

Návrh optimalizace výroby ve vybrané organizaci za účelem snižování rizik nekvality

Bc. Jan Beran

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Beran**
Osobní číslo: **L19586**
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**
Studijní obor: **Rizikové inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Návrh optimalizace výroby ve vybrané organizaci za účelem snižování rizik nekvality**

Zásady pro vypracování

1. Vymezte základní terminologii a nástroje určené k řízení rizik v jakosti.
2. Charakterizujte současný stav nastavení výrobního zařízení.
3. Proveďte identifikaci a analýzu rizik, která mohou ovlivnit kvalitu výsledného produktu.
4. Na základě zjištění implementujte nástroje pro odstranění příčin defektů a chyb za účelem snižování rizik nekvality.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. BAUER, Miroslav, *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks.2012. ISBN 9788026500292.
2. BRAU, Sebastian J., *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD.2016.ISBN 9781539322948.
3. KRULIŠ, Jiří, *Jak vítězit nad riziky: aktivní management rizik – nástroj řízení úspěšných firem*. Praha: Linde.2011.ISBN 9788072018352.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Slavomíra Vargová, Ph.D.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 15.4.2021

Jméno a příjmení studenta: Bc. Jan Beran

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá optimalizací výroby za účelem snižování rizik nekvality. V teoretické části je popsána terminologie (kvalita, rizika, vady, proces), následujícím tématem je kvalita, rizika v kvalitě a závěrečné shrnutí v dílčím závěru. Praktická část začne postupem výroby plastového regranulátu a popisem zařízení, dále budou popsány výrobní linky, které se využívají na výrobu regranulátu. V další kapitole bude provedena analýza počátečního stavu před optimalizací a poté bude následovat vypracování analýzy rizik nekvality metodou FMEA. Předposlední kapitola se zaměří na zkoušky, jejichž účelem má být snížení nekvality. Poslední část praktické části popíše kroky k zajištění dodržování implementovaného nastavení výrobní linky.

Klíčová slova: nekvalita, FMEA, riziko, zkoušky, Starlinger, zpracovatelské teploty

ABSTRACT

The thesis deals with the optimization of production in order to reduce the risk of poor quality. The theoretical part describes the terminology (quality, risks, defects, process), the following topics are quality, quality risks and final reduction in the partial conclusion. The practical part will start the production of plastic regranulate and a description of the equipment, then the production lines that will be used for the production of regranulate will be described. In the following chapter, an analysis of the initial state before optimization will be performed, followed by the elaboration of risk quality analyzes using the FMEA method. The penultimate chapter focuses on tests determining the purpose of reducing poor quality. The last part of the practical part describes the steps to ensure compliance with the implemented settings of production lines.

Keywords: poor quality, FMEA, risk, tests, Starlinger, processing temperatures

Motto: „Není nic moudřejšího, než přesně vědět, kdy máš co začít a kdy s čím přestat.“

Richard Bach

Chtěl bych poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Slavomíře Vargové PhD., za její odborné připomínky, rady a vstřícnost, které mě velmi pomohly při vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům a přítelkyni za jejich psychickou podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 TERMINOLOGIE V OBLASTI KVALITY	13
2 KVALITA	16
2.1 TOTAL QUALITY MANAGEMENT	16
2.2 LEAN PRODUCTION	20
2.3 NÁSTROJE LEAN PRODUCTION.....	23
2.3.1 Kaizen.....	23
2.3.2 PDCA (Plan-Do-Check-Act).....	24
2.3.3 POKA – YOKE	25
2.3.4 TPM (Total Productive Maintenance).....	27
2.3.5 SMED (Single Minute Exchange of Die).....	27
2.3.6 Metoda 5S.....	28
2.3.7 Six Sigma.....	29
2.4 CERTIFIKACE V RÁMCI KVALITY	31
2.4.1 Certifikace ISO 9001	31
2.4.2 Certifikace IATF 16949	33
3 RIZIKA V KVALITĚ	36
3.1 MANAGEMENT RIZIKA	36
3.2 METODY ANALÝZY RIZIK.....	38
3.2.1 Ishikawa diagram.....	39
3.2.2 FTA (Fault Tree Analysis)	40
3.2.3 ETA (Event Tree Analysis).....	41
3.2.4 Pareto analýza.....	42
3.2.5 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).....	43
4 DÍLČÍ ZÁVĚR	46
II PRAKTICKÁ ČÁST	47
5 POSTUP VÝROBY PLASTOVÉHO REGRANULÁTU A POPIS VÝROBNÍ LINKY	48
6 VÝROBNÍ LINKY NA VÝROBU REGRANULÁTU	52
6.1 VÝROBNÍ LINKY OD SPOLEČNOSTI EREMA.....	52
6.2 VÝROBNÍ LINKY OD SPOLEČNOSTI STARLINGER	53
7 ANALÝZA POČÁTEČNÍHO STAVU PŘED OPTIMALIZACÍ	55
7.1 STAV NEKVALITNÍ PRODUKCE.....	55
7.2 VÝVOJOVÝ DIAGRAM LINKY STARLINGER RECOSTAR 125.....	56
7.3 VÝROBNÍ DATA LINKY PŘED OPTIMALIZACÍ.....	59

8	ANALÝZA RIZIK NEKVALITY	64
8.1	KATEGORIZACE VÝZNAMU, VÝSKYTU A ODHALENÍ VADY A NUMERICKÉ HODNOCENÍ	64
8.2	FMEA PROCESU VÝROBY REGRANULÁTU NA LINCE STARLINGER.....	67
8.3	SHRNUTÍ NEJVĚTŠÍCH RIZIK A NÁVRHY OPATŘENÍ K JEJICH MINIMALIZACI	79
9	ZKOUŠKY (EXPERIMENTY) ZA ÚČELEM SNÍŽENÍ NEKVALITY PRODUKCE	85
9.1	ZKOUŠKA 1.....	85
9.2	ZKOUŠKA 2.....	89
9.3	ZKOUŠKA 3.....	94
10	KROKY K ZAJIŠTĚNÍ DODRŽOVÁNÍ IMPLEMENTOVANÉHO NASTAVENÍ VÝROBNÍ LINKY	102
	ZÁVĚR	105
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	108
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	112
	SEZNAM OBRÁZKŮ	114
	SEZNAM TABULEK	115

ÚVOD

S pojmy kvalita vs. nekvalita se setkáváme jak v běžném životě, tak i v profesním. V běžném životě nás kvalita ovlivňuje pozitivně, a to platí i pro segment služeb a výroby, kdežto nekvalita má opačný charakter. Velký vliv na to mají rizika, a to hlavně na vznik nekvalitní služby, produkce, dopadu na zdraví a životní úrovně.

Co se týče části profesní v segmentu výroby v rámci kvality, tak zde působí mnoho vnějších a vnitřních vlivů (rizik), které mohou ovlivnit množství nekvalitní produkce. Nelze nikdy dosáhnout, aby procento nekvality vůči celkové produkci bylo nulové. Proto jeden z hlavních cílů všech společností je nekvalitní produkci snížit na co nejnižší úroveň a tím dosáhnout dobrého jména na trhu a mnoho spokojených zákazníků a z finančního hlediska zvýšení zisku a snížení ztráty. Spokojení zákazníci přináší pro společnost více zakázek, tudíž větší vytiženost výrobních technologií a možnosti rozšíření výroby, což přináší růst volných pracovních míst, popřípadě zvýšení finančního ohodnocení pracovníků. A proto se řízení kvality stalo hlavním úkolem ve firmách vedoucí ke zvyšování konkurence schopnosti a rozvoje.

Na snižování nekvality a zvyšování kvalitní produkce se podílí každý člen firmy, který ji může zásadně ovlivnit, a to jak pozitivně, tak i negativně. Každým členem se rozumí top management, střední management, líniový management až po všechny zainteresované operátory. Důležitým bodem je i to, kolik jsou firmy ochotné investovat do zlepšování kvality. Neplatí vždy, že musí společnosti investovat vysoké částky na zlepšení kvality, ale někdy stačí i velmi nízké investice které mohou zásadním způsobem ovlivnit zvýšení kvality finálního produktu.

A proto se diplomová práce bude zabývat problematikou optimalizace výroby za účelem snižování rizik nekvality a bude složena z teoretické a praktické části. Kde v teoretické části v první kapitole bude popsána terminologie z oblasti kvality. Další část, a to druhá kapitola bude zaměřena na kvalitu a vše co s ní souvisí, jako je Total Quality Management, kde bude vysvětlen význam názvu, historie, princip managementu kvality a přínosy. Další pojem to je Lean production (štíhlá výroba), který je úzce spjat s kvalitou bude popsán v následující podkapitole, kde bude vysvětleno zaměření a aplikace, popsána historie Lean, jeho princip a uplatnění. S kvalitou souvisí i nástroje Lean production, které lze využít v praxi. Tyto nástroje jako PDCA (Plan – Do – Check – Act), Poka – Yoke, SMED (Single Minute Exchange of Die), TPM (Total Productive Maintenance), metoda 5S, Kaizen, Six Sigma

budou popsány v předposlední podkapitole kapitoly kvalita. Poslední podkapitola bude zaměřena na problematiku, která úzce souvisí s kvalitou, a to na certifikaci v rámci kvality konkrétně na certifikaci ISO 9001 a IATF 16949. Další část, a to třetí kapitola se bude věnovat oblasti rizik v rámci kvality, a to managementu rizik ISO 31000 a to, jak probíhá samotný proces a cíle managementu rizik. Rizika v kvalitě lze minimalizovat pomocí metod analýzy rizik a též je lze využít v praxi tak jak nástroje Lean production. Tyto metody jako Ishikawa diagram, FTA (Fault Tree Analysis), ETA (Event Three Analysis), Pareto analýza a FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) budou samostatně popsány v kapitole rizika v kvalitě. Poslední kapitola se zaměří na celkové shrnutí teoretické části ve formě dílčího závěru.

Praktická část diplomové práce začne popisem postupu výroby plastového regranulátu a zařízení a poté budou následovat charakteristiky společností, které se zabývají výrobou a instalací technologií, které se využívají na výrobu regranulátu. Aby bylo možné projekt realizovat musí být vypracována analýza počátečního stavu před optimalizací, které se bude věnovat samostatná kapitola. Součástí této kapitoly bude vypracování stavu nekvalitní produkce, dále vývojový diagram a na závěr výrobní data linky před optimalizací. Analýza rizik nekvality bude realizována v následující kapitole, jejíž obsahem bude vytvoření kategorizace významu, výskytu a odhalení vady dále bude provedena samostatná analýza rizik metodou FMEA. Na závěr této kapitoly bude provedeno slovní shrnutí největších rizik a návrhy opatření k jejich snížení.

Dále budou realizovány zkoušky za účelem snížení nekvality a jejich průběh bude popsán v samostatné kapitole. V poslední kapitole budou vylíčeny kroky, které povedou k zajištění dodržování implementovaného nastavení. Tato kapitola bude vypracována pouze v případě úspěšné realizace zkoušek, to je dosažení cíle.

CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Cílem práce je navrhnout optimalizaci výroby na výrobní lince Starlinger za účelem snížení rizik nekvality z důvodu vysokého procenta nekvalitní produkce vůči celkové produkci. Před vypracováním této práce činila nekvalita v průměru kolem 3 %. Aby bylo dosaženo cíle, to je pod 1 % nekvality k celkové produkci, je nutné provést analýzu počátečního stavu před optimalizací, která bude zahrnovat stav nekvalitní produkce za určitý časový úsek a dále výrobní data (nastavení parametrů) linky Starlinger před optimalizací. Dále je nutné vypracovat analýzu rizik nekvality v případě této práce metodou FMEA. Na základě zjištěných rizik je důležité navrhnout opatření k jejich snížení a do kdy mají být realizována. Po realizaci navržených opatření k minimalizaci rizik budou provedeny zkoušky, jejichž cílem bude snížit nekvalitní produkci pod 1 %. V případě úspěšných zkoušek, to je při dosažení cíle nutné, aby byly vypracovány kroky k zajištění dodržování optimálního nastavení výrobní linky po celou dobu produkce.

Hlavní cílem diplomové práce je tedy navržení nástrojů pro optimalizaci výroby (snížení nekvalitní produkce) za účelem odstranění příčin defektů a chyb nekvalitní produkce a jejich implementace. To znamená dosáhnout optimalizaci výroby tak, aby došlo ke snížení nekvality pod 1 % což povede i k finanční úspoře pro vybranou organizaci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TERMINOLOGIE V OBLASTI KVALITY

V této kapitole bude popsána terminologie jak z oblasti rizik, tak i kvality. Znalost termínů z těchto dvou oblastí je důležitá pro pochopení práce s riziky v rámci kvality. Rizika a kvalita jsou vzájemně propojené termíny, se kterými se setkáváme jak v profesním, tak i soukromém životě.

Aktivum

Jedná se o celkový majetek (včetně nehmotných nároků) jednotlivce nebo podniku bez ohledu na způsob jeho získání a financování. Jsou to půda, zařízení, stroje, dopravní prostředky, budovy, zásoby, akcie, pohledávky, patenty a peníze. (Co je Aktivum, b.r.)

Kvalita

Kvalita nebo též jakost, je souhrn vlastností a charakteristik produktů nebo služeb, které ovlivňují jejich schopnost uspokojit dané potřeby. (Bossert, 2004) Kvalita v pojetí Svozilové je definováno jako *„kvalita představuje podnikatelský motor pro zvýšení profitability podniku tím, že se soustředí na zvýšení hodnoty dodávané zákazníkům a na celkovou efektivitu procesů. Má tedy dvě roviny hodnocení:*

- *Potenciální kvalitu – tedy to, čeho lze v oblasti kvality danými prostředky dosáhnout.*
- *Skutečnou kvalitu – tedy to, čeho proces reálně dosahuje“.* (Svozilová, 2011, s. 41)

Nebezpečí

Je to *„zdroj možného ohrožení nebo škody.“* (Škrála a Škrlová, 2008, s. 18) Tímto zdrojem mohou být stroje a zařízení, materiály a technologie, pracovní činnosti, materiály, které mohou způsobit např. poranění člověka nebo dokonce poškodit zdraví či majetek. (Paleček, 2003)

Nejistota

Nejistota je *„případ, kdy je možné objektivně charakterizovat pravděpodobnost rizika a použít vybrané metody síťové analýzy, simulace apod.“* (Korecký a Trkovský, 2011, s. 29)

Neurčitost

Jde o případ, kdy *„v době rozhodování není k dispozici žádný údaj o pravděpodobnosti, většinou k tomu dochází při řešení nových, dosud neřešených situací.“* (Korecký a Trkovský, 2011, s. 29)

Organizace

Organizace je systém, který je složen z lidského činitele, procesů, informací a v neposlední řadě z technických zařízení (zejména technologie a potřebná infrastruktura). (Kruliš, 2011)

Poškození

*„Je stav objektu, popř. procesu ovlivňující jeho funkci, vzhled, životnost, udržitelnost, ovladatelnost a jiné spolehlivostní nebo jakostní charakteristiky. Poškození se stává **defektem**, jestliže je natolik závažné, že může vést ke vzniku **poruchy** a následně k **poruše**.“* (Tichý, 2006, s. 27)

Proces

„Je série logicky souvisejících činností nebo úkolů jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků.“ (Svozilová, 2011, s. 14)

Produkt

Definice produktu dle ISO 9001:2009 říká, že je *„výsledkem procesu, který zahrnuje všechny kategorie výstupů, je to tedy výrobek nebo služba.“* Ke změně definice došlo ve verzi ISO 9001:2016 která říká, že je to *„výstup organizace, který může být zhotoven **bez jakékoliv transakce** mezi organizací a zákazníkem.“* (Becková, 2018, s. 7)

Riziko

Existuje mnoho definic pro riziko. Jedna z definic dle Koreckého říká, že riziko je *„kombinace pravděpodobnosti nějaké události a jejich následků.“* (Korecký a Trkovský, 2011, s. 33) Tichý definuje riziko jako *„pravděpodobnou hodnotu ztráty vzniklé nositeli, popř. příjemci rizika realizací scénáře nebezpečí, vyjádřená v penězích nebo jiných jednotkách.“* (Tichý, 2006, s. 16)

Riziko lze vyjádřit i kvantitativně. V prvním případě se jedná o součin pravděpodobnosti a důsledku a v druhém případě je součin rozšířen o expozici a opatření. (Božek a Urban, 2008)

$$\mathbf{R = P \times D} \quad (1)$$

Nebo

$$\mathbf{R = P \times D \times E \times O} \quad (2)$$

Kde:

R – riziko,

P – pravděpodobnost vzniku,

D – důsledky,

E – expozice,

O – opatření. (Šefčík, 2009)

Služba

„Je to výstup organizace, z nichž alespoň jedna činnost se nezbytně provádí mezi organizací a zákazníkem (činnosti prováděné na zákazníkém dodaném produktu jako je např. servis, také poskytování informací apod.).“ (Becková, 2018, s. 7)

Systém

Jednoduše řečeno, systém je organizovaná sbírka dílů (nebo subsystémů), které jsou vysoce integrovány k dosažení celkového cíle. Systém má různé vstupy, procházející určitými procesy, které produkují určité výstupy, jejichž cílem je dosáhnout požadovaného cíle systému. (What Is a System?, b.r.)

Škoda

„Škoda vyjadřuje definovanou majetkovou újmu vzniklou realizací nebezpečí. Obvykle se škoda vyjadřuje penězi, ale někdy se popisuje počtem zmařených lidských životů, počtem ztracených pracovních míst, vadných nebo zničených výrobků atd.“ (Tichý, 2006, s. 21)

Událost

„Výskyt realizace jevu, popř. výskyt jednotlivých realizací několika jevů současně anebo v témže místě prostoru se označuje jako událost.“ (Tichý, 2006, s. 9)

Vada

Je nedostatek konstrukce, předmětu (např. určitého prvku) způsobený chybným návrhem, nevhodným nebo nedokonalým provedením, který může ovlivnit funkční způsobilost konstrukce, předmětu. (Definice pojmů, b.r.)

Zákazník

Zákazník je člověk nebo firma, která nakoupila výrobek-produkt nebo službu. (Zákazník (Customer), b.r.)

2 KVALITA

Je součástí každodenního života jak profesního, tak soukromého je pojem kvalita. V soukromém životě se můžeme setkat například s pojmem kvalita života, v profesním sektoru se pojem kvalita objevuje v technických i netechnických oborech (např. kvalita produktu, služby, zařízení atd.). Cílem lidí a firem je neustále pracovat na jakosti a zlepšovat ji za účelem spokojenosti všech zainteresovaných stran. Z pohledu profesního se používají postupy, techniky a metody, kterými jsou TQM (Total Quality Management – Totální management kvality) jejichž součástí je certifikace ISO 9001 norma pro systém řízení kvality (International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro standartizaci) a v automobilovém průmyslu IATF 16949 norma pro systém managementu kvality v automobilovém průmyslu (International Oversight Automotive Bureau - Mezinárodní pracovní skupiny automobilového průmyslu), štíhlá výroba neboli Lean Production, které nám pomohou zvyšovat úroveň jakosti. Využívají se k tomu nástroje kvality, mezi které patří například kontrolní tabulky, histogramy, bodové diagramy, regulační diagramy atd. Nejvyužívanější metody, techniky a postupy v rámci kvality budou popsány v následujícím textu.

2.1 Total Quality Management

Používání pojmu Total Quality Management se začalo už v 70. letech minulého století pro systémy celopodnikového řízení jakosti v japonských firmách. (Nenadál, 2002) Za nejužitečnější definici TQM lze považovat definici podle Corrigan, „*filozofie managementu, formující zákazníkem řízený a učící se podnik k tomu, aby se dosáhlo plné spokojenosti zákazníků díky neustálému zlepšování účinnosti podnikových procesů.*“ (Nenadál, 2002, s. 29) Existuje celá řada různých forem a definic TQM, nicméně společné rysy lze vyčíst z písmen jeho zkratky:

„**Total** – jde o úplné zapojení všech pracovníků organizace (zahrnutí všech činností od marketingu až po servis, od výkonných pozic po vrcholový management),

Quality – jde o vízerozměrné vnímání pojmu „kvalita“, které se dotýká nejenom výrobku či služby, ale i veškerých činností, včetně kvality celého podniku,

Management – jde o management jak z pohledu strategie, taktiky i operativy, tak z pohledu jednotlivých manažerských aktivit (plánování, motivace, vedení, kontrola atd.).“ (Váchal a Vochozka, 2013, s. 511)

Historie TQM

Tabulka 1: Historický vývoj TQM (Historie řízení kvality (History of Quality Management), b.r.)

ROK	AUTOR	DÍLO	PŘÍNOS, MYŠLENKY
Počátek 20. století	William Sealy Gosset	Věnoval se statistické kontrole kvality.	Počátky praktického využívání statistické kontroly kvality.
20. léta 20. století	Walter Andrew Shewhart	Věnoval se statistické kontrole kvality.	Kontrolní mechanismy, kontrolní graf.
30. léta 20. století	Nicolas Dreystadt	Filozofie kvality u Cadillacu.	Záchrana značky navzdory Velké depresi. Propojení kvality a marketingu.
	William Edwards Deming	Zahájil působení v Japonsku (nezávisle na Juranovi).	Stovky žáků a následovníků, přijetí myšlenek kontroly kvality.
1951	Armand Vallin Feigenbaum	„Quality Control: Principles, Practice, and Administration“	Koncept Total Quality Control (dnes <u>TQM</u>).
od roku 1954	Joseph Moses Juran	Působení v Japonsku (nezávisle na Demingovi).	Stovky žáků a následovníků, přijetí myšlenek kontroly kvality. Aplikace <u>Paretova pravidla</u> na řízení kvality.
1962	Kaoru Ishikawa	Způsoby zavádění kvality v podniku.	Koncept <u>kroužků kvality</u> .
1982	Kaoru Ishikawa	Techniky analýzy problémů.	<u>Ishikawa diagram</u>
80. léta 20. století	Noriaki Kano	Výzkum spokojenosti zákazníků a jejich vnímání kvality	<u>Kano model</u>

Princip managementu kvality

Princip managementu kvality, spočívá v tom, že staví víceméně na shodných principech jak v systémovém, tak nesystémovém pojetí. Jedná se o zásady, na kterých se víceméně shodují všichni odborníci a k nimž se v celém světě dospělo na základě mnohaletých zkušeností. Nenaďal uvádí 8 základních principů, které jsou shodné se zásadami normy ISO 9000:

1. „Zaměření na zákazníka;
2. Vedení a řízení zaměstnanců;
3. Zapojení zaměstnanců;
4. Procesní přístup;
5. Systémový přístup k managementu;
6. Neustálé zlepšování;
7. Přístup k rozhodování zakládající se na faktech;
8. *Vzájemně prospěšné dodavatelské vztahy.* (Nenaďal, 2004, s. 46)

Základem budování TQM je od samého začátku kvalita. Kvalita stejně jako odpovědnost se týká každého v organizaci. Organizace pracující s TQM vycházejí z předpokladu, že každá služba nebo produkt mohou být zlepšovány. Tyto zlepšení vedou obvykle ke snižování nákladů, k lepším výkonům a vyšší spolehlivost. Aby organizace dosahovala zvyšující se kvalitu tak Deming doporučil, aby se organizace řídila těmito 14 pravidly:

1. *Stálost účelu – vytvořte, aby účel byl stálý proto aby neustále docházelo ke zlepšování produktu a služby.*
 2. *Nová filozofie - osvojte si novou filozofii (vytvořeno v Japonsku).*
 3. *Přestaňte být závislý pouze na kontrole-eliminujte potřebu hromadné kontroly jako způsobu, jak dosáhnout kvality. Jakost je nutné integrovat od samého začátku produktu*
 4. *Ukončete smlouvy „s nejnižší nabídkou“ – ukončete zadávání zakázek pouze na základě ceny.*
 5. *Vylepšujte každý proces - neustále vylepšujte každý proces plánování, výroby a servisu a díky těmto procesům snižujte náklady.*
 6. *Zaveďte moderní metody školení v zaměstnání.*
 7. *Přizpůsobte a zaveďte řízení s cílem pomoc lidem a zvýšit spolehlivost strojů, aby se zvyšovala produkce a kvalita produktu.*
 8. *Podporujte efektivní oboustrannou komunikaci, kterou zlepšíte a zefektivníte komunikaci napříč celou organizací.*
 9. *Odstraňte bariéry mezi odděleními a zaměstnanci.*
 10. *Eliminujte používání sankcí.*
 11. *Zrušte výkonnostní normy a nahraďte je motivačními prvky podpory a vedení lidí.*
 12. *Zrušte překážky, které operátorům, technikům i manažerům znemožňují ukázat své zručnosti a zkušenosti.*
 13. *Zaveďte propracovaný vzdělávací program a podporujte sebezdokonalování každého zaměstnance.*
 14. *Jasně definujte povinnosti vrcholového vedení neustále zlepšovat kvalitu a produktivitu.*
- (Dahlgaard Jens J, 2002)

Přínosy TQM

Nenadál a kolektiv uvádí, pokud má podnik úspěšně zavedený systém TQM, tak vykazuje přínosy u všech zainteresovaných stran což jsou zákazníci, vlastníci/vrcholové vedení, zaměstnanci, dodavatelé a společnost. A mezi tyto přínosy patří:

1. „Zákazníci

- *zlepšená včasnost dodávek,*
- *zvýšená důvěra v dodavatele,*
- *snížení nákladů na životní cyklus,*
- *snížení objemu stížností a reklamací apod.*

2. Vlastníci/vrcholové vedení organizace

- *vyšší spokojenost s dosahovanou výkonností organizace,*
- *lepší perspektivy na trzích,*
- *jasné vymezení pravomocí a odpovědností,*
- *vyšší transparentnost systému managementu apod.*

3. Zaměstnanci

- *zlepšené pracovní prostředí,*
- *jasné vymezení odpovědností a pravomocí,*
- *vyšší sociální jistoty a rozsáhlejší sociální programy,*
- *zlepšená úroveň interní komunikace,*
- *zlepšení v procesech řízení lidských zdrojů apod.*

4. Dodavatelé

- *zlepšená komunikace o požadavcích odběratelů,*
- *dlouhodobé partnerské vztahy s odběrateli,*
- *sdílení nejlepší praxe v oblasti managementu jakosti apod.*

5. Společnost

- *zlepšená výkonnost organizací (tj. vyšší objem odvedených daní),*
- *snížování nezaměstnanosti,*

- *respektování legislativních požadavků,*
- *snazší orientace při výběrových řízeních apod.*“ (Nenadál, 2008, s. 21)

V roce 1988 byla založena nezisková organizace s názvem EFQM (European Foundation for Quality Management – Evropská nadace pro řízení kvality) jejíž cílem bylo šířit a prosazovat principy TQM. Základem je tzv. Model excelence EFQM, který je určitou formou návodu pro organizace, které chtějí dosahovat vynikajících výsledků. Model patří v současnosti mezi jeden z nejpropracovanějších moderních přístupů k měření výkonnosti podniku vycházející z principu trvalého zlepšování výkonnosti organizací. (Kruliš, 2011)

2.2 Lean production

Lean production neboli štíhlá výroba je přístup k řízení, který se zaměřuje na snižování odpadu při zajištění kvality. Tento přístup lze aplikovat na všechny aspekty podnikání – od designu, přes výrobu až po distribuci. (Myerson, 2012) Toto je jedna z definic štíhlé výroby, ale existuje celá řada, mezi další patří definice dle Womacka a Jonese. „*Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jež mají sloužit zákazníkům procesu.*“ (Svozilová, 2011, s. 32)



Obrázek 1: Model pilířů štíhlé výroby
(Metody a nástroje, b.r.)

Historie metodologie Lean

S kořeny štíhlé výroby (Obrázek 1) se můžeme setkat již v poměrně dávných dobách moderního managementu. Již v období rané masové výroby kolem roku 1910 průmyslník Henry Ford prosazoval průlomové teorie Franka Gilbretha, Fredericka Taylora a dalších. Mezi nejznámější představitele patří Henry Gantt (tvůrce Ganttova diagramu). Další známá osobnost Lean byl Fordův pokračovatel manažer výrobní linky ve společnosti Toyota, Taiichi Ohno. V polovině 20. století byla společnost Toyota na pokraji úpadku. Aby zabránil úpadku, tak ve spolupráci se svým kolegou Shigeo Shingem představil techniku rychlé představy SMED (Single Minute Exchange of Die). Dalším myslitelem v oblasti procesního managementu, který přinesl světu termín štíhlé výroby byl James Womack. Měl vzdělání v oblasti politických věd a zabýval se srovnávací studií systémů řízení průmyslu ve Spojených státech. Publikoval od devadesátých let minulého století. (Svozilová, 2011)

Princip štíhlé výroby

Princip štíhlé výroby je podle firmy BPS (Bosch Production System) založen na osmi všeobecně platných principech:

1. **Celkový proces (procesní řízení)** – základní podstatou je vytváření, řízení a zlepšování procesů jako celku. Jde o optimalizaci celého procesu, nikoliv jednotlivých procesů, což vede k celkovému a systematickému zlepšení.
2. **Standardizace** – představuje tvorbu standardů (norem) na každém výrobním pracovišti a ve všech oddělení napříč celou firmou (v logistice, výrobě, údržbě, nákupu atd. Hlavním přínosem je jednotnost, přehlednost, sdílení know-how atd. Standardy je důležité neustále vylepšovat a rozvíjet.
3. **Flexibilita** – představuje rychlé a jednoduché přizpůsobení se aktuálním požadavkům zákazníka. Vztahuje se také na zařízení, stroje a organizaci práce. Důležitým požadavkem je možnost pružně zapojit pracovníky do kteréhokoliv výrobního procesu ve firmě a přizpůsobit výrobní stroje a zařízení tak, aby byla rychle přestavitelná a spolehlivá. Aplikace tohoto principu je velmi náročná organizačně, časově i finančně.
4. **Princip tahu** – hlavním úkolem je produkovat pouze dle požadavků zákazníka, tedy vyhovující výrobek ve správný čas a v přesném množství. Produkce je spuštěna jen tehdy, když existuje skutečná poptávka od zákazníka ať interního nebo externího. Zavedení tohoto principu vede k jednoduššímu řízení výroby, plánování, snížení stavu zásob a eliminaci případů kdy na výrobní lince chybí materiál.

