



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

# NÁVRH OPTIMALIZACE KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PROCESU EXTRUZE

DESIGN OF OPTIMIZATION OF EXTRUSION PROCESS CONTROL TESTS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

**Bc. Michaela Pavlíková**

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**Ing. Karla Maradová**

**BRNO 2022**



# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka:	<b>Bc. Michaela Pavlíková</b>
Studijní program:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	<b>Ing. Karla Maradová</b>
Akademický rok:	2021/22

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Návrh optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je provedení optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze, kde v současné době firma provádí časté a někdy i bezúčelové zkoušky. Navrhnout na základě naměřených hodnot změnu četnosti zkoušek a vyhodnotit ekonomický přínos.

### Cíle diplomové práce:

Rozbor současného stavu vědy a techniky u řešené problematiky.

Systémový rozbor řešené problematiky procesu extruze, návrh a zdůvodnění zvoleného způsobu řešení zadaného úkolu.

Statistické zpracování a vyhodnocení výsledků u vybraného procesu.

Návrh nové metodiky optimalizace kontrolních zkoušek.

Vlastní závěry a doporučení pro praxi.

### Seznam doporučené literatury:

ČSN EN ISO 3126. Plastové potrubní systémy - Plastové součásti - Stanovení rozměrů. český normalizační institut, 2005. Třídící znak: 646406.

Komentované vydání normy ČSN EN ISO 9001:2016: systémy managementu kvality - Požadavky. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016. ISBN 978-80-02-02642-6.

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

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci kontrolních zkoušek výrobního procesu extruze ve společnosti Fraenkische CZ s.r.o., která se specializuje na výrobu plastových trubek. Cílem této práce je rozbor současného stavu, systémový rozbor řešené problematiky, statistické zpracování s vyhodnocením a návrh nové metodiky optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze s vlastním závěrem a doporučením pro praxi.

V úvodní části je vytvořen náhled do managementu kvality, přes který se dostávám k obecnému seznámení s plasty a jejich zpracování. Proběhl rozbor společnosti a jejích výrobních procesů. Tyto informace posloužily k analýze aktuálního návrhu seznamu kontrolních zkoušek, načež jsem za pomoci základních nástrojů kvality připravila nový. Vyhodnocení finančních úspor, kterých je možné dosáhnout při zavedení optimalizace, bylo dosaženo využitím základních statistických výpočtů. V závěru jsem provedla zhodnocení výsledků a stanovila několik doporučení pro vylepšení aktuálních procesů ve společnosti.

## **ABSTRACT**

The master's thesis is focused on the optimization of extrusion process control tests. The practise was performed at Fraenkische CZ s.r.o., which is a company specialising in plastic tubes and components. The aim of the master's thesis is to analyse the current state of the specific issue, systematically analyse the topic, statistically analyse and discuss the results and propose a new method of extrusion process control tests with my recommendation for practise.

The introduction forms a preview into the quality management, plastic materials and processing of them. The practical part contains an analysis of the company and their production process. This information was helpful to the design of a list of control tests. With the help of basic quality tools, I prepared a new design of a list of control tests. The basic statistical processing showed an evaluation of finance savings. In the final part I evaluated the results and proposed several recommendations for improving current processes in the company.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Optimalizace kontrolních zkoušek, Management kvality, Nástroje kvality, Výroba plastových trubek, Proces extruze, FMEA analýza

## **KEYWORDS**

Optimization of control tests, Quality management, Quality tools, Plastic pipes production, Extrusion, FMEA analysis



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

PAVLÍKOVÁ, Michaela. *Návrh optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze*. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140001>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Karla Maradová.





## **PODĚKOVÁNÍ**

Předem bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce paní Ing. Karle Maradové za odborné vedení, podnětné připomínky, cenné rady a hlavně za nekonečnou trpělivost.

Za možnou spolupráci děkuji společnosti FRAENKISCHE CZ s.r.o., zejména tedy Jiřímu Pražákovi za zasvěcení do dané problematiky v praxi.

Závěrečné poděkování patří mé rodině za veškerou podporu při studiích.



## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracovala jsem ji samostatně pod vedením Ing. Karly Maradové a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 20. 05. 2022

.....  
Pavlíková Michaela



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>MANAGEMENT KVALITY</b> .....	<b>16</b>
2.1	Definice kvality.....	16
2.2	Normy řady ISO.....	16
2.2.1	ČSN EN ISO 9001:2016.....	17
2.2.2	IATF 16949:2016 .....	18
2.3	Principy managementu kvality .....	18
2.4	Ekonomie v managementu kvality .....	19
2.5	Kvalita v realizaci produktu.....	20
2.5.1	Vliv řízení výroby na kvalitu.....	20
2.5.2	Ověřování shody produktu .....	20
2.5.3	Řízení neshodných produktů .....	22
2.5.4	Stížnosti a reklamace .....	22
2.6	Nástroje managementu kvality .....	22
2.6.1	Kontrolní tabulky.....	23
2.6.2	Regulační diagram.....	24
2.6.3	Vývojový diagram .....	25
2.6.4	Ishikawův diagram .....	25
2.6.5	FMEA analýza .....	26
<b>3</b>	<b>PLASTY</b> .....	<b>28</b>
3.1	Definice plastů .....	28
3.2	Historie plastů .....	29
3.3	Porovnání plastů s kovovými materiály.....	29
3.4	Použití plastů.....	30
3.5	Postupy výroby .....	31
3.5.1	Vstřikování .....	32
3.5.2	Vytlačování.....	34
3.5.3	Vyfukování .....	35
<b>4</b>	<b>ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU VĚDY A TECHNIKY - VÝROBA TRUBEK A PROFILŮ</b> .....	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>VÝROBNÍ SPOLEČNOST FRAENKISCHE</b> .....	<b>39</b>
5.1	Představení společnosti Fraenkische .....	39
5.2	Představení výrobního závodu v Okříškách .....	40
5.3	Proces výroby trubek ve výrobním závodě v Okříškách .....	43
5.3.1	Výrobní proces: extruze.....	45
5.3.2	Výrobní proces: termo-tvarování.....	49
5.3.3	Výrobní proces: montáže.....	50
5.3.4	Výrobní proces: pletené ochrany .....	50
5.4	Kontrolní zkoušky.....	51
5.4.1	Měřicí zařízení .....	52
<b>6</b>	<b>SYSTÉMOVÝ ROZBOR ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY</b> .....	<b>53</b>
6.1	Rozbor zadané problematiky .....	53
6.1.1	Ishikawův diagram - Optimalizace kontrolních zkoušek .....	55
6.2	Plánované řešení zadané problematiky.....	57
6.3	Zdůvodnění zvoleného řešení zadané problematiky.....	57

<b>7</b>	<b>NÁVRH NOVÉ METODIKY OPTIMALIZACE KONTROLNÍCH ZKOUŠEK.....</b>	<b>59</b>
7.1	Optimalizace kontrolních zkoušek dílu 461601088-03.....	61
7.1.1	Popis dílu.....	61
7.1.2	Kontrolní zkoušky.....	61
7.1.3	Návrh nového plánu kontrolních zkoušek.....	63
7.1.4	Reklamace.....	63
7.1.5	FMEA analýza.....	64
7.2	Optimalizace kontrolních zkoušek dílu 36008952-03.....	71
7.2.1	Popis dílu.....	71
7.2.2	Kontrolní zkoušky.....	71
7.2.3	Návrh nového plánu kontrolních zkoušek.....	74
7.2.4	Reklamace.....	75
7.2.5	FMEA analýza.....	75
7.3	Optimalizace kontrolních zkoušek dílu 36049791-03.....	82
7.3.1	Popis dílu.....	82
7.3.2	Kontrolní zkoušky.....	82
7.3.3	Návrh nového plánu kontrolních zkoušek.....	83
7.3.4	Reklamace.....	84
7.3.5	FMEA analýza.....	84
<b>8</b>	<b>STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....</b>	<b>91</b>
8.1	Vyhodnocení výsledků dílu 461601088-03.....	91
8.1.1	Vyčíslení časových úspor u kontrolních zkoušek dílu 461601088-03.....	91
8.1.2	Vyčíslení úspor poškozených trubek u kontrolních zkoušek dílu 461601088-03.....	93
8.1.3	Vyčíslení finančních úspor u kontrolních zkoušek dílu 461601088-03.....	93
8.2	Vyhodnocení výsledků dílu 36008952-03.....	94
8.2.1	Vyčíslení časových úspor u kontrolních zkoušek dílu 36008952-03.....	94
8.2.2	Vyčíslení úspor poškozených trubek u kontrolních zkoušek dílu 36008952-0396.....	97
8.2.3	Vyčíslení finančních úspor u kontrolních zkoušek dílu 36008952-03.....	97
8.3	Vyhodnocení výsledků dílu 36049791-03.....	98
8.3.1	Vyčíslení časových úspor u kontrolních zkoušek dílu 36049791-03.....	98
8.3.2	Vyčíslení úspor poškozených trubek u kontrolních zkoušek dílu 36049791-03100.....	100
8.3.3	Vyčíslení finančních úspor u kontrolních zkoušek dílu 36049791-03.....	100
8.4	Vyhodnocení výsledku návrhu optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze.....	101
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR A DOPORUČENÍ .....</b>	<b>103</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>105</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK.....</b>	<b>107</b>
11.1	Seznam tabulek.....	107
11.2	Seznam obrázků.....	108
11.3	Seznam zkratk a symbolů.....	110

# 1 ÚVOD

Základním krokem k úspěšnému podnikání se v posledních letech stává kvalita, neboť právě kvalita nabízených produktů vede ke zvyšování spokojenosti zákazníků, a tím i k postupnému zvyšování počtu objednávek a zisku. A právě co nejvyšší zisk vede k úspěšnému podnikání. Významnou roli v managementu kvality hraje i neustálé zlepšování procesů v organizaci. Při zachování nebo zvyšování kvality výrobků dochází ke snižování nákladů na tvorbu neshodných výrobků ve formě materiálu, pracovní síly, ale i následné likvidace odpadu z případných neshodných výrobků. Navíc čím méně bude odpadu, tím budeme šetrnější k životnímu prostředí.

V této diplomové práci se zaměřuji na vznik možných úspor pro organizaci při zavedení optimalizace kontrolních zkoušek u hlavního výrobního procesu extruze. Pro lepší orientaci v problému jsem v práci obecně vypsala přehled důležitých informací k danému tématu. Nejdříve jsem objasnila problematiku managementu kvality a použitých nástrojů kvality. Jako další jsem představila nejpoužívanější materiál, plasty, kde jsou rozepsány formy jejich zpracování a dále pak i samotná výroba plastových trubek.

Danou problematiku jsem měla možnost sledovat přímo v praxi ve společnosti FRAENKISCHE CZ s.r.o., kde jsem nahlédla do jejich výrobních procesů a zavedených způsobů řízení managementu kvality. Měla jsem možnost být zapojena do jednoho z projektů neustálého zlepšování a podílet se tak přímo na jeho realizaci. Provedla se analýza současného stavu seznamů prováděných kontrolních zkoušek pro jednotlivé díly, aby mohlo dojít k jejich optimalizaci a snížení nákladů při zachování kvality výrobků.

Cílem diplomové práce je rozbor současného stavu, systémový rozbor řešené problematiky, statistické zpracování s vyhodnocením a návrh nové metodiky optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze s vlastním závěrem a doporučením pro praxi. Cíle byly realizovány při zavádění optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze v praxi.

## 2 MANAGEMENT KVALITY

Management kvality je v dnešní době již nedílnou součástí řízení organizace, jejímž cílem jsou zejména optimalizace pracovních a výrobních postupů, které vedou k úspoře materiálových, časových, lidských, energetických a finančních zdrojů. To vše za předpokladu zachování, či dokonce zvýšení stávající kvality nabízených produktů nebo služeb. Úkolem managementu kvality je neustálé zlepšování ve všech směrech organizace, aby mohlo dojít k dalšímu vývoji a zejména pak i růstu organizace. [1]

### 2.1 Definice kvality

Podle normy ČSN EN ISO 9000:2016 je kvalita definována jako: „*stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik*“. [2] Na první pohled nemusí být zcela jasný význam použitých jednotlivých slov, a tak jsem se pokusila tuto definici více rozvinout. Slovo stupeň ukazuje, že kvalita má schopnost být měřitelná. Požadavky jsou tvořeny externími zákazníky a dalšími možnými faktory (například legislativou) a pojem inherentní znamená sobě vlastní, takže ve spojení inherentní charakteristika jej chápeme jako specifický znak produktu (například typickým znakem pro výběr parfému je jeho vůně). [1]

Zjednodušeně řečeno, kvalita je schopnost plnit požadavky zákazníka. Norma IATF 16949:2016 definuje požadavky zákazníka jako: „*veškeré požadavky specifikované zákazníkem (např. technické, obchodní, požadavky týkající se produktu a výrobního procesu, všeobecné obchodní podmínky, specifické požadavky zákazníka atd.)*“. [3]

Podle kvality produktů se dá určit jejich konkurenceschopnost a celkové postavení na trhu, které chce mít samozřejmě každá organizace co nejlepší. Vysoká kvalita výrobků je pro organizaci nejlepším reklamním tahem, neboť právě ta přivádí nové zákazníky. [1]

### 2.2 Normy řady ISO

Systém managementu kvality sám používá své principy v praxi a v průběhu času se v rámci neustálého zlepšování vyvíjel. Poskytuje nástroje pro plánování, monitorování a zlepšování výkonnosti v rámci managementu kvality. V normách vypracovaných ISO/TC 176 (technická komise) jsou popsány přístupy k managementu kvality, které poskytují ucelený soubor požadavků a směrnic. [2]

Tři hlavní normy vypracované ISO/TC 176 a přeložené do českého jazyka:

- **ČSN EN ISO 9000:2016 Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník** (uvádí základní pojmy, zásady a slovník pro systémy managementu kvality a je také podkladem pro jiné normy managementu kvality)
- **ČSN EN ISO 9001:2016 Systémy managementu kvality - Požadavky** (specifikuje požadavky na systém managementu kvality)
- **ČSN EN ISO 9004:2019 Management kvality - Kvalita organizace - Návod k dosažení udržitelného úspěchu** (poskytuje návod na širokou škálu cílů systému managementu kvality pro udržitelný úspěch a zlepšenou výkonnost) [4]



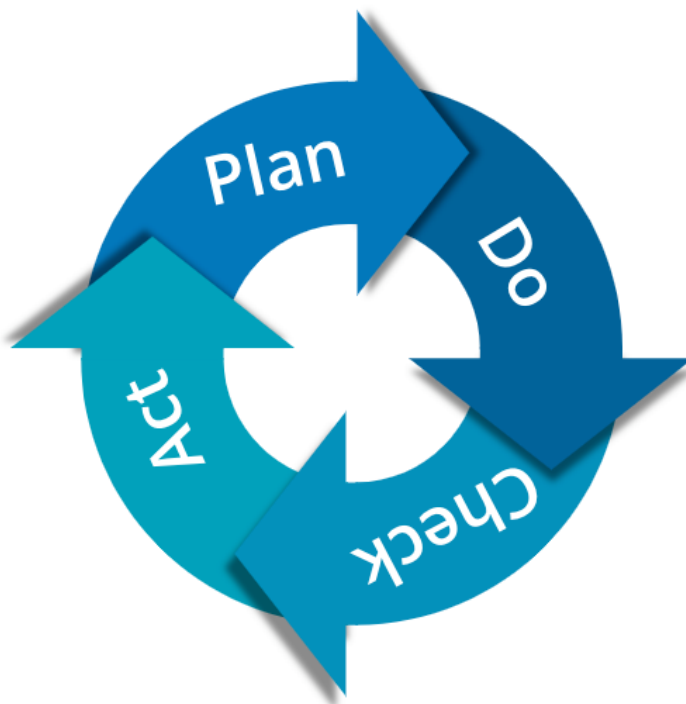
Tyto tři hlavní normy mohou být organizaci při vytváření uceleného systému managementu kvality velkým pomocníkem. Směrnice pro součásti systému managementu kvality jsou obsaženy v ISO 10001, ISO 10002, ISO 10003, ISO 10004, ISO 10008, ISO 10012 a ISO 19011. A směrnice pro technické záležitosti na podporu systému managementu kvality jsou obsaženy v ISO 10005, ISO 10006, ISO 10007, ISO 10014, ISO 10015, ISO 10018 a ISO 10019. [2]

K hodnocení efektivnosti zavedeného systému managementu kvality používáme auditování. Auditování má za cíl identifikaci rizik a určení plnění definovaných požadavků. Po dobu auditování se pomocí předdefinovaných otázek shromažďují důkazy, které se analyzují a získávají se výsledky. Z výsledných poznatků se vytváří závěry, které mohou vést k dalšímu zlepšování výkonnosti systému managementu kvality. [2]

### 2.2.1 ČSN EN ISO 9001:2016

Normy řady ISO jsou mezinárodní normy vztahující se k různým oblastem činností. Tvorbou norem se zabývá mezinárodní federace ISO neboli International Organization for Standardization, která sídlí ve Švýcarsku. Ačkoliv je ISO norem velká řada, nejznámější veřejnosti je norma ISO 9001. [2, 5]

Mezinárodní norma ISO 9001 je všeobecně použitelná na všechny typy organizací. Je založena na procesním přístupu, který umožňuje organizaci plánovat její procesy a jejich vzájemné vztahy. Norma se opírá o cyklus PDCA (Plánuj- Dělej- Kontroluj- Jednej). Cyklus PDCA ujišťuje organizaci ohledně zajištění a řízení potřebných zdrojů pro proces a stanovuje příležitosti ke zlepšování. Podstatnou částí normy je zvažování rizik, které určuje nežádoucí faktory s cílem způsobit odchýlení procesů organizace a jejího systému managementu kvality od plánovaných výsledků. Dále pak systém zvažování rizik zavádí preventivní nástroje řízení, které minimalizují negativní účinky. [4]



Obr. 1) Cyklus PDCA [6]

Cyklus PDCA lze aplikovat na všechny procesy. Popis PDCA:

- **Plan - Plánuj:** stanov cíle systému a jeho procesů a zdroje potřebné pro dosažení výsledků v souladu s požadavky zákazníka a s politikami organizace, identifikuj rizika a příležitosti a zaměř se na ně
- **Do - Dělej:** zaváděj to, co bylo naplánováno
- **Check - Kontroluj:** monitoruj a (přichází-li to v úvahu) měř procesy a výsledné produkty a služby ve vztahu k politikám, cílům, požadavkům a plánovaným činnostem a podávej zprávy o výsledcích
- **Act - Jednej:** podle potřeby přijímej opatření pro zlepšování výkonnosti [4]

### 2.2.2 IATF 16949:2016

Pro použití v automobilovém průmyslu vznikla norma IATF 16949:2016, která je rozšířením zmíněné normy ČSN EN ISO 9001:2016. Tato norma spolu s ČSN EN ISO 9001:2016, s ČSN EN ISO 9000:2016 a spolu s požadavky zákazníka tvoří základní požadavky na systém managementu kvality zajišťující výrobu pro automobilový průmysl. International Automotive Task Force je skupinou výrobců z oblasti automobilového průmyslu. [3]

První vydání normy označováno jako ISO/TS 16949 vyšlo v roce 1999 s cílem harmonizovat systémy posuzování a certifikace automobilového průmyslu na celém světě. Druhé a třetí vydání z roku 2002 a 2009 pak bylo spíše kvůli provedeným změnám v automobilovém průmyslu nebo normy ISO 9001. Nakonec třetí vydání ISO/TS 16949:2009 obsahovalo soubor technik a metod pro vývoj produktů a procesů v automobilovém světě. V roce 2016 pak normu ISO/TS 16949:2009 za podpory certifikačních orgánů, auditorů, dodavatelů a výrobců originálních automobilových dílů zcela zrušila a nahradila normou IATF 16949:2016. I přes to, že norma IATF 16949:2016 se silně orientuje na zákazníka, nelze ji použít jako samostatnou normu. [3]

## 2.3 Principy managementu kvality

Principy managementu kvality představují trvalé hodnoty managementu kvality. Zjednodušeně řečeno jde o základy samotného managementu. Tyto základy se staví na základních principech, kterých je v současné době jedenáct. Úspěšná organizace musí věnovat pozornost všem těmto zmíněným principům a neustále je dále vyvíjet. [1]



Obr. 2) Základní principy managementu kvality [1]

## 2.4 Ekonomie v managementu kvality

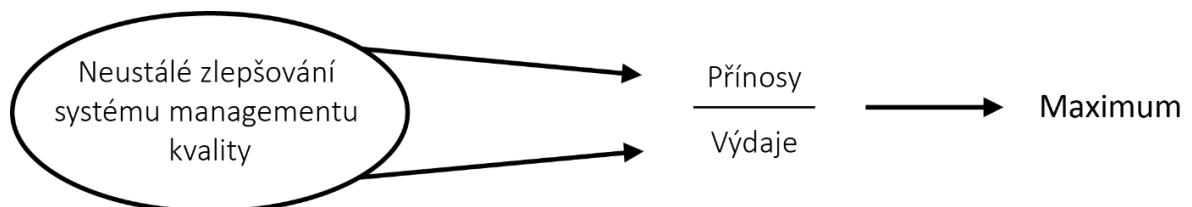
Kvalita je často zařazována do technického odvětví, ačkoliv spadá spíše do ekonomického, jelikož management kvality je součástí řízení podniku. Základním úkolem řízení podniku, a tedy i managementu kvality, je zajištění poměru mezi přínosy a výdaji. Jinak řečeno zvyšovat přínosy a minimalizovat výdaje. [7]

Přínosy do organizace přináší zákazník. Čím více bude mít organizace zákazníků, tím bude mít větší odběr a tím i větší výdělek. Více zákazníků může organizace získávat různými způsoby, tím nejdůležitějším způsobem je zvyšování spokojenosti a loajality zákazníků. „Spokojenost zákazníka je souhrnem pocitů vyvolaných rozdílem mezi jeho požadavky a vnímanou realitou na trhu. Požadavky zákazníka jsou kombinací jeho vlastních potřeb a očekávání. Pojem loajalita zákazníka je definován jako způsob chování zákazníka, projevující se na trhu zejména dvěma důsledky: opakovanými objednávkami a pozitivními referencemi do okolí.“ [8] Spokojenost a loajalita zákazníka spolu nemusí vždy souviset. Při monopolním postavení organizace je ke spolupráci zákazník nucen i na úkor své nespokojenosti. Častěji ale dochází spíše k loajalitě zákazníků v důsledku jejich spokojenosti. Je-li zákazník spokojen, bude svému dodavateli věrný a bude od něj odebírat i nadále. V mnoha případech pak i pomáhá k vytvoření kladné reklamy pro organizaci. Například ve strojírenském průmyslu se ukázalo, že za pomoci pozitivních referencí je získáváno více než 60% nových zakázek. Investice do spokojenosti zákazníků je tedy i investicí do pozitivní reklamy organizace. Je tedy žádoucí, aby organizace věnovala pozornost zvyšování spokojenosti a loajality zákazníků. [7]

Opačně při regulaci výdajů je vhodné se zaměřit na výdaje vztahující se ke kvalitě, jelikož ztráty vznikají vždy u výrobce při procesech potřebných k výrobě produktu. Výdaje vztahující se ke kvalitě jsou často označovány jako náklady na nízkou kvalitu. Příkladem jsou náklady na interní vady, externí vady, prevenci, neshodu atd. Úkolem managementu kvality není tyto náklady zcela eliminovat, ale najít jejich ideální poměr a snažit se zamezit zbytečným nákladům (špatný materiál, práce navíc, vysoká míra chyb a jejich následné opravy). K tomu pomáhá analýza nákladů na nízkou kvalitu, která najde problémové oblasti a následně s nimi pracuje. Zaběhlé procesy v organizacích tedy procházejí optimalizacemi na principu neustálého zlepšování. [7, 9]

Důležité oblasti managementu kvality pro ekonomický růst organizace:

- Spokojenost a loajalita zákazníků
- Výdaje vztahující se ke kvalitě [7]



Obr. 3) Ekonomický potenciál systémů managementu kvality [1]

## 2.5 Kvalita v realizaci produktu

System zabezpečování kvality ve výrobě má na starost operativní management. Spadají pod něj veškeré metody zaměřené na monitorování procesů a odstraňování příčin tvorby neshod a nedostatků. Rozhodující část operativního managementu je zaměřena přímo na výrobu produktu, jelikož právě tady může dojít ke snižování kvality. Ke snižování kvality ve výrobě dojde při nedodržení stanovených požadavků nebo podmínek. [1]

Základní cíle operativního managementu kvality:

- Zajištění podmínek pro splnění požadavků na kvalitu stanovených v předvýrobních etapách
- Vytvoření stabilních podmínek pro plynulý průběh procesu výroby
- Minimalizace ztrát spojených s výskytem neshodných výrobků
- Udržování úrovně kvality
- Vytvoření podmínek pro neustálé zlepšování [1]

### 2.5.1 Vliv řízení výroby na kvalitu

Ve velkosériových výrobních závodech se dnes pro řízení používá systém JIT (Just-In-Time) neboli systém „právě včas“. První základní myšlenkou je minimalizace zásob, jelikož podle japonské filozofie vysoké zásoby brání rozvoji kvality výrobku. Této myšlence sice odporuje druhá myšlenka, která říká, že při minimalizaci zásob nebudou maximálně využité stroje, během praxe se však ukázalo, že nevyužité stroje jsou pro organizaci menším zlem než vysoké zásoby. Vždy je ale třeba přihlídnout i k aktuálním okolnostem. [1]

System JIT zajišťuje výrobu šitou na míru. Vyrábí správné věci, ve správné kvalitě a množství ve správný čas. Aby docházelo k zamezení plýtvání mezi přesouváním na sklad, přesunuje se výrobek z jednoho pracoviště rovnou na druhé. Právě díky předávání výrobku mezi pracovišti se dá snadno provést identifikace příčiny neshody. Čím dříve se objeví příčina, tím dříve se mohou zavést i vhodná opatření proti dalšímu výskytu neshody. [1]

### 2.5.2 Ověřování shody produktu

Při ověřování shody vyrobeného produktu se kontroluje shoda s jasně definovanými požadavky zákazníka, pro kterého je důležité, aby produkt plnil požadované funkce. Procesy jako monitorování, měření, analýzy a zlepšování se plně podílí na prokazování shody. [1]

S monitorováním a měřením se v normě ČSN EN ISO 9001:2016 pojí další požadavky. Organizace totiž musí zajistit zdroje potřebné k platným a spolehlivým výsledkům. [4]

Poskytované zdroje musí být:

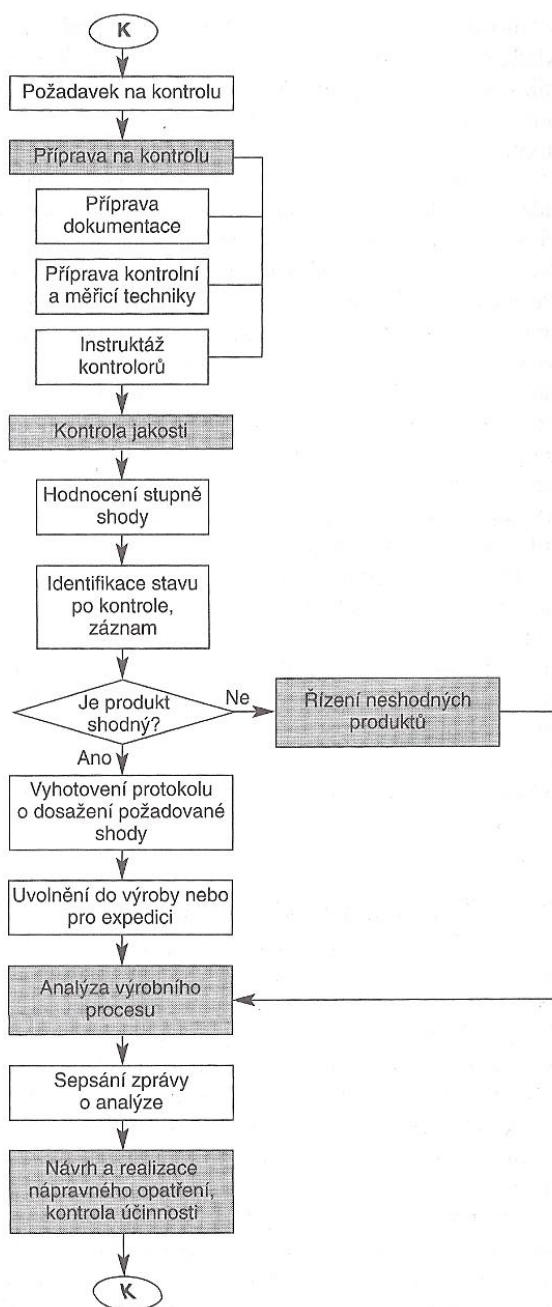
- vhodné pro konkrétní typ prováděných činností monitorování a měření
- udržovány s cílem zajistit jejich vhodnost pro daný účel [4]

Zjistí-li se nevhodnost měřicího zařízení, musí být určeno, zda nedošlo k ovlivnění výsledků předchozích měření. [4]

K zajištění požadované kvality výrobku se provádí ve výrobních organizacích pravidelné kontroly. Za výsledky provedených kontrol nenesou pracovníci kontroly žádnou odpovědnost. Jejich hlavním úkolem je odhalení neshodných produktů, jejich identifikace, analýza procesu a předání výsledných informací ostatním kolegům v plném rozsahu. [1]

Kontrola kvality ve výrobě by měla:

- Nestranně posuzovat dosažení míry shody produktu mezi požadavky a skutečností
- Řádně určovat totožnost odhalených neshod
- Zabraňovat dalšímu zpracování neshodných výrobků
- Zajišťovat technologickou kázeň
- Preventivně odhalovat neshody ve výrobním procesu, aby se dalo předejít výrobě neshodných produktů
- Pečlivě zpracovávat výsledky kontroly, kvůli snazšímu odhalení příčiny tvorby neshodných produktů a realizovat patřičná opatření k nápravě [1]



Obr. 4) Průběh procesu kontroly kvality [1]

### 2.5.3 Řízení neshodných produktů

Neshodný produkt je produkt, u kterého byla nalezena jakákoliv odchylka od specifikovaného požadavku (technické požadavky, požadavky zákazníka, společnosti anebo životního prostředí). Při zavádění a dodržování preventivních opatření bude počet neshodných výrobků klesat. Ovšem ani při dodržování principu neustálého zlepšování nemůže v organizaci nikdy zaniknout řízení neshod. Při jeho zániku by nebylo možné zajišťovat kvalitu výrobku ani v budoucnu. Dokud bude organizace vyrábět, budou se vyrábět i neshodné výrobky. Při jejich včasné odhalení a zamezení další výroby se organizaci podaří výrazně zamezit plýtvání všemi možnými druhy zdrojů. [1, 10]

Řízení neshodných produktů probíhá pomocí devíti základních kroků:

- Zjištění neshodného produktu
- Označení a oddělení neshodných produktů
- Záznam o neshodě
- Posouzení neshody
- Vyřízení neshody
- Výpočet nákladů a ztrát
- Řešení škod
- Rozbory neshod
- Realizace opatření k nápravě a kontrola jejich účinnosti [1]

### 2.5.4 Stížnosti a reklamace

Stížnosti a reklamace jsou pro organizaci vždy prodělečnou činností. Jedná se bezesporu o nejhorší možnou zpětnou vazbu, ale i přes to mohou mít svá pozitiva. Těmi jsou především nové informace o vzniklém problému, který je třeba následně identifikovat a řešit. Vedou tedy k důsledným analýzám a jsou tak i přes svou nákladovost důležitým zdrojem informací pro další zlepšování procesů. [1]

U vyřizování stížností a reklamací je vždy důležitý postoj organizace vůči zákazníkovi. Z hlediska podnikatelského je zcela nemožné uznání všech podaných reklamací. Organizace by si v této situaci alespoň měla na zákazníka vyhradit čas a daný problém s ním srozumitelně probrat. Jedná-li se totiž o reklamaci, která nemůže být uznána, je to pravděpodobně kvůli nedodržení podmínek používání. Touto projevenou snahou o zákazníka může předejít dalším vzniklým reklamacím nebo případně i ztrátě zákazníka. [1]

## 2.6 Nástroje managementu kvality

K identifikaci a následnému řešení vzniklých problémů se v managementu kvality používá mnoho různých nástrojů. Se všemi je vhodné se seznámit, jelikož každý má své klady a zápory a může tak být vhodný pro jiný typ řešeného problému. Dokonce je vhodné současné použití více nástrojů najednou. Obecně je dělíme na sedm základních nástrojů managementu kvality a sedm nových nástrojů managementu kvality. Management kvality se stále rozrůstá a protíná i s ostatní druhy managementu, výše zmíněné nástroje tedy nejsou vyčerpávajícím seznamem možných postupů, ale existuje jich celá další řada. Společné použití těchto nástrojů slouží k získání, uspořádání a analýze informací, které dále povedou ke zlepšování procesů. [1, 11, 12]

Sedm základních nástrojů managementu kvality:

- Kontrolní tabulky
- Histogram
- Bodový diagram
- Regulační diagram
- Vývojový diagram
- Paretův diagram
- Ishikawův diagram [11]

Sedm nových nástrojů managementu kvality:

- Diagram afinity
- Relační diagram
- Stromový diagram
- Diagram PDPC
- Maticový diagram
- Analýza maticových dat
- Síťový graf [1]

Sedm základních nástrojů managementu kvality se používá spíše pro řešení kořenových příčin problému, zatímco sedm nových nástrojů managementu kvality se využívá k plánování kvality. V práci je použito hned několik nástrojů: kontrolní tabulky, regulační diagram, vývojový diagram, Ishikawův diagram a nástroj používaný pro analýzu rizik FMEA. [1]

### 2.6.1 Kontrolní tabulky

Kontrolní tabulky slouží především pro sběr dat. Tabulky jsou jednoduchého a přehledného stylu, aby se v nich mohl snadno orientovat úplně každý. Na jejich správnosti pak závisí výsledky následné analýzy. Mohou se sbírat data jakéhokoli charakteru, například vady výrobků, proměnlivost procesů, možné příčiny odchylek a jiné. Základem kontrolních tabulek je princip stratifikace. To znamená třídění dat podle určených kritérií, například druhy vad, místo výskytu, stroj, pracovník, směna, druh materiálu a další. [1, 11]

Podnik	Záznam o neshodách	Číslo
Neshodu zjistil:		Datum:
Místo:		Předáno k řešení:
Neshoda	Četnost	Celkem
A	//// // /	11
B	//// // // // // /	21
C	////	5
D	//// // // // // // // /	26
E	//// // // // //	18
Celkem		81

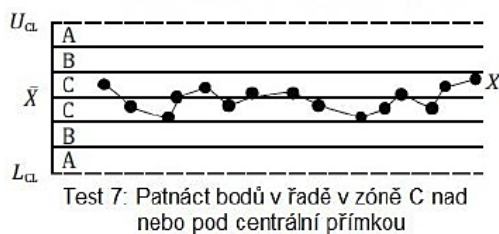
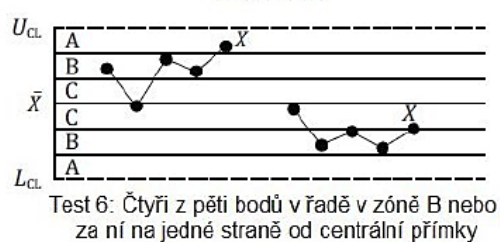
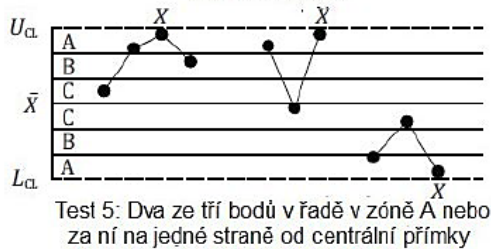
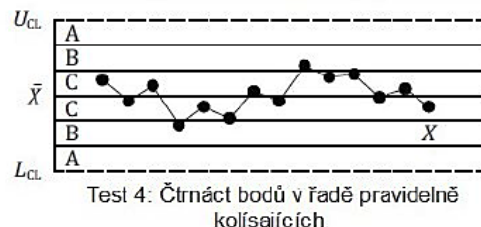
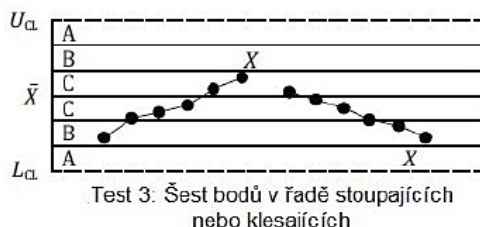
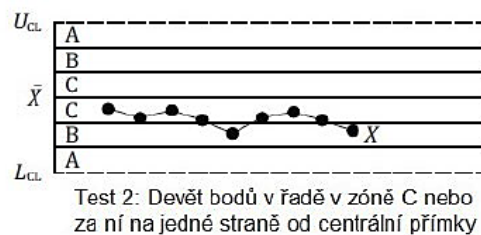
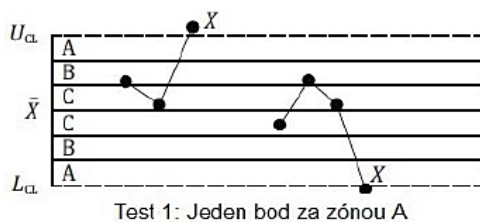
Obr. 5) Vzor kontrolní tabulky [11]

## 2.6.2 Regulační diagram

Regulační diagramy jsou grafickým nástrojem znázorňujícím vývoj sledovaného procesu. Vychází ze statistické regulace procesů. Jde o záznam procesu v časovém úseku. Základem pro tvorbu regulačního diagramu jsou regulační meze. Leží-li ukazatele uvnitř regulačních mezí, ukazují průběh neměnného procesu. Při překročení mezí je pak třeba nalézt příčinu a zkontrolovat již zhotovené produkty. [11]

Mezi nejpoužívanější regulační diagramy patří Shewhartovy regulační diagramy. Obecně regulační diagramy slouží ke sledování staticky zvládnutého stavu procesu, zatímco Shewhartovy regulační diagramy hlídají, zda nedochází ke krajně nepravděpodobným případům. Výskyt těchto případů hlásí změnu procesu a je třeba sjednat nápravu. [13]

Data pro tvorbu Shewhartova regulačního diagramu je třeba rozdělit do logických podskupin a musí pocházet z normálního rozdělení. Aby byl proces statisticky zvládnutý, musí se tato data pohybovat uvnitř regulačních mezí, které jsou v tomto případě od sebe vzdálené tři sigma od centrální přímky v každém směru. Splňují-li tuto podmínku, jsou testována ještě dalšími testy zobrazenými na obrázku číslo 6. [14]




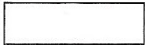
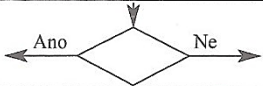
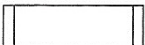


Obr. 6) Testy vymezených příčin [14]



### 2.6.3 Vývojový diagram

Vývojový diagram je opět grafickým nástrojem. Používá se ke znázornění a zpřehlednění průběhu zvoleného procesu. Je vhodný i pro složitější procesy, jelikož proces člení na jednotlivé dílčí kroky a rozhodování v procesu. Pro vyhotovení vývojového diagramu se používá dohodnutá symbolika. [1, 11]

K vytvoření vývojového diagramu je potřeba mít jasně vymezené hranice procesu (začátek a konec). Vývojový diagram věrně vyobrazuje reálný proces, je tedy třeba mít správně nadefinované vstupy a výstupy a dílčí kroky procesu, případně i jejich propojení. Po vyhotovení se provádí kontrola s reálným procesem a provádí se potřebné úpravy v návrhu. [1, 11]

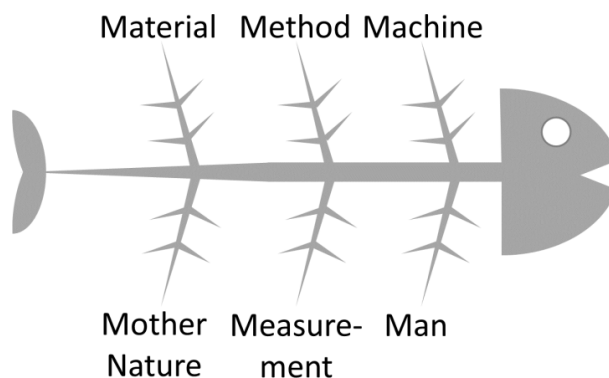
Symbol	Význam
	Spojka, přechod na jinou část nebo pokračování vývojového diagramu
	Výkon operace, činnost
	Rozhodovací proces vždy jeden vstup a jen dva výstupy
	Subproces popsáný v jiném subdiagramu
	Začátek nebo konec procesu
	Dokument

Obr. 7) Dohodnutá symbolika pro tvorbu vývojových diagramů [1]

### 2.6.4 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram je dalším grafickým nástrojem. Nese i několik dalších názvů, podle svého účelu je mu přiřazován název diagram příčin a následků, zatímco podle jeho vzhledu má přisuzován název diagram rybí kostry. Diagram se používá v týmovém prostředí a je navržený tak, aby mohl být použit ve všech úrovních řízení managementu kvality. [1, 11]

Základem diagramu je jasně specifikovaný problém, který je umístěn v hlavě rybí kostry. Od hlavy vede hlavní kost, která se dále dělí na menší. Každá menší kost vyobrazuje příčiny problému. Tyto příčiny potom mají i své subpříčiny. Podle metody 6M to jsou material, method, machine, mother-nature, measurement, man (neboli materiál, metoda, stroj, prostředí, měření, člověk). Tyto subpříčiny se za pomoci diskuse v týmu dále hodnotí a rozvíjí. [1]



Obr. 8) Vzor diagramu rybí kostry [15]

### 2.6.5 FMEA analýza

FMEA - Failure Mode and Effect Analysis - Analýza možného výskytu a vlivu vad je analytickou metodou k preventivnímu odstranění možných závad a chyb. Metoda je schopna identifikovat možnosti vzniku poruch, určit jejich následky, ohodnotit jejich rizika a následně jim předejít už v předvýrobních etapách životního cyklu výrobku. Jedná se o výsledek skupinové spolupráce odborníků z různých výrobních odvětví zainteresovaných do řešeného problému. FMEA analýza může být aplikována jak na procesy (PFMEA), tak i na vyráběné díly (DFMEA). [16]

Ze začátku je třeba identifikovat analyzovaný problém a jasně stanovit požadavky na analyzovaný produkt. Sestavený tým provede soupis všech možných problémů do tabulky. Ke každému problému jsou přiřazeny jeho následky a možné příčiny vzniku tohoto problému. Následně se sepíší vhodná opatření pro zamezení vzniku a případně jednodušší odhalení vypsanych problémů. Při získání těchto informací se můžeme pustit do hodnocení kritičnosti poruch. [16, 17]

Kritické číslo se vypočítá násobením tří faktorů:

- závažnost
- pravděpodobnost výskytu
- pravděpodobnost odhalení [17]

Tyto tři faktory se hodnotí body od 1 do 10 podle příslušných hodnotících tabulek. Výsledné kritické číslo označované jako RPN (Risk Priority Number - číslo priority rizika) by nemělo překročit hranici 100. Každá organizace nebo její zákazník si tuto hranici může nastavit vlastní. Obecně však platí, čím menší, tím lepší. [17]

FMEA											
Díl:			Zodpovědnost:				Číslo FMEA:				
Rodina:							Zpracoval:				
Proces:			Datum:				Datum:				
Základní tým:											
Prvek	Funkce	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN

Obr. 9) Příklad vzorové tabulky pro FMEA analýzu [18]



## 3 PLASTY

Plasty jsou součástí života každého z nás a těžko dnes nalezneme materiál, jakým právě plasty jsou. Materiál, který má širokou rozmanitost a variabilitu vlastností. Materiál, který je velice dobře zpracovatelný energeticky nenáročnými technologiemi. Za velmi krátkou dobu plasty našly uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti a staly se nejpoužívanějším materiálem současného spotřebitelského světa. Dalším velkým plusem je fakt, že jejich využitelnost neustále roste. [19]

V této diplomové práci se zabývám produkty právě z plastů, jelikož mi bylo umožněno se problematikou zabývat ve společnosti Fraenkische. V této společnosti došlo v roce 1949 k zásadnímu rozhodnutí. Paní Dr. Phil. Auguste Kirchnerová zvolila plast jako hlavní materiál pro výrobu. Proto bych chtěla dále tento materiál více přiblížit. [20]

### 3.1 Definice plastů

Definice plastu dle mezinárodní normy ČSN EN ISO 472:2015 zní: „*Plast je materiál obsahující významný podíl vysokomolekulárního polymeru, který lze v určitém stádiu zpracování na konečný výrobek v tekutém stavu tvarovat.*“ Za plasty nejsou považovány elastomerní látky, které lze také ve stavu tekutosti tvarovat. [21]

Název plastů je odvozen z jejich nejdůležitější vlastnosti, kterou je plasticita. To znamená, že většina plastů je tvarovatelným materiálem. Někdy jsou označovány jako plastické hmoty či dokonce nepřesným/laickým názvem „umělé hmoty“. [22]

Zmíněné plasty se dají snadno tvarovat, a to za pomoci tepla nebo tlaku. Při zvyšování teploty se plast mění z tuhého stavu, ve kterém se vyskytuje za normálních okolností, do stavu taveniny. S pomocí tohoto stavu se může následně vytvořit tvar budoucího výrobku. Možnost roztavení plastů je dána skutečností, že se jedná o materiály, že se jedná o materiály, jejichž podstatou jsou makromolekulární látky. Tyto látky se dají získat různými způsoby, ale nejčastěji jsou získávány z ropy, zemního plynu nebo uhlí. [22]

Plasty často obsahují i další látky pro zlepšení důležitých vlastností, kterými může být odolnost proti stárnutí, zvýšení houževnatosti a zvýšení pružnosti. [22]

Mechanické vlastnosti plastů:

- pevnost
- pružnost
- plasticita
- houževnatost [22]

Základní fyzikální vlastnosti plastů:

- nízká hustota
- nízká tvrdost
- nízká tuhost
- vysoké opotřebení
- vysoká tepelná roztažnost
- nízká tepelná vodivost
- nízká měrná tepelná kapacita [22]

### 3.2 Historie plastů

O objevení plastů jsou zmínky až na konci 19. století. Na průmyslové výstavě v Londýně byla světu představena nová hmota, která měla zajímavé vlastnosti. Byla tvrdá jako rohovina, ale zároveň ohebná jako kůže. Svoji pozornost získalo i její technologické zpracování, protože se dala odlévat, lisovat, barvit a řezat. [22]

V Československu se o přední vývoj plastů zasloužil Baťův výzkumný ústav ve Zlíně od roku 1940. Otto Wichterle tenkrát vypracoval výrobní postup k přípravě kaprolaktamu. Kaprolaktam je základní sloučeninou k výrobě polyamidu. [22]

O rok později vznikly první vzorky punčoch a ponožek z polyamidové příze. Podařilo se vyvinout postup spřádání tryskou a navíjením na cívku a nechalo se tím vzniknout novému materiálu s názvem „silon“. Jeho průmyslová výroba začala v roce 1950. [22]

### 3.3 Porovnání plastů s kovovými materiály

Plastové materiály mají velmi rozdílné vlastnosti oproti kovovým materiálům. Protože se pro různé druhy zpracování a následné použití hodí pokaždé jiné vlastnosti materiálů, je zajištěno, že si tyto materiály nekonkurují. [22]

Základní rozdíly:

- přesnost a stabilita (kovy)
- nižší hmotnost a pružnost (plasty)
- odolnost proti teplotě (kovy)
- odolnost proti korozi (plasty)
- nižší pravděpodobnost výskytu únavy materiálu (kovy)
- nižší hmotnost (plasty) [22]

V některých případech je vhodné použití čistě kovových materiálů, jindy je vhodné použití čistě plastových materiálů a v jiném případě můžeme zase pro změnu nalézt nejlepší alternativu v kombinaci obou možností. V dalších případech se můžeme setkat se změnou materiálu stejného výrobku pro různá použití. Příkladem může být jednoduchý kbelík. Kovový kbelík je vhodnější pro použití při přenášení těžších nebo ostrých předmětů, které by mohly způsobit deformaci plastového kbelíku. S kovovým kbelíkem se setkáme tedy spíše v zemědělství, hospodářství nebo ve stavebnictví. Plastový kbelík se pak používá převážně na přenos lehčích nebo měkčích předmětů a setkáme se s ním zejména v domácnostech při úklidových činnostech. [22]

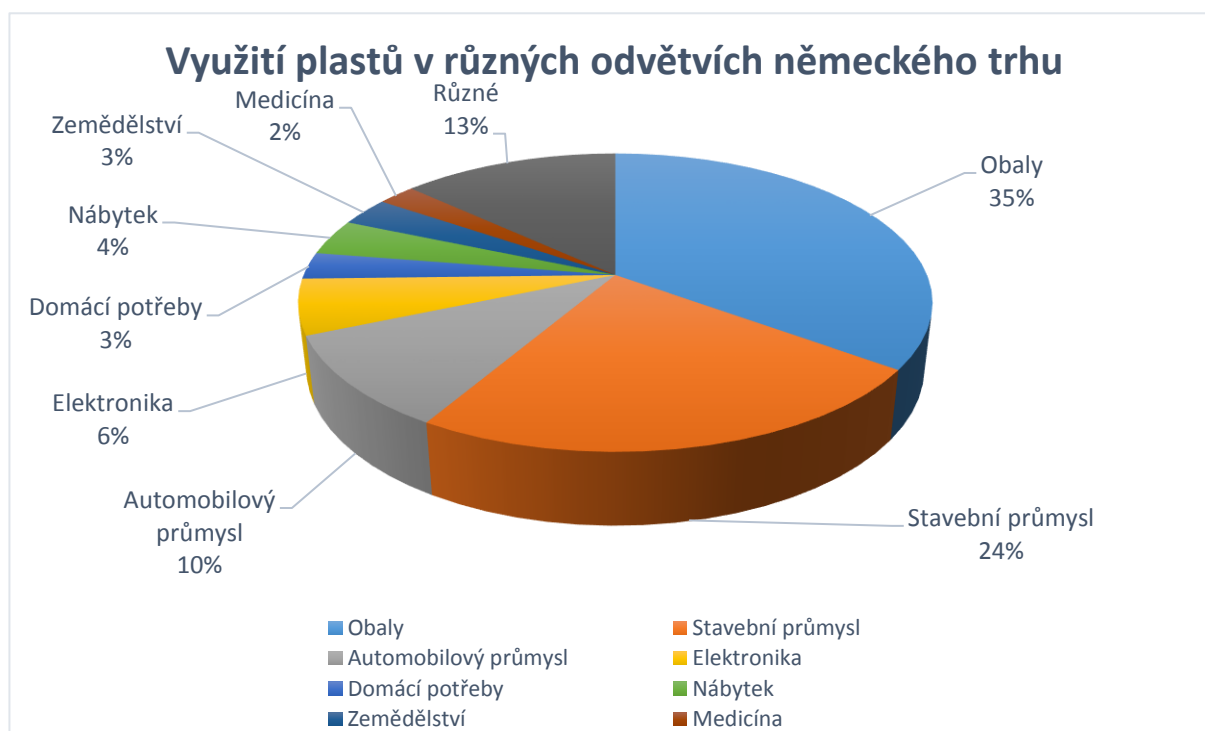


Obr. 10) a) Příklad kovového kbelíku [23] b) Příklad plastového kbelíku [24]

### 3.4 Použití plastů

V technické praxi má výrazné uplatnění jen několik desítek druhů plastů, i když dnes existuje na trhu více než několik tisíc různých druhů. Z celkového objemu světové produkce plastů tvoří 70 % výroby tři druhy. I přes tento fakt se s využitím plastů setkáme v různých odvětvích výroby, jak můžeme vidět na obrázku s číslem 11. Na obrázku uvádím situaci na německém trhu, poněvadž společnost Fraenkische, ve které je mi umožněno vypracování diplomové práce, je německou společností. Z obrázku vyplývá, že největší využití plastů je v obalovém materiálu. Když se nad tím zamyslíme, je pravdou, že s obaly se setkáváme každý den, a to převážně v potravinářském průmyslu. Na druhém místě je stavební průmysl a na třetím automobilový průmysl. V obou případech je společnost Fraenkische zběhlá, ale na české pobočce se provádí výroba pouze trubek menších rozměrů, které spadají pod automobilový průmysl. [22]

Jak vidíme, odvětví s využitím plastů je spousta a spotřebitelský život si bez něj už asi nedokáže nikdo představit. Ačkoliv se dnes svět snaží spíše přecházet na jiné materiály (sklo, dřevo) je průměrný roční růst produkce a spotřeby plastových výrobků téměř 9 %. Tato hodnota je vypočítána od roku 1950 do roku 2013 podle dat německého trhu. Už v roce 1950 se spotřebovalo 1,5 mil. tun plastů. V roce 2013 to dělalo 299 mil. tun plastů a v roce 2020 dokonce 400 mil. tun plastů. Odhady pro rok 2050 překračují celých 700 mil. tun. [22]



Obr. 11) Využití plastových výrobků v různých odvětvích německého trhu [22]

### 3.5 Postupy výroby

Plastové materiály jsme schopni zpracovávat bez významného molekulárního poškození a navíc i ekonomicky velice hospodárně. [22]

Možné postupy výroby:

- vstřikování (lisování)
- vytlačování (extruze)
- vyfukování
- 3D tisk
- rotační tváření
- svařování/lepení plastů [22]

Zajímavou informací může být, že stroje na zpracování plastů a pryže dosahují skoro polovičního obrátu obráběcích strojů. Jelikož můžeme mít po studiu strojírenství dojem, že se jedná o nejčastější druh strojů. Skupina s názvem „Další stroje“ obsahuje velké stroje nebo stroje zapojené do komplexních výrobních celků, jako například stroje pro těžební práce, montážní linky a linky na lakování. [22]



Obr. 12) Statistika obrátu strojů různých typů [22]

### 3.5.1 Vstřikování

Technologie vstřikování je nejpoužívanější technologií pro zpracování plastů. Používá se pro výrobu jak konečných produktů, tak i výrobu polotovarů či dílů ke kompletaci samostatného celku. Například: květináče, hračky, krabičky, nárazníky, ozubená kola, světla, klapky a mnoho dalších. [19]

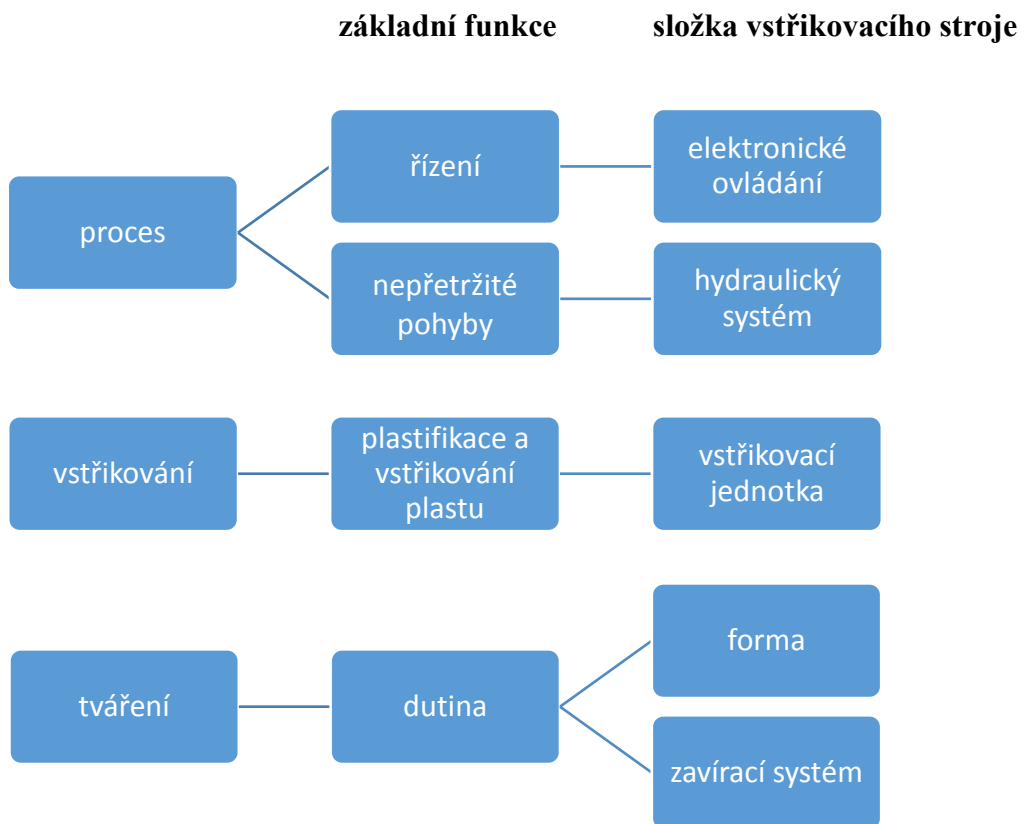
Vstřikování je proces tváření materiálu. Jedná se o vstřikování pod tlakem ze zahřátého válce přes vtok (rozdávěcí kanálek, vtokové ústí) do dutiny uzavřené formy. Oproti procesu vytlačování (kontinuální proces) se jedná o proces cyklický. [21]

John Wesley Hyatt vyvinul první vstřikovací stroj už v roce 1872, který vyráběl držáky na štětky na holení z celuloidu. Stroj tehdy obsahoval pístový válec. Dnes je za základ konstrukce vstřikovacího stroje brán pístový šnek, a proto se tehdejší technologie nemohla s tou dnešními vůbec srovnávat. [22]

Technologie vstřikování má 3 základní kroky:

- proces
- vstřikování
- tváření [22]

Procesem je zde myšlená technická realizace řízení procesu, a to pomocí elektrického ovládání a hydraulického systému. Technická realizace vstřikování pak probíhá za pomoci vstřikovacího stroje a k realizaci tváření je zapotřebí uzavřených forem. [22]



Obr. 13) Princip, technická realizace a složky vstřikovacího stroje [22]



Základem technologie vstřikování je forma a tvářecí stroj/vstřikovací stroj, který je hovorově často označován jako „vstřikolis“. Na vstřikovací stroj se před zahájením vstřikování připevní již zmiňovaná forma, která má tvar podobný finálnímu produktu a musí být před zahájením procesu vytemperována na provozní teplotu. [22]

Samotný proces vstřikování se dá rozčlenit do pěti fází:

- uzavření formy
- vstřikování
- chlazení
- plastifikace - šnekování
- otevření formy [22]

Uzavření formy je první fází a zároveň startovací činností procesu, během níž se uzavírá forma (pohyblivá část formy je přisunuta k nepohyblivé části formy). Druhou fází je vstřikování. Vstřikování probíhá za pomoci axiálního pohybu šneka, který vstříkne velice rychle taveninu přes trysku do dutiny nachystané formy, kterou téměř zcela zaplní a tak získává její tvar. Během třetí fáze dochází k chlazení taveniny ve formě, dokud plast neztuhne do finální podoby produktu. Tato fáze je často nejdelší fází procesu vstřikování. Během chlazení totiž dochází u plastických materiálů ke smrštění výrobků a mohou tak vznikat povrchové a vnitřní vady (propadliny, staženiny). Proti takovýmto vadám se bojuje během fáze chlazení za pomoci dotlaku, který doplňuje tekutý materiál do nezchlazených míst výrobku. Čtvrtou fází je fáze plastifikace. Jedná se o přípravu taveniny plastu pro další vstřikovací cyklus. Princip plastifikace je stejný jako u technologie vytlačování. Pohyblivý šnek je uložený ve vstřikovací komoře ve tvaru válce a svým pohybem způsobuje na povrchu válce tření. Toto tření vytváří teplo, které způsobuje tavení granulátu. Zplastifikovaný materiál je šnekem vytlačován k vyhřívané trysce, která tentokrát nemá kontakt s chlazenou formou a nemůže tak dojít k přesunu teplot. Poslední fází je otevření formy. Forma je otevřena podle svojí dělicí roviny a výrobek (neboli výstřík) je vyjmut za pomoci vyhazovacího systému. Cyklus vstřikování je ukončen uzavřením formy, což signalizuje připravenost pro výrobu dalšího dílu. [22]

Podle normy ČSN EN ISO 427:2015 je možné vysvětlit zmíněné pojmy forma a výstřík. Forma je sestava součástí ohraničující prostor (dutinu), která dává vylisku tvar. Výstřík je předmět zhotovený v uzavřené formě (například lisováním, vstřikováním). [21]

Výhody:

- vysoká rozměrová i tvarová přesnost
- sériová opakovatelnost procesu
- na jeden cyklus lze získat konečný díl
- výborná kvalita povrchu
- velmi krátké výrobní cykly [19]

Nevýhody:

- velké pořizovací náklady na nákup strojů a forem
- poměr velikost strojího vybavení k velikosti dílu [19]

Při porovnání výhod a nevýhod můžeme dojít k závěru, že technologie vstřikování je nejvhodnější pro zavedení ve velkosériové a hromadné výrobě. [19]

### 3.5.2 Vytlačování

Pomocí technologie vytlačování, či případně extruze je každý rok zpracovááno více než 90 milionů tun termoplastů. Proto se také jedná, po technologii vstřikování, o druhou nejrozšířenější technologii zpracování plastů. [19]

Charakteristické výrobky:

- desky
- fólie
- trubky
- profily [19]

Vytlačování neboli extruze je proces, při němž je zahřátý nebo nezahřátý plast vytlačován tvarovací hubicí a plynule tvářen na výrobek. [21]

Dnes se tato technologie využívá pro zpracování plastů, ale dříve se jednalo o zpracovatelský proces pro celou řadu kovových materiálů: hliník, hořčík, měď a mosaz, uhlíkovou ocel, legované a korozivzdorné ocel, olovo, cín, titan a zinek. Z čehož byla prvním vytlačeným materiálem měď a mosaz britským vynálezcem Josephem Bramahem, který žil v letech 1748 - 1814 a zasloužil se zejména vynálezem hydraulického lisu. [22]

Podle typu konstrukce se vytlačovací stroje (extrudéry) dělí na kontinuální a diskontinuální. Kontinuální proces výroby je založený na rotujících členech (šnek), zatímco diskontinuální proces výroby je založený na posuvných členech (píst). Velikou výhodou pístových vytlačovacích strojů jsou vysoké tlaky (až do hodnoty 300 MPa) a jejich jednoduchost. I přes to jsou však nejpoužívanějšími vytlačovacími stroji stroje šnekové. Jsou velice univerzální a mají vysoký poměr ceny, výkonu a spolehlivosti. [19]

Základem extrudéru je vysoce tuhý rám, v němž je uložen elektromotor, který pohání extrudér a jehož otáčky se dají plynule řídit. Elektromotor je vybaven převodovkou, která umožňuje zvětšení krouticího momentu na pracovním šneku. Pracovní šnek je uložen v ocelovém válci, na jehož začátku je násypka na zpracovávaný granulát. Ocelový válec je zahříván pomocí elektrických topných pásem a tak se granulát mění na taveninu, což je stejný princip jako u technologie vstřikování. Tavenina je promíchávána, zbavuje se přebytečného vzduchu, temperuje na požadovanou teplotu a je přepravována pracovním šnekem k výstupu válce, kde je uložena vytlačovací hlava. Vytlačovací hlava musí mít správnou konstrukci, protože musí zajistit plynulý chod taveniny, což způsobuje teplotní a tlakové namáhání materiálu. Nevhodná konstrukce by mohla ovlivňovat finální vlastnosti produktu. [22]

Výhody:

- produktivní kontinuální výroba dílů
- technologická variabilita (desky, profily, opláštění)
- produkce tenkých i silnostěnných výrobků velkých i malých rozměrů
- relativně jednoduché výrobní zařízení
- možnost zpracování vícevrstvých materiálů [19]

Nevýhody:

- značné konstrukční omezení výrobku dané jejich kontinuální výrobou
- problematika narůstání objemu vytlačovaného polymeru
- nižší výrobní přesnost dílů oproti technologii vstřikování [19]

### 3.5.3 Vyfukování

Nejlepším způsobem pro výrobu plastových lahví je technologie vyfukování plastů. Produkty vyrobené pomocí technologie vyfukování jsou rozsáhlé především v automobilovém, dopravním a obalovém průmyslu. Jejich užití sahá ale i dále a proto se s nimi můžeme setkat i při výrobě hraček, elektroniky, farmaceutických, zahrádkářských, sportovních i volnočasových potřeb. [19]

Charakteristické výrobky:

- lahve
- sudy
- kanystry
- nádrže na kapaliny
- díly pro rozvod vzduchu [19]

Vyfukování je způsob tvarování dutých předmětů rozfouknutím parizonu do formy stlačeným plynem. Pro upřesnění definice je nutné si vydefinovat pojem parizon. Parizon je vytvarovaný plast (polotovár), obvykle v podobě trubice používaný pro vyfukování. [21]

Stejně jako u technologie vstřikování je zapotřebí formy. Ve vyfukovací formě je zahřátý polotovár tvarován pomocí tlaku vzduchu do požadovaného tvaru. Jedná se tedy o proces velice produktivní, protože je prakticky bezodpadový. [22]

Existují dva základní principy vyfukování plastů:

- vstřikovací vyfukování
- vytlačovací vyfukování [22]

Rozdíl mezi těmito principy je v podobě vstupních polotovarů. U vstřikovacího vyfukování se používají polotovary vytvořené pomocí technologie vstřikování a jsou ve tvaru zkumavky. Zatímco u vytlačovacího vyfukování se používají polotovary vytvořené pomocí technologie vytlačování a tím pádem jsou ve tvaru trubice. Díl se tedy pozná tak, že na rozdíl od dílů ze vstřikovacího vyfukování má na spodní straně šev, který vznikl při kontaktu vyfukovací formy s polotovarem ve tvaru trubice. [22]

Každý postup má své specifické omezení, a proto si tyto dvě metody navzájem málokdy konkurují. Pro přehlednost je porovnání vstřikovacího a vytlačovacího vyfukování zobrazeno v tabulce. [22]

Tab 1) Porovnání vstřikovacího a vytlačovacího vyfukování [22]

