výstupu o 3,3 % po použití kartáčovačky, kterou vlastní externí firma. Naznačuje to, že by daná inovace mohla mít pozitivní vliv na kvalitu finálního produktu. Tato úprava totiž nejenže snížila počet vadných kusů, ale také vedla k lepšímu zpracování trubek, což by mohlo mít pozitivní dopad na další manipulaci s nimi během výrobního procesu.



Obrázek 20 - Otřep po kartáčování
(zdroj: Vlastní fotografie)

3.2 Nákup nového stroje

V souvislosti s vadnými kusy v důsledku výskytu špon a s tím související potřebou rozvoje daného výrobního procesu a snahou o zvýšení efektivity a konkurenceschopnosti na trhu dojde k prozkoumání návrhu pořízení nového stroje pro výrobní linku. Aktuálně používaný kartáčovací stroj se již nachází ve stádiu, kdy není schopen splnit požadovanou kvalitu na výstupu. Čím dál častěji dochází k reklamacím, což vede ke ztrátě času, finančních prostředků, a hlavně k nespokojenosti zákazníků. Tento návrh se zdá být vhodný vzhledem k dlouhodobému cíli firmy dosahovat nejvyšší možné úrovně kvality a produktivity ve firmě.

3.2.1 Popis nového stroje

Jedná se o automatizovanou linku pro obrábění konců kovových trubek pomocí metody kartáčování. Kartáče by měly důkladněji odstranit přebytečný materiál na koncovkách trubek a zároveň by mělo dojít k lehkému zaoblení hran z obou stran. Nový stroj je navržen pro zpracování kovových trubek od průměru 7 milimetrů do 20 milimetrů, což plně vyhovuje potřebám firmy. Stroj má v sobě zabudované dva kartáče pro oba konce trubek. Stejně tak jak u starého stroje, je výměna kartáčů zapotřebí cca každé 3 měsíce, ale záleží na intenzitě opotřebení. Cena původních kartáčů byla 700 Kč za kus, u nového stroje stojí potřebné kartáče 800 Kč za kus. Pokud budeme předpokládat průměrnou spotřebu 8 kartáčů za rok, bude to dohromady dělat 6400 Kč ročně oproti původním 5600 Kč. Částka 800 Kč ročně je pro naše účely zanedbatelná, a proto se jí dále nebudeme zabývat.

Částka nového stroje činí 28 000 000 Kč včetně instalace dodavatelskou firmou a včetně potřebného zaškolení příslušného personálu. V první řadě by došlo k zaškolení mistrů, které by trvalo dvě 7,5hodinové směny a ti by následně měli za úkol zaškolení všech operátorů tří směnného provozu. Instalace spolu s kompletací výrobního stroje by mohla proběhnout během víkendu, kdy je výroba zastavena a předpokládá se, že nejpozději do 5 pracovních dnů by výroba měla běžet stejným tempem jako před koupí nového stroje.

Technické parametry nového stroje:

Pracovní materiál: Kovové trubky s určitým průměrem a délkou.

Rozměry materiálu: Průměr trubek: 7-21 mm, délka trubek: 238 až 2600 mm.

Výkon: 12 kW

Nastavení: Možnost úpravy parametrů podle individuálních požadavků.

Takt stroje: Dle zvolených technologií cca 16 sekund.

Zásobník: Na 25 tyčí.

Úroveň hluku: <60 dB

Rozměry: šířka 6 m, délka 5,5 m, výška 3,2 m

Předpokládaná životnost stroje: 10 let

Cena – 28 000 000 Kč včetně instalace

Technické parametry starého stroje:

Rozměry materiálu: Průměr trubek: 5,5-22 mm, délka trubek: 212 až 2540 mm.

Výkon: 16 kW

Takt stroje: 15 sekund

Zásobník: Na 20 tyčí.

Úroveň hluku: <65 dB

3.3 Vhodnost nového stroje

Pro rozhodnutí ohledně vhodnosti investice je důležité zvážit hlavně tyto následující faktory. Kvalita neboli v daném případě hlavně to, jak se změnil počet zmetků a jaké by to mělo znamenat úspory z reklamací do budoucna. Dalším faktorem je spotřeba energie. Přejít na nový stroj by mohlo znamenat snížení spotřeby elektrické energie, což by nejenže přineslo finanční úspory, ale také by to bylo v souladu s trvale udržitelným rozvojem ve firmách. V neposlední řadě je pak důležité zohlednění času. Takt starého a nového stroje totiž může mít také vliv na celkovou efektivitu výrobního procesu. Zhodnocením daných faktorů by mělo dojít k porozumění celkového dopadu investice na provoz firmy.