5. **Vyvarování se chyb** – pomocí preventivních opatření se docílí zvýšení stability procesů. Hlavním kritériem je bezporuchovost. Pouze stabilními procesy se dá docílit stabilních a snížených výrobních časů ve výrobě.
6. **Transparentnost** - cílem je, aby byly procesy na první pohled jasné a aby bylo jakékoliv odchýlení od standardu ihned viditelné. Transparentnost zde znamená, že každý zaměstnanec (pracovník) zná své úkoly a cíle, což vede k jasnému přidělení odpovědností a kompetencí na procesní úrovni.
7. **Osobní zodpovědnost** – správná implementace štíhlé výroby je závislá na každém pracovníkovi společnosti. Proto mezi nejsložitější a nejobtížnější problém při zavádění štíhlé výroby představuje správná komunikace se všemi zaměstnanci firmy a jejich akceptace implementace Lean production. Každý zaměstnanec musí být motivován a znát přesně své úkoly, aby se aktivně spolupodílel na procesu zavádění štíhlé výroby v podniku. U principu osobní zodpovědnosti jde o to, že každému pracovníkovi jsou jasně přiděleny odpovědnosti a kompetence na procesní úrovni.
8. **Neustálé zlepšování** – základem je neustálé zlepšování jakéhokoliv procesu ve firmě v postupných malých krocích a za účasti všech pracovníků. (Váchal a Vochozka, 2013)



Obrázek 2: Principy, nástroje a cíle štíhlé výroby
(Váchal a Vochozka, 2013, s. 469)

Uplatnění štíhlé výroby

Každý podnik se chce stát nejlepším ve své oboru podnikání a k tomu má pomoci implementace principů Lean production (Obrázek 2). Metodologie štíhlé výroby se používá tam, kde chceme dosáhnout zvýšení výkonnosti procesu a snížení operačních nákladů dále zjednodušit procesy, kde je potřeba zkrátit dobu mezi vstupem výrobku do procesu a jeho výstupem (do dalších interních procesů nebo zákazníkovi procesu) atd.

Dle Svozilové se z praktického hlediska Lean uplatňuje hlavně tam, kde:

- *„Příznivé tržní podmínky žádají vyšší výkonnost procesů nebo zkrácení objednávkových cyklů,*
- *Konkurenční síly vykazují vysokou agresivitu zejména v oblasti ceny a kvality služeb,*
- *Zákazníci požadují nižší ceny,*
- *Organizace usiluje o snížení skladových zásob,*
- *Vlastníci vyvíjejí tlak na vyšší návratnost kapitálu,*
- *Organizace vidí cestu ke zvýšení tržního potenciálu prostřednictvím zlepšené kvality.“ (Svozilová, 2011, s. 34)*

Cílem implementace štíhlé výroby je spokojenost zákazníka, zlepšení důležitých ukazatelů podniku, posílení konkurenceschopnosti na trhu a optimalizace nákladů, dodávek a v neposlední řadě kvality. Toho lze dosáhnout pomocí nástrojů a principů Lean production. Některé z nástrojů budou popsány v následující kapitole.

2.3 Nástroje Lean production

Pomocí zavedení nástrojů Lean production se dosáhne maximálního efektu, pro to, aby byla firma úspěšná. Tyto nástroje budou popsány v této kapitole.

2.3.1 Kaizen

Dle Masaakiho Imai, zakladatele Kaizen Institutu znamená KAIZEN zlepšení. Jedná se o zlepšování osobního života, domácího života, sociálního života a pracovního života. Při aplikaci na pracoviště znamená KAIZEN neustálé zlepšování zahrnující všechny manažery i pracovníky. Slovo KAIZEN (Obrázek 3) se skládá ze dvou slov, kterými jsou **kai** - změna a **zen** - dobrý, lepší. (What is KAIZEN, b.r.)



Obrázek 3: Rozbor japonského slova Kaizen
(Kaizen pro život?, b.r.)

Kaizen filozofie:

1. „Zakládat Kaizen tým - stanovit cíle a organizovat týmovou Kaizen práci.
2. Jít na Gemba (japonský výraz pro reálné prostředí z oblasti řízení kvality) – změna pracovního prostředí vede ke změně návyků a hodnot.
3. Kontrolovat Gembutsu (tento princip se někdy označuje jako „jdi a podívej se.“) – lidé, stroje, materiál, metody.
4. Hledat – 3M: Muda – plýtvání, Mura – variabilita, Muri – obtížnost.
5. Dělat Kaizen – vytvořte „Tah“ a protiopatřením 3M.“ (Bauer, 2012, s. 29)

Přínosy Kaizenu

Při zavedení kaizen jsou přínosy hlavně v:

- Schopnost rychleji a pružněji reagovat na požadavky trhu,
- zkrácení periody pro dosažení bodu zvratu,
- zvýšení produktivity práce bez dodatečných investic o 30 – 50%,
- zdokonalení motivace zaměstnanců ke kvalitnější práci
- zvýšení konkurence na trhu. (Košturiak, 2010)

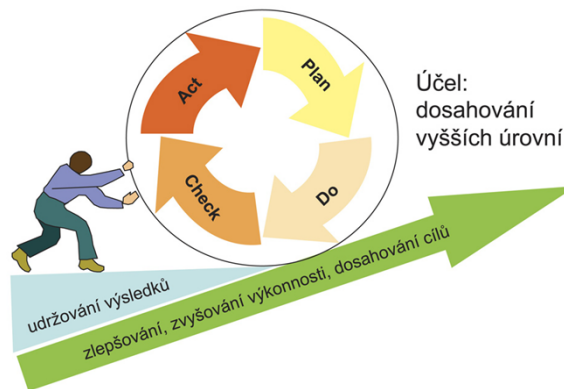
2.3.2 PDCA (Plan-Do-Check-Act)

PDCA cyklus (Plan-Do-Check-Act v českém překladu plánuj-dělej-kontroluj-jednej) je metoda stálého koloběhu aktivit, které mohou zaměstnanci využívat při odstraňování problémů v každodenní práci. Cyklus PDCA (Obrázek 4) původně vytvořil Walter Shewhart

v roce 1930. Následně PDCA pro zlepšování kvality využil a rozpracoval Edwards Deming. PDCA cyklus se využívá především pro zlepšování výrobních aktivit a efektivní řešení procesů a systému. (Kvalita | procesní řízení, b.r.)

Zlepšování probíhá formou opakovaného provádění čtyř základních činností:

1. **Plan** (plánuj) – naplánování zlepšení kterého chceme dosáhnout (záměr),
2. **do** (dělej) – uskutečnění plánu,
3. **check** (kontroluj) – ověření výsledku realizace oproti původnímu záměru,
4. **act** (jednej) – úpravy záměru i vlastního provedení na základě ověření a plošná implementace zlepšení do praxe. (Demingův cyklus PDCA, b.r.)



Obrázek 4: Demingův cyklus PDCA
(Kvalita, b.r.)

2.3.3 POKA – YOKE

Poka-Yoke jedná se o japonské slovo a v překladu znamená zabezpečení proti chybě, je systém, který snižuje možnost lidského omylu na nulu. (Poka-yoke, b.r.)

Princip Poka-Yoke pomáhá zamezit zbytečným chybám. Poka-Yoke může být elektrické nebo mechanické výrobní zařízení, přípravek nebo mechanismus, díky kterému nelze vyrobit špatný produkt. Zařízení elektronicky nebo mechanicky zabraňuje například aby nedošlo k záměně součástí, nebo k chybné montáži nějaké prvku. Přípravek tedy zabrání pracovníkovi dál pokračovat v montáži výrobku, dokud něco chybí nebo není správně namontováno. (Poka Yoke, b.r.)

Základní funkce Poka-Yoke

Vada existuje v jednom ze dvou stavů: buď by mohla nastat, nebo již nastala.

Poka-Yoke má základní funkce:

1. Vypnutí.
2. Kontrola.
3. Varování.

Predikce (před provedením operace) – vada by mohla nastat:

1. Vypnutí – při zjištění vady není výrobní operace spuštěna.
2. Kontrola – nemožnost provedení jakékoli chyby.
3. Varování – signalizace odchylky od normálního stavu.

Detekce (po provedení operace) – vada již nastala:

1. Vypnutí – při zjištění vady je okamžitě zastavena operace.
2. Kontrola – vadné dílce nemohou pokračovat k následující operaci.
3. Varování – signalizace, že došlo k vadě. (Jednotlivé metody a nástroje, b.r.)

Bez toho, aby si lidé uvědomovali princip Poka-Yoke, setkávají se s ním v každodenním reálném životě. Například jak je vidět na obrázku 5 při připojování elektronického zařízení kde, aby nedošlo k chybě tak jsou zdířky i koncovky barevně odlišeny.



Obrázek 5: Příklad Poka-Yoke (vlastní zpracování)

2.3.4 TPM (Total Productive Maintenance)

TPM (Totálně Produktivní Údržba) je soubor postupů a nástrojů, které rozhodně nejsou vymezené jen pro oddělení údržby, jak by název mohl napovídat. TPM se svým způsobem dotýká každého zaměstnance společnosti a je součástí firemní kultury. Filosofii TPM je změnou prostředí změnit myšlení a přístup lidí. (TPM (Totálně produktivní údržba), b.r.)

Základní pilíře TPM

Koncept TPM se skládá z 5 základních pilířů. Každý z těchto pěti pilířů slouží k splnění jednotlivých cílů a je sestaven z jasně definovaných postupů. Aby bylo možné dosáhnout základních cílů TPM, musí být uskutečněny všechny tyto programy.

- Program zvyšování celkové efektivnosti zařízení,
- program autonomní údržby,
- program plánované údržby,
- program tréninku a vzdělávání,
- program plánování nových strojů a dílů. (Boledovič, 2010)

V rámci TPM zavedla štíhlá výroba pojem „autonomní údržba“. „*Jedná se o část metody TPM, která vede obsluhu k větší péči o stroj, v podstatě „jako by byl jeho vlastní“.* Zapojení obsluhy do starostlivosti o stroj je jednou z priorit této aktivity. V první fázi je to jednoduchá údržba – čištění a mazání strojů, zakončené standardizací a vizualizací. Ve druhé fázi pak pokročilá údržba formou jednodušších oprav, které požaduje hlubší znalost o zařízení. Všechny tyto aktivity provádí sama obsluha stroje.“ (Bauer, 2012, s. 63)

2.3.5 SMED (Single Minute Exchange of Die)

SMED je nástrojem Lean a součástí programu TPM, který se používá ke zkrácení doby potřebné z přechodu jednoho procesu do procesu druhého. Kromě zkrácení doby cyklu v procesu může SMED pomoci snížit náklady a zvýšit flexibilitu procesu. (Single Minute Exchange of Die (SMED) Definition and Example, b.r.)

„Význam počátečních slov:

Single – jednoduchá, rozumí jednomístnou číslovku

Minute – minuta

Exchange of – výměny

Dies – nástrojů“ (Bauer, 2012, s. 79)

„Základní postup při redukci přestavovacích časů:

- 1. Analýza stávajících kroků.*
- 2. Rozdělení časů na externí (stroj musí zastavit) a interní (přípravné a dokončovací).*
- 3. Radikální snížení interních časů – opatření technická i organizační, převedení části interních časů do externích.*
- 4. Redukce – zkrácení externích časů.*
- 5. Standardizace a trénink nových postupů.“ (Bauer, 2012, s. 78)*

Cílem tohoto nástroje je zkrátit čas každé změny na zařízení o 50 %. (Brau, 2016)

2.3.6 Metoda 5S

5S (Obrázek 6) je systém pro organizaci prostorů, takže lze práci provádět efektivně a bezpečně. Tento systém se zaměřuje na to, aby vše bylo tam, kam patří a udržovala se čistota na pracovišti, což lidem usnadňuje práci bez ztráty času a rizika úrazu. (What is 5S?, b.r.)

„5S“ vychází z japonských slov kterými jsou:

Seiri = vytrídít, odstranit nepotřebné (úklid)

Seiton = uspořádat (systematizovat).

Seiso = uklízet, čistit.

Seiketsu = standardizovat.

Shitsuke = vyžadovat disciplínu, audit. (Svět produktivity, b.r.)



Obrázek 6: Model 5S (Svět produktivity, b.r.)

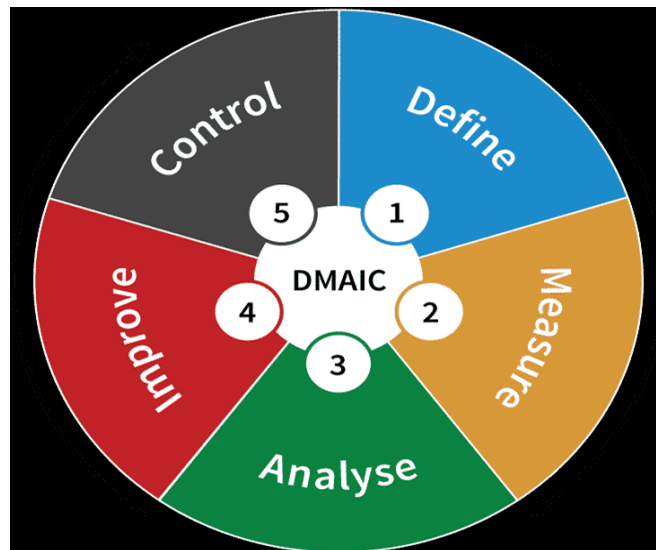
1. **Seiri** (vytřídit, odstranit nepotřebné) – odstranění všech nástrojů, úkonů nebo jiných součástí, které nejsou důležité. Prioritizace podle úrovně potřeby nebo přínosů.
2. **Seiton** (uspořádat, systematizovat) – vše potřebné pro proces má určené a označené místo. Všechny potřeby pro proces jsou umístěny tak, aby byly snadno dostupné a v pořadí, což zajistí efektivitu a plynulost pracovního výkonu.
3. **Seiso** (uklízet, čistit) – pracovní prostory musí být udržovány a organizovány v čistotě a pořádku tak, aby byly stejně jednoduše a snadno přístupné a v pořádku, jenž byly vytvořeny předchozími dvěma kroky.
4. **Seiketsu** (standardizovat) – pracovní postupy by měly být standardizovány a sladěny tak, aby byla zabezpečena opakovatelnost jednotlivých úkonů. To znamená, že když více pracovníků vykonává stejný úkon na několika strojích nebo pracovních stanicích, tak tuto činnost by měli vykonávat všichni stejně.
5. **Shitsuke** (vyžadovat disciplínu, audity) – průběžná kontrola dodržování pracovních návodů, postupů a pravidel stanovených v předchozích čtyřech krocích, aby se proces nedostal zpět do starých kolejí. (Svozilová, 2011)

2.3.7 Six Sigma

Existuje mnoho definic na metodu Six Sigma, jedna z definic Pandeho říká, že: „*metoda Six Sigma je úplný a flexibilní systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu. Six Sigma je zejména založena na porozumění potřeb a očekávání zákazníků, disciplinovaném používání faktů, dat a statistické analýzy a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových obchodních, výrobních a obslužných procesů.*“ (Pande, Neuman a Cavanagh, 2002, s. 9)

Model DMAIC (Define Measure Analyse Improve Control)

Jedním z charakteristických přístupů Six Sigma je model DMAIC (Obrázek 7). Model DMAIC odkazuje na pět vzájemně propojených fází (definování, měření, analýza, zlepšení a kontrola), které organizacím systematicky pomáhají řešit problémy a zlepšovat jejich procesy. (Tetteh a Chapman, 2018)



Obrázek 7: Model DMAIC

(When should DMAIC be your go-to problem-solving tool?, b.r.)

1. **Fáze definovat** - v rámci procesu DMAIC zahrnuje identifikaci, hodnocení a výběr projektů pro zlepšení, jakožto i výběr týmů.
2. **Fáze měření** - zahrnuje sběr dat vybraného problému, identifikaci klíčových požadavků zákazníků a určení klíčových charakteristik projektu a procesu.
3. **Fáze analýza** - se zaměřuje na analýzu dat a stanovení a potvrzení nejdůležitějších determinantů výkonu.
4. **Fáze vylepšení** - se zaměřuje na navrhování a provádění experimentů za účelem vytváření vztahů příčin a následků a také na optimalizaci procesu.
5. **Fáze řízení** - zahrnuje návrh řízení prvků, vylepšení a implementaci a monitorování těchto vylepšení. (Tetteh a Chapman, 2018)

Cíl metody Six Sigma

Cílem metodologie Six Sigma je snížit variabilitu vlastností výstupů procesu a snížení chybovosti. Další použití se zaměřuje na minimalizaci obecných příčin vzniku závad, snížení operačních nákladů, zvýšení kvality výstupů procesu, zvýšení výkonnosti procesu a na eliminaci závad způsobených jinými než běžnými vlivy. (Svozilová, 2011)

2.4 Certifikace v rámci kvality

Certifikace kvality je obecný pojem, který se používá pro dvě hlavní věci: certifikaci znalostí jednotlivců a certifikaci systému řízení kvality společnosti. V této kapitole budou popsány certifikace v rámci norem kvality, a to ISO 9001:2016 a IATF 16949:2016.

2.4.1 Certifikace ISO 9001

Mezinárodně platná norma ISO 9001 byla vytvořena Mezinárodní Organizací pro standardizaci a specifikuje požadavky na systém managementu kvality v organizacích, které chtějí a potřebují prokázat svou schopnost trvale poskytovat produkty v souladu s příslušnými předpisy a požadavky zákazníků, a které usilují o zvyšování spokojnosti zákazníka. Základní požadavek normy ISO 9001 je zavést, zdokumentovat, uplatňovat a udržovat systém managementu kvality a neustále ho zlepšovat. Po provedení auditu vydává nezávislý akreditovaný certifikační orgán certifikát, které zaručuje, že systém řízení kvality je zaveden, dokumentován a používán v souladu s požadavky normy ISO 9001. (Certifikácia systému manažerstva kvality podľa normy ISO 9001, b.r.)

Historie ISO 9001

ISO poprvé vydalo normu ISO 9001 v roce 1987 a později byla vydána aktualizovaná verze v roce 1994. Ve snaze reagovat na měnící se potřeby svých uživatelům ISO znovu aktualizovalo svůj standard v letech 2000, 2008 a 2015. (A Brief History of ISO 9001, b.r.) Nejnovější verze je z roku 2016, kdy došlo k revizi a je známá jako ISO 9001: 2016. *„Tato revize má nové požadavky, kterými jsou kontext organizace, přístup na základě rizik a příležitostí. Do revize normy přibyl zejména:*

- *Požadavek na posouzení kontextu,*
- *požadavek na řízení rizik,*
- *požadavek posoudit příležitosti,*
- *kontrola externě poskytovaných produktů a služeb,*
- *norma se zaměřuje více na podnikatelský záměr.*

Požadavky které „zmizely“:

- *Není konkrétně zmiňována možnost „vyloučení“ z rozsahu aplikovatelnosti (ale je požadováno určení rozsahu (hranic) a aplikovatelnosti systému managementu kvality),*
- *není samostatně požadována Příručka kvality,*
- *nepožadují se dokumentované postupy (ale vyžadují se dokumentované informace),*
- *nejsou samostatně uváděna preventivní opatření (nahrazeno požadavkem na řízení rizik).*

Co zůstalo beze změny:

- *Stále se jedná o standard zaměřený především na zvýšení spokojenosti zákazníka,*
- *nezměnil se procesní přístup s využitím metodiky PDCA,*
- *nezměnil se předmět normy,*
- *stále se jedná o generickou normu, ze které jsou odvozovány sektorové normy (např. AS 9100, IATF 16949). Zvláštní požadavky odvětví budou stále obsahovat normy navazující a např. také ISO 14001, ISO 45001, ISO 27001 a řada dalších.“ (Becková, 2018, s. 36)*

Zásady ISO 9001

Pro udržování a zlepšování kvality je důležité její řízení. Řízení kvality má zásady, které jsou téměř totožné s formulací autora Nenadála z roku 2004, liší se pouze v tom, že přibyla jedna zásada o to myšlení vycházející z rizik. (ISO 9001 - certifikace - systém managementu kvality, b.r.)

Přínosy certifikace

Certifikace ISO 9001 pomáhá společnostem zlepšovat a zajistit výkon a dokázat vysokou úroveň kvality služeb při nabídkových řízeních. Po úspěšně provedeném auditu podle normy ISO 9001 následuje certifikace, která má pro organizace tyto přínosy:

- *Díky poskytování vysoce kvalitní produkce možnost získat nové zákazníky,*
- *zavedení pravidel a pořádku do všech aktivit uvnitř firmy,*
- *stabilizace dosahované kvalitní úrovně v sortimentu služeb a výrobků,*

- zvýšení důvěryhodnosti firmy v očích zákazníků a ostatních obchodních partnerů,
- zapojení vedení organizace a její porozumění okolnímu podnikatelskému prostředí,
- možnost následné zpětné kontroly plnění stanovených pravidel v systému kvality. (ISO 9001, b.r.)

2.4.2 Certifikace IATF 16949

IATF 16949 je celosvětový standard systému managementu kvality pro automobilový průmysl. IATF 16949:2016 zahrnuje strukturu a požadavky standardu systému managementu kvality ISO 9001:2015 s dalšími specifickými požadavky zákazníků automobilového průmyslu. Tuto normu není možné považovat za samostatnou normu systému managementu kvality, ale je potřebné ji chápat jako dodatek k ISO 9001:2015 a spolu s touto normou ji používat. (What is IATF 16949?, b.r.)

Historie IATF 16949

Mezinárodní pracovní skupiny společností IATF ve spolupráci s technickou komisí ISO vytvořily tuto normu v roce 1999 pro odvětví automobilového průmyslu. Předchůdcem novodobé normy IATF 16949 byla norma ISO/TS 16949. V říjnu 2016 vyšla nová revize automobiliv standardu IATF 16949:2016, která nahradila stávající ISO/TS 16949:2009. (Přechod na IATF 16949, b.r.) IATF 16949:2016 je přizpůsobena požadavkům ISO 9001:2015. TS 16949:2016 je standardem vedeným výhradně IATF. Není to samostatný standard řízení kvality, ale funguje jako doplněk ve spojení s ISO 9001: 2015. (Aktualizace ISO/TS 16949, b.r.)

Změnou proti aktuální verzi je, že v dokumentu IATF 16949:2016 nejsou uvedené základní požadavky ISO 9001:2015, tak jako je to v aktuální verzi. Norma posiluje důležitost systematického řízení nestandardních situací a zdůrazňuje použití nástrojů managementu (např. FMEA a řídicí plány). Kromě výraznějších změn, které sebou přinesla samotná ISO 9001:2015, se v normě IATF 16949 objevují i další doplňující změny. Jsou to například následující změny:

- Bezpečnost produktu,
- společenská zodpovědnost,
- preventivní opatření,
- kompetentnost interních auditorů,

- příručka kvality,
- produkty se zabudovaným softwarem,
- proces výběru dodavatelů a rozvoj jejich systému managementu kvality,
- dočasná změna způsobů řízení procesu,
- likvidace neshodného produktu,
- interní audit,
- systém managementu záruk. (Revízia normy IATF 16949:2016, b.r.)

Uplatnění standardu

Tento mezinárodní standard je použit v automobilním průmyslu v organizacích realizujících výrobu, návrh a vývoj a případně instalace, montáž a zpracování produktů pro automobilní průmysl. Tato technická specifikace je vhodná pro výrobní místa organizace kde se vyrábějí zákazníkem specifikované díly pro sériovou výrobu a náhradní díly.

Certifikovat QMS (Quality Management System - Systém řízení kvality) dle IATF 16949 lze pro následující produkty:

- Osobní vozidla,
- motocykly,
- autobusy,
- lehká užitková vozidla,
- nákladní vozidla.

Certifikovat QMS dle IATF 16949 nelze pro následující produkty:

- Zemědělská vozidla,
- vozidla mimo silniční provoz (lesnická, důlní, stavební atd.)
- průmyslová vozidla,
- aftermarket díly (náhradní díly neschválené OEM (Original Equipment Manufacturer) pro použití). (IATF 16949 (dříve ISO/TS 16949), b.r.)

Přínosy certifikace

Zavedení mezinárodních a konzistentních požadavků na systém řízení kvality má pro organizaci tyto přínosy:

- Zvýšená důvěra v kvalitu produktů v celém dodavatelském řetězci,
- zaměření na provozní výkonnost a spokojenost zákazníka, správné nasměrování na prioritní očekávání zákazníka,
- zdůraznění prevence chyb a aplikace nástrojů vedoucích k prevenci chyb,
- proces průběžného zlepšování, hodnocení rizik a příležitostí. (Certifikace podle IATF 16949, b.r.)

Jak bylo uvedeno výše, tak revize ISO 9001:2016 i IATF 16949:2016 se nově zaměřuje na rizika. Proto budou v následující kapitole popsány rizika v rámci kvality, tj. management rizik a metody které slouží k jejich analýze.

3 RIZIKA V KVALITĚ

Tisíce podniků fungují v rámci TQM a Lean production a mají certifikace na ISO 9001 a IATF 16949 jejichž nedílnou důležitou součástí jsou rizika. Proto je důležité, aby tyto firmy rizika identifikovala, analyzovala a ošetřovala a tím je minimalizovala na co nejnižší úroveň. Neidentifikovaná rizika mohou představovat velký problém ve všech procesech organizace, a to i v rámci kvality. Můžou vést k produkci nekvalitních výrobků, služeb atd. a tím ke ztrátě důvěry odběratelů a zhoršení postavení na trhu.

3.1 Management rizika

Definice managementu rizika dle Tichého říká, že „*management rizika je prostorově a časově závislým systematickým iterativním procesem obsahujícím kromě činností souvisejících s analýzou rizik také a zejména rozhodování o riziku se všemi jeho atributy. Zásadou managementu rizik musí být především proaktivní ovládnání možných ztrát, směřující k omezení četnosti realizací nebezpečí a zmenšení jejich závažnosti.*“ (Tichý, 2006, s. 209)

Management rizik ISO 31000

Je norma, která se obecně zaměřuje na proces managementu rizik, který je uveden na obrázku 8. ISO 31000 byla poprvé zveřejněna jako norma dne 13. listopadu 2009, jakožto ISO 31000:2009. Proces první revize byl zahájen dne 13. května 2015 a výsledky byly zveřejněny 17. února 2017. Poslední aktualizace byla začátkem roku 2018 jakožto ISO 31000:2018. (ISO 31000:2018(en) Risk management — Guidelines, b.r.)



Obrázek 8: Proces managementu rizik

(ISO 31000:2018(en) Risk management — Guidelines, b.r.)

Proces managementu rizik

1. **Stanovení kontextu** – „organizace vyjadřuje své cíle a určuje vnější a vnitřní parametry, které mají být zohledněny při managementu rizik, a stanovuje rozsah a kritéria rizik pro zbývající proces.“ (Korecký a Trkovský, 2011, s. 82)
2. **Posouzení rizik** – tato fáze se dělí na subfáze, kterými jsou:
 - a) **Identifikace rizik** – je nutné „identifikovat zdroje rizik, oblasti dopadů, události (včetně změn v okolnostech) a jejich příčiny a jejich potenciální následky.“ (ČSN ISO 31000 (01 0351) Management rizik - Principy a směrnice, 2010)
 - b) **Analýza rizik** – je potřebné porozumět riziku, analyzovat příčiny a zdroje rizika, pozitivní i negativní důsledky rizik a možnosti pravděpodobnosti nebo výskytu, za nichž se mohou tyto důsledky vyskytnout. (Korecký a Trkovský, 2011)
 - c) **Hodnocení rizik** – v této subfázi dochází k porovnání úrovní rizik, která byla zjištěna analýzou s předem určenými kritérii rizik. Výsledkem je rozhodnutí, která rizika „je možné přijmout a která je potřeba dále ošetřit. Může dojít k rozhodnutí potřeby další analýzy. (Korecký a Trkovský, 2011)
3. **Ošetření rizik** – „je nutné posoudit možnosti ošetření rizik, které jsou k dispozici, a vybrat ty nejvhodnější. Při tom je třeba přihlídnout k důsledkům rizik a také k přijatelnosti vybraného postupu ošetření rizik pro všechny zainteresované, neboť důsledky i způsoby ošetření rizik mohou být různými stranami vnímány odlišně.“ (Korecký a Trkovský, 2011, s. 83)
4. **Komunikace a konzultace** – tato aktivita probíhá po celou dobu procesu managementu rizik mezi všemi zainteresovanými stranami. (Korecký a Trkovský, 2011) Kde zainteresovaná strana je „osoba nebo organizace, která může mít vliv na rozhodnutí nebo činnost, může být jimi ovlivňována nebo se může vnímat, že je rozhodnutím nebo činností ovlivňována.“ (ČSN ISO 31000 (01 0351) Management rizik - Principy a směrnice, 2010)
5. **Monitorování a přezkoumávání** – „může být periodická nebo prováděná v případě potřeby. Má zajistit, aby ošetření rizik bylo provedeno efektivně, byla vyhodnocena případná nová nebo vyvolaná rizika, aby se reagovalo na změny a v neposlední řadě aby se zkušenosti získané při tomto procesu analyzovaly.“ (Korecký a Trkovský, 2011, s. 83)

6. **Záznamy a hlášení** – jedná se o novou fázi procesu managementu rizik. Proces řízení rizik a jeho výsledky by měly být zdokumentovány a vykazovány prostřednictvím vhodných mechanismů. Tato fáze se zaměřuje především na:

- Komunikaci činností a výsledků řízení rizik v celé organizaci,
- poskytování informací pro rozhodování,
- podávání zpráv, které jsou nedílnou součástí správy a řízení organizace a měla by zvyšovat kvalitu dialogu se zúčastněnými stranami a podporovat vrcholový management při plnění jejich povinností. (ISO 31000:2018(en) Risk management — Guidelines, b.r.)