Vstřikovací vyfukování	Vytlačovací vyfukování
Nádobí odolné proti vnitřnímu tlaku	Nádobí nevydrží vnitřní tlak
Jen jednovrstevný	Jedno až šestivrstevný
Obvyklé materiály: PET, PP, PC (často průhledné)	Obvyklé materiály: HDPE, PP, PET-E, PVC, ABS, LDPE
Láhve s držákem	Láhve s držákem a s uchem
Nádobí s objemem 0,01 - 5 litrů	Nádobí s objemem 0,05 - 1 000 litrů

Výhody:

- levné a jednoduché výrobní zařízení
- vhodné pro středně a velkosériovou výrobu
- menší smykové namáhání materiálu oproti technologii vstřikování
- možnost použití materiálů nižších pevnostních charakteristik pro vyfukovací formy
- možnost výroby vícevrstevných výrobků [19]

Nevýhody:

- geometrické omezení tvaru výrobku
- nižší výrobní přesnost oproti technologii vstřikování [19]

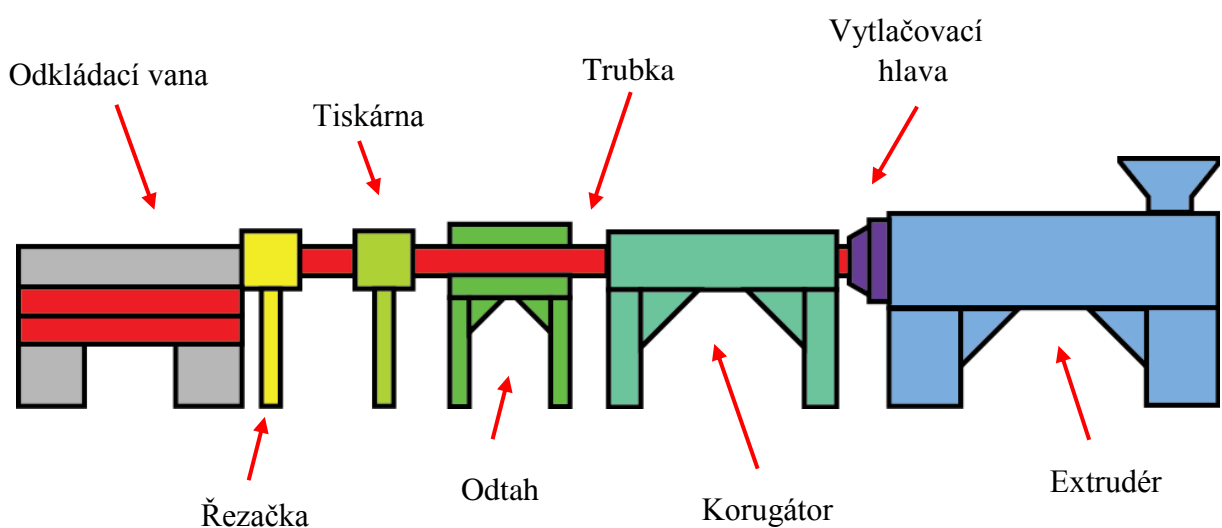
## 4 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU VĚDY A TECHNIKY - VÝROBA TRUBEK A PROFILŮ

U možností tváření plastů jsem uváděla tři nejpoužívanější technologie. Pro výrobu trubek je nejpoužívanější způsob pomocí technologie vytlačování. Trubky vyrobené pomocí této technologie mohou dosahovat průměru až 1600 mm a tloušťky stěny 60 mm. Největší výhodou a také důvodem použití je možnost výroby nekonečné délky trubky. Nekonečná trubka může být dále balena nebo sekána na požadovanou délku. [19]

Linka pro výrobu trubek bude složená z několika hlavních částí:

- šnekový extrudér
- vytlačovací hlava
- kalibrační a chladicí jednotka (korugátor)
- odtahovací zařízení (odtah)
- potiskovací, měřicí, kontrolní či jiná doplňková stanoviště
- dělicí zařízení (řezačka) [19]

Při výrobě trubek je za vytlačovací hlavou extrudéru umístěno kalibrační zařízení. Toto kalibrační zařízení má za úkol dosažení co nejpřesnějších rozměrů vyráběného dílu. Nejčastěji se výroby trubek setkáváme s kalibrací přetlakovou a vakuovou. Přetlaková kalibrace se používá pro trubky větších rozměrů (o průměru  $> 100$  mm), kde je využito přetlaku vzduchu přivedeného vytlačovací hlavou s dutým trnem. Profil trubky je tedy přitlačován ke kalibračnímu pouzdru z vnitřní strany. Častěji používanou kalibrací je zmiňovaná vakuová neboli podtlaková kalibrace, která je vhodná pro použití jak u jednoduchých, tak i komplexních profilů. Její největší výhodou je vysoká rychlost a samozřejmě také nízké provozní náklady. Rozdíl mezi podtlakovou a přetlakovou kalibrací je ve způsobu vyvození přitlačné síly. Ta v tomto případě působí pro změnu z vnější strany profilu. Profil trubky je tedy zde tlačěn ke kalibračnímu pouzdru z vnější strany. [19]



Obr. 14) Schéma základního složení linky pro výrobu trubek a profilů [18]

Během výše popsané kalibrace dochází k fixaci žádaného tvaru trubky a jejímu chlazení. Toto chlazení může být prováděno přímým kontaktem (průchodem přes vodní lázeň, vodní mlhou) nebo nepřímým kontaktem s vodou (přestupem tepla přes kalibrační pouzdra). Výsledná doba chlazení trubky je tedy závislá jak na použité technologii chlazení, tak na rozměrech trubky a použitého materiálu. [19]

Dále už je výsledná trubka vedena odtahem k následným požadovaným operacím, kterými může být kontrola stavu trubky optickými branami, měřicí stanoviště, provedení požadovaného potisku a řezání v dělicím zařízení na požadovanou délku. Odtah zajišťuje rovnoměrný pohyb trubky a zabraňuje tak jejímu nahromadění na nevhodném nebo i nebezpečném místě. Rychlost odtahu by měla být důsledně kontrolována, jelikož na ni může záviset i konečná rozměrová přesnost vyráběné trubky. [19]

## 5 VÝROBNÍ SPOLEČNOST FRAENKISCHE

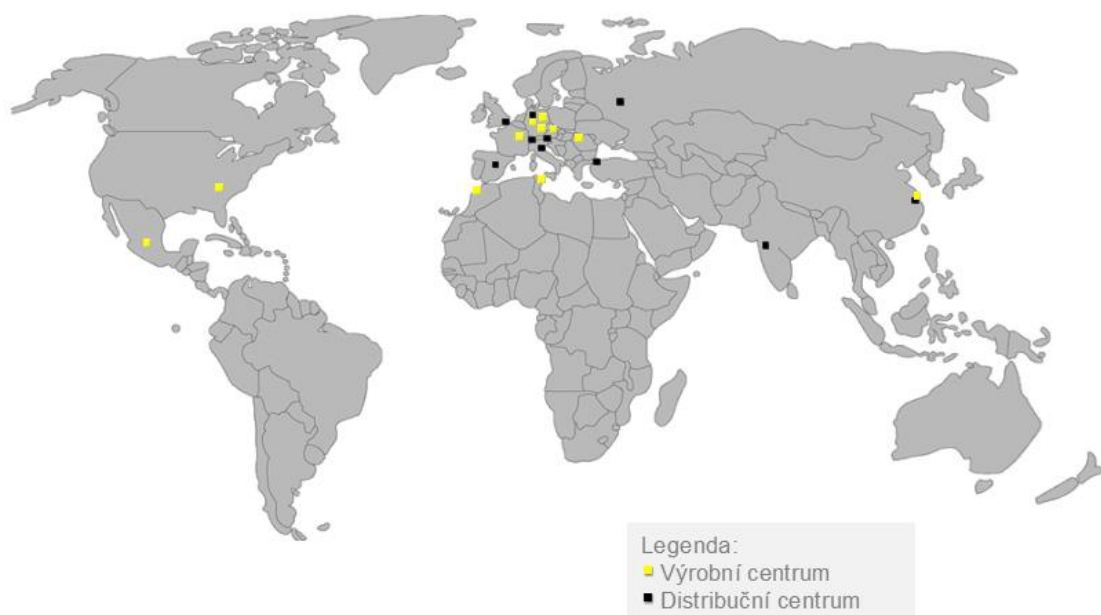
Provádění optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze mi bylo umožněno provádět přímo ve výrobní praxi a to u společnosti FRAENKISCHE CZ s.r.o. (dále jen Fraenkische). Díky této možnosti jsem měla příležitost nahlédnout přímo do zaběhlých výrobních postupů a procesů předcházejících samotné výrobě. Společnost je ve svém podnikání na vysoké úrovni a svým zákazníkům i trvalému růstu přiklání velikou váhu. Nejen díky tomu vlastní několik významných certifikátů, má zavedený systém managementu kvality, ale i oddělení Kaizen, zaměřené na neustálé zlepšování za pomoci štíhlé výroby.

Optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze byla prováděna za výrobního provozu a s pomocí zkušených zaměstnanců společnosti. Spolupráce probíhala s výrobním ředitelem oddělení extruze, technologi, mistry a operátory.

### 5.1 Představení společnosti Fraenkische

Společnost Fraenkische je německá rodinná firma zabývající se vývojem, výrobou a prodejem trubek, šachet a systémových komponent z plastů a kovů pro automobilový a stavební průmysl. [20]

Všechno to začalo v roce 1906 založením firmy ve Schweinfurtu, jako továrny na izolační trubky. Po šesti letech musela být firma přemístěna, kvůli celkovému zničení požárem, do Königsbergu, kde má hlavní sídlo dodnes. Díky kreativitě svých zaměstnanců dokázala firma přežít i pohromy ve formě obou světových válek a dnes jde o podnik mezinárodní úrovně. Společnost dnes zaměstnává přes 5 000 zaměstnanců ve více než 15 zemích, které je možné vidět na obrázku s číslem 15. [25]



Obr. 15) Výrobní a distribuční centra společnosti Fraenkische [25]

Umístění výrobních center společnosti Fraenkische:

- Německo (Evropa)
- Česká republika (Evropa)
- Rumunsko (Evropa)
- Francie (Evropa)
- Tunisko (Afrika)
- Maroko (Afrika)
- USA (Amerika)
- Mexiko (Amerika)
- Čína (Asie) [25]

Umístění distribučních center společnosti Fraenkische:

- Německo (Evropa)
- Turecko (Evropa)
- Itálie (Evropa)
- Švýcarsko (Evropa)
- Rusko (Evropa)
- Velká Británie (Evropa)
- Rakousko (Evropa)
- Španělsko (Evropa)
- Čína (Asie)
- Indie (Asie) [25]

Společnost za den vyrobí více než 2 miliony metrů trubek. Její úspěch je pravděpodobně způsoben zvolením plastu jako hlavního výrobního materiálu. Dalším velkým úspěchem společnosti byla první pružná elektroinstalační trubka z kovu a první flexibilní vlnitá trubka z PVC, která je vyráběná v nekonečné formě. [20]

## 5.2 Představení výrobního závodu v Okříškách

Jak už bylo zmíněno výše, jedna pobočka se nachází i v České republice a patří mezi největší výrobní závody společnosti. Nachází se na kraji Okříšek, což je městyš nedaleko okresního města Třebíč v kraji Vysočina. Okres Třebíč byl vhodnou volbou díky vysokému zastoupení automobilového a dalšího průmyslu. Společnost Fraenkische převedla část své výroby do České republiky již v roce 2003, kdy se rozhodla otevřít pobočku v Jihlavě. Tenkrát společnost začínala s 20 zaměstnanci a primárně se zaměřovala na extruzní výrobu. Časem se výroba rozrostla i o tvarování za tepla a okrajově i o montáže. Nakonec se výroba rozrostla tak, že se staly prostory výrobní haly nevyhovující a bylo zapotřebí výrobu přestěhovat do větších a vhodnějších prostor. Tyto prostory se začaly budovat ve zmiňovaných Okříškách, kam se společnost mohla po dokončení prací v roce 2007 přestěhovat. V těchto prostorách se vyrábí dodnes. Dnes společnost zaměstnává více než 1 000 zaměstnanců a tím se řadí mezi nejvýznamnější zaměstnavatele zmiňovaného trebičského okresu. [20]

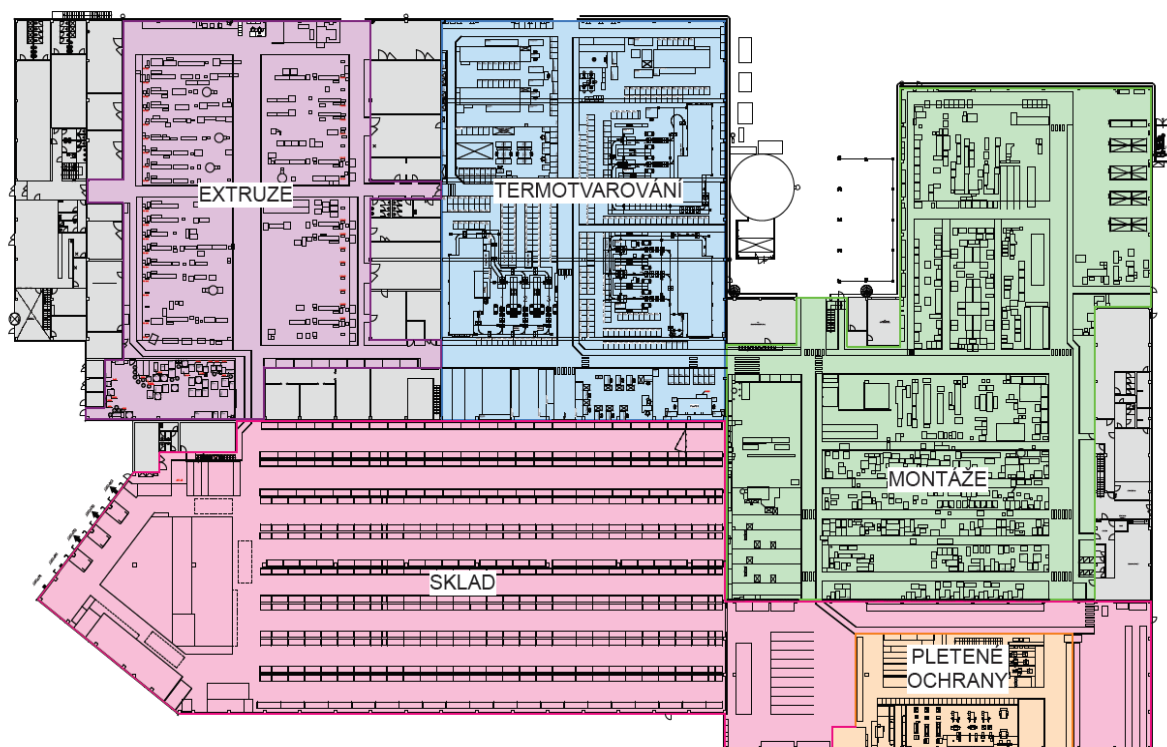
Výrobní závod v Okříškách zaujímá první místo ze všech, co se týká různorodosti výroby. Je složen z několika managementových oddělení a jako jediný výrobní závod společnosti má čtyři různé výrobní úseky: extruze, termo-tvarování, montáže a pletené ochrany, které sami o sobě nejsou v žádném jiném výrobním závodě. Prvním a tedy startujícím oddělením bylo oddělení extruze, do kterého bylo přemístěno základní know-how a stroje



z mateřské společnosti v Königsberku. Až následně docházelo k rozšiřování o další výrobní haly. Samozřejmě se myslelo i na uskladnění hotových výrobků či polotovarů ve výhodně postaveném skladu, který sousedí se všemi výrobními halami, jak můžeme vidět na obrázku s číslem 16. [25]

Místní pobočka vyrábí převážně trubky pro automobilový průmysl a tzv. bílé zboží, kterým rozumíme trubky do praček, myček nádobí a vysavačů. Při prvním pohledu uživatele by se mohlo zdát nepochopitelné, kam se vlastně mohou do automobilu umístit plastové trubky. Bližším zkoumáním se dá říci, že bez nich by se automobil obešel velice těžko.

Právě onen zmíněný automobilový průmysl klade tlak na dodržování poměrně přísných standardů, které zákazníci vyžadují. Vše má svůj jasný a poměrně striktní řád a popis, který je vymezen normou IATF 16949. Na tuto normu je firma Fraenkische certifikovaná, přičemž se jedná o požadavky automobilového průmyslu rozšiřující obecnou normu ISO 9001. Mimo IATF 16949 je pak česká pobočka držitelem certifikátů ISO 45001 (bezpečnost, na kterou je kladen čím dál větší důraz) a ISO 14001 (environmentální management či politika snižující dopad výroby na životní prostředí). Získání těchto norem není samozřejmostí a firma je v pravidelných intervalech i po dosažení certifikátů v rámci splnění daných požadavků pravidelně auditována nezávislými organizacemi. [25]

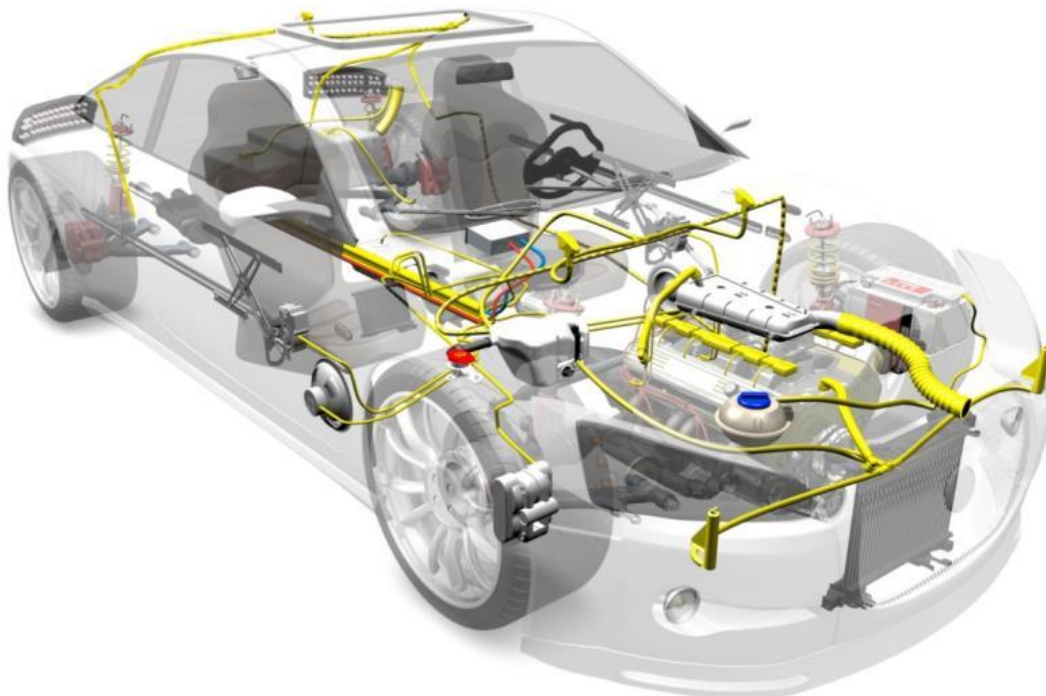


Obr. 16) Půdorys výrobních prostor společnosti Fraenkische výrobního závodu v Okříškách [25]

Využití trubek v automobilovém průmyslu:

- jako ochrana proti horku, otěru nebo nárazu při havárii
- ke svazkování kabelů
- k odstínění teploty, absorpci hluku, elektrické izolaci
- palivová vedení
- větrací vedení palivové nádrže
- plnicí systémy
- podpodlažní vedení
- potrubí k odvětrání akumulátorů
- systémy vedení k vytápění a chlazení vozidla a baterie [25]

Ze začátku montážní výroby se na jednoduchou trubku montovaly dva konektory, dnes se bavíme o složitých sestavách montovaných do sebe, jak můžeme vidět na obrázku s číslem 17. Takové změny jsou samozřejmě dány trhem a vývojem v automobilovém průmyslu. Stejně tak je třeba mít zajištěný i vlastní vývoj přímo ve společnosti. Není tedy mnoho projektů, které by společnost nedokázala dle přání zákazníka splnit. Ba naopak je otevřená novým myšlenkám, způsobům i technologiím. I díky tomu může společnost Fraenkische postupně vyhledávat nové projekty ve světě elektromobility a získávat tak nové zákazníky. Postupně se jedná o zcela novou generaci firmy. Ta sice může být zcela odlišná od té, která vše kdysi začala, ale stále se snaží prezentovat jako rodinná firma. [25]



Obr. 17) Využití trubek v automobilovém průmyslu [25]

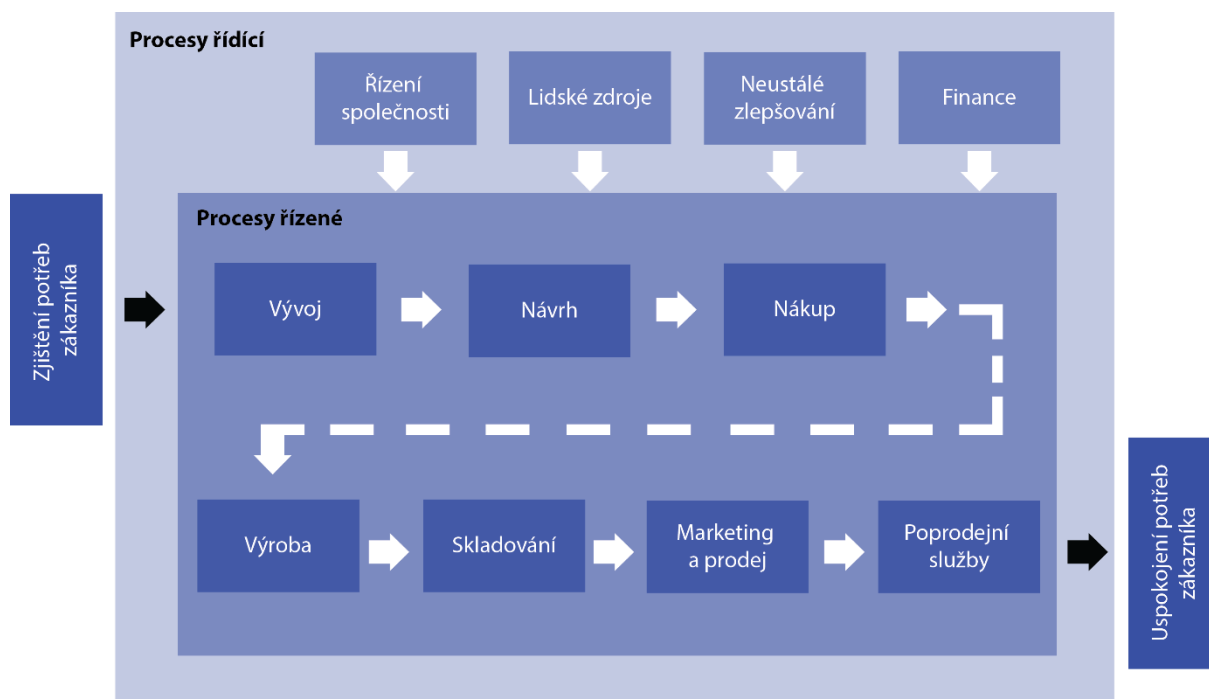
### 5.3 Proces výroby trubek ve výrobním závodě v Okříškách

Sebejednodušší obyčejná korugovaná (vlnitá) trubka (například všem známý husí krk používaný jako ochrana pro kabeláž) musela podstoupit sérii předvýrobních procesů, než se dostala do hlavního procesu výroby na oddělení extruze. Jakýkoliv výrobek vždy začíná na papíře a ani ve společnosti Fraenkische tomu není jinak.

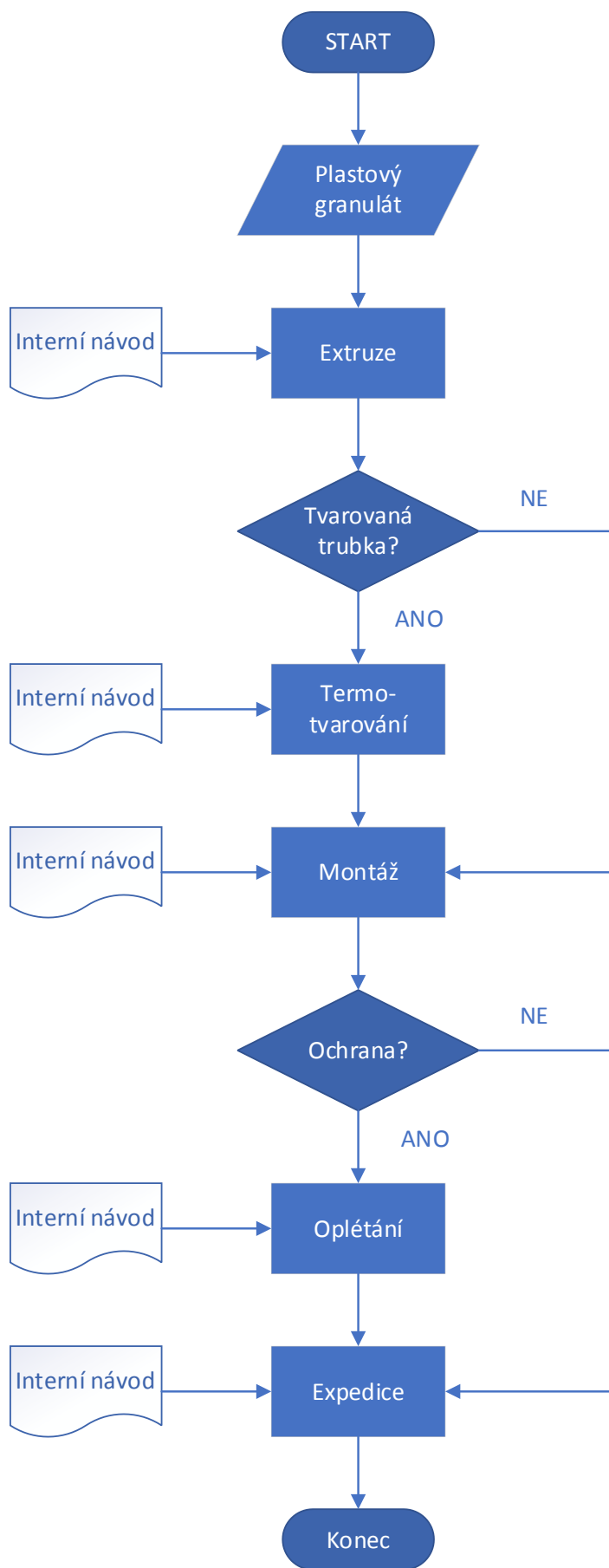
Prvním krokem je seznámení se s požadavky zákazníka neboli zadání projektu. Toto zadání je třeba zpracovat do výrobitelné podoby. Konstrukteři zpracují výkres výrobku, podle kterého jsou zvoleny vhodné pracovní postupy. Neméně důležitou funkci má během výroby, ale i před výrobou kontrola kvality, která je v dnešní době klíčovým managementem ke zvyšování spokojenosti zákazníka. Aby mohla společnost prosperovat, jsou zapotřebí i oddělení, která nemusí mít přímou spojitost s výrobou. Velkou roli hraje řízení lidských zdrojů a financí. Pro zpřehlednění kompletního procesu výroby trubky jsem se pokusila celý proces shrnout v základní mapě procesů (obrázek č. 18).

Nebudeme-li se zabývat problematikou managementových oddělení (řízení společnosti, personální útvar, útvar výroby, BOZP, finanční útvar, projektový management, útvar kvality, technické služby - kaizen management, útvar konstrukce, útvar logistiky, technický útvar, výroba strojů a nástrojů), ale pouze samotným výrobním procesem, dostaneme pak základní čtyři dílčí procesy:

- extruze
- termo-tvarování
- montáže
- pletené ochrany



Obr. 18) Mapa procesů společnosti Fraenkische [18]



Obr. 19) Vývojový diagram - proces výroby plastových trubek [18]

### 5.3.1 Výrobní proces: extruze

Ve společnosti Fraenkische je oddělení extruze základním stavebním kamenem. Na oddělení vzniká prioritní výrobek společnosti, kterým je trubka. Technologie extruze se ve společnosti používá, protože dokáže vyrábět trubky v nekonečné podobě.

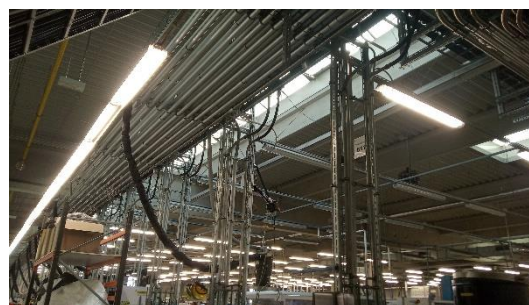
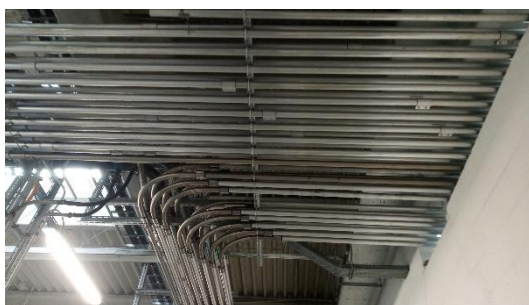
Už v teoretické části jsem zmínila a vysvětlila pojem extruze. Zjednodušeně řečeno se jedná o způsob zpracování plastů, kdy je za využití teploty a tlaku roztaven původní materiál ve formě plastového granulátu a za pomoci šneku a vytlačovací hlavy vytlačen neboli extrudován do tvaru trubky. Extruze je tedy proces, při kterém dochází k protlačování materiálu přes vytlačovací hlavu.

Výrobní proces extruze ve společnosti začíná smícháním vhodné směsi granulátu v míchárně. Směs se smíchává v určeném poměru základního materiálu, barvy a různých aditiv, který je předepsán z Německa. Směsi se promíchávají v míchačce, která si zadané poměry podle nastavení koriguje sama a následně vhodnou směs posílá do konkrétního extrudéru za pomoci rozvedeného potrubí. Některé směsi je zapotřebí posílat s určitou vlhkostí a proto musí před odesláním projít sušárnou. V sušárně se může materiál sušit i více než 3 - 4 hodiny.

Nejčastěji používaným materiálem je Polyethylene (PE), který může mít smrštitost až 3%. O něco nižší smrštitost (do 2%) má Polypropylen. Dalším používaným materiálem je Polyamid se smrštitostí 0,5 - 1% a ETFE neboli Teflon, který se se smrštitostí může pohybovat opět ve vyšších procentech a to od 1 - 3%. Nakonec se ještě používají Blendy, které mají smrštitost až 1% a Copolyмеры.



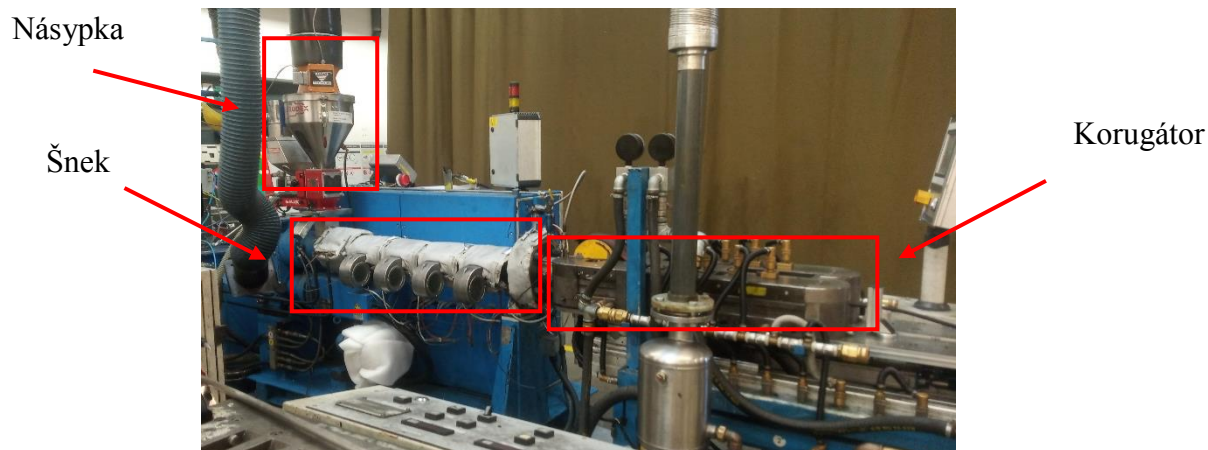
Obr. 20) Míhací stroje v míchárně [18]



Obr. 21) Potrubí pro přenos směsí po výrobní hale [18]



Vhodně smíchaná směs vedená za pomoci rozvedeného potrubí se do extrudéru dostává přes násypku. Násypka určuje další směr granulátu, který směřuje ke šneku extrudéru. Šnek tlačí směs do vstřikovací hlavy na konci extrudéru a za pomoci působící teploty a tlaku se směs roztaví. Roztavená směs se vstřikuje přes trysku ve vstřikovací hlavě do tvarovacích forem tzv. čelistí nebo jinak řečeno tvarovacích paken. Tyto tvarovací formy tvoří korugátor (v teoretické části zmiňovaný jako kalibrační a chladicí jednotka), ve kterém je trubka chlazená vodou a dostává svůj konečný tvar.



