

# Hodnocení a mitigace rizik ve vybrané společnosti

Bc. David Krejčířik

---

Diplomová práce  
2024



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: 2023/2024

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. David Krejčířík
Osobní číslo:	L22415
Studijní program:	N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace:	Rizikové inženýrství
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Hodnocení a mitigace rizik ve vybrané společnosti

## Zásady pro vypracování

1. Na základě studia odborné literatury zpracujte literární rešerši s ohledem na danou problematiku.
2. Analyzujte současnou situaci ve Vámi vybraném podniku.
3. Za pomoci vybraných metod identifikujte a vyhodnotte rizika ve vybraném podniku.
4. Na základě provedené analýzy navrhněte opatření k mitigaci zjištěných rizik a zhodnotte jejich implementaci do praxe.

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

**Seznam doporučené literatury:**

1. COLLIAS, Dimitris; JAMES, Martin a LAYMAN, John. *Circular Economy of Polymers: Topics in Recycling Technologies*. West Chester, Ohio, United States: American Chemical Society, 2021. ISBN 9780841298163.
2. NIESSNER, Norbert. *Recycling of Plastics*. Munich, Germany: Hanser Publications, 2022. ISBN 978-1-56990-856-3.
3. ŠENOVSÝ, Pavel; ŠENOVSÝ, Michail a ORAVEC, Milan. *Teorie krizového managementu*. 2. rozšířené vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2020. ISBN 9788073852313.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Hoke, Ph.D.**  
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2023**  
Termín odevzdání diplomové práce: **26. dubna 2024**

L.S.

---

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

---

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

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

## 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 na 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: 26. 4. 2024

Jméno a příjmení studenta: Bc. David Krejčířík

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá identifikací a mitigací rizik spojených s procesem separace PET vloček (flakes) ve vybrané společnosti. Teoretická část práce obsahuje literární rešerši z oblasti recyklace plastů s důrazem na PET flakes, dále řízení rizik a výroby. Praktická část práce se zaměřuje na podrobný popis procesů v podniku a jejich znázornění v podobě vývojového diagramu a procesní mapy. Po zhodnocení současného stavu podniku následuje identifikace a analýza rizik pomocí vybraných metod. Na základě výstupů z FMEA analýzy byla navrhnutá opatření ke snížení rizik. Závěr práce patří zhodnocení navržených opatření a jejich implementaci do praxe, včetně jejich přínosu.

Klíčová slova: analýza rizik, PET vločky, separace, riziko

## **ABSTRACT**

The thesis deals with the identification and mitigation of risks associated with the process of separating PET flakes in a selected company. The theoretical part of the thesis includes a literature review in the field of plastic recycling with an emphasis on PET flakes, as well as risk management and production. The practical part of the thesis focuses on a detailed description of the processes within the company and their representation in the form of a process flow diagram and process map. After evaluating the current state of the company, the identification and analysis of risks using selected methods follows. Based on the outputs of the FMEA analysis, measures to reduce risks were proposed. The conclusion of the thesis includes an evaluation of the proposed measures and their implementation in practice, including their benefits.

Keywords: risk analysis, PET flakes, separation, risk

Rád bych vyjádřil své upřímné díky paní Ing. Evě Hoke, Ph.D., za její ochotu, čas a cenné poznatky, které přinesla při vedení této práce. Dále bych chtěl poděkovat managementu firmy za poskytnutí nezbytných informací a celkově za příležitost k vypracování této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY .....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 RECYKLACE PLASTŮ .....</b>	<b>12</b>
1.1 PRIMÁRNÍ RECYKLACE .....	12
1.2 SEKUNDÁRNÍ RECYKLACE (MECHANICKÁ RECYKLACE).....	13
1.2.1 Shromáždění materiálu a ruční třídění.....	13
1.2.2 Rozemletí materiálu.....	14
1.2.3 Využití metod třídění.....	15
1.2.4 Vysoušení materiálu .....	16
1.2.5 Zpracování a vytvoření nového výrobku.....	16
1.3 TERCIÁLNÍ RECYKLACE (CHEMICKÁ).....	16
1.4 KVARTÉRNÍ RECYKLACE.....	17
1.5 PET KONTAMINACE.....	17
1.6 LEGISLATIVA .....	18
<b>2 ANALÝZA RIZIK .....</b>	<b>20</b>
2.1 POJMY V OBLASTI RIZIKA .....	21
2.1.1 Nebezpečí.....	21
2.1.2 Ohrožení.....	21
2.1.3 Poškození .....	22
2.1.4 Škoda .....	22
2.1.5 Následek.....	22
2.2 RIZIKO JAKO TAKOVÉ .....	22
2.2.1 Nejistota a neurčitost rizika.....	23
2.2.2 Akceptovatelné riziko .....	23
2.2.3 Zbytkové riziko .....	24
2.3 TYPY METOD ANALÝZY RIZIKA .....	24
2.3.1 Kvantitativní.....	25
2.3.2 Kvalitativní.....	25
2.3.3 Kombinované .....	25
2.4 HLAVNÍ METODY ANALÝZY RIZIK .....	25
2.4.1 FMEA analýza.....	25
2.4.2 SWOT analýza .....	26
2.4.3 Brainstorming.....	27
2.4.4 ISHIKAWA diagram.....	27
2.4.5 Systémové a procesní diagramy .....	27
<b>3 VÝROBNÍ PROCES.....</b>	<b>29</b>
3.1 VÝROBNÍ FAKTORY .....	29

3.2	TYPY VÝROBY.....	30
3.3	ŘÍZENÍ VÝROBY.....	30
3.4	KPI.....	32
3.5	RIZIKO A VÝROBA .....	32
<b>ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI.....</b>		<b>34</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>		<b>35</b>
<b>4</b>	<b>POPIS PODNIKU .....</b>	<b>36</b>
4.1	POPIS TYPŮ ČINNOSTÍ .....	36
4.1.1	Jednotlivé typy zaměření .....	36
4.1.2	Laboratoř.....	37
4.2	PROCESNÍ MAPA ČINNOSTÍ V PODNIKU .....	40
4.3	VÝVOJOVÝ DIAGRAM PODNIKU.....	43
4.4	DETAILNÍ POPIS PROCESU SEPARACE .....	44
4.4.1	Vysoušení materiálu .....	44
4.4.2	Separace na magnetické a nemagnetické kovy .....	46
4.4.3	Filtrace dle velikosti částic.....	47
4.4.4	Separace dle barvy.....	48
4.4.5	Separace dle typu materiálu .....	49
4.4.6	Skladování.....	51
4.5	FINANČNÍ STRÁNKA FIRMY .....	53
4.6	ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ SITUACE.....	54
<b>5</b>	<b>ANALÝZA RIZIK .....</b>	<b>56</b>
5.1	ISHIKAWA DIAGRAM.....	56
5.2	FMEA ANALÝZA.....	57
5.3	POPIS VÝSTUPŮ Z ANALÝZ .....	65
<b>6</b>	<b>IMPLEMENTACE OPATŘENÍ DO PROCESU .....</b>	<b>66</b>
6.1	RIZIKA Z KATEGORIE NEŽÁDOUCÍ .....	66
6.2	RIZIKA Z KATEGORIE NEPŘIJATELNÉ .....	68
6.3	VYHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ PRO PODNIK .....	74
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>75</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>		<b>76</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>		<b>80</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>82</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>		<b>83</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>		<b>84</b>



## ÚVOD

V dnešní době, kdy otázky životního prostředí a udržitelnosti nabývají stále většího významu, se recyklace plastů stává klíčovým tématem ve světě průmyslu a odpadového hospodářství. Jedním z nejrozšířenějších materiálů určených k recyklaci je polyethylentereftalát, zkráceně PET, ze kterého se získávají drcením tzv. PET flakes. Tento materiál je základní surovinou pro výrobu nových plastových výrobků a má tedy potenciál vytvořit udržitelnější a ekologičtější cyklus využívání tohoto materiálu. Před tímto krokem je nutné u tohoto materiálu provést určité separační kroky, jimiž se zabývá vybraná firma pro tuto diplomovou práci.

Tato diplomová práce se zaměřuje na identifikaci a mitigaci rizik spojených s procesem separace PET flakes ve vybrané společnosti. Stěžejním úkolem je poskytnout komplexní pohled na tuto problematiku a navrhnout konkrétní opatření, která povedou ke snížení možných rizik. Což mimo to, může přinést zvýšení efektivity procesů jak výrobních, systémových, podpůrných či řídicích.

První část práce se věnuje teoretickému základu, který je nezbytný pro pochopení problematiky recyklace plastů, řízení rizik a výroby. Důraz bude kladen na literární rešerši, která bude prováděna pomocí odborné literatury v oblasti recyklace plastů, s důrazem na PET flakes, analýzy rizik a řízení výroby.

Druhá část práce se zaměřuje na praktickou aplikaci získaných teoretických poznatků. Prostřednictvím popisu a analýzy současného stavu v podniku, za použití vhodných metod identifikace rizik budou zjištěna klíčová rizika spojená s procesem separace PET flakes, jimiž se firma zabývá. Popis procesů ve společnosti bude podpořen nově vytvořenou procesní mapou a upraveným vývojovým diagramem. Na základě veškerých poznatků z prohlídky výroby, ale především díky důkladné analýze budou navrženy konkrétní opatření k mitigaci těchto rizik a bude provedeno zhodnocení jejich implementace do praxe. Analýzy budou tvořeny ve spolupráci s vedením společnosti, které uvítalo vytvoření této práce z důvodu komplexní identifikace a zhodnocení rizik ve firmě.

## CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Hlavním cílem diplomové práce je na základě identifikace a posouzení rizik navrhnout konkrétní opatření, která povedou ke snížení rizik neboli mitigaci, spojených s procesem separace PET flakes ve vybrané společnosti. Ošetření identifikovaných rizik může přinést zvýšení efektivity procesů jak výrobních, systémových, podpůrných či řídicích.

Diplomová práce má také řadu dílčích cílů. Jedním z nich je poskytnout komplexní pohled na zpracovávané téma. To souvisí s teoretickým ukotvením dané problematiky. Literární rešerše bude zpracována na základě indukce a dedukce, analýzy studia odborné literatury z oblasti recyklace plastů, separace tzv. PET flakes, analýzy rizika a v neposlední řadě také řízení výroby.

Analytická část bude zaměřena na posouzení a analýzu rizik v konkrétní společnosti. Hlavní technikou sběru dat budou rozhovory s kompetentními pracovníky, řízený brainstorming, pozorování a analýza interních podnikových procesů a směrnic. Pomocí deskripce, procesní mapy a vývojového diagramu bude představen podrobný popis celé výroby a s tím spojených důležitých činností.

Za pomoci vybraných metod budou identifikována a ohodnocena rizika. Těmito metodami budou Ishikawa diagram a metoda FMEA.

Na vyhodnocená rizika, která nejsou v kategorii přijatelná, budou vytvořena opatření pro jejich mitigaci, s následným zhodnocením jejich implementace do praxe.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 RECYKLACE PLASTŮ

V úplném úvodu je nutné teoreticky ukotvit předmětnou problematiku, neboť diplomová práce je zaměřena do oblasti zpracování a recyklaci plastů.

Plasty lze rozdělit do dvou kategorií – termoplasty a reaktoplasty (Termosetický polymer). Mezi termoplasty patří PE, polyethylentereftalát (PET), polyvinylchlorid (PVC), polypropylen (PP), polystyren (PS) a expandovaný polystyren (EPS). Naopak mezi reaktoplasty se řadí epoxid (EP), a polyuretan (PUR) (Francis, 2016).

Polyethylentereftalát (PET) patří mezi často využívané technické plasty. Oblíbenost si získal díky několika mechanickým vlastnostem, jako je vynikající tahová a nárazová pevnost, vhodná tepelná stabilita, odolnost vůči chemikáliím, průhlednost, nízká propustnost kyslíku a vody a dobrá tuhost (Langer et al., 2020).

Nárůst množství odpadu PET přinesl ekonomické a environmentální problémy. Jeden z optimálních způsobů zpracování PET odpadu je jeho recyklace. V současné době patří recyklace PET odpadu mezi nejefektivnější postupy a je druhá nejefektivnější po hliníku, pokud jde o hodnotu recyklovaných materiálů. Existuje několik různých metod recyklace PET, a jsou navrženy čtyři hlavní přístupy:

1. Primární recyklace (průmyslový odpad bez znečištění),
2. Sekundární recyklace (mechanická recyklace),
3. Terciární recyklace (chemická),
4. Kvartérní recyklace (spalování) (Langer et al., 2020).

### 1.1 Primární recyklace

Primární recyklace představuje proces „vnitropodnikové“ recyklace odpadního materiálu s pečlivě sledovanou historií. Tento způsob recyklace je optimální, jelikož je snadno proveditelný a přitom poměrně ekonomický. Materiál určený k recyklaci je čistý, neobsahuje kontaminaci a není promíchán s jinými typy materiálů. Při míchání s původním materiálem se dodržují určité množství a metodické postupy, které garantují dostatečnou kvalitu vyráběných produktů. Tento materiál lze též využít jako sekundární surovinu (Langer et al., 2020).

## 1.2 Sekundární recyklace (mechanická recyklace)

Mechanická recyklace, známá také jako sekundární recyklace, představuje proces přetváření odpadních plastů fyzikálními metodami, jako jsou řezání, drcení a mytí. Existují určité problémy spojené s tímto procesem, jako je možná kontaminace neznámými chemikáliemi. Po primárním třídění jsou plastové lahve rozemlety na vločky a důkladně očištěny horkým roztokem povrchově aktivní látky, přičemž jsou odstraněny kovové fragmenty. Vločky jsou následně odděleny podle hustoty pomocí flotačních nádrží, aby se eliminovaly cizí polyolefiny, například z víček a štítků (Francis, 2016).

Mezi hlavní problémy sekundární recyklace patří heterogenita odpadu a postupné zhoršování vlastností produktu v každém cyklu. Je důležité zdůraznit, že mechanická recyklace může být použita pouze u termoplastů, které lze znovu roztavit a zpracovat do konečných výrobků. Naopak reaktoplasty nelze roztavit a znovu zpracovat, což znamená, že mechanická recyklace není pro tyto druhy plastů vhodná (Francis, 2016; Collias et al., 2021).

Dle Francise (2016) mechanická recyklace zahrnuje několik fází:

1. Shromáždění materiálu a ruční třídění,
2. Rozemletí materiálu,
3. Využití metod třídění,
4. Očištění a vysušení materiálu,
5. Zpracování a vytvoření nového výrobku.

### 1.2.1 Shromáždění materiálu a ruční třídění

V současné době představuje třídění klíčový krok v procesu recyklace odpadu, který výrazně ovlivňuje jeho celkovou integritu. Třídění lze provádět buď manuálně, nebo s využitím automatizace.

Manuální třídění je nepříliš sofistikovanou metodou. Zahrnuje vizuální identifikaci typu plastu operátorem pomocí kódu identifikace, tvaru, barvy, vzhledu a recyklačního značení plastu. Je to velmi pracný proces a existuje možnost lidské chyby. Navíc je obtížné ručně rozlišit mezi typy plastu pouze vizuálním způsobem (Rudolph et al., 2020).

### 1.2.2 Rozemletí materiálu

Dle Niessnera (2022) se drcením zmenšuje objem materiálu určeného k recyklaci, což usnadňuje následné kroky v procesu recyklace. Plastový odpad je drcen pomocí drtičů s nízkou rychlostí a vysokým točivým momentem, čímž je materiál rozřezán na drobné částice. Tím vznikají tzv. PET vločky (PET flakes). Z čistě kvalitativního hlediska lze považovat většinu termoplastů jako houževnaté elastické materiály. Z pravidla nejlepší způsobem zpracování plastů je řezání. Obecně, při drcení se rozlišuje velikost částic na:

- Hrubé (velikost částic  $>20$  mm),
- Střední (velikost částic 1–20 mm),
- Jemné nebo ultrajemné (velikost částic  $<1$  mm).

Hřídele řezacích nožů jsou opatřeny odolnými řezacími čepelemi, které jsou individuálně umístěny na hřídelích a mohou být takto jednotlivě vyměněny v případě zlomení nebo opotřebení. Na těchto řezacích nožích se rovněž nacházejí přidané trhací zuby, jež zachytávají materiál a vtahují ho dovnitř. Řezné nože také zkracují také délku pásu plastu. Výsledkem procesu drcení jsou díly v podobě drobného pásu, přičemž šířka pásu odpovídá šířce nožů, a délka pásu odpovídá vzdálenosti mezi řeznými noži po obvodu kotoučů (Niessner, 2022; Niaounakis, 2020).