Cíle managementu rizik

„Cíle managementu rizik by měly vycházet ze strategií a politik organizace. Měly by proto respektovat:

- *Strategické přístupy zahrnutí rizik do podmínek organizace,*
- *propojování strategií a politik,*
- *včasně rozpoznání rizika,*
- *optimalizace kroků práce s rizikem,*
- *celostní přístup integrující identifikaci rizika, analýzu, rozhodování a implementaci rozhodnutí o riziku.“ (Častorál, 2017, s. 54)*

V rámci managementu rizik se používají různé metody k analýze rizik. Některé z těchto metod budou popsány v následující kapitole.

3.2 Metody analýzy rizik

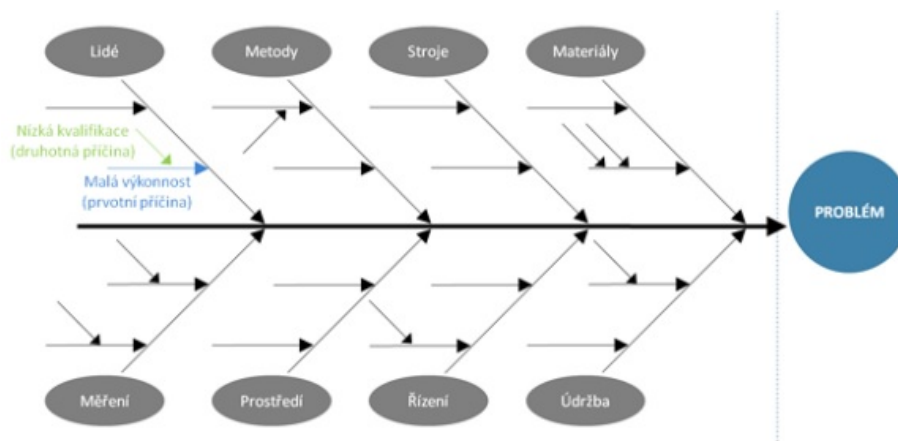
Metody analýzy rizik lze rozdělit podle způsobu vyjádření veličin s nimiž se v analýze rizik pracuje. Toto rozdělení je na kvalitativní, kvantitativní a jejich kombinace.

- Kvalitativní metody – tyto metody slovně popisují závažnosti potenciálního dopadu a na pravděpodobnosti, že daná událost nastane.
- Kvantitativní metody – tyto metody jsou založeny na matematickém vyjádření rizika z frekvence výskytu hrozby a jejího dopadu. Používají číselné ocenění jak pravděpodobnosti vzniku události, tak i u ocenění dopadu dané události.

- Kombinované metody (semikvantitativní) – u těchto metod je slovní popis doplněn numerickými hodnotami. Cílem je vytvořit podrobnější analýzu, než může obvykle poskytnout kvalitativní analýza. (Smejkal a Rais, 2010)

3.2.1 Ishikawa diagram

Nazývá se také jako diagram příčin a následků nebo diagram rybí kosti (fishbone). Ishikawův diagram je diagram, který ukazuje příčiny události a často se používá při výrobě a vývoji produktů k nastínění různých kroků v procesu a k prokázání, kde by mohly nastat problémy v rámci kvality. Ishikawa diagram je kauzální diagram vytvořený Kaoru Ishikawou, aby ukázaly příčiny konkrétní události. Na obrázku 9 je zobrazen Ishikawův diagram který připomíná rybí kost, přičemž „žebra“ představují příčiny události a problém se objevuje v hlavě rybí kosti. Účelem Ishikawova diagramu je umožnit vedení určit, které problémy je třeba řešit, aby nedošlo ke vzniku negativní události. (Ishikawa Diagram, b.r.)



Obrázek 9: Ishikawa diagram (Ishikawův diagram, b.r.)

8 dimenzí používaných ve výrobě (8M)

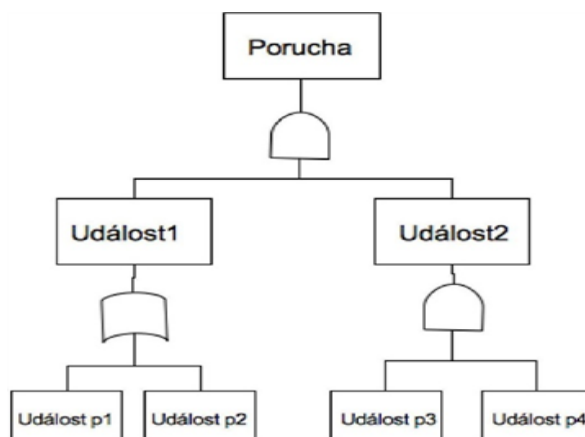
Příčiny se většinou hledají v základních dimenzích – následující seznam uvádí 8 typických dimenzí používaných ve výrobě (8M):

1. **Methods (Metody)** – příčiny způsobené pravidly, směrnicemi, pravidly, legislativou či normami.
2. **Man power – People (Lidé)** – příčiny způsobené lidmi.
3. **Materials (Materiál)** – příčiny způsobené vadou nebo vlastností materiálů.

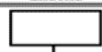
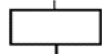







4. **Machines (Stroje)** – příčiny způsobené zařízením, jako jsou stroje, počítače, nářadí, nástroje.
5. **Mother nature – environment (Prostředí)** – příčiny způsobené vlivem prostředí – teplotou, vlhkostí, nebo také kulturou.
6. **Measurements (Měření)** – příčiny způsobené nevhodným nebo špatně zvoleným měřením.
7. **Maintenance (Údržba)** – příčiny způsobené nesprávnou údržbou.
8. **Management** – příčiny způsobené nesprávným řízením. (Ishikawa diagram rybí kosti – 8M, b.r.)

3.2.2 FTA (Fault Tree Analysis)

Metoda FTA (Analýza stromu poruchových stavů), znamená v překladu analýza stromu poruchových stavů. Jedná se o graficko analytickou techniku, jejichž použití je pro vyhodnocení pravděpodobnosti selhání, respektive spolehlivosti složitých systémů. Jde o univerzální metodu, a proto nachází uplatnění v řadě oblastí, zejména v oblasti řízení kvality a řízení rizik, či řízení bezpečnosti. Může být využita jako preventivní metoda, tak jako metoda analýzy již existujícího problému (například havárie). Metoda FTA obvykle následuje po analýze FMEA a je určena pro složité systémy. (FTA (Fault Tree Analysis) - Analýza stromu poruchových stavů, b.r.) Součástí analýzy je grafické znázornění, kterému se říká strom poruch. Strom poruch je rozvětvený graf (Obrázek 10) a je zrealizován tak, aby popsal sled událostí, které samostatně nebo v kombinaci s jinými událostmi mohou vést k vrcholové události. Graf je tvořen událostmi a tzv. hradly (Obrázek 11). (FTA, b.r.)



Obrázek 10: Příklad grafického znázornění stromu FTA (Softwarová podpora analýzy rizik, b.r.)

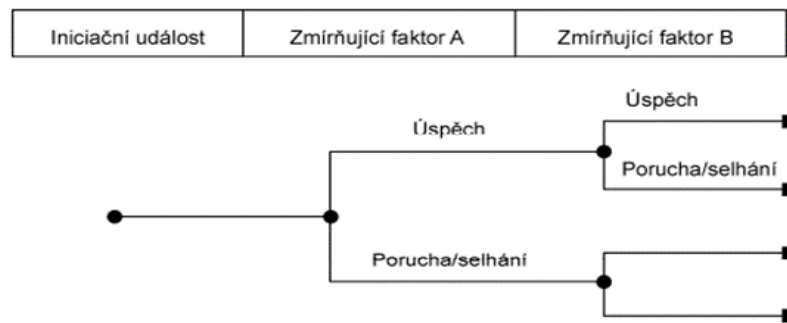
Doporučená značka	Název	Název a popis
	TOP EVENT (vrcholová událost)	Blok s názvem nebo popisem vrcholové události.
		Blok s názvem nebo popisem události (jevu), případně s uvedením pravděpodobnosti výskytu (pokud se to požaduje).
	BASIC EVENT (základní událost)	Událost na nejnižší úrovni, pro kterou jsou k dispozici pravděpodobnosti výskytu nebo informace o bezporuchovosti
	UNDEVELOPED EVENT (nerozvíjená událost)	Primární událost, která reprezentuje část systému, která dosud nebyla rozvíjena
		Přenos do – událost definovaná kdekoli jinde ve stromu poruch.
		Přenos ven – opakovaná událost použitá kdekoli jinde ve stromu poruch.
	Hradlo AND	Hradlo AND (a) – událost nastane pouze tehdy, když současně nastanou všechny vstupní události.
	Hradlo OR	Hradlo OR (nebo) – událost nastane tehdy, když nastane kterákoliv vstupní událost, nebo jejich libovolná kombinace.
	Hradlo MAJORITY VOTE (majoritní hradlo)	Zálohovaná struktura – událost nastane tehdy, jestliže nastane minimálně m z n vstupních událostí.

Obrázek 11: Nejčastěji používaná symbolika stromu poruchových stavů (Řízení jakosti a spolehlivosti, b.r.)

Metoda FTA se může používat společně s metodou ETA. Tato forma společného využívání metod FTA a ETA je Bow tie analysis, která se zaměřuje na bariéry mezi příčinami a vlastními riziky a mezi riziky a jejich následky. (Kruliš, 2011)

3.2.3 ETA (Event Tree Analysis)

„Analýza stromu událostí zkoumá vzájemně se vylučující následné události, které jsou iniciovány iniciační (spouštěcí) událostí. Slouží k analýze sledu událostí vyvolaných iniciační událostí a používá stromovou strukturu (Obrázek 12) znázorňující postupný vývoj od iniciační události až ke konečnému výsledku.“ (Korecký a Trkovský, 2011, s. 316) Tato metoda se používá v různých průmyslových odvětvích sahajících od automobilového průmyslu, přes jaderná zařízení, letecký průmysl, chemický a zpracovatelský průmysl, těžbu ropy a plynu na pobřeží a v moři až po obranný průmysl a přepravní systémy. (Prediktivní analýzy spolehlivosti a možnosti jejich využití, b.r.)



Obrázek 12: Grafické znázornění stromu ETA

(Prediktivní analýzy spolehlivosti a možnosti jejich využití, b.r.)

3.2.4 Pareto analýza

Paretova analýza je technika používaná pro rozhodování na základě Paretova principu. Paretův princip je založen na pravidle 80/20, které říká, že 20 % příčin způsobuje 80 % problémů. Zdůrazňuje, že velké množství problémů je způsobeno relativně menším počtem příčin. Pareto analýza je jedním ze 7 základních nástrojů procesu kvality a je manažery aplikován v mnoha průmyslových odvětvích ke zlepšení kvality a podnikání. (Pareto Analysis Explained With Pareto Chart And Examples, b.r.)

Hlavním nástrojem Paretovy analýzy pro uplatnění Paretova principu je Paretův diagram. Paretův diagram je sloupcový graf, kde délky pruhů představují frekvenci nebo cenu (čas nebo peníze) a jsou uspořádány s nejdelšími pruhy vlevo a nejkratšími vpravo. Tímto způsobem graficky vizuálně zobrazuje, které situace jsou významnější. (What is a Pareto chart?, b.r.)

Tato analýza má rozmanité využití. Může jít o následující oblasti:

- Analýza příčin prostojů strojů,
- analýza ztrát s nimi spojených,
- analýza počtu neshodných výrobků a jejich druhů,
- analýza příčin výroby neshodných výrobků. (Nenadál, 2008)

3.2.5 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

„Metoda FMEA (Analýza způsobů a důsledků poruch) má za cíl identifikovat možné poruchy, jejich průběhy (scénáře) a možné následky. Používá se k hodnocení spolehlivosti systémů. Provádí se v diverzifikovaných týmech a používá se pro hodnocení jak procesů, tak procesních systémů, návrhů (projektů) i produktů.“ (Kruliš, 2011, s. 148)

Historii metody FMEA lze dosledovat do 40-tých let minulého století, kdy americká armáda hledala metodu, jak se vyvarovat chyb u jimi používaných strojů a zařízení. Následně se metoda přes kosmický výzkum, letectví dostala až do automobilového průmyslu, kde zaznamenala největší rozšíření. Zde se již pak stala nedílnou součástí velké rodiny nástrojů, které ovlivňují kvalitu. Tuto metodu začala jako první v Evropě používat firma Ford a to v roce 1977, v koncernu Volkswagen se běžně používá od roku 1984. (Kvalita | Procesní řízení, b.r.)

Jak je napsáno výše, metoda FMEA má široké použití a dá se aplikovat například v mnoha typech produktů a často se podle těchto typů i pojmenovává:

- DFMEA – FMEA aplikovaná v designu výrobku (Design FMEA),
- PFMEA – FMEA uplatněná u procesu (Process FMEA),
- S/C FMEA – FMEA aplikovaná v systému či konceptu (Systém/Koncept FMEA),
- FMEA lze použít pro ohodnocení rizik projektu, poskytované služby, návrhu software. (Tichý, 2006)

Výhody, které přináší používání metody FMEA jsou:

- Snížení ztráty vyvolané nízkou kvalitou systému,
- představuje systémový přístup k prevenci nekvality,
- podporuje účelné využívání zdrojů,
- poskytuje podklady pro zpracování nebo zlepšení plánu jakosti,
- zlepšuje jméno a konkurenceschopnost organizace,
- umožňuje ohodnotit riziko možných chyb a na jeho základě stanovit priority a opatření vedoucí ke zlepšení kvality návrhu atd. (FMEA Analýza příčin a důsledků, b.r.)

Tvorba analýzy FMEA má tento proces:

1. Stanoví se rozsah a cíle studie,
2. sestaví se tým,
3. porozumí se systému nebo procesu,
4. systém se rozloží na součásti nebo kroky,
5. stanoví se funkce každého kroku nebo součásti,
6. pro každou uvedenou součást nebo funkci se zjistí:
 - Jakým způsobem se může každá část porouchat?
 - Jaké mechanismy by mohly vyvolat tyto způsoby poruchy?
 - Jaké by mohly být důsledky, kdyby nastaly tyto poruchy?
 - Je tato porucha neškodná nebo škodlivá?
 - Jak je tato porucha zjištěna (detekována)?
7. zjistí se opatření v návrhu s cílem eliminovat poruchu. (ČSN EN 31010 (010352) Management rizik - Techniky posuzování rizik, 2011)

Důležitým procesem je provést hodnocení míry rizika. MR/P (míra rizika) neboli RPN (Risk Priority Number) se vypočítá jako součin hodnot bodového hodnocení.

$$\mathbf{MR/P (RPN) = Vz \times Vy \times Od} \quad (3)$$

Kde:

MR – míra rizika

Vz – význam chyby, poruchy, vady

Vy – výskyt chyby, poruchy, vady

Od – pravděpodobnost odhalení chyby, poruchy, vady (Metoda FMEA, b.r.)

Význam chyby, poruchy, vady (Vz) – význam se hodnotí dle nejzávažnějšího následku na systém. Hodnotí se dle stupnice 1-10 (Tabulka 2), čím vyšší číslo, tím je vyšší riziko. (Metoda FMEA, b.r.)

Tabulka 2: Příklad stupnice významu poruchy
(FMEA – Failure Mode and Effect Analysis, b.r.)

Kritérium klasifikace významu poruchy (vady)	Třída
Zanedbatelná: podstata poruchy (vady) je taková, že neovlivní schopnosti systému - výrobku, tj. uživatel pravděpodobně nezaznamená její výskyt	1
Nízká: porucha (vada) vyvolá u uživateli pouze potíže, nepozorují se poškozené funkce objektu – výrobku	2 3
Střední: porucha (vada) vyvolá obtíže u uživateli snížením pohodlí při užívání - porucha (vada) obtěžuje při ovládání, manipulaci. Uživatel zaznamená určité zhoršení vlastností výrobku	4 5 6
Vysoká: porucha (vada) vyvolá značné obtíže u uživateli, resp. způsobí vážné poškození, špatné vlastnosti výrobku; neovlivňuje však bezpečnost výrobků	7 8
Velmi vysoká: porucha (vada) ovlivňuje bezpečnost výrobků, jeho nezpůsobilost k provozu z hlediska zákonných předpisů	9 10

Výskyt chyby, poruchy, vady (Vy) – výskyt hodnotí pravděpodobnost vzniku vady způsobené konkrétní příčinou. Hodnotí se dle stupnice 1-10 (Tabulka 3). (Metoda FMEA, b.r.)

Tabulka 3: Příklad stupnice výskytu poruchy
(FMEA – Failure Mode and Effect Analysis, b.r.)

Kritérium klasifikace výskytu poruchy (vady)	Odhad četnosti	Třída
Není pravděpodobné, že porucha (vada) nastane	0	1
Velmi malá: Jedná se o proces s ojedinělým výskytem poruchy (vady)	1/5000	2
	1/2000	3
	1/1000	4
	1/500	5
Střední: Odpovídá procesům, kde obvykle dochází k náhodným poruchám (vadám), ale v menší míře	1/200	6
Vysoká: Odpovídá výrobním procesům s častými poruchami (vadami)	1/100	7
	1/50	8
Velmi vysoká: z hlediska uživatele je téměř jistý výskyt poruchy (vady)	1/20	9
	1/10	10

Pravděpodobnost odhalení chyby, poruchy, vady – odhalitelnost je schopnost odhalit vadu nebo její příčinu stávajícími způsoby kontroly. Hodnotí se opět dle stupnice 1-10 (Tabulka 4). A platí, že čím nižší číslo je, tím je větší pravděpodobnost odhalení chyby. (Metoda FMEA, b.r.)

Tabulka 4: Příklad stupnice pravděpodobnosti odhalení poruchy
(FMEA – Failure Mode and Effect Analysis, b.r.)

Kritérium klasifikace odhalitelnosti poruchy (vady)	„Průchod“ poruchy (vady) k uživateli [%]	Třída
Velmi vysoká: pravděpodobnost, že porucha (vada) by byla detekována kontrolou nebo při montáži	0 až 5	1
Vysoká: pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy k uživateli	6 až 15	2
	16 až 25	3
Střední: pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli	26 až 35	4
	36 až 45	5
	46 až 55	6
Nízká: pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli	56 až 65	7
	65 až 75	8
Velmi vysoká: pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli	76 až 85 86 až 100	9 10

4 DÍLČÍ ZÁVĚR

Kvalita respektive jakost představuje komplexní charakter produktů, služeb, informací i systémů, který se vyznačuje určitou mírou schopnosti splňovat požadavky na ně kladené. Pro firmy může být kvalita a její řízení kritickým faktorem úspěšnosti a tzv. know-how, ale rovněž neustálé zlepšování je potřebné pro zachování podnikových procesů. Kvalita je základem dobrého podnikání a posiluje jméno firmy na trhu, podporuje stálost zákazníků a zajišťuje životaschopnost podniku. V tomto kontextu jsem se v teoretické části snažil přiblížit přístup Lean production (štíhlé výroby) využívaný ve firmách a organizacích, který spočívá ve snaze organizace zlepšovat se ve všech oblastech, v tomto případě v oblasti řízení kvality. Formy a nástroje si vesměs volí každý podnik sám tak, aby co nejvíce odpovídaly jeho potřebám, aby dosáhly lepšího postavení na trhu. Pro potřeby firem a organizací a její výrobních zaměření byl celkově popsán princip štíhlé výroby a několik jejich nástrojů. Dále byly popsány nástroje a jejich podstata. Kvalita je úzce spojena s riziky, proto je důležité jim věnovat značnou pozornost z důvodu jejich vlivu na kvalitu výsledného produktu. Proto další část teoretické části je věnována rizikům v oblasti kvality jejichž nejdůležitější část je management rizik, který je zde popsán. Je nejdůležitější z toho hlediska, že je to v podstatě návod, jak správně pracovat s riziky a postup s cílem minimalizovat rizika. Součástí tohoto návodu jsou metody, které slouží k identifikaci, analýze a hodnocení rizik. Proto další části práce se věnuje metodám, které je možné využít v rámci kvality.

Aby se firma nebo organizace stala úspěšnou je důležité, aby správně fungoval systém řízení rizik, potažmo kvality. A toho lze dosáhnout tak, že se firma nebo organizace bude řídit zásadami Lean production a správně a včas pracovat s riziky.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 POSTUP VÝROBY PLASTOVÉHO REGRANULÁTU A POPIS VÝROBNÍ LINKY

Zpracovávaný materiál se do jednohřídelového drtiče dopravuje podávacím pásovým dopravníkem resp. vtahovacím zařízením, které slouží k přivádění navinutého materiálu do drtiče. Tam je materiál podrcen na velikost drtě, kterou udává síto v drtiči. Pomocí vynášecího dopravníku se dostává materiál ve formě drti k dalšímu podávacímu pásovému dopravníku. Ten přivádí drť do aglomerátoru, kde je dál drť drcena a zahřívána na předepsanou teplotu. Pomocí odstředivé síly je materiál z aglomerátoru vhnán do vstupní zóny extruderu.

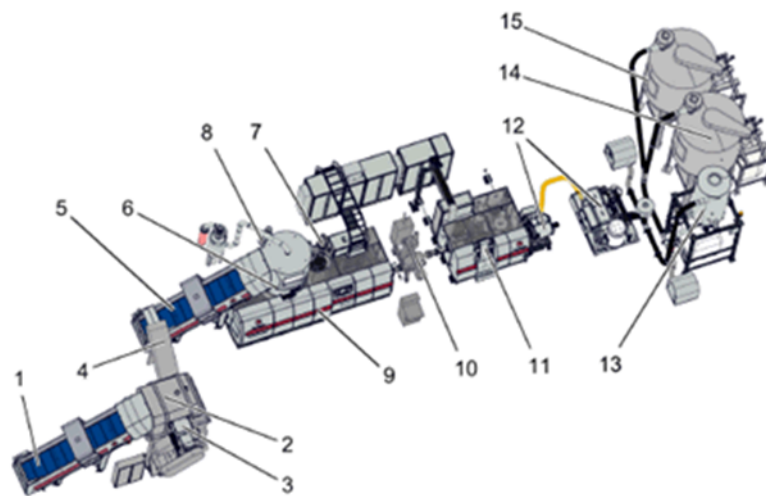
V šnekovém extruderu pomocí teploty a tlaku dochází k homogenizaci zpracovávaného materiálu. Materiál ve formě taveniny se dopravuje přes filtr, kde je vyčištěn filtračním kotoučem. Vyčištěná tavenina je dopravována do vstupní zóny kaskádového šnekového extruderu. V extruderu přepravuje šnek taveninu dál ke granulátoru. Přitom jsou vakuovým odplyňováním z taveniny odstraňovány plyny, vznikající u potišťeného a vlhkého materiálu. V granulátoru je plastová tavenina protlačována přes granulovací hlavu. Provozce taveniny, které přitom vznikají, jsou horké odřezávány, proti slepení jsou zachyceny proudem vody, ochlazeny a následně vysušeny v centrifuze.

Hotový granulát je dopravován pomocí ventilátoru do zásobníku, odkud je veden do míchacích sil. Po promíchání je hotový produkt plněn ze sil do big bagů nebo oktabínů.

Výrobní linka se skládá z následujících částí:

- Zásobování pomocí jednohřídelového drtiče,
 - podávací pásový dopravník jednohřídelového drtiče,
 - vtahování fólie,
 - jednohřídelový drtič,
 - vynášecí pásový dopravník,
- podávací pásový dopravník extruderu,
- aglomerátor,
- dávkovací jednotka pro masterbatch,
- dávkovací jednotka aditiv,

- extruder část 1
- filtr taveniny,
- extruder část 2
- granulátor,
- plnicí stanice,
- míchací silo A,
- míchací silo B.



Obrázek 13: Schéma polohy jednotlivých částí zařízení (vlastní zpracování)

Popis částí strojního zařízení zobrazeného na obrázku 13: 1. Podávací pásový dopravník jednohřídelového drtiče, 2. Jednohřídelový drtič, 3. Vtahování, 4. Vynášecí pásový dopravník, 5. Podávací pásový dopravník extruderu, 6. Aglomerátor, 7. Dávkovací jednotka pro masterbatch, 8. Dávkovací jednotka aditiv, 9. Extruder část 1, 10. Filtr taveniny, 11. Extruder část 2, 12. Granulátor, 13. Plnicí stanice, 14. Míchací silo A, 15. Míchací silo B.

POPIS JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ ZAŘÍZENÍ

Podávací pásové dopravníky

Podávací dopravník u jednohřídelového drtiče přivádí zpracováváný materiál do jednohřídelového drtiče. Podávací pásový dopravník u extruderu přivádí rozdrcený materiál do aglomerátoru.

Vtahování fólie

Vtahování fólie slouží k přivádění navinutého materiálu. Přitom se navinutý materiál pomocí válců s regulovanými otáčkami odvíjí z role a dopravuje k dalšímu zpracování.

Jednohřídelový drtič

Zpracováváný materiál se do jednohřídelového drtiče dopravuje podávacím pásovým dopravníkem. Hydraulicky poháněné šoupátko tlačí materiál proti hřídeli rotoru, osazené noži. Rozdrcený materiál je zachycován vynášecím pásem a dopravován k dalšímu zpracování.

Dávkovací jednotka pro masterbatch

Prostřednictvím dávkovací jednotky je ke zpracovávanému materiálu v aglomerátoru automaticky přidáván masterbatch ve formě granulátu.

Dávkovací jednotka aditiv

Prostřednictvím dávkovací jednotky je ke zpracovávanému materiálu v aglomerátoru automaticky přidávána aditiva.

Aglomerátor

Ve válcové nádobě se materiál míchá a drtí pomocí nožů statoru a rotoru. Pomocí odstředivé síly je materiál z aglomerátoru vháněn do vstupní zóny extruderu.

Extruder část 1

V šnekovém extruderu pomocí teploty a tlaku dochází k homogenizaci zpracovávaného materiálu.

Filtr taveniny

Filtr taveniny je konstruován jako nekonečný kotoučový filtr. Tavenina je protlačena kruhovým sítem, kde je vyčištěna a následně dopravována dále do další části extruderu část 2.

Extruder část 2

Ve druhé části šnekovém extruderu přepravuje šnek materiál dále ke granulátoru. Přitom jsou vakuovým odplyňováním z plastové taveniny odstraňovány plyny, vznikající u potišťného nebo vlhkého materiálu.

Granulátor

Tavenina je dopravována ke granulovací hlavě. Provazce taveniny, vytlačované granulovací hlavou, jsou horké odřezávány rotujícími noži. Následně jsou zachycovány proudem vody, ochlazeny a dále vodou dopravovány k odlučovači vody a hrudek. Poté je granulát vysoušen v centrifuze a potrubím dopravován k následujícímu modulu zařízení.

Plnicí stanice a míchací sila

Granulát je dopravován pomocí ventilátoru do zásobníku. Ze zásobníku je granulát dle volby balen nebo veden dále do jednoho z míchacích sil. V míchacích silech je granulát homogenizován. Po promíchání je hotový produkt balen do big bagů nebo oktabinů.

POUŽITÍ PLASTOVÉHO REGRANULÁTU

Plastový regranulát může být PP (Polypropylen), PE (Polyethylen) nebo jeho kombinace PP/PE, dále EVAC (kopolymer etylenu s vinylacetátem), PS (Polystyren). Z toho nám vychází, že díky rozmanitosti složení a další úpravě vlastností regranulátu během procesu výroby jako je barva, index toku, plnivo atd. je využití regranulátu jako suroviny (polotovaru) pro další zpracování hodně široké. Jde o zpracování vstřikováním, vyfukováním a vytlačováním v plastikářském průmyslu. Použitím regranulátů ve výrobě se dosáhne značné finanční úspory. Vstřikováním se vyrábí například palubní desky, kryty dveří, středové konzole atd., vyfukováním smršťovací fólie, sáčky, tašky, samonosné pytle atd., vytlačováním různé profily do aut, přechodové a obvodové lišty atd.

6 VÝROBNÍ LINKY NA VÝROBU REGRANULÁTU

Existuje řada firem zabývajících se výrobou linek na výrobu plastového regranulátu. Mezi nejznámější, a to díky kvalitnímu zpracování technologie, požadavkům na výkon, servisu a další záruční a pozáruční spolupráci patří výrobní linky od firmy Erema a Starlinger.