Obr. 22) Extruder s násypkou a kalibračním zařízením (korugátorem) [18]



Obr. 23) Kalibrační zařízení (korugátor) a vytlačená trubka [18]



Obr. 24) Řezací stroj pro podélné řezání trubky [18]

Trubky jsou z korugátoru vytlačovány v nekonečné délce. Tyto trubky jsou baleny buďto do oktabinových krabic (obrázek s číslem 25), anebo je extrudér vybaven řezacím zařízením s rotačním způsobem řezání nebo s řezacím zařízením na principu gilotiny. Dalším přídatným zařízením je tiskárna. Ta se používá k označení trubek, je-li to požadováno ve výrobní zakázce.

Hotové výrobky se balí do vhodných krabic a dále jsou označeny transportním dokumentem. Takto označené jsou převezeny do skladu, odkud mohou být dopraveny buď do jiné výrobní haly, kde dojde k dalšímu zpracování nebo rovnou ke koncovému zákazníkovi.

Pro udržení kvality výrobků a předcházení případným reklamám jsou v určitých intervalech zavedeny kontrolní zkoušky výrobků. Kontrolní zkoušky jsou výrobku přiděleny podle jejich zadaných specifikací. Nejdůležitějšími parametry, a tím pádem i nejčastějšími měřenými parametry, jsou: délka, váha a tloušťka stěny.

Extruze je složitější proces, a proto se oddělení extruze skládá z mnoha strojů a různých zařízení ať už pro řezání, potisk, balení nebo ověření správnosti dílů. Například jenom extrudérů je na výrobní hale 23 kusů.

Stroje potřebné pro extruzi:

- extrudér
- přehřev
- korugátor

Ostatní příslušenství:

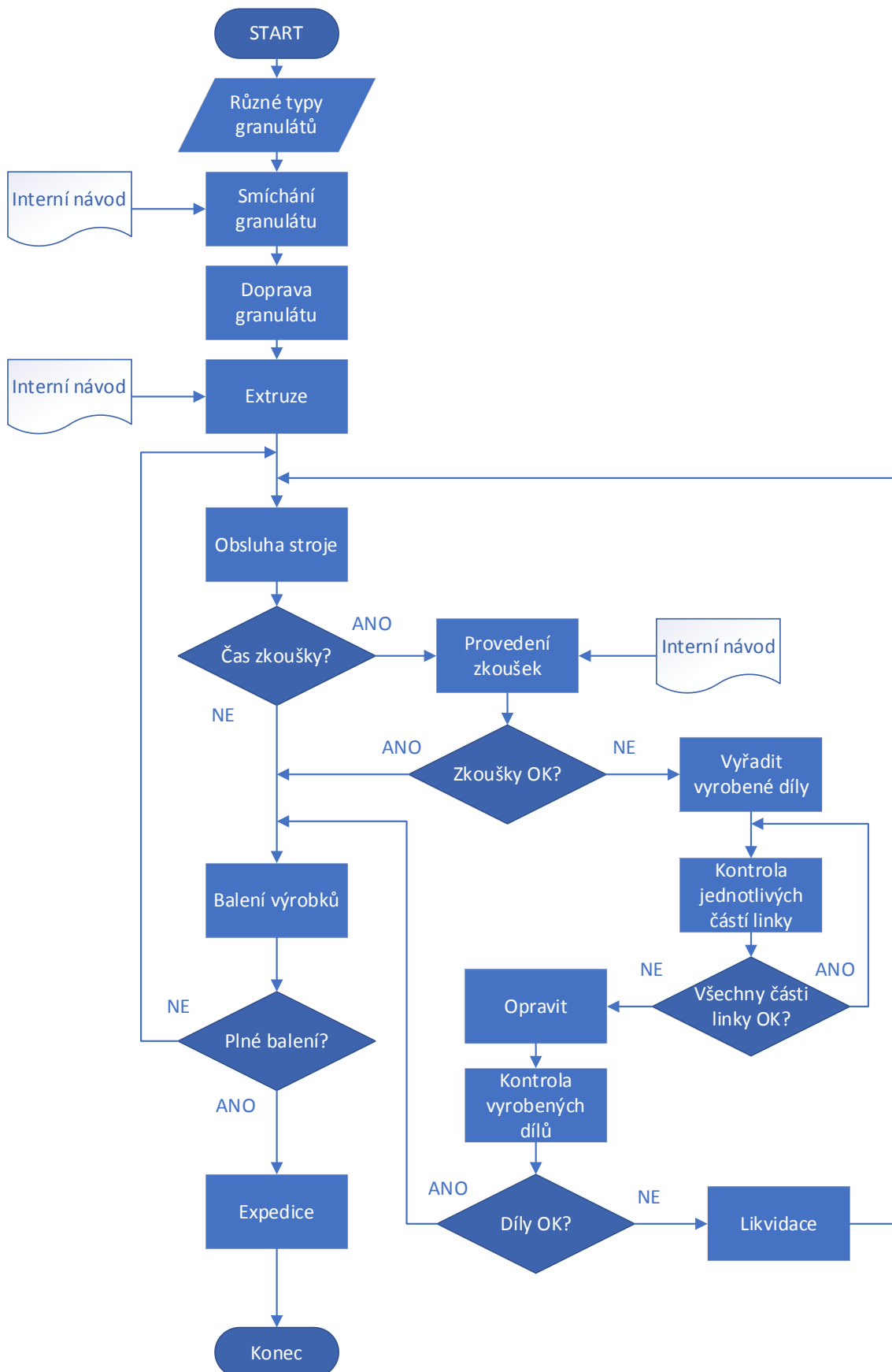
- chlazení
- tiskárna
- moták
- navíječ
- otočný talíř
- vazačka
- řezačka

Stroje a zařízení pro ověření správnosti dílů:

- checkbox (zařízení kontrolující délky trubek)
- tlakovačka (zařízení sloužící k detekci děr za pomoci tlakování vzduchem)
- corona (zařízení sloužící k detekci děr za pomoci elektrického výboje)



Obr. 25) Balení nekonečných trubek [18]



Obr. 26) Vývojový diagram - proces extruze [18]

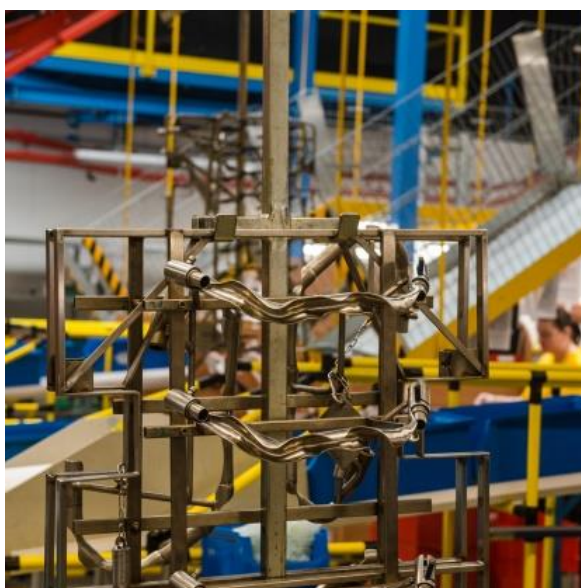


### 5.3.2 Výrobní proces: termo-tvarování

Na výrobní proces extruze plynule navazuje výrobní proces termo-tvarování. Jedná se o proces, kdy se rovné trubce udá specifický tvar, který je důležitý pro její další použití. Většinou jde o různé přesné zkroucení, aby se trubka mohla umístit na své trvalé místo a mohla tak být schopna provozu. Výrobním procesem termo-tvarování mohou procházet jak hladké trubky, které jsou většinou dováženy z mateřské společnosti v Německu, tak i korugované (vlnité), které jsou převážně vyráběny přímo v Okříškách. Při zvýšených teplotách dochází i ke změně chování materiálu. Tohoto jevu se využívá převážně u tuhých trubek, které je náročné, nebo dokonce nemožné zaplést do kavit bez jejich poškození. Takto tuhé trubky se nechají předežhát, mírně změkchnout a až posléze mohou být zapleteny do forem.

Vstupním materiálem pro proces je základní rovná trubka. Tato trubka musí být propletena do tvarovacích forem tzv. kavit, které za pomoci jednotlivých podpěr, zárážek a zátek udávají trubce požadovaná tvar. Jednotlivé kavity jsou symetricky rozloženy na rámu, tak, aby mohly trubky zároveň zaplést dva operátoři a nedocházelo k ohrožení jejich zdraví. Zaplněné rámy se zavěsí na pohyblivé rameno, které přesouvá zavěšený rám do termo-tvarovací pece. V těchto pecích se trubky zapékají při velmi vysokých teplotách. Po ohřevu jsou trubky zchlazeny vodou anebo vzduchem. Nakonec jsou za bezpečné teploty trubky opatrně vyjmuty z forem. Trubky se musí vyplétat velice opatrně, aby nedošlo k jejich poškození poškrábáním, prasknutím nebo jejich deformací.

Stejně jako u předchozího výrobního procesu extruze jsou i u termo-tvarování zavedeny kontrolní zkoušky. U tvarované trubky se kontroluje hlavně její tvar, a to za pomoci kontrolní měřky. Každá tvarovaná trubka má svoji kontrolní měrku, která vypadá jako malá skluzavka. Hotová tvarovaná trubka se do této měřky vloží, a všechny důležité body musí dokonale sedět. Obsluha kontrolní měřky musí být snadná, aby nedocházelo k poškození trubky a tím k jejímu znehodnocení. Dalším kontrolovaným parametrem je poloměr trubky měřený pomocí digitální posuvky a celková kvalita výrobku, která se hodnotí na základě vlastních pozorování. Při těchto pozorováních se kontroluje celkový vizuální stav trubky. Trubka na sobě nesmí mít žádné praskliny, bublinky, škrábance ani žádné nečistoty.



Obr. 27) Ukázka tvarovací formy [25]

### 5.3.3 Výrobní proces: montáže

Po výrobním procesu extruze a termo-tvarování přichází na řadu montáž neboli kompletace jednotlivých dílů do větších celků. Výrobní oddělení montáže je největším výrobním oddělením v českém závodě a je rozdělen na dalších 5 pododdělení. Každé pododdělení je zaměřeno na mírně odlišné postupy a kompletuje určité soustavy.

Na montážních strojích projdou pod rukama operátorům mnohé základní trubky, tvarované trubky, ochrany, štítky, konektory různých tvarů (90°, 180°, tvaru Y, atd.) a zátky do konektorů. Všechny díly musí být opatřeny šaržovým číslem, jejichž každá změna musí být zapsána v zakázkových dokumentech. Pokud jsou šaržová čísla v pořádku, mohou se díly umístit do čelistí, které zafixují jejich polohu. Při aktivaci stroje dojde k pohybu jedné čelisti, která za pomoci tlaku vsune jeden díl do druhého. Často se na spoj trubky a konektoru díky ochraně spoje přidává ochranná objímka.

I na tomto oddělení dochází k pravidelným zkouškám výrobků. Nejdůležitější zkouškou je zkouška tlaková, která odhalí správné těsnění spojů i trubky.

### 5.3.4 Výrobní proces: pletené ochrany

Pletené ochrany slouží k ochraně vyrobených plastových trubek a montovaných systémů především proti mechanickému poškození, ale i vnějším vlivům jako například prokousnutí zvěří. Ochrana je zajištěna nanesením silikonu či impregnace nebo upletením z určitého typu vlákna.

Vývoj pletených ochran probíhal ve Švýcarsku. V České republice se pletené ochrany vyrábí od roku 2014 a to pomocí technologií pletení, oplétání, silikonování, impregnace, žehlení, děrování a konfekce.

Hotové výrobky jsou zabaleny do plastového igelitu v plastových bednách nebo kartonových krabicích. Plastový igelit snižuje obsah nečistot v balení a zabraňuje vstupu případné vlhkosti. Způsob balení většinou určuje sám zákazník. Následně jsou hotové a zabalené díly uskladněny, předány dopravci a odeslány k zákazníkovi.



Obr. 28) Ukázka pletených ochran [20]

## 5.4 Kontrolní zkoušky

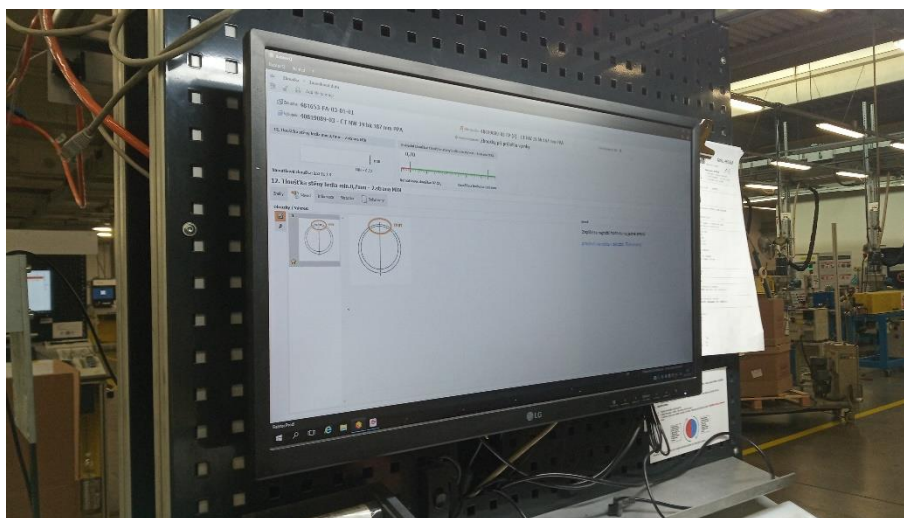
Kvalita výrobků je pro spotřebitele jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících jejich rozhodnutí o koupi a důležitým krokem k vytvoření kladného vztahu zákazníka s organizací. Tímto získává organizace dobré jméno na trhu, které vede ke zvýšení počtu zákazníků a následně i cíleného zvýšení zisku organizace. Zlepšování kvality výrobků je dnes v organizacích již velice rozsáhlá záležitost. Kontrola kvality výrobku začíná již při vývoji nového výrobku a doprovází jej až do konečného předání koncovému zákazníkovi. Za pomoci kontrolních zkoušek v průběhu výroby se dá předejít mnohým nákladným problémům.

Kontrolní zkoušky jsou v procesu výroby nepostradatelným klíčem ke včasnému odhalení vad na výrobku. Díky včasnému odhalení se dá předejít problému vzniku reklamací a v horším případě nespokojenosti zákazníka nebo i k veřejnému ohrožení, jelikož, jak už bylo zmíněno, vyrábí se převážně trubky pro automobilový průmysl. Při dodávce vadných trubek zákazníkovi, který je následně instaluje do svých výrobků (automobilů), může dojít k vážným nehodám a ohrožení života spotřebitelů.

Proces extruze má 4 druhy kontrolních zkoušek:

- zpětné ověření šarže (směs)
- zkouška prvního kusu (před zahájením výroby)
- zkoušky při průběhu výroby (během výroby)
- zkouška posledního kusu (před ukončením výroby)

Veškeré zkoušky na výrobním oddělení extruze (zpětné ověření šarže, zkouška prvního kusu, zkoušky při průběhu výroby, zkouška posledního kusu) jsou prováděny pomocí příslušných měřidel a kontrolního seznamu tzv. checklistu. Kontrolní seznam bývala dříve vytisknutá tabulka na papíru, kde se jednotlivé kroky zaškrtovaly a zapisovaly naměřené hodnoty. Dnes má kontrolní seznam svůj vlastní software a pracuje se s ním pomocí počítače. Na obrazovce se zobrazuje aktuální zkouška s návodem a případně s příslušnými tolerancemi, dále se zobrazují fotografie se shodnými a neshodnými kusy. U vizuálních zkoušek se u aktuální zkoušky zaškrtoává její provedení, zatímco u zkoušek s prováděným měřením se zapisují přímo naměřené hodnoty.



Obr. 29) Ukázka použití kontrolního seznamu v počítači [18]

### 5.4.1 Měřicí zařízení

Aby měření při kontrolních zkouškách odpovídala normě ČSN EN ISO 9001:2016, musí organizace určovat a poskytovat zdroje potřebné pro zajištění platných a spolehlivých výsledků. Tyto zdroje by měly být vhodné pro konkrétní typ měření a nadále udržovány. Společnost se proto v rámci managementu kvality věnuje i analýze systému měření a z hlediska metrologie potom kalibraci používaných měřidel. Ze všech procesů je řádně vedena dokumentace, která musí být uchována, jako důkaz o přiměřenosti vybraných zdrojů. [4]

Kalibrace měřidel je požadavkem normy IATF 16949:2016. Podle ní musí organizace zajistit, že činnosti spojené s kalibrací/ověřování a její záznamy budou zahrnovat:

- revize následující po technických změnách ovlivňujících systémy měření
- jakékoli údaje přístrojů přijaté pro kalibraci/ověřování, které neodpovídají specifikaci
- posuzování rizik při zamýšleném použití produktu vyvolaných stavem neodpovídajícím specifikaci
- informace o platnosti předchozích výsledků
- oznámení zákazníkovi při odeslání podezřelého produktu
- vyjádření o shodě se specifikací po kalibraci/ověřování
- záznamy o činnostech kalibrace a údržby všech měřidel
- ověření softwaru používaného k řízení produktu a procesu se specifikací [3]

Ve výrobní praxi prošla všechna měřicí zařízení kalibrací. Po kalibraci je na zařízení umístěn štítek s datem provedení příští kalibrace.

Nejpoužívanější měřicí zařízení při provádění kontrolních zkoušek:

- digitální posuvné měřidlo
- digitální úchylkoměr
- měřicí kolejnice (metr)
- váha
- zkušební trny
- profilprojektor
- detektor úniku tlaku
- zařízení na zkoušku tahem
- zařízení na zkoušku hořlavosti



Obr. 30) Ukázka kontrolní zkoušky - centricita [18]

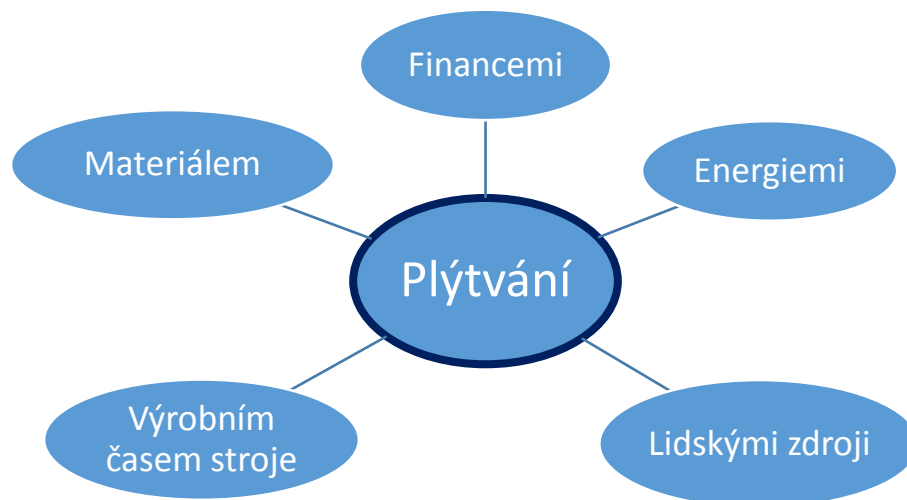


## 6 SYSTÉMOVÝ ROZBOR ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

K vyhledání nejvhodnějšího řešení existujícího problému, je třeba jej správně pochopit. Proto se v dnešní době provádí systémové rozbor, které umožňují podrobné popsání zadaného problému a tím i jednoduššímu nalezení ideálního řešení s vyváženým poměrem cena/výkon. Systémový rozbor bude proveden v souladu s cyklem PDCA dle ISO 9001.

### 6.1 Rozbor zadané problematiky

Kontrolní zkoušky jsou zavedeny zejména ke včasnému objevení vady výrobku a následně k zabránění posláni vadného výrobku zákazníkovi, který by posléze mohl mít naší organizací způsobené problémy. Ten by pak mohl provést reklamaci výrobku nebo by si mohl najít nového dodavatele. V každém případě se společnosti sníží zisk. Ke snížení zisku dojde ale i v případě dlouhodobého vykonávání zkoušek podle nevhodného kontrolního seznamu. Nevhodný kontrolní seznam obsahuje nevhodné zkoušky z hlediska četnosti opakování, četnosti zkoušených výrobků a případně i typu zkoušky pro kontrolovaný díl. Při vykonávání neefektivních kontrolních zkoušek k určitému dílu dochází hned k několika druhům plýtvání a to plýtvání materiálem, lidskými zdroji, výrobním časem stroje a energiemi a neposlední řadě plýtvání financemi.



Obr. 31) Druhy plýtvání při provádění neefektivních kontrolních zkoušek [18]

Podle cyklu PDCA je proces zlepšování rozdělen na čtyři části: Plan - Plánuj, Do - Dělej, Check - Kontroluj, Act- Jednej. V rámci diplomové práce se pohybují v první části (Plan - Plánuj). Je tedy zapotřebí určit cíle, potřebné zdroje k dosažení cílů, určit doprovázející rizika a jejich opatření.

#### 1. Cíle návrhu optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze:

- zjednodušení kontrolních zkoušek během procesu výroby
- snížení potřebného času k vykonání kontrolních zkoušek
- snížení počtu poškozených trubek

## 2. Zdroje potřebné k realizaci:

- interní dokumentace
- čas a spolupráce ředitele oddělení, technologa, pracovníka interní kvality, mistra a operátora

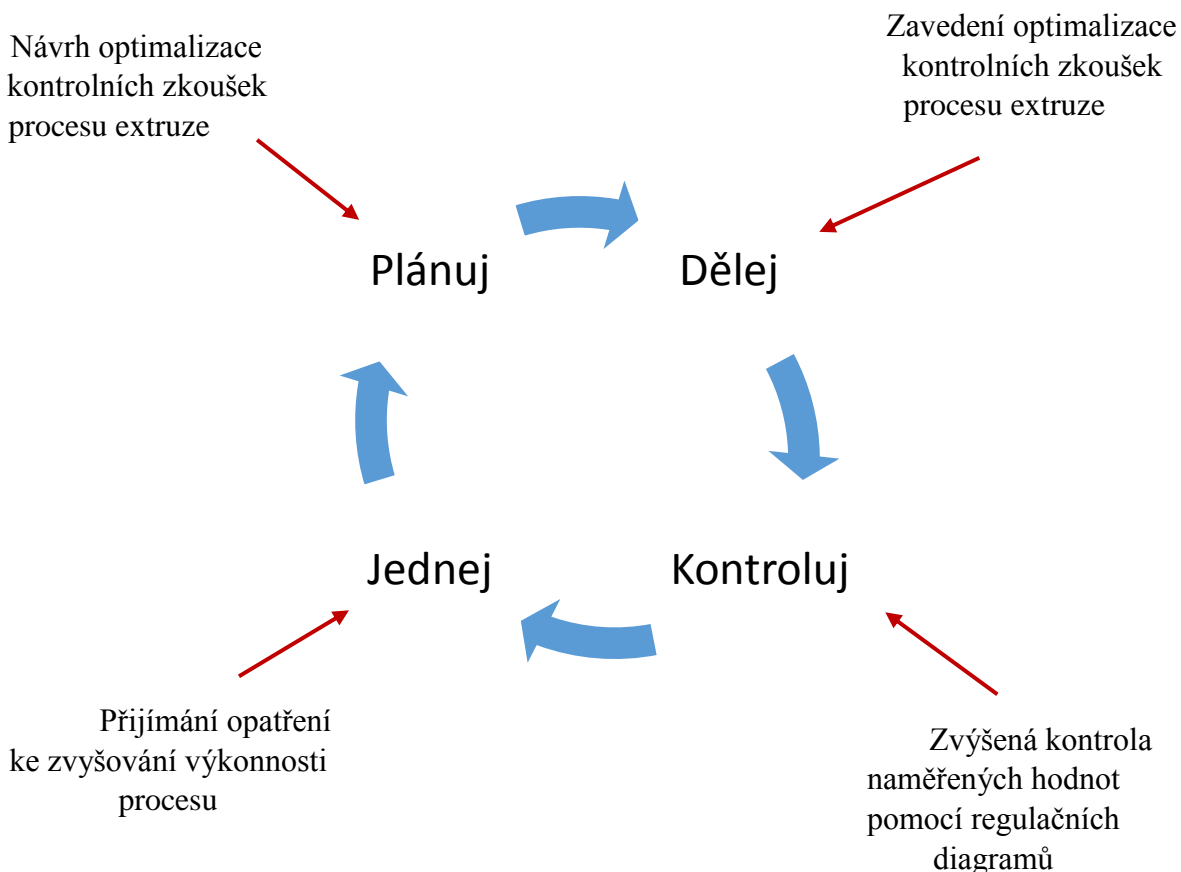
## 3. Rizika spojená s optimalizací:

- snížení kvality výrobku => zvýšení počtu reklamací => nespokojenost zákazníka

## 4. Opatření vůči projevení rizika:

- kontrola vytvořeného návrhu plánu kontrolních zkoušek s již proběhnutými reklamacemi a vytvoření FMEA analýzy produktu

Po vytvoření návrhu optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze, jeho kontrole a následně i po vyčíslení celkových úspor se organizace rozhodne, zda je vhodné ji ve své výrobě zavést. V případě zavedení optimalizace by se přistoupilo ke zvýšené kontrole naměřených hodnot během kontrolních zkoušek při průběhu výroby za pomoci regulačních diagramů. Naměřené hodnoty se musí pohybovat mezi regulačními mezemi, bude-li tomu jinak, bude muset být nalezena příčina vzniku odchylek a následně odstraněna.



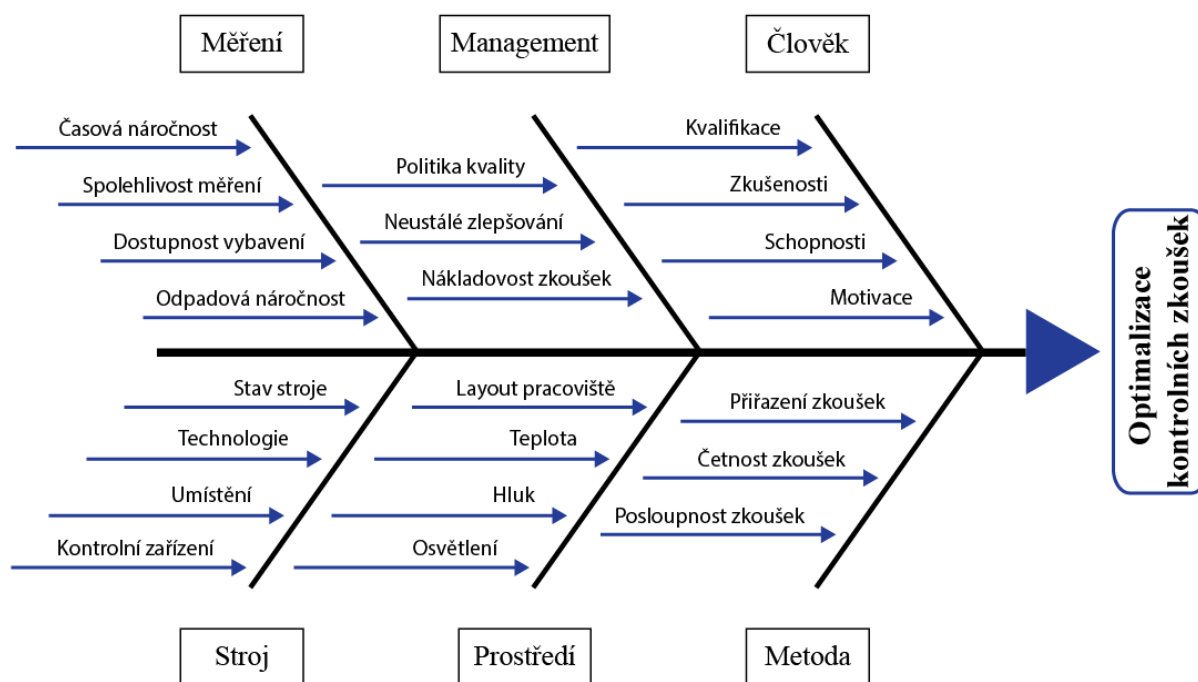
Obr. 32) Jednotlivé části cyklu PDCA [18]

### 6.1.1 Ishikawův diagram - Optimalizace kontrolních zkoušek

Pro snadnější identifikaci problému jsem sestrojila Ishikawův diagram. Znázorněný diagram zobrazuje příčiny, které vedly organizaci k vytvoření projektu pro optimalizaci kontrolních zkoušek procesu extruze.

Hlavní příčinou vzniku projektu je časová náročnost provedení kontrolních zkoušek během procesu výroby podle aktuálního seznamu. S časovou náročností je úzce spojena i vysoká četnost zkoušek. Zkoušky prováděné v průběhu výroby mají interval opakování 30 minut, 1 hodinu, 2 hodiny, 4 hodiny ale i 12 a 24 hodin. Za jednu směnu se tedy může jedna zkouška zopakovat 3krát až 24krát. Největší problém vzniká především u zkoušek s 30 minutovým intervalem. Operátor extrudéru má při své směně obsluhovat dva až tři výrobní stroje. Má-li provádět každých 30 minut měření například na 5 výrobcích, tak je zcela zřejmé, že nemůže vykonávat svoji práci dle požadavků zaměstnavatele. V tomto případě pak nemusí dojít k provedení zkoušky ze strany operátora z důvodu časové vytiženosti, fyzické vyčerpanosti nebo vlastní neochoty.

Ke zvýšení náročnosti provádění kontrolních zkoušek napomáhají i velké vzdálenosti mezi kontrolními stanovišti. Všechny výrobní linky jsou vybaveny základními měřicími zařízeními potřebnými k vykonávání kontrolních zkoušek v průběhu výroby (měřicí kolejnice - metr, digitální posuvné měřidlo, digitální úchylkoměr, váha, zkušební trny). Ovšem samotná linka je větších rozměrů a kontrolní stanoviště se nachází pouze na jejím konci. Navíc jsou některé díly vybaveny kontrolními zkouškami, které se musí vykonávat na měřicích zařízeních mimo toto stanoviště (měřicí kolejnice delší než jeden metr, profilprojektor, detektor úniku tlaku, zařízení na zkoušku tahem, zařízení na zkoušku hořlavosti). Tato stanoviště jsou rozmístěna po celé výrobní hale.



Obr. 33) Ishikawův diagram - optimalizace kontrolních zkoušek [18]

Dalšími faktory ovlivňující vhodnost kontrolních zkoušek jsou i používané měřicí přístroje. Při použití nevhodného měřidla může docházet k nepřesnému měření a následnému špatnému vyhodnocení. Vhodným příkladem je měření přesahu u trubek se zámečkem. Operátoři jej raději měří za pomoci digitálního posuvného měřidla, ačkoliv výsledné hodnoty nejsou tak přesné, jako při použití profilprojektoru. Profilprojektorem nejsou vybaveny všechny výrobní linky a tak někteří operátoři musí odejít ze svého pracoviště i přes půlku výrobní haly. Dále je třeba umět s přístrojem zacházet a správně odečítat hodnoty. Použití není až tak intuitivní jako u digitálního posuvného měřidla.

Neméně důležitým bodem optimalizace je i správná posloupnost kontrolních zkoušek. Nevhodná posloupnost prováděných kontrolních zkoušek vede opět k nárůstu časového vytížení, ale i k nárůstu poškozených výrobků. K provedení některých zkoušek je potřeba trubku naříznout nebo celou rozříznout, případně přímo zdeformovat (například při tahové zkoušce). Deformovaná trubka je potom vadným výrobkem a musí se zlikvidovat, což vede i ke zvýšené odpadové náročnosti. Při provedení například šesti deformačních kontrolních zkoušek na nových trubkách bude muset operátor zlikvidovat o pět trubek více, než kdyby se všechny zkoušky provedly díky správnému pořadí na jediné trubce.

Nevhodná kontrolní zkouška může být i zkouška na parametr, pro jehož kontrolu byla výrobní linka vybavena kontrolním zařízením. Typickým používaným strojem je stroj zvaný „Corona“. Tento stroj kontroluje celistvost trubky pomocí elektrického výboje. Dokáže tak odhalit jakékoliv porušení trubky. Při použití těchto přístrojů je nadbytečné provádět kontrolní zkoušky na těsnost trubky při průběhu výroby.

Seznam kontrolních zkoušek je dílu často přiřazen pouze na základě jeho podobnosti s jiným již vyráběným dílem. Výrobky se podle určitých parametrů dělí do tzv. rodin. Tyto rodiny obsahují díly, které mají mít stejnou funkci a většinou je rozdílná pouze jejich délka nebo jsou od jejich rozměrů jenom minimální odchylky. Často tedy dochází k provádění nevhodných kontrolních zkoušek pro daný výrobek. Toto přiřazení seznamu kontrolních zkoušek často provádí zaměstnanec, nedostatečně seznámený se samotným procesem extruze, povahou dílu a prováděním kontrolních zkoušek během výroby.