Obrázek 1 Sestava hřídelové rotační drtičky (Niessner, 2022)



Obrázek 2 Rozemletý polypropylen (Niessner, 2022)

### 1.2.3 Využití metod třídění

- **Flotační lázeň** – třídění, při kterém se plasty třídí podle hustoty, je jedním z nejběžnějších automatizovaných třídících procesů. Omyté a rozemleté plasty jsou vsypávány do van s vodou a kusy, se od sebe oddělují dle plovoucích nebo klesajících částí. Tento proces je rychlý, levný a lze jej považovat za první fázi mytí plastového odpadu. Jak však bylo uvedeno dříve, většina plastů má velmi podobnou hustotu, a proto je nelze tímto postupem oddělit (Goodship, 2007).
- **Pěnová flotace** – proces funguje podobně jako flotační lázeň, nejprve je recyklovaný materiál ošetřen povrchově aktivní látkou a následně vsypán do vody. Plasty, které by normálně ve vodě klesly, jsou nadnášeny na hladině, díky povrchově aktivní látce. Poté je do systému vháněn vzduch. Vzduchové bubliny se přichytí k určitým plastovým částem na základě jejich typu, ale na jiný typ plastu nemá vháněný vzduch vliv, a tak klesají ke dnu. Klíčovou výhodou tohoto postupu je schopnost oddělit PET od PVC (Rudolph et al., 2020).
- **Infračervené záření (NIR)** – Samotný proces třídění pomocí infračerveného záření spočívá v exponování plastových fragmentů tomuto světelnému paprsku. Díky této expozici plastové fragmenty emitují světlo o specifické vlnové délce, která je jedinečná pro jejich chemické složení. Tímto způsobem lze oddělit různé složky materiálu. Je to jedna z technologií využívaných pro automatizovanou identifikaci PET lahví. Je však nevhodná pro identifikaci tmavě zbarvených plastů, plastů s adhesivou a plastů s přísadami (Huyhua, 2010).

- **Laserové třídění** – Identifikace plastů zahrnuje prosvícení laserového paprsku materiálem s cílem získat informace o jeho spektrálních a prostorových vlastnostech, což umožňuje následné určení a třídění. Tento postup se často využívá na vysokorychlostních třídících linkách. Další laserové systémy jsou schopny analyzovat různé charakteristiky materiálu, jako je absorpční koeficient, tepelná vodivost, tepelná kapacita a distribuce teploty na povrchu, což umožňuje identifikaci konkrétního typu plastu (Rudolph et al., 2020).
- **Rentgenové třídění** – Některé druhy plastů, jako například PET a PVC, mají podobnou hustotu, proto je nutné třídění na základě jiné odlišné vlastnosti. PVC má v molekulární struktuře atomy chloru, které se v PET nevyskytují. Rentgenová fluorescence se vytváří na základě spektrální stopy odvozené z chemického složení plastu, a tím docílíme rozřazení plastu do odpovídající kategorie pryskyřice (Ruj et al., 2015).

#### 1.2.4 Vysoušení materiálu

Sušení představuje klíčový krok v rámci procesu mechanického recyklování PET, neboť minimalizuje obsah vlhkosti v PET vložkách a tím snižuje negativní dopady hydrolytické degradace. Za normálních pracovních podmínek je povoleno maximálně 50 ppm vody v PET vložkách. Tohoto stanového limu se dosáhne pomocí sušiček, které pracují při teplotě 170 °C po dobu 6 hodin před převedením PET do extrudéru (Langer et al., 2020).

#### 1.2.5 Zpracování a vytvoření nového výrobku

PET vložky lze znovu zpracovat do vláken pomocí protlačování neboli extruze. K tomu se používají dvě metody. První, přímá metoda, zahrnuje extruzi PET vložek přímo do vláken. Druhá spočívá ve zpracování PET vložek do granulátů nebo pelet, které jsou následně taveny a extrudovány do vláken (Langer et al., 2020).

Tavící zpracování zahrnuje protlačování při teplotě 280 °C do určeného granulátu. Bohužel během tohoto procesu může dojít k úbytku molekulové hmotnosti, stejně jako ke snížení vnitřní viskozity v důsledku hydrolytické degradace, což způsobuje zbytkový obsah vlhkosti při výše zmíněných operacích (vytlačování a vstříkování) (Langer et al., 2020).

### 1.3 Terciální recyklace (chemická)

Terciální recyklace zahrnuje proces, který vede k úplné depolymerizaci PET do monomerů nebo oligomerů. Jedině chemické recyklování je v souladu s principem udržitelného rozvoje,



protože vytváří suroviny nebo monomery, ze kterých byl PET původně vyroben. Chemické recyklování je jedinou přijatelnou metodou recyklace z hlediska udržitelného rozvoje a ochrany životního prostředí. Termín chemické recyklace odkazuje na pokročilé technologické procesy, které přetvářejí plastové materiály na menší molekuly, často tekutiny nebo plyny, vhodné jako suroviny pro výrobu nových petrochemikálií a plastů. Tyto nízkomolekulární produkty lze poté vyčistit, aby vznikly chemikálie vysoké kvality. V závislosti na použitém činidle při degradaci PET lze získat různé cenné produkty. Hlavním cílem výzkumu chemické recyklace odpadního PET je zvýšit výtěžnost oligomerních produktů a zkrátit celý tento proces (Langer et al., 2020).

#### 1.4 Kvartérní recyklace

Recyklace ve formě energetické obnovy, což představuje čtvrtý stupeň recyklace, se zaměřuje na získávání energie z plastů. Energetická recyklace se uplatňuje tam, kde je náročné nebo ekonomicky neopodstatněné provádět sběr, třídění a separaci plastového odpadu. Jinými slovy, v případech, kdy by náklady spotřebované energie na získání čistého polymeru převyšovaly, získanou energii ze spalování tohoto odpadu. V současné době je spalování s účelem získání energie nejefektivnější metodou redukce objemu organických materiálů. Avšak tato metoda dodávající velké množství energie, má ekologické nedostatky v důsledku zdravotních rizik, způsobené uvolňováním toxických látek při spalování polymerů, například dioxiny (při použití polymerů obsahujících chlor) (Francis, 2016; Langer et al., 2020).

#### 1.5 PET kontaminace

Dle Firas a Dumitru (2005) je kontaminace PET materiálu hlavní příčinou degradace jejich fyzikálních a chemických vlastností během opětovného zpracování. Minimalizace množství těchto kontaminantů vede k lepší kvalitě recyklace PET materiálu. PET je kontaminován mnoha látkami, jako jsou:

- Kyseliny – Nejškodlivější pro recyklační proces PET materiálu je octová kyselina, která vzniká degradací lahvových uzávěrek z polyvinylacetátu, kyselina abietová, která vzniká z uvolňovaných lepidel, a chlorovodíková kyselina, která vzniká z PVC částí. Přítomnost PVC také způsobuje zbarvení POSTC-PET během zpracování.
- Voda – Během procesu recyklace PET materiálu dochází ke snížení molekulové hmotnosti v důsledku hydrolytické reakce s vodou. Aby se předešlo poklesu

molekulové hmotnosti, je nezbytné udržovat vlhkostní kontaminaci na úrovni nižší než 0,02 %. Hlavním zdrojem vlhkosti je proces mytí PET vložek, ale efektivní sušení může výrazně snížit tuto hodnotu.

- Barevné kontaminanty – Drobné kusy z barevných lahví a etiket s potiskem způsobují nežádoucí variace barev v průběhu zpracování. Optimalizace procesů třídění a mytí během recyklace lahví může vést ke snížení barevných nečistot.
- Další kontaminanty – Využívání PET lahví pro uchovávání různých látek, jako jsou detergenty, pohonné hmoty, pesticidy atd., může představovat potenciální zdravotní riziko, pokud by po recyklaci PET vložek na nich zůstaly zbytky těchto látek. Zvýšení povědomí veřejnosti o nebezpečnosti, skladování těchto látek, výrazně minimalizovalo množství těchto kontaminantů.

## 1.6 Legislativa

Dle platné legislativy České republiky je možno zmínit následující zákony a vyhlášku vztahující se k recyklaci a nakládání s plastovým odpadem:

- č. 243/2022 Sb., Zákon o omezení dopadu vybraných plastových výrobků na životní prostředí,
- č. 244/2002 Sb., Zákon, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o omezení dopadu vybraných plastových výrobků na životní prostředí,
- č. 477/2001 Sb., Zákon o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech) - úplné znění,
- č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech,
- Vyhláška č. 8/2021 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů) (Ministerstvo životního prostředí, c2008–2024).

### **Recyklační zařízení s povolením k provozu:**

U zařízení, která produkovala z odpadu výrobky před 1.1.2021 mohou vyprodukované výrobky přestat být odpadem i dále za splnění podmínek nastavených v souhlasu podle § 14 odst. 1 (zákona č. 185/2001 Sb.) a provozním řádu, a to až do konce roku 2023. Avšak od 1.1.2024 bude nutné pro tyto zařízení žádat další povolení k ukončení odpadového režimu podle § 10 zákona č. 541/2020 Sb. (EnviGroup, 2022).

**Recyklační zařízení bez povolení k provozu:**

Zařízení k využívání odpadu vymezené v příloze č. 4 zákona, mohou být v provozu bez povolení, avšak musí být ohlášeno dle § 95/1 pro přidělení identifikačního čísla zařízení (IČZ). Vlastnit povolení k ukončení režimu odpadu dle § 10 zákona 541/2020 Sb. je povinností od 1.1.2022. Jedná se o recyklaci plastů přesně zmíněné v bodě 9 přílohy č.4 zákona o odpadech, značené dle katalogu odpadů (EnviGroup, 2022).

## 2 ANALÝZA RIZIK

Postavení analýzy rizika v rámci managementu rizika není v literatuře jednotně ukotveno a je zde více definic, avšak základ je takový, že tuto analýzu je možné chápat jako proces, který je rozdělen do dvou po sobě jdoucích částí:

- Identifikace rizik zahrnuje rozpoznávání jevů, událostí a faktorů, které mohou mít pozitivní nebo negativní vliv na výkon a projekty firmy. Součástí tohoto procesu je také určení významu těchto rizik na základě pravděpodobnosti jejich výskytu a rozsahu možných dopadů. Tímto způsobem lze rozlišit, jaké množství pozornosti by mělo být věnováno různým skupinám rizik v souladu s jejich důležitostmi (Fotr, Hnilica, 2014).
- Určení velikosti rizika se zaměřuje na určení jeho významnosti vzhledem k dopadům, které by rizika mohla mít na výkon podniku, projekty, výrobu a podobně, zahrnující i pravděpodobnost jejich výskytu. Toto měření rizika obvykle zahrnuje analýzu variability a rozdělení pravděpodobnosti těchto dopadů, zejména pokud jsou kvantitativně měřitelné. Pro určení těchto rozdělení se často používají základní nástroje analýzy rizik. Toto hodnocení a měření rizika představuje základní prvek celkové analýzy rizika (Fotr, Hnilica, 2014).

Při rozhodování o podnikání kroků, které s sebou nesou určitá rizika, jako jsou například uvedení nového produktu nebo založení nové výrobní linky, je nutné posoudit rizika spojená s těmito činnostmi. To zahrnuje hodnocení, zda jsou tato rizika přijatelná či nikoli, na základě určených kritérií. Tato etapa, která následuje po analýze rizika, se nazývá Risk Evaluation (v češtině hodnocení rizika) a poskytuje klíčové informace pro rozhodnutí o tom, zda realizovat určitý projekt či rizikovou aktivitu, nebo připravit opatření k snížení jejich rizika. Proces analýzy a hodnocení rizika, plánování, výběr a implementace opatření pro minimalizaci rizika (Risk Treatment, resp. Risk Responses) jsou stěžejními kroky v procesu řízení rizik (Fotr, Hnilica, 2014).

Dle Fotra a Hnilice (2014) můžeme zpravidla analýzu rizik shrnout v těchto bodech, kde první fází je:

- **Identifikace rizik** – první fáze analýzy rizik
  - **Identifikace aktiv** – vymezení subjektu a popis jeho aktiv.

- **Stanovení hodnoty aktiv** – ohodnocení aktiv a jejich významnost pro objekt, dále dopad jejich poškození, ztráty, či změny.
- **Identifikace slabin a hrozeb** – vytyčení událostí, které dokážou ovlivnit hodnotu aktiv, najít slabá místa, která umožňují působení hrozeb.
- **Určení závažnosti hrozeb a míra zranitelnosti** – pravděpodobnost výskytu hrozby a hodnota zranitelnosti vůči hrozbě.
- Druhá fáze zahrnuje **vyhodnocení rizik**, která jsou identifikována:
  - Posouzení dopadu uskutečnění hrozeb na aktiva a organizaci jako takovou,
  - určení úrovně rizik,
  - určit akceptovatelnost rizika.

Základem řešení jakýchkoli problémů je postaveno na řádné analýze rizik, což je vstup pro řízení rizik (Smejkal, Rais, 2013).

## 2.1 Pojmy v oblasti rizika

Prvně je třeba vysvětlit pojmy kauzální závislosti, což je nebezpečí, ohrožení, poškození, škoda a samotné riziko a další pojmy.

### 2.1.1 Nebezpečí

Z pohledu klasické bezpečnosti, a hlavně z nového pohledu na bezpečnost bylo potřeba posoudit rizika. Z toho důvodu se začal užívat nový pojem, a to nebezpečná situace, hlavně v oblasti průmyslu (Šenovský et al., 2020).

*„Nebezpečí – skrytá vlastnost objektu: Pojem nebezpečí musí v sobě zahrnovat možný potenciál, který se může v příslušném prostoru a čase iniciovat. Nejčastěji je tento pojem vyjádřen podstatným jménem, vyjadřující vlastnost příslušného objektu.“* (Šenovský et al., 2020, s. 7)

### 2.1.2 Ohrožení

V širším pojetí slova ohrožení je myšleno narušení normálních režimů procesů v daném prostoru. Ohrožení vzniká narušením nastavených zákonitostí. V systémech technického typu, se jedná o vyvolání vlastností určitého nebezpečí z důsledku narušení určeného procesu (Šenovský et al., 2020).

*„Ohrožení – Pojem ohrožení vyjadřuje způsob projevu nebezpečí. Vyjadřuje dynamiku příslušného nebezpečí v konkrétním čase a prostoru.“ (Šenovský et al., 2020, s. 7)*

### 2.1.3 Poškození

Pojem poškození lze chápat jako proces vedoucí ke vzniku škody. Ne všechna ohrožení se nutně převedou v poškození. Opatření, která jsou zavedena v daném kontextu, určují konečný výsledek neboli rozsah vzniklé škody (Šenovský et al., 2020).

### 2.1.4 Škoda

V technickém směru je ve smyslu kauzální závislosti používán pojem následek. Avšak všeobecně je oblíbenější pojem škoda (Šenovský et al., 2020).

*„Pojem škoda vyjadřuje rozsah poškození. Jedná se o stav popisující konkrétní poškození zdraví, rozsahu enviromentální škody a finančních ztrát“ (Šenovský et al., 2020, s. 8)*

### 2.1.5 Následek

*„Kvantitativně nebo kvalitativně vyjádřený následek události, může to být ztráta, nevýhoda, úraz nebo zisk.“ (Šenovský et al., 2020, s. 8)*

## 2.2 Riziko jako takové

V odborných i populárně vědeckých člancích je možné pozorovat, že riziko je jakýsi fenomén současnosti, avšak z analýz vyplývá, že na pojem riziko není v praxi ucelený názor a jeho výklady jsou různé. Některé definice jsou založeny na pravděpodobnosti výskytu neboli realizaci, jiné na očekávané hodnotě a jiné na nejistotě a neurčitosti. Shoda je však taková, že riziko nikdy neexistuje samo o sobě a vždy se jedná o vyjádření vztahu dvou a více hodnot, což může být: zranitelnost, hrozba, dopad, důsledky, četnost atd. (Procházková, 2012).

Dle Procházkové (2012) vzorec může mít takovýto vzor:

- $R = \text{důsledky} * \text{četnost}$ ,
- $R = \text{hrozba} * \text{zranitelnost} * \text{dopady}$ ,
- $R = \text{populace} * \text{četnost} * \text{zranitelnost}$ .

### 2.2.1 Nejistota a neurčitost rizika

Pokaždé, když je řešeno riziko jak v pojetí klasickém či moderním, a v zaměření na udržitelný rozvoj a bezpečí, je nutné respektovat, že riziko obnáší znaky nejistoty a neurčitosti (Procházková, 2012).

Dle Procházkové (2012) příčiny dělíme na odchylky, které začínají v průběhu děje:

- Zdroj nejistot – podmínky systému jsou normální a obvyklé, vzniká zde malá různorodost procesu rozvoje systému.
- Zdroj nejistot a neurčitostí příležitostných – skutečný stav procesů v systému, vznikají zde příležitostné změny a ty vedou k výskytu extrémních hodnot.
- Zdroj neurčitostí – stav proměnný, změny v procesu jsou velké, většinou způsobené vnějšími příčinami.

**Nejistota** je spojována s rozptylem při měření a pozorování. Pomocí matematické statistiky ji lze zpracovat do predikce a hodnocení. Můžeme použít, když je možné pravděpodobnost rizika objektivně charakterizovat, a využít metody simulace, síťové analýzy atd. (Procházková, 2012; Korecký, Trkovský, 2011).

**Neurčitost** je dána nedostatkem znalostí, ale hlavně nedostatkem informací o procesu a přirozenou proměnlivostí dějů a procesů. Pro zpracování matematicky statistického modelu, jsou okolnosti nedostatečné, což vyplývá z neúplných dat, nehomogenosti dat a data nejsou stacionární. Je tedy nutno využít jiné způsoby. Může se jednat o různé expertní metody nebo modernější matematické aparáty. Ve zkratce můžeme říct, že při rozhodování nejsou k dispozici data o pravděpodobnosti, často se to děje u řešení dosud neřešených a nových záležitostí (Procházková, 2012; Korecký, Trkovský, 2011).

### 2.2.2 Akceptovatelné riziko

Přijatelnost rizika je chápána hlavně z pohledu ekonomicko-sociálních. Riziko nelze nikdy zcela odstranit. Možností je jen minimalizace na míru, která je přijatelná. Přijatelnost je chápána zcela individuálně. Můžeme říci, že záleží na ochotě a možnosti kolik chce organizace investovat do snížení rizika. Společensky avšak fungují parametry, jež mají vliv na akceptovatelnou hranici:

- normativní předpisy,
- kultura,

- psychologické chápání rizika,
- vlastnické práva a
- politika (Šenovský et al., 2020).