6.1 Výrobní linky od společnosti Erema

EREMA je společnost zabývající se vývojem a výrobou strojů na recyklaci plastů a systémových komponent. Společnost byla založena v roce 1983 jako jeden z průkopníků v tomto odvětví a v nynější době je v provozu více než 6500 výrobních linek po celém světě. Tyto linky vyprodukují více než 14,5 milionu tun plastového regranulátu za rok v nejvyšší kvalitě dle požadavků zákazníka. (FROM PIONEER TO WORLD MARKET LEADER., b.r.)

Výrobní technologie je založena na snadné obsluze stroje a na novém vývoji s názvem EREMA koncept Smart Start. Stručně řečeno, INTAREMA běží prakticky sama. Ergonomický dotykový displej poskytuje intuitivní uživatelské rozhraní. Dalším vrcholem je nízká spotřeba energie. Stroje INTAREMA (Obrázek 14) jsou vybaveny systémem ecoSAVE, který snižuje energetické nároky až o 12 %. To přináší značné úspory výrobních nákladů. (Production efficiency redefined., b.r.)



Obrázek 14: Výrobní technologie INTAREMA
(Intarema® Tveplus®, b.r.)

Historický vývoj společnosti se datuje od roku 1983 kdy společnost vznikla. Za svou existenci prošly výrobní technologie a její součásti mnoha změnami. Například jde o změny, že se přestala specializovat jen na výrobu součástek a dílů jako jsou šrouby do extruderu, high-tech komponent, ale začali vyrábět komplet celé strojní zařízení na výrobu regranulátu, jak pro automotiv, tak od roku 2016 výrobní technologii na výrobu 100% PET regranulátu, který vyhovuje požadavkům potravinářského průmyslu. Společnost je velmi úspěšná dodnes. (FROM PIONEER TO WORLD MARKET LEADER., b.r.)

6.2 Výrobní linky od společnosti Starlinger

Od začátku 70. let dodává Starlinger vysoce kvalitní stroje na výrobu obalů z plastů, tj. standardní tkané pytle, pytle leno, pytle FIBC (Flexible Intermediate Bulk Container) neboli Big bag atd. Pytle vyrobené na strojích Starlinger se celosvětově používají k bezpečnému a levnému balení různého sypkého zboží, např. cement, chemikálie, semena, obilí, mouka, cukr, citrusové plody, hnojivo, krmivo pro zvířata a podobné výrobky. (Starlinger, b.r.)

Společnost Starlinger se setkává s rostoucím zájmem o recyklaci odpadů hlavně ve Střední Asii. Recyklační technologie od společnosti Starlinger si vybuodovala silnou pozici na trhu jako poskytovatel pokročilé technologie na recyklaci a zdokonalování široké škály plastů jako jsou PE, PP, PS, BOPP (biaxiálně orientovaný termoplastický polypropylen) a PET (polyethylentereftalát). Recyklační systémy Starlinger dokáží vyrábět recyklovatelné PET a HDPE (High Density Polyethylene) bezpečné pro potraviny, které jsou schváleny pro použití v potravinářství různými národními a mezinárodními úřady. (Starlinger, b.r.)



Obrázek 15: Výrobní linka Starlinger recoStar dynamic (Starlinger: Lücke im Folien-Recycling geschlossen, b.r.)

Recyklace umožňuje přeměnit odpad z výroby plastů a spotřebního odpadu na cenný sekundární zdroj, což pomáhá výrobcům plastů nebo organizacím zabývajícím se likvidací odpadu snížit náklady na suroviny a zlepšit nakládání s odpady a tím chránit životní prostředí. (Starlinger, b.r.)

Společnost vznikla v roce 1987 a v témže roce byla vyvinuta první recyklační linka. Firma se postupně rozrůstala a v roce 2001 byla uvedena na trh velmi spolehlivá a kvalitní skupina produktů s názvem recoSTAR. Výrobní technologie s označením recoSTAR prošly modernizací a v roce 2015 byla představena výrobní technologie recoSTAR dynamic (Obrázek 15), která se vyrábí dodnes. (European competence - solution oriented, b.r.)

Na výrobní lince od společnosti Starlinger bude proveden projekt, jenž bude součástí této práce, jehož účelem má být snížení nekvality. Projekt začne analýzou počátečního stavu před optimalizací, která bude popsána v následující kapitole.

7 ANALÝZA POČÁTEČNÍHO STAVU PŘED OPTIMALIZACÍ

Tato kapitola bude mít dvě části. První část bude zaměřena na vyčíslení odpadovosti v důsledku nekvality na recyklační lince od firmy Starlinger ozn. recoSTAR 125. V druhé části budou uvedeny data nastavení výrobní linky Starlinger před optimalizací.

7.1 Stav nekvalitní produkce

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů pro to, aby bylo přikročeno k nové optimalizaci výrobní technologie je ukazatel nekvalitní produkce. Nekvalitní produkce zvedá celkové výrobní náklady na výrobu daných produktů, a proto je důležité evidovat tyto data. V této kapitole bude vyčíslena celková produkce, dále nekvalitní produkce a podíl nekvalitní produkce na celkové produkci vyjádřená v procentech a toto vše v časovém úseku šesti měsíců.

Tabulka 5: Nekvalitní produkce (vlastní zpracování)

Nekvalitní produkce na lince Starlinger			
Měsíc	Celková produkce (kg)	Nekvalitní produkce (kg)	Nekvalitní produkce (%)
1	435998	12093	2,8
2	437364	14870	3,4
3	441735	16344	3,7
4	430485	12484	2,9
5	445684	14262	3,2
6	434383	16941	3,9
Celkový průměr za šest měsíců			3,3

Jak je vidět v tabulce 5 tak nekvalitní produkce se pohybuje mezi 2,8 % až 3,9 % a průměr za šest měsíců je 3,3 % což jsou nepřijatelné hodnoty. Existuje mnoho rizik, které ovlivňují hodnotu nekvalitní výroby. Tyto rizika nelze odstranit, aby hodnota byla 0 %, jde je ale minimalizovat. Přijatelná hodnota nekvalitní produkce vůči celkové produkci by měla být v rozmezí mezi 0,5 – 1 %. A toho lze dosáhnout analýzou počátečního stavu což je v našem případě číselné vyjádření celkové nekvalitní produkce v jednotlivých měsících v kg a v procentech vůči celkové produkci, která je zobrazena v této kapitole a nastavení výrobního zařízení před optimalizací, dále pak identifikací, analýzou a vyhodnocením rizik jenž mají vliv na nekvalitní produkci a následným ošetřením vhodnou metodou, abychom dosáhli vytyčeného cíle nekvalitní produkce v rozmezí 0,5 % - 1 %.

7.2 Vývojový diagram linky Starlinger recoSTAR 125

Důležitou součástí před analýzou rizik je vytvoření vývojového diagramu, jenž bude popsán v této kapitole. Tento diagram (Obrázek 16) slouží pro grafické znázornění procesů, které probíhají v rámci výroby regranulátu na lince Starlinger. Výrobní linku obsluhují tři pracovníci v nepřetržitém provozu.

Podrobný popis procesu výroby regranulátu na granulační lince Starlinger

Proces výroby regranulátu začíná vstupním materiálem, který může být v rolích, balících jedná se o nedrcený materiál, další formou jsou drtě, granulát nebo aditiva, která nám určují vlastnosti výsledného granulátu dle přání zákazníka.

Vstupní materiál ve formě drtí, granulátu přes šnekový dopravník a aditiva přes násypky je dopravován přímo do aglomerátoru. Kdežto materiál v rolích a balících musí být pomocí gilotiny rozříznut na menší části, aby se rozměrově vešel na dopravník, pomocí kterého se materiál transportuje do drtiče. Před drtičem je detekční zařízení na kov, který detekuje případný kov obsažený v materiálu. V případě detekce kovu, je kov vybrán pomocí magnetické tyče. Nekontaminovaný materiál pokračuje do drtiče, kde je pomocí rotorových a satorových nožů nadrcen na menší kusy o velikosti 10 cm. Poté nadrcený materiál směřuje pomocí vynášecího dopravníku na hlavní dopravník, který je opatřen detekčním zařízením na kov (vícestupňová kontrola přítomnosti kovu). V případě detekce kovu je postup stejný, jak je uvedeno výše.

Materiál bez kovových částí je poté dopraven do aglomerátoru, ve kterém je materiál díky satorovým a rychle rotujícím rotorovým nožům nasekaný na velmi malé části. Tyto části mají velikosti asi 2 cm, které neustále rotují a jsou zahřáty na požadovanou teplotu. Aglomerátor je opatřen klapkou, pomocí které se reguluje množství materiálu do vytlačovacího šneku do tzv. vtahovací zóny.

Tato zóna je vyhřívána na určitou teplotu. V této zóně se materiál stává částečně tekutým. Poté prochází dále šnekem přes vývěvu. Ve vývěvě dochází k odplyňování taveniny. Po odplyňování se tavenina dostává do první zóny vytlačovacího šneku, která je vytápěna na požadovanou teplotu. V této části šneku je tavenina prohřátá a tekutá. Aby došlo k úplnému odplynění směřuje tavenina šnekem do druhé vývěvy a poté do druhé zóny vytlačovacího šneku, která je též vytápěna. V této zóně by měli být vyšší teploty než v předchozích zónách, aby došlo k úplnému roztavení materiálu.

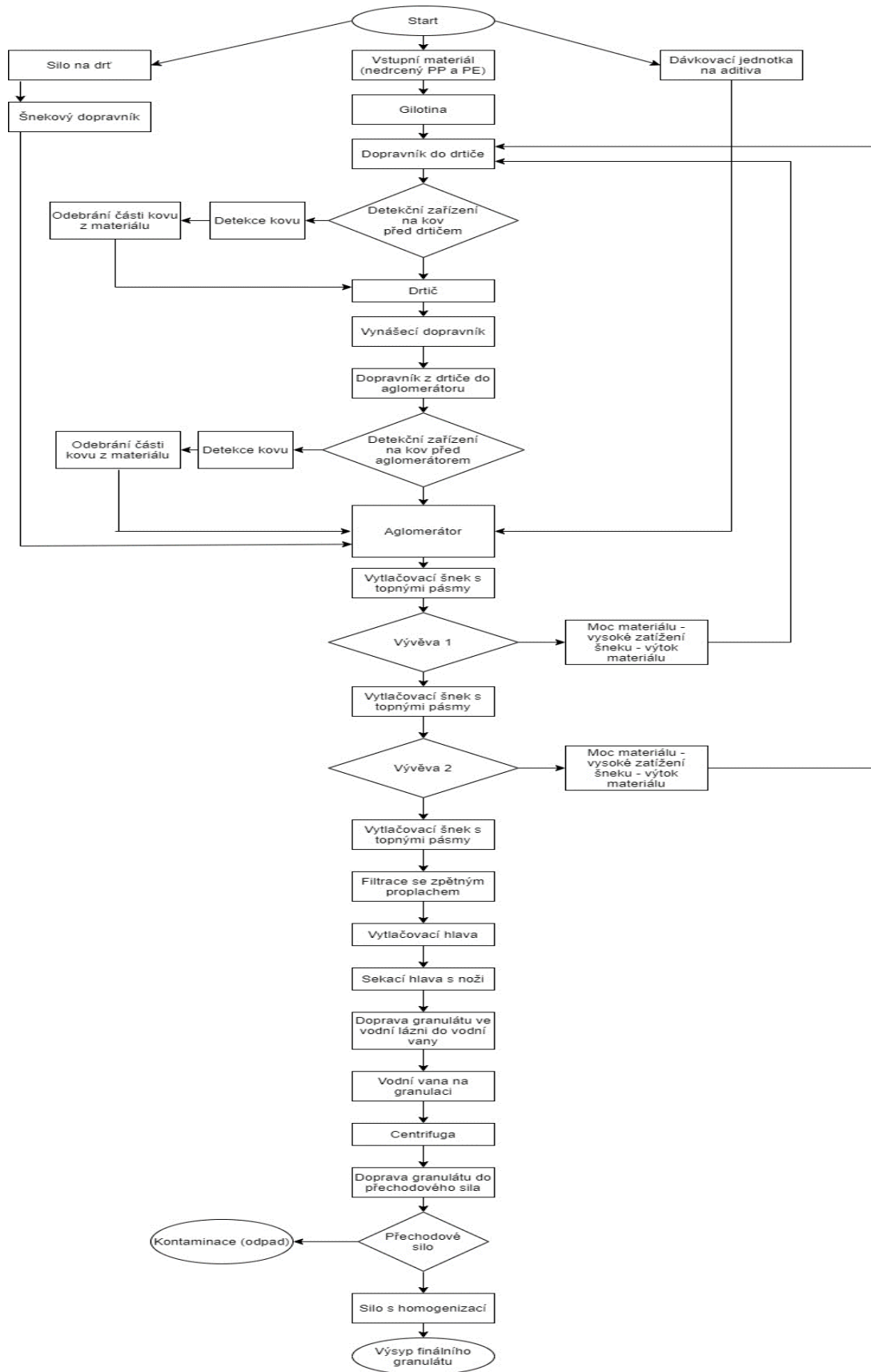
Další část šneku, která následuje po druhé zóně je filtrace se zpětným proplachem. Zde dochází k zachycení případných nečistot, nebo kontaminací jiným materiálem pomocí sít. Po filtraci tavenina bez nečistot a kontaminace prochází šnekem do vytlačovací hlavy, která je opatřena po obvodu otvory.

Průměr těchto otvorů nám určuje tloušťku jednotlivých granulí. Z jednotlivých otvorů vytlačovací hlavy je vytlačován nekonečný pás taveniny, který směřuje do sekací hlavy. Sekací hlava je opatřena noži, které rotují a jednotlivé nekonečné pásy taveniny sekají na určitou délku. Rychlost otáčení sekací hlavy nám určuje délku granulátu.

Nasekaný granulát je poté zchlazen proudem vody, která cirkuluje pod tlakem mezi sekací hlavou a vanou. Posléze se zchlazený granulát zachytí na vibračních sítích vany, kde je oddělen od vodní lázně a samospádem směřuje do potrubí kde pomocí centrifugy je foukán do přechodového sila.

Přechodové silo (pro 400 kg granulátu) je menší než silo s homogenizací (pro 15 000 kg granulátu). Je to z důvodu kontroly granulátu a zabránění možné kontaminace většího množství granulátu, jenž může být v silo s homogenizací.

Pokud granulát vizuálně a na základě laboratorních zkoušek nevyhovuje je přefouknutý do BB (Big Bag) na odpad. Pokud vyhovuje je přefouknutý do hlavního sila, kde je následně homogenizován. Po naplnění hlavního sila je silo vyprázdněno do BB pro finální produkt.



Obrázek 16: Vývojový diagram procesu regranulace na lince Starlinger (vlastní zpracování)

7.3 Výrobní data linky před optimalizací

Aby bylo dosaženo přijatelné hodnoty (0,5 % - 1 %) nekvalitní produkce regranulátu, je důležitá analýza počátečního stavu. První krok je popsán v Tabulce 5 a tím druhým krokem jsou původní data nastavení výrobní linky pro jednotlivé produkty vyrábějící se na výrobní lince Starlinger ozn. recoSTAR 125.

Výrobní data jsou složena z jednotlivých částí zobrazených v Tabulkách 6 až 11. A tyto části jsou:

- 1. Označení produktu** – je uveden výsledný produkt, který může být PP, PE, PS. Za tímto označením je další označení a to, zda se jedná o homogenní PP, to označení je PPH, nebo o produkt PP ve kterém je obsaženo určité procento PE, toto označení je PPC. Dále označení výsledného produktu obsahuje index toku (25/30, 18/20, 3/5, 5/10, 2/4, 30/35). Výsledné regranuláty s indexem toku mezi 0,5 –1,5 se používají jako surovina pro extruzní výrobu, regranuláty s indexem toku nad 1,5 se používají pro výrobu formou vstřikování.
- 2. Nastavené zatížení AG (aglomerátor)** – ruční nastavení zatížení AG, kterého chceme dosáhnout.
- 3. Skutečné zatížení AG** – skutečné momentální zatížení AG.
- 4. Klapka** – reguluje se vtahovací otvor do extruderu.
- 5. Teplota v AG** – skutečná momentální teplota v AG, kterou lze regulovat pomocí zatížení AG.
- 6. Otáčky šneku** – počet otáček šneku za minutu.
- 7. Zatížení šneku** – skutečné momentální zatížení šneku.
- 8. Počet nožů** – počet nožů na sekací hlavě.
- 9. Otáčky hlavy s noži** – nastavení rychlosti otáčení hlavy s noži.
- 10. Tlak na sítěch** – skutečný momentální tlak na sítěch.
- 11. Vtahovací zóna, zóna 1, zóna 2** – zóny, která každá z nich se skládá ze čtyř zón (Z1, Z2, Z3, Adaptér). Jsou to části extruderu, které jsou vytápěny na požadovanou teplotu.
- 12. Síta** – ruční nastavení teplot v oblasti sít.

Počáteční výrobní data u jednotlivých produktů vyráběných na lince Starlinger

Tabulka 6: Výrobní data produktu PPC 25/30
(vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 25/30			
Nastavení před optimalizací			
Nastavené zatížení AG		40%	
Skutečné zatížení AG		41%	
Klapka otevřena na		80%	
Teplota AG		105°C	
Otáčky šneku		115 ot/min.	
Zatížení šneku		40%	
Počet nožů		3	
Otáčky hlavy s noži		1500 ot/min.	
Tlak na sítěch		85 bar.	
Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	150°C	Z1	175°C
Z2	150°C	Z2	180°C
Z3	155°C	Z3	180°C
Adaptér	165°C	Adaptér	180°C
Zóna 2		Síta	
Z1	180°C	190°C	
Z2	180°C	185°C	
Z3	180°C	190°C	
Adaptér	185°C		
Teplota taveniny - 195°C			

Tabulka 7: Výrobní data produktu PPC 18/20
(vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 18/20			
Nastavení před optimalizací			
Nastavené zatížení AG		50%	
Skutečné zatížení AG		55%	
Klapka otevřena na		100%	
Teplota AG		110°C	
Otáčky šneku		110 ot/min.	
Zatížení šneku		48%	
Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		2500 ot/min.	
Tlak na sítěch		70 bar.	
Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	160°C	Z1	170°C
Z2	160°C	Z2	175°C
Z3	170°C	Z3	175°C
Adaptér	170°C	Adaptér	180°C
Zóna 2		Síta	
Z1	180°C	200°C	
Z2	180°C	200°C	
Z3	185°C	200°C	
Adaptér	195°C		
Teplota taveniny - 203°C			

Tabulka 8: Výrobní data produktu PPH 3/5
(vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 3/5			
Nastavení před optimalizací			
Nastavené zatížení AG		30%	
Skutečné zatížení AG		32%	
Klapka otevřena na		70%	
Teplota AG		107	
Otáčky šneku		100 ot/min.	
Zatížení šneku		65%	
Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		2300 ot/min.	
Tlak na sítěch		65 bar.	
Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	190°C	Z1	205°C
Z2	190°C	Z2	210°C
Z3	195°C	Z3	210°C
Adaptér	205°C	Adaptér	215°C
Zóna 2		Síta	
Z1	225°C	240°C	
Z2	225°C	245°C	
Z3	230°C	245°C	
Adaptér	230°C		
Teplota taveniny - 248°C			

Tabulka 9: Výrobní data produktu PPH 5/10
(vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 5/10 natur			
Nastavení před optimalizací			
Nastavené zatížení AG		45%	
Skutečné zatížení AG		46%	
Klapka otevřena na		50%	
Teplota AG		110°C	
Otáčky šneku		110 ot/min.	
Zatížení šneku		55%	
Počet nožů		3	
Otáčky hlavy s noži		900 ot/min.	
Tlak na sítěch		50 bar.	
Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	170°C	Z1	185°C
Z2	175°C	Z2	185°C
Z3	175°C	Z3	190°C
Adaptér	180°C	Adaptér	195°C
Zóna 2		Síta	
Z1	195°C	205°C	
Z2	200°C	205°C	
Z3	200°C	205°C	
Adaptér	205°C		
Teplota taveniny - 207°C			

Tabulka 10: Výrobní data produktu PPH 2/4
(vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 2/4			
Nastavení před optimalizací			
Nastavené zatížení AG		30%	
Skutečné zatížení AG		32%	
Klapka otevřena na		100%	
Teplota AG		70°C	
Otáčky šneku		125 ot/min.	
Zatížení šneku		65%	
Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		1000 ot/min.	
Tlak na sítěch		95 bar.	
Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	150°C	Z1	165°C
Z2	150°C	Z2	165°C
Z3	160°C	Z3	165°C
Adaptér	160°C	Adaptér	170°C
Zóna 2		Síta	
Z1	175°C	200°C	
Z2	180°C	205°C	
Z3	185°C	200°C	
Adaptér	195°C		
Teplota taveniny - 202°C			

Tabulka 11: Výrobní data produktu PPC 30/35
(vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 30/35			
Nastavení před optimalizací			
Nastavené zatížení AG		40%	
Skutečné zatížení AG		40%	
Klapka otevřena na		100%	
Teplota AG		95°C	
Otáčky šneku		105 ot/min.	
Zatížení šneku		48%	
Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		1500 ot/min.	
Tlak na sítěch		45 bar.	
Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	160°C	Z1	170°C
Z2	160°C	Z2	175°C
Z3	165°C	Z3	180°C
Adaptér	170°C	Adaptér	185°C
Zóna 2		Síta	
Z1	175°C	195°C	
Z2	180°C	200°C	
Z3	185°C	195°C	
Adaptér	195°C		
Teplota taveniny - 196°C			

Dle parametrů, které jsou uvedeny v jednotlivých tabulkách této kapitoly je procento nekvality vůči celkové produkci na výrobní lince Starlinger na úrovni 3,3 procenta.

Cílem je nastavení parametrů, aby se procento nekvality dostalo pod jedno procento. Na základě vizuálních, laboratorních kontrol a zkušeností při nastavení současných parametrů je u některých produktů nedostatečně rozpracovaný vstupní materiál v extruderu (v tavenině) nebo je tavenina příliš hustá, nebo naopak příliš tekutá.

Parametry, které nejvíce ovlivňují vlastnosti taveniny, která má vliv na kvalitu jsou zpracovatelské teploty a hodnoty uvedené v jednotlivých tabulkách v této kapitole. Aby bylo dosaženo optimálního nastavení, kdy bude nekvalita vůči celkové produkci pod jedno procento je důležité provést analýzu rizik, která mohou mít vliv na kvalitu a poté zkoušky na základě změn jednotlivých hodnot nastavení výrobní technologie. Proto po této kapitole bude následovat analýza rizik nekvality.

8 ANALÝZA RIZIK NEKVALITY

Dalším krokem s cílem minimalizovat nekvalitní produkci na lince Starlinger ozn. recoSTAR 125 a tím i snižovat náklady na výrobu je provedení analýzy rizik které mají vliv na kvalitu výsledného produktu. Pro tuto analýzu byla zvolena metoda FMEA, jejíž výhodou je že identifikuje, analyzuje, vyhodnocuje možná rizika a obsahuje i návrhy opatření. Další výhodou je, že umožňuje znovu posouzení rizika, které se provádí periodicky. Tuto periodičnost si zvolí buď firma interně, ale dle praxe si ji určuje cílový zákazník.

Před samotnou analýzou pomocí metody FMEA dochází k několika úkonům. Prvním úkonem je kategorizace významu, výskytu a odhalení vady a její numerické hodnocení vycházející ze specifik procesu, další úkonem je pro přehlednost procesu výroby regranulátu na výrobní technologii Starlinger ozn. recoSTAR 125 jeho grafické znázornění pomocí vývojového diagramu. Poté následuje zpracování analýzy FMEA a její zápis do formuláře.

8.1 Kategorizace významu, výskytu a odhalení vady a numerické hodnocení

Jedná se o první úkon, který je nutno vypracovat abychom mohli v analýze FMEA číselně klasifikovat význam (Tabulka 12), výskyt (Tabulka 13) a odhalení vady (Tabulka 14) a tím kvantitativně vyhodnotit možná rizika. Kvantitativní hodnocení MR/P (RPN) se vypočítá podle vztahu č.3.

Abychom mohli vyhodnotit, zda se jedná o riziko nízké, střední nebo vysoké je nutné určit si stupnici. Tato stupnice se určuje interně v rámci organizace nebo ji určuje cílový zákazník. V mém případě je stupnice určena interním nařízením organizace. A ta je:

- 1 - 150 – nízké riziko
- 151 - 700 – střední riziko
- 701 - 1000 – vysoké riziko

Tabulka 12: Klasifikace významu vady (vlastní zpracování)

Význam následků vady	Úroveň významu kvality	Úroveň výrobního významu	Klasifikace
Nebezpečný - bez varování	Velmi vysoký stupeň hodnocení, když potenciální vada má vliv na bezpečnost zařízení a nebo nevyhovuje zákonným předpisům bez varování	Může ohrozit operátor (stroj nebo montáž) bez varování	10
Nebezpečný - s varováním	Velmi vysoký stupeň hodnocení, nevyhovuje ve všech směrech požadavkům zákazníka z důvodu, že potenciální vada má vliv na bezpečnost	Může ohrozit operátor (stroj nebo montáž) s varováním	9
Velmi vysoký	Výrobek nesplňuje svou funkci (ztráta základních vlastností)	100 % odpad	8
Vysoký	Výrobek je částečně funkční, jeho funkčnost je snížena díky odstínu, zákazník není stoprocentně spokojený	výrobek je nutné separovat a část (méně než 100%) je odpad	7
Střední	Výrobek splňuje vlastností ale je na spodní nebo horní mezi, proto je snížen komfort při výrobě. Zákazník není spokojený	méně než 100% je odpad bez nutnosti oddělení výrobku a odstraněno v čase do jedné hodiny	6
Nízký	Zákazník zaregistruje určité zhoršení vlastností výrobku	100% výrobku musí být opětovně přepracováno	5
Velmi nízký	Vhodný zákazníkovi, nepatrná konečná (zrakově) nekvalita. Nedostatků si všimla většina operátorů (více jak 75%)	výrobek je možné oddělit a část méně než 100% musí být opětovně přepracována	4
Málo významný	Vhodný zákazníkovi, nepatrná konečná (zrakově) nekvalita. Nedostatek vzpозorovalo 50% operátorů	méně než 100% musí být přepracována. To nelze provézt na lince (homogenizace)	3
Nevýznamný	Vhodný zákazníkovi, jen nepatrná konečná (zrakově) nekvalita. Nedostatek vzpозoroval důsledný operátor (25%)	méně než 100% musí být opětovně přepracována (lze provézt na lince)	2
Žádný	Bez významu	slabé kolísání výkonu nebo operátora nebo bez významu	1

Tabulka 13: Klasifikace výskytu vady (vlastní zpracování)

PRAVDĚPODOBNOST výskytu vady	Četnost vady	Klasifikace
Velmi vysoká: Závada je téměř nevyhnutelná	450 kg z 10000 kg	10
Velmi vysoká: Závada je téměř nevyhnutelná	350 kg z 10000 kg	9
Vysoká: Opakující se závady	250 kg z 10000 kg	8
Vysoká: Opakující se závady	200 kg z 10000 kg	7
Průměrná: Občasné závady	170 kg z 10000 kg	6
Průměrná: Občasné závady	130 kg z 10000 kg	5
Průměrná: Občasné závady	100 kg z 10000 kg	4
Malá: Poměrně málo závad	80 kg z 10000 kg	3
Průměrná: Občasné závady	50 kg z 10000 kg	2
Velmi slabá: Závada je nepravděpodobná	20 kg z 10000 kg	1

Tabulka 14: Klasifikace pravděpodobnosti odhalení vady (vlastní zpracování)

Pravděpodobnost odhalení vady	Měřítka	Navrhovaný rozsah zjišťovacích metod	Klasifikace
Téměř nemožné	Absolutní jistota neodhalení	Žádná známá kontrola není schopna odhalit chybu	10
Velmi obtížné	Kontroly budou pravděpodobně nezjištěny	Kontrola je dosažena jen vedlejší nebo náhodnou kontrolou	9
Obtížné	Kontrola má jistou šanci odhalit vadu	Kontrola je dosažena vizuálním prozkoumáním laboranta + dvojitým měřením požadovaných vlastností produktu	8
Velmi nízké	Kontrola může odhalit výskyt vady	Kontrola je dosažena jen dvojitým měřením požadovaných vlastností produktu	7
Nízké	Kontrola může odhalit výskyt vady	Vizuální kontrola operátora + další kontrola v laboratoři	6
Střední	Kontrola může odhalit výskyt vady	Kontrola operátorem a laborantem jenž používá srovnávací vzorky	5
Středně vysoké	Kontroly mají dobrou šanci na odhalení	Odhalení chyby v další operaci, zrakovou a laboratorní kontrolou na prvních kg produkce	4
Vysoké	Dobrá šance na odhalení kontrolou	Systém automatických testů operátorem u linky a v laboratoři	3
Velmi vysoké	Téměř spolehlivé zjištění kontrolou	Sámatný proces kontroluje - nelze projít odlišnosti	2
Téměř jisté	Zjištěny spolehlivou kontrolou	Nekvalitní produkt nelze vyrobit, protože výrobek je díky návrhu procesu/produktu odolný proti chybám	1

Po kategorizaci významu, výskytu a odhalení bude vypracována analýza rizik, která mohou mít vliv na kvalitu při procesu výroby regranulátu na lince Starlinger.