Základní skupiny vyráběných dílů tzv. rodiny:

- SWL/SRA - vedení ostřikovačů, světlometů
- LOCKFLEX - ochrana kabeláže
- FFPYL/MONOFLEX - ochrana kabeláže
- BATTERIENLÜFTUNG - odvětrávání baterií
- Miele – vysavačové hadice a hadice do myček
- BSH – pračkové hadice
- polotovary pro pece a jiné

Díky naplánování kontrolních zkoušek dílu přesně na míru, může organizace zlepšit výkonnost a efektivnost prováděných kontrolních zkoušek a snížit jejich nákladovost. Operátor by měl mít podle předpokladů více času na provedení své práce, případně by mohl obsluhovat další stroj nebo vypomáhat svým kolegům. Při vhodném seřazení zkoušek by se měla snížit i fyzická námaha, jelikož se sníží celková nachozená dráha během provádění kontrolních zkoušek. Výsledkem tohoto zlepšování by tedy měly být jak finanční úspory, tak i spokojenější zaměstnanec.



## 6.2 Plánované řešení zadané problematiky

Řešení optimalizace kontrolních zkoušek je plánované za využití různých nástrojů managementu kvality.

Kritéria při rozhodování o redukci měřených parametrů či jejich četnosti:

- stabilita procesu
- korelace mezi parametry
- analýza systému měření MSA
- špagetový diagram
- regulační diagramy
- signifikanty
- reklamace
- operátoři
- FMEA analýza

## 6.3 Zdůvodnění zvoleného řešení zadané problematiky

Navržená kritéria v předchozí kapitole: 6.2 Plánovaná řešení zadané problematiky, byla k optimalizaci přiřazena především z důvodu co nejnižších nákladů na samotnou optimalizaci kontrolních zkoušek. Veškerá navržená kritéria jsou ve společnosti již zaběhlou činností a jsou tedy i nejvhodnějšími adepty k řešení problému. K jednotlivým nástrojům jsem přiřadila v obrázku číslo 34 otázky, na které díky jejich využití dokážeme získat odpověď.

Stabilita procesu, korelace mezi parametry a regulační diagramy jsou plně automatizované, od zavedení provádění kontrolních zkoušek podle kontrolního seznamu v počítači. Společnost je schopna získat tato data za pomoci interního softwaru pro každý vyráběný díl.

V rámci neustálého zlepšování se společnost zabývá i problematikou spolehlivosti používaných měřicích systémů za pomoci zmiňované MSA (analýza systémů měření) analýzy. K návrhu optimalizace by měly být tedy dostupné i výsledky z používání tohoto nástroje.

Signifikantní parametry lze snadno odečíst z přiloženého výkresu, případně je na ně předem upozorněno v kontrolním seznamu prováděných zkoušek.

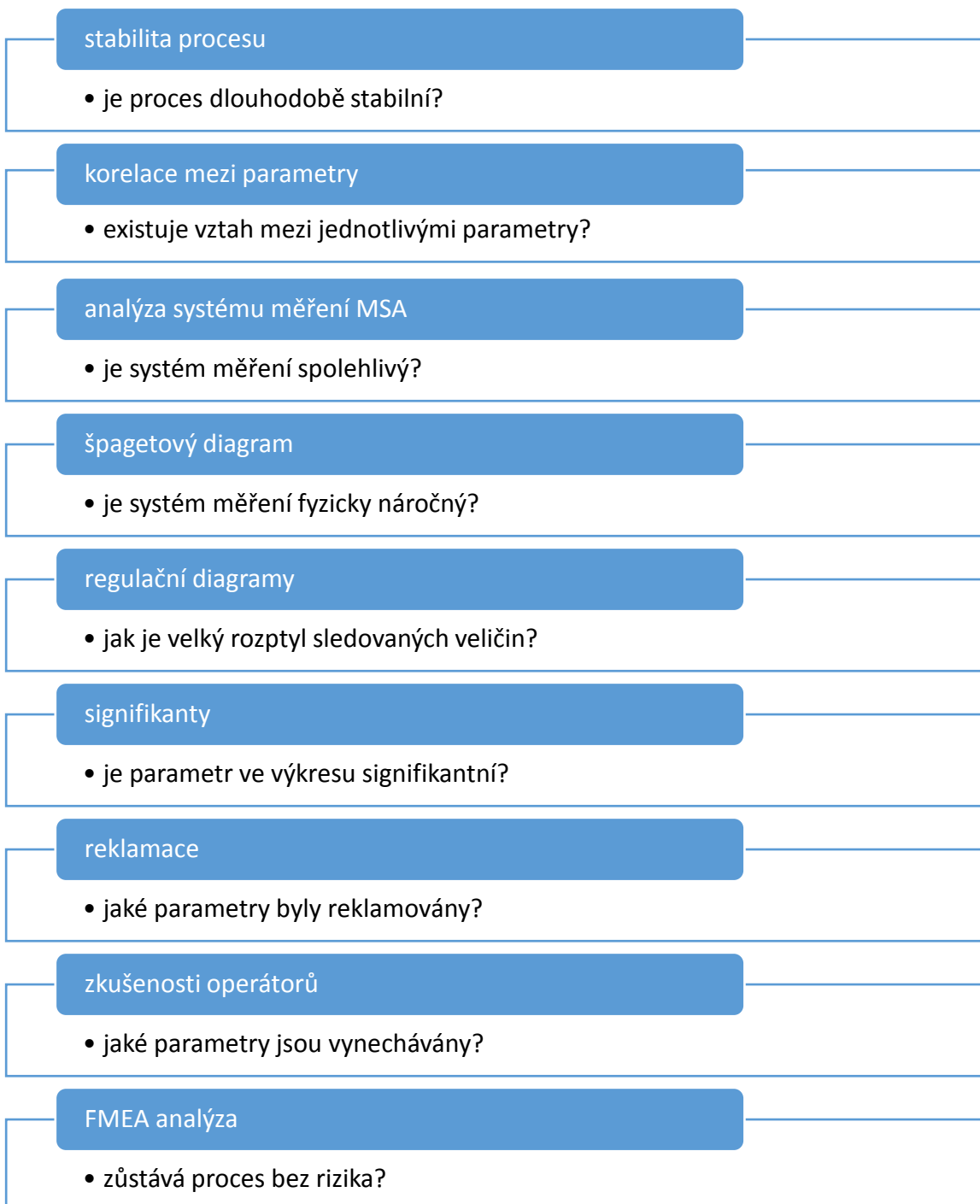
Pomocí již proběhlých reklamací se zkontroluje vhodnost nového návrhu kontrolních zkoušek. Opět jde pouze o získání již uložených dat, jelikož musí být všechny proběhlé reklamace řádně evidovány. Stejně tak je tomu i v případě FMEA analýzy. FMEA analýza je opět vytvářena pro každý díl.

Jediným pracnějším nástrojem zde bude vytvoření špagetového diagramu, provést pozorování operátorů v praxi a diskusi ohledně jejich zkušeností. Špagetový diagram by měl znázorňovat celou cestu operátora při provádění kontrolních zkoušek. Některá měřicí stanoviště jsou od výrobní linky procesu extruze kvůli jejich rozměrům a jedinečnosti rozmístěna po celé výrobní hale, a to může zvyšovat fyzickou náročnost a časové vytížení pro operátora. Operátor je k tomuto problému nejbližší, a proto jsou při řešení problému jeho zkušenosti nepostradatelným klíčem. I když jsou následná tvrzení potřeba ověřit v praxi.

Jak jsem psala výše, veškeré důležité informace je třeba získat ze systému a následně vhodně zpracovat. Toto zpracování bude mojí prací. Investice společnosti bude pouze do

zaměstnanců, kteří budou muset věnovat čas ze své pracovní doby, aby mi poskytli potřebné informace.

Nejedná se o žádné zavádění nových postupů a nástrojů, takže organizace může v tomto případě optimalizaci kontrolních zkoušek jenom získat.



Obr. 34) Kritéria při rozhodování o redukci měřených parametrů či jejich četnosti [18]

## 7 NÁVRH NOVÉ METODIKY OPTIMALIZACE KONTROLNÍCH ZKOUŠEK

Optimalizace kontrolních zkoušek je zavedena jako velký dlouhodobý skupinový projekt, do kterého je dosazeno více zaměstnanců s různými postaveními ve firmě. Skupina se skládá z ředitele výrobního úseku extruze, mistrů, technologů a operátorů výrobního úseku extruze. Při řešení problému jsem se ke skupině připojila a pokusila se pomoci s následným řešením problému.

Oproti plánovanému použití různých nástrojů managementu kvality podle kapitoly 6.2, jsem u diplomové práce musela od tohoto postupu upustit, jelikož se některá data evidují jako firemní know-how a nemohla jsem je z tohoto důvodu zveřejnit. Jako náhradní řešení diplomové práce vhodné k publikování jsem pro řešení problému optimalizace sestavila několik kroků, které mohu provést s daty, která mi jsou poskytnuta a mohou být zveřejněna.

Řešení optimalizace kontrolních zkoušek bylo prováděno v krocích:

- seznámení s procesem
- pozorování provádění kontrolních zkoušek
- diskuse vhodnosti kontrolních zkoušek
- nový návrh plánu kontrolních zkoušek
- kontrola pomocí regulačních diagramů
- kontrola návrhu podle předchozích reklamací
- FMEA analýza nového návrhu
- měření času potřebného k provedení kontrolní zkoušky
- vyčíslení časových úspor

Prvním a nejdůležitějším krokem bylo seznámení se s procesem extruze a následně samotnou výrobou jednotlivých dílů, jelikož pouze vhodně obeznámený člověk může pochopit důležité návaznosti a vhodnost použití různých kontrolních zkoušek pro určité výrobní díly.

Druhým krokem bylo pozorování operátorů při provádění jednotlivých úkonů, ať už šlo o nastavování strojů, obsluha stroje, manipulace s díly, balení, likvidace neshodných výrobků a provádění kontrolních zkoušek. Při tomto pozorování jsem se zaměřila primárně na způsob provedení kontrolních zkoušek a případně i provádění kontroly výrobků mimo stanovený čas kontroly. Například funkčnost tiskárny, která obstarává potisk trubky, se dá zkontrolovat pohledem při běžné manipulaci s trubkou. Tímto včasným odhalením se dá předejít problému tvorby velkého množství neshodných výrobků a tím i vzniku ztrát.

Třetím krokem byla diskuse ohledně vhodnosti použití jednotlivých zkoušek pro vybraný díl. V diskusi byla zapojena všechna postavení ve skupině. Prošel se celý plán kontrolních zkoušek po jednotlivých zkouškách a ke každé byly sděleny důvody k jejímu zanechání či případnému odstranění. U některých mohlo dojít pouze k úpravě četnosti jejich provádění nebo jenom změny pořadí. Během diskuse byl zohledněn i fakt, zda jsou kontrolní zkoušky doopravdy vykonávány nebo pouze operátory odkliknuty v počítačovém programu za hotové.

Čtvrtým krokem bylo vyhotovení nového návrhu plánu kontrolních zkoušek během procesu výroby. Všechny zkoušky se sestaví do nové přehledné tabulky a překontroluje se její správnost oproti předešlému plánu. Tento návrh je základem k provedení dalších kroků.

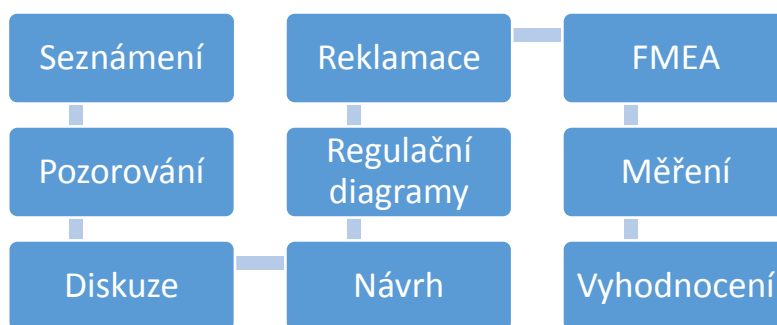
Pátým krokem byla kontrola nového návrhu s vyhotovenými regulačními diagramy. Regulační diagramy jsou prováděny automaticky za pomoci interního softwaru. Tento software využívá k vyhotovení nasbíraná data s provedených kontrolních zkoušek, během kterých operátoři zadávají naměřené hodnoty. Software má tak velké množství dat pro vyhotovení regulačních diagramů pro všechny zkoušené parametry. Bude-li se pohybovat nějaký parametr v okrajových hodnotách, nebude v návrhu jeho snížení schváleno.

Šestým krokem byla kontrola nového návrhu s uplynulými reklamacemi na vybraný výrobní díl. Nebylo by vhodné odstraňovat zkoušku na rozměr, který mohl být dříve považován za chybný a být tak reklamován. Při odstranění zkoušky u reklamovaného rozměru by se reklama mohla znovu objevit nebo případně vyskytovat ve vyšších počtech, což je při optimalizaci nevhodné. Stejně jako u všech jiných společností je i pro tuto společnost spokojenost zákazníka důležitým faktorem.

Sedmým krokem je vyhotovení FMEA analýzy nového návrhu kontrolních zkoušek. FMEA analýza je zde kontrolním bodem před zavedením nového návrhu do výroby. Při snížení četnosti provádění jednotlivých kontrolních zkoušek nebo při jejich úplné eliminaci se nám snižuje pravděpodobnost odhalení vady a tím se zvyšuje hodnotící číslo detekce vady a následně i konečné rizikové číslo výrobku. Při překročení velikosti RPN čísla = 100 bychom následně úpravu jednotlivé zkoušky nemohli zavést.

Osmým krokem bylo měření doby trvání provádění jednotlivých zkoušek. U zvolených výrobních dílů se měřil čas provádění všech kontrolních zkoušek během procesu výroby. Časy jednotlivých zkoušek byly měřeny třikrát, a to při provádění kontrolních zkoušek operátorem, následně technologem výroby, a nakonec i směnovým mistrem. Z těchto naměřených hodnot jsem vypočítala průměrný čas potřebný k provedení jednotlivé zkoušky, který se při eliminaci zkoušky mohl považovat za ušetřený čas.

Devátým a zároveň posledním krokem je vyčíslení časových a finančních úspor. Jelikož při zlepšování procesů jde hlavně o zvyšování zisku, a tím například právě snižování plýtvání. Což určitě provádění nevhodných kontrolních zkoušek je. Vyčíslení úspor optimalizace je velice důležitým krokem, protože až na jejím konci se pozná její úspěšnost. K vyčíslení časových úspor jsem použila jednoduchých výpočtů s naměřenými dobami trvání kontrolních zkoušek. K vyčíslení finančních úspor se pak počítalo s výslednými časovými úsporami, výrobním plánem dílu a firemními náklady na zaměstnance a vyráběný kusový díl.



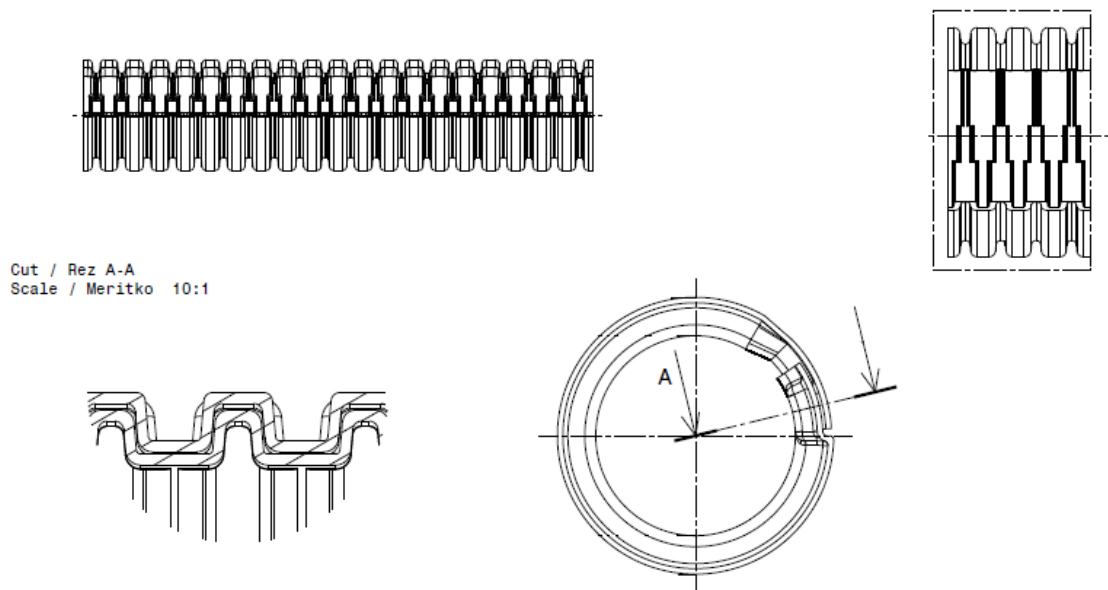
Obr. 35) Proces nové metodiky optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze [18]

## 7.1 Optimalizace kontrolních zkoušek dílu 461601088-03

Vyobrazení optimalizace kontrolních zkoušek dílu 461601088-03 podle již zmiňovaných kroků v hlavní kapitole č. 7.

### 7.1.1 Popis dílu

Výrobek s označením 461601088-03 je korugovaná trubka bez hladkých částí s podélným proříznutím a tzv. zámečky. Vytvořené proříznutí umožňuje uložení kabeláže dovnitř trubky a posléze se díky zámečkům trubka může uzavřít a vytvořit tak ochranu. Trubka je zařazena do rodiny s označením Lock-Flex, které jsou vyráběné pro automobilový průmysl, jako ochrana kabeláže.



Obr. 36) Nákres dílu 461601088-03 [25]

### 7.1.2 Kontrolní zkoušky

V tabulce s číslem 2 je vyobrazený původní plán kontrolních zkoušek během procesu výroby. Po seznámení se s výrobou a pozorování práce operátorů jsem se mohla zúčastnit diskuse ohledně vhodnosti jednotlivých kontrolních zkoušek pro daný výrobek.

Tab 2) Původní plán kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 461601088-03

Zkoušky při průběhu výroby				
Číslo	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Signifikant	Deformační zkouška
1	1/2	kvality		
2	1/2	hmotnost		
3	3/2	výrobní délka		
4	1/2	centricita		ano
5	1/8	minimální tloušťka stěny	ano	ano
6	3/2	přesah těsně po výrobě		ano
7	1/2	procesní parametry		

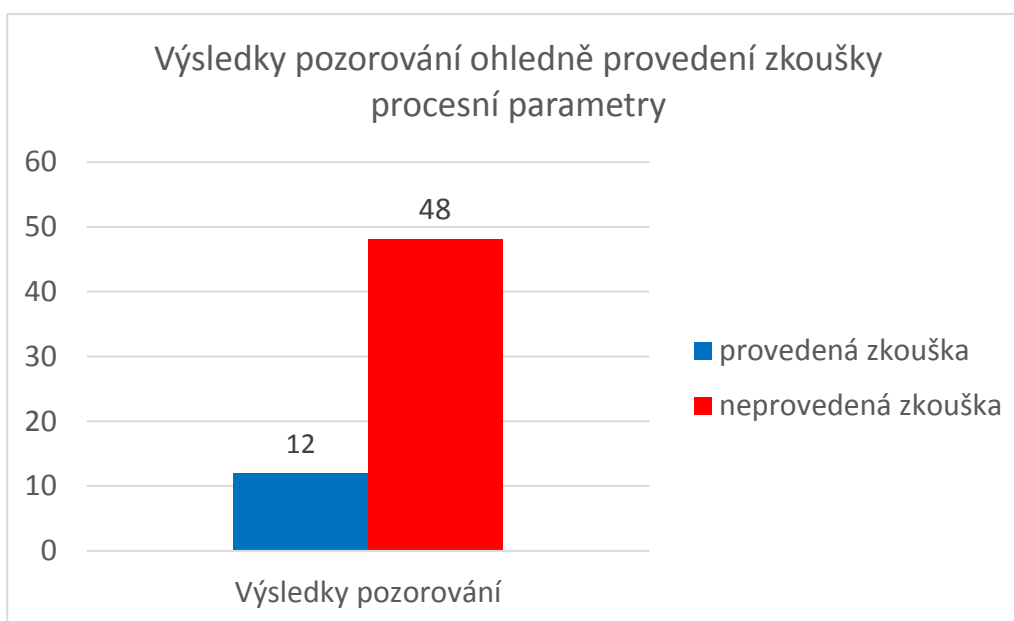
Během pozorování jsem zjistila, že většina operátorů zcela ignoruje zkoušku zvanou parametry procesu. Jedná se o kontrolu nastavených hodnot na extrudéru. Od několika zdrojů se mi dostalo informace, že extrudéry jsou stabilní a doopravdy velmi zřídka dochází k vychýlení od zadaných hodnot. Došlo se k závěru, že zkouška může být ze zkoušek prováděných při průběhu výroby vynechána a interval opakování bude nově opraven pro kontrolu procesních parametrů na začátku směny, což by nemělo mít vliv na kvalitu výrobků.

Tab 3) Kontrolní tabulka z pozorování ohledně provedení zkoušky procesní parametry

	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
stroj 1	bez pozorování	bez pozorování	a, a, a, a, n	a, a, a, a, n	a, a, a, a, n	bez pozorování	bez pozorování
stroj 2	bez pozorování	bez pozorování	a, n, n, n, n	a, n, n, n, n	a, n, n, n, n	bez pozorování	bez pozorování
stroj 3	bez pozorování	bez pozorování	n, n, n, n, n	n, n, n, n, n	n, n, n, n, n	bez pozorování	bez pozorování
stroj 4	bez pozorování	bez pozorování	n, n, n, a, n	n, n, n, a, n	n, n, n, a, n	bez pozorování	bez pozorování

a - zkouška byla provedena

n - zkouška nebyla provedena



Obr. 37) Výsledky pozorování ohledně provedení zkoušky procesní parametry [18]

U většiny ponechaných zkoušek se potom uvažovalo nad počtem měřených dílů a frekvencí prováděných zkoušek. Převážně šlo o sjednocení počtu kusů a doby mezi měřeními. Po úpravě by se tedy měly zkoušky provádět na jednom kusu. Frekvence prováděných zkoušek se sjednotila na dvou nebo čtyřhodinový interval. S tímto zjednodušením může operátor čekat zkoušku v každou sudou hodinu.

Nakonec jsem zkoušky seřadila tak, aby jejich provedení bylo co nejlogičtější a nejméně namáhavé pro operátora. Zkoušky, které nám mohou oznámit závažnou chybu, jsem zařadila

na začátek kontroly. Nebudou-li parametry jako je délka a hmotnost dílu sedět, je velice pravděpodobný výskyt i jiných odchylek. V tomto případě dojde k jejich odhalení velice brzy. V rámci omezení plýtvání materiálu jsou destruktivní zkoušky umístěny na konec plánu zkoušek. I tyto zkoušky jsou následně seřazeny tak, aby byla jednodušší manipulace. U první deformační zkoušky se uřízne hrdlo, změří se jeho centricita a následně i minimální tloušťka stěny. Pro zkoušku zvanou přesah po výrobě je potřeba uříznout trubku s jednou až dvěma roztečemi vlnky, na kterých se dále měří přesah zámečku trubky.

### 7.1.3 Návrh nového plánu kontrolních zkoušek

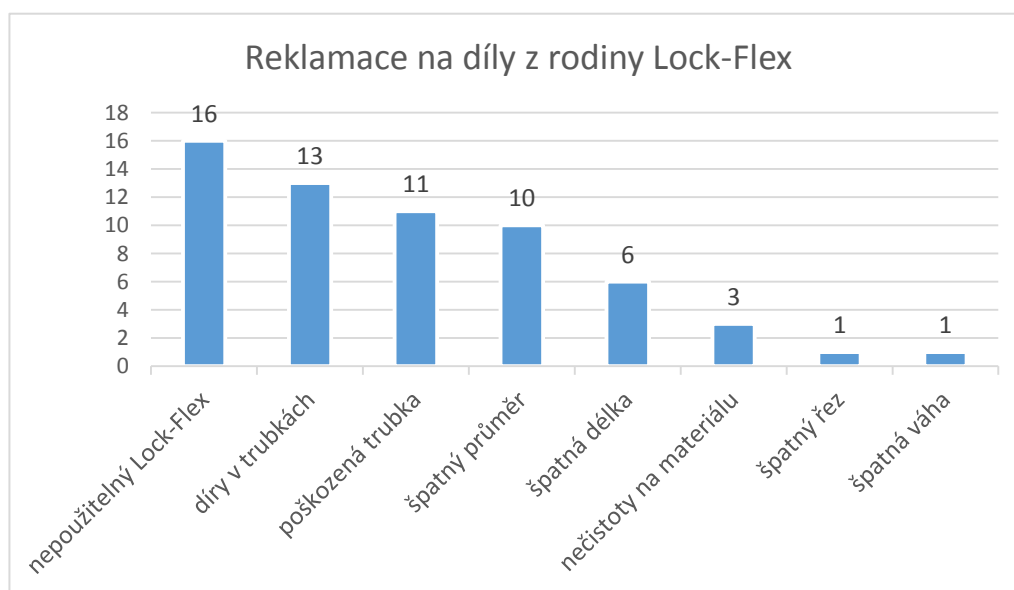
Výstupem z diskuse ohledně vhodnosti kontrolních zkoušek je návrh nového plánu kontrolních zkoušek při průběhu výroby.

Tab 4) Návrh nového plánu kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 461601088-03

Zkoušky při průběhu výroby				
Číslo	Frekvence [dílu/hod]	Znak	Signifikant	Deformační zkouška
1	1/2	výrobní délka		
2	1/2	hmotnost		
3	1/4	kvalita		
4	1/2	centricita		ano
5	1/8	minimální tloušťka stěny	ano	ano
6	1/2	přesah těsně po výrobě		ano

### 7.1.4 Reklamacce

Podle kroku číslo šest, se nový návrh kontrolních zkoušek musí porovnat s uplynulými reklamami na výrobek. Reklamacce jsou z interního softwaru stažené za stejné období, jako jsou výrobní data. Jedná se o počet reklamací na díly z rodiny Lock-Flex od května 2021 do března 2022. K jednotlivým počtům reklamacím jsou přiřazeny důvody jejich vzniku.



Obr. 38) Reklamacce na díly z rodiny Lock-Flex [18]

Z grafu s proběhlými reklamami na díly z rodiny Lock-Flex lze vyčíst, že nejčastějším problémem je nepoužitelný Lock-Flex, což znamená, že trubka nemůže plnit svoji požadovanou funkci. Buďto je trubka nesprávně rozříznutá, není rozříznutá, je zdeformovaný zámeček nebo nemá správný přesah. Všechny tyto problémy se dají zdárně odhalit buďto zkouškou zvanou kvalita nebo zkouškou zvanou přesah po výrobě.

Díry v trubkách v návrhu nového plánu ke kontrolním zkouškách nejsou nikterak ošetřeny, jelikož se jedná o výrobní linku vybavenou přístrojem k odhalení děr v dílech. Pravděpodobně muselo dojít k jejímu poškození až následnou manipulací nebo nevhodnému nastavení kontrolního zařízení.

Dalším čtým problémem je poškozená trubka. Povrchovým vadám a deformacím trubky předchází vizuální zkoušky zvané kvalita. Tato zkouška se dá použít i na zobrazený problém v grafu nečistoty na materiálu.

Jediný problém, který v tomto případě nemá přesně svoji zkoušku podle názvu, je špatný průměr. Ten je řešený spojením dvou zkoušek, a to hmotnost a centricita. Tyto dva parametry jsou na sobě závislé a jejich spojením má docházet i k dodržení velikosti průměru.

Zobrazení reklamací tedy vyloženě neodporuje vzniklému návrhu. K předcházení reklamacím je potřeba veškeré zkoušky vykonávat pečlivě v předepsaných postupech.

#### **7.1.5 FMEA analýza**

Před zavedením nového návrhu kontrolních zkoušek během průběhu výroby musí tento návrh projít poslední kontrolou pomocí FMEA analýzy.

Z hlediska zachování firemního „know-how“ a zlepšení přehlednosti FMEA analýz pro jednotlivé díly jsem vypracovala zjednodušenou verzi firemní FMEA analýzy.

První FMEA analýza zobrazuje původní stav výrobku. Druhá tabulka zobrazuje výsledný stav po optimalizaci. Optimalizace má vliv vždy pouze na hodnocení kritického parametru detekce.

Při přečíslování bodových hodnot u detekce nedošlo k překročení RPN čísla, které má stanovenou hodnotu 100. Optimalizace tedy může být zavedena.



Tab 5) FMEA analýza původního plánu kontrolních zkoušek dílu 461601088-03

FMEA											
Díl:	461601088-03			Zodpovědnost:			Číslo FMEA:	001			
Rodina:	Lock-Flex			Pavlíková Michaela			Zpracoval:	Pavlíková Michaela			
Proces:	Extruze			Datum:	2. 5. 2022		Datum:	2. 5. 2022			
Prvek	Funkce	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
Výroba vlnitých trubek	Extruze vlnité trubky	1	Nevyhovující vzhled	2	Drsný povrch	Poškozené tvarovací čelisti	Inspekce	2	Kvalita každé 2 hodiny	4	20
		2	Nevyhovující vzhled	2	Otisk trnu na vnitřní straně průměru	Příliš horký materiál	Protokol provozu stroje	2	Kvalita každé 2 hodiny	4	20
		3	Nevyhovující vzhled	2	Otisk těsnící zátky na vnitřní straně průměru	Příliš velký trn	Protokol provozu stroje	1	Kvalita každé 2 hodiny	4	8
		4	Nepoužitelný díl	7	Přívod vzduchu ucpaný roztaveným materiálem	Otřepy na vstřikovací desce	Vlastní výroba nástrojů s procesem uvolnění	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	84
		5	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v korytě	Příliš vysoký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Minimální tloušťka stěny každých 8 hodin	6	96
		6	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v hřebeni	Příliš nízký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Minimální tloušťka stěny každých 8 hodin	6	96

Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
7	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Liší se tloušťka obvodové stěny	Nesprávné centrování	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Centricita každé 2 hodiny	4	64
8	Tloušťka stěny a vnitřní průměr se liší	8	Rozměry a hmotnost se liší	Tlak materiálu kolísá	Protokol provozu stroje	2	Hmotnost každé 2 hodiny	4	64
Vlnité trubky se zámečkem	9	Nepoužitelný díl	Zámečky na opačné straně	Zámečkový nůž zasazený příliš hluboko	Vyškolení zaměstnanců	2	Kvalita každé 2 hodiny	4	56
	10	Nepoužitelný díl	Zdeformované zámečky	Tupý zámečkový nůž	Pravidelná údržba	2	Kvalita každé 2 hodiny	4	56
	11	Nepoužitelný díl	Nevhodný přesah zámečků	Nesprávné nastavení	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Přesah těsně po výrobě každé 2 hodiny	4	56
	12	Nepoužitelný díl	Trubka není rozříznutá (má být rozříznutá)	Linka nevybavena požadavky	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Kvalita každé 2 hodiny	4	56
Potisk	13	Neúplně potisknuto	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	14	Špatně potisknuto	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30

		Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
		15	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
		16	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Došla náplň	Pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	Oříznutí na požadovanou délku	17	Poruchy řezačky	1	Překročena délka dílu	Nenamontované kolečko pro měření délky	Vyškolení zaměstnanců	2	Používat vyškolené zaměstnance	5	10
		18	Nesprávné délky dílu	6	Příliš dlouhé	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každé 2 hodiny	4	48
		19	Nesprávné délky dílu	6	Příliš krátké díly	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každé 2 hodiny	4	48
		20	Řez není čistý	7	Roztřepeň trubka	Čepel nože je tupá nebo zubatá	Pravidelná údržba	2	Kvalita každé 2 hodiny	4	56
		21	Řez není čistý	7	Roztržená trubka	Čepel nože tupá	Pravidelná údržba	2	Kvalita každé 2 hodiny	4	56

Tab 6) FMEA analýza návrhu nového plánu kontrolních zkoušek dílu 461601088-03

FMEA											
Díl:	461601088-03			Zodpovědnost:			Číslo FMEA:	002			
Rodina:	Lock-Flex			Pavlíková Michaela			Zpracoval:	Pavlíková Michaela			
Proces:	Extruze			Datum:		2. 5. 2022	Datum:		2. 5. 2022		
Prvek	Funkce	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
Výroba vlnitých trubek	Extruze vlnité trubky	1	Nevyhovující vzhled	2	Drsný povrch	Poškozené tvarovací čelisti	Inspekce	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		2	Nevyhovující vzhled	2	Otisk trnu na vnitřní straně průměru	Příliš horký materiál	Protokol provozu stroje	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		3	Nevyhovující vzhled	2	Otisk těsnící zátky na vnitřní straně průměru	Příliš velký trn	Protokol provozu stroje	1	Kvalita každé 4 hodiny	5	10
		4	Nepoužitelný díl	7	Přívod vzduchu ucpaný roztaveným materiálem	Otřepy na vstřikovací desce	Vlastní výroba nástrojů s procesem uvolnění	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	84
		5	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v korytě	Příliš vysoký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Minimální tloušťka stěny každých 8 hodin	6	96
		6	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v hřebeni	Příliš nízký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Minimální tloušťka stěny každých 8 hodin	6	96

	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
	7	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Liší se tloušťka obvodové stěny	Nesprávné centrování	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Centricita každé 2 hodiny	4	64
	8	Tloušťka stěny a vnitřní průměr se liší	8	Rozměry a hmotnost se liší	Tlak materiálu kolísá	Protokol provozu stroje	2	Hmotnost každé 2 hodiny	4	64
Vlité trubky se zámečkem	9	Nepoužitelný díl	7	Zámečky na opačné straně	Zámečkový nůž zasazený příliš hluboko	Vyškolení zaměstnanců	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	70
	10	Nepoužitelný díl	7	Zdeformované zámečky	Tupý zámečkový nůž	Pravidelná údržba	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	70
	11	Nepoužitelný díl	7	Nevhodný přesah zámečků	Nesprávné nastavení	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Přesah těsně po výrobě každé 2 hodiny	5	70
	12	Nepoužitelný díl	7	Trubka není rozříznutá (má být rozříznutá)	Linka nevybavena požadavky	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	70
Potisk	13	Neúplně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	14	Špatně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30

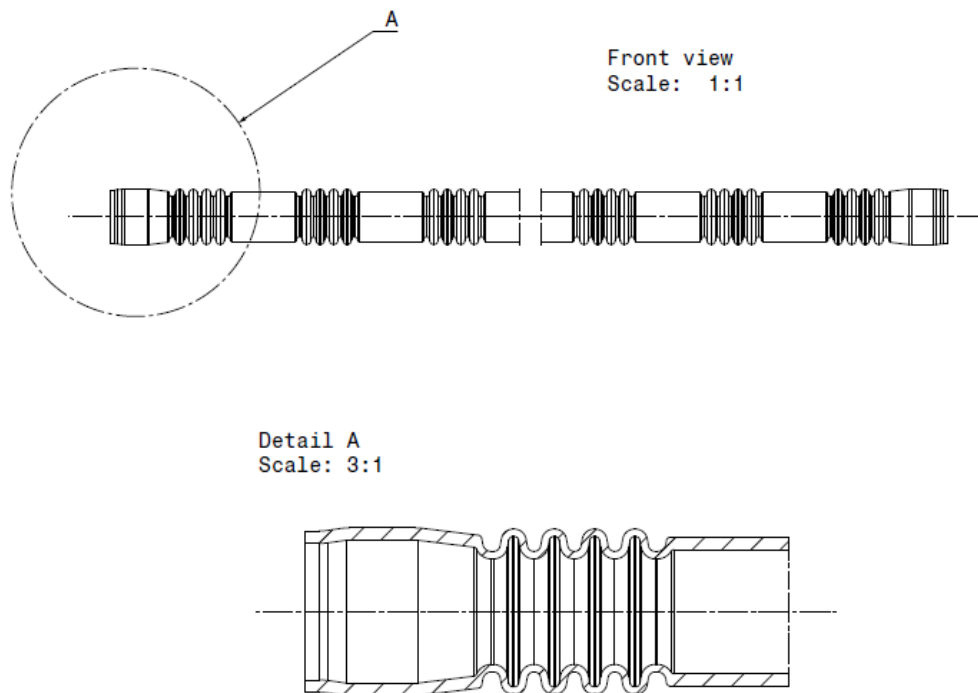
Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN	
15	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30	
16	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Došla náplň	Pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30	
Oříznutí na požadovanou délku	17	Poruchy rezačky	1	Překročena délka dílu	Nenamontované kolečko pro měření délky	Vyškolení zaměstnanců	2	Používat vyškolené zaměstnance	5	10
	18	Nesprávné délky dílu	6	Příliš dlouhé	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každé 2 hodiny	5	60
	19	Nesprávné délky dílu	6	Příliš krátké díly	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každé 2 hodiny	5	60
	20	Řez není čistý	7	Roztřepená trubka	Čepel nože je tupá nebo zubatá	Pravidelná údržba	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	70
	21	Řez není čistý	7	Roztržená trubka	Čepel nože tupá	Pravidelná údržba	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	70

## 7.2 Optimalizace kontrolních zkoušek dílu 36008952-03

Vyobrazení optimalizace kontrolních zkoušek dílu 36008952-03 podle již zmiňovaných kroků v hlavní kapitole č. 7.