„Akceptovatelným rizikem rozumíme riziko, které jsme ochotni akceptovat v příslušném čase a prostoru“ (Šenovský et al., 2020, s. 14)

### 2.2.3 Zbytkové riziko

Nutnost podnikat další kroky pro snížení rizika není nutné, pokud je zbytkové riziko tak malé, že nepřesáhne referenční úroveň a je tedy pro společnost přijatelné.

**Referenční úroveň** – jedná se o hranici míry rizika (určená hodnota rizika). Ta rozhoduje, zda riziko není zbytkové (referenční úroveň je menší než velikost rizika) anebo je zbytkové (riziko nepřesáhlo referenční úroveň). Tímto porovnáním je zjištěno, jestli je nutné proti riziku, podniknout další kroky pro snížení či nikoli. Nastavení referenční úrovně by mělo dosáhnout takové hodnoty, aby dopad hrozby byl tak malý, že je možné jej zanedbat (Smejkal, Rais, 2013).

Může se zdát, že rizika s vysokou mírou mají jistou přednost při aplikaci opatření. To nemusí platit v situacích kde je větší počet rizik zařazených do kategorie střední, která v určitých okolnostech přivodí ještě vyšší souhrnná rizika (Smejkal, Rais, 2013).

Při vyhodnocování rizik je nutné brát v potaz požadavky vztahující se k legislativě a normám, či smluvním závazkům (Smejkal, Rais, 2013).

## 2.3 Typy metod analýzy rizika

Metody jsou vybírány dle nastavení cílů, k čemuž má výsledek sloužit, dále požadavků na přesnost, kvalitu a kvantitou vstupních dat do analýzy. Posuzování rizik by mělo naplnit užití více nebo aspoň jedné metody. Dále je provádět na různé škále podrobnosti a hloubky. Nesmí chybět zmínění z jakého důvodu jsou dané metody zvoleny (Lukáš, 2012).

Při volbě správné metody posuzování rizik může dojít k ovlivnění výběru díky různých faktorů:

- způsobilost jednotlivých členů týmu a jejich míra odborných zkušeností,
- omezení různých zdrojů a časový tlak,
- při vnějších zdrojích, dostupný rozpočet (Lukáš, 2012).



### 2.3.1 Kvantitativní

Hlavním rysem kvantitativních metod je matematický výpočet rizika z jejich dopadů a frekvence výskytu hrozby. Používají se číselná ohodnocení jak u pravděpodobnosti, tak i u ocenění dopadu rizika, což může být vyčísleno např. v hodnotách určité měny. Tato metoda je exaktní než kvalitativní. Proto jejich provedení je náročnější na čas i práci, avšak poskytují přesné vyjádření např. finančních rizik. Další nevýhodou může být vysoce formalizovaný přístup což vede k nezahrnutí určitých specifik daného subjektu. Kvalita výstupu z analýzy vyplývá s kvalitou nashromážděných informací pro práci (Smejkal, Rais, 2013).

### 2.3.2 Kvalitativní

Pro provedení analýzy rizik se využijí podklady závislé na vybrané metodě. Kvantitativní analýza vyžaduje oproti kvalitativní analýze kvalitnější a podrobnější podklady. To však nemění nic na tom, že je třeba i pro rychlé ohodnocení rizik za pomoci stupnic alespoň elementární informace pro určení velikosti dopadů a možnosti jejich výskytu. Hodnocení se provádí v bodové stupnici. Výsledné riziko se vypočítává vynásobením pravděpodobnostní hodnoty ze stupnice a hodnoty dopadu. Využití této metody je výhodné z důvodu jednoduchosti, rychlosti a menšího nároku na podklady. Nevýhodou může být subjektivita hodnocení (Korecký, Trkovský, 2011).

### 2.3.3 Kombinované

I přes kombinaci obou metod jak kvalitativní, tak kvantitativní, jsou číselné údaje stále základem této analýzy. Díky kvalitativnímu hodnocení se docílí většímu přiblížení se realitě ve srovnání s užitím jen kvantitativní analýzy. Je však nutné počítat s možností odchýlení pravděpodobnosti či dopadu události kvůli použití hodnotící stupnice (Smejkal, Rais, 2013).

## 2.4 Hlavní metody analýzy rizik

V této kapitole budou zmíněny různé analýzy rizik, které jsou vhodné pro aplikaci v praktické části práce.

### 2.4.1 FMEA analýza

Analýza příčin a následků poruch, z anglického Failure Mode and Effect s Analysis (FMEA), je metoda identifikující poruchy, které mají významný vliv na možnou havárii. Do

předem vytvořené tabulkové šablony se zapisují možné vady určitých prvků a jejich možné následky. V dalších fázích se dle bodové stupnice 1 až 10 hodnotí jejich: významnost, výskyt a odhalitelnost. Do tabulky se dále zapisují doporučená opatření pro provedení nápravy. Využití metody se nehodí při obrovském počtu poruch (Lukáš, 2012; Šefčík, 2009).

#### 2.4.2 SWOT analýza

Jedná se o pomocnou analýzu identifikace rizik. Je určena pro analyzování pozice firmy nebo jejího záměru v podnikání a vytyčení směru strategie. Z anglické zkratky SWOT je český překlad analýza silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb (Korecký, Trkovský, 2011).

Dle Koreckého a Trkovského (2011) je pro analýzu doporučený následující postup:

1. Využít stávající SWOT analýzu, a pokud není, tak zpravovat novou z pohledu silných a slabých stránek projektu, na který se společnost zaměřuje.
2. Hledat a vytyčit interní slabé a silné stránky, které se týkají projektu.
3. Hledat a vytyčit externí hrozby a příležitosti daného podniku, které mají určité vztahy k projektu. Tím vzniká první zmínka příležitostí a hrozeb pro projekt.
4. Dále hledat hrozby a příležitosti v podniku nebo i mimo něj, avšak které mají externí vztah s projektem. Tímto se formuje další oblast hrozeb a příležitostí.
5. Ohodnocení kvadrantů sebou nese bodové hodnocení jednotlivých parametrů pro příležitosti a silné stránky v stupnici 1 až 10 nebo jednodušší 1 až 5. To samé platí pro slabé stránky a hrozby, avšak v mínusové stupnici. Pro prohloubení analýzy je možné využít přiřazení váhy jednotlivých kritérií. Po výpočtu externí a interní části analýzy jsou získány dvě hodnoty, které jsou od sebe odečteny a tím se získá výsledná hodnota.
6. Typové strategie – dle výsledků analýzy, do kterého segmentu se promítl výsledek, využijeme strategii nejvíce se hodící pro projekt.

Jednotlivé typové strategie, které se dají využít po numerickém výpočtu analýzy, jsou:

- S–O strategie: Příležitosti se dají využít, a navíc jsou podpořeny silnými stránkami,
- W–O strategie: Lze využít příležitostí v projektu, jen pokud dojde k odstranění slabých stránek,

- S–T strategie: Silné stránky jdou využít k likvidaci hrozeb,
- W–T strategie: Je nutná obranná strategie, jelikož slabé stránky jsou ohrožovány hrozbami (Korecký, Trkovský, 2011).

### 2.4.3 Brainstorming

Základem této metody je týmová diskuse. Ta je řízena vedoucím, který jí usměrňuje dle předem připraveného scénáře, a zapisuje všechny vyřčené nápady. Daná metoda motivuje lidi a pobízí je ve vyřčení nápadů a myšlenek, takže by dané nápady neměly být negativně hodnoceny, což by vedlo k demotivaci cokoli říct. Jednou z nevýhod metody je že své nápady mohou prosazovat silní individualisté. Další možností brainstormingu je možnost spojovat pojmy zapsané na tabuli do myšlenkových map, kde je možno ze složitých kup pojmů vytvořit přehlednější obrazec. Pro složitější myšlenkové mapy je vhodné využít specializované softwary (Šenovský et al., 2020).

### 2.4.4 ISHIKAWA diagram

Dle svého tvaru dostala tato analýza název, diagram rybí kosti dále Ishikawa diagram nebo diagram příčin a následků. Základ metody je „hlava“ rybí kosti, zde je následek hrozby, který se řeší. Z něj vede „páteř“ ve formě šipky na kterou jsou napojené větve (oblasti z níž může hrozba plynout), může se jednat o kategorie: lidé, management, stroj, materiály atd. K těmto oblastem jsou připisovány jednotlivé příčiny např. zvýšené vibrace, nezkušený projektant a další. Tato analýza je vhodná pro vytvoření seznamu rizik v konečné fázi identifikace rizik (Korecký, Trkovský, 2011).

### 2.4.5 Systémové a procesní diagramy

Pro analýzu a identifikaci specifických rizik, které vycházejí z procesů prováděných ve firmě, slouží procesní a systémové diagramy. Specificky pro:

- procesy ve výrobě,
- workflow – řídicí, nákupní, schvalovací (manažerské procesy) (Korecký, Trkovský, 2011).

Může být také využito pro sestavení průběhu procesů externích, možno zmínit:

- získávání certifikátů, schválení provozu od úřadu,

- procesy, kde je třeba potvrzení představených návrhů zákazníkovi (Korecký, Trkovský, 2011).

Procesní diagramy zobrazující proces jako takový, jsou zaznamenány ve formě symbolů. Tyto symboly představují specifickou podmínku, činnost nebo osobu, která zodpovídá za proces. Existuje více možností formátu zaznamenávání např. diagram plaveckých drah výhodný v oddělení specifických oblastí zodpovídající za proces, špagetové diagramy vhodné pro zaznamenání pohybu, který je nadbytečný a určování pořadí činností (České vysoké učení technické v Praze, 2014; Lean Six Sigma Consulting company, 2024).

### 3 VÝROBNÍ PROCES

Definicí výroby je přeměna výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které jsou dále určeny k spotřebě, nebo dalšímu zpracování (Keřkovský, Valsa, 2012). Další definicí je, že výroba je kombinací výrobních faktorů pro vytvoření věcných výkonů a služeb, kde prostředí podnikového výrobního faktoru je místem realizace (Tomek, Vávrová, 2007).

Výroba v podnikovém systému je chápána jako vstup (výrobní faktory), transformační proces a výstup (služby a statky). Vstupy se můžou klasifikovat jako kapitál, stroje, zařízení a nástroje. Pro funkci, chod i údržbu je nutná práce (Panneerselvam, 2012).

Podniková výroba je pojem, kde se vytváří statky materiální i nemateriální, a ty se řídí za pomoci tržní poptávky (Tomek, Vávrová, 2000). Proces výroby má produkovat výrobky, tak aby byly na trhu realizovatelné za výnosy, které jsou odpovídající. Také je vhodné, aby přeměna vstupů na výstupy byla co nejvíce efektivní. Toho se dosáhne vhodnými výrobními postupy, přiměřenými náklady a spotřebou, která se snaží být co nejvíce optimální. Výrobní proces má strukturu, dělenou na tři pohledy zkoumání:

- časové hledisko,
- prostorové hledisko,
- věcné hledisko (Botek, Adamec, 2004).

Do časového hlediska se řadí časové uspořádání, kde jsou nastaveny termíny a časový sled procesů a operací. Průběžná doba výroby je doba dokončení určené části výrobního procesu. Dále je sledováno užití výrobních kapacit, kde nejvýhodnější je plné využití všech kapacit. Dalšími faktory jsou směnnost výroby, prostoje pracovišť nebo nedokončené výroby, což jsou peníze ve formě nedokončeného procesu, kde je nutno sledovat výšku rezerv. Prostorové hledisko je uspořádání výrobního procesu. Do věcného hlediska je řazen výrobní program, kde se jedná o konkrétní výrobky, které jsou nabízeny a vyráběny pro trh. Dále výrobní profil, jenž specifikuje typy výrobků, jaké je možno vyrábět ve firmě (Keřkovský, Valsa, 2012).

#### 3.1 Výrobní faktory

Hlavní tři faktory zmiňované v oblasti výroby je za prvé práce, jedné se o lidskou činnost, která přeměňuje zdroje ve statky. Za druhé, přírodní zdroje, jako jsou lesy, nerostné suroviny, orná půda a vzduch, jsou klasifikovány jako faktory půdy. Třetím faktorem je

kapitál, jež zahrnuje finanční kapitál a reálný kapitál. Tyto kapitálové faktory slouží na podporu a financování výroby (Kucharčíková, 2011).

Další definicí dělení výroby je na transformující a transformované faktory. U transformovaných dochází k přeměně v průběhu výrobního procesu (zákazníci, materiál, informace). Personál a zařízení spadají do kategorie transformující a jsou využívány k přeměně transformovaných faktorů (Keřkovský, Valsa, 2012).

### 3.2 Typy výroby

Podle počtu a množství druhů výrobků se dělí výroba na tři typy: sériová, kusová a hromadná. Rozdíly mezi nimi spočívají ve způsobech přidělení potřebných výrobních faktorů, což může být stupeň zaměření pracovníků, nebo jakým způsobem je provedeno uspořádání strojů a jejich využívání. Dále v počtu a velikosti sérií výrobků, které jsou zpracovány (Keřkovský, Valsa, 2012).

Definice kusové výroby je zpravidla taková, že probíhá výroba velkého počtu různých druhů výrobků v malém množství kusů. Zakázková výroba je označení pro kusovou výrobu, jelikož objednávky jsou od konkrétních zákazníků a vytvářené na míru. Zpravidla bývá realizována na univerzálních zařízeních a strojích, ve velmi malém počtu. Produkty bývají buď v neopakované kusové výrobě či opakované. Vysoce automatizované a speciální stroje se využívají u sériové a hromadné výroby, čímž je dosaženo nižší nutnosti využívat pracovní sílu (Keřkovský, Valsa, 2012; Jurová, 2013).

### 3.3 Řízení výroby

Řízení výroby je činnost vedení v systému výroby, pod záštitou managementu. Cílem je zaopatřit efektivní fungování a rozvoj. Aktivity managementu se shrnují do základních čtyř oblastí:

- plánování a určování cílů, nastavení postupů, jak dosahovat cílů,
- zajištění hmotných a lidských zdrojů, organizování,
- přerozdělování činností k provedení, samotné vedení a
- kontrola dodržování stanovených plánů (Tomek, Vávrová, 2007).

Zodpovědnost a jejich míra, výše zmíněných aktivit ve společnosti se rozděluje podle typu úrovně managementu od nižšího, střední až po vrcholový (Tomek, Vávrová, 2007).

### Struktura řízení výroby dle hierarchie

Dle stupně managementu je také prováděno řízení výroby v určitém formátu. Operativnímu řízení se věnuje nižší úroveň managementu. Taktické řízení je v gesci středního managementu a má za cíl vedení v krátkém časovém úseku. Vedení v dlouhém období zaměřeném na strategické řízení se věnuje vrcholový management (Keřkovský, Vykypěl, 2006).

- **Strategické řízení** – jedná se o řízení spadající do kompetence top managementu, a jejich typické vlastnosti jsou: dlouhodobé časové predikce, vysoká nejistota, navrhnutí obecných principů a plánů, neurčitost a zaměření na rizika. Rozhodování ve strategickém řízení je hlavně díky informacím z externích zdrojů a expertních vědomostech (Keřkovský, Vykypěl, 2006). Aspekty definující toto řízení jsou:
  - pojetí trhu a výrobku – zaměření na určité trhy a určení míry výkonů,
  - pojetí zdrojů – dle výše zmíněného aspektu, jsou určeny zdroje a jejich míra,
  - pojetí tvorby konkurenčního postavení – vytyčení strategických cílů z pohledu konkurenční pozice a napojení na segment trhu (Tomek, Vávrová, 2007).
- **Taktické řízení** – jedná se o realizátora cílů, které byly stanoveny na úrovni strategického řízení. Je toho docíleno za pomoci stanovení a upřesnění výrobní strategie, určení zdrojů, vytvoření koncepce pro realizaci, a také samotná realizace jako taková. Toto řízení doprovází dvě kritéria:
  - nastavení vybavení – je třeba nastavit nový pohled na novou technologii, pracoviště, koncepce výroby, logistiky a kapitálové koncepty,
  - nastavení programu – vytvoření různorodosti nebo úplné zrušení určitých výrobků a zavedení úplně nových (Tuček, Bobák, 2006).
- **Operativní řízení** – specifické personální útvary ve výrobě dané společnosti, zajišťují tento chod řízení. Dále zodpovědnost za plánování a řízení na výrobním pracovišti mají samotní zaměstnanci. Činnosti, které naplňují nastavené cíle jsou: vytvoření výrobního procesu, samotný průběh výroby a také specifikace potřeby prodeje. Tento typ řízení má za cíl optimalizaci využívání zdrojů a stálé zdokonalování efektivity procesu výroby, aby za pomoci alokovaných zdrojů bylo

docíleno splnění dílčích úkolů v určité kvalitě, čase a množství (Keřkovský, Valsa, 2012; Tomek, Vávrová, 2000).

### 3.4 KPI

Key Performance Indicators ze zkratky (KPI) v češtině klíčové ukazatele výkonnosti. Napomáhají řídit proces a sledovat výkon organizace. Tento ukazatel určuje nebo také kvantifikuje výkonnost ve spojitosti s vytyčeným cílem. Přesné monitorování výkonnosti vybraného procesu s přihlédnutím na přidané hodnoty a výstupy umožní správně zvolený ukazatel. Rozdělení klíčových ukazatelů výkonnosti dle jejich povahy je na poměrové a absolutní (Šenovský et al., 2020).