8.2 FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger

V této kapitole bude provedena analýza rizik, která mohou ovlivnit kvalitu výsledného produktu. Analýza rizik bude realizovaná pomocí metody FMEA.

Tabulka 15: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 1 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU																					
POLOŽKA	Výroba regranulátu	ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES		vedoucí výroby				ČÍSLO FMEA	1												
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger	VYPRACOVALI		Bc. Jan Beran				STRANA	1												
		KRITICKÝ TERMÍN		02.10.2020																	
		ORIGINAL UKONČENÝ		28.09.2020																	
ČLENOVÉ TÝMU:		vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové																			
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav					Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace										
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)													
Vstupní materiál	Nesprávná barva	Nesprávný odstín granulace	Nesprávná kontrola operátora	Třídění mat. do sektorů	6	5	1	30	Proškolení manipulace, operátorů, kontrola předáků během výroby	operátor výroby a manipulace	16.10.2020										
	Různá tvrdost materiálu	Horší drcení - prázdný pás, slabší výkon linky	nesprávné vyhodnocení operátora	Kontrola operátorů a předáka během směny	2	5	1	10	Proškolení operátorů a předáků	operátor a předák	16.10.2020										
	Index toku	Nevyhovující MFI, problémy s granulací	nesprávné vyhodnocení operátora	Kontrola operátorů a předáka během směny	6	4	3	72	Proškolení operátorů a předáků	operátor a předák	16.10.2020										
	Kontaminace	Ucpání filtrů (častá výměna) Slabší výkon linky Vysoký odpad Kontaminace finálního granulátu	Neznalost a nepozornost operátorů	Kontrola předáka	5	3	1	15	Proškolení operátorů a předáků	operátor a předák	16.10.2020										
												Nedodržování receptury (PP a PE)	Nesprávný poměr PP a PE dle požadavků zákazníka	Nedodržení receptury	Kontrola operátorů a předáka během směny, vzorek do laboratoře	7	4	6	168	Proškolení operátorů a předáků, při opakovaném porušení fin. postih	operátor a předák
Gilotina	Nefunguje sekací nůž	Ruční řezání - možný slabší výkon (nestihání naplňování pásu)	Závada motoru Závada na elektroinstalaci	Údržba, revize, kontrola	2	4	2	16	Na začátku každé směny kontrola funkčnosti, pravidelná údržba	údržba	16.10.2020										
	Nevyhovující stav sekacího nože	Neúplné přeseknutí role - ruční dořezání - možný slabší výkon	Neopatrnost operátora při manipulaci s roli v gilotině	Při předávání směny kontrola stavu nože	2	4	1	8	Proškolení obsluhy, při opakování fin. postih. Vizualní kontrola operátora, že vyjel s lyžinami z gilotiny	operátor	16.10.2020										

Tabulka 16: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 2 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu			ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES	vedoucí výroby	ČÍSLO FMEA	1					
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger			VYPRACOVALI	Bc. Jan Beran	STRANA	2					
ČLENOVÉ TÝMU:				vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové								
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav					Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)				
Podávací pásový dopravník jednohřídelových o drtiče	Nejede dopravník	Odlehčení pásu - prostoj	Neopatrnost operátora při dávkování na pás (přetížení dopravníku)	Vizuální kontrola během směny	1	3	1	3	Proškolení obsluhy o druhu materiálu, průběžné čištění válců	operátor	16.10.2020	
		Neúmyslné zatažení za lanko nouzového stop - prostoj	Neopatrná manipulace operátora kolem pásu	Kontrola druhým operátorem o bezpečné vzdálenosti od nouzového lanka při manipulaci s materiálem	1	1	1	1	Vyznačení bezpečnostní zóny	operátor	16.10.2020	
	Namotaný materiál na válcích	Vyřezání materiálu z válců - prostoj	Neopatrnost operátora při dávkování na pás (nehodně umístění materiálu na pás)	Vizuální kontrola způsobu dávkování materiálu na dopravník	2	2	1	4	Proškolení operátorů	operátor	16.10.2020	
	Poškození pásu dopravníku	Odstavení pásu - oprava, lepení, výměna - slabší výkon	Namotaný materiál na válcích, neopatrné odstraňování materiálu z válců	Vizuální kontrola dopravníku během směny	1	2	2	4	Odfezávání materiálu údržbou	operátor a předák	16.10.2020	
Detekční zařízení na kov před drtičem	Propouštění kovu	Poškození drtiče - možný prostoj	Nesprávně nastavená citlivost	Kontrola nastavení citlivosti	7	6	4	168	Nastavení požadované citlivosti, při opakovaném porušení fin. postih	předák a údržba	07.10.2020	
			Nefukční akustická signalizace	Kontrola funkčnosti akustické signalizace	3	4	3	36	Oprava údržbou	údržba	16.10.2020	
			Nefukční zpětný chod dopravníku při detekci kovu	Kontrola funkčnosti zpětného chodu	1	3	1	3		údržba	16.10.2020	

Tabulka 17: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 3 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu		ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES				vedoucí výroby		ČÍSLO FMEA	1		
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger		VYPRACOVALI				Bc. Jan Beran		STRANA	3		
ČLENOVÉ TÝMU:			vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové				KRITICKÝ TERMÍN			02.10.2020		
			ORIGINÁL UKONČENÝ				28.09.2020					
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav				Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace		
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od				MR/P (RPN)	
Jednohřídelový drtič	Nevyhovující drcení	Málo materiálu do linky - slabší výkon	Nesprávné dávkování materiálu	Kontrola materiálu - míchání	3	2	2	12	Proškolení operátorů	operátor	16.10.2020	
			Tupé nože (rotorové, statorové)	Kontrola stavu nožů	4	3	3	36	Výměna nožů údržbou	operátor, údržba	16.10.2020	
	Prázdný drtič	Málo materiálu do linky - slabší výkon	Nedostatečné dávkování materiálu operátory do drtiče	Kontrola operátorů	4	2	1	8	Proškolení operátorů	operátor	16.10.2020	
			Nadměrné dávkování materiálu operátory do drtiče	Vizuální kontrola množství materiálu v drtiči	6	5	2	60	Proškolení operátorů	operátor	16.10.2020	
	Ucpaný drtič	Zastavení drtiče - vyproštění materiálu - prostoje			1	2	1	2		operátor	16.10.2020	
Nefunkční drtič	Dávkování nepodrešeného materiálu - slabší výkon		Strojní nebo elektrická závada	Kontrola stavu drtiče údržbou	1	3	1	3	Oprava a preventivní	údržba	16.10.2020	
Vynášecí pásový dopravník	Netransportuje materiál	Dávkování nepodrešeného materiálu - slabší výkon	Namotaný materiál na válcích a na částech dopravníku	Vizuální kontrola stavu dopravníku	1	3	2	6	Vyčištění dopravníku, vycentrování	operátor	16.10.2020	
			Ujždění pásu na stranu		2	2	1	4		operátor	16.10.2020	
	Nefunkční		Strojní nebo elektrická závada	Kontrola stavu dopravníku údržbou	2	1	1	2	Oprava a preventivní	údržba	16.10.2020	
Dopravník z drtiče do aglomerátoru	Nejede dopravník	Odlehčení pásu - prostoje	Neopatrnost operátora při dávkování na pás (přetížení dopravníku)	Vizuální kontrola během směny	1	3	1	3	Proškolení operátorů o druhu materiálu, průběžné čištění válců	operátor	16.10.2020	
		Neúmyslné zatažení za lanko nouzového stop (vypnutí linky) - prostoje	Neopatrná manipulace operátora kolem pásu	Kontrola druhým operátorem o bezpečné vzdálenosti od nouzového lanka při manipulaci s materiálem	1	1	1	1	Vyznačení bezpečnostní zóny	operátor	16.10.2020	
	Namotaný materiál na válcích	Vyřezání materiálu z válců prostoje	Neopatrnost operátora při dávkování na pás (nehodně umístění materiálu na pás)	Vizuální kontrola způsobu dávkování materiálu na dopravník	2	2	1	4	Proškolení operátorů	operátor	16.10.2020	
	Poškození pásu dopravníku	Odstavení pásu - oprava, lepení, výměna - slabší výkon		Namotaný materiál na válcích, neopatrné odstraňování materiálu z válců	Vizuální kontrola dopravníku během směny	1	2	2	4	Odřezávání materiálu údržbou	operátor a předák	16.10.2020

Tabulka 18: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 4 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA		Výroba regranulátu		ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES		vedoucí výroby				ČÍSLO FMEA	1	
ROK MODELU/TYP		Vytláčování regranulátu - linka Starlinger		VYPRACOVALI		Bc. Jan Beran				STRANA	4	
				KRITICKÝ TERMÍN		02.10.2020						
ČLENOVÉ TÝMU:		vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové		ORIGINAL UKONČENÝ		28.09.2020						
Proces	Možné vady	Možné následky vady		Možná příčina vady	Stávající stav				Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
					Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od				MR/P (RPN)
Detekční zařízení na kov před aglomerátorem	Propouštění kovu	Poškození aglomerátoru a extruderu		Nesprávně nastavená citlivost	Kontrola nastavené citlivosti	7	4	3	84	Nastavení požadované citlivosti, při opakovaném porušení fin. postih	předák a údržba	16.10.2020
				Nefukční akustická signalizace	Kontrola funkčnosti akustické signalizace	3	4	3	36		Oprava údržbou	údržba
				Nefukční zpětný chod dopravníku při detekci kovu	Kontrola funkčnosti zpětného chodu	1	3	1	3	údržba		16.10.2020
Dávkovací silo na drť	Obsahuje kovy	Poškození síla, šnekového dopravníku, aglomerátoru, extruderu, filtrů, kontaminace granulátu		Obsah kovu v drti od dodavatele, nepoužití magnetu při násypu, nedostatečná separace kovů magnety	Odběr vzorků - vyhodnocení, kontrola používání magnetů, kontrola množství kovu na skluzavce	7	5	6	210	Odběr vzorku - reklamace u dodavatele, proškolení operátorů, včasné čištění skluzavky	operátor a vstupní kontrola	07.10.2020
	Obsahuje kontaminovanou drť	Ucpání filtrů, kontaminace granulátu		Obsah kontaminace v drti od dodavatele, nedodržení pokynů při navážení a nasypávání	Odběr vzorků - vyhodnocení, kontrola předepsaných BB na základě evidenčních čísel ze seznamu	7	5	6	210	Odběr vzorku - reklamace u dodavatele, proškolení operátorů, víceúrovňová kontrola naváženého materiálu	operátor a vstupní kontrola	07.10.2020
	Nedodržení receptury násypu	Nevyhovující kvalita finálního granulátu		Nedodržení receptury	Kontrola procentuálního zastoupení drti na základě výrobní zprávy	8	6	6	288	Proškolení operátorů	operátor a vstupní kontrola	07.10.2020
	Nefunguje	U dvou a více složkových receptur - nemožnost dávkování - prostoj		Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	1	2	1	2	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020
Šnekový dopravník	Ucpaný dopravník	Zastavení linky (vyčištění) - prostoj		Ucpání dopravníku	Vizuální kontrola průchodnosti	1	3	1	3	Preventivní údržba, vyčištění	operátor a údržba	16.10.2020
	Nefunguje	Nemožnost dávkování drtě ze síla		Strojní a elektro závada	Kontrola stavu dopravníku údržbou	1	4	1	4	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020

Tabulka 19: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 5 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu		ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES	vedoucí výroby				ČÍSLO FMEA	1			
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger		VYPRACOVALI	Bc. Jan Beran				STRANA	5			
ČLENOVÉ TÝMU:			KRITICKÝ TERMÍN	02.10.2020								
			ORIGINÁL UKONČENÝ	28.09.2020								
vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové												
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav					Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)				
Dávkovací jednotka na aditiva a masterbatch	Nesprávné nastavení	Nesprávná barva, MFI, vlastnosti		Vizuální kontrola granulátu vs. nastavené parametry, odběr vzorků - vyhodnocení	7	4	6	168	Školení předáků, častější kontrola granulátu předákem a laborantkou	předák	16.10.2020	
	Nedávkování aditiv		Ucpaná hadice, prázdná násypka na aditiva	Kontrola průchodnosti, nasávání aditiv, dostatečné množství aditiv v zásobníku	7	4	2	56	Preventivní údržba, školení předáků	předák	16.10.2020	
	Nefunguje		Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	4	2	2	16	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020	
Aglomerátor	Tupé nože (rotorové, statorové)	Slabý výkon - nedostatečné sekání materiálu, kolísání plnění extruderu, přehřívání materiálu (zapékání), zhoršená granulace	Opracované používáním v závislosti na zpracovávaném materiálu	Kontrola - datumu poslední výměny, kontrola zatížení AG, extruderu, měření výkonu	6	6	5	180	Výměna nožů	předák	07.10.2020	
	Ucpaná klapka (vtahovací zóna)	Vyprázdnění extruderu, nulový odběr materiálu - přehřívání materiálu, zapečení materiálu	Kumulace přehřátého materiálu v oblasti vťahovací zóny	Vizuální kontrola AG, kontrola zatížení AG	4	3	2	24	Vyčištění vťahovací zóny, upravení nastavení AG	předák	16.10.2020	
	Přetížený motor	Nemožnost roztočení aglomerátoru - prostož	Nadměrné množství materiálu v AG, nahromaděný materiál pod talířem	Vizuální kontrola AG, motoru, klínových řemenů	3	2	1	6	Vyprázdnění AG a puštění na prázdno, dopnutí klínových řemenů	předák	16.10.2020	
	Vyprázdněný aglomerátor	Zhoršené plnění extruderu, pokles teploty v AG - slabý výkon, zhoršená granulace	Nedostatečné zásobování materiálem	Vizuální kontrola AG, pásu do AG	6	3	2	36	Zajistit předáky dostatečné plnění	předák	16.10.2020	
	Zapečený materiál v AG	Zastavení linky, zatumnutí materiálu pod talířem AG (vyčištění) - prostož	Překročení zpracovatelelé teploty v AG, ucpaná vťahovací zóna, nevhodně zvolená teplota zkrápění	Vizuální kontrola AG	4	2	1	8	Vyčištění AG, výměna nožů, úprava nastavení AG	předák	16.10.2020	
	Nefunguje	Nemožnost výroby	Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	1	2	1	2	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020	

Tabulka 20: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 6 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu			ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES	vedoucí výroby	ČÍSLO FMEA	1					
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger			VYPRACOVALI	Bc. Jan Beran	STRANA	6					
ČLENOVÉ TÝMU:				KRITICKÝ TERMÍN	02.10.2020							
				ORIGINÁL UKONČENÝ	28.09.2020							
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav					Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)				
Vytlačovací šnek s topnými pásmy (extruder)	Malé zatížení šneku	Slabý výkon, nekvalitní granulace	Nedostatek materiálu v AG, nízká nebo moc vysoká teplota v AG, tupé nože v AG, ucpaná vtažovací zóna, nevhodné nastavení parametrů	Kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení, kontrola datumu poslední výměny nožů	8	6	5	240	Proškolení předáků, nastavení optimálního nastavení	předák	07.10.2020	
	Velké zatížení šneku	Materiál se vrací zpět (výtok z vývěv), přetížení motoru	Moc materiálu v AG, nevhodné nastavení parametrů	Kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení	4	4	3	48	Proškolení předáků, nastavení optimálního nastavení	předák	16.10.2020	
	Netočí se	Nemožnost výroby	Ucpaná vtažovací zóna, volné nebo poškozené klínové řemeny, zatuhnutí materiálu ve šneku	Kontrola vtažovací zóny, klínových řemenů, funkčnosti topných těles	3	2	2	12	Vyčištění vtažovací zóny, revize klínových řemenů, revize topných těles	předák a údržba	16.10.2020	
	Překročení zpracovatelských teplot	Degradace materiálu, roztavení nežádoucích složek (kontaminace) tavicích se při vyšších teplotách, kontaminace finálního granulátu	Nevhodné nastavení teplot, neznalost předáka jaké mohou vzniknout důsledky	Kontrola nastavených teplot technologem	8	7	7	392	Evidence nastavených teplot v průběhu směny, proškolení předáků	předák a technolog	07.10.2020	
	Nevyhřívá se	Zatuhnutí materiálu ve šneku, vysoké tlaky na sítěch (nedostatečné roztavení materiálu), slabší výkon, poškození šneku, motoru, klínových řemenů	Nefunkční topné těleso	Kontrola funkčnosti topných těles	4	3	2	24	Revize topných těles	údržba	16.10.2020	
	Nechladí se	Přehřívání taveniny, degradace materiálu ve šneku, zhoršená granulace	Nefunkční ventilátor chlazení, ucpaná mřížka ventilátoru	Kontrola funkčnosti ventilátorů a mřížek ventilátorů	4	3	2	24	Revize ventilátorů, čištění mřížek ventilátorů	údržba	16.10.2020	
	Nefunguje	Nemožnost výroby	Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	2	2	1	4	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020	

Tabulka 21: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 7 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu	ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES	vedoucí výroby	ČÍSLO FMEA	1							
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger	VÝPRACOVALI	Bc. Jan Beran	STRANA	7							
		KRITICKÝ TERMÍN	02.10.2020									
ČLENOVÉ TÝMU:		vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové										
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav					Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)				
Vývěva 1	Nedostatečný podtlak	Napěnění granulátu, nevyhovující kvalita	Netěsnost v systému, ucpání hadice, nedostatek vody v zásobníku, příliš vysoká teplota vody (zanesený výměník tepla)	Kontrola těsnosti a průchodnosti, kontrola množství vody, kontrola teploty vody	7	3	3	63	Výměna těsnění, vyčištění hadic, dopouštění vody, vyčištění výměníku tepla	předák a údržba	16.10.2020	
	Narušení vakua	Vypnutí vývěvy, neodsávání plynů, napěnění granulátu, nevyhovující kvalita	Přetížení šneku (materiál vytéká z vývěvy), vlhký vstupní materiál, nadměrné zkrácení materiálu vodou v AG	Kontrola nastavených parametrů, kontrola vstupního materiálu	7	6	6	252	Proškolení operátorů a předáků	předák a technolog	07.10.2020	
	Nefunguje	S ohledem na vstupní materiály - znemožněna výroba (napěnění granulátu, nevyhovující kvalita)	Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	2	2	2	8	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020	
Vytlačovací šnek s topnými pásmi (extruder)	Malé zatížení šneku	Slabý výkon, nekvalitní granulace	Nedostatek materiálu v AG, nízká nebo moc vysoká teplota v AG, tupé nože v AG, ucpaná vtažovací zóna, nevhodné nastavení parametrů	Kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení, kontrola datumu poslední výměny nožů	8	6	5	240	Proškolení předáků, nastavení optimálního nastavení	předák	07.10.2020	
	Velké zatížení šneku	Materiál se vrací zpět (výtok z vývěv), přetížení motoru	Moc materiálu v AG, nevhodné nastavení parametrů	Kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení	4	4	3	48	Proškolení předáků, nastavení optimálního nastavení	předák	16.10.2020	
	Netočí se	Nemožnost výroby	Ucpaná vtažovací zóna, volné nebo poškozené klínové řemeny, zatuhnutí materiálu ve šneku	Kontrola vtažovací zóny, klínových řemenů, funkčnosti topných těles	3	2	2	12	Vyčištění vtažovací zóny, revize klínových řemenů, revize topných těles	předák a údržba	16.10.2020	
	Překročení zpracovatelských teplot	Degradace materiálu, roztavení nežádoucích složek (kontaminace) tavících se při vyšších teplotách, kontaminace finálního granulátu	Nevhodné nastavení teplot, neznalost předáka jaké mohou vzniknout důsledky	Kontrola nastavených teplot technologem	8	7	7	392	Evidence nastavených teplot v průběhu směny, proškolení předáků	předák a technolog	07.10.2020	
	Nevyhřívá se	Zatuhnutí materiálu ve šneku, vysoké tlaky na sítěch (nedostatečné roztavení materiálu), slabší výkon, poškození šneku, motoru, klínových řemenů	Nefunkční topné těleso	Kontrola funkčnosti topných těles	4	3	2	24	Revize topných těles	údržba	16.10.2020	
	Nechladí se	Přehřívání taveniny, degradace materiálu ve šneku, zhoršená granulace	Nefunkční ventilátor chlazení, ucpaná mřížka ventilátoru	Kontrola funkčnosti ventilátorů a mřížek ventilátorů	4	3	2	24	Revize ventilátorů, čištění mřížek ventilátorů	údržba	16.10.2020	
	Nefunguje	Nemožnost výroby	Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	2	2	1	4	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020	

Tabulka 22: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 8 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu		ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES				vedoucí výroby			ČÍSLO FMEA	1	
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger		VÝPRACOVALI				Be. Jan Beran			STRANA	8	
ČLENOVÉ TÝMU:			vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové									
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav					Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)				
Vývěva 2	Nedostatečný podtlak	Napěnění granulátu, nevyhovující kvalita	Netěsnost v systému, ucpání hadice, nedostatek vody v zásobníku, příliš vysoká teplota vody (zanesený výměník tepla)	Kontrola těsnosti a průchodnosti, kontrola množství vody, kontrola teploty vody	7	3	3	63	Výměna těsnění, vyčištění hadic, dopouštění vody, vyčištění výměníku tepla	předák a údržba	16.10.2020	
	Narušení vakua	Vypnutí vývěvy, neodsávání plynů, napěnění granulátu, nevyhovující kvalita	Přetížení šneku (materiál vytéká z vývěvy), vlhký vstupní materiál, nadměrné zkrápění materiálu vodou v AG	Kontrola nastavených parametrů, kontrola vstupního materiálu	7	6	6	252	Proškolení operátorů a předáků	předák a technolog	07.10.2020	
	Nefunguje	S ohledem na vstupní materiály znemožněna výroba (napěnění granulátu, nevyhovující kvalita)	Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	2	2	2	8	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020	
Vytlačovací šnek s topnými pásmy (extruder)	Malé zatížení šneku	Slabý výkon, nekvalitní granulace	Nedostatek materiálu v AG, nízká nebo moc vysoká teplota v AG, tupé nože v AG, ucpaná vtahovací zóna, nevhodné nastavení parametrů	Kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení, kontrola datumu poslední výměny nožů	8	6	5	240	Proškolení předáků, nastavení optimálního nastavení	předák	07.10.2020	
	Velké zatížení šneku	Materiál se vrací zpět (výtok z vývěv), přetížení motoru	Moc materiálu v AG, nevhodné nastavení parametrů	Kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení	4	4	3	48	Proškolení předáků, nastavení optimálního nastavení	předák	16.10.2020	
	Netočí se	Nemožnost výroby	Ucpaná vtahovací zóna, volné nebo poškozené klínové řemeny, zatuhnutí materiálu ve šneku	Kontrola vtahovací zóny, klínových řemenů, funkčnosti topných těles	3	2	2	12	Vyčištění vtahovací zóny, revize klínových řemenů, revize topných těles	předák a údržba	16.10.2020	
	Překročení zpracovatelských teplot	Degradace materiálu, roztavení nežádoucích složek (kontaminace) tavicích se při vyšších teplotách, kontaminace finálního granulátu	Nevhodné nastavení teplot, neznalost předáka jaké mohou vzniknout důsledky	Kontrola nastavených teplot technologem	8	7	7	392	Evidence nastavených teplot v průběhu směny, proškolení předáků	předák a technolog	07.10.2020	
	Nevyhřívá se	Zatuhnutí materiálu ve šneku, vysoké tlaky na sítěch (nedostatečné roztavení materiálu), slabší výkon, poškození šneku, motoru, klínových řemenů	Nefunkční topné těleso	Kontrola funkčnosti topných těles	4	3	2	24	Revize topných těles	údržba	16.10.2020	
	Nechladí se	Přehřívání taveniny, degradace materiálu ve šneku, zhoršená granulace	Nefunkční ventilátor chlazení, ucpaná mřížka ventilátoru	Kontrola funkčnosti ventilátorů a mřížek ventilátorů	4	3	2	24	Revize ventilátorů, čištění mřížek ventilátorů	údržba	16.10.2020	
	Nefunguje	Nemožnost výroby	Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	2	2	1	4	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020	

Tabulka 23: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 9 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu		ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES			vedoucí výroby				ČÍSLO FMEA	1	
			VYPRACOVALI			Bc. Jan Beran						
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger		KRITICKÝ TERMÍN			02.10.2020				STRANA	9	
			ORIGINAL UKONČENÝ			28.09.2020						
ČLENOVÉ TÝMU:		vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové										
Proces	Možné vady	Možné následky vady		Možná příčina vady	Plánovaná kontrolní opatření	Stávající stav				Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace
						Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)			
Filtr taveniny - filtrace se zpětným proplachem	Ucpané síta	Nárůst tlaku, Slabší výkon, výtok z vývěv, možnost perforace sít		Kontaminace v materiálu, nedostatečně roztavený materiál	Kontrola četnosti a včasné výměny sít dle grafu, kontrola vstupního materiálu	5	4	3	60	Proškolení operátorů a předáků	předák	16.10.2020
	Perforace sít	Kontaminace granulátu, ucpání vytlačovací hlavy, nevyhovující kvalita		Vysoký tlak na sítěch, kontaminace materiálu kovem	Kontrola četnosti a včasné výměny sít dle grafu, kontrola vstupního materiálu	5	4	3	60	Proškolení předáků	předák	16.10.2020
	Absence sít	Kontaminace granulátu, ucpání vytlačovací hlavy, nevyhovující kvalita		Nepozornost předáka	Vizuální kontrola granulátu, kontrola tlaku	4	3	4	48	Proškolení předáků, při opakování fin. postih	předák	16.10.2020
	Poškození válce nebo lamače	Zaseknutí válce při zajždění do filtrační kostky, nemožnost výměny sít, slabší výkon nebo zastavení linky - prostoj		Nesprávné usazení lamače sít	Vizuální kontrola při usazování lamače	3	2	3	18	Proškolení předáků	předák	16.10.2020
	Nevyhřívá se	Materiál není dostatečně roztavený (nevhodná kvalita), vyšší tlaky, slabší výkon,		Vadné topné tělesa	Kontrola nastavené a aktuální teploty	7	4	6	168	Oprava údržbou	údržba	07.10.2020
	Překročení zpracovatelských teplot	Degradace materiálu, roztavení nežádoucích složek (kontaminace) tavících se při vyšších teplotách, kontaminace finálního granulátu		Nevhodné nastavení teplot, neznalost předáka jaké mohou vzniknout důsledky	Kontrola nastavených teplot technologem	8	7	7	392	Evidence nastavených teplot v průběhu směny, proškolení předáků	předák a technolog	07.10.2020
	Ucpaný proplach sít	Nemožnost proplachu sít (nižší životnost sít) - častější výměna sít (slabší výkon)		Ucpaný odtok kontaminací	Kontrola odtoku	3	2	2	12	Vyčištění odtokového kanálku	předák	16.10.2020
	Nefunguje hydraulika	Nelze vyměnit síta, zastavení linky - prostoj		Strojní a elektro závada	Kontrola stavu údržbou	2	2	2	8	Oprava a kontrola funkčnosti údržbou	údržba	16.10.2020

Tabulka 24: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 10 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU											
POLOŽKA	Výroba regranulátu		ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES VYPRACOVALI	vedoucí výroby	ČÍSLO FMEA	1					
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger		KRITICKÝ TERMÍN	02.10.2020	STRANA	10					
ČLENOVÉ TÝMU:	vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové										
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav				Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od				MR/P (RPN)
Vytlačovací hlava s topnou zónou (granulátor)	Neprůchozí trysky vytlačovací hlavy	Slabší výkon, nekvalitní granulace	Kontaminace materiálem, absence nebo perforace sít, nefunkční topné těleso, nesprávně nastavená teplota, ochlazování vodou	Vizuální kontrola granulátu, kontrola průchodnosti trysek, kontrola sít, kontrola funkčnosti topného tělesa, kontrola cirkulace vody v granuláčním bubnu	5	5	3	75	Pročištění trysek, zvýšení teplot (propálení), výměna vytlačovací hlavy, výměna topného tělesa, preventivní výměna sít, vyčištění granuláčního bubnu od cizích těles	předák	16.10.2020
	Nevyhovující povrch vytlačovací hlavy	Níže životnost nožků nebo riziko vylovení nožku na sekací hlavě, nekvalitní granulace, prostoj při výměně vytlačovací hlavy	Nesprávný přítlak nožků na sekací hlavě, nesprávné usazení nožků v držáku sekací hlavy, životnost opotřeбенím	Vizuální kontrola stavu vytlačovací hlavy, sledování četnosti lámání nožků na sekací hlavě	5	2	2	20	Výměna vytlačovací hlavy, upravení přítlaku nožků	předák a údržba	16.10.2020
	Nevyhřívá se	Neprůchodnost trysek - nekvalitní granulace, prostoj při výměně topného tělesa	Vadné topné těleso, vadné pojistky	Kontrola nastavené vs. skutečné teploty vyhřívání vytlačovací hlavy, kontrola topného tělesa a pojistek	6	3	2	36	Výměna topného tělesa, výměna pojistek	předák a údržba	16.10.2020
	Nesprávné nastavení teploty	Příliš tuhá nebo tekutá tavenina - nekvalitní granulace	Neznalost nastavení teplot	Vizuální kontrola granulace, kontrola nastavených teplot technologem	7	5	6	210	Proškolení předáků	předák a technolog	07.10.2020
Sekací hlava s noží	Poškozená sekací hlava	Nekvalitní granulace	Nevhodné zacházení	Vizuální kontrola sekací hlavy	6	2	2	24	Proškolení předáků o manipulaci se sekací hlavou	předák	16.10.2020
	Nestandardní granulace	Nevyhovující kvalita (tvorba hrudek, slepenců, dešší granul, vláskování)	Nevhodná teplota vytlačovací hlavy nebo taveniny, tupé nebo poškozené nožky, ulomený nožik, nízký přítlak sekací hlavy, poškozená sekací hlava, nedostatečná kinetická energie	Vizuální kontrola granulátu, kontrola nastavených parametrů, kontrola přítlaku sekací hlavy	7	5	6	210	Přenastavení parametrů, výměna nožků, úprava přítlaku	předák	07.10.2020
	Netočí se hlava s noží	Negranuluje, zalití granuláčního bubnu	přehřátý motor, vadná ložiska, nevhodná vzdálenost mezi magnetickými kotouči, poškozené magnety	Vizuální a akustická kontrola motoru, magnetů	5	2	2	20	Preventivní údržba, výměna ložisek, úprava vzdálenosti mezi magnetickými kotouči, výměna magnetických kotoučů	předák	16.10.2020
Doprava granulátu ve vodní lázni do vodní vany	Netransportuje se granulát	Nahromadění granulátu v granuláčním bubnu (možnost zalití) - nulový výkon, poškození topného tělesa na vytlačovací hlavě	Poškozená nebo ucpaná hadice, nesprávné vedení hadice, nižší tlak vody, teplota vody, nedostatek vody ve vodní vaně	Vizuální kontrola hadice, kontrola tlaku a teploty vody a množství vody ve vaně, kontrola funkčnosti čidla hladiny vody	4	2	2	16	Výměna a zprůchodnění hadice, vyčištění výměníku vody, výměna čerpadla, oprava čidla hladiny vody, ruční dopuštění vody do vodní vany	předák a údržba	16.10.2020