3.3.1 Počet zmetků

Podle předchozího testování by se měl z 1000 vyrobených kusů snížit počet zmetků z původních 52 na 19. Což je zlepšení 33 kusů na 1000 vyrobených. Při průměrné ceně 1200 korun českých za kus, to tedy dělá dohromady 39 600 korun českých navíc. Při průměrné roční výrobní kapacitě 80 000 kusů to tedy vychází na 3 168 000 korun českých navíc za kalendářní rok. Snížení počtu zmetků tak přinese nejen finanční úspory, ale také přispěje ke zlepšení firemní reputace díky vyšší kvalitě výrobků.

3.3.2 Spotřeba energie

Koupí nového stroje s nižším příkonem elektrické energie se očekává snížení spotřeby energie v porovnání se starším zařízením. Původní stroj disponoval příkonem 16 kW, zatímco nový stroj vykazuje nižší spotřebu pouze 12 kW. Přejít na stroj s nižším příkonem je v souladu s trendem energetické úspornosti. Taková úspora energie tedy není

pouze hospodárná, ale může přispět k udržitelnému rozvoji a snižování environmentální zátěže v rámci provozu firmy.

Pro výpočet spotřeby elektrické energie za rok pro starou a novou výrobní linku použijeme následující vzorec:

$$\text{Spotřeba za rok} = \text{Příkon} * \text{Délka směny} * \text{Počet směn denně} * \text{Počet pracovních dnů}$$

Rovnice 5 - Spotřeba el. energie

(zdroj: Jak na výpočet příkonu a spotřeby, 2022)

- Pro starou výrobní linku:

Příkon=16 kW

Délka směny= 7,5h

Počet směn denně= 3 směnný provoz

Počet pracovních dnů v roce=252 dnů (pro rok 2024)

$$\text{Spotřeba za rok} = 16 * 7,5 * 3 * 252 = 90\,720 \text{ kW}$$

Rovnice 6 - Spotřeba při starém stroji

Roční spotřeba by činila 90 720kW.

Roční náklady na energii při průměrné ceně 4 Kč za kW:

$$\text{Náklady} = 90\,720 * 4 = 362\,880 \text{ Kč}$$

Rovnice 7 - Náklady při starém stroji

- Pro novou výrobní linku:

Příkon=12 kW

$$\text{Spotřeba za rok} = 12 * 7,5 * 3 * 252 = 68\,040 \text{ kW}$$

Rovnice 8 - Spotřeba při novém stroji

Roční spotřeba by činila 68 040kW.

Roční náklady na energii při průměrné ceně 4 Kč za kW:

$$\text{Náklady} = 68\,040 * 4 = 272\,160 \text{ Kč}$$

Rovnice 9 - Náklady při novém stroji

Porovnání nákladů:

$$\text{Ušetřená částka ročně} = 362\,880 - 272\,160 = 90\,720 \text{ Kč}$$

Rovnice 10 - Úspora peněz

Nová linka tedy spotřebuje o 22 680 kW méně elektrické energie za rok než stará linka, a tím pádem dojde k ročnímu ušetření 90 720 Kč za energie.

3.3.3 Takt stroje

Další důležitý aspekt v posuzování výhodnosti investice do nového stroje je zhodnocení výrobního taktu. Jedná se o klíčový parametr, který ovlivňuje rychlost a pružnost výrobní linky, a tím i její celkovou produktivitu.

Starý stroj měl výrobní takt 15 sekund, to znamená, že pokud by byl zásobník na 20 kusů tyčí již naplněn, tak jedna tyč trvá okartáčovat 15 sekund. Dohromady celý zásobník tedy trvá 5 minut. Nový stroj by pak měl mít podle zvolených technologií takt cca. 16 sekund, což znamená, že by měl pracovat trošku pomaleji, zato má větší zásobník o kapacitě 25 kusů. Při 25 kusech by tedy mělo dojít v průměru k 25sekundové ztrátě vzhledem k taktu. Avšak kapacita zásobníku je také klíčový faktor, protože umožňuje snížení frekvence potřeby plnění, což v konečném důsledku vyvažuje delší dobu taktu. Tímto způsobem nový stroj kompenzuje svou delší dobu taktu a stále udržuje efektivitu procesu. Navíc vzhledem k technologiím, které se nacházejí za procesem kartáčování, by rychlejší takt nedával smysl, protože by docházelo k nahromadění kusů výrobků v dalších částech výroby. Pokud by ovšem časem došlo k hledání úzkých míst v procesu a k inovacím ostatních stanovišť, mohl by takt 16 sekund znamenat problém. V aktuálním případě by ale daný faktor měl být přijatelný.