Poměrové ukazatele mají podmínku nastavení ukazatelů na společný základ. Tím umožní sledovat a srovnávat výkonnosti jakéhokoli systému. Základní myšlenka je, aby parametry byly srovnatelné. Na jednoduchém příkladu může být demonstrováno sledování parametrů, například výživové hodnoty potravin (Šenovský et al., 2020).

Absolutní ukazatele jsou uzpůsobeny sledování procesu či systému z pohledu výkonnosti v jednotkách pro něj přirozených. Tyto jednotky jsou absolutní, to znamená, že jsou spojeny s daným procesem a nelze tedy jednotlivé ukazatele porovnat mezi sebou. Srovnání je možné pouze tehdy, kdy jsou parametry na stejném technickém základu. To je velmi obtížné a nereálné pro celý systém, proto absolutními ukazateli jsou sledovány pouze prvky, jež splňují výše zmíněné podmínky (Šenovský et al., 2020).

KPI umožňují rychlejší způsob rozhodnutí v řízení (strategické a operativní) a rychlé posouzení rizik. Také jsou vhodné pro srovnání systému z pohledu ukazatelů vnitřních a vnějších (Šenovský et al., 2020).

### 3.5 Riziko a výroba

Pokud v podniku vznikne situace, se kterou se nepočítalo, což může být negativní rozdíl v hospodářském výsledku, jedná se o podnikatelská rizika. Došlo tedy k negativnímu ovlivnění situace. Zpravidla se jedná o špatná rozhodnutí, krádeže, naturogení katastrofy, hospodářské a provozní vlivy. Rozdělení těchto vlivů je na vnitřní a vnější (Kucharčíková, 2011).

Faktory a oblasti, které ovlivňují podnikatelská rizika jsou:

- Technologie – původ rizika je z rozvoje vědecko-technologického směru,



- Finance – navazuje na investování a zhodnocování kapitálu,
- Obchod – nestabilita při poskytování služeb, či prodeji zboží,
- Politika – vnější rizika podniku politického směru,
- Výroba – původ rizika vzniká ve výrobě a jeho systému,
- Ekonomie – rizika pocházející z nákladů,
- Antropogenní a naturogenní rizika – jedná se o rizika pocházející z přírodních a technických zdrojů (Kucharčíková, 2011).

## ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část práce shrnula důležité oblasti z témat o recyklaci plastů, analýze rizik a řízení výroby. V první hlavní kapitole o recyklaci plastů byla literární rešerše zaměřena specificky na recyklaci PET plastů a z nich tvořených PET flakes neboli vloček. První podkapitoly byly věnovány popisu možných typů recyklací od primární až po kvartérní. Dále bylo téma směřováno více dopodrobna k sekundární recyklaci neboli mechanické, která bude hlavním zaměřením v praktické části práce na analýzu rizik podniku. Mezi nejzásadnější odstavce z kapitoly o využití metod třídění je možno zmínit NIR – infračervené záření, které prosvěcuje zkoumaný materiál a tím je možné zachytit jeho vlnovou délku světla a tím ho identifikovat. Dále např. separace za pomoci laserového třídění. Druhou hlavní kapitolou byl popis analýzy rizik a vysvětlení různých pojmů důležitých k pochopení tématu. Závěr kapitoly patřil charakteristice vhodných metod analýzy rizik, jež se staly nosnými metodami pro praktickou část práce. Třetí a poslední kapitolou je teoretický popis výrobních procesů. Záměrem této kapitoly je v krátkosti vysvětlit principy a základní typy výroby. Teoretická východiska se stala platformou pro analytickou část diplomové části, kde budou teoretické poznatky implementovány do podnikové praxe.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 POPIS PODNIKU

Z důvodu ochrany interních informací a procesního postupu, na přání vedení společnosti, je podnik pojmenován fiktivním názvem XXY s.r.o. Firma se specializuje na recyklaci (separaci) PET drti neboli PET flakes. V procesu separace je prováděno odstranění kovů jak magnetických, tak nemagnetických, vysoušení, třídění dle barvy, oddělení různých velikostí částic a separace různorodých materiálů. Nákup těchto kontaminovaných a různorodých materiálů pro vlastní separaci probíhá od center určených na recyklaci odpadů. Případně tyto firmy a obchodníci s tímto druhem suroviny mají zájem pouze o využití technologie společnosti a požádají o zakázkovou separaci materiálu, za smluvených podmínek a nastavené kvality separace. Během několika let existence společnosti, si vybudovala stálé dodavatele i odběratele nejen z Česka ale také ze států západní Evropy jako: Francie, Německo, Itálie, Belgie. Taktéž i z východní strany Evropy: Polsko, Slovensko, Maďarsko, Bulharsko atp. Firma zaměstnává cca deset lidí a je součástí holdingu s fiktivním názvem pro účely této práce – XYY a.s. Firma sídlí v Jihomoravském kraji, okrese Hodonín (zdroj: interní informace firmy).

Zaměstnanecká struktura se skládá z ředitele společnosti, výrobního manažera, laborantky, operátorů výroby a skladníků (zdroj: interní informace firmy).

### 4.1 Popis typů činností

Prvotní zmínka o zaměření technologie a typy výroby, jakými se zabývá společnost je nastíněno v prvním odstavci hlavní kapitoly. V této kapitole budou dále rozepsány procesy jednotlivých částí společnosti, a čím se společnost zabývá. Bude popsán celý proces od získání materiálu až po expedici zákazníkovi. Společnost nyní pracuje v jednosměnném provozu, avšak je schopna běžet i v třisměnném provozu, jak tomu bylo v předchozích obdobích z důvodu velkého počtu zakázek a materiálu.

#### 4.1.1 Jednotlivé typy zaměření

Základní a prvotní popis se zaměří na samotný smysl a princip podnikání. Jedná se o tři typy zaměření. Prvním z nich a pro firmu jeden z nejefektivnějších, jednoduše měřitelný a s nižším rizikem je zakázka neboli služba pro zákazníka. Tento zákazník si smluví požadované parametry výsledného materiálu a kvalitu, způsob dopravy materiálu, maximální dobu trvání služby, množství dodaného materiálu na separaci a v neposlední řadě cenu za službu. Tato cena se odvíjí dle požadované hloubky čištění materiálu a mezních

hodnot nežádoucích složek. Dle vedení je nejvýhodnější z důvodu jednoduché měřitelnosti finančního výnosu, nákladů na výrobu a jistého příjmu financí za zakázku.

Oproti tomu je zde druhé zaměření výroby a smysl získávání materiálu, a to je samotný odkup. Firma nakoupí kontaminovaný materiál od recyklačních společností, případně od překupníků s tímto materiálem. Proběhne přeprava materiálu na místo firmy, objednanou logistickou firmou. Zde dle plánu proběhne separace materiálu na požadovanou kvalitu, druh a snížení mezní hodnoty kontaminantů. Materiál je následně uložen do skladu a je pro něj hledán kupce. Tento typ „výroby“ je poměrně těžko ekonomicky měřitelný, nemusí se tak ekonomicky vydařit a nese s sebou jistá rizika, tato rizika budou dále v části analýz déle rozvedena. Ekonomická variabilita tohoto procesu, je způsobena každodenními změnami na trhu s plastovým recyklátem, kdy se jeho cena výrazně mění a stává se z něj spekulativní komodita.

Třetím zaměřením podnikání je pře prodej materiálu. Nejprve dojde k oslovení a komunikaci s klientem od kterého si společnost vyžádá vzorek do dvaceti kilogramů. Tento vzorek je podroben testu v laboratoři na jakost a určení parametrů dané dodávky materiálu. Pokud daný materiál je vyhovující, osloví se nový potenciální klient s danou nabídkou a zašle se mu daný vzorek. Pokud souhlasí, proběhne obchod a celá obchodovaná dodávka se pře posílá klientovi.

Veškeré zmíněné typy činností, jak již bylo nastíněno u výše rozepsaného odstavce o pře prodeji, předchází testy v laboratoři. Tyto testy vychází ze zaslaných vzorků od klientů a dodavatelů. Testy se taktéž provádí odebráním vzorku při vstupní kontrole materiálu. Také v samotném procesu separace, pokud je nutné sledovat kvalitu a hodnoty kontaminace nebo vlhkosti materiálu mezi jednotlivými kroky. Rovněž v nejdůležitější části procesu, samotném výstupu a před expedicí materiálu, pro ověření, zda materiál splňuje podmínky stanovené zákazníkem.

Všechny tyto kroky budou shrnuty v následující kapitole o procesní mapě v podniku. A dále detailně rozvedeny ve vývojovém diagramu vycházející z podkladů poskytnuté firmou.

#### **4.1.2 Laboratoř**

Podstatnou součástí je i zmínění sledovaných parametrů u laboratorních kontrol vzorků. Tyto parametry určují náročnost a délku samotné separace, čímž se určuje výsledná cena a náklady na separaci. Sledované parametry jsou:

- vlhkost materiálu, jelikož tento problém snižuje efektivitu a výkonnost strojů pro separaci,
- obsah magnetických a nemagnetických částic v materiálu,
- velikost samotných částic (PET flakes) čím menší tím těžší na separaci a taktéž způsobují větší prašnost,
- různorodost materiálu a typu polymeru v dané sérii,
- samotná barevná kombinace materiálu.

Pro měření potřebných parametrů jsou v laboratoři čtyři zařízení a to:

- Analyzátor vlhkosti KERN MLS-D – viz Obrázek 3, zařízení na levé straně, jedná se o infračervený analyzátor vlhkosti s grafickým displejem. Slouží k rychlému a spolehlivému určení vlhkosti na základě termogravimetrické analýzy vzorků v pevných ale i kapalných skupenstvích. Zařízení zahřívá materiál až na 160 °C (KERN & Sohn GmbH, 2017).
- Spektrometr Agilent Cary 630 FTIR – viz obrázek 3 zařízení na pravé straně od notebooku. Zařízení dokáže analyzovat pevné látky, kapaliny ale i plyny s výsledky jak kvantitativní, tak kvalitativní podobě. Je toho docíleno za pomoci vysoce výkonné optiky. Dokáže identifikovat a potvrdit plasty, elastomery, a další různé typy polymerů, tím že prosvítí infračerveným paprskem daný materiál a přístroj porovná vlnové délky světla s velkou vnitřní databází (Agilent, 2019).
- Kapilární plastometr Dynisco LMI 5000 – viz obrázek 4 zařízení na levé straně s modrým krytem. Umožňuje zjistit u polymerů indexy hmotnostní, poměrové, objemové, dále také vnitřní a smykovou viskozitu a tavnou hustotu. Zařízení tyto informace zjistí za pomoci protlačení zahřátého materiálu přes trysku. Zařízení splňuje normu o zkoušení plastů a výrobků z plastů – ČSN EN ISO 1133 (Azurr-Technology, 2024) (Fokus industry, 2024).
- AgroLab TCF 50 laboratorní sušárna – viz obrázek 4 zařízení ve skřínce. Jedná se o ekonomicky nenákladnou sušárnu s nucenou cirkulací vzduchu s nastavitelnou

teplotou až do +300 °C (Verkon s.r.o., c2009-2024). Je určena pro zbavení vlhkosti ve vzorcích pro umožnění dalších měření a odhalení případných nežádoucích částic.



Obrázek 3 Analyzátor vlhkosti (nalevo) a spektrometr (napravo) (zdroj: vlastní)



Obrázek 4 Kapilární plastometr (nalevo) a laboratorní sušárna (napravo ve skříni) (zdroj: vlastní)

Veškeré materiálové vzorky pro testování kvality jsou skladovány v laboratoři. Tyto vzorky jsou ze vstupních kontrol, jednotlivých separačních kroků, tak i z výstupní kontroly. Z obrázku 5 můžeme vidět, že materiál má nastavený systém skladování a je poměrně v pořádku uložen v regálech. Oproti tomu fotka z druhé strany místnosti viz obrázek 6, zde

je patrné neadekvátní uložení vzorků na okně a různě po podlaze. Z důvodu možné reklamace od zákazníka na vyexpedovaný materiál, je nutné skladovat daný vzorek alespoň třicet dní. Pokud lhůta uběhne je možné daný materiál shodného typu shromáždit do požadované hmotnosti a zařadit ho na prodej.



Obrázek 5 Uložení vzorkových materiálů v regále (zdroj: vlastní)



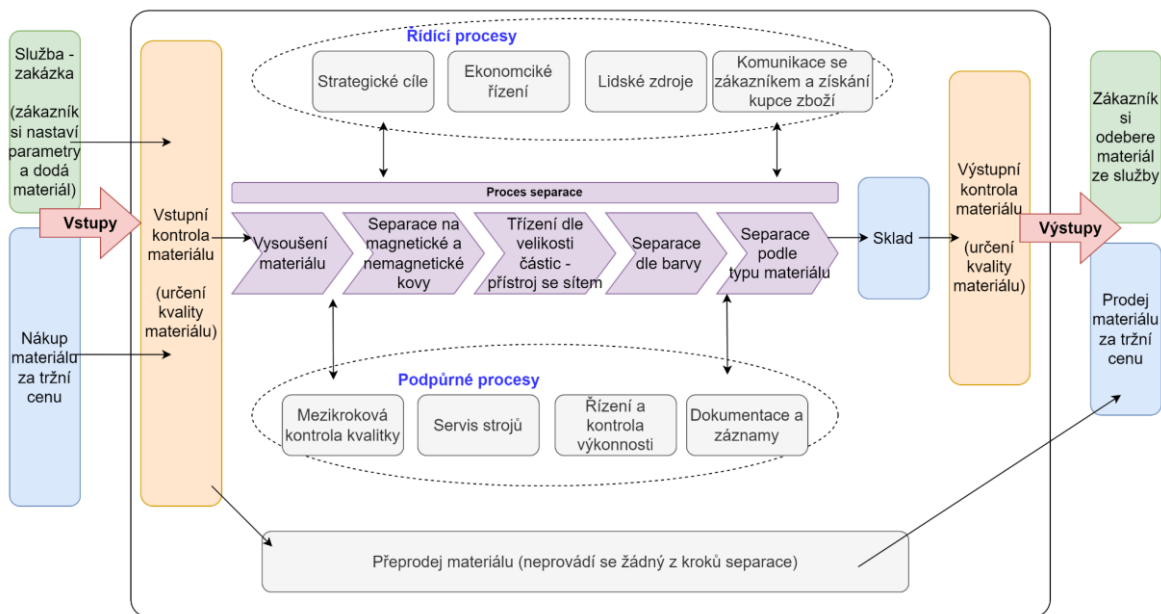
Obrázek 6 Nevhodné a neorganizované uložení vzorkových materiálů (zdroj: vlastní)

## 4.2 Procesní mapa činností v podniku

Pro lepší pochopení a grafické znázornění předešlé kapitoly o typech činností podniku a procesů, je využito metody z procesního řízení, a to mapování procesů neboli procesní mapa. V procesní mapě je znázorněný průběh procesu od vstupu buď v podobě služby (zákazník si dodá vlastní materiál) nebo nákupu materiálu. Obě tyto možnosti prochází procesem separace a jsou napojeny na řídicí a podpůrné procesy. Činnost přepravej



materiálu není součástí procesu separace, ale všem těmto třem činnostem předchází vstupní kontrola materiálu (laboratorní testování). Po procesu separace a před expedicí materiálu zákazníkům, buď v podobě služby, nebo prodeje je nutná výstupní a finální kontrola materiálu. Fialově zvýrazněná část „proces separace“ bude detailně popsána a fotograficky přiblížena v nadcházející kapitole „4.2 Detailní popis procesu separace“.



Obrázek 7 Procesní mapa podniku (zdroj: vlastní dle podkladů firmy)

Také je nutné definovat a popsat funkci a průběh podpůrných procesů:

- Mezikroková kontrola kvality – V průběhu separace je nutné kontrolovat výslednou kvalitu materiálu a zda bylo dosaženo požadovaných hodnot separace.
- Servis strojů – Servis probíhá podle nastaveného plánu, zpravidla jednou za rok u každého zařízení. Servis provádí výrobce zařízení, např. vysokozdvíhový vozík řeší firma Linde, nebo optický separátor, firma výrobce Unisensor.
- Řízení a kontrola výkonnosti – Samotná výkonnost strojů a zaměstnanců není dostatečně řešena. Je sledována pouze dle množství přečištěného materiálu, a to za jeden pracovní den ve formě formulářových výkazů, zmíněno odstavec níže. Měření finanční výhodnosti zakázek na separaci je poměrně dobře proveditelné, avšak u nákupu a vlastního předprodeje vyčištěné suroviny není úplně jasné, jak moc je tato výroba efektivní. Celkově chybí nastavení jakýchkoli ukazatelů KPI a nastavení a sepsání přesných postupů, jak probíhá proces.