Tabulka 25: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 11 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu	ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES VYPRACOVAL	vedoucí výroby Bc. Jan Beran	ČÍSLO FMEA	1							
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger	KRITICKÝ TERMÍN ORIGINÁL UKONČENÝ	02.10.2020 28.09.2020	STRANA	11							
ČLENOVÉ TÝMU:		vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové										
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav					Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace	
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od	MR/P (RPN)				
Vodní vana na granulaci	Příliš nízká hladina vody	Kolísání tlaku vody, stříkání vody na vytlačovací hlavu - riziko zalití granulárního bubnu	Nefunkční, zanesené čidlo hladiny vody, nedostatečný přívod technologické vody	Vizuální kontrola hladiny vody ve vaně, kontrola stavu čidla, kontrola přítoku vody	1	3	2	6	Vyčištění nebo výměna čidla hladiny vody, vyčištění filtračního sáčku na přívodu technologické vody	předák	16.10.2020	
	Příliš vysoká teplota vody	Lepení granulí	Zanesený výměník tepla, porucha na chladicím zařízení, nevhodné nastavení intervalu periodického dopouštění vody	Kontrola tlaku vody, kontrola teploty chladicí vody, kontrola funkčnosti chladicích zařízení, kontrola nastavení intervalu periodického dopouštění vody	7	2	2	28	Vyčištění výměníku tepla, odstranění poruchy na chladicím zařízení, vhodné nastavení intervalu periodického dopouštění vody	údržba	16.10.2020	
	Nízký průtok	Nižší tlak vody, stříkání vody na vytlačovací hlavu - riziko zamrznutí trysek na vytlačovací hlavě	Zanesený výměník tepla, zanesená hadice a válcové síto ve vaně	Kontrola tlaku vody, vizuální kontrola válcového síta ve vaně	2	2	2	8	Vyčištění výměníku tepla, hadice, válcového síta ve vaně	údržba	16.10.2020	
Centrifuga	Centrifuga mimo provoz	Odstavení linky - prostoj	Strojní nebo elektro závada (přehřátí, ucpání)	Vizuální a akustická kontrola	2	1	2	4	Preventivní údržba	údržba	16.10.2020	
	Nedostatečné odstředování vody	Vlhký granulát v homogenizačním síle	Zanesené síto v centrifuze, nevhodné nastavení množství vody do centrifugy	Kontrola vlhkosti granulátu, kontrola množství vpouštěné vody do centrifugy	2	3	2	12	Vhodné nastavení vody do centrifugy, vyčištění síta v centrifuze	předák	16.10.2020	
	Únik granulí do vodního okruhu	Ucpání vodního okruhu	Perforace síta v centrifuze, nesprávně usazené síto	Kontrola přítomnosti granulí ve výtoku z centrifugy	1	2	2	4	Oprava síta, odstranění netěsností	předák	16.10.2020	
Doprava granulátu do přechodového síla	Netransportuje se granulát do přechodového síla	Zahlcení potrubí, centrifugy, granulace - prostoj	Plně přechodové sílo, strojní nebo elektro závada na ventilátoru, zanesená mřížka ventilátoru (nedostatek vzduchu)	Vizuální kontrola transportu granulátu z přechodového síla, kontrola funkčnosti ventilátoru	2	3	1	6	Údržba ventilátoru	údržba	16.10.2020	
	Vytváření povlaku (angelhairs)	Přítomnost angelhairs ve finálním granulátu - reklamacie zákazníka	Určitý druh materiálu zanechává třením povlak na stěnách potrubí	Vizuální kontrola cest granulátu do homogenizačního síla (kontrola síta v homogenizačním síle), kontrola je-li otevřená klapka na promíchávání	7	2	2	28	Preventivní čištění potrubí	předák	16.10.2020	

Tabulka 26: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 12 (vlastní zpracování)

FMEA PROCESU												
POLOŽKA	Výroba regranulátu		ZODPOVĚDNÝ ZA PROCES		vedoucí výroby				ČÍSLO FMEA	1		
			VYPRACOVAL		Bc. Jan Beran							
ROK MODELU/TYP	Vytlačování regranulátu - linka Starlinger		KRITICKÝ TERMÍN		02.10.2020				STRANA	12		
			ORIGINÁL UKONČENÝ		28.09.2020							
ČLENOVÉ TÝMU:		vedoucí výroby, Bc. Jan Beran, technologové										
Proces	Možné vady	Možné následky vady	Možná příčina vady	Stávající stav				Doporučená nápravná opatření	Odpovídá	Termín realizace		
				Plánovaná kontrolní opatření	Vz	Vy	Od				MR/P (RPN)	
Přechodové silo	Nefunkční klapka	Přeplnění sila - prostož	Strojní nebo elektro závada, není přísun stlačeného vzduchu	Vizuální kontrola funkčnosti	2	2	2	8	Pravidelná údržba, oprava	údržba	16.10.2020	
Silo s homogenizací	Nefunguje homogenizační šnek	Nelze nasypávat, nehomogenizuje, oprava - prostož	Strojní nebo elektro závada	Kontrola klínových řemenů, pojistek atd.	5	3	3	45	Pravidelná údržba, oprava	údržba	16.10.2020	
	Nefunkční klapka	Nelze vysypávat	Strojní nebo elektro závada, není přísun stlačeného vzduchu	Vizuální kontrola funkčnosti	2	2	2	8	Pravidelná údržba, oprava	údržba	16.10.2020	
	Zanesený filtr na odvod vlhkosti	Vlhký finální granulát	Nedostačující interval výměny filtru	Vizuální kontrola, kontrola poslední výměny	5	3	2	30	Výměna filtru	údržba	16.10.2020	
	Opotřebovaný homogenizační šnek	Zpomalený násyp a výsyp, zdlouhavější vyprazdňování sila	Opotřebení	Kontrola indikace opatření	2	1	1	2	Repas homogenizační ho šneku	údržba	16.10.2020	

8.3 Shrnutí největších rizik a návrhy opatření k jejich minimalizaci

Pomocí metody FMEA byly identifikovány rizika, která dle hodnoty MR/P (RPN) představují větší rizika vzniku nekvality. Proto v této kapitole budou popsány procesy a v nich možné vady, které jsou v rozmezí středního rizika tj. MR/P (RPN) 151 – 700. Rizika v rozmezí vysokého nebyly identifikovány. Dále budou navržena opatření k jejich minimalizaci.

Procesy a možné vady představující dle MR/P (RPN) největší hodnoty rizika:

1. Vstupní materiál (Tabulka 15) – nedodržení receptury (PP a PE), jejichž následkem je nesprávný poměr PP a PE, které požaduje zákazník. **MR/P (RPN) má hodnotu 168.**

Kontrolní opatření – kontrola operátorů a předáků během směny, zda je navážen shodný materiál dle výrobní receptury (kontrola štítku na vstupním materiálu). A před zpracováním dát vzorek do laboratoře z důvodu kontroly, zda materiál má opravdu složení, které je uvedeno na štítku.

Návrh opatření – proškolení operátorů a předáků o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

2. Detekční zařízení na kov před drtičem (Tabulka 16) – propouštění kovu, jehož následkem je možné poškození drtiče a nebo možnost, že kovové části které mohou být obsaženy ve vstupním materiálu se dostanou do zpracovatelské části výrobní linky a tím do taveniny a dojde k výrobě nekvalitního granulátu v důsledku obsahu kovu v něm. **MR/P (RPN) má hodnotu 168.**

Kontrolní opatření – na začátku směny a nebo při změně výroby kontrola nastavení citlivosti detekčního zařízení pomocí kovových vzorků nebo kontrolní tyče.

Návrh opatření – nastavení požadované citlivosti pomocí kovových vzorků nebo kontrolní tyče.

3. Dávkovací silo na drť (Tabulka 18) – silo na drť se zásobuje vstupním materiálem, který je předdrcený nebo je formě granulátu a ten může od dodavatel obsahovat kovové části. Následkem může být poškození sila, šnekového dopravníku, aglomerátoru, extruderu, filtrů a kontaminace finálního granulátu kovovými částicemi, který se tím stává nekvalitním. **MR/P (RPN) má hodnotu 210.**

Kontrolní opatření – odběr vzorků vstupního materiálu laboratoří a jejich vyhodnocení, používání magnetů a kontrola množství kovu na skluzavce.

Návrh opatření – odběr vzorku laboratoří, reklamace u dodavatele, proškolení operátorů, včasné čištění skluzavky.

4. Dávkovací silo na drť (Tabulka 18) – vstupní materiál může být kontaminovaný materiálem jiného chemického složení, než je PP a PE, což má za následek ucpání filtrů a kontaminaci finálního granulátu prvky jiného složení, než je PP a PE a v tomto případě se jedná o nekvalitní granulát. **MR/P (RPN) má hodnotu 210.**

Kontrolní opatření – odběr vzorků vstupního materiálu laboratoří a jejich vyhodnocení, kontrola BB (big bag) na základě evidenčních čísel ze seznamu zkontrolovaných BB laboratoří.

Návrh opatření – odběr vzorků laboratoří, reklamace u dodavatele, proškolení operátorů, vícestupňová kontrola (operátor, předák, laboratoř) naváženého materiálu k výrobní lince.

5. Dávkovací silo na drť (Tabulka 18) – nedodržení receptury násypu, má za následek nevyhovující kvalitu finálního granulátu. **MR/P (RPN) má hodnotu 288.**

Kontrolní opatření – kontrola procentuálního zastoupení drtí na základě výrobní zprávy (výrobní receptury).

Návrh opatření – proškolení operátorů o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

6. Aglomerátor (Tabulka 19) – tupé nože (rotorové, statorové) mají za následek nedostatečné sekání materiálu, kolísání plnění extruderu, přehřívání materiálu (možné zapečení), nekvalitní granulace (krátká délka granulí, slepování granulí). **MR/P (RPN) má hodnotu 180.**

Kontrolní opatření – kontrola datumu poslední výměny nožů, dle přiložené tabulky, kontrola zatížení aglomerátoru a extruderu, měření vytlačovacího výkonu.

Návrh opatření – výměna nožů

7. Vytlačovací šnek s topnými pásmy (Tabulka 20) – malé zatížení šneku vede ke slabšímu výkonu a nekvalitní granulaci. **MR/P (RPN) má hodnotu 240.**

Kontrolní opatření – kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení, které je uvedeno ve výrobní receptuře, kterou vytváří technolog, kontrola datumu poslední výměny nožů v aglomerátoru (rotorových, statorových)

Návrh opatření - , proškolení předáků o optimálním nastavení a o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

8. Vytlačovací šnek s topnými pásmy (Tabulka 20) – překročení (snížení nebo zvýšení) zpracovatelských teplot má za následek degradaci materiálu (taveniny) roztavením nežádoucích složek (kontaminace) což znamená nekvalitu finálního produktu. **Nejvyšší MR/P (RPN) jehož hodnota je 392.**

Kontrolní opatření – dodržování teplot dle výrobní receptury vytvořené technologem, kontrola technologem, mistrem, zda je dodržována výrobní receptura. Kontrola předákem na začátku směny a při změně výroby na jiný produkt, zda jsou nastavené teploty shodné s výrobní recepturou a při změně výroby přenastavit teploty na hodnoty uvedené ve výrobní receptuře pro daný produkt.

Návrh opatření – evidence nastavených teplot a proškolení předáků, mistra o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

9. Vývěva 1 (Tabulka 21) – narušení vakua, pokud dojde k této vadě má to za následek vypnutí vývěvy a neodsávání plynů a k napěnění granulátu a tím k nevyhovující kvalitě. **MR/P (RPN) má hodnotu 252.**

Kontrolní opatření – kontrola nastavených parametrů zatížení aglomerátoru, zpracovatelských teplot na jednotlivých zónách extruderu a kontrolu správnosti vstupního materiálu dle výrobní receptury.

Návrh opatření – proškolení operátorů a předáků o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

10. Vytlačovací šnek s topnými pásmy (Tabulka 21) - malé zatížení šneku vede ke slabšímu výkonu a nekvalitní granulaci. **MR/P (RPN) má hodnotu 240.**

Kontrolní opatření - kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení, které je uvedeno ve výrobní receptuře, kterou vytváří technolog, kontrola datumu poslední výměny nožů v aglomerátoru (rotorových, statorových).

Návrh opatření - proškolení předáků o optimálním nastavení a o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

11. Vytlačovací šnek s topnými pásmy (Tabulka 21) - překročení (snížení nebo zvýšení) zpracovatelských teplot má za následek degradaci materiálu (taveniny) roztavením

nežádoucích složek (kontaminace) což znamená nekvalitu finálního produktu.
Nejvyšší MR/P (RPN) jehož hodnota je 392.

Kontrolní opatření - dodržování teplot dle výrobní receptury vytvořené technologem, kontrola technologem, mistrem, zda je dodržována výrobní receptura. Kontrola předákem na začátku směny a při změně výroby na jiný produkt, zda jsou nastavené teploty shodné s výrobní recepturou a při změně výroby přenastavit teploty na hodnoty uvedené ve výrobní receptuře pro daný produkt.

Návrh opatření - evidence nastavených teplot a proškolení předáků, mistra o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

12. Vývěva 2 (Tabulka 22) - narušení vakua, pokud dojde k této vadě má to za následek vypnutí vývěvy a neodsávání plynů a k napěnění granulátu a tím k nevyhovující kvalitě. **MR/P (RPN) má hodnotu 252.**

Kontrolní opatření – kontrola nastavených parametrů zatížení aglomerátoru, zpracovatelských teplot na jednotlivých zónách extruderu a kontrolu správnosti vstupního materiálu dle výrobní receptury.

Návrh opatření – proškolení operátorů a předáků o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

13. Vytlačovací šnek s topnými pásmy (Tabulka 22) - malé zatížení šneku vede ke slabšímu výkonu a nekvalitní granulaci. **MR/P (RPN) má hodnotu 240.**

Kontrolní opatření - kontrola nastavených parametrů dle optimálního nastavení, které je uvedeno ve výrobní receptuře, kterou vytváří technolog, kontrola datumu poslední výměny nožů v aglomerátoru (rotorových, statorových).

Návrh opatření - proškolení předáků o optimálním nastavení a o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

14. Vytlačovací šnek s topnými pásmy (Tabulka 22) - překročení (snížení nebo zvýšení) zpracovatelských teplot má za následek degradaci materiálu (taveniny) roztavením nežádoucích složek (kontaminace) což znamená nekvalitu finálního produktu.
Nejvyšší MR/P (RPN) jehož hodnota je 392.

Kontrolní opatření - dodržování teplot dle výrobní receptury vytvořené technologem, kontrola technologem, mistrem, zda je dodržována výrobní receptura. Kontrola předákem na začátku směny a při změně výroby na jiný produkt, zda jsou nastavené

teploty shodné s výrobní recepturou a při změně výroby přenastavit teploty na hodnoty uvedené ve výrobní receptuře pro daný produkt.

Návrh opatření - evidence nastavených teplot a proškolení předáků, mistra o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

15. Filtr taveniny – filtrace se zpětným proplachem (Tabulka 23) – pokud nedochází k požadovanému vyhřívání filtru má to za následek zvyšování tlaku a tím nižšímu výkonu produkce. Tato vada má vliv i na taveninu, která není dostatečně roztavena (nevhodná kvalita). **MR/P (RPN) má hodnotu 168.**

Kontrolní opatření – kontrola nastavené a aktuální teploty.

Návrh opatření – oprava údržbou jde o vadné topné těleso nebo čidlo snímání skutečné teploty.

16. Filtr taveniny (Tabulka 23) – filtrace se zpětným proplachem (Tab.23) – překročením zpracovatelských teplot dojde k degradaci materiálu, roztavením nežádoucích složek což vede k nekvalitní produkci (kontaminace finálního granulátu). **Nejvyšší MR/P (RPN) má hodnotu 392.**

Kontrolní opatření - dodržování teplot dle výrobní receptury vytvořené technologem, kontrola technologem, mistrem, zda je dodržována výrobní receptura. Kontrola předákem na začátku směny a při změně výroby na jiný produkt, zda jsou nastavené teploty shodné s výrobní recepturou a při změně výroby přenastavit teploty na hodnoty uvedené ve výrobní receptuře pro daný produkt.

Návrh opatření – evidence nastavených teplot na začátku směny a při změně výroby na jiný produkt, proškolení předáků, mistra o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

17. Vytlačovací hlava s topnou zónou – granulátor (Tab.24) – nesprávné nastavení teploty má za následek, že je příliš tuhá nebo tekutá tavenina a dochází k nekvalitní granulaci a tím k nekvalitnímu finálnímu produktu. **MR/P (RPN) má hodnotu 210.**

Kontrolní opatření – vizuální kontrola granulace, vícestupňová kontrola (předák, mistr, technolog) nastavených teplot dle výrobní receptury.

Návrh opatření – proškolení předáků a mistra o povinnostech uvedených v kontrolním opatření.

18. Sekací hlava s noži (Tabulka 24) – možná vada v tomto procesu může být nestandardní granulace, která má za následek nevyhovující kvalitu (tvorba hrudek, slepenců, dlouhé nebo krátké granule, granule s otřepem). **MR/P (RPN) má hodnotu 210.**

Kontrolní opatření – vizuální kontrola, kontrola nastavených parametrů (počet otáček sekací hlavy), počet nožů, kontrola přítlaku sekací hlavy.

Návrh opatření – nastavení parametrů dle výrobní receptury, výměna nožů, úprava přítlaku.

V metodě FMEA jsou uvedené datумы realizací do kdy mají být realizovány navržené opatření k minimalizaci rizik při výrobě na lince Starlinger. Po uskutečnění opatření budou následovat zkoušky, které budou zaměřeny na změny zpracovatelských teplot a nastavení výrobní linky Starlinger, které dle analýzy FMEA představují nejvyšší riziko.

9 ZKOUŠKY (EXPERIMENTY) ZA ÚČELEM SNÍŽENÍ NEKVALITY PRODUKCE

Z důvodu rozsahu práce nebudou vykonány zkoušky metodou DoE (Design of Experiments), ale budou provedeny na základě vizuálního vzhledu granulátu a taveniny. To znamená, zda má granulát potřebnou délku, není ošrepen, slepen dohromady a v tavenině nejsou vizuálně viditelné nedostatečně roztavené části vstupního materiálu. Poté pomocí laboratorních zkoušek, kde ze vzorku taveniny pomocí mikroskopu se pozná je-li veškerý vstupní materiál dostatečně rozpracován. Dalším kritériem na jejímž základě budou zkoušky uskutečněny jsou dlouholeté zkušenosti. Hlavním cílem zkoušek je nastavení parametrů výrobní technologie Starlinger tak, abychom nekvalitní produkci snížili na hodnotu pod 1 %.

9.1 Zkouška 1

Během první zkoušky dojde ke změnám parametrů nastavení výrobní linky u produktů, kde nekvalitu způsobilo nedostatečné rozpracování materiálu v tavenině a hustá nebo přílišná tekutost taveniny. Defekt nerozpracovaného materiálu byl tak rozsáhlý, že byl v tavenině vizuálně viditelný. A u jednoho z produktů byla velká tekutost taveniny.

Barevné značení parametrů:

- Parametry v **černé barvě** – původní nastavení parametrů,
- parametry v **červené barvě** – parametry které byly změněny v první zkoušce.

Tabulka 27: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPC 25/30
(vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 25/30				Produkt: PPC regranulát 25/30			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška			
Nastavené zatížení AG		40%		Nastavené zatížení AG		46%	
Skutečné zatížení AG		41%		Skutečné zatížení AG		46%	
Klapka otevřena na		80%		Klapka otevřena na		90%	
Teplota AG		105°C		Teplota AG		110°C	
Otáčky šneku		115 ot/min.		Otáčky šneku		118 ot/min.	
Zatížení šneku		40%		Zatížení šneku		50%	
Počet nožů		3		Počet nožů		3	
Otáčky hlavy s noži		1500 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		1700 ot/min.	
Tlak na sítích		85 bar.		Tlak na sítích		78 bar.	
Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	150°C	Z1	175°C	Z1	155°C	Z1	180°C
Z2	150°C	Z2	180°C	Z2	155°C	Z2	185°C
Z3	155°C	Z3	180°C	Z3	160°C	Z3	185°C
Adaptér	165°C	Adaptér	180°C	Adaptér	170°C	Adaptér	185°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	180°C		190°C	Z1	185°C		195°C
Z2	180°C		185°C	Z2	185°C		190°C
Z3	180°C		190°C	Z3	185°C		195°C
Adaptér	185°C			Adaptér	190°C		
Teplota taveniny - 195°C				Teplota taveniny - 197°C			

Tabulka 28: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPC 18/20
(vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 18/20				Produkt: PPC regranulát 18/20			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška			
Nastavené zatížení AG		50%		Nastavené zatížení AG		57%	
Skutečné zatížení AG		55%		Skutečné zatížení AG		57%	
Klapka otevřena na		100%		Klapka otevřena na		100%	
Teplota AG		110°C		Teplota AG		113°C	
Otáčky šneku		110 ot/min.		Otáčky šneku		115 ot/min.	
Zatížení šneku		48%		Zatížení šneku		56%	
Počet nožů		4		Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		2500 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		2100 ot/min.	
Tlak na sítěch		70 bar.		Tlak na sítěch		63 bar.	
Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	160°C	Z1	170°C	Z1	165°C	Z1	175°C
Z2	160°C	Z2	175°C	Z2	165°C	Z2	180°C
Z3	170°C	Z3	175°C	Z3	175°C	Z3	180°C
Adaptér	170°C	Adaptér	180°C	Adaptér	175°C	Adaptér	185°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	180°C	200°C		Z1	185°C	205°C	
Z2	180°C	200°C		Z2	185°C	205°C	
Z3	185°C	200°C		Z3	190°C	205°C	
Adaptér	195°C			Adaptér	200°C		
Teplota taveniny - 203°C				Teplota taveniny - 209°C			

Tabulka 29: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPH 5/10 natur
(vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 5/10 natur				Produkt: PPH regranulát 5/10 natur			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška			
Nastavené zatížení AG		45%		Nastavené zatížení AG		50%	
Skutečné zatížení AG		46%		Skutečné zatížení AG		50%	
Klapka otevřena na		50%		Klapka otevřena na		70%	
Teplota AG		110°C		Teplota AG		115°C	
Otáčky šneku		110 ot/min.		Otáčky šneku		115 ot/min.	
Zatížení šneku		55%		Zatížení šneku		62%	
Počet nožů		3		Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		900 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		1100 ot/min.	
Tlak na sítěch		50 bar.		Tlak na sítěch		65 bar.	
Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	170°C	Z1	185°C	Z1	175°C	Z1	195°C
Z2	175°C	Z2	185°C	Z2	180°C	Z2	190°C
Z3	175°C	Z3	190°C	Z3	185°C	Z3	195°C
Adaptér	180°C	Adaptér	195°C	Adaptér	190°C	Adaptér	200°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	195°C	205°C		Z1	200°C	210°C	
Z2	200°C	205°C		Z2	205°C	210°C	
Z3	200°C	205°C		Z3	205°C	210°C	
Adaptér	205°C			Adaptér	210°C		
Teplota taveniny - 207°C				Teplota taveniny - 211°C			

Tabulka 30: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPH 2/4
(vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 2/4				Produkt: PPH regranulát 2/4			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška			
Nastavené zatížení AG		30%		Nastavené zatížení AG		35%	
Skutečné zatížení AG		32%		Skutečné zatížení AG		35%	
Klapka otevřena na		100%		Klapka otevřena na		100%	
Teplota AG		70°C		Teplota AG		77°C	
Otáčky šneku		125 ot/min.		Otáčky šneku		125 ot/min.	
Zatížení šneku		65%		Zatížení šneku		73%	
Počet nožů		4		Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		1000 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		1200 ot/min.	
Tlak na sítěch		95 bar.		Tlak na sítěch		101 bar.	
Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	150°C	Z1	165°C	Z1	160°C	Z1	180°C
Z2	150°C	Z2	165°C	Z2	165°C	Z2	180°C
Z3	160°C	Z3	165°C	Z3	170°C	Z3	180°C
Adaptér	160°C	Adaptér	170°C	Adaptér	175°C	Adaptér	185°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	175°C	200°C		Z1	190°C	210°C	
Z2	180°C	205°C		Z2	195°C	215°C	
Z3	185°C	200°C		Z3	200°C	225°C	
Adaptér	195°C			Adaptér	205°C		
Teplota taveniny - 202°C				Teplota taveniny - 212°C			

Tabulka 31: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPC 30/35
(vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 30/35				Produkt: PPC regranulát 30/35			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška			
Nastavené zatížení AG		40%		Nastavené zatížení AG		45%	
Skutečné zatížení AG		40%		Skutečné zatížení AG		45%	
Klapka otevřena na		100%		Klapka otevřena na		100%	
Teplota AG		95°C		Teplota AG		106°C	
Otáčky šneku		105 ot/min.		Otáčky šneku		115 ot/min.	
Zatížení šneku		48%		Zatížení šneku		55%	
Počet nožů		4		Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		1500 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		1700 ot/min.	
Tlak na sítěch		45 bar.		Tlak na sítěch		50 bar.	
Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	160°C	Z1	170°C	Z1	165°C	Z1	175°C
Z2	160°C	Z2	175°C	Z2	165°C	Z2	180°C
Z3	165°C	Z3	180°C	Z3	170°C	Z3	185°C
Adaptér	170°C	Adaptér	185°C	Adaptér	175°C	Adaptér	190°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	175°C	195°C		Z1	180°C	200°C	
Z2	180°C	200°C		Z2	185°C	205°C	
Z3	185°C	195°C		Z3	190°C	200°C	
Adaptér	195°C			Adaptér	200°C		
Teplota taveniny - 196°C				Teplota taveniny - 202°C			

Hodnocení zkoušky

Při první zkoušce došlo k navýšení zpracovatelských teplot u produktů v tabulkách 27 až 31 z důvodu nedostatečného rozpracování vstupního materiálu, velké hustotě taveniny a velké délce finálních granulí. Výsledkem navyšování zpracovatelských teplot na jednotlivých částech šneku je zvýšení teploty taveniny a tím k lepšímu rozpracování taveniny, kdy již nejsou vizuálně viditelné části nerozpracovaného materiálu a zlepšení tekutosti taveniny. Díky tomu bylo možné zvýšit zatížení aglomerátoru a otáčky šneku což způsobilo větší zaplnění šneku materiálem. Tyto změny měly vliv na zlepšení kvality výsledného granulátu a to v tom, že nedochází k tak velkým otřepům, zmenšila se délka granulí (požadavky zákazníka jsou i na délku jednotlivých granulí) a snížili se vizuální defekty nedostatečně rozpracovaného materiálu ve finálním granulátu. Výskyt nekvalitní produkce se snížil, ale ne dostatečně.