3.4 Ekonomická analýza

V této kapitole dojde k uvedení ekonomických údajů, které by měl podnik brát v úvahu v rámci investice do nového stroje, a které by měly z ekonomického pohledu určit vhodnost daného stroje.

3.4.1 Odpisový plán

Plán předpokládá zvýšení odpisové částky kvůli pořízení nového výrobního stroje. Nový stroj je dlouhodobým hmotným majetkem, který je zařazen do 2. odpisové skupiny. Plán obsahuje celkovou částku nově odepisovaného majetku ve výši 28 milionů korun. Níže je uveden detailní účetní plán pro odpisy.

Tabulka 3 - Plán odpisů
(zdroj: vlastní zpracování)

Odpisový plán strojního vybavení			
Počet let	Koeficient	Hodnota odpisu [Kč]	Zůstatková cena [Kč]
1	0,11	3 080 000	24 920 000
2	0,2225	6 230 000	18 690 000
3	0,2225	6 230 000	12 460 000
4	0,2225	6 230 000	6 230 000
5	0,2225	6 230 000	0

Tento plán umožňuje správně zohlednit náklady na stroj a může pomoci při posouzení výhodnosti investice. Zároveň slouží jako nástroj pro účetní evidence.

3.4.2 Doba návratnosti

Doba návratnosti investice je klíčovým prvkem hodnocení efektivity nákupu nového stroje. Jedná se o ukazatel, který nám udává období, za které se celkové příjmy z investice vyrovnají s počátečním kapitálovým výdajem na tuto investici. Jinými slovy, doba návratnosti vyjadřuje čas, za který se investice zaplatí sama. Pro výpočet doby návratnosti investice stačí znát pořizovací cenu stroje, cena může zahrnovat jak pořizovací náklady za samotné zařízení, tak i případné doplňkové náklady spojené s instalací, školením personálu a podobně. Roční příjmy z investice, které jsou v našem případě odvozeny od tržeb získaných navíc v rámci roční výrobní kapacity plus z úspor za ušetřené energie. A odhadovanou životnost stroje.

$$Doba\ návratnosti = \frac{Kapitálový\ výdaj}{Roční\ příjmy\ z\ investice}$$

Rovnice 11 - Doba návratnosti

$$Doba\ návratnosti = \frac{28\ 000\ 000}{3\ 258\ 720} = 8,59$$

Počáteční výdaj na investici se firmě vrátí zhruba za osm a půl roku. Doba návratnosti stroje je tedy kratší než předpokládaná životnost stroje.

3.5 Výrobní ukazatele kvality

Po zhodnocení klíčových faktorů lze odhadnout jakým směrem by se po zavedení navržené inovace měly pohybovat firemní výrobní ukazatele kvality, které poskytují informace o úrovni kvality výroby a úspěšnosti procesů ve výrobním prostředí. Díky sledování výrobních ukazatelů kvality je možno lépe porozumět chování výrobního systému, po koupi nového kartáčovacího stroje.

3.5.1 Dosavadní výrobní ukazatele

Výrobní ukazatele na konci roku 2023 byly následující:

- **PPM** – Průměrný počet reklamovaných kusů na milion vyrobených byl 2,91 %.
- **Zmetkovitost** – Za rok 2023 byla zmetkovitost ve výrobě 3,5 %.
- **FTT** = Procento kusů, které projdou procesem napoprvé bylo 91,9 %.
- **Hodinová stabilita** = Plnění plánu, který je rozpracován na hodiny bylo na 88 %.

3.5.2 Cíle pro rok 2024

Pro rok 2024 stanovil vrcholový management v oddělení kvality následující specifické cíle:

- **PPM** – Průměrný počet reklamovaných kusů na milion vyrobených dostat pod 2,87 %.
- **Zmetkovitost** – Snížit zmetkovitost ve výrobě pod 2,8 %.
- **FTT** – Procento kusů, které projdou procesem napoprvé zvýšit nad 92,2 %
- **Hodinová stabilita** – Zlepšit minimálně o 1 % na 89 %.