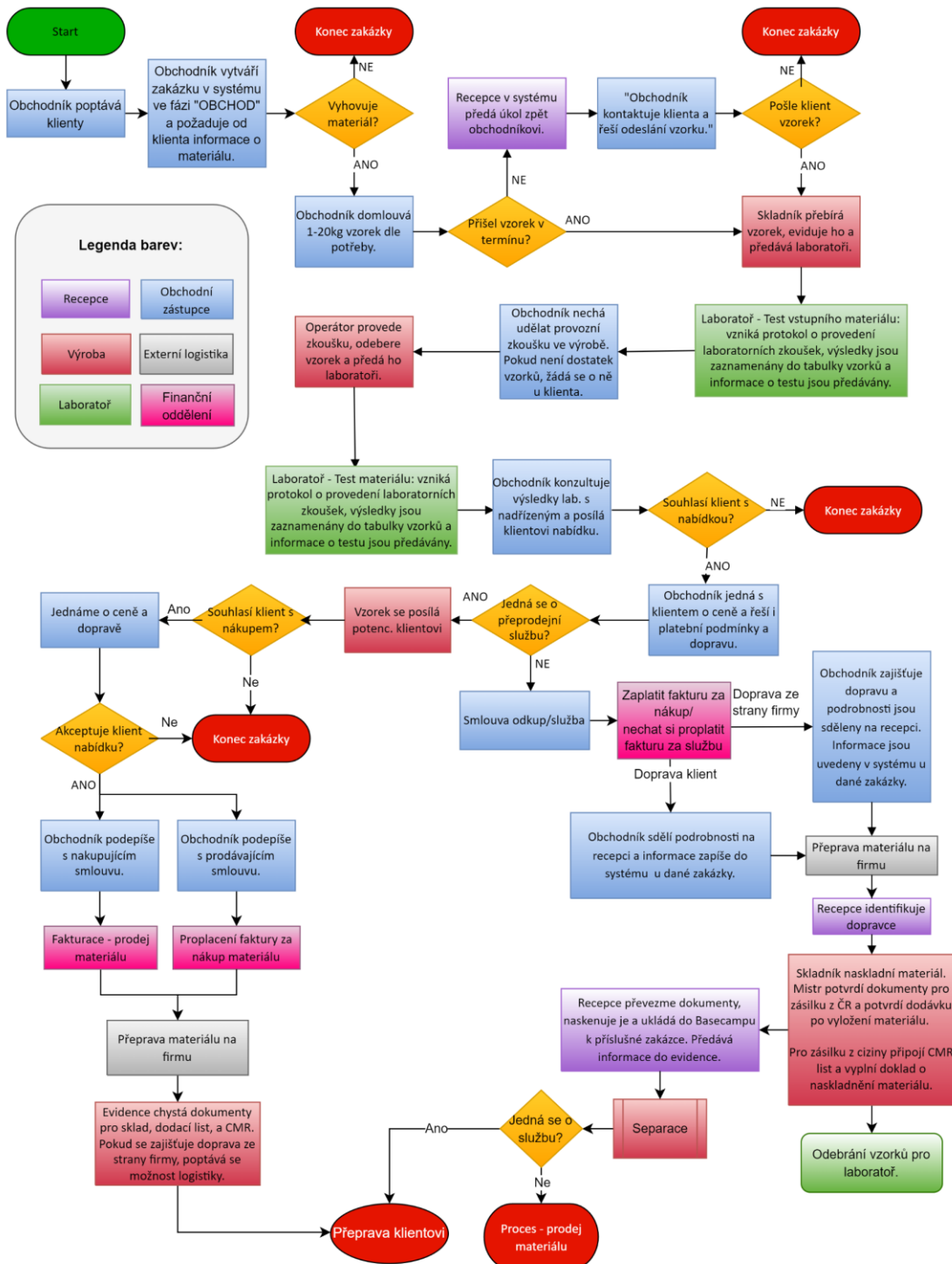
- Dokumentace a záznamy – záznamy ze strojů o jejich výkonnosti a množství zpracovaného materiálu se zapisují ručně do papírových výkazů (výstupy zpracovaného množství atd. stroje neumožňují přímý zápis do digitální podoby nebo stroje nejsou nastaveny na tuto formu reportování). Papírové výkazy si přebírá mistr výroby a následně předělává do digitální formy. Další administrativa je již řešena formou programu Basecamp, Microsoft Excel a cloudového úložiště.

Popis části řídicích procesů pro celkový proces separace:

- Strategické cíle – Nastavení směřování firmy, cílů a strategie určuje majitel firmy spolu s ředitelem firmy. Samotný ředitel zodpovídá za dosažení cílů a finančních výnosů.
- Ekonomické řízení – Důsledné sledování a analýza nákladů na energetické zdroje, technické vybavení a pracovní sílu jsou nezbytné pro udržení konkurenceschopnosti. Zároveň je strategická celková cena za separované PET flakes a cena za samotnou separační službu. Dále o ekonomické záležitosti, platby, personalistiku atd. se stará ekonomické oddělení holdingu.
- Lidské zdroje – jelikož se jedná o malou výrobu, je nutné udržování stálých zaměstnanců, nízká fluktuace, odbornost pracovníků, pravidelné školení, a odměna za výkon.
- Správa lidských zdrojů je klíčová pro takto malý podnik. Udržení stabilního týmu zaměstnanců je zásadní pro kontinuitu v provozu. Je důležité minimalizovat fluktuaci, což přináší jistotu a zkušenosti pracovníků ve výrobě. Zajištění odbornosti pracovníků je prioritou, a proto je nezbytné pravidelné školení zaměstnanců. Kromě toho je důležité ocenit jejich úsilí a výkon prostřednictvím spravedlivých odměn a motivujících systémů.
- Komunikace se zákazníkem a získání kupce zboží – poměrně důležitý bod řídicích procesů. Důležité je vnímání zpětné vazby od zákazníků a pružné reagování na jejich potřeby, což pomůže budovat dlouhodobé partnerské vztahy a zvýšit loajalitu zákazníků a dodavatelů materiálu.

### 4.3 Vývojový diagram podniku

Níže zobrazený diagram znázorňuje podrobně proces od získávání klientů a prodejců materiálu, přes proces ověřování kvality zakázky a jejího domlouvání. Následující kroky jsou uzavření smlouvy, fakturace a doručení materiálu na firmu.



Obrázek 8 Vývojový diagram celkového procesu (zdroj: vlastní dle podkladů firmy)

V případě že se jedná o přeprodej, je nutná expedice materiálu na místo určení. Pokud je materiál označen pro službu separace nebo pro vlastní prodej, je nutné provést kroky separace, popsané dále v dokumentu. Finálními kroky jsou proces přepravy ke klientovi nebo prodej materiálu s následnou přepravou. Jednotlivé buňky jsou barevně rozlišeny podle zodpovědných osob a oddělení, viz legenda v obrázku 8.

#### **4.4 Detailní popis procesu separace**

V této kapitole bude detailně popsán proces separace krok po kroku, s fotografiemi pořízenými při prohlídce výroby a doplněné popisem strojů z dokumentů výrobce.

##### **4.4.1 Vysoušení materiálu**

Jedním z prvních kroků separace samotné, je vysoušení materiálu. Tento proces redukce vlhkosti v materiálu je docílen pomocí 22kW odstředivky. Maximální výkon zařízení je 500 kg/h a do maximální velikost frakce materiálu 20 mm. PET flakes jsou neustále dávkovány do vstupní násypky odstředivky a lopatkami posunovány k výstupu ze stroje. Odstředivou silou je materiál zbavován samotné vlhkosti spolu s miniaturními prachovými částicemi. Odpadní materiál odchází do spod stroje do odpadního koše (Zdroj: Technická průvodní dokumentace od výrobce odstředivky 22kW – interní dokument firmy).

Do stropního kladkostroje je zavěšen velkoobjemový vak Big Bag s násypným rukávem, který vsypává materiál do odstředivky viz obrázek 9. Z odstředivky je materiál vyhazován do násypky, která pomocí šnekového dopravníku přemístí materiál do dalšího stroje.

Z obrázku 9 a 10 je patrné, že materiál je poměrně prašný a z důvodu nezakrytované násypky je zvýšena cirkulace prachových částic do prostoru. Materiál dále prochází přes magnetické tyčky, zachycující magnetické kovy.



Obrázek 9 Násypka do šnekového potrubního  
dopravníku (zdroj: vlastní)



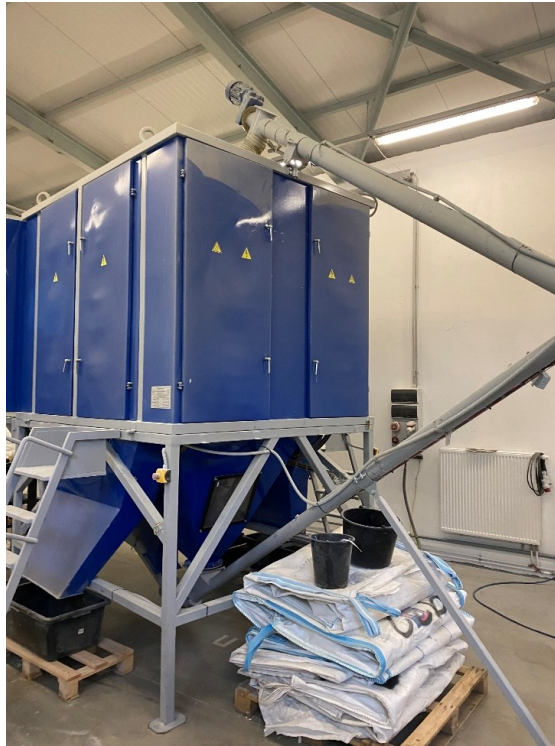
Obrázek 10 Násypka a odstředivkový vysoušeč (zdroj:  
vlastní)

#### 4.4.2 Separace na magnetické a nemagnetické kovy

Elektrostatický separátor EBS (corona) od společnosti Prodecologia viz obrázek 12, pracující na bázi toho, že materiál je rozdělen v závislosti na jeho elektrické vodivosti. Vstupní materiál je vystaven rotující elektrodě s kladným nábojem a vodivé částice jsou touto přijímací elektrodou nabity stejným nábojem, a proto jsou následně odpuzovány a tím jsou odstraněny od nevodivého materiálu (Prodecologia, c2012–2021). Vodivý materiál je strojem vyhazován do připravených černých nádob na podlaze. Nevodivý materiál je znovu šnekovým dopravníkem přemístěn do předpřipraveného a zavěšeného Big Bagu. Na výstupu z dopravníku je vidět zavěšené dodatečné magnetické síto viz obrázek 11. Elektrostatický separátor a odvlhčovací odstředivka pracují zároveň. Po dokončení separace v tomto kroku, je daný Big Bag převezen k dalšímu zařízení a je upevněn do konstrukce.



Obrázek 11 Přepravní vak Big Bag se zakončením šnekového potrubního dopravníku s magnetickým sítem (zdroj: vlastní)



Obrázek 12 Elektrostatický separátor  
(zdroj: vlastní)

#### 4.4.3 Filtrace dle velikosti částic

Na tento krok jsou nastaveny parametry pro odstranění nejmenších částic z materiálu. Toho je docíleno pomocí zařízení čínského výrobce Gaofu viz. Obrázek 13. Jedná se o lineární vibrační síto SZF-C, s velikostí mřížky dva a jeden milimetr. Za pomoci dvou vertikálně namontovaných motorů se rozvibruje povrch sítě, která nechává materiál posunovat směrem k výstupu ze stroje. Částice menší než dva milimetry propadnou na nižší stupeň síta. Toto nižší síto na stejném principu nechá propadnout částice menší než jeden milimetr. Samotné síta se dají vyměňovat, přidávat, odebírat a tím měnit velikosti filtrovaných částic. Kapacita provozu tohoto zařízení je dvě tuny za hodinu (Gaofu Sieving, 2020). Odpadní materiál propadá odpadní trubkou do přichystaného vaku. Materiál určený pro další krok separace je automaticky dopraven trubkovým šnekovým dopravníkem do dalšího zařízení.



Obrázek 13 Lineární vibrační síto (zdroj: vlastní)

#### 4.4.4 Separace dle barvy

Separace PET flakes podle jejich barevné škály, je docíleno pomocí barevných třídičů pro sypké materiály společnosti Csort viz obrázek 14. Toto zařízení pracuje na bázi optických senzorů. Vysoce citlivé kamery s rozlišením 2 048 pixelů, sledují do nejmenšího detailu daný propadávající produkt přes koryta přesně nasměrované do středu trysky a kamery. Díky tomu je schopný systém detekovat defekty od 0,13 mm. Rozpoznávání nežádoucích částecek, je práce neuronového algoritmu třídění, díky tomu je možné identifikovat nejsložitější kritéria např.: sytost zbarvení, vady, velikost atd. Odstranění rozpoznané nežádoucí částecčky materiálu je umožněno díky vysoce výkonným tlakovým tryskám. Tyto trysky docílí přesně načasovaného vypuštění vzduchu a tím odstraní produkt. Tento stroj dle výrobce má hlavní využití v zemědělství pro rozpoznávání produktů z plodin, ale také kovy, sklo a v tomto případě plasty (CSort, b.r.). Filtr je vždy nastaven na jeden druh barvy, a ten je znovu za pomoci šnekové potrubního dopravníku vsypáván do Big Bagu. To znamená, že pokud je materiál vícebarevný a je nutné z něj získat více typů barevné škály, musí materiál projít vícekrát přes stroj.





Obrázek 14 Separační zařízení pro určování barvy (zdroj: vlastní)

#### 4.4.5 Separace dle typu materiálu

Poslední typ separace je zaměřen na filtraci dle druhu materiálu. Zařízení Powersort 200, německé společnosti Unisensor viz obrázek 15, je separační systém založen na laserové spektroskopii. Systém vyhodnocuje laserem prosvícené částice propadajícího materiálu, kde stroj dokáže vyhodnocovat až milion spekter za sekundu. Díky vysokorychlostní laserové spektroskopii dokáže stroj zpracovat 2,4 až 3 tuny materiálu za hodinu (podle hustoty materiálu) a analyzovat částice do velikosti jednoho čtverečního milimetru. Při identifikaci nežádoucí částice, jedna z řady vzduchových trysek, vypustí nadzvukovou rychlostí vzduch, a tím odstraní částici z proudu žádoucího materiálu (Unisensor Sensorsysteme GmbH, b.r.). Podobně jako u zařízení na barevnou filtraci od společnosti Csort. Po tomto kroku, jestli všechny laboratorní testy kvality vychází podle požadovaných parametrů, může být materiál uskladněn do doby, než bude expedován.



Obrázek 15 Separační zařízení na druhy materiálu (zdroj: vlastní)



Obrázek 16 Násypka pro materiál (zdroj: vlastní)

#### 4.4.6 Skladování

Skladování materiálu je uskutečněno buď uvnitř haly, zde však kapacita je nedostačující a spíše je zde uchováván materiál z mezikroků separace, čekající na další proces. Největší počet palet s materiálem je uskladňován ve venkovních prostorech. Jelikož skladovací prostor venku není zastřešen, je nutné Big Bagy navíc zabezpečit proti nadměrnému navlhnutí, nasazením plastové folie viz obrázek 17. Z obrázku je taktéž patrné, že daný materiál je skladován bez určitého systému a smyslu. Při příjmu nového materiálu a při dokončení operací separací je prováděno vážení palet. Palety jsou váženy za pomoci paletového vozíku s vahou, případně na podlahových vahách.



Obrázek 17 Venkovní skladovací prostor (zdroj: vlastní)

Identifikační číslo a informace o jednotlivých paletách jsou nalepeny na každém Big Bagu ve formě papírových štítků ve fólii. Informace na štítku jsou: typ materiálu, stav separace, výrobní číslo, datum separace a hmotnost. Avšak tyto štítky nejsou nastaveny na sledování aktuální a přesné pozice materiálu ve firmě.

Oproti skladování zásob viditelných na obrázku 17, byl uplatněn na určitou část skladových zásob novější a přehlednější systém skladování. Na asfalt byly nakresleny přesné rozměry pro uložení palety a pro každou řadu palet bylo zvoleno písmeno a pro každou řadu číslo, viz obrázek 18. Jedná se o jednoduchý, přehledný a efektivní systém skladování.



Obrázek 18 Navrhnutá možnost systému skladování (zdroj: vlastní)

## 4.5 Finanční stránka firmy

Z důvodu anonymity hospodářského výsledku zde nebudou uváděny konkrétní finanční hodnoty ale pouze slovní popis hospodaření konkrétních období. Tato kapitola tedy neslouží jako podklad pro finanční analýzu, ale je určena pouze jako dokreslení stávající finanční stránky firmy. S vedením firmy byl diskutován hospodářský výsledek za poslední čtyři roky, přesněji tedy od roku 2020 do 2023.

Podnik byl v roce 2020 ve velké ztrátě z důvodu pandemie Covid-19, kdy byla ekonomika celého světa zpomalena a tím pádem nebyl takový zájem o samotný odkup materiálu. Kvůli absenci zakázek na poskytování separačních služeb a žádnému prodeji materiálu ve stavu bez provedené separace, se podniku nepodařilo dosáhnout obchodního úspěchu. Navíc v průběhu tohoto roku probíhala implementace nové technologie a vytváření a zaznamenávání procesních postupů pro výrobu, přičemž do té doby podnik nedodržel žádný jasný procesní postup.

Pro následující rok 2021 se podařilo již iniciovat prodej vlastního vyseparovaného materiálu, čímž se podnik již nepotýkal s tak velkou ztrátou. Samotný obrat z prodeje vyseparovaného materiálu byl několikanásobně větší oproti předešlému roku.

Rok 2022 se stal z pohledu hospodářského výsledku výnosným díky dobře nastaveným postupům a zásadnímu zaměření se na uzavírání smluv pro velké zakázky na separaci ve formě služby. Samotné mzdy početně vzrostly, jelikož provoz fungoval ve třisměnném provozu. V tomto roce se také vytvořily firmě velké finanční rezervy.