Tabulka 32: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPH 3/5
(vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 3/5				Produkt: PPH regranulát 3/5			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška			
Nastavené zatížení AG		30%		Nastavené zatížení AG		40%	
Skutečné zatížení AG		32%		Skutečné zatížení AG		40%	
Klapka otevřena na		70%		Klapka otevřena na		80%	
Teplota AG		107°C		Teplota AG		112°C	
Otáčky šneku		100 ot/min.		Otáčky šneku		110 ot/min.	
Zatížení šneku		65%		Zatížení šneku		71%	
Počet nožů		4		Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		2300 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		2000 ot/min.	
Tlak na sítích		65 bar.		Tlak na sítích		70 bar.	
Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	190°C	Z1	205°C	Z1	180°C	Z1	200°C
Z2	190°C	Z2	210°C	Z2	185°C	Z2	200°C
Z3	195°C	Z3	210°C	Z3	190°C	Z3	200°C
Adaptér	205°C	Adaptér	215°C	Adaptér	200°C	Adaptér	205°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	225°C	240°C		Z1	215°C	235°C	
Z2	225°C	245°C		Z2	220°C	240°C	
Z3	230°C	245°C		Z3	225°C	240°C	
Adaptér	230°C			Adaptér	225°C		
Teplota taveniny - 248°C				Teplota taveniny - 242°C			

Hodnocení zkoušky

U produktu v tabulce 32 došlo k snížení zpracovatelských teplot vůči původnímu nastavení a to z důvodu, že tavenina byla příliš tekutá. Důsledkem přílišné tekutosti bylo, že jednotlivé granule byly slepené, jejich délka byla příliš krátká, než požadoval zákazník. Výsledkem snížení teplot bylo, že tavenina zhušťla což vedlo k zvětšení jednotlivých granulí a v menším množství se objevovaly slepené granule. Na základě změn zpracovatelských teplot, došlo k snížení nekvality, ale ne k dostatečnému.

Celkové vyhodnocení první zkoušky

První zkouška proběhla v délce jednoho měsíce (30 pracovních dní). Za tento měsíc byla celková produkce 451 789 kg granulátu a z toho nekvalitní produkce činila 8584 kg, což je 1,9 % nekvality vůči celkové produkci. Z výsledků jde vidět, že změny zpracovatelských teplot mají velký vliv na snižování procenta nekvality, snižování prostojů a zvyšování výkonnosti na lince Starlinger. Cílem projektu je snížit procento nekvality pod 1 % což nebylo dosaženo. Proto se musí provést druhá zkouška.

9.2 Zkouška 2

Výsledkem první zkoušky bylo snížení nekvalitní produkce z původních 3,3 % na 1,9 %. Předchozí zkouška ukázala, že na snižování nekvality mají velký vliv změny zpracovatelských teplot. Proto se budou opět měnit teploty na jednotlivých zónách extruderu. Ze zkušeností a výsledků první zkoušky budou téměř u všech produktů navyšovány teploty kromě produktu PPH regenerulátu 3/5 u kterého budou teploty naopak snižovány.

Barevné značení parametrů:

- Parametry v **černé barvě** – původní nastavení parametrů,
- parametry v **červené barvě** – parametry, které byly změněny v první zkoušce,
- parametry ve **fialové barvě** – parametry změněné ve druhé zkoušce.

Tabulka 33: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPC 25/30 (vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 25/30		Produkt: PPC regranulát 25/30		Produkt: PPC regranulát 25/30	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška	
Nastavené zatížení AG	40%	Nastavené zatížení AG	46%	Nastavené zatížení AG	52%
Skutečné zatížení AG	41%	Skutečné zatížení AG	46%	Skutečné zatížení AG	52%
Klapka otevřena na	80%	Klapka otevřena na	90%	Klapka otevřena na	95%
Teplota AG	105°C	Teplota AG	110°C	Teplota AG	113°C
Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	118 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.
Zatížení šneku	40%	Zatížení šneku	50%	Zatížení šneku	65%
Počet nožů	3	Počet nožů	3	Počet nožů	4
Otáčky hlavy s noži	1500 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1700 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1800 ot/min.
Tlak na sítech	85 bar.	Tlak na sítech	78 bar.	Tlak na sítech	65 bar.
Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1
Z1	150°C	Z1	175°C	Z1	185°C
Z2	150°C	Z2	180°C	Z2	185°C
Z3	155°C	Z3	180°C	Z3	185°C
Adaptér	165°C	Adaptér	180°C	Adaptér	190°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	180°C	Z1	185°C	Z1	190°C
Z2	180°C	Z2	185°C	Z2	190°C
Z3	180°C	Z3	185°C	Z3	195°C
Adaptér	185°C	Adaptér	190°C	Adaptér	195°C
Teplota taveniny - 195°C		Teplota taveniny - 197°C		Teplota taveniny - 201°C	

Tabulka 34: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPC 18/20 (vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 18/20		Produkt: PPC regranulát 18/20		Produkt: PPC regranulát 18/20	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška	
Nastavené zatížení AG	50%	Nastavené zatížení AG	57%	Nastavené zatížení AG	59%
Skutečné zatížení AG	55%	Skutečné zatížení AG	57%	Skutečné zatížení AG	59%
Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%
Teplota AG	110°C	Teplota AG	113°C	Teplota AG	117°C
Otáčky šneku	110 ot/min.	Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.
Zatížení šneku	48%	Zatížení šneku	56%	Zatížení šneku	64%
Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4
Otáčky hlavy s noži	2500 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	2100 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	2000 ot/min.
Tlak na sítech	70 bar.	Tlak na sítech	63 bar.	Tlak na sítech	57 bar.
Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1
Z1	160°C	Z1	165°C	Z1	180°C
Z2	160°C	Z2	175°C	Z2	185°C
Z3	170°C	Z3	175°C	Z3	185°C
Adaptér	170°C	Adaptér	175°C	Adaptér	190°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	180°C	Z1	185°C	Z1	210°C
Z2	180°C	Z2	185°C	Z2	210°C
Z3	185°C	Z3	190°C	Z3	210°C
Adaptér	195°C	Adaptér	200°C	Adaptér	205°C
Teplota taveniny - 203°C		Teplota taveniny - 209°C		Teplota taveniny - 212°C	

Tabulka 35: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPH 5/10 natur (vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 5/10 natur		Produkt: PPH regranulát 5/10 natur		Produkt: PPH regranulát 5/10 natur	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška	
Nastavené zatížení AG	45%	Nastavené zatížení AG	50%	Nastavené zatížení AG	55%
Skutečné zatížení AG	46%	Skutečné zatížení AG	50%	Skutečné zatížení AG	55%
Klapka otevřena na	50%	Klapka otevřena na	70%	Klapka otevřena na	90%
Teplota AG	110°C	Teplota AG	115°C	Teplota AG	119°C
Otáčky šneku	110 ot/min.	Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.
Zatížení šneku	55%	Zatížení šneku	62%	Zatížení šneku	70%
Počet noží	3	Počet noží	4	Počet noží	4
Otáčky hlavy s noži	900 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1100 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1300 ot/min.
Tlak na sítěch	50 bar.	Tlak na sítěch	65 bar.	Tlak na sítěch	70 bar.

Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1
Z1	170°C	Z1	175°C	Z1	185°C
Z2	175°C	Z2	180°C	Z2	190°C
Z3	175°C	Z3	185°C	Z3	190°C
Adaptér	180°C	Adaptér	190°C	Adaptér	195°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	195°C	Z1	200°C	Z1	205°C
Z2	200°C	Z2	205°C	Z2	210°C
Z3	200°C	Z3	205°C	Z3	210°C
Adaptér	205°C	Adaptér	210°C	Adaptér	215°C
Teplota taveniny - 207°C		Teplota taveniny - 211°C		Teplota taveniny - 220°C	

Tabulka 36: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPH 2/4 (vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 2/4		Produkt: PPH regranulát 2/4		Produkt: PPH regranulát 2/4	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška	
Nastavené zatížení AG	30%	Nastavené zatížení AG	35%	Nastavené zatížení AG	38%
Skutečné zatížení AG	32%	Skutečné zatížení AG	35%	Skutečné zatížení AG	38%
Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%
Teplota AG	70°C	Teplota AG	77°C	Teplota AG	82°C
Otáčky šneku	125 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.
Zatížení šneku	65%	Zatížení šneku	73%	Zatížení šneku	81%
Počet noží	4	Počet noží	4	Počet noží	4
Otáčky hlavy s noži	1000 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1200 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1500 ot/min.
Tlak na sítěch	95 bar.	Tlak na sítěch	101 bar.	Tlak na sítěch	110 bar.

Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1
Z1	150°C	Z1	160°C	Z1	165°C
Z2	150°C	Z2	165°C	Z2	170°C
Z3	160°C	Z3	170°C	Z3	175°C
Adaptér	160°C	Adaptér	175°C	Adaptér	185°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	175°C	Z1	190°C	Z1	200°C
Z2	180°C	Z2	195°C	Z2	205°C
Z3	185°C	Z3	200°C	Z3	210°C
Adaptér	195°C	Adaptér	205°C	Adaptér	215°C
Teplota taveniny - 202°C		Teplota taveniny - 212°C		Teplota taveniny - 227°C	

Tabulka 37: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPC 30/35 (vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 30/35		Produkt: PPC regranulát 30/35		Produkt: PPC regranulát 30/35	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhá zkouška	
Nastavené zatížení AG	40%	Nastavené zatížení AG	45%	Nastavené zatížení AG	50%
Skutečné zatížení AG	40%	Skutečné zatížení AG	45%	Skutečné zatížení AG	50%
Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%
Teplota AG	95°C	Teplota AG	106°C	Teplota AG	109°C
Otáčky šneku	105 ot/min.	Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.
Zatížení šneku	48%	Zatížení šneku	55%	Zatížení šneku	62%
Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4
Otáčky hlavy s noži	1500 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1700 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	2000 ot/min.
Tlak na sítěch	45 bar.	Tlak na sítěch	50 bar.	Tlak na sítěch	52 bar.
Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1
Z1	160°C	Z1	165°C	Z1	170°C
Z2	160°C	Z2	165°C	Z2	170°C
Z3	165°C	Z3	170°C	Z3	175°C
Adaptér	170°C	Adaptér	175°C	Adaptér	180°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	175°C	Z1	180°C	Z1	195°C
Z2	180°C	Z2	185°C	Z2	195°C
Z3	185°C	Z3	190°C	Z3	200°C
Adaptér	195°C	Adaptér	200°C	Adaptér	205°C
Teplota taveniny - 196°C		Teplota taveniny - 202°C		Teplota taveniny - 210°C	

Hodnocení zkoušky

Zvýšením teplot na jednotlivých zónách u produktů v tabulkách 33 až 37 došlo ke zlepšení tekutosti taveniny a tím bylo možné zvýšit i zatížení aglomerátoru vstupním materiálem a jeho lepšímu prohrátí v něm. Díky zlepšení tekutosti se zvýšily otáčky extruderu což vedlo k jeho plynulejšímu plnění, lepšímu prohrátí materiálu a jeho postupné změně do formy taveniny.

Výsledkem těchto změn v nastavení parametrů bylo snížení výskytu vad otřepení jednotlivých granulí, zmenšila se délka granulí (snížila se přítomnost delších granulí, které nevyhovují požadavkům zákazníka) v porovnání s výskytem při první zkoušce. Vizually granulát nevykazoval přítomnost nerozpracovaného materiálu, což je znak zlepšující se kvality taveniny a tím i výsledného granulátu.

Tabulka 38: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPH 3/5 (vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 3/5				Produkt: PPH regranulát 3/5				Produkt: PPH regranulát 3/5			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška				Nastavení druhé zkouška			
Nastavené zatížení AG		30%		Nastavené zatížení AG		40%		Nastavené zatížení AG		50%	
Skutečné zatížení AG		32%		Skutečné zatížení AG		40%		Skutečné zatížení AG		50%	
Klapka otevřena na		70%		Klapka otevřena na		80%		Klapka otevřena na		90%	
Teplota AG		107°C		Teplota AG		112°C		Teplota AG		116°C	
Otáčky šneku		100 ot/min.		Otáčky šneku		110 ot/min.		Otáčky šneku		115 ot/min.	
Zatížení šneku		65%		Zatížení šneku		71%		Zatížení šneku		80%	
Počet noží		4		Počet noží		4		Počet noží		4	
Otáčky hlavy s noží		2300 ot/min.		Otáčky hlavy s noží		2000 ot/min.		Otáčky hlavy s noží		1800 ot/min.	
Tlak na sítech		65 bar.		Tlak na sítech		70 bar.		Tlak na sítech		75 bar.	
Teploty				Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	190°C	Z1	205°C	Z1	180°C	Z1	200°C	Z1	175°C	Z1	195°C
Z2	190°C	Z2	210°C	Z2	185°C	Z2	200°C	Z2	180°C	Z2	195°C
Z3	195°C	Z3	210°C	Z3	190°C	Z3	200°C	Z3	185°C	Z3	195°C
Adaptér	205°C	Adaptér	215°C	Adaptér	200°C	Adaptér	205°C	Adaptér	195°C	Adaptér	200°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	225°C		240°C	Z1	215°C		235°C	Z1	210°C		230°C
Z2	225°C		245°C	Z2	220°C		240°C	Z2	215°C		235°C
Z3	230°C		245°C	Z3	225°C		240°C	Z3	220°C		235°C
Adaptér	230°C			Adaptér	225°C			Adaptér	220°C		
Teplota taveniny - 248°C				Teplota taveniny - 242°C				Teplota taveniny - 236°C			

Hodnocení zkoušky

U produktu PPH 3/5 (Tabulka 38) došlo ke snížení zpracovatelských teplot vůči teplotám z první zkoušky, aby se dosáhlo hustější taveniny než byla v první zkoušce a tím se snížil výskyt nekvality, a to ve formě slepených granulí, nedostatečné délky granulí (zvětšení jejich délky). Intenzita výskytu vad se během druhé zkoušky snížila, a to v důsledku snížení teploty taveniny (díky snížení zpracovatelských teplot).

A to je znak, že tavenina se stala hustější, což je vidět v tabulce 38. Na základě změn parametrů zpracovatelských teplot, bylo možné i navýšit zvýšení zatížení aglomerátoru čímž došlo ke zvýšení teploty materiálu v AG a lepšímu plnění extruderu.

Celkové vyhodnocení druhé zkoušky

Druhá zkouška proběhla ve stejném časovém úseku jako první zkouška, a to v délce jednoho měsíce. V čase jednoho měsíce (30 pracovních dní) druhé zkoušky byla celková produkce 463 852 kg granulátu a z toho nekvalitní produkce činila 6030 kg, co je 1,29 % nekvality vůči celkové produkci. Je viditelné procentuální snížení nekvality vůči první zkoušce, kde procento nekvality činilo 1,9 %.

Změnou parametrů u druhé zkoušky nedošlo jen k snížení nekvality, ale došlo i k snížení prostojů na výrobní lince a k zvýšení výkonnosti. Z důvodu nedosažení produkce nekvality pod 1 % což je cíl projektu, proto se musí provést třetí zkouška.

9.3 Zkouška 3

Ani druhou zkouškou nebylo dosaženo dostatečného snížení nekvalitní produkce, to je pod hodnotu 1 %. Třetí zkouškou dojde k opětovné změně parametrů teplot na jednotlivých zónách extruderu. Díky výsledkům obou zkoušek bylo zjištěno, že mají tyto změny zásadní vliv na snižování výskytu jednotlivých vad čili na procentuálním snižování nekvality.

Barevné značení parametrů:

- Parametry v **černé barvě** – původní nastavení parametrů,
- parametry v **červené barvě** – parametry, které byly změněny v první zkoušce,
- parametry ve **fialové barvě** – parametry změněné ve druhé zkoušce,
- parametry v **zelené barvě** – parametry změněné ve třetí zkoušce.

Tabulka 39: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPC 25/30 (vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 25/30		Produkt: PPC regranulát 25/30		Produkt: PPC regranulát 25/30		Produkt: PPC regranulát 25/30									
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška		Nastavení třetí zkouška									
Nastavené zatížení AG	40%	Nastavené zatížení AG	46%	Nastavené zatížení AG	52%	Nastavené zatížení AG	57%								
Skutečné zatížení AG	41%	Skutečné zatížení AG	46%	Skutečné zatížení AG	52%	Skutečné zatížení AG	56%								
Klapka otevřena na	80%	Klapka otevřena na	90%	Klapka otevřena na	95%	Klapka otevřena na	100%								
Teplota AG	105°C	Teplota AG	110°C	Teplota AG	113°C	Teplota AG	115°C								
Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	118 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.								
Zatížení šneku	40%	Zatížení šneku	50%	Zatížení šneku	65%	Zatížení šneku	70%								
Počet nožů	3	Počet nožů	3	Počet nožů	4	Počet nožů	4								
Otáčky hlavy s noži	1500 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1700 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1800 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1900 ot/min.								
Tlak na sítěch	85 bar.	Tlak na sítěch	78 bar.	Tlak na sítěch	65 bar.	Tlak na sítěch	58 bar.								
Teploty		Teploty		Teploty		Teploty									
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1								
Z1	150°C	Z1	175°C	Z1	155°C	Z1	180°C	Z1	160°C	Z1	185°C	Z1	165°C	Z1	185°C
Z2	150°C	Z2	180°C	Z2	155°C	Z2	185°C	Z2	165°C	Z2	185°C	Z2	170°C	Z2	185°C
Z3	155°C	Z3	180°C	Z3	160°C	Z3	185°C	Z3	170°C	Z3	185°C	Z3	175°C	Z3	185°C
Adaptér	165°C	Adaptér	180°C	Adaptér	170°C	Adaptér	185°C	Adaptér	175°C	Adaptér	190°C	Adaptér	180°C	Adaptér	190°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	180°C	190°C		Z1	185°C	195°C		Z1	190°C	200°C		Z1	190°C	200°C	
Z2	180°C	185°C		Z2	185°C	190°C		Z2	190°C	195°C		Z2	190°C	200°C	
Z3	180°C	190°C		Z3	185°C	195°C		Z3	195°C	200°C		Z3	195°C	200°C	
Adaptér	185°C			Adaptér	190°C			Adaptér	195°C			Adaptér	195°C		
Teplota taveniny - 195°C		Teplota taveniny - 197°C		Teplota taveniny - 201°C		Teplota taveniny - 205°C									

Tabulka 40: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPC 18/20 (vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 18/20		Produkt: PPC regranulát 18/20		Produkt: PPC regranulát 18/20		Produkt: PPC regranulát 18/20	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška		Nastavení třetí zkouška	
Nastavené zatížení AG	50%	Nastavené zatížení AG	57%	Nastavené zatížení AG	59%	Nastavené zatížení AG	60%
Skutečné zatížení AG	55%	Skutečné zatížení AG	57%	Skutečné zatížení AG	59%	Skutečné zatížení AG	60%
Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%
Teplota AG	110°C	Teplota AG	113°C	Teplota AG	117°C	Teplota AG	120°C
Otáčky šneku	110 ot/min.	Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.
Zatížení šneku	48%	Zatížení šneku	56%	Zatížení šneku	64%	Zatížení šneku	70%
Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4
Otáčky hlavy s noži	2500 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	2100 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	2000 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1900 ot/min.
Tlak na sítěch	70 bar.	Tlak na sítěch	63 bar.	Tlak na sítěch	57 bar.	Tlak na sítěch	51 bar.

Teploty		Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1
Z1	160°C	Z1	165°C	Z1	170°C	Z1	175°C
Z2	160°C	Z2	165°C	Z2	170°C	Z2	175°C
Z3	170°C	Z3	175°C	Z3	180°C	Z3	185°C
Adaptér	170°C	Adaptér	175°C	Adaptér	180°C	Adaptér	185°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	200°C	Z1	185°C	Z1	190°C	Z1	195°C
Z2	200°C	Z2	185°C	Z2	190°C	Z2	200°C
Z3	200°C	Z3	190°C	Z3	195°C	Z3	200°C
Adaptér		Adaptér	200°C	Adaptér	205°C	Adaptér	210°C
Teplota taveniny - 203°C		Teplota taveniny - 209°C		Teplota taveniny - 212°C		Teplota taveniny - 218°C	

Tabulka 41: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPH 5/10 natur
(vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 5/10 natur		Produkt: PPH regranulát 5/10 natur		Produkt: PPH regranulát 5/10 natur		Produkt: PPH regranulát 5/10 natur	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška		Nastavení třetí zkouška	
Nastavené zatížení AG	45%	Nastavené zatížení AG	50%	Nastavené zatížení AG	55%	Nastavené zatížení AG	60%
Skutečné zatížení AG	46%	Skutečné zatížení AG	50%	Skutečné zatížení AG	55%	Skutečné zatížení AG	60%
Klapka otevřena na	50%	Klapka otevřena na	70%	Klapka otevřena na	90%	Klapka otevřena na	100%
Teplota AG	110°C	Teplota AG	115°C	Teplota AG	119°C	Teplota AG	122°C
Otáčky šneku	110 ot/min.	Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.
Zatížení šneku	55%	Zatížení šneku	62%	Zatížení šneku	70%	Zatížení šneku	74%
Počet nožů	3	Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4
Otáčky hlavy s noži	900 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1100 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1300 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1400 ot/min.
Tlak na sítěch	50 bar.	Tlak na sítěch	65 bar.	Tlak na sítěch	70 bar.	Tlak na sítěch	79 bar.
Teploty		Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1	Vtahovací zóna	Zóna 1
Z1	185°C	Z1	175°C	Z1	185°C	Z1	190°C
Z2	185°C	Z2	180°C	Z2	190°C	Z2	195°C
Z3	190°C	Z3	185°C	Z3	195°C	Z3	195°C
Adaptér	195°C	Adaptér	190°C	Adaptér	200°C	Adaptér	200°C
Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta	Zóna 2	Síta
Z1	205°C	Z1	200°C	Z1	205°C	Z1	210°C
Z2	205°C	Z2	205°C	Z2	210°C	Z2	215°C
Z3	205°C	Z3	205°C	Z3	210°C	Z3	215°C
Adaptér		Adaptér	210°C	Adaptér	215°C	Adaptér	220°C
Teplota taveniny - 207°C		Teplota taveniny - 211°C		Teplota taveniny - 220°C		Teplota taveniny - 227°C	

Tabulka 42: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPH 2/4 (vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 2/4		Produkt: PPH regranulát 2/4		Produkt: PPH regranulát 2/4		Produkt: PPH regranulát 2/4	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhá zkouška		Nastavení třetí zkouška	
Nastavené zatížení AG	30%	Nastavené zatížení AG	35%	Nastavené zatížení AG	38%	Nastavené zatížení AG	42%
Skutečné zatížení AG	32%	Skutečné zatížení AG	35%	Skutečné zatížení AG	38%	Skutečné zatížení AG	44%
Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%
Teplota AG	70°C	Teplota AG	77°C	Teplota AG	82°C	Teplota AG	85°C
Otáčky šneku	125 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.
Zatížení šneku	65%	Zatížení šneku	73%	Zatížení šneku	81%	Zatížení šneku	86%
Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4
Otáčky hlavy s noži	1000 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1200 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1500 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1650 ot/min.
Tlak na sítěch	95 bar.	Tlak na sítěch	101 bar.	Tlak na sítěch	110 bar.	Tlak na sítěch	119 bar.

Teploty		Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	150°C	Z1	165°C	Z1	160°C	Z1	180°C
Z2	150°C	Z2	165°C	Z2	165°C	Z2	170°C
Z3	160°C	Z3	165°C	Z3	170°C	Z3	175°C
Adaptér	160°C	Adaptér	170°C	Adaptér	175°C	Adaptér	185°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	175°C	200°C		Z1	190°C	210°C	
Z2	180°C	205°C		Z2	195°C	215°C	
Z3	185°C	200°C		Z3	200°C	225°C	
Adaptér	195°C			Adaptér	205°C		
Teplota taveniny - 202°C		Teplota taveniny - 212°C		Teplota taveniny - 227°C		Teplota taveniny - 235°C	

Tabulka 43: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPC 30/35 (vlastní zpracování)

Produkt: PPC regranulát 30/35		Produkt: PPC regranulát 30/35		Produkt: PPC regranulát 30/35		Produkt: PPC regranulát 30/35	
Nastavení před optimalizací		Nastavení první zkouška		Nastavení druhé zkouška		Nastavení třetí zkouška	
Nastavené zatížení AG	40%	Nastavené zatížení AG	45%	Nastavené zatížení AG	50%	Nastavené zatížení AG	55%
Skutečné zatížení AG	40%	Skutečné zatížení AG	45%	Skutečné zatížení AG	50%	Skutečné zatížení AG	55%
Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%	Klapka otevřena na	100%
Teplota AG	95°C	Teplota AG	106°C	Teplota AG	109°C	Teplota AG	111°C
Otáčky šneku	105 ot/min.	Otáčky šneku	115 ot/min.	Otáčky šneku	120 ot/min.	Otáčky šneku	125 ot/min.
Zatížení šneku	48%	Zatížení šneku	55%	Zatížení šneku	62%	Zatížení šneku	66%
Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4	Počet nožů	4
Otáčky hlavy s noži	1500 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	1700 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	2000 ot/min.	Otáčky hlavy s noži	2100 ot/min.
Tlak na sítěch	45 bar.	Tlak na sítěch	50 bar.	Tlak na sítěch	52 bar.	Tlak na sítěch	52 bar.

Teploty		Teploty		Teploty		Teploty	
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	160°C	Z1	170°C	Z1	165°C	Z1	175°C
Z2	160°C	Z2	175°C	Z2	165°C	Z2	175°C
Z3	165°C	Z3	180°C	Z3	170°C	Z3	180°C
Adaptér	170°C	Adaptér	185°C	Adaptér	175°C	Adaptér	195°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	175°C	195°C		Z1	180°C	200°C	
Z2	180°C	200°C		Z2	185°C	205°C	
Z3	185°C	195°C		Z3	190°C	200°C	
Adaptér	195°C			Adaptér	200°C	205°C	
Teplota taveniny - 196°C		Teplota taveniny - 202°C		Teplota taveniny - 210°C		Teplota taveniny - 214°C	

Hodnocení zkoušky

Změnami v nastavení teplot ve třetí zkoušce v tabulkách 39, 40, 41, 42, 43, se dosáhlo optimálního rozpracování materiálu a tekutosti taveniny, které se prokázalo laboratorními výsledky a vizuální kontrolou. Teploty na jednotlivých zónách byly zvýšeny nebo některé ponechány z předcházejících zkoušek tak, že mají postupnou stoupající tendenci, díky tomu bylo dosaženo mnohem lepšího rozpracování materiálu do formy taveniny. Tím došlo k minimalizaci výskytu vad otřepení granulátu, nevyhovující délce granulí a dalších defektů, které se vyskytovaly v průběhu výrobního procesu.

Tabulka 44: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPH 3/5 (vlastní zpracování)

Produkt: PPH regranulát 3/5				Produkt: PPH regranulát 3/5				Produkt: PPH regranulát 3/5				Produkt: PPH regranulát 3/5			
Nastavení před optimalizací				Nastavení první zkouška				Nastavení druhá zkouška				Nastavení třetí zkouška			
Nastavené zatížení AG		30%		Nastavené zatížení AG		40%		Nastavené zatížení AG		50%		Nastavené zatížení AG		56%	
Skutečné zatížení AG		32%		Skutečné zatížení AG		40%		Skutečné zatížení AG		50%		Skutečné zatížení AG		56%	
Klapka otevřena na		70%		Klapka otevřena na		80%		Klapka otevřena na		90%		Klapka otevřena na		100%	
Teplota AG		107°C		Teplota AG		112°C		Teplota AG		116°C		Teplota AG		118°C	
Otáčky šneku		100 ot/min.		Otáčky šneku		110 ot/min.		Otáčky šneku		115 ot/min.		Otáčky šneku		125 ot/min.	
Zatížení šneku		65%		Zatížení šneku		71%		Zatížení šneku		80%		Zatížení šneku		86%	
Počet nožů		4		Počet nožů		4		Počet nožů		4		Počet nožů		4	
Otáčky hlavy s noži		2300 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		2000 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		1800 ot/min.		Otáčky hlavy s noži		1500 ot/min.	
Tlak na sítěch		65 bar.		Tlak na sítěch		70 bar.		Tlak na sítěch		75 bar.		Tlak na sítěch		80 bar.	
Teploty				Teploty				Teploty				Teploty			
Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1		Vtahovací zóna		Zóna 1	
Z1	190°C	Z1	205°C	Z1	180°C	Z1	200°C	Z1	175°C	Z1	195°C	Z1	170°C	Z1	195°C
Z2	190°C	Z2	210°C	Z2	185°C	Z2	200°C	Z2	180°C	Z2	195°C	Z2	175°C	Z2	195°C
Z3	195°C	Z3	210°C	Z3	190°C	Z3	200°C	Z3	185°C	Z3	195°C	Z3	180°C	Z3	195°C
Adaptér	205°C	Adaptér	215°C	Adaptér	200°C	Adaptér	205°C	Adaptér	195°C	Adaptér	200°C	Adaptér	190°C	Adaptér	200°C
Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta		Zóna 2		Síta	
Z1	225°C	240°C		Z1	215°C	235°C		Z1	210°C	230°C		Z1	205°C	225°C	
Z2	225°C	245°C		Z2	220°C	240°C		Z2	215°C	235°C		Z2	210°C	230°C	
Z3	230°C	245°C		Z3	225°C	240°C		Z3	220°C	235°C		Z3	215°C	230°C	
Adaptér	230°C			Adaptér	225°C			Adaptér	220°C			Adaptér	220°C		
Teplota taveniny - 248°C				Teplota taveniny - 242°C				Teplota taveniny - 236°C				Teplota taveniny - 233°C			

Hodnocení zkoušky

Ve třetí zkoušce u produktu PPH 3/5 (Tabulka 44) došlo ke snížení parametrů zpracovatelských teplot, což mělo za následek to, že se dosáhlo plynulého toku taveniny v extruderu a zhušťla její konzistence v porovnání s první a druhou zkouškou. Tyto změny ovlivnily kvalitu, snížení prostojů a zvýšení výkonu výrobní linky. Z hlediska kvality došlo k značnému zlepšení v tuhosti taveniny což vedlo k minimalizaci výskytu vad jako jsou spleené granule, nevyhovující délka (v předešlých zkouškách byla délka granulí krátká). Vizualní kontrola a laboratorní výsledky potvrdily optimální rozpracování vstupního materiálu v tavenině.