3.5.3 Odborný odhad pracovníků kvality

Po konzultaci s pracovníky zodpovědnými za kvalitu a jejich odborném odhadu lze říct, že by se dané ukazatele po implementaci navrženého řešení měly s největší pravděpodobností změnit následovně:

- **PPM** – Vzhledem ke snížení výskytu špon ve finálním výrobku a s tím souvisejícím snížením počtu reklamovaných kusů v důsledku nespokojenosti zákazníka se odhaduje, že by průměrný počet reklamovaných kusů na milion vyrobených mohl klesnout z aktuální úrovně až na 2,85 %. To by znamenalo splnění zadaného cíle.

- **Zmetkovitost** – Odborný odhad naznačuje, že zmetkovitost ve výrobě by se měla snížit z 3,5 % na cca 3,1 %. Nedošlo by tedy k poklesu pod cílovou hranici, ale i tak by se jednalo o značný pokrok v dané oblasti, který by znamenal přiblížení se k tomuto určenému cíli.
- **FTT** – Špony, které jsou často velmi drobné a jemné, mohou být špatně viditelné a identifikovatelné prostřednictvím vizuální kontroly. To znamená, že po procesu kartáčování je selekce špatných a dobrých kusů velmi obtížná a odhadnout tedy zda se změní procento kusů, které projdou procesem napoprvé prakticky nemožné. Díky tomu se tedy nepředpokládá žádná výrazná změna v oblasti FTT.
- **Hodinová stabilita** – Přestože je obtížné přesně odhadnout změnu hodinové stability vzhledem k různorodosti faktorů ovlivňujících tok výroby je zde ambice o snížení daného ukazatele o jedno procento. U tohoto ukazatele však bude zapotřebí počkat až po koupi nového stroje k určení změny v dané oblasti.

3.6 Předpoklady a omezení navrhovaného řešení

Navrhované řešení vychází z předpokladu, že objem výroby a poptávky na trhu zůstane nadále stejný. To znamená, že investice do nového stroje je navržena tak, aby zabezpečila potřeby současného výrobního procesu a zvládla případný mírný nárůst poptávky bez výrazných investic do dalšího rozšíření výrobních kapacit.

Dalším důležitým předpokladem je stabilní cenová situace na trhu. Návrh nebere v potaz změny cen surovin, energií nebo pracovní síly, které by mohly výrazně ovlivnit náklady na výrobu, a tím i ekonomickou výhodnost investice. Je tedy potřeba počítat s tím, že v případě změn v objemu výroby nebo cen by bylo nutné provést aktualizaci analýzy a přehodnocení vhodnosti navrhované investice. Každá změna v těchto faktorech by totiž mohla mít dopad na efektivitu investice do nového stroje.

3.7 Návrh následujících kroků

I když se investice do nového stroje jeví na první pohled jako zajímavá a strategicky vhodná volba, je třeba zvážit veškeré dílčí faktory. Očekává se, že dojde ke snížení množství vyrobených vadných výrobků a zároveň k úspoře energie. Tyto faktory představují značný přísun peněz do firemního rozpočtu. Avšak důležitým aspektem, který je třeba vzít v úvahu, je doba návratnosti investice. Z této analýzy vyplývá, že doba

návratnosti je k době životnosti stroje relativně dlouhá, což může být z hlediska finančních cílů společnosti nežádoucí. Přestože tedy investice do nového stroje přináší tížená vylepšení a modernizaci výrobního procesu, je možné, že by existovaly jiné strategie nebo technologická řešení, která by dosahovala podobných nebo lepších výsledků s menšími investicemi. Z tohoto důvodu je třeba pečlivě zvážit alternativní řešení, která by mohla být ekonomicky výhodnější a zároveň by splňovala požadavky na zlepšení výroby.

Proto doporučuji provést další analýzu alternativních možností a technologických řešení s cílem identifikovat optimální strategii pro rozvoj výroby a optimalizaci nákladů. Tato analýza by měla zahrnovat srovnání nákladů, výnosů a rizik spojených s různými scénáři a možnostmi investic, aby bylo možné vybrat nejlepší a nejefektivnější řešení pro společnost.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout úpravu stávajícího výrobního procesu, která povede ke zlepšení kvality daného procesu. Došlo zde k podrobnému popisu technologických postupů výroby klimatizačních hadic a k analýze faktorů, které přispívají k tvorbě špon ve finálním výrobku. Záměrem bylo porozumět proč a co stojí za vznikem těchto vad a identifikovat nevyhovující body. Práce se skládala ze třech částí.