Díky kolísajícímu trhu s plastovým recyklátem byl v roce 2023 zájem o službu na separaci velmi nízký. Podnik však díky sníženým nákladům zůstal v ziskových hodnotách. Celkově lze ale většinu nákladů (energie, ostatní režijní náklady, servis atd.) podniku v průběhu těchto monitorovaných čtyř let, považovat za stabilní a s nijak závažnými výkyvy.

Nejvíce výhodným zaměřením výroby pro firmu je tedy služba, jelikož není nutný nákup materiálu (nižší náklady), avšak díky kolísajícímu trhu nemusí být takový zájem o danou službu.

## 4.6 Zhodnocení stávající situace

Ve zhodnocení stávající situace v podniku je nutno zmínit hrozby, rizika a případné silné stránky, které může podnik dále využít, čímž daný směr více rozvíjet a využít tak jeho potenciál. Mezi tyto silné stránky patří poměrně moderní technologie pro separaci, kde by bylo výhodné využívat více potenciál těchto strojů nebo přikoupení modernějších a efektivnějších variant. Dále společnost vlastní poměrně rozsáhlý areál, takže je zde možnost dalšího růstu a rozšiřování. Ochota pracovníků se zapojovat do zlepšování a modernizace ve výrobě je jeden z dalších bodů. Ve společnosti se využívá moderní komunikační / projektový software, pro komunikaci, oznamování novinek, archivace dokumentů a kontrola stavu zakázek, proto je důležité daný směr dále rozvíjet a vylepšovat. Výhodou je také celkový koncept podnikání, jelikož moderní svět, a potažmo Evropská unie se více zaměřují na udržitelnost, a odpadové hospodářství. To nahrává tomu, že tento směr podnikání bude více a více aktuální a s tím může také narůstat poptávka po recyklovaném materiálu, a podpora od státu.

Na druhou stranu je nutné, a taktéž hlavním tématem této práce, zabývat se riziky v podniku. V této části budou nastíněny jen některé z nich. S větším záběrem a více do hloubky se bude práce této problematice věnovat v analýze rizik, přesněji v jedné z metod analýzy rizika – FMEA.

Mezi hrozby a vyzorované nedostatky při prohlídce výroby patří např. velká prašnost a nadměrný hluk strojů, toto ohrožuje zaměstnance a jejich pracovní pohodu. Z těchto důvodů by měli zaměstnanci využívat osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP), což však u většiny byla maximálně ochrana sluchu, respirátory nebyly využívány. Problematické je taktéž skladování materiálu, vnitřní prostory v hale nejsou dostačující pro všechny materiál. Z toho důvodu je skladováno venku, rozvedeno v kapitole „4.4.6 Skladování“, jedná se také o nedostačující skladovací systém, zaměstnanci často hledají materiál ve skladovacím prostoru. Materiál určený na separaci je náchylný na vlhkost, z těchto důvodů jsou Big Bagy obalovány dodatečným igelitem, ten však nemusí být dostačující viz obrázek 20. Dále dle obrázku 19, je vidět velmi častý problém na pozemku firmy, a to i ve výrobě, což jsou rozsypané PET flakes, buď z manipulace s materiálem anebo díky trhlině ve vaku. V celém podniku není zaveden, žádný systém kontinuálního zlepšování např. plan-do-check-act (PDCA), což může být jeden z bodů návrhů na zlepšení procesů ve firmě.

Společnost si nechala vypracovat koncepci na digitalizaci výroby a optimalizaci procesů a analýzu rizik. Společnosti provádějící návrh vytyčila oblasti nutné pro zlepšení a místa pro optimalizaci. Nicméně management firmy nesouhlasil s celkovou cenou navrženou za implementaci návrhů. V důsledku toho nebyl projekt realizován a společnost se rozhodla řešit identifikované problematické oblasti sama, bez externího zapojení. V průběhu let ale nedošlo k žádnému zásadnímu zlepšení vytyčených problémů, jelikož vedení firmy tomuto odvětví neinvestovalo dostatek času a úsilí. Tato práce tedy znovu otevírá diskusi pro vedení firmy a zamyšlení se nad navrženými řešeními z výstupů této práce.



Obrázek 19 Skladovací prostor a rozsypaný materiál (zdroj: vlastní)



Obrázek 20 Voda v obalu Big Bagu (zdroj: vlastní)

## 5 ANALÝZA RIZIK

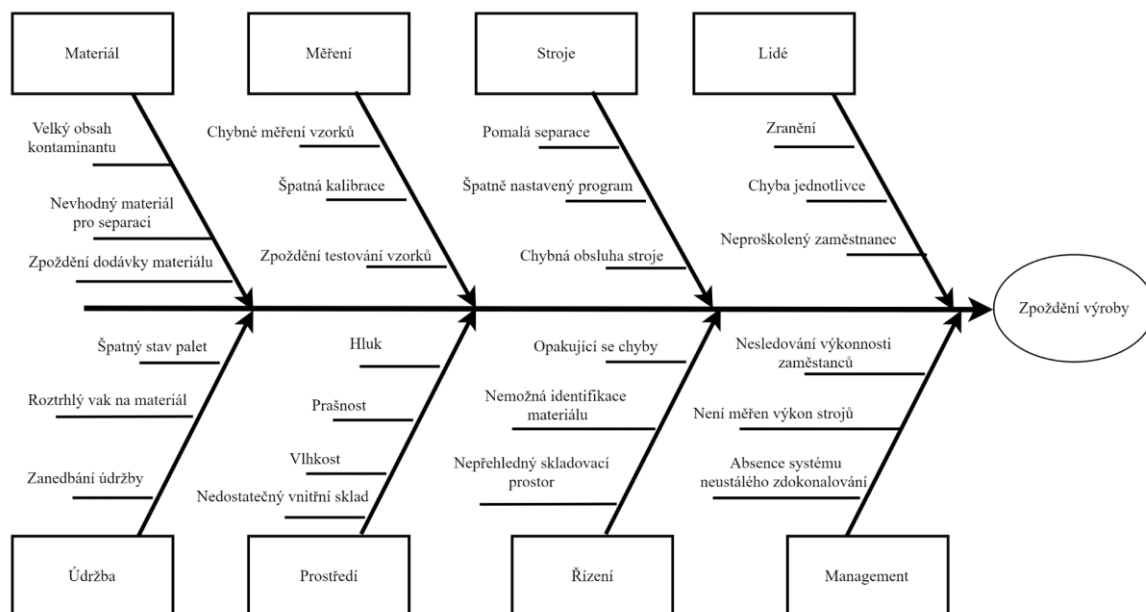
Prvním krokem v analýze rizik je komunikace s vedením firmy, a to přesněji ředitelem společnosti a mistrem výroby. Následovala prohlídka výroby a celého areálu společnosti, s podrobným výkladem a detailní fotodokumentací pro účel přiblížení a definování procesu v této práci. Při těchto prohlídkách výroby, skladovacích prostor, laboratoře a kanceláří, byly objeveny jisté nedostatky, které byly základními body pro diskusi a následné analýzy. Na základě podkladů poskytnuté firmou byla vytvořena procesní mapa, vývojový diagram a samotná analýza rizik.

Jednotlivé analýzy, zobrazené dále v textu, byly vypracovány v součinnosti s již zmíněným ředitelem společnosti a mistrem výroby, ve formě řízeného brainstormingu. Samotná analýza byla cílena na rizika celého podniku, avšak se zaměřením na problematická místa podniku a rizika spojené s možným dopadem na zpoždění výroby. Cílem analýz je tedy nalezení nejrizikovějších míst podniku, návrh opatření na dané rizika a pokud možno snížení jejich rizikovosti a s tím spojené případné zefektivnění chodu společnosti.

### 5.1 Ishikawa diagram

Tato metoda byla využita pro identifikaci jednotlivých příčin problémů z osmi oblastí podniku směřujících k následku těchto příčin, a to potenciální zpoždění výroby. Diagram rybí kosti byl v tomto případě využit při brainstormingu a nejlepší nápady byly zapsány do jednotlivých částí. Hlavními vybranými oblastmi příčin byly: materiál, měření, stroje, lidé, údržba, prostředí, řízení a management. Jedná se o nejvíce používané oblasti zkoumání pro Ishikawa diagram. Tato metoda sloužila jako základ pro FMEA analýzu pro jednotlivé oblasti hodnocení a možných příčin a vad.





Obrázek 21 Ishikawa diagram (zdroj: vlastní)

## 5.2 FMEA analýza

Stejně jako u předchozí analýzy se na tvorbě podíleli ředitel firmy a mistr výroby spolu s autorem této práce. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, pro identifikaci jednotlivých vad, které budou dále analyzovány v metodě FMEA byl využit Ishikawa diagram. Jelikož oblasti vad jsou poměrně rozličné, byla FMEA analýza rozdělena na dvě části. Analýza SFMEA jakožto systémová FMEA, zaměřena na celkový systém fungování firmy a okolnosti samotné separace. Druhou částí je analýza PFMEA neboli procesní FMEA, zacílená přímo na proces separace a problémy s tím spojenými.

Při řízeném brainstormingu byly vypsány možné vady z jednotlivých oblastí (v tabulce jako prvek). K jednotlivým vadám byly navrženy možné důsledky a dále příčiny, které stojí za iniciací vady. Sloupec pro prevenci byl vyplněn v případě, pokud pro daný problém existuje nějaký systém či úkon, který snižuje jeho možný výskyt spojený s možnou příčinou. Pokud existuje a je zavedeno opatření pro detekci, tak tato informace byla zapsána do buňky „opatření pro detekci“. Tyto činnosti plní funkci, jež se snaží odhalit vadu způsobenou specifickou příčinou.

Pro ohodnocení jednotlivých kategorií (významnost, výskyt, odhalitelnost) byly vytvořeny tabulky bodové klasifikace. Jednotlivé tabulky mají pro lepší vizuální přehlednost barevně rozlišeny jejich kategorie, velice významné jsou červeně, oranžově označené jsou středního významu, a zelené ty, které jsou mírně významné a nepravděpodobné pro společnost.

Tabulka významnosti viz příloha P I hodnotí, jaký má význam možný důsledek chyb pro firmu. Hodnoceno je z pohledu ovlivnění: výkonu výroby, finanční stránky, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) a pracovního prostředí. Pravděpodobnost výskytu vady je další klasifikační tabulkou hodnot. Je rozřazena do klasifikací v různých časových intervalech od denního, týdenního, měsíčního až po roční, případně, že daná událost nikdy nenastala viz příloha P II. Třetí tabulkou je hodnocení odhalitelnosti daného problému. Slovně je zde ohodnoceno, jaká šance je na odhalení chyby a jakou formou je odhalena, např. díky kontrolám, důkladným kontrolám, opakovaným kontrolám, nebo je vada nezjistitelná, viz příloha P III.

Za pomoci výše zmíněných tabulek bylo provedeno ohodnocení a přiřazeny hodnoty významnosti možného důsledku. Sloupec výskyt byl vyplněn klasifikační hodnotou dle pravděpodobnosti výskytu vady, vyvolané specifickou příčinou. Poslední hodnotící oblastí je odhalitelnost vady, vyvolané specifickou příčinou. Získáním rizikového čísla neboli Risk Priority Number (RPN), určující celkovou rizikovost dané vady, způsobené příčinou, můžeme stanovit prioritu řešení jednotlivých opatření. Tato hodnota je získána vynásobením hodnot z významu, výskytu a odhalitelnosti.

Dle výsledných hodnot RPN byla stanovena škála akceptovatelnosti míry rizika viz tabulka 2. Zeleně zvýrazněné hodnoty znázorňují akceptovatelné riziko a není u nich nutné vytvářet opatření. Další škálou jsou hodnoty oranžově zvýrazněné, a to v rozmezí 135 až 192, pro tyto rizikové části je nutno navrhnout opatření, která by měla v budoucnu být realizována. Nepřijatelná rizika jsou červeně zvýrazněna a jedná se o RPN nad 193. U těchto rizik je nutná a přednostní implementace opatření.

Tabulka 1 Míra akceptovatelnosti rizika s hodnotami RPN (zdroj: vlastní)

Míra rizika	Nutnost opatření	RPN
Akceptovatelné	Není nutné tvořit opatření	<134
Nežádoucí	Opatření by měla být v budoucnu implementována	135–192
Nepřijatelné	Musí proběhnout implementace opatření	> 193

Následujícími kroky v analýze bylo navržnutí opatření a zapsání zodpovědných osob za realizaci. Dalším sloupcem je skutečná provedená opatření, zde se udává skutečné provedené opatření, jelikož při implementaci může dojít ke změnám či jinému postupu. Pro dokončení analýzy je nutné znovu ohodnotit zavedené opatření a jak moc se změnilo jejich celkové RPN. Výsledek je slovně popsán v posledním sloupci analýzy, pod názvem status.

Tabulka 2 Analýza PFMEA (procesní FMEA) (zdroj: vlastní)

Název FMEA			Předmět analýzy					Datum konání					Číslo strany				
Procesní FMEA výroby (PFMEA)			Výroba a skladování					01.03.2023					1				
Tým pro vypracování								Datum poslední změny					Stav				
David Krejčířík, ředitel, mistr výroby								13.03.2023					dokončeno				
Prvek	Možná vada	Možný důsledek	Význam	Možná příčina	Prevence	Výskyt	Opatření pro detekci	Odhaltelnost	RPN	Navrhované opatření	Odpovědnost	Skutečná provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltelnost	RPN po opatření	Status
Výroba	nezakrytovaná násypka	prašnost	5	chyba pracovníka	x	9	x	3	135	pravidelná kontrola zakrytování násypky	mistr výroby	operátoři byli poučeni, a nyní používají kryt	3	4	2	24	sníženo
			5	úplná absence krytu	x	10	x	3	150	u násypky do strojů na vysoušení materiálu a vibrační síto, nainstalovat kryty proti prašnosti (nejvíce prašné části výroby)	mistr výroby	pořízeny kryty na násypku	2	4	2	16	sníženo
	materiál padá na podlahu	3	chyba pracovníka	x	8	x	2	48	x	x	x	x	3	8	2	48	bez opatření
		3	úplná absence krytu	x	10	x	3	90	x	x	x	x	3	10	3	90	bez opatření
	poruch a stroje	zpoždění celé výroby	8	zanedbání údržby	servisní plán	4	x	6	192	pravidelnější údržby a čištění stroje	mistr výroby	plán čištění strojů	8	3	6	144	sníženo částečně

Prvek	Možná vada	Možný důsledek	Význam	Možná příčina	Prevence	Výskyt	Opatření pro detekci	Odhaditelnost	RPN	Navrhované opatření	Odpovědnost	Skutečná provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaditelnost	RPN po opatření	Status
Výroba	Porucha stroje	zpoždění celé výroby	8	chybná obsluha stroje	školení	5	x	4	160	pravidelnější obchůzky – kontrola	mistr výroby	pravidelnější obchůzky – kontrola	5	3	4	60	sníženo
	nedosta tečně separovaný materiál	nutnost opakovat cyklus	5	špatně nastavené parametry	přednastavené programy pro separaci	7	laboratorní testy z kroku separace	3	105	x	x	x	5	7	3	105	bez opatření
	pomalá separace	zpoždění celé výroby	5	neproškolený zaměstnanec	školení	4	x	4	80	x	x	x	5	4	4	80	bez opatření
			5	špatně nastavený/vybraný program	kontrola mistrem ve výrobě	5	x	5	125	x	x	x	5	5	5	125	bez opatření
			5	malá efektivita strojů, stroj čeká na dokončení separace předchozího kroku	x	7	x	4	140	nákup nového multifunkčního stroje (zvládá více separací zároveň)	Vedení firmy	návrh nového stroje a finanční nákladnosti	4	4	4	64	návrhová fáze

Prvek	Možná vada	Možný důsledek	Význam	Možná příčina	Prevence	Výskyt	Opatření pro detekci	Odhaltitelnost	RPN	Navrhované opatření	Odpovědnost	Skutečná provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltitelnost	RPN po opatření	Status
Sklad	materiál nelze dohledat	zdlouhavé hledání palety s materiálem – prostoje ve výrobě	6	nekvalitní systém skladování	na část zásob se využívá nový systém skladování	9	x	5	270	rozšířit nový systém skladování na celý prostor	skladník, mistr výroby	rozšíření nového systému skladování na celý prostor	4	5	4	80	sníženo
	Ztráta štítku z vaku	nemožná identifikace výrobního čísla materiálu	6	uvolnění štítku	přilepení štítku	5	vizuální kontrola při manipulaci	7	210	duplikace štítků na vaku materiálu	skladník	duplikace štítků na vaku materiálu	3	5	7	105	sníženo
	trhlina na vaku	únik části materiálu	4	špatná manipulace/vadný vak	zásoba nových vaků pro okamžitou výměnu	7	vizuální kontrola před použitím vaku	7	196	pravidelnější vizuální kontrola	skladník, operátor výroby	pravidelnější vizuální kontrola	4	6	6	144	sníženo částečně
	vysypání materiálu	nepořádek / odpad po prostoru firmy	4	špatná manipulace / vadný vak	úklid	6	každý týden úklid	3	72	x	x	x	4	6	3	72	bez opatření
	poškozená paleta	poškození vaku / pád břemene	5	špatná kontrola, staré palety	x	5	vizuální kontrola	3	75	x	x	x	5	5	3	75	bez opatření