Celkové vyhodnocení třetí zkoušky

Třetí zkouška proběhla ve stejném časovém úseku jako první zkouška a druhá zkouška, a to v délce jednoho měsíce. V časovém horizontu jednoho měsíce (30 pracovních dní) třetí zkoušky byla celková produkce 465 963 kg granulátu a z toho nekvalitní produkce činila 4147 kg, což je 0,89 % nekvality vůči celkové produkci. Bylo dosaženo plánovaného cíle projektu snížit nekvalitu pod 1 %.

Závěr zkoušek

V průběhu tří měsíců, byly provedeny tři zkoušky, kde každá ze zkoušek byla v časovém intervalu jednoho měsíce (30 pracovních dní). Zkoušky probíhaly systémem, že došlo ke změnám parametrů nastavení výrobní linky a ta na změněné parametry produkovala po dobu jednoho měsíce. Cílem zkoušek bylo snížit nekvalitní produkci pod 1 % z celkové produkce. Jak je vidět v tabulce 45 cíle v průběhu zkoušek bylo dosaženo. Změnami v první zkoušce se docílilo nekvalitní produkce 1,9 %, v druhé 1,29 % a závěrečné třetí bylo dosaženo cíle a to 0,89 %. Změnami parametrů nastavení výrobní linky nedošlo jen ke snížení nekvality, ale i k snížení prostojů a zvýšení produkce.

Tabulka 45: Výsledky zkoušek

Nekvalitní produkce při zkouškách na lince Starlinger			
Zkouška č.	Celková produkce (kg)	Nekvalitní produkce (kg)	Nekvalitní produkce (%)
1	451789	8584	1,9
2	463852	6030	1,29
3	465963	4147	0,89

Další fází po zavedení optimálního nastavení, které vychází z nastavení ze třetí zkoušky je kontrola jeho dodržování. Tato fáze bude popsána v následující kapitole.

10 KROKY K ZAJIŠTĚNÍ DODRŽOVÁNÍ IMPLEMENTOVANÉHO NASTAVENÍ VÝROBNÍ LINKY

Důležitou součástí projektu je dodržování optimálního nastavení výrobní linky, kterého bylo dosaženo zkouškami. Optimální nastavení je totožné s nastavením třetí zkoušky, protože produkce v rámci třetí zkoušky vykázala nejnižší procento nekvality a to 0,89 % (cíl pod 1 %).

Prvním krokem, aby bylo dosaženo dodržování nastavení výrobní linky, bylo provedeno to, že došlo k vytvoření a uložení optimálního nastavení parametrů jednotlivých produktů do programu (Simatic) výrobní linky ve formě výrobních receptur. Takže v případě přejezdu na jiný produkt, předák v sekci výrobní receptury zadá uloženou recepturu pro daný produkt a veškeré optimální nastavení se automaticky přenastaví na zvolený produkt. Dalším krokem bylo zamezení vstupu (zaheslování) do programu linky sekce změny výrobních receptur neoprávněným osobám (předákům, operátorům, údržbě, mistrům), aby bylo zabráněno bezdůvodným a neprofesionálním zásahům do nastavení parametrů uložených ve výrobních recepturách.

Aby byla kontrola dodržování efektivní byl vytvořen formulář s názvem Výrobní receptura a průběh směny (Tabulka 46). Tento formulář obsahuje veškeré náležitosti týkající se výrobní problematiky daného produktu. Je zde i zobrazeno optimální nastavení linky pro daný produkt, který je zároveň uložen v programu linky v sekci výrobní receptury. Všichni předáci mají povinnost zkontrolovat optimální nastavení linky uvedeného ve formuláři s nastavením uloženého ve výrobní receptuře v programu linky. Pokud údaje nesouhlasí, musí kontaktovat technologa nebo vedoucího výroby.

Dalším faktorem, aby byl cíl projektu neustále udržován, to je pod 1 % nekvality, je zvýšení motivace (finanční) předáků a operátorů. Proto bylo za prvé předákům a operátorům ke stávajícímu osobnímu a výkonnostnímu ohodnocení v rámci mzdy přidáno ohodnocení kvality. To znamená, pokud bude produkce nekvality za celou směnu pod 1 % dostane celá směna (předák a dva operátoři) finanční prémii do části mzdy ohodnocení kvality. A za druhé byla vyhlášena soutěž opakující se každý měsíc mezi jednotlivými směnami. Tato soutěž je založena na tom, která ze směn bude mít nejnižší procento nekvality pod 1 % za měsíc dostane navíc do mzdy mimořádnou prémii.

Tabulka 46: Příklad formuláře výrobní receptura a průběh směny (vlastní zpracování)

Výrobní receptura a průběh směny				
Produkt	Produkt: PPC regranulát 25/30			
Číslo zakázky				
Datum	Směna		Předák	
			Operátoři	
Druh vstupního materiálu:				
Poměry vstupního materiálu:				
Aditiva:				
Poměry aditiv:				
Kontrola de tekčního zařízení				
Nastavení zpracovatelských teplot				
Produkt: PPC regranulát 25/30				
Optimální nastavení				
Nastavené zatížení AG				57%
Skutečné zatížení AG				56%
Klapka otevřena na				100%
Teplota AG				115°C
Otáčky šneku				125 ot/min.
Zatížení šneku				70%
Počet nožů				4
Otáčky hlavy s noži				1900 ot/min.
Tlak na sítěch				58 bar.
Teploty				
Vtahovací zóna			Zóna 1	
Z1	165°C		Z1	185°C
Z2	170°C		Z2	185°C
Z3	175°C		Z3	185°C
Adaptér	180°C		Adaptér	190°C
Zóna 2			Síta	
Z1	190°C		200°C	
Z2	190°C		200°C	
Z3	195°C		200°C	
Adaptér	195°C			
Teplota taveniny - 205°C				
Změna zpracovatelských teplot				
Kdo:				
Důvod:				
Změna teploty (zóna a teplota)				
Změna od (kg)				
Změna do (kg)				
Průběh směny:				
El. Závady				
Oprava (od - do):				
Vadná součástka:				
Opravu provedl:				
Stroj. Závady				
Oprava (od - do):				
Vadná součástka:				
Opravu provedl:				
Seřizování stroje (od - do):				
Nedostatky z předchozí směny:				
Nekvalitní produkce (kg/procento):				
Celková produkce (kg):				

Pro potřeby budoucí kontroly, analýzy a možné zjištění příčin reklamací musí mistr po každé směně formulář (Tabulka 46) naskenovat a přes interní síť poslat technologům a vedoucímu výroby. Tyto formuláře musí zůstat uloženy v interním uložišti po dobu jednoho roku. O všech krocích vedoucích k zajištění dodržování optimálního nastavení výrobní linky, které jsou popsány v této kapitole byli proškoleni všichni operátoři a všechny zainteresované osoby (mistři, pracovníci laboratoře, technologové a vedoucí výroby).

ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na navrhnutí optimalizace výroby ve vybrané organizaci za účelem snižování rizik nekvality pomocí definování problému, měření což je v případě projektu výchozí nastavení výrobních parametrů, analýzy rizik, zkoušek a kroků ke kontrole dodržování implementovaného nastavení parametrů jejichž účelem je snižování nekvality.

První částí diplomové práce je část teoretická, která je rozdělena do čtyř kapitol. První kapitola zahrnuje terminologii, která se týká oblasti jakosti. Druhá kapitola je věnována kvalitě, ve které je vysvětlen pojem TQM a vše co s ním souvisí, další částí druhé kapitoly je Lean production neboli štíhlá výroba její zaměření a možnosti aplikace, dále historie metodologie Lean, principy štíhlé výroby a její uplatnění. Součástí druhé kapitoly jsou nástroje Lean production, v této části jsou popsány jednotlivé metody a jejich využití. A poslední podkapitolou druhé kapitoly je certifikace v rámci kvality, která je zaměřená na normy ISO 9001 a IATF 16949, ve které je vysvětleno, co jaká norma specifikuje, jejich historie, zásady a přínosy. Další kapitolou je kapitola rizika v kvalitě, jejichž součástí je část, ve které je popsán management rizika a metody analýzy rizik, které lze využít k analýze rizik v rámci kvality. V praktické části je využito jedné z metod, jenž je popsána i v této části kapitoly, a to metody FMEA. Poslední kapitolou v teoretické části je dílčí závěr, ve kterém je popsáno celkové shrnutí celé teoretické části.

Praktická část práce začíná postupem výroby plastového regranulátu a popisem zařízení, poté přechází k charakteristice společností, které vyrábějí výrobní linky na výrobu regranulátu. Projekt pokračuje analýzou počátečního stavu, která zahrnuje stav nekvalitní produkce. Vyčíslení nekvality bylo za období šesti měsíců a průměr nekvality za toto období vůči celkové produkci činil 3,3 % a cílem projektu je produkovat nekvalitu pod 1 %. Po analýze počátečního stavu byl vytvořen popis celého procesu výroby regranulátu na lince Starlinger a na něj navazující vývojový diagram. Aby došlo k snížení nekvality pod 1 % jsou důležitá výrobní data před optimalizací a tyto data jsou zobrazena v následující kapitole. Jsou zde zobrazeny parametry výrobní linky, kde na toto nastavení parametrů byla průměrná produkce nekvality 3,3 %. Dalším důležitým krokem, který je v práci realizován, je analýza rizik nekvality. Před samotnou analýzou rizik, kde bylo použito metody FMEA, byla vytvořena kategorizace významu, výskytu a odhalení vady. Poté byla vypracována analýza rizik metodou FMEA, kde byla identifikována, analyzována a vyhodnocena možná rizika, která mohou mít vliv na kvalitu výsledného produktu.

Následně jsou popsány rizika, které byly výsledkem analýzy. V této kapitole jsou i navržena opatření k jejich minimalizaci. Mezi nejrizikovější riziko v procesu výroby regranulátu na výrobní lince Starlinger patří překročení zpracovatelských teplot (snížení nebo zvýšení), kde kontrolní opatření k jeho snížení zahrnuje dodržování teplot dle výrobní receptury vytvořené technologem, kontrola předáků a operátorů, zda dodržují výrobní receptury a to mistrem, technologem, kontrola nastavených teplot dle výrobní receptury předákem na začátku směny a při změně výroby na jiný produkt. Navrženým opatřením k minimalizaci rizika je evidence nastavených teplot a proškolení předáků, mistrů o povinnostech uvedených v kontrolním opatření. Dalšími riziky popsaných v této kapitole, které mají nižší míru rizika než, překročení zpracovatelských teplot jsou nedodržení receptury, propouštění kovu, kovové části ve vstupním materiálu, tupé nože v aglomerátoru, narušení vakua atd. K jednotlivým rizikům jsou vypracována kontrolní opatření a návrhy k jejich minimalizaci.

Po realizaci navržených opatření ke snížení rizik bylo přistoupeno k provedení zkoušek jejichž cílem bylo optimalizovat výrobu na lince Starlinger za účelem snížení nekvality z původních 3,3 % na hodnotu pod 1 %. Průběh zkoušek je popsán v kapitole zkoušky za účelem snížení nekvalitní produkce. Jednotlivé zkoušky byly realizovány na základě výsledků analýzy z předchozí kapitoly, kde největší riziko, které ovlivňuje kvalitu finální produktu představuje snížení nebo zvýšení zpracovatelských teplot. Celkem byly provedeny tři zkoušky, které byly zaměřeny na změny zpracovatelských teplot na jednotlivých částech výrobního zařízení. U každé ze zkoušek byla uskutečněna změna parametrů a na tuto změnu probíhala produkce po dobu jednoho měsíce (30 pracovních dní). Výsledkem první zkoušky bylo snížení nekvalitní produkce na 1,9 %, druhé zkoušky opět snížení na 1,29 % a třetí zkouškou bylo dosaženo cíle a to snížení nekvality pod 1 % na hodnotu 0,89 %.

Aby byla produkce nekvality neustále udržována pod hodnotou 1 %, je důležité dodržování implementovaných nastavení výrobní linky a zabránění neprofesionálním zásahům, které by mohly ovlivnit kvalitu výsledného produktu. Způsoby, jak zajistit dodržování a zamezení možným neodborným zásahům jsou popsány v poslední kapitole praktické části.

Výsledkem práce je optimalizace výroby na výrobní lince, tak že byla snížena produkce nekvality vůči celkové produkci z původních 3,3 % na hodnotu pod 1 % a to na 0,89 %. Z finančního hlediska před zahájením projektu byla průměrná měsíční produkce za šest měsíců 437 608 kg a z toho průměrná nekvalita 3,3 % takže bylo průměrně za měsíc vyprodukováno 14 441 kg nekvalitního produktu a po provedení této práce, pokud by byla stejná průměrná měsíční produkce jak před zahájením projektu, tak při snížení nekvality

z 3,3 % na hodnotu 0,89 % by nekvalitní produkce činila 4376 kg. Tudíž by došlo k úspoře 10 065 kg nekvalitní výroby za měsíc. Cena na trhu se pohybuje 27 000 Kč za 1000 kg regranulátu. Finančně vyjádřené, vypracováním této práce by došlo k úspoře 270 000 Kč za měsíc a 3 240 000 Kč za rok.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- A Brief History of ISO 9001* [online], b.r. [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: <https://www.praxiom.com/iso-9001-standard.htm>
- Aktualizace ISO/TS 16949* [online], b.r. [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: <https://www.bsigroup.com/cs-CZ/IATF-16949-Management-kvality-v-automobilovem-prumyslu/Aktualizace-ISO-TS-16949/>
- BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.
- BECKOVÁ, Monika, 2018. *Revize ČSN EN ISO 9001:2016: zkušenosti s aplikací normy v praxi*. Praha: Verlag Dashöfer. ISBN 9788087963661.
- BOLEDOVIČ, L'udovít, 2010. *Totálne produktívna údržba - TPM*. Žilina : IPA Slovakia,.
- BOSSERT, James, 2004. *The supplier management handbook*. 6th ed. Milwaukee: Wis. : ASQ Quality Press. ISBN 9781621980445.
- BOŽEK, František a Rudolf URBAN, 2008. *Management rizika: obecná část*. Vyd. 1. Brno: Univerzita obrany. ISBN 978-80-7231-259-7.
- BRAU, Sebastian J., 2016. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD LLC, iii, 132 s. ISBN 9781539322948.
- Certifikace podle IATF 16949* [online], b.r. [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: <https://www.dnvgl.cz/assurance/automotive/certifikace-podle-iatf-16949.html>
- Certifikácia systému manažérstva kvality podľa normy ISO 9001* [online], b.r. [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: https://www.cems.sk/produkt/15-certifikacia-systemu-manazerstva-kvality-podla-normy-iso-9001?gclid=CjwKCAjww5r8BRB6EiwArcckC5maDobSBp9Mxjqoi1OroII3YUnXzdAxV5grNSJaIez49xVzqPCo_xoCkJIQAvD_BwE
- Co je Aktivum* [online], b.r. [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <https://www.penize.cz/slovník/aktivum>
- ČASTORÁL, Zdeněk, 2017. *Management rizik v současných podmínkách*. Vydání I. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského. ISBN 9788074521324.
- ČSN EN 31010 (010352) *Management rizik - Techniky posuzování rizik*, 2011. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: .,
- ČSN ISO 31000 (01 0351) *Management rizik - Principy a směrnice*, 2010. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. ISBN bez ISBN.
- DAHLGAARD JENS J, 2002. *Fundamentals of total quality management*. Vyd. 1. London: Chapman-Hall. ISBN 0748772936.
- Definice pojmů* [online], b.r. [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <https://www.uur.cz/default.asp?ID=3986>
- Demingův cyklus PDCA: Demingův cyklus (PDCA cyklus)* [online], b.r. [cit. 2020-10-15]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/sprava-it/deminguv-cyklus-pdca.htm>
- European competence - solution oriented* [online], b.r. [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.starlinger.com/en/recycling/about-us/>
- FMEA – Failure Mode and Effect Analysis* [online], b.r. [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <http://lean6sigma.cz/fmea/>
- FMEA Analýza příčin a důsledků* [online], b.r. [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/FMEA-Analyza-pricin-a-dusledku.htm>
- FROM PIONEER TO WORLD MARKET LEADER*. [online], b.r. [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: https://www.erema.com/en/company_profile/
- FTA* [online], b.r. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=52>

- FTA (Fault Tree Analysis) - Analýza stromu poruchových stavů* [online], b.r. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/fault-tree-analysis>
- Historie řízení kvality (History of Quality Management)* [online], b.r. [cit. 2020-10-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/historie-rizeni-kvality>
- IATF 16949 (dříve ISO/TS 16949): Použití / uplatnění standardu* [online], b.r. [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: https://atcon.cz/iso/ts-16949?gclid=CjwKCAjwrKr8BRB_EiwA7eFappHXcWgVE7uMTLcWLF_xLTI5t485KgH92d9HGK8NO5WEwyYvzrWQzhoCC9MQAvD_BwE
- Intarema® Tveplus®* [online], b.r. [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: https://www.ereima.com/en/intarema_tveplus/
- Ishikawa Diagram* [online], b.r. [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/i/ishikawa-diagram.asp>
- Ishikawa diagram rybí kosti – 8M* [online], b.r. [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: <https://zsf.cz/show/ishikawa-diagram-rybi-kosti-8m>
- Ishikawův diagram* [online], b.r. [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
- ISO 31000:2018(en) Risk management — Guidelines* [online], b.r. [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:en>
- ISO 9001 - certifikace - systém managementu kvality: co je systém managementu kvality ISO 9001* [online], b.r. [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: <https://www.sgsigroup.cz/cs-cz/health-safety/quality-health-safety-and-environment/quality/quality-management-systems/iso-9001-certification-quality-management-systems>
- ISO 9001: PŘÍNOSY CERTIFIKACE* [online], b.r. [cit. 2020-10-14]. Dostupné z: <http://www.itczlin.cz/cz/iso-9001>
- Jednotlivé metody a nástroje: Základní funkce metody* [online], b.r. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>
- Kaizen pro život?* [online], b.r. [cit. 2020-10-11]. Dostupné z: <http://probuzeni.blogspot.com/2015/01/kaizen-pro-zivot.html>
- KORECKÝ, Michal a Václav TRKOVSKÝ, 2011. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN isbn978-80-247-3221-3.
- KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
- KRULIŠ, Jiří, 2011. *Jak vítězit nad riziky: aktivní management rizik - nástroj řízení úspěšných firem*. Praha: Linde. ISBN 978-80-7201-835-2.
- Kvalita | procesní řízení* [online], b.r. [cit. 2020-10-15]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/pdca-cyklus-1/>
- Kvalita | Procesní řízení* [online], b.r. [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/fmea/>
- Kvalita: zásada zlepšování kvality řízení* [online], b.r. [cit. 2020-10-15]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/micrositesutf/odpovednost2013/cs/bezpecnost/zasada-zlepsovani-kvality-rizeni.html>
- Metoda FMEA* [online], b.r. [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <http://www.komora-khk.cz/business/documents/?soubor=moduly/5-jakost/12-neustale-zlepsovani/12-2-fmea.pdf>
- Metoda FMEA* [online], b.r. [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Animace/Animace%2010%20-%20FMEA.pps>
- Metody a nástroje: Štíhlý a inovativní podnik* [online], b.r. [cit. 2020-10-11]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>

- MYERSON, Paul, 2012. *Lean supply chain and logistics management*. New York : McGraw-Hill, c2012. ISBN 9780071766265.
- NENADÁL, Jaroslav, 2002. *Moderní systémy řízení jakosti: quality management*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press. ISBN 8072610716.
- NENADÁL, Jaroslav, 2004. *Měření v systémech managementu jakosti*. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-110-0.
- NENADÁL, Jaroslav, 2008. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Vyd. 1. Praha: Management Press. ISBN isbn978-80-7261-186-7.
- PALEČEK, Miloš, 2003. *Identifikace a hodnocení rizik*. Vyd. 2. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce. Bezpečný podnik. ISBN 802390745x.
- PANDE, Peter S., Robert P. NEUMAN a Roland R. CAVANAGH, 2002. *Zavádíme metodu Six Sigma, aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. 1. vyd. Brno: TwinsCom. ISBN 8023892894.
- Pareto Analysis Explained With Pareto Chart And Examples* [online], b.r. [cit. 2020-10-23]. Dostupné z: <https://www.softwaretestinghelp.com/pareto-analysis-and-pareto-chart/>
- Poka Yoke: K čemu je v praxi Poka yoke?* [online], b.r. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/poka-yoke>
- Poka-yoke: Definice* [online], b.r. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: <https://www.cems-cz.com/blog/240-poka-yoke>
- Production efficiency redefined*. [online], b.r. [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: https://www.ereima.com/en/intarema_usp_technology/
- Přechod na IATF 16949* [online], b.r. [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: <https://www.tuv-sud.cz/cz-cz/cinnosti/audit-a-certifikace-systemu/iatf-16949/prechod-na-iatf-16949>
- Revízia normy IATF 16949:2016: Stratégia prechodu z ISO/TS 16949:2009 na IATF16949:2016* [online], b.r. [cit. 2020-10-18]. Dostupné z: https://www.cems.sk/produkt/30-revizia-normy-iatf-16949-2016?gclid=CjwKCAjwrKr8BRB_EiwA7eFapj-26nSsji7DRcAuUxmxFblIJYLjR4EaHXZUEh7FEIrndUEKza4RoCasIQAvD_BwE
- Řízení jakosti a spolehlivosti* [online], b.r. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2878356/>
- Single Minute Exchange of Die (SMED) Definition and Example* [online], b.r. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://www.sixsigmadaily.com/single-minute-exchange-of-die-smed-definition-example/>
- SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS, 2010. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3051-6.
- Softwarová podpora analýzy rizik* [online], b.r. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10129241-Softwarova-podpora-analyzy-rizik.html>
- Starlinger* [online], b.r. [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.starlinger.com/en/company/>
- Starlinger: Lücke im Folien-Recycling geschlossen* [online], b.r. [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.k-aktuell.de/starlinger-luecke-im-folien-recycling-geschlossen-65304/>
- Svět produktivity: 5S* [online], b.r. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/slovník-5S.htm>
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 9788024739380.
- ŠEFČÍK, Vladimír, 2009. *Analýza rizik*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-696-8.
- ŠKRLA, Petr a Magda ŠKRLOVÁ, 2008. *Řízení rizik ve zdravotnických zařízeních*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2616-8.

- TETTEH, Edem G. a Hans CHAPMAN, 2018. *Lean Six Sigma for Optimal System Performance in Manufacturing and Service Organizations* [online]. IGI Global [cit. 2020-10-13]. Advances in Logistics, Operations, and Management Science. ISBN 9781522540625. Dostupné z: doi:10.4018/978-1-5225-4062-5
- TICHÝ, Milík, 2006. *Ovládnání rizika: analýza a management*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck. Beckova edice ekonomie. ISBN 8071794155.
- TPM (Totálně produktivní údržba): Co je a není TPM?* [online], b.r. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/blog/tpm-totalne-produktivni-udrzba/>
- VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. 1. vyd. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- What is 5S?* [online], b.r. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://www.5stoday.com/what-is-5s/>
- What is a Pareto chart?* [online], b.r. [cit. 2020-10-23]. Dostupné z: <https://asq.org/quality-resources/pareto>
- What Is a System?* [online], b.r. [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <https://managementhelp.org/systems/defn-system.pdf>
- What is IATF 16949?* [online], b.r. [cit. 2020-10-17]. Dostupné z: <https://16949store.com/iatf-16949-standards/what-is-iatf-16949/>
- What is KAIZEN: Definition of KAIZEN* [online], b.r. [cit. 2020-10-11]. Dostupné z: <https://www.kaizen.com/what-is-kaizen.html>
- When should DMAIC be your go-to problem-solving tool?: When to use DMAIC* [online], b.r. [cit. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://traccsolution.com/blog/dmaic/>
- Zákazník (Customer)* [online], b.r. [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/zakaznik-customer>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AG	Aglomerátor
BB	Big Bag
BOPP	Biaxiálně orientovaný termoplastický polypropylen
BPS	Bosch Production System
C-VAC	Cyclic - Variation in Altitude Conditioning
DFMEA	Design FMEA
DMAIC	Define Measure Analyse Improve Control
DoE	Design of Experiments
EFQM	European Foundation for Quality Management
ETA	Event Tree Analysis
EVAC	Kopolymer etylenu s vinylacetátem
FIBC	Flexible Intermediate Bulk Container
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
HDPE	High Density Polyethylene
IATF	International Oversight Automotive Bureau
ISO	International Organization for Standardization
ISO/TS	Technická specifikace ISO
Kč	Koruny české
MR	Míra rizika
Od	Odhalení vady
OEM	Original Equipment Manufacturer
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PE	Polyethylen
PET	Polyethylentereftalát

PFMEA	Process FMEA
PP	Polypropylen
PPC	Polypropylen s obsahem Polyethylenu
PPH	Homogenní Polypropylen
PS	Polystyren
QMS	Quality Management System
RPN	Risk Priority Number
S/C FMEA	System/Concept FMEA
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management
Vy	Výskyt vady
Vz	Význam vady

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Model pilířů štíhlé výroby	20
Obrázek 2: Principy, nástroje a cíle štíhlé výroby	22
Obrázek 3: Rozbor japonského slova Kaizen	24
Obrázek 4: Demingův cyklus PDCA	25
Obrázek 5: Příklad Poka-Yoke (vlastní zpracování).....	26
Obrázek 6: Model 5S (Svět produktivity, b.r.).....	28
Obrázek 7: Model DMAIC	30
Obrázek 8: Proces managementu rizik.....	36
Obrázek 9: Ishikawa diagram (Ishikawův diagram, b.r.).....	39
Obrázek 10: Příklad grafického znázornění stromu.....	40
Obrázek 11: Nejčastěji používaná symbolika stromu poruchových.....	41
Obrázek 12: Grafické znázornění stromu ETA.....	42
Obrázek 13: Schéma polohy jednotlivých částí zařízení (vlastní zpracování)	49
Obrázek 14: Výrobní technologie INTAREMA	52
Obrázek 15: Výrobní linka Starlinger recoStar dynamic	53
Obrázek 16: Vývojový diagram procesu regranulace na lince Starlinger (vlastní zpracování)	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Historický vývoj TQM (Historie řízení kvality (History of Quality Management), b.r.)	17
Tabulka 2: Příklad stupnice významu poruchy	45
Tabulka 3: Příklad stupnice výskytu poruchy	45
Tabulka 4: Příklad stupnice pravděpodobnosti odhalení poruchy	45
Tabulka 5: Nekvalitní produkce (vlastní zpracování)	55
Tabulka 6: Výrobní data produktu PPC 25/30	60
Tabulka 7: Výrobní data produktu PPC 18/20	60
Tabulka 8: Výrobní data produktu PPH 3/5	61
Tabulka 9: Výrobní data produktu PPH 5/10	61
Tabulka 10: Výrobní data produktu PPH 2/4	62
Tabulka 11: Výrobní data produktu PPC 30/35	62
Tabulka 12: Klasifikace významu vady (vlastní zpracování)	65
Tabulka 13: Klasifikace výskytu vady (vlastní zpracování)	65
Tabulka 14: Klasifikace pravděpodobnosti odhalení vady (vlastní zpracování)	66
Tabulka 15: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 1 (vlastní zpracování)	67
Tabulka 16: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 2 (vlastní zpracování)	68
Tabulka 17: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 3 (vlastní zpracování)	69
Tabulka 18: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 4 (vlastní zpracování)	70
Tabulka 19: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 5 (vlastní zpracování)	71
Tabulka 20: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 6 (vlastní zpracování)	72
Tabulka 21: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 7 (vlastní zpracování)	73
Tabulka 22: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 8 (vlastní zpracování)	74
Tabulka 23: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 9 (vlastní zpracování)	75
Tabulka 24: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 10 (vlastní zpracování)	76
Tabulka 25: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 11 (vlastní zpracování)	77

Tabulka 26: FMEA procesu výroby regranulátu na lince Starlinger - strana 12 (vlastní zpracování).....	78
Tabulka 27: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPC 25/30.....	85
Tabulka 28: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPC 18/20.....	86
Tabulka 29: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPH 5/10 natur	86
Tabulka 30: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPH 2/4.....	87
Tabulka 31: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPC 30/35.....	87
Tabulka 32: Původní nastavení a nastavení první zkoušky produktu PPH 3/5.....	88
Tabulka 33: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPC 25/30 (vlastní zpracování)	90
Tabulka 34: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPC 18/20 (vlastní zpracování)	90
Tabulka 35: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPH 5/10 natur (vlastní zpracování).....	91
Tabulka 36: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPH 2/4 (vlastní zpracování).....	91
Tabulka 37: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPC 30/35 (vlastní zpracování)	92
Tabulka 38: Původní nastavení, nastavení první zkoušky a nastavení druhé zkoušky produktu PPH 3/5 (vlastní zpracování).....	93
Tabulka 39: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPC 25/30	95
Tabulka 40: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPC 18/20	96
Tabulka 41: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPH 5/10 natur.....	97
Tabulka 42: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPH 2/4.....	98
Tabulka 43: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPC 30/35	99
Tabulka 44: Původní nastavení, nastavení první zkoušky, nastavení druhé zkoušky a nastavení třetí zkoušky produktu PPH 3/5	100
Tabulka 45: Výsledky zkoušek	101
Tabulka 46: Příklad formuláře výrobní receptura a průběh směny (vlastní zpracování)...	103