### 7.2.1 Popis dílu

Výrobek s označením 36008952-03 má oproti předchozímu dílu zajímavější design. Celá trubka je složena ze střídajících se hladkých a korugovaných (vlnitých) částí a na obou koncích ukončená mírně vyboulenými hrdly. Trubka je zařazena do rodiny s označením SRA, které jsou vyráběné pro automobilový průmysl, jako vedení ke světlometům.



Obr. 39) Nákres dílu 36008952-03 [25]

### 7.2.2 Kontrolní zkoušky

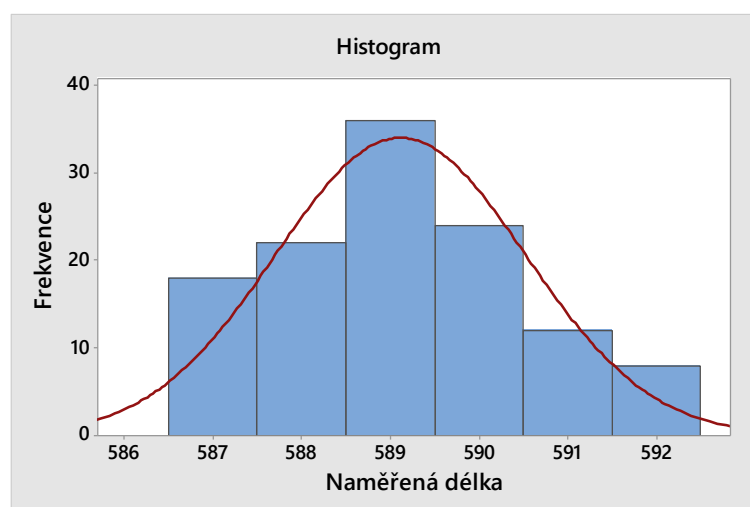
V tabulce s číslem 7 je vyobrazený původní plán kontrolních zkoušek během procesu výroby. Po seznámení se s výrobou a pozorování práce operátorů jsem se mohla zúčastnit diskuze ohledně vhodnosti jednotlivých kontrolních zkoušek pro daný výrobek.

Tab 7) Původní plán kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36008952-03

Zkoušky při průběhu výroby				
Číslo	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Signifikant	Deformační
1	1/1	kusová délka		
2	1/1	kusová délka po 2 hod		
3	3/2	kusová hmotnost		
4	1/2	zkouška těsnosti		ano
5	1/4	potisk		

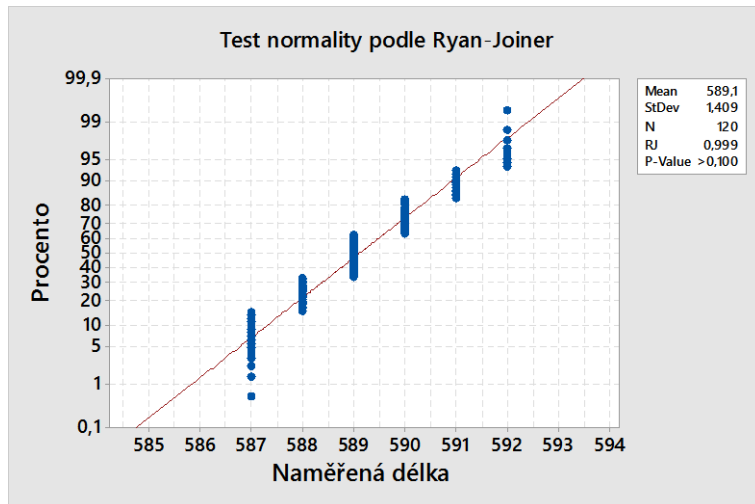
Číslo	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Signifikant	Deformační
6	1/4	ořez		
7	3/2	délka hrdla 1. strana		
8	3/2	délka hrdla 2. strana		
9	3/2	tloušťka stěny hrdla 1. strana MAX		ano
10	3/2	tloušťka stěny hrdla 1. strana MIN		ano
11	3/2	centricita 1. strana		ano
12	4/4	tloušťka stěny vlnité části		ano
13	5/0,5	vnitřní průměr hrdla - 1. strana	ano	
14	5/0,5	vnitřní průměr hrdla - 2. strana	ano	
15	1/1	vnitřní povrch hrdla a vlnité části		ano
16	1/8	zkouška tahem 15 min po výrobě		ano
17	1/24	zkouška tahem 24 hodin po výrobě		ano
18	1/2	parametry procesu		
19	1/4	kvalita		

Díky firemnímu „know how“ došlo ke zlepšení kvality výroby a u výrobků dochází k minimální změně rozměrů. Po několika letech praxe se přišlo na ideální nastavení extrudérů, kdy je u většiny výrobků zaručena minimální smrštivost. Jelikož se délka výrobku po dvou hodinách při konání těchto zkoušek neměnila, bylo rozhodnuto tuto zkoušku eliminovat. Pro potvrzení této teorie byl vyhotoven regulační diagram z naměřených dat z předešlých kontrolních zkoušek. Originální firemní regulační diagram bohužel nemohu zveřejnit, tak jsem provedla korekci dat, aby měli vhodnou vypověditelnou hodnotu jako výrobní data. Regulační diagram je sestaven pomocí softwaru Minitab. Sběr dat proběhl po dobu pěti dnů v každou celou hodinu, kdy měla podle plánu probíhat zkouška. Jako první jsem ze získaných dat sestrojila histogram, který ukazuje jen minimální odchylky od pravidelného zvonového tvaru. Vytvořený histogram vytváří teorii, že jde o data z normálního rozdělení. Tuto teorii následně potvrzuje i provedený test normality, jelikož je hodnota  $p > 0,05$ . Mohla jsem tak sestrojit příhodný regulační diagram Xbar-R, který je vhodnější pro menší množství dat.

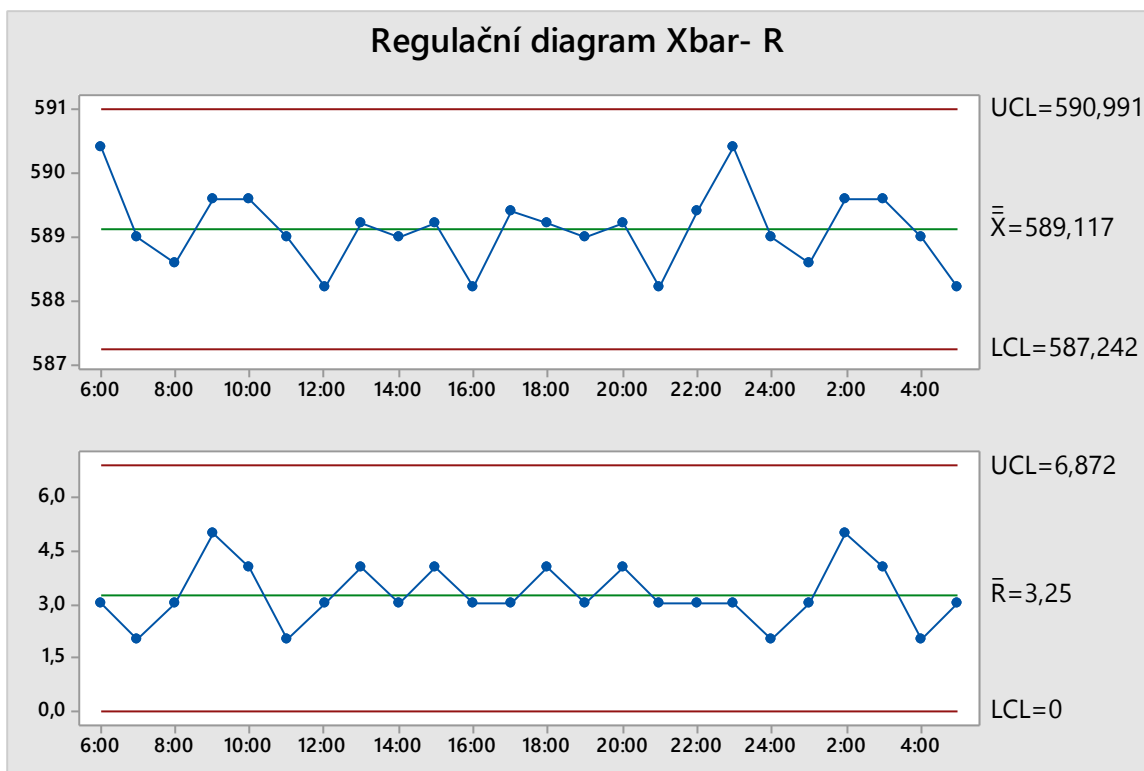


Obr. 40) Histogram dat ze zkoušky: kusová délka po 2 hod [18]





Obr. 41) Test normality dat ze zkoušky: kusová délka po 2 hod [18]



Obr. 42) Vzorový regulační diagram z dat ze zkoušky: kusová délka po 2 hod [18]

Další eliminovanou zkouškou byla zkouška těsnosti. Kontrolní zkouška těsnosti je spíše zkouška pro kontrolní zařízení, které je velice spolehlivé. Navíc jde o deformační zkoušku, protože při provádění této zkoušky se musí trubka na několika místech propíchnout, aby se zjistilo, zda zařízení problém objeví. Zkouška je nadále ponechána jako zkouška k provedení na začátku směny.

Stejně jako u předešlého dílu 461601088-03 došlo i zde k eliminaci zkoušky parametry procesu ze stejného důvodu.

Zkouška tloušťka stěny MAX byla také eliminována z důvodu stability výroby. Zanechala se pouze její varianta s měřením minimální hodnoty, která je pro daný výrobek důležitějším parametrem. Dále bylo navrženo sjednocení měření jedné a druhé strany dílu,

jelikož jsem během pozorování zjistila, že jsou tyto hodnoty operátory měřeny současně. Stejně se postupovalo i u zkoušky zvané centricita, kdy je měřena odchylka od kruhového tvaru. Zkoušky jedné a druhé strany jsou tedy i zde sjednoceny do jedné.

Dalšími eliminovanými zkouškami jsou zkouška tahem 15 min po výrobě a 24 hodin po výrobě. Zkoušky jsou eliminovány nejen kvůli vysoké stabilitě výroby a vlastností zvoleného materiálu, ale i kvůli vysoké náročnosti provedení. Provádění zkoušek se opět zanechalo pouze na začátku směny.

Stejně jako u předchozího dílu i zde hrála důležitou roli změna počtu kontrolovaných kusů a četnosti prováděných zkoušek. Po úpravě by se tedy měly zkoušky provádět na jednom kusu, kromě signifikantních zkoušek. U signifikantního rozměru je ke kontrole přidán další kus a provádí se zkouška na dvou dílech. A protože je velké množství zkoušek ovlivněno hmotností výrobku, bylo i zde ponecháno vyšší množství měřených kusů. Odchylka na váze může být způsobena nevhodnou tloušťkou stěny, kusovou délkou i nevhodným průměrem. Také frekvence prováděných zkoušek se sjednotila na dvou nebo čtyřhodinový interval, aby se kontrolní zkoušky daly lehce plánovat a to zase v každou sudou hodinu.

I následné seřazení zkoušek v návrhu nového plánu proběhlo podle stejných kritérií, jako u předešlého dílu. První informace o chybě jsou hned na začátku, postupně je vizuální kontrolou zkontrolován potisk, koncový ořez a celková kvalita trubky. U trubky, kterou má operátor stále v ruce, se přeměří délka hrdla na obou koncích a pokračuje se signifikantními rozměry. Deformační zkoušky jsou opět ve stejném pořadí umístěny na konci plánu.

### 7.2.3 Návrh nového plánu kontrolních zkoušek

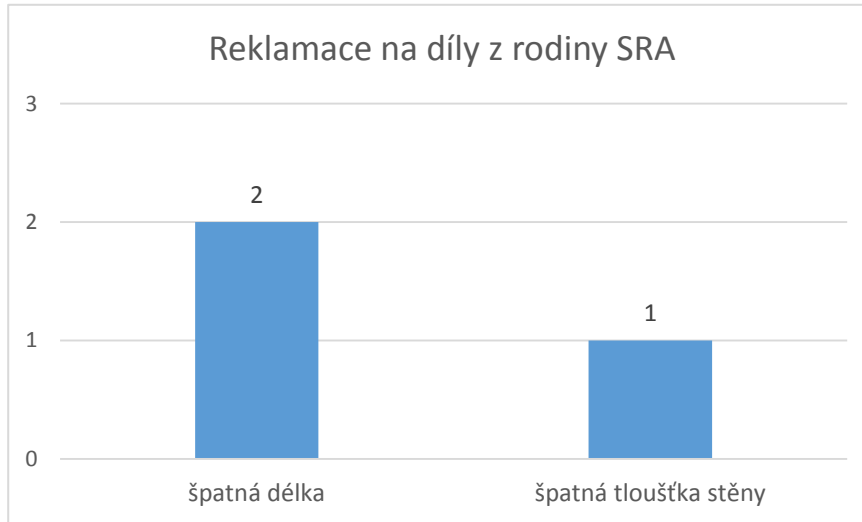
Výstupem z diskuse ohledně vhodnosti kontrolních zkoušek je návrh nového plánu kontrolních zkoušek při průběhu výroby.

Tab 8) Návrh nového plánu kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36008952-03

Zkoušky při průběhu výroby				
Číslo	Frekvence [dílu/hod]	Znak	Signifikant	Deformační
1	1/2	kusová délka		
2	2/2	kusová hmotnost		
3	1/4	potisk		
4	1/4	ořez		
5	1/4	kvalita		
6	1/2	délka hrdla 1. strana		
7	1/2	délka hrdla 2. strana		
8	2/2	vnitřní průměr hrdla - 1. strana	ano	
9	2/2	vnitřní průměr hrdla - 2. strana	ano	
10	1/2	centricita		ano
11	1/2	tloušťka stěny hrdla MIN		ano
12	1/4	tloušťka stěny vlnité části		ano
13	1/4	vnitřní povrch hrdla a vlnité části		ano

#### 7.2.4 Reklamacce

Podle kroku číslo šest, se nový návrh kontrolních zkoušek musí porovnat s uplynulými reklamacemi na výrobek. Reklamacce jsou z interního softwaru stažené za stejné období, z kterého pochází výrobní data. Jedná se o počet reklamací na díly z rodiny SRA od května 2021 do března 2022. K jednotlivým počtům reklamací jsou přiřazeny důvody jejich vzniku.



Obr. 43) Reklamacce na díly z rodiny SRA [18]

Oproti předešlému grafu s reklamacemi na díly z rodiny Lock-Flex je zde počet reklamací výrazně nižší, ačkoliv se jedná o data ze stejného období. Tato skutečnost je způsobena výrazně vyšším počtem vyráběných dílů právě z rodiny Lock-Flex.

Všechny zmíněné problémy, kvůli kterým došlo k reklamacím, jsou v novém návrhu kontrolních zkoušek ošetřeny stejně jako v původním plánu. Zkouška pro měření kusové délky i tloušťky stěny je zanechána. K proniknutí vadných výrobků k zákazníkovi tak mohlo dojít díky chybě při měření, selhání lidského činitele nebo poruše měřicího kontrolního zařízení.

#### 7.2.5 FMEA analýza

Stejně jako u předchozího dílu musí i zde před zavedením nového návrhu kontrolních zkoušek během průběhu výroby dojít ke kontrole pomocí FMEA analýzy. Z hlediska zachování firemního know-how a zlepšení přehlednosti FMEA analýz pro jednotlivé díly jsem vypracovala zjednodušenou verzi firemní FMEA analýzy.

První FMEA analýza zobrazuje původní stav výrobku. Druhá tabulka zobrazuje výsledný stav po optimalizaci. Optimalizace má vliv vždy pouze na hodnocení kritického parametru detekce.

Při přečíslování bodových hodnot u detekce nedošlo k překročení RPN čísla, které má stanovenou hodnotu 100. Optimalizace tedy může být zavedena.

Tab 9) FMEA analýza původního plánu kontrolních zkoušek dílu 36008952-03

FMEA											
Díl:	36008952-03			Zodpovědnost:			Číslo FMEA:	003			
Rodina:	SRA			Pavlíková Michaela			Zpracoval:	Pavlíková Michaela			
Proces:	Extruze			Datum:		4. 5. 2022	Datum:		4. 5. 2022		
Prvek	Funkce	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
Výroba vlnitých trubek	Extruze vlnité trubky	1	Nevyhovující vzhled	2	Drsný povrch	Poškozené tvarovací čelisti	Inspekce	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		2	Nevyhovující vzhled	2	Otisk trnu na vnitřní straně průměru	Příliš horký materiál	Protokol provozu stroje	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		3	Nevyhovující vzhled	2	Otisk těsnicí zátky na vnitřní straně průměru	Příliš velký trn	Protokol provozu stroje	1	Kvalita každé 4 hodiny	5	10
		4	Nepoužitelný díl	7	Přívod vzduchu ucpaný roztaveným materiálem	Otřepy na vstříkovací desce	Vlastní výroba nástrojů s procesem uvolnění	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	84
		5	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny hrdla	Nevhodný tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Tloušťka stěny hrdla MIN každé 2 hodiny	4	64
		6	Nedostatečná tloušťka stěny	5	Nedostatečná tloušťka stěny v korytě	Příliš vysoký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Tloušťka stěny vlnité části každé 4 hodiny	5	50

Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN	
7	Nedostatečná tloušťka stěny	5	Nedostatečná tloušťka stěny v hřebeni	Příliš nízký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Tloušťka stěny vlnité části každé 4 hodiny	5	50	
8	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Liší se tloušťka obvodové stěny	Nesprávné centrování	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Centricita každé 2 hodiny	4	64	
9	Tloušťka stěny a vnitřní průměr se liší	8	Rozměry a hmotnost se liší	Tlak materiálu kolísá	Protokol provozu stroje	2	Hmotnostkaždé 2 hodiny	4	64	
Potisk	10	Neúplně potisknuto	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30	
	11	Špatně potisknuto	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30	
	12	Nepotisknuto	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30	
	13	Nepotisknuto	Porucha tiskárny	Došla náplň	Pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30	
Oříznutí na požadovanou délku	14	Poruchy řezačky	1	Překročena délka dílu	Nenamontované kolečko pro měření délky	Vyškolení zaměstnanců	2	Používat vyškolené zaměstnance	5	10

Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
15	Nesprávné délky dílu	6	Příliš dlouhé	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každou hodinu	3	36
16	Nesprávné délky dílu	6	Příliš krátké díly	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každou hodinu	3	36
17	Řez není čistý	7	Roztřepená trubka	Čepel nože je tupá nebo zubatá	Pravidelná údržba	2	Ořez každé 4 hodiny	5	70
18	Řez není čistý	7	Roztržená trubka	Čepel nože tupá	Pravidelná údržba	2	Ořez každé 4 hodiny	5	70
Tahové zkoušky	19	Nevyhovující díl	Roztržená trubka brzy	Příliš velký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem	4	28
	20	Nevyhovující díl	Neroztržená trubka	Příliš nízký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem	4	28

Tab 10) FMEA analýza návrhu nového plánu kontrolních zkoušek dílu 36008917-03

FMEA											
Díl:	36008952-03			Zodpovědnost:			Číslo FMEA:	004			
Rodina:	SRA			Pavlíková Michaela			Zpracoval:	Pavlíková Michaela			
Proces:	Extruze			Datum:		4. 5. 2022	Datum:		4. 5. 2022		
Prvek	Funkce	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
Výroba vlnitých trubek	Extruze vlnité trubky	1	Nevyhovující vzhled	2	Drsný povrch	Poškozené tvarovací čelisti	Inspekce	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		2	Nevyhovující vzhled	2	Otisk trnu na vnitřní straně průměru	Příliš horký materiál	Protokol provozu stroje	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		3	Nevyhovující vzhled	2	Otisk těsnící zátky na vnitřní straně průměru	Příliš velký trn	Protokol provozu stroje	1	Kvalita každé 4 hodiny	5	10
		4	Nepoužitelný díl	7	Přívod vzduchu ucpaný roztaveným materiálem	Otřepy na vstřikovací desce	Vlastní výroba nástrojů s procesem uvolnění	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	84
		5	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny hrdla	Nevhodný tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Tloušťka stěny hrdla MIN každé 2 hodiny	5	80
		6	Nedostatečná tloušťka stěny	5	Nedostatečná tloušťka stěny v korytě	Příliš vysoký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Tloušťka stěny vlnité části každé 4 hodiny	6	60

	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
	7	Nedostatečná tloušťka stěny	5	Nedostatečná tloušťka stěny v hřebeni	Příliš nízký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Tloušťka stěny vlnité části každé 4 hodiny	6	60
	8	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Liší se tloušťka obvodové stěny	Nesprávné centrování	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Centricita každé 2 hodiny	5	80
	9	Tloušťka stěny a vnitřní průměr se liší	8	Rozměry a hmotnost se liší	Tlak materiálu kolísá	Protokol provozu stroje	2	Hmotnost každé 2 hodiny	5	80
Potisk	10	Neúplně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	11	Špatně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	12	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	13	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Došla náplň	Pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
Oříznutí na požadovanou délku	14	Poruchy řezačky	1	Překročena délka dílu	Nenamontované kolečko pro měření délky	Vyškolení zaměstnanců	2	Používat vyškolené zaměstnance	5	10



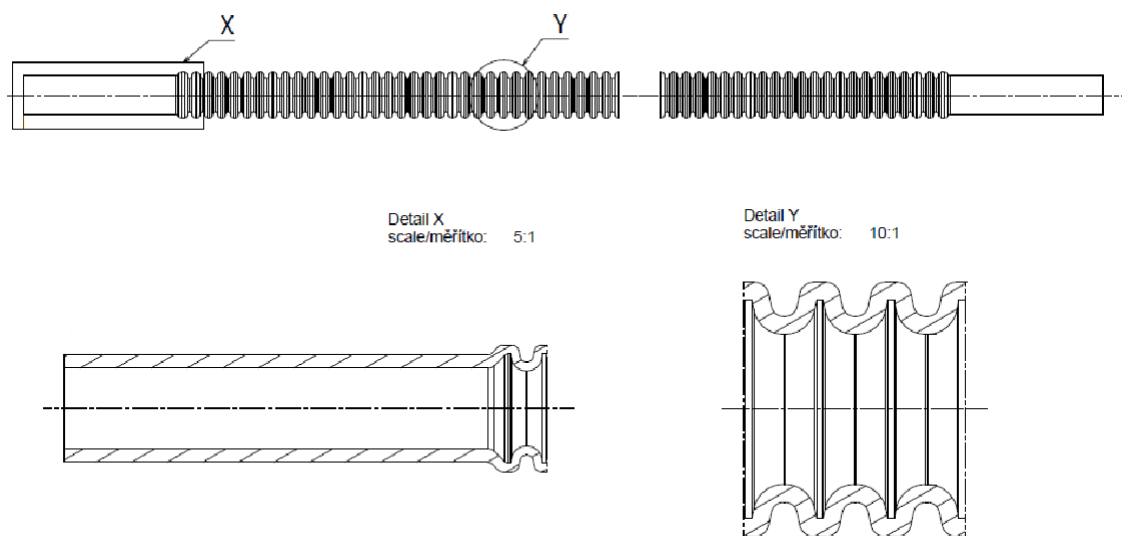
Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
15	Nesprávné délky dílu	6	Příliš dlouhé	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každé 2 hodiny	4	48
16	Nesprávné délky dílu	6	Příliš krátké díly	Zaměstnanec nesprávně nastavil stroj	Kontrola nastavení čtyřmi očima	2	Délka každé 2 hodiny	4	48
17	Řez není čistý	7	Roztřepená trubka	Čepel nože je tupá nebo zubatá	Pravidelná údržba	2	Ořez každé 4 hodiny	5	70
18	Řez není čistý	7	Roztržená trubka	Čepel nože tupá	Pravidelná údržba	2	Ořez každé 4 hodiny	5	70
Tahové zkoušky	19	Nevyhovující díl	Roztržená trubka brzy	Příliš velký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem (na začátku směny)	8	56
	20	Nevyhovující díl	Neroztržená trubka	Příliš nízký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem (na začátku směny)	8	56

### 7.3 Optimalizace kontrolních zkoušek dílu 36049791-03

Vyobrazení optimalizace kontrolních zkoušek dílu 36008917-03 podle již zmiňovaných kroků v hlavní kapitole č. 7.

#### 7.3.1 Popis dílu

Výrobek s označením 36049791-03 je klasická jednoduchá korugovaná (vlnitá) trubka ukončená na obou koncích hrdlem. Trubka je zařazena do rodiny s označením SWL, které jsou vyráběné pro automobilový průmysl, jako vedení do ostříkovačů. Oproti předchozím dílům je vyráběná v nekonečné délce.



Obr. 44) Nákres dílu 36049791-03 [25]

#### 7.3.2 Kontrolní zkoušky

V tabulce s číslem 11 je vyobrazený původní plán kontrolních zkoušek během procesu výroby. Po seznámení se s výrobou a pozorování práce operátorů jsem se mohla zúčastnit diskuse ohledně vhodnosti jednotlivých kontrolních zkoušek pro daný výrobek.

Tab 11) Původní plán kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36049791-03

Zkoušky při průběhu výroby				
Číslo	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Signifikant	Deformační zkouška
1	3/2	kusová hmotnost		
2	1/8	zkouška těsnosti		ano
3	3/2	délka hrdla 1. strana		
4	3/2	délka hrdla 2. strana		
5	1/1	potisk		
6	1/4	ořez		
7	3/2	vnitřní průměr hrdla 1. strana	ano	
8	3/2	vntřní průměr hrdla 2. strana	ano	
9	3/2	centricita		ano

Číslo	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Signifikant	Deformační zkouška
10	1/1	vnitřní povrch hrdla a vlnité části		ano
11	1/2	parametry procesu		
12	1/1	kvalita		
13	1/8	zkouška tahem		ano
14	1/24	zkouška tahem po 24 hodinách		ano

Stejně jako u předchozího dílu 36008952-03 byla i zde nejdříve eliminována zkouška těsnosti a obě zkoušky tahem.

Naopak oproti předchozím dílům zde nemusely být upravovány zkoušky tloušťky stěny a centricity. Zkouška tloušťky stěny se u tohoto dílu vůbec nevyskytuje a zkouška centricity je zde již upravená k použití pro obě strany trubky.

Opět stejně jako u předchozích dílů se měnily převážně počty kontrolovaných dílů a četnosti prováděných zkoušek. Počty kontrolovaných dílů jsou sjednoceny na jeden díl, případně dva u kontroly délky hrdla a kontroly hmotnosti. Kontrola hmotnosti dílu je zde důležitým parametrem, jelikož u těchto zkoušek není prováděna kontrola tloušťky stěny a za pomoci hmotnosti jsme schopni správnost tloušťky odhadnout. Zkouška kusová hmotnost se u nekonečných dílů provádí na metru délky trubky, a proto se v plánu kontrolních zkoušek kontrola parametru kusové délky nevyskytuje. Také je zde sjednocena frekvence prováděných zkoušek na dvou nebo čtyřhodinový interval. V rámci sjednocení zkoušek na každou sudou hodinu nebude docházet k vynechání nebo opomenutí zkoušky, jako se stávalo u zkoušek v různých časových intervalech.

I následné seřazení zkoušek v návrhu nového plánu proběhlo podle stejných kritérií, jako u předešlých dílů.

### 7.3.3 Návrh nového plánu kontrolních zkoušek

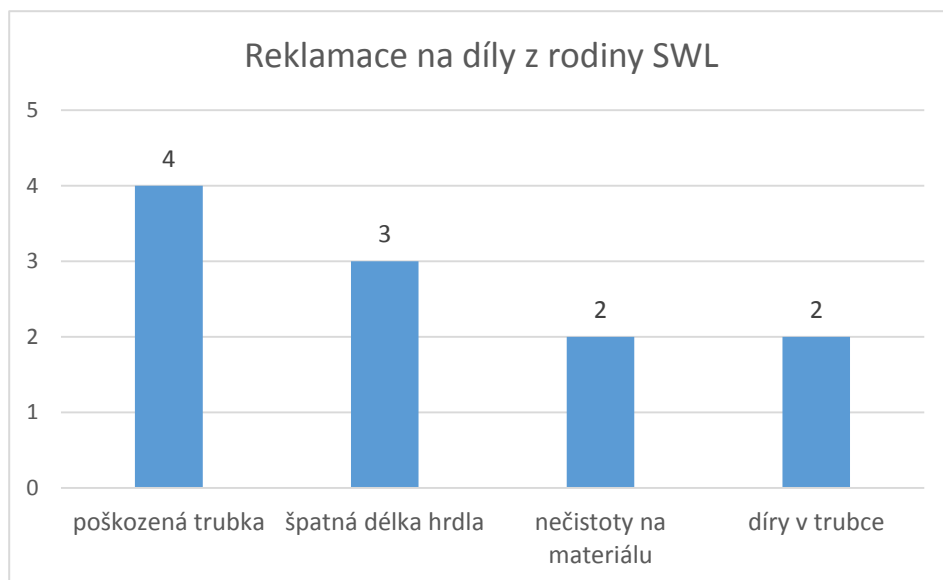
Výstupem z diskuse ohledně vhodnosti kontrolních zkoušek je návrh nového plánu kontrolních zkoušek při průběhu výroby.