V teoretické části byly představeny klíčové teoretické pojmy a principy související s danou problematikou. Analytická část podrobně rozebrala proces výroby dané součástky a identifikovala možná místa, kde mohou vznikat problémy vedoucí k reklamacím ze strany zákazníků. V návrhové části pak bylo navrženo řešení tohoto problému v podobě pořízení nového stroje pro výrobní proces kartáčování. Investice do nového zařízení byla podrobně analyzována z různých aspektů a závěr práce nabídl zhodnocení výhodnosti této investice.

Celkově lze tedy říct, že bakalářská práce poskytuje důkladný pohled na problematiku výroby klimatizačních součástek do aut a navrhovaného řešení. Díky kombinaci teoretických východisek, analytického zhodnocení a praktického návrhu dává práce potřebný přehled o tomto tématu a přispívá k lepšímu pochopení optimalizace výrobního procesu v dané firmě.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. FIŠER, Roman, 2014. *Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli*. Praha: Grada, 173 s. : il., 1 portrét. ISBN 978-80-247-5038-5.
2. GROS, Ivan, 1996. *Logistika*. Praha: VŠCHT, 228 s. ISBN 80-7080-262-6.
3. HIRANO, Hiroyuki a Melanie RUBIN, 2009. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner, x, 105 s. : il. ISBN 978-80-904099-1-0.
4. HUČKA, Miroslav, 2017. *Modely podnikových procesů*. V Praze: C.H. Beck, xxv, 484 stran : ilustrace. ISBN 978-80-7400-468-1.
5. JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. : grafy, tab. ISBN 978-80-265-0059-9.
6. JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 stran : ilustrace, portréty. ISBN 978-80-247-5717-9.
7. KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
8. KOŠTURIÁK, Ján a Kateřina JANOŠKOVÁ, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, v, 234 s. : il., grafy, tab., formuláře. ISBN 978-80-251-2349-2.
9. LIKER, Jeffrey K, 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 390 s. : il. ISBN 978-80-7261-173-7.
10. MMSpektrum, 2023. *MMSpektrum* [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/elektrochemicke-odjehlovani-a-jeho-vyhody>
11. RUSSELL, Roberta S a Bernard W TAYLOR, 2009. *Operations management: creating value along the supply chain*. 6th ed. Hoboken: John Wiley, xxx, 776 s. : barev. il. ISBN 978-0-470-09515-7.
12. ŘEPA, Václav, 2012. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada, 301 s. : grafy, tab. ISBN 978-80-247-4128-4.
13. SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2005. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 315 s. : il. ; 24 cm. ISBN 80-251-0573-3.

14. SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 223 s. : il., grafy, tab. ISBN 978-80-247-3938-0.
15. TANG, He, 2017. *Automotive Vehicle Assembly Processes and Operations Management*. SAE International. ISBN 978-07-680-8339-2.
16. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 408 s. : obr., grafy, tab. ISBN 80-7169-955-1.

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Transformace v procesu	13
Obrázek 2 - Příklad procesní mapy.....	15
Obrázek 3 - Typy lidských zdrojů.....	16
Obrázek 4 Technologické uspořádání	19
Obrázek 5 - Předmětné uspořádání	20
Obrázek 6 - Buňkové uspořádání.....	21
Obrázek 7 - Teorie omezení	27
Obrázek 8 - Organizační struktura společnosti	32
Obrázek 9 - Průběh zakázky výrobou.....	35
Obrázek 10 - Průběh zakázky výrobou.....	35
Obrázek 11 - Čistý materiál namotaný ve svitku.....	36
Obrázek 12 - Nadělené kusy trubek.....	37
Obrázek 13 - Zásobník pro CNC	39
Obrázek 14 - Stroj pro děrování	39
Obrázek 15 - Otřep po dělení trubek	42
Obrázek 16 - Otřep po tváření konců trubek	42
Obrázek 17 - Diagram příčin a následků	43
Obrázek 18 - Odjehlení konců trubek.....	44
Obrázek 19 - Procentuální vyjádření natvářených koncovek	45

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Počet natvářených koncovek	45
Tabulka 2 - Výskyt otřepů.....	48
Tabulka 3 - Plán odpisů	54