Prvek	Možná vada	Možný důsledek	Význam	Možná příčina	Prevence	Výskyt	Opatření pro detekci	Odhaltelnost	RPN	Navrhované opatření	Odpovědnost	Skutečná provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltelnost	RPN po opatření	Status
Zaměstnanci	zranění	nedostatek pracovní síly	9	srážka s vysokozdvižným vozíkem (VZV)	x	2	x	9	162	vytyčení oblastí pro pohyb osob mimo prostor pohybu VZV	mistr výroby, skladník	návrh označení páskou na podlahu místo pro pohyb osob	9	2	6	108	sníženo
				pád břemene	vaky se zavěšují na 4 ramenné kladkové stroje	1	x	9	81	x	x	x	9	1	9	81	bez opatření
	nepoužití OOPP	onemocnění plic / onemocnění sluchu	6	benevolentní vedení a kontrola	vydávání OOPP	9	kontrola používání	4	216	důslednější kontrola používání OOPP	mistr výroby	důslednější kontrola používání OOPP	6	5	3	90	sníženo
Materiál	velký obsah kontaminantů při vstupu	velké náklady na separaci	6	zákazník dodá rozličný materiál oproti zaslanému vzorku	odebírání jen od kvalitních dodavatelů	5	laboratorní testy při vstupu	4	120	x	x	x	6	5	4	120	bez opatření
	vlhkost materiálu po separaci	nutnost opakovat proces vysoušení	6	venkovní skladování, voda v obalu materiálu	igelitové krytí vaků	7	laboratorní testy při výstupu	4	168	zastřešení venkovního prostoru, snížení počtu dní vystavení materiálu venkovním podmínkám, skladování uvnitř	x	x	6	7	4	168	Opatření – nerealizováno
	nevhodný materiál na separaci	nemožnost separace	7	špatné informace od zákazníka	žádost vzorků na každou sérii separace	4	laboratorní testy	3	84	x	x	x	7	4	3	84	bez opatření

Tabulka 3 Analýza SFMEA (systémová FMEA) (zdroj: vlastní)

Název FMEA				Předmět analýzy				Datum konání					Číslo strany				
Systémová FMEA podniku (SFMEA)				Celá firma a okolnosti výroby				01.03.2023					1				
Tým pro vypracování								Datum poslední změny					Stav				
David Krejčířik, ředitel, mistr výroby								13.03.2023					dokončeno				
Prvek	Možná vada	Možný důsledek	Význam	Možná příčina	Prevence	Výskyt	Opatření pro detekci	Odhaltitelnost	RPN	Navrhované opatření	Odpovědnost	Skutečná provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaltitelnost	RPN po opatření	Status
Administrativ a	výroba nestíhá zakázky dle plánu	nedodržení termínu na službu	8	Sledování času separací jen vágně	odhadovaná časová náročnost	8	x	4	256	Vytvoření formuláře pro celou sérii separace na zápis informací	Autor práce, mistr výroby	Vytvoření formuláře pro celou sérii separace na zápis informací	5	6	4	120	sníženo
				Pouze jeden stroj na každý krok	x	8	x	4	256	nákup nového multifunkčního stroje (zvládá více separací zároveň)	Ředitel, mistr výroby	Návrh nákupu nového stroje a finanční nákladnosti	6	6	3	108	sníženo
	chybné data ve výkazu ze stroje	chyby ve výrobním plánu, špatné data o zakázkách	6	chyba zaměstnance	kontrola mistra	5	každodenní kontrola – od vedoucího	4	120	x	x	x	6	5	4	120	bez opatření
Laboratoř	chyby v měření	časový skluz vzorkování, špatné hodnoty	6	lidská chyba, laborant nestíhá testování	x	6	x	4	144	Lepší systém skladování vzorků	laborant	Nákup regálů	6	4	3	72	sníženo
				porucha zařízení, špatná kalibrace	kalibrace	3	pravidelná kalibrace	6	108	x	x	x	6	3	6	108	bez opatření

Prvek	Možná vada	Možný důsledek	Význam	Možná příčina	Prevence	Výskyt	Opatření pro detekci	Odhaditelnost	RPN	Navrhované opatření	Odpovědnost	Skutečná provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaditelnost	RPN po opatření	Status
Laboratoř	zpoždění testování vzorků	zpoždění informovanost o kvalitě separace (není možné provést korekci stroje)	7	lidská chyba, nepřehledný systém skladování	x	8	sledování počtu vzorků	3	168	Lepší systém skladování vzorků	laborant	Lepší systém skladování vzorků	7	5	3	105	sníženo
Management firmy	opakující se chyby v celé firmě	nízká ziskovost	8	absence systému neustálého zdokonalování	x	8	činnosti vedoucího	5	320	zavedení systému neustálého zdokonalování (PDCA)	ředitel	návrh zavedení PDCA	6	3	4	72	sníženo
	Málo zakázek	Nízká ziskovost	7	nízká poptávka o službu	hledání zakázek	7	x	4	196	nákup drtiče materiálu (možnost přijmout zakázky s větší velikostí částic PET flakes)	Ředitel, mistr výroby	Návrh nákupu stroje	7	4	3	84	sníženo
Zákazník	reklamace	náklady navíc	6	nekvalitní kontrola kontaminantů, špatně vyseparovaný materiál	výstupní kontrola materiálu	5	laboratorní test vzorku	3	90	x	x	x	6	5	3	90	bez opatření
Logistika	nedostatek materiálu	zpoždění plánu výroby	6	zpoždění dodávka zboží	skladová zásoba vlastního materiálu	4	tabulka množství materiálu na skladu	3	72	x	x	x	6	4	3	72	bez opatření
	zpožděný odvoz pro dokončené zboží	přeplnění skladu	4	chyba logistické firmy	x	5	x	5	100	x	x	x	4	5	5	100	bez opatření



### 5.3 Popis výstupů z analýz

Z výsledků analýz vyplívá, že nejvíce řešenou oblastí vad byla výroba a sklad, avšak samotná rizika nežádoucí a nepřijatelné byla v širším spektru oblastí. Nižší polovina identifikovaných rizik do hodnoty RPN 134, byla vyhodnocena jako přijatelná. Těmto rizikům není třeba věnovat větší pozornost, ale je důležité, aby byly stále v povědomí a pravidelně monitorovány. V případě potřeby by měla být také zahrnuta do dalších analýz při opakovaném posouzení.

Celkem jedenáct rizik bylo ohodnoceno a zařazeno do kategorie nežádoucích rizik, u kterých by mělo dojít v budoucnu k zavedení opatření. Těmto nápravám se společnost bude věnovat až po zavedení opatření pro šest rizikových bodů zařazeným v kategorii nepřijatelných rizik. Rizikům v kategorii nežádoucích bude věnován pouze textový návrh, jakým způsobem by mohla firma snížit rizikovost oblastí, implementací navrhovaných opatření. Tyto rizika budou rozebrána jen v krátkosti, jelikož hlavní úsilí a podrobnější návrhy budou cíleny na rizika z kategorie neakceptovatelné. Tyto návrhy budou podrobně rozvedeny v kapitole implementace opatření do procesu.

U téměř většiny rizik se podařilo návrhem snížit celkové riziko na míru přijatelnou, a to i u rizik z kategorie nepřijatelné. U dvou případů došlo jen ke snížení mírnému, čímž zůstalo rizikové číslo stále ve stejné kategorii. Jednalo se o vadu se zaměřením na sklad, a to trhlina na vaku, kde opatření lehce zmírnilo pouze výskyt a odhalitelnost. Druhou oblastí byla výroba s možnou vadou – porucha stroje. Zde došlo pouze ke snížení o stupeň méně v hodnotící kategorii výskyt, což nijak razantně nehnulo s celkovým RPN. Jedním z bodů v analýze, kde nedošlo ke snížení rizikového čísla je v kategorii materiál s možnou vadou navlhnutí materiálu po separaci. Navrhovaným opatřením je zastřešení venkovního skladovacího prostoru. Avšak tento návrh je velmi cenově, tak i časově náročný a ekonomicky nevýhodný, z těchto důvodů nebude realizován, čímž rizikové číslo zůstává stejné.

Celkově tedy analýza dobře posloužila pro označení těch nejvíce rizikových oblastí, na které je nutné se zaměřit a více se jim věnovat. Tím bylo mimo to docíleno vyznačení oblastí, kterým není nutno věnovat tolik úsilí a raději se soustředit na podstatné oblasti ve firmě.

## 6 IMPLEMENTACE OPATŘENÍ DO PROCESU

Hlavním cílem této práce je identifikace rizik ve firmě XXY s.r.o. a jejich následná mitigace. Z toho důvodu bude následující část věnována popisu implementace navrhovaných opatření, počínaje pro rizika vyhodnocená do kategorie nežádoucí. Poté bude text věnován nápravám pro rizika v kategorii neakceptovatelné. Pro tyto návrhy bude provedena podobná implementace a důkladný popis.

### 6.1 Rizika z kategorie nežádoucí

Poměrně významným rizikem ve výrobě v kategorii nežádoucí je prašnost vytvářena činností strojů a samotným materiálem. Z toho důvodu se pořídí kryty na násypky pro materiál, tak aby mikroskopické částice materiálu neunikaly do okolí. Tyto kryty budou pořízeny hlavně pro násypky do strojů na vysoušení a lineárního vibračního síta, jelikož se jedná o nejvíce prašné části výroby. Následně bude kladen důraz na operátory výroby, aby dané kryty využívali, a tím zamezily nadměrnému úniku prachu.

V oblasti výroby je dalším rizikem v nežádoucí kategorii porucha stroje s možným důsledkem zpoždění celé výroby a příčinou zanedbání údržby a chybné obsluhy stroje. Na tyto problémy je opatření – vytvoření plánu údržby/čištění strojů. Z popisu společnosti vyplývá, že servis strojů probíhá pouze jednou ročně, a to autorizovanou firmou. Proto je nutné zavést určitý plán, podle kterého bude pravidelně realizována údržba/čištění prováděna operátorem výroby a tím se sníží celkové riziko poruchy. V této kategorii další příčinou byla chybná obsluha stroje operátorem. Tomu se dá zabránit jednodušším řešením, a to pravidelnějšími obchůzkami strojů mistrem výroby.

Ke zpoždění celé výroby může také dojít díky pomalé separaci, což je způsobeno malou efektivitou strojů, jelikož následující stroj pro separaci čeká na dokončení separace předchozího kroku. Navrhovaným opatřením tohoto problému je nákup nového multifunkčního stroje, jenž zvládá více separací zároveň (separace dle barvy a typu polymeru). Jelikož tento návrh je také u rizika z kategorie neakceptovatelné v analýze SFMEA, bude tomuto návrhu věnován podrobnější popis a návrh v další kapitole.

Ve skladovacích prostorech dochází často k problému s protržením vaku na materiál tzv. Big Bag, a úniku materiálu do okolí. Na obrázku 19 v dřívější kapitole o zhodnocení stávající situace v části popisu podniku je zachycen tento problém. V současné době je zde zaveden postup vizuální kontroly a nutnosti výměny vaku za nový ze zásoby, pokud je poškozen,

avšak k výměně a kontrole tak pravidelně nedochází a problém je spíše přehlížen. Z toho důvodu je nutné pravidelněji a důsledněji kontrolovat vaky a vyměňovat je. Tento návrh však nezmiří riziko dostatečně, pouze lehce zmírní jeho výskyt a odhalitelnost, ale jedná se o opatření nevyžadující žádné finanční náklady navíc. Podle návrhu mistra výroby by bylo možné pořídit nový systém ukládání materiálu do průmyslových beden (Big Box). Tento návrh je dle vedení považován za velmi nákladný, a navíc by bylo nezbytné přepracovat celý proces nasypávání materiálu do stroje pomocí nového materiálového (granulátového) nasávače. Riziko bylo tedy přijato s nynějším mírně sníženým RPN číslem a opatřením na pravidelnější kontrolu, oproti nákupu nového stroje a tím mitigaci na úroveň přijatelnou.

V práci se taktéž bralo v potaz ohrožení zdraví zaměstnanců. Pokud by došlo ke zranění zaměstnance, firma díky malému počtu pracovníků, by nemusela stíhat výrobu a tím by mohly být ohroženy zisky. Z analýzy vyplynulo, že největší riziko hrozí u srážky pracovníka s vysokozdvíhým vozíkem (VZV). Jedná se sice o variantu vysoce nepravděpodobnou, ale těžce předvídatelnou a s velmi velkým významem, proto celkové RPN je vysoké. Návrhem je finančně nenáročné řešení, a to vytyčení oblastí pro pohyb osob mimo dráhu jízdy a manipulace VZV. Na zem se nalepí výstražná žluto – černá páska, a zaměstnanci budou poučeni o dodržování tras pro pohyb.

Z pohledu chyby v laboratoři, jež může ovlivnit chod výroby je zpoždění testování vzorků a chybné měření, což může mít vliv pro nedostatečné, či předimenzované nastavení programu na strojích pro separaci. Příčinou obou případů je lidská chyba, která spočívá v tom, že laborant nestíhá provádět testování. Neadekvátní a neorganizované ukládání testovaných vzorků (viz obrázek 6 v kapitole 4.1.2 Laboratoř v popisové části) naznačuje potřebu upravit a rozšířit systém skladování těchto vzorků. Nové regály budou umístěny do volného a nevyužitého prostoru v budově kanceláří.

Posledním rizikem v této kategorii RPN je v oblasti managementu firmy, jedná se o malý počet zakázek, což může způsobit nízkou ziskovost. Dle vedení se nedaří shánět dostatečně zakázek pro výrobu. Možným řešením, by bylo dle mistra výroby nákup drtiče materiálu, jež by umožnil přijímat zakázky se vstupním materiálem, který by do teď stroje nedokázaly zpracovat. Tento drtič by zmenšil fragmenty materiálu na požadovanou úroveň, jež by stroje byly schopny zpracovat. Tato investice do tohoto stroje by otevřela dveře k širší nabídce materiálu a většího počtu zákazníků. Jedná se o poměrně nákladný návrh, avšak dle tabulky financí je pro firmu zásadní se zaměřit na výrobu ve formě služby pro zákazníky, jelikož tato položka dokáže vygenerovat největší příjmy.

## 6.2 Rizika z kategorie nepřijatelné

V této kapitole budou řešeny, navrhovány a zaváděny opatření na rizika zařazené v kategorii nepřijatelné.

### Nákup stroje

Jedním z prvních opatření je ve formě finanční investice. Jedná se o nákup nového multifunkčního stroje. Tento stroj by měl vyřešit problémy ohledně zpoždění výroby a taktéž vznikne pojistka v případě výpadku jedno ze strojů na separaci dle barevného spektra nebo typu polymeru. Celkově taky stroj zvýší produktivitu výroby. Při tvorbě návrhu a hledání stroje bylo navrženo autorem práce, společně s mistrem výroby jako jeden z nejvhodnějších stroj od společnosti Meyer.

Jedná se o zařízení s názvem „CI Plastic Color Sorter – modelové řady 6SXZ – 480CI-GY“ v konfiguraci stupně C viz obrázek 22, vybavený novou multispektrální konfokální technologií, a Near Infra Red (NIR) systémem, v češtině infračervená spektroskopie v blízké oblasti. Tato kombinace technologií umožňuje třídění dle barvy, typu polymeru a ne-PET plasty jako PVC/PP/PA atd. Zařízení má velmi jednoduché ovládání pro operátora, a umožňuje nastavení na dálku, čímž umožňuje v případě softwarové poruchy, vzdálené opravy od výrobce stroje. Zařízení má vlastní systém sledování a vyhodnocování správného chodu komponent v reálném čase, čímž je schopno hlásit případné vady. Stroj taktéž může odesílat data o chodu stroje do systému firmy (HEFEI MEYER OPTOELECTRONIC TECHNOLOGY INC., c2001-2020).



Obrázek 22 Multifunkční třídička dle barevného spektra a typu polymeru (HEFEI MEYER OPTOELECTRONIC TECHNOLOGY INC., c2001-2020)

Ředitel společně s mistrem výroby poptali od výrobce cenovou nabídku na daný stroj. Tento stroj v přepočtu vychází na 1 808 100 Kč, avšak pro chod stroje je nutné pořídit průmyslový kompresor s pořizovací cenou 199 900 Kč. Celková cena pouze za nákup stroje a nutných komponentů bez nákladů za montáž a dopravu je 2 008 000 Kč.

Při komunikaci s výrobcem bylo požádáno o možnost otestování vzorku na separaci. Výrobci bylo zasláno osm testovacích vzorků, s různě namíchaným granulátem o různých frakcích a barvách viz obrázek 23. Fotografie finálního výstupu separace od výrobce je na obrázku 24. Dle mistra výroby se jedná o velice uspokojivý výsledek separace.



Obrázek 23 Testovací vzorky pro nový stroj  
(zdroj: interní dokumentace firmy)



Obrázek 24 Vyseparované vzorky z nového stroje  
(zdroj: interní dokumentace firmy)

Při pořízení tohoto stroje a následné montáži nebude nutné pozastavit výroby nebo ji nějakým způsobem omezovat. Jelikož instalace stroje proběhne do volných prostor haly a manipulační prostor jiných strojů tímto nebude narušen. Odhadovaná časová náročnost úpravy místa, instalace stroje a zavedení do provozu zabere zhruba dva týdny. Díky novému stroji a navýšení výrobních kapacit bude nutné najmout nového operátora výroby a provést zaškolení.