Tab 12) Návrh nového plánu kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36049791-03

Zkoušky při průběhu výroby				
Číslo	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Signifikant	Deformační zkouška
1	3/2	kusová hmotnost		
2	1/4	potisk		
3	1/4	ořez		
4	1/4	kvalita		
5	2/2	délka hrdla 1. strana		
6	2/2	délka hrdla 2. strana		
7	1/2	vnitřní průměr hrdla 1. strana	ano	
8	1/2	vnitřní průměr hrdla 2. strana	ano	
9	1/2	centricita		ano
10	1/4	vnitřní povrch hrdla a vlnité části		ano

### 7.3.4 Reklamacce

Podle kroku číslo šest, se nový návrh kontrolních zkoušek musí porovnat s uplynulými reklamacemi na výrobek. Reklamacce jsou z interního softwaru stažené za stejné období, jako jsou výrobní data. Jedná se o počet reklamací na díly z rodiny SWL od května 2021 do března 2022. K jednotlivým počtům reklamací jsou přiřazeny důvody jejich vzniku.



Obr. 45) Reklamacce na díly z rodiny SWL [18]

I v tomto případě se v grafu vyskytují problémy, které jsou v návrhu kontrolních zkoušek případnou zkouškou ošetřeny. Poškozená trubka se zjistí při vykonávání zkoušky kvalita, stejně jako nečistoty na materiálu. Špatná délka hrdla je potom odhalena při měření hrdla. Stejně jako předchozí výrobní linka, je i tako vybavena kontrolním stanovištěm zvaným „Corona“, které má odhalit díry v trubce. Není tedy zapotřebí, aby byla prováděna zkouška. Pravděpodobně zde došlo k výpadku energie, nevhodnému nastavení přístroje nebo k poruše čidla používaného ke sběru dat.

Při porovnání nového návrhu kontrolních zkoušek s proběhlými reklamacemi ani zde není závažnějšího problému.

### 7.3.5 FMEA analýza

Před zavedením nového návrhu kontrolních zkoušek během průběhu výroby musí tento návrh projít poslední kontrolou pomocí FMEA analýzy. Z hlediska zachování firemního know-how a zlepšení přehlednosti FMEA analýz pro jednotlivé díly jsem vypracovala zjednodušenou verzi firemní FMEA analýzy.

První FMEA analýza zobrazuje původní stav výrobku. Druhá tabulka zobrazuje výsledný stav po optimalizaci. Optimalizace má vliv vždy pouze na hodnocení kritického parametru detekce.

Při přečíslování bodových hodnot u detekce nedošlo k překročení RPN čísla, které má stanovenou hodnotu 100. Optimalizace tedy může být zavedena.

Tab 13) FMEA analýza původního plánu kontrolních zkoušek dílu 36049791-03

FMEA											
Díl:	360049791-03				Zodpovědnost:			Číslo FMEA:	005		
Rodina:	SWL				Pavlíková Michaela			Zpracoval:	Pavlíková Michaela		
Proces:	Extruze				Datum:		6. 5. 2022	Datum:		6. 5. 2022	
Prvek	Funkce	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
Výroba vlnitých trubek	Extruze vlnité trubky	1	Nevyhovující vzhled	2	Drsný povrch	Poškozené tvarovací čelisti	Inspekce	2	Kvalita každou hodinu	3	12
		2	Nevyhovující vzhled	2	Otisk trnu na vnitřní straně průměru	Příliš horký materiál	Protokol provozu stroje	2	Kvalita každou hodinu	3	12
		3	Nevyhovující vzhled	2	Otisk těsnící zátky na vnitřní straně průměru	Příliš velký trn	Protokol provozu stroje	1	Kvalita každou hodinu	3	6
		4	Nepoužitelný díl	7	Přívod vzduchu ucpaný roztaveným materiálem	Otřepy na vstřikovací desce	Vlastní výroba nástrojů s procesem uvolnění	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	84
		5	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v korytě	Příliš vysoký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Vnitřní průměr hrdla každé 2 hodiny	4	64
		6	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v hřebeni	Příliš nízký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Vnitřní průměr hrdla každé 2 hodiny	4	64

	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
	7	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Liší se tloušťka obvodové stěny	Nesprávné centrování	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Centricita každé 2 hod	4	64
	8	Tloušťka stěny a vnitřní průměr se liší	8	Rozměry a hmotnost se liší	Tlak materiálu kolísá	Protokol provozu stroje	2	Hmotnostkaždé 2 hodiny	4	64
Výroba přepravních trubek	9	„t“ nad nebo pod specifikací	4	Tlak přívodu vzduchu kolísá	Tlak v systému klesne pod požadavky	Preventivní údržba, nainstalován alarm	1	Procesní parametry každé 2 hodiny	4	16
	10	„t“ nad nebo pod specifikací	4	Tlak taveniny kolísá	Tlak v systému klesne pod požadavky	Preventivní údržba, nainstalován alarm	2	Procesní parametry každé 2 hodiny	4	32
	11	S testem těsnosti Optický vliv	5	Otvor ve stěně trubky	Cizí těleso ve výrobním materiálu	Uzavřený řetězec dodávek materiálu	2	Zkouška těsnosti každý díl	1	10
Potisk	12	Neúplně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	13	Špatně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30

		Číslo	Možná vada	Závažno	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
		14	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
		15	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Došla náplň	Pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	Navíjení na cívku	16	Optická deformace profilu	3	Natažená trubka	Příliš vysoká navíjecí síla	Kontrola nastavení 4 očí	2	Kvalita každou hodinu	3	18
		17	Potíže při další manipulaci	5	Zdeformované cívky	Cívky nejsou sešity správným způsobem	Vyškolení zaměstnanců	2	Kvalita každou hodinu	3	30
		18	Potíže při další manipulaci	5	Nevhodná velikost cívky	Použita nesprávná navíjecí jednotka	Specifikace ve výrobní zakázce	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	60
		19	„t“ nad nebo pod specifikací	5	Trubka natažená	Rychlost vytažení je příliš vysoká	Kontrola nastavení 4 očí	2	Procesní parametry každé 2 hodiny	4	40
		20	Díly se liší délkou	8	Díly se liší délkou absorpce vlhkosti	Rozdílná vlhkost vzduchu v zimním a letním období	Vyškolení zaměstnanců	2	Používat vyškolené zaměstnance	4	64
	Tahové zkoušky	21	Nevyhovující díl	7	Roztržená trubka brzy	Příliš velký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem	4	28
		22	Nevyhovující díl	7	Neroztržená trubka	Příliš nízký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem	4	28

Tab 14) FMEA analýza návrhu nového plánu kontrolních zkoušek dílu 36049791-03

FMEA											
Díl:	360049791-03			Zodpovědnost:			Číslo FMEA:	006			
Rodina:	SWL			Pavlíková Michaela			Zpracoval:	Pavlíková Michaela			
Proces:	Extruze			Datum:	6. 5. 2022		Datum:	6. 5. 2022			
Prvek	Funkce	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
Výroba vlnitých trubek	Extruze vlnité trubky	1	Nevyhovující vzhled	2	Drsný povrch	Poškozené tvarovací čelisti	Inspekce	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		2	Nevyhovující vzhled	2	Otisk trnu na vnitřní straně průměru	Příliš horký materiál	Protokol provozu stroje	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	20
		3	Nevyhovující vzhled	2	Otisk těsnicí zátky na vnitřní straně průměru	Příliš velký trn	Protokol provozu stroje	1	Kvalita každé 4 hodiny	5	10
		4	Nepoužitelný díl	7	Přívod vzduchu ucpaný roztaveným materiálem	Otřepy na vstříkovací desce	Vlastní výroba nástrojů s procesem uvolnění	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	84
		5	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v korytě	Příliš vysoký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Vnitřní průměr hrdla každé 2 hodiny	5	80
		6	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Nedostatečná tloušťka stěny v hřebeni	Příliš nízký tlak foukání	Protokol provozu stroje	2	Vnitřní průměr hrdla každé 2 hodiny	5	80



		Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
		7	Nedostatečná tloušťka stěny	8	Liší se tloušťka obvodové stěny	Nesprávné centrování	Deník provozu stroje, kontrola rozběhu	2	Centricita každé 2 hod	5	80
		8	Tloušťka stěny a vnitřní průměr se liší	8	Rozměry a hmotnost se liší	Tlak materiálu kolísá	Protokol provozu stroje	2	Hmotnost každé 2 hodiny	4	64
	Výroba přepravních trubek	9	„t“ nad nebo pod specifikací	4	Tlak přívodu vzduchu kolísá	Tlak v systému klesne pod požadavky	Preventivní údržba, nainstalován alarm	1	Procesní parametry každé 2 hodiny	8	32
		10	„t“ nad nebo pod specifikací	4	Tlak taveniny kolísá	Tlak v systému klesne pod požadavky	Preventivní údržba, nainstalován alarm	2	Procesní parametry každé 2 hodiny	8	64
		11	S testem těsnosti Optický vliv	5	Otvor ve stěně trubky	Cizí těleso ve výrobním materiálu	Uzavřený řetězec dodávek materiálu	2	Zkouška těsnosti každý díl	1	10
	Potisk	12	Neúplně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
		13	Špatně potisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30

	Číslo	Možná vada	Závažnost	Možné následky vady	Možné příčiny	Aktuální opatření	Výskyt	Doporučená opatření	Detekce	RPN
	14	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Filtrační systém v tiskárně je zablokován	Pravidelná výměna filtrů / pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
	15	Nepotisknuto	5	Porucha tiskárny	Došla náplň	Pravidelná údržba	3	Potisk nepřetržitě	2	30
Navíjení na cívku	16	Optická deformace profilu	3	Natažená trubka	Příliš vysoká navíjecí síla	Kontrola nastavení 4 očí	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	30
	17	Potíže při další manipulaci	5	Zdeformované cívky	Cívky nejsou sešity správným způsobem	Vyškolení zaměstnanců	2	Kvalita každé 4 hodiny	5	50
	18	Potíže při další manipulaci	5	Nevhodná velikost cívky	Použita nesprávná navíjecí jednotka	Specifikace ve výrobní zakázce	2	Kontrola nastavení pomocí 4 očí	6	60
	19	„t“ nad nebo pod specifikací	5	Trubka natažená	Rychlost vytažení je příliš vysoká	Kontrola nastavení 4 očí	2	Procesní parametry každé 2 hodiny	8	80
	20	Díly se liší délkou	8	Díly se liší délkou absorpce vlhkosti	Rozdílná vlhkost vzduchu v zimním a letním období	Vyškolení zaměstnanců	2	Používat vyškolené zaměstnance	4	64
Tahové zkoušky	21	Nevyhovující díl	7	Roztržená trubka brzy	Příliš velký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem	8	56
	22	Nevyhovující díl	7	Neroztržená trubka	Příliš nízký tlak	Vyškolení zaměstnanců	1	Používat vyškolené zaměstnance, zkouška tahem	8	56

## 8 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Čtvrtým krokem optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze bylo měření doby trvání jednotlivých zkoušek. Tyto časy byly měřeny za pomoci mistra, technologa a operátora, kteří vykonávali zadané zkoušky. Z naměřených hodnot jsem udělala aritmetický průměr, abych získala informativní čas, se kterým budu moci dále počítat časové úspory. Je zřejmé, že každý zaměstnanec má svůj postup, který zabere jinou dobu.

K vyčíslení ekonomických přínosů optimalizace jsem vycházela zejména ze snížení financí za ušetřený materiál (snížení počtu kontrolovaných dílů u deformačních zkoušek a jejich správné seřazení v plánu zkoušek) a čas operátora, který by se dal použít k vykonání jiné činnosti.

Hlavním zdrojem informací pro výpočty mi bylo jednoduché ohlédnutí za zhotovenou výrobou v délce 11 měsíců za výrobní období od května 2021 do března 2022.

Tab 15) Přehled výroby za období květen 2021 - březen 2022

Skupina dílů	Vyroběné metry [m]	Hodin na výrobu [hod]
Lock-Flex	26 782 740	43 819
SRA	398 758	1 072
SWL	5 670 186	9 816

### 8.1 Vyhodnocení výsledků dílu 461601088-03

Celkové vyhodnocení výsledků bude rozdělené do dvou částí. První částí bude vyčíslení časových úspor, druhou částí vyčíslení úspor na poškozených trubkách. Díky těmto dvěma parametřům mohou posléze vypočítat i celkové finanční úspory.

#### 8.1.1 Vyčíslení časových úspor u kontrolních zkoušek dílu 461601088-03

Tab 16) Naměřené časy trvání jednotlivých kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 461601088-03

Zkoušky při průběhu výroby								
Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Operátor [s]	Mistr [s]	Technolog [s]	Průměrný čas zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
1	1/2	kvalita	10,0	9,0	12,0	10,3	6,0	62,0
2	1/2	hmotnost	14,0	17,0	16,0	15,7	6,0	94,0
3	3/2	výrobní délka	18,0	16,0	23,0	19,0	6,0	114,0
4	1/2	centricita	26,0	32,0	29,0	29,0	6,0	174,0
5	1/8	minimální tloušťka stěny	23,0	28,0	23,0	24,7	1,5	37,0
6	3/2	přesah těsně po výrobě	143,0	172,0	158,0	157,7	6,0	946,0
7	1/2	procesní parametry	19,0	25,0	22,0	22,0	6,0	132,0

Celková doba trvání zkoušek za 12hodinovou směnu dělá 1 559 s  $\approx$  26,0 min.

Tab 17) Časy trvání jednotlivých kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 461601088-03 podle nového návrhu

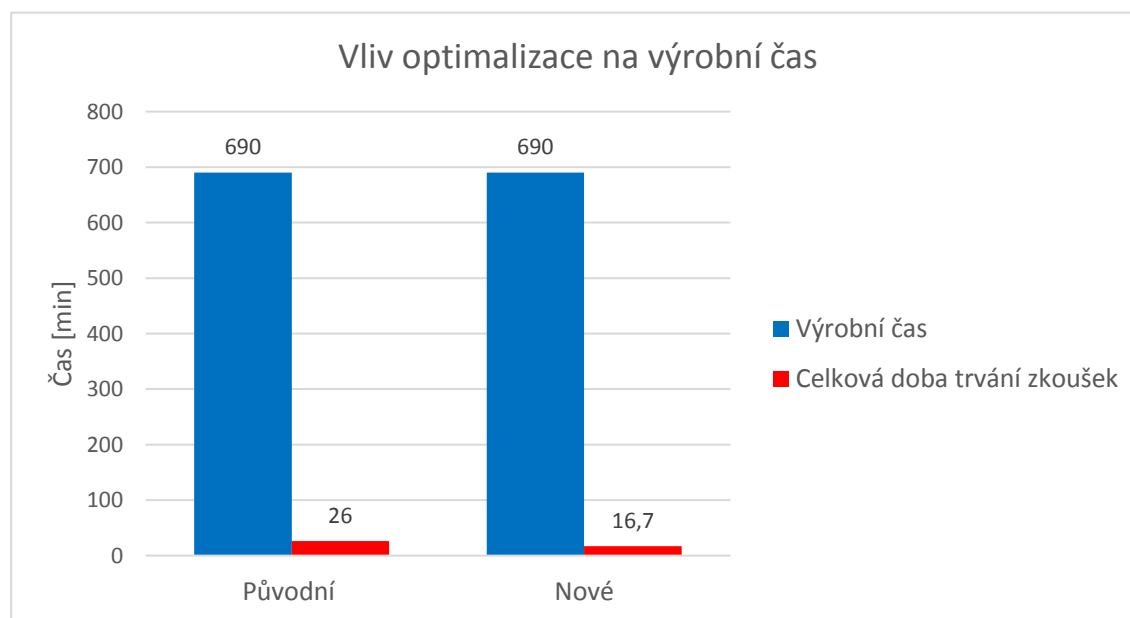
Zkoušky při průběhu výroby						
Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Celkový čas původní zkoušky [s]	Celkový čas upravené zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
1	1/4	kvalita	10,3	10,3	3,0	31,0
2	1/2	hmotnost	15,7	15,7	6,0	94,0
3	1/2	výrobní délka	19,0	13,0	6,0	78,0
4	1/2	centricita	29,0	29,0	6,0	174,0
5	1/8	minimální tloušťka stěny	24,7	24,7	1,5	37,0
6	1/2	přesah těsně po výrobě	157,7	97,7	6,0	586,0

Celková doba trvání zkoušek za 12hodinovou směnu dělá 1 000 s  $\approx$  16,7 min.

Tab 18) Vliv optimalizace na výrobní čas u dílu 461601088-03

Výrobní čas za 12 hodinovou směnu [min]	690
Původní doba trvání kontrolních zkoušek [min]	26,0
Nová doba trvání kontrolních zkoušek [min]	16,7
<b>Celková časová úspora [min]</b>	<b>9,3</b>

Celková časová úspora vytvořená optimalizací kontrolních zkoušek u dílu 461601088-03 činí 9,3 minut na celou 12hodinovou pracovní směnu.



Obr. 46) Vliv optimalizace na výrobní čas (díl 461601088-03) [18]

### 8.1.2 Vyčíslení úspor poškozených trubek u kontrolních zkoušek dílu 461601088-03

Pomocí úpravy počtu kusů kontrolovaných dílů deformačními zkouškami a následné záměny jejich posloupnosti došlo k ušetření poškozených trubek kontrolními zkouškami.

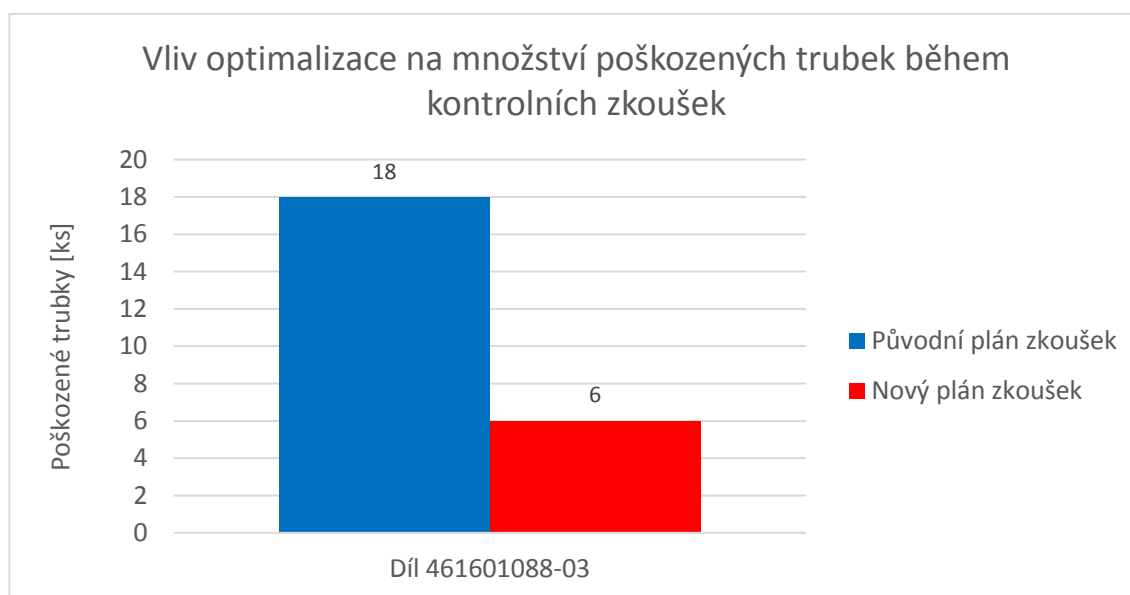
Tab 19) Přehled poškozených trubek během kontrolních zkoušek z původního plánu dílu 461601088-03

Četnost zkoušky [hod]	Opakování zkoušky za směnu [krát]	Deformované díly za zkoušku [ks]	Deformované díly za směnu [ks]	Deformované díly za směnu celkem [ks]
2	6	3	18	18
8	1,5	0	0	

Tab 20) Přehled poškozených trubek během kontrolních zkoušek podle nového plánu dílu 461601088-03

Četnost zkoušky [hod]	Opakování zkoušky za směnu [krát]	Deformované díly za zkoušku [ks]	Deformované díly za směnu [ks]	Deformované díly za směnu celkem [ks]
2	6	1	6	6
8	4,5	0	0	

Celková úspora poškozených trubek deformačními zkouškami vytvořená optimalizací kontrolních zkoušek u dílu 461601088-03 činí 12 ks na celou 12hodinovou pracovní směnu.



Obr. 47) Vliv optimalizace na množství poškozených trubek během kontrolních zkoušek u dílu 461601088-03 [18]

### 8.1.3 Vyčíslení finančních úspor u kontrolních zkoušek dílu 461601088-03

V popisu dílu jsem zmiňovala, že díl 461601088-03 spadá do rodiny Lock-Flex. K vyčíslení finančních úspor budu nadále pracovat s touto informací a k výpočtu celkových úspor za zmiňované 11měsíční období použiji příslušný počet hodin na výrobu z tabulky č. 15. K výpočtu budu dále potřebovat zjištěné časové úspory v kapitole 8.1.1 a úspory poškozených trubek zmiňované v kapitole 8.1.2.

Tab 21) Úspora nákladů na operátora u rodiny Lock-Flex

Hodin na výrobu [hod]	Časová úspora na směnu [min]	Časová úspora na 1 hod [min]	Časová úspora za 11 měsíců [min]	Časová úspora za 11 měsíců [hod]	Náklady na operátora [Kč/hod]	Úspora nákladů na operátora za 11 měsíců [Kč]
43 819,00	9,30	0,78	33 959,73	566,00	380,00	215 078,26

Tab 22) Úspora nákladů za poškozené trubky u rodiny Lock-Flex

Hodin na výrobu [hod]	Úspora poškozených trubek na směnu [ks/min]	Úspora poškozených trubek na 1 hod [ks/hod]	Úspora poškozených trubek za 11 měsíců [ks/hod]	Výrobní náklady na poškozenou trubku [Kč/ks]	Úspora nákladů za poškozené trubky za 11 měsíců [Kč]
43 819,00	12,00	1,00	43 819,00	2,91	127 513,29

Úspora nákladů na operátora 215 078,29 Kč + úspora nákladů za poškozené trubky 127 513,29 Kč = 342 591,58 Kč.

Celková úspora za zmiňované 11měsíční období u rodiny Lock-Flex činí 342 592 Kč.

## 8.2 Vyhodnocení výsledků dílu 36008952-03

Celkové vyhodnocení výsledků se i u tohoto dílu bude rozdělovat do dvou částí. První částí bude vyčíslení časových úspor a druhou částí vyčíslení úspor na poškozených trubkách. Díky těmto dvěma parametřům mohou posléze vypočítat i celkové finanční úspory.

### 8.2.1 Vyčíslení časových úspor u kontrolních zkoušek dílu 36008952-03

Tab 23) Naměřené časy trvání jednotlivých kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36008952-03

Zkoušky při průběhu výroby								
Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Operátor [s]	Mistr [s]	Technolog [s]	Průměrný čas zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
1	1/1	kusová délka	28,0	16,0	8,0	17,3	12,0	208,0
2	3/2	kusová hmotnost	33,0	23,0	29,0	28,3	6,0	170,0
3	1/2	zkouška těsnosti	26,0	18,0	28,0	24,0	6,0	144,0
4	1/4	potisk	13,0	11,0	20,0	14,7	3,0	44,0
5	1/4	ořez	11,0	4,0	7,0	7,3	3,0	22,0
6	3/2	délka hrdla 1. strana	33,0	27,0	23,0	27,7	6,0	166,0
7	3/2	délka hrdla 2. strana	26,0	5,0	7,0	12,7	6,0	76,0
8	3/2	tloušťka stěny hrdla 1. strana MAX	70,0	20,0	12,0	34,0	6,0	204,0

Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Operátor [s]	Mistr [s]	Technolog [s]	Průměrný čas zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
9	3/2	tloušťka stěny hrdla 1. strana MIN	32,0	19,0	26,0	25,7	6,0	154,0
10	3/2	centricita 1. strana	39,0	49,0	22,0	36,7	6,0	220,0
11	4/4	tloušťka stěny vlnité části	81,0	86,0	64,0	77,0	3,0	231,0
12	5/0,5	vnitřní průměr hrdla - 1. strana	67,0	27,0	24,0	39,3	24,0	944,0
13	5/0,5	vnitřní průměr hrdla - 2. strana	56,0	21,0	16,0	31,0	24,0	744,0
14	1/1	vnitřní povrch hrdla a vlnité části	30,0	18,0	9,0	19,0	1,0	19,0
15	1/8	zkouška tahem 15 min po výrobě	300,0	300,0	300,0	300,0	1,5	450,0
16	1/24	zkouška tahem 24 hodin po výrobě	300,0	300,0	300,0	300,0	0,5	150,0
17	1/2	parametry procesu	23,0	17,0	15,0	18,3	6,0	110,0
18	1/4	kvalita	10,0	8,0	8,0	8,7	3,0	26,0

Celková doba trvání zkoušek za 12hodinovou směnu dělá 4 082 s  $\approx$  68 min.

Tab 24) Časy trvání jednotlivých kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36008952-03 podle nového návrhu

Zkoušky při průběhu výroby						
Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Celkový čas původní zkoušky [s]	Celkový čas upravené zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
1	1/2	kusová délka	17,3	17,3	6,0	104,0
2	2/2	kusová hmotnost	28,3	28,3	6,0	170,0
3	1/4	potisk	14,7	14,7	3,0	44,0
4	1/4	ořez	7,3	7,3	3,0	22,0
5	1/2	kvalita	27,7	27,7	6,0	166,0
6	1/2	délka hrdla 1. strana	12,7	12,7	6,0	76,0
7	1/2	délka hrdla 2. strana	25,7	13,7	6,0	82,0
8	1/2	centricita	36,7	24,7	6,0	148,0
9	1/4	tloušťka stěny vlnité části	77,0	35,0	3,0	105,0
10	1/2	vnitřní průměr hrdla - 1. strana	39,3	19,3	6,0	116,0
11	1/2	vnitřní průměr hrdla - 2. strana	31,0	11,0	6,0	66,0

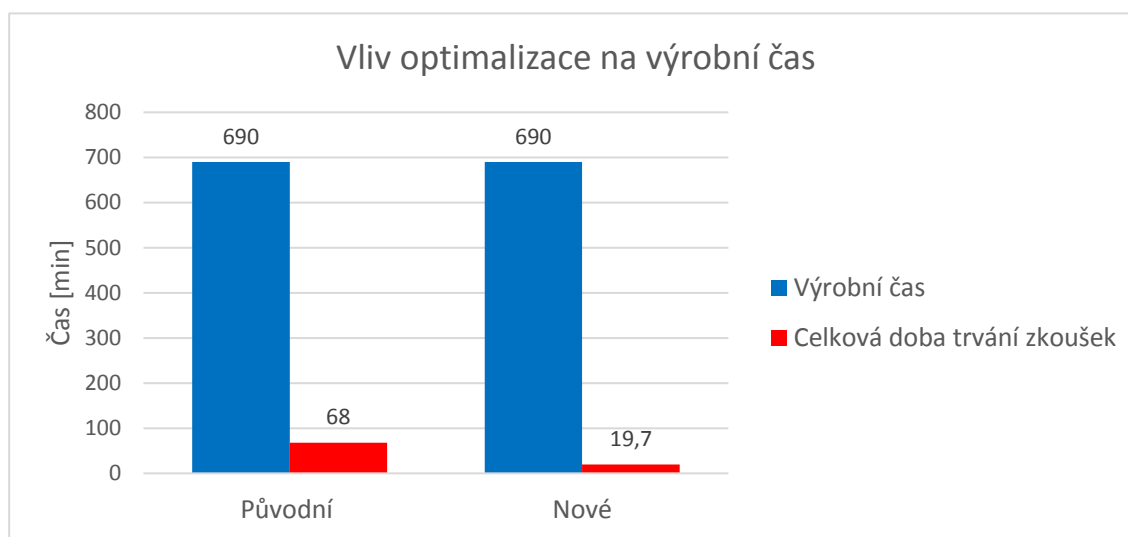
Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Celkový čas původní zkoušky [s]	Celkový čas upravené zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
12	1/4	vnitřní povrch hrdla a vlnité části	19,0	19,0	3,0	57,0
13	1/4	kvalita	8,7	8,7	3,0	26,0

Celková doba trvání zkoušek za 12hodinovou směnu dělá 1 182 s  $\approx$  19,7 min.

Tab 25) Vliv optimalizace na výrobní čas u dílu 36008952-03

Výrobní čas za 12 hodinovou směnu [min]	690
Původní doba trvání kontrolních zkoušek [min]	68
Nová doba trvání kontrolních zkoušek [min]	19,7
<b>Celková časová úspora [min]</b>	<b>48,3</b>

Celková časová úspora vytvořená optimalizací kontrolních zkoušek u dílu 36008952-03 činí 48,3 minut na celou 12hodinovou pracovní směnu.



Obr. 48) Vliv optimalizace na výrobní čas (díl 36008952-03) [18]

### 8.2.2 Vyčíslení úspor poškozených trubek u kontrolních zkoušek dílu 36008952-03

Pomocí úpravy počtu kusů kontrolovaných dílů deformačními zkouškami a následné záměně jejich posloupnosti došlo k ušetření poškozených trubek kontrolními zkouškami.

Tab 26) Přehled poškozených trubek během kontrolních zkoušek z původního plánu dílu 36008952-03

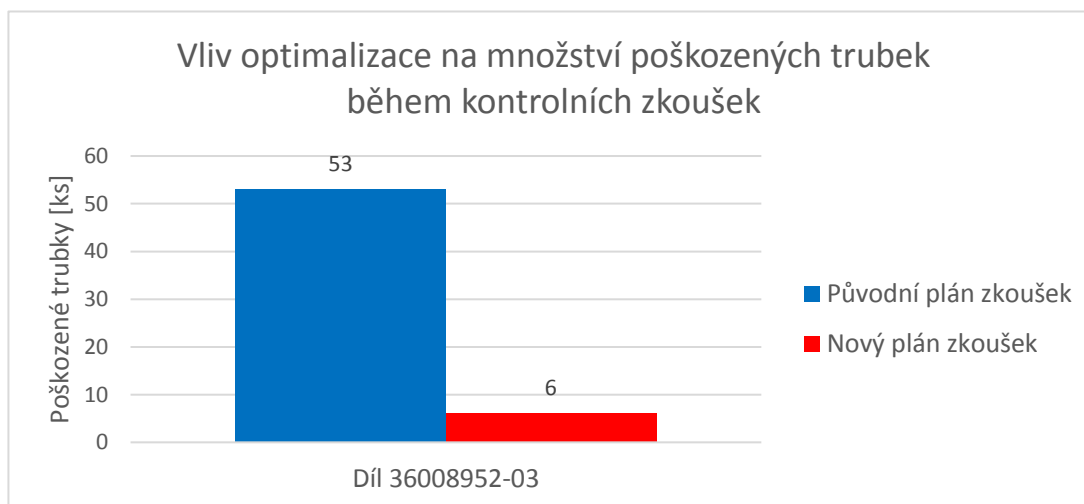
Četnost zkoušky [hod]	Opakování zkoušky za směnu [krát]	Deformované díly za zkoušku [ks]	Deformované díly za směnu [ks]	Deformované díly za směnu celkem [ks]
0,5	24	0	0	53
1	12	1	12	
2	6	6	36	
4	3	1	3	
8	1,5	1	1,5	
24	0,5	1	0,5	



Tab 27) Přehled poškozených trubek během kontrolních zkoušek podle nového plánu dílu 36008952-03

Četnost zkoušky [hod]	Opakování zkoušky za směnu [krát]	Deformované díly za zkoušku [ks]	Deformované díly za směnu [ks]	Deformované díly za směnu celkem [ks]
2	6	1	6	6
4	3	0	0	

Celková úspora poškozených trubek deformačními zkouškami vytvořená optimalizací kontrolních zkoušek u dílu 36008952-03 činí 47 ks na celou 12 hodinovou pracovní směnu.



Obr. 49) Vliv optimalizace na množství poškozených trubek během kontrolních zkoušek u dílu 36008917-03 [18]

### 8.2.3 Vyčíslení finančních úspor u kontrolních zkoušek dílu 36008952-03

V popisu dílu jsem zmiňovala, že díl 36008952-03 spadá do rodiny SRA. K vyčíslení finančních úspor budu nadále pracovat s touto informací a k výpočtu celkových úspor za zmiňované 11měsíční období použiji příslušný počet hodin na výrobu z tabulky č. 15. K výpočtu budu dále potřebovat zjištěné časové úspory v kapitole 8.2.1 a úspory poškozených trubek zmiňované v kapitole 8.2.2.

Tab 28) Úspora nákladů na operátora u rodiny SRA

Hodin na výrobu [hod]	Časová úspora na směnu [min]	Časová úspora na 1 hod [min]	Časová úspora za 11 měsíců [min]	Časová úspora za 11 měsíců [hod]	Náklady na operátora [Kč/hod]	Úspora nákladů na operátora [Kč]
1 072,00	48,30	4,03	4 314,80	71,91	380,00	27 327,07

Tab 29) Úspora nákladů za poškozené trubky u rodiny SRA

Hodin na výrobu [hod]	Úspora poškozených trubek na směnu [ks/min]	Úspora poškozených trubek na 1 hod [ks/hod]	Úspora poškozených trubek za 11 měsíců [ks/hod]	Výrobní náklady na poškozenou trubku [Kč/ks]	Úspora nákladů za poškozené trubky [Kč]
1 072,00	47,00	3,92	4 198,67	12,11	50 845,85

Úspora nákladů na operátora 27 327,07 Kč + úspora nákladů za poškozené trubky 50 845,85 Kč = 78 172,92 Kč.

Celková úspora za zmiňované 11měsíční období u rodiny SRA činí 78 173 Kč.

### 8.3 Vyhodnocení výsledků dílu 36049791-03

Stejně jako u předešlých dílů i zde bude celkové vyhodnocení výsledků rozdělené do dvou částí. První částí je vyčíslení časových úspor a druhou částí vyčíslení úspor na poškozených trubkách. Díky těmto dvěma parametřům mohou posléze vypočítat i celkové finanční úspory.

#### 8.3.1 Vyčíslení časových úspor u kontrolních zkoušek dílu 36049791-03

Tab 30) Naměřené časy trvání jednotlivých kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36049791-03

Zkoušky při průběhu výroby								
Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Operátor [s]	Mistr [s]	Technolog [s]	Průměrný čas zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
1	3/2	kusová hmotnost	59,0	67,0	73,0	66,3	6,0	398
2	1/8	zkouška těsnosti	28,0	24,0	30,0	27,3	1,5	41
3	3/2	délka hrdla 1. strana	35,0	31,0	27,0	31,0	6,0	186
4	3/2	délka hrdla 2. strana	30,0	26,0	23,0	26,3	6,0	158
5	1/1	potisk	15,0	13,0	17,0	15,0	12,0	180
6	1/4	ořez	14,0	15,0	14,0	14,3	3,0	43
7	3/2	vnitřní průměr hrdla 1. strana	39,0	47,0	51,0	45,7	6,0	274
8	3/2	vntřní průměr hrdla 2. strana	32,0	36,0	42,0	36,7	6,0	220
9	3/2	centricita	25,0	27,0	30,0	27,3	6,0	164
10	1/1	vnitřní povrch hrdla a vlnité části	25,0	19,0	15,0	19,7	12,0	236
11	1/2	parametry procesu	28,0	25,0	22,0	25,0	6,0	150
12	1/1	kvalita	11,0	9,0	11,0	10,3	12,0	124
13	1/8	zkouška tahem	300,0	300,0	300,0	300,0	1,5	450
14	1/24	zkouška tahem po 24 hodinách	300,0	300,0	300,0	300,0	0,5	150

Celková doba trvání zkoušek za 12hodinovou směnu dělá 2 774 s ≈ 46,2 min.

Tab 31) Časy trvání jednotlivých kontrolních zkoušek při průběhu výroby dílu 36049791-03 podle nového návrhu

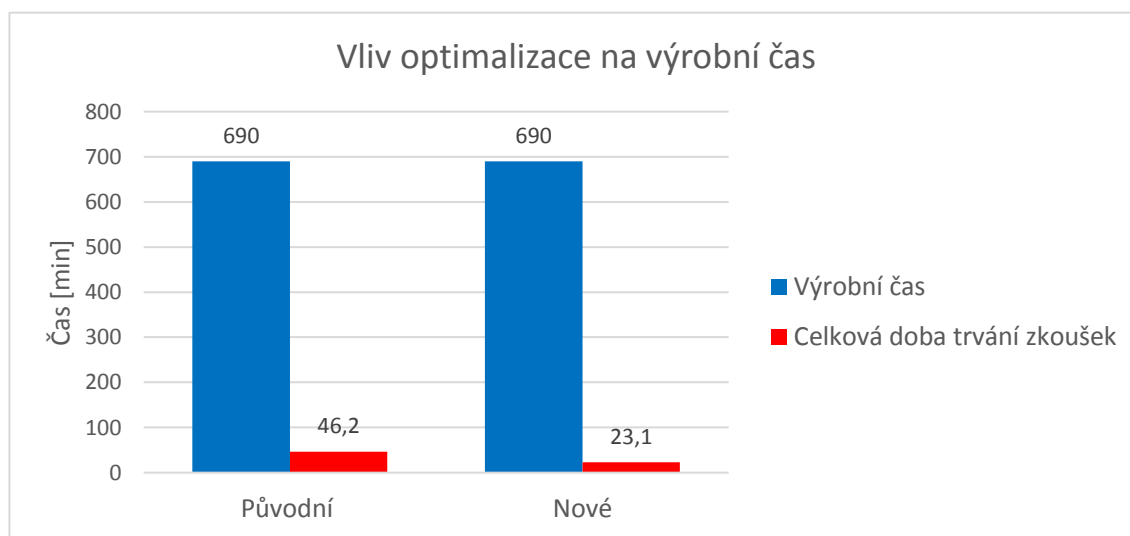
Zkoušky při průběhu výroby						
Č.	Frekvence [dílů/hod]	Znak	Celkový čas původní zkoušky [s]	Celkový čas upravené zkoušky [s]	Opakování za směnu [krát]	Čas zkoušky na směnu [s]
1	2/2	kusová hmotnost	66,3	56,3	6,0	338,0
2	1/4	potisk	15,0	15,0	3,0	45,0
3	1/4	ořez	14,3	14,3	3,0	43,0
4	1/4	kvalita	10,3	10,3	3,0	31,0
5	2/2	délka hrdla 1. strana	31,0	29,0	6,0	174,0
6	2/2	délka hrdla 2. strana	26,3	24,3	6,0	146,0
7	1/2	vnitřní průměr hrdla 1. strana	45,7	39,7	6,0	238,0
8	1/2	vntřní průměr hrdla 2. strana	36,7	30,7	6,0	184,0
9	1/2	centricita	27,3	21,3	6,0	128,0
10	1/4	vnitřní povrch hrdla a vlnité části	19,7	19,7	3,0	59,0

Celková doba trvání zkoušek za 12hodinovou směnu dělá 1 386 s  $\approx$  23,1 min.

Tab 32) Vliv optimalizace na výrobní čas u dílu 36049791-03

Výrobní čas za 12 hodinovou směnu [min]	690
Původní doba trvání kontrolních zkoušek [min]	46,2
Nová doba trvání kontrolních zkoušek [min]	23,1
<b>Celková časová úspora [min]</b>	<b>23,1</b>

Celková časová úspora vytvořená optimalizací kontrolních zkoušek u dílu 36049791-03 činí 23,1 minut na celou 12hodinovou pracovní směnu.



Obr. 50) Vliv optimalizace na výrobní čas (36049791-03) [18]

### 8.3.2 Vyčíslení úspor poškozených trubek u kontrolních zkoušek dílu 36049791-03

Pomocí úpravy počtu kusů kontrolovaných dílů deformačními zkouškami a následně záměně jejich posloupnosti došlo k ušetření poškozených trubek kontrolními zkouškami.

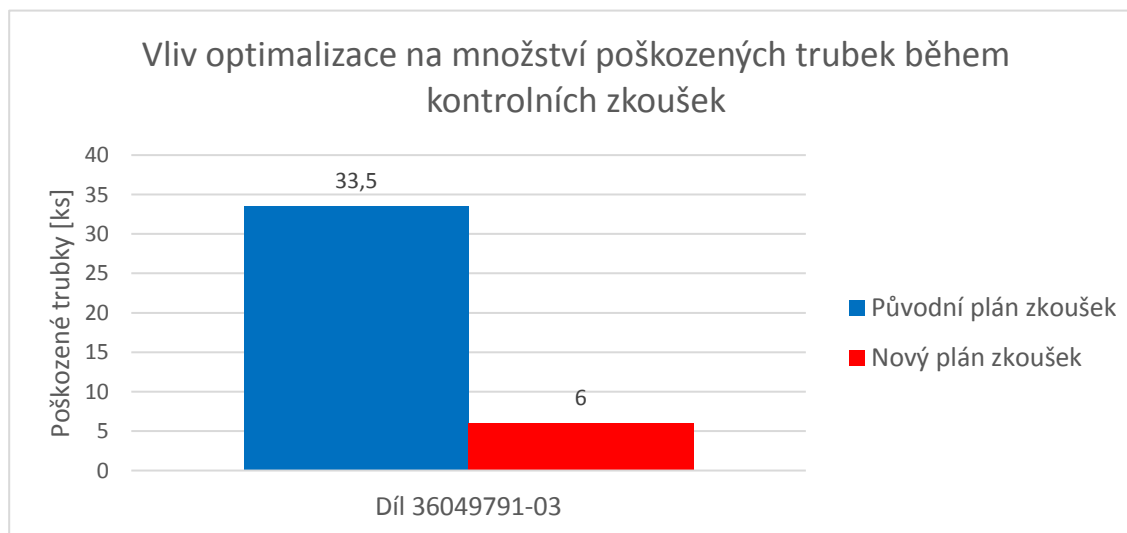
Tab 33) Přehled poškozených trubek během kontrolních zkoušek z původního plánu dílu 36049791-03

Četnost zkoušky [hod]	Opakování zkoušky za směnu [krát]	Deformované díly za zkoušku [ks]	Deformované díly za směnu [ks]	Deformované díly za směnu celkem [ks]
1	12	1	12	33,5
2	6	3	18	
4	3	0	0	
8	1,5	2	3	
24	0,5	1	0,5	

Tab 34) Přehled poškozených trubek během kontrolních zkoušek podle nového plánu dílu 36049791-03

Četnost zkoušky [hod]	Opakování zkoušky za směnu [krát]	Deformované díly za zkoušku [ks]	Deformované díly za směnu [ks]	Deformované díly za směnu celkem [ks]
2	6	1	6	6
4	3	0	0	

Celková úspora poškozených trubek deformačními zkouškami vytvořená optimalizací kontrolních zkoušek u dílu 36049791-03 činí 27,5 ks na celou 12hodinovou pracovní směnu.



Obr. 51) Vliv optimalizace na množství poškozených trubek během kontrolních zkoušek u dílu 36049791-03 [18]

### 8.3.3 Vyčíslení finančních úspor u kontrolních zkoušek dílu 36049791-03

V popisu dílu jsem zmiňovala, že díl 36049791-03 spadá do rodiny SWL. K vyčíslení finančních úspor budu nadále pracovat s touto informací a k výpočtu celkových úspor za zmiňované 11měsíční období použiji příslušný počet hodin na výrobu z tabulky č. 15.

K výpočtu budu dále potřebovat zjištěné časové úspory v kapitole 8.3.1 a úspory poškozených trubek zmiňované v kapitole 8.3.2.

Tab 35) Úspora nákladů na operátora u rodiny SWL

Hodin na výrobu [hod]	Časová úspora na směnu [min]	Časová úspora na 1 hod [min]	Časová úspora za 11 měsíců [min]	Časová úspora za 11 měsíců [hod]	Náklady na operátora [Kč/hod]	Úspora nákladů na operátora [Kč]
9 816,00	23,10	1,93	18 895,80	314,93	380,00	119 673,40

Tab 36) Úspora nákladů za poškozené trubky u rodiny SWL

Hodin na výrobu [hod]	Úspora poškozených trubek na směnu [ks/min]	Úspora poškozených trubek na 1 hod [ks/hod]	Úspora poškozených trubek za 11 měsíců [ks/hod]	Výrobní náklady na poškozenou trubku [Kč/ks]	Úspora nákladů za poškozené trubky [Kč]
9 816,00	27,50	2,29	22 495,00	36,41	819 042,95

Úspora nákladů na operátora 119 673,40 Kč + úspora nákladů za poškozené trubky 819 042,95 Kč = 938 716,35 Kč.

Celková úspora za zmiňované 11měsíční období u rodiny SWL činí 938 716 Kč.

#### 8.4 Vyhodnocení výsledku návrhu optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze

K přehlednému zobrazení výsledku jsem upravila původní tabulku, která mi byla podkladem k celkovému vyčíslení úspor. Závěrečný výsledek jsem získala sečtením finančních úspor jednotlivých dílů z příhodných rodin.

Tab 37) Celková úspora za období květen 2021 - březen 2022 při použití návrhu plánu optimalizace kontrolních zkoušek procesu extruze

Skupina dílů	Hodin na výrobu [hod]	Časová úspora na směnu [min]	Úspora poškozených trubek směnu [ks]	Finanční úspory [Kč]
Lock-Flex	43 819,0	9,3	12,0	342 592,0
SRA	1 072,0	48,3	47,0	78 173,0
SWL	9 816,0	23,1	27,5	938 716,0
<b>Celkem</b>	<b>54 707,0</b>	<b>80,7</b>	<b>86,5</b>	<b>1 359 481,0</b>

Při zavedení optimalizace kontrolních zkoušek je možno uspořit až 1 359 481 Kč za zmiňovaných 11 měsíců., což činí 123 589 Kč na měsíc. Pro organizaci mezinárodní úrovně se může jednat o zanedbatelnou částku, ale je třeba mít na paměti, že se stále jedná o zbytečně vynaložené peníze. Což by v dnešní době řízení managementu kvality dle ČSN EN ISO 9001:2016 mělo být pro organizaci neakceptovatelné plýtvání prostředky.



## 9 ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

V diplomové práci jsem se věnovala optimalizaci kontrolních zkoušek procesu extruze, jak z obecného hlediska, tak i s případnou analýzou ve společnosti Fraenkische. K dosažení zadaných cílů práce jsem nejdříve vypracovala obecný rozbor současného stavu ve stylu rešerše a posléze systémový rozbor zadané problematiky. Při řešení praktického úkolu jsem se zabývala návrhem nového plánu kontrolních zkoušek během výroby pro tři různé díly. Všechny díly podrobené optimalizací měly rozdílné seznamy kontrolních zkoušek.

U všech dílů byly použity k vytvoření nového plánu zkoušek upravené kroky optimalizace zmiňované v kapitole s číslem 7. Po seznámení s procesem a pozorování provedení jednotlivých kontrolních zkoušek, nastala diskuse ohledně jejich vhodnosti. Během diskuse vznikl návrh zkoušek k eliminaci, snížení četnosti a změny posloupnosti provedení. O výsledné eliminaci navržených zkoušek rozhodl vždy příslušný regulační diagram. Nové plány kontrolních zkoušek prošly nejdříve kontrolou porovnáním s proběhlými reklamacemi. U žádného dílu nedošlo k výraznějším reklamacím parametru eliminované zkoušky. Při změně četnosti provedení kontrolních zkoušek došlo ke snížení pravděpodobnosti odhalení vzniklé neshody. Pro zachování kvality výrobků, byly nové plány podrobeny kontrole ve formě vypracování FMEA analýzy. I přes zvýšené hodnoty u parametru detekce nedošlo u žádného dílu k překročení stanovené hodnoty RPN = 100. Optimalizace se tedy považuje za úspěšnou a přechází se k vyčíslení možných úspor pro organizaci.

Bezpochyby došlo u výrobků k velkým změnám. Někde šlo o výrazné zkrácení doby trvání kontrolních zkoušek při výrobě a jinde to bylo výrazné snížení počtu poškozených trubek během kontrolních zkoušek. Obě změny vedou ke snížení nákladů na kontrolní zkoušky během výroby. K největší změně došlo u dílu 36008952-03 z rodiny SRA, kde došlo ke snížení doby provedení zkoušek o 48,3 min na 12hodinovou směnu. Stejně tak se zde dosáhlo nejvyšší úspory i z hlediska poškozených trubek, kdy při zavedení optimalizace se dá uspořit 47 kusů. Oproti tomu k nejmenším změnám došlo u dílu 461601088-03 z rodiny Lock-Flex. Časová i výrobová úspora je zde minimální a to 9,3 min a 12 ks trubek na směnu. Rodina Lock-Flex se dá považovat za nejnovější, a proto seznam jejích kontrolních zkoušek nepotřeboval radikální úpravy. Do práce jsem tento díl zařadila s důvodu jeho nejčastější výroby. Ve zlatém středu se drží poslední díl 36049791 z rodiny z SWL. Zde došlo k uspoření 23,1 min a 27,5 ks trubek na směnu.

V celkovém přepočtu se jedná o finanční úsporu ve výši 1 359 481 Kč za období květen 2021 - březen 2022. Výsledná hodnota je počítána na 11 měsíců z důvodu doložených dat organizací. V přepočtu na měsíc, vychází celková finanční úspora na 123 589 Kč. Tato hodnota se nedá s měsíčním výdělkem společnosti moc srovnávat, ale stále jde o peníze, které se mohou uplatnit v jiných směrech, například investicí do nových technologií, rozvoje výroby, zvýšení platů zaměstnanců a jiné. Stále je třeba mít v paměti, že se jedná o díly ze tří rodin, takže je pořád prostor k další optimalizaci a zvýšení celkových finančních úspor.

Díky optimalizaci se docílilo i snížení počtu poškozených trubek. V tomto případě dojde k úspoře vynaložených prostředků k výrobě trubek a k případnému odstranění v rámci odpadového hospodářství. Jakékoliv snižování odpadu má příznivý vliv i na životní prostředí a tím samozřejmě i na naši společnost.

Na závěr bych chtěla zdůraznit, že společnost Fraenkische má systém managementu kvality zavedený výborně, ale i přesto bych měla pár doporučení pro další rozvoj dané problematiky. V prvním případě bych zavedla tvorbu vývojových diagramů, které zpřehlední situaci a každý zaměstnanec se bude moci přehledněji orientovat v daném procesu. Pomocí vývojových diagramů se budou snáze používat i další nástroje managementu kvality. Při použití nástrojů založených na týmové spolupráci je třeba tuto zásadu plně dodržovat a zaměřit se na vhodný výběr různě kvalifikovaných zaměstnanců. Stejně tak by bylo vhodné zlepšení komunikace mezi operátory výroby a managementem řízení, operátor je výrobnímu procesu nejbližší a může mít vhodné připomínky. Nakonec bych doporučila zpracovávat podobné menší projekty v rámci neustálého zlepšování v pravidelném intervalu, čímž se bude moci předejít zvyšování nákladů a opačně zvýšit zisk pro společnost. Například tato optimalizace nestála společnost žádné navíc vynaložené peníze, jelikož nemusela nic nového pořizovat ani zavádět.



## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008, 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [2] ČSN EN ISO 9000:2016: *Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [3] IATF 16949:2016: *Norma pro systém managementu kvality v automobilovém průmyslu*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016.
- [4] ČSN EN ISO 9001:2016: *Systémy managementu kvality - Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [5] ISO.cz [online]. [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: <http://www.iso.cz/index.php>
- [6] Blog QHSE: Action plan: How to be more effective when managing it? [online]. 2019 [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: <https://www.blog-qhse.com/en/action-plan-how-to-be-more-effective-when-managing-it>
- [7] NENADÁL, Jaroslav. *Základy managementu jakosti*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005, 142 s. ISBN 80-248-0969-9.
- [8] NENADÁL, Jaroslav. *Měření v systémech managementu jakosti*. Praha: Management Press, 2001, 310 s. ISBN 80-7261-054-6.
- [9] GAŠPARÍK, Jozef a Marián GAŠPARÍK. *Quality management in organizations*. Brno: Tribun EU, 2016, 128 s. Librix.eu. ISBN 978-80-263-1136-2.
- [10] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002, 282 s. ISBN 80-7261-071-6.
- [11] VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2010, 359 s. ISBN 978-80-7261-210-9.
- [12] ANDERSEN, Bjørn a Tom FAGERHAUG. *Analýza kořenových příčin: zjednodušené nástroje a metody*. 2. vyd. [i.e. 1. české]. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011, 226 s. ISBN 978-80-02-02356-2.
- [13] Shewhartovy regulační diagramy [online]. In: 16 s. [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://www.trilobyte.cz/downloadfree/qcemanual/shewhart.pdf>
- [14] ČSN ISO 7870-2:2018: *Regulační diagramy - Část 2: Shewhartovy regulační diagramy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [15] All About Lean: fishbone [online]. [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/japanese-problem-solving/fishbone/>
- [16] Svetproduktivity: FMEA Analýza příčin a důsledků [online]. 2012 [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/FMEA-Analyza-pricin-a-dusledku.htm>
- [17] Vlastnicesta: FMEA [online]. 2012 [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/fmea/>
- [18] Archiv autora
- [19] BĚHÁLEK, Luboš, Pavel BRDLÍK, Martin BORŮVKA a Irena LENFELDOVÁ. *Úvod do technologií zpracování plastů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2019, 167 s. ISBN 978-80-7494-460-4.
- [20] FRÄNKISCHE [online]. [cit. 2021-11-03]. Dostupné z: <https://fraenkische.com/cz/>

- [21] ČSN EN ISO 472:2015: *Plasty - Slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [22] KREBS, Stefan, Ladislav KOLAŘÍK a Barbora BRYKSÍ STUNOVÁ. *Teorie zpracování plastů a kompozitů*. V Praze: České vysoké učení technické, 2020, 161 s. ISBN 978-80-01-06722-2.
- [23] Agro Czechia: Kovové vědro [online]. [cit. 2021-11-09]. Dostupné z: <https://www.agroczechia.cz/Kovove-vedro-15-litru-K1626100115-d1005.htm#>
- [24] Webobal: Spokar kbelík [online]. [cit. 2021-11-09]. Dostupné z: <https://www.webobal.cz/uklid/mopy-kbeliky-a-prislusenstvi/spokar-kbelik-10-1>
- [25] Interní materiály společnosti FRÄNKISCHE

# 11 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

## 11.1 Seznam tabulek

TAB 1) POROVNÁNÍ VSTŘIKOVACÍHO A VYTLAČOVACÍHO VYFUKOVÁNÍ [22].....	35
TAB 2) PŮVODNÍ PLÁN KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 461601088-03 .....	61
TAB 3) KONTROLNÍ TABULKA Z POZOROVÁNÍ OHLEDNĚ PROVEDENÍ ZKOUŠKY PROCESNÍ PARAMETRY .....	62
TAB 4) NÁVRH NOVÉHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 461601088-03.....	63
TAB 5) FMEA ANALÝZA PŮVODNÍHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK DÍLU 461601088-03.....	65
TAB 6) FMEA ANALÝZA NÁVRHU NOVÉHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK DÍLU 461601088-03.....	68
TAB 7) PŮVODNÍ PLÁN KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36008952-03 .....	71
TAB 8) NÁVRH NOVÉHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36008952-03.....	74
TAB 9) FMEA ANALÝZA PŮVODNÍHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK DÍLU 36008952-03.....	76
TAB 10) FMEA ANALÝZA NÁVRHU NOVÉHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK DÍLU 36008917-03.....	79
TAB 11) PŮVODNÍ PLÁN KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36049791-03 .....	82
TAB 12) NÁVRH NOVÉHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36049791-03.....	83
TAB 13) FMEA ANALÝZA PŮVODNÍHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK DÍLU 36049791-03.....	85
TAB 14) FMEA ANALÝZA NÁVRHU NOVÉHO PLÁNU KONTROLNÍCH ZKOUŠEK DÍLU 36049791-03.....	88
TAB 15) PŘEHLED VÝROBY ZA OBDOBÍ KVĚTEN 2021 - BŘEZEN 2022 ....	91
TAB 16) NAMĚŘENÉ ČASY TRVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 461601088-03 .....	91
TAB 17) ČASY TRVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 461601088-03 PODLE NOVÉHO NÁVRHU.....	92
TAB 18) VLIV OPTIMALIZACE NA VÝROBNÍ ČAS U DÍLU 461601088-03....	92

TAB 19) PŘEHLED POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK Z PŮVODNÍHO PLÁNU DÍLU 461601088-03 .....	93
TAB 20) PŘEHLED POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PODLE NOVÉHO PLÁNU DÍLU 461601088-03 .....	93
TAB 21) ÚSPORA NÁKLADŮ NA OPERÁTORA U RODINY LOCK-FLEX....	94
TAB 22) ÚSPORA NÁKLADŮ ZA POŠKOZENÉ TRUBKY U RODINY LOCK-FLEX.....	94
TAB 23) NAMĚŘENÉ ČASY TRVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36008952-03.....	94
TAB 24) ČASY TRVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36008952-03 PODLE NOVÉHO NÁVRHU .....	95
TAB 25) VLIV OPTIMALIZACE NA VÝROBNÍ ČAS U DÍLU 36008952-03 .....	96
TAB 26) PŘEHLED POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK Z PŮVODNÍHO PLÁNU DÍLU 36008952-03 .....	96
TAB 27) PŘEHLED POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PODLE NOVÉHO PLÁNU DÍLU 36008952-03 .....	97
TAB 28) ÚSPORA NÁKLADŮ NA OPERÁTORA U RODINY SRA.....	97
TAB 29) ÚSPORA NÁKLADŮ ZA POŠKOZENÉ TRUBKY U RODINY SRA...	97
TAB 30) NAMĚŘENÉ ČASY TRVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36049791-03.....	98
TAB 31) ČASY TRVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PŘI PRŮBĚHU VÝROBY DÍLU 36049791-03 PODLE NOVÉHO NÁVRHU .....	99
TAB 32) VLIV OPTIMALIZACE NA VÝROBNÍ ČAS U DÍLU 36049791-03 .....	99
TAB 33) PŘEHLED POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK Z PŮVODNÍHO PLÁNU DÍLU 36049791-03 .....	100
TAB 34) PŘEHLED POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PODLE NOVÉHO PLÁNU DÍLU 36049791-03 .....	100
TAB 35) ÚSPORA NÁKLADŮ NA OPERÁTORA U RODINY SWL .....	101
TAB 36) ÚSPORA NÁKLADŮ ZA POŠKOZENÉ TRUBKY U RODINY SWL	101
TAB 37) CELKOVÁ ÚSPORA ZA OBDOBÍ KVĚTEN 2021 - BŘEZEN 2022 PŘI POUŽITÍ NÁVRHU PLÁNU OPTIMALIZACE KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PROCESU EXTRUZE .....	101

## 11.2 Seznam obrázků

OBR. 1) CYKLUS PDCA [6] .....	17
OBR. 2) ZÁKLADNÍ PRINCIPY MANAGEMENTU KVALITY [1] .....	18
OBR. 3) EKONOMICKÝ POTENCIÁL SYSTÉMU MANAGEMENTU KVALITY [1] .....	19
OBR. 4) PRŮBĚH PROCESU KONTROLY KVALITY [1] .....	21
OBR. 5) VZOR KONTROLNÍ TABULKY [11].....	23

OBR. 6) TESTY VYMEZITELNÝCH PŘÍČIN [14] .....	24
OBR. 7) DOHODNUTÁ SYMBOLIKA PRO TVORBU VÝVOJOVÝCH DIAGRAMŮ [1] .....	25
OBR. 8) VZOR DIAGRAMU RYBÍ KOSTRY [15] .....	25
OBR. 9) PŘÍKLAD VZOROVÉ TABULKY PRO FMEA ANALÝZU [18] .....	26
OBR. 10) A) PŘÍKLAD KOVOVÉHO KBELÍKU [23] B) PŘÍKLAD PLASTOVÉHO KBELÍKU [24] .....	29
OBR. 11) VYUŽITÍ PLASTOVÝCH VÝROBKŮ V RŮZNÝCH ODVĚTVÍCH NĚMECKÉHO TRHU [22] .....	30
OBR. 12) STATISTIKA OBRATU STROJŮ RŮZNÝCH TYPŮ [22] .....	31
OBR. 13) PRINCIP, TECHNICKÁ REALIZACE A SLOŽKY VSTŘIKOVACÍHO STROJE [22] .....	32
OBR. 14) SCHÉMA ZÁKLADNÍHO SLOŽENÍ LINKY PRO VÝROBU TRUBEK A PROFILŮ [18] .....	37
OBR. 15) VÝROBNÍ A DISTRIBUČNÍ CENTRA SPOLEČNOSTI FRAENKISCHE [25] .....	39
OBR. 16) PŮDORYS VÝROBNÍCH PROSTOR SPOLEČNOSTI FRAENKISCHE VÝROBNÍHO ZÁVODU V OKŘÍŠKÁCH [25] .....	41
OBR. 17) VYUŽITÍ TRUBEK V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU [25] .....	42
OBR. 18) MAPA PROCESŮ SPOLEČNOSTI FRAENKISCHE [18] .....	43
OBR. 19) VÝVOJOVÝ DIAGRAM - PROCES VÝROBY PLASTOVÝCH TRUBEK [18] .....	44
OBR. 20) MÍCHACÍ STROJE V MÍCHÁRNĚ [18] .....	45
OBR. 21) POTRUBÍ PRO PŘENOS SMĚSÍ PO VÝROBNÍ HALE [18] .....	45
OBR. 22) EXTRUDER S NÁSYPKOU A KALIBRAČNÍM ZAŘÍZENÍM (KORUGÁTOREM) [18] .....	46
OBR. 23) KALIBRAČNÍ ZAŘÍZENÍ (KORUGÁTOR) A VYTLAČENÁ TRUBKA [18] 46	
OBR. 24) ŘEZACÍ STROJ PRO PODÉLNÉ ŘEZÁNÍ TRUBKY [18] .....	46
OBR. 25) BALENÍ NEKONEČNÝCH TRUBEK [18] .....	47
OBR. 26) VÝVOJOVÝ DIAGRAM - PROCES EXTRUZE [18] .....	48
OBR. 27) UKÁZKA TVAROVACÍ FORMY [25] .....	49
OBR. 28) UKÁZKA PLETENÝCH OCHRAN [20] .....	50
OBR. 29) UKÁZKA POUŽITÍ KONTROLNÍHO SEZNAMU V POČÍTAČI [18] 51	
OBR. 30) UKÁZKA KONTROLNÍ ZKOUŠKY - CENTRICITA [18] .....	52
OBR. 31) DRUHY PLYTVÁNÍ PŘI PROVÁDĚNÍ NEEFEKTIVNÍCH KONTROLNÍCH ZKOUŠEK [18] .....	53
OBR. 32) JEDNOTLIVÉ ČÁSTI CYKLU PDCA [18] .....	54

<b>OBR. 33) ISHIKAWŮV DIAGRAM - OPTIMALIZACE KONTROLNÍCH ZKOUŠEK [18] .....</b>	<b>55</b>
<b>OBR. 34) KRITÉRIA PŘI ROZHODOVÁNÍ O REDUKCI MĚŘENÝCH PARAMETRŮ ČI JEJICH ČETNOSTI [18].....</b>	<b>58</b>
<b>OBR. 35) PROCES NOVÉ METODIKY OPTIMALIZACE KONTROLNÍCH ZKOUŠEK PROCESU EXTRUZE [18].....</b>	<b>60</b>
<b>OBR. 36) NÁKRES DÍLU 461601088-03 [25].....</b>	<b>61</b>
<b>OBR. 37) VÝSLEDKY POZOROVÁNÍ OHLEDNĚ PROVEDENÍ ZKOUŠKY PROCESNÍ PARAMETRY [18] .....</b>	<b>62</b>
<b>OBR. 38) REKLAMACE NA DÍLY Z RODINY LOCK-FLEX [18].....</b>	<b>63</b>
<b>OBR. 39) NÁKRES DÍLU 36008952-03 [25].....</b>	<b>71</b>
<b>OBR. 40) HISTOGRAM DAT ZE ZKOUŠKY: KUSOVÁ DÉLKA PO 2 HOD [18]</b>	<b>72</b>
<b>OBR. 41) TEST NORMALITY DAT ZE ZKOUŠKY: KUSOVÁ DÉLKA PO 2 HOD [18].....</b>	<b>73</b>
<b>OBR. 42) VZOROVÝ REGULAČNÍ DIAGRAM Z DAT ZE ZKOUŠKY: KUSOVÁ DÉLKA PO 2 HOD [18].....</b>	<b>73</b>
<b>OBR. 43) REKLAMACE NA DÍLY Z RODINY SRA [18].....</b>	<b>75</b>
<b>OBR. 44) NÁKRES DÍLU 36049791-03 [25].....</b>	<b>82</b>
<b>OBR. 45) REKLAMACE NA DÍLY Z RODINY SWL [18].....</b>	<b>84</b>
<b>OBR. 46) VLIV OPTIMALIZACE NA VÝROBNÍ ČAS (DÍL 461601088-03) [18]</b>	<b>92</b>
<b>OBR. 47) VLIV OPTIMALIZACE NA MNOŽSTVÍ POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK U DÍLU 461601088-03 [18] .....</b>	<b>93</b>
<b>OBR. 48) VLIV OPTIMALIZACE NA VÝROBNÍ ČAS (DÍL 36008952-03) [18] .</b>	<b>96</b>
<b>OBR. 49) VLIV OPTIMALIZACE NA MNOŽSTVÍ POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK U DÍLU 36008917-03 [18] .....</b>	<b>97</b>
<b>OBR. 50) VLIV OPTIMALIZACE NA VÝROBNÍ ČAS (36049791-03) [18] .....</b>	<b>99</b>
<b>OBR. 51) VLIV OPTIMALIZACE NA MNOŽSTVÍ POŠKOZENÝCH TRUBEK BĚHEM KONTROLNÍCH ZKOUŠEK U DÍLU 36049791-03 [18] .....</b>	<b>100</b>

### 11.3 Seznam zkratk a symbolů

%	Procento
cca	Čirka
č.	Číslo
ČSN	Česká technická norma
CZ	Czech Republic
DFMEA	Design Failure Mode Effects Analysis
EN	Evropská norma
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
hod	Hodin

IATF	International Automotive Task Force
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
JIT	Just in Time
Kč	Korun českých
ks	Kusů
mm	Milimetry
MPa	Megapascal
MSA	Measurement System Analysis
obr.	Obrázek
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PDPC	Packet Data Convergence Protocol
PFMEA	Process Failure Mode Effects Analysis
RPN	Risk Priority Number
TC	Technical chamber
tzv.	Takzvaně
USA	United States of America