### Tvorba zápisového formuláře separací

Časové náročnosti jednotlivých separací a hmotnosti vyseparovaného materiálu je zapisováno od operátorů výroby do přichystaných výkazů, avšak dané hodnoty již nejsou dále žádným způsobem zpracovány do vyhodnocování výroby či efektivity. Samotný problém, že výroba nestíhá výrobu dle plánu bylo nejvíce rizikovým bodem v analýze rizik. Z tohoto důvodu bylo nutné vytvořit opatření, jež sníží danou rizikovost. Cílem tohoto opatření bylo vytvoření nového zápisového systému sledování výkonosti separací pro jednotlivé palety s materiálem ze sérií výroby. Tento formulář po zavedení do provozu a po zápisu dat, by měl pomoci vedení sledovat jednotlivé časy a efektivnosti výroby pro různé druhy materiálů a série separací.

Dle toho by mohlo vedení následně dopočítávat celkovou finanční náročnost pro jednotlivé série separací. Tím pádem lépe nacenit samotnou službu na separaci materiálu, jež je zásadním zaměřením, jak zvýšit příjmy do firmy.

Samotná tabulka obsahuje v hlavičce prostor pro zapsání zásadních informací o celé zakázce. Číslo série, kolik je palet v dané zakázce, datum naskladnění palet a datum do kdy musí být expedováno. Volné buňky jsou již pro zápis jednotlivých informací o výrobě. Počínaje zápisem sériového čísla a jaký typ materiálu se separuje. Dle informací z laboratoře, po otestování vzorků jsou do tabulky vepisovány hodnoty kontaminací materiálu. Dalšími potřebnými informacemi jsou hmotnost materiálu, čas separace a s tím spojená efektivita stroje, zapsaná v počtu kilogramů vyseparovaného materiálu za hodinu. Na základě kontrolních testů materiálu po separaci je vepsána další hodnota na finální obsah kontaminantů. Finálně vyseparovaný materiál nesmí přesáhnout maximální povolené kontaminace dle požadavků zákazníka pro jednotlivé parametry, zapsané v závorce ve sloupci separace. Poslední buňky jsou pro zápis informací ohledně hmotnosti odpadu z materiálu, odpovědného operátora výroby a případné poznámky. Ve spodní části tabulky jsou volné pole pro celkové součty a informaci o umístění palety s materiálem ve skladu.

Formulář je dostupný pro firmu v elektronické podobě a je možné si kopírovat buňky pro zápis další palety s materiálem. Po zápisu všech palet ze série je možné dopočítat celkovou časovou náročnost separace na sérii.

Celkově by tedy tento nově vytvořený formulář usnadnit vyhodnocování dat z výroby a vyvozování patřičných důsledků.

Tabulka 4 Návrh nového zápisového formuláře separací (zdroj: vlastní)

Zakázka:								Číslo série:			Počet palet:	
Zpoždění výroby:								Datum naskladnění:			Termín nutnosti expedice:	
Sériové číslo materiálu/typ materiálu:	Separace:	Kontaminace před separací:	Hmotnost (kg):	Čas separace:	Efektivita stroje (kg/hodinu):	Výsledná kontaminace:	Max. povolené kontaminace:	Odpad hmotnost (kg):	Pracovník:	Poznámka		
Sériové číslo materiálu 1 / typ materiálu 1	Odstředivkový vysoušeč (vlhkost)											
	Elektrostatický separátor – (kovy)											
	Vibrační síto (velikost částic)											
	Optický senzor (barevná škála)											
	Laserový spektroskop (typ materiálu)											
			Výsledná hmotnost:	Čas separace celkem:			Splněny hodnoty kontaminace: Ano/Ne	Odpad celkem:		Skladové číslo umístění palety:		
Pokračování zápisu dat o dalších materiálech ze série separací												

### Zavedení cyklu PDCA

Největším nedostatkem byla opakovaná chybovost a stagnace v celém podniku. V minulosti nebyly chyby systematicky identifikovány a řešeny. Zlepšení a nápravy, pokud byly vytvořeny, tak nebyly dále analyzovány nebo řešeny. Tento nedostatek je pravděpodobně důsledkem absence systému kontinuálního zlepšování a nedostatečného sledování a hodnocení rizik. Bylo tedy navrženo zavést cyklus PDCA – kontinuálního zlepšování.

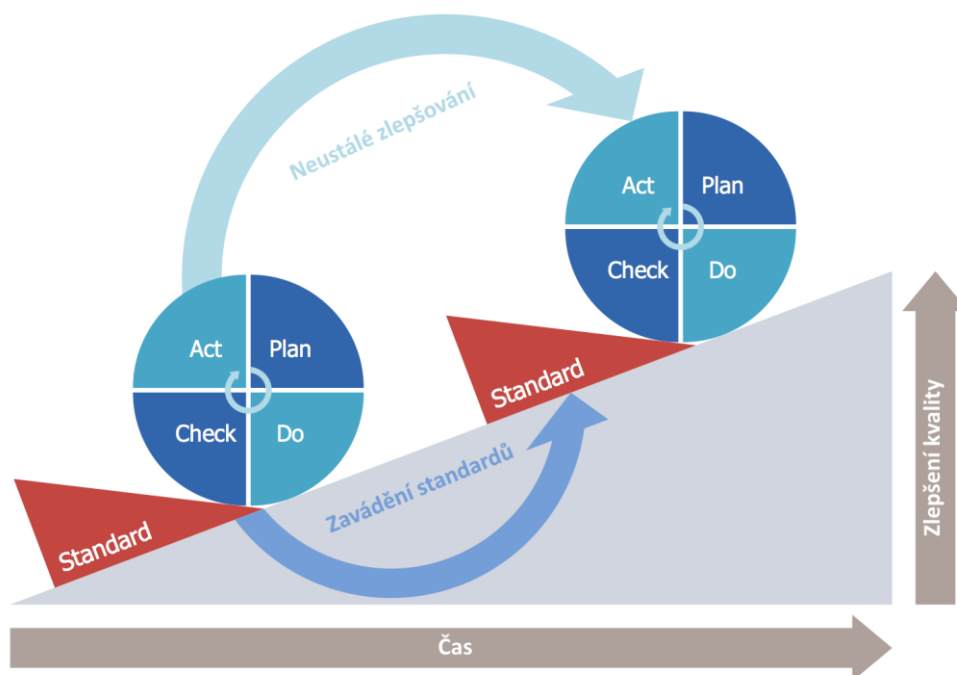
Pro zavedení tohoto cyklu je nutné s principem seznámit vedení a další zaměstnance. Z toho důvodu autor práce obeznámil ředitele firmy s principem cyklu PDCA. Prvním krokem (z písmena „P“ – anglicky plan) je nutnost naplánovat opatření na vybraný problém a jakým způsobem bude realizováno.

Podkladem pro první krok tohoto cyklu bude identifikace problémů, za pomoci znovu vytvoření metody FMEA. Vedení společnosti bude moci v budoucnu využít jako podklad analýzu vytvořenou v tomto dokumentu. Tím si vedení firmy posoudí současný stav, vytyčí cíle a navrhnou opatření, kterými je nutno se zabývat. Aktualizace analýzy by měla být nejlépe jednou případně dvakrát za rok.

Dalším krokem (z písmena „D“ – anglicky „Do“ neboli dělej) je zavedení naplánovaného opatření do procesu. Je to testování daného opatření, při němž je nutné provádět další krok, a to je kontrola (z písmena „C“ neboli Check). Výstupy z pozorování jsou následně porovnány s nastaveným cílem. Pokud se nedosáhlo kýženého cíle, je nutné cyklus znovu spustit a opatření spolu s plánem zavedení lépe navrhnout. Jestli dle kontroly a analýzy je dosaženo cíle, je nutné přistoupit na finální krok. Jednání (z písmena „A“ neboli Act) je zanesení těchto ověřených opatření jako standart a již bude normálně využíván v celé firmě.

V praxi to znamená např. použití FMEA analýzy k ještě detailnější analýze rizik se zaměřením na zkoumání výrobních procesů, technologického nebo finančního hlediska atd., v budoucí identifikaci nových rizik, k čemuž může být využita již vytvořená FMEA analýza z této práce. Nedílnou součástí implementace nových systémů, postupů a změn je průběžné aktualizování a zdokonalování procesní mapy a souvisejících diagramů pro jednotlivé oblasti podniku. Pro zaznamenávání a sledování stavu opatření a případných poznámek je vhodné nadále využívat zavedený program Basecamp.





Obrázek 25 Cyklus PDCA (upraveno) (Certifikace Manažerských Systémů, c2017-2024)

### Rozšíření skladovacího systému

Jak již bylo zmíněno v kapitole zhodnocení stávající situace, část venkovního skladovacího prostoru má neadekvátní systém skladování materiálu, a proto bylo navrženo rozšíření nového systému skladování na celý prostor. Tento nový systém byl již minulosti zaveden na zkoušku na menší část skladu. Tento systém se osvědčil jako efektivní a jednoduchý, jelikož jednotlivé řady jsou značeny písmenem a pod každým písmenem, dále jsou číselně značeny pozice pro samostatné palety s materiálem. Rozšíření a zakreslení pozic pro palety provede mistr výroby společně se skladníkem. Časová náročnost zavedení toho opatření jakožto stálého systému zabere zhruba dva pracovní dny, pokud bude prováděno za provozu.

### Duplicita štítků

Toto opatření bude navázáno na předchozí opatření ohledně úpravy skladovacích prostor. Při vytváření nového prostoru skladování, rovnou proběhne duplikace informačních štítků o materiálu na paletě a jejich připevnění na vak. Tento návrh bude zaveden na dobu jednoho měsíce a bude pozorováno, jestli daný návrh je dostačující nebo celkově správně nastaven. Pokud se dané opatření projeví jako správné a adekvátní, bude tento postup zaveden jako standart. Jestli se opatření projeví jako nedostačující či špatně pojaté, bude nutné cyklus nápravy opakovat dle postupu popsáno v části o navrhovaném zavedení PDCA cyklu.

### **Kontrola používání OOPP (Osobní ochranné pracovní prostředky)**

Poslední opatření je pouze ve formě důslednějšího sledování a kontroly, zda zaměstnanci ve výrobě používají vydané OOPP. Proběhne poučení všech zaměstnanců a mistr výroby bude provádět pravidelné kontroly a zápisy z těchto kontrol. Případně budou vyvozeny důsledky, při nedodržení povinností zaměstnanců. Dále bude probíhat pravidelné vydávání nových OOPP dle seznamu za opotřebené a nevyhovující.

### **6.3 Vyhodnocení přínosů pro podnik**

Celkově lze zhodnotit přínos této práce pro firmu jako pozitivní. Praktická část práce, přesněji procesní mapa, vývojový diagram a samotná analýza rizik, přinesly ucelení procesů a zvýraznění klíčových a rizikových oblastí v podniku. Metody z analýzy rizik identifikovaly specifická rizika v podniku, která byla ohodnocena a podle rizikového čísla byla určena priorita řešení a zavádění opatření. Autor této práce společně s vedením firmy navrhli opatření na všechna rizika zařazených mimo kategorii přijatelnou. Autor následná opatření a postupy implementovaná do podniku rozepsal výše, v návrhové části.

Při zpětném porovnání návrhů z této práce s nastíněnými návrhy z koncepce na digitalizaci výroby a optimalizaci procesů, od soukromé společnosti (popsané v kapitole 4.6 Zhodnocení stávající situace), je patrné, že výstupy z analýzy rizik v této práci se v určitých oblastech shodují s navrženými oblastmi, kterým se chtěla soukromá firma věnovat. Vedení celkově hodnotí návrhy v této práci jako více finančně přijatelnější oproti návrhům z koncepce od soukromé firmy. Pozitivní hodnocení je hlavně z důvodů, že se jedná o spíše systémové nápravy, než čistě nákupy a zavádění nových složitých a nákladných softwarů a zařízení.

Rozšíření této práce by bylo možné ve směru vytvoření časového plánu zavádění opatření, spolu s kontrolním plánem. Případně vytvoření Cost-Benefit analysis (CBA), což by porovnálo přínosy a náklady jednotlivých opatření.

## ZÁVĚR

Zaměření na recyklaci plastů se stává v dnešní době stále naléhavější záležitostí, která vyžaduje okamžitou pozornost a řešení. S narůstající globální produkcí plastových odpadů a jejich negativním dopadem na životní prostředí je recyklace nezbytná pro ochranu planety pro budoucí generace. Nedostatečné zpracování odpadů a využití recyklovaných materiálů představuje závažnou hrozbu pro ekosystémy a lidské zdraví. Je nezbytné větší zaměření na inovativní technologie a strategie, které podporují efektivní recyklaci plastů. Zabývat se tímto tématem není jen etickou povinností, ale také strategickým krokem k udržitelnější budoucnosti a ochraně životního prostředí pro tuto i další generace.

Diplomová práce v teoretické části poskytnula komplexní přehled o problematice recyklace plastů, směřované k tématu separace PET flakes. Dále přiblížila teoretické principy analýzy rizik a souvisejících aspektů. Kapitola o výrobních procesech shrnula klíčové faktory, které ovlivňují úspěšnost a základní principy výroby.

Praktická část práce se zaměřila na komplexní popis procesů a jejich zpřehlednění ve formě procesních diagramů v autorem vybrané společnosti. Následovala analýza současného stavu podniku, identifikace a vyhodnocení rizik souvisejících se separací PET vložek. Celkově lze říci, že se firma potýká s poměrně velkým počtem rizik v celé oblasti podniku.

Na základě výsledků analýzy byly navrženy konkrétní opatření a strategie, které směřují k mitigaci identifikovaných rizik. Tyto návrhy zahrnovaly technologická, organizační, systémová i personální opatření, jež mají za cíl zlepšit efektivitu, bezpečnost a udržitelnost výrobního procesu. Implementace těchto opatření by měla přinést měřitelné výsledky v podobě snížení rizikových faktorů, optimalizace výrobního procesu a zvýšení konkurenceschopnosti společnosti na trhu. Je důležité zdůraznit, že tato práce není pouze akademickým cvičením, ale má přímý dopad na reálný průmyslový subjekt a přispěla k vytvoření udržitelnější budoucnosti firmy a recyklaci plastů.

Možným rozšířením této práce může být vytvoření analýzy nákladů a přínosů pro jednotlivá opatření. Nabízí se také vytvoření časového plánu zavádění opatření. Případně zaměření se na analýzu, měření a optimalizaci časové náročnosti separací.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem lze konstatovat, že cíle specifikované v zadání diplomové práce byly dosaženy.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AGILENT, 2019. *Agilent Cary 630 FTIR Spectrometer*. online. In: Agilent. Dostupné z: [https://www.agilent.com/cs/library/brochures/brochure\\_ftir\\_cary\\_630\\_5990-8570en\\_us\\_agilent.pdf](https://www.agilent.com/cs/library/brochures/brochure_ftir_cary_630_5990-8570en_us_agilent.pdf). [cit. 2024-03-03].

AZURR-TECHNOLOGY, c2024. *Produkty DYNISCO*. online. In: Azurr-Technology. Dostupné z: <https://www.azurr-tech.cz/produkty/dynisco1>. [cit. 2024-03-03].

BOTEK, Marek a ADAMEC, Libor, 2004. *Sbírka příkladů z inženýrské ekonomiky a managementu*. 2. vydání. VŠCHT Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-544-7.

CERTIFIKACE MANAŽERSKÝCH SYSTÉMŮ, c2017-2024. *PDCA cyklus*. online. In: Cems-cz. Dostupné z: <https://www.cems-cz.com/clanok/231-pdca-cyklus>. [cit. 2024-03-27].

COLLIAS, Dimitris; JAMES, Martin a LAYMAN, John, c2021. *Chemical Recycling of PET*. American Chemical Society. ISBN 9780841298163.

CSORT, b.r. *Barevné třídíče*. online. In: Pro-technologie.cz. Dostupné z: [https://www.pro-technologie.cz/wp-content/uploads/2016/09/Barevn%C3%BD-t%C5%99%C3%ADdi%C4%8D-CSort\\_cz\\_.pdf](https://www.pro-technologie.cz/wp-content/uploads/2016/09/Barevn%C3%BD-t%C5%99%C3%ADdi%C4%8D-CSort_cz_.pdf). [cit. 2024-03-03].

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, c2014. *Procesní diagram*. online. In: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, VÝPOČETNÍ A INFORMAČNÍ CENTRUM. Dostupné z: <https://procesy.cvut.cz/procesy/help-portal.jsf?target=606>. [cit. 2024-01-03].

ENVIGROUP, 2022. *Legalizovat recyklaci plastů není od roku 2022 jednoduché. Nový pokyn MPO*. online. In: EnviGroup. 07. listopad 2022. Dostupné z: <https://www.envigroup.cz/legalizovat-recyklaci-plastu-neni-od-roku-2022-jednoduche.html>. [cit. 2024-01-02].

FIRAS, Awaja a DUMITRU, Pavel, 2005. Recycling of PET. online. *European Polymer Journal*. roč. 41, s. 1453–1477. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2005.02.005>. [cit. 2024-01-02].

FOKUS INDUSTRY, c2024. *Výtlačné plastometry*. online. In: Fokus industry. Dostupné z: <https://fokusindustry.cz/Zkou%C5%A1en%C3%AD+materi%C3%A11%C5%AF/v%C3%BDtla%C4%8Dn%C3%A9+plastometry>. [cit. 2024-03-03].

FOTR, Jiří a HNILICA, Jiří, 2014. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5104-7.

FRANCIS, Raju, 2016. *Recycling of Polymers: Methods, Characterization and Applications*. Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-33848-1.

GAOFU SIEVING, c2020. *SZF-C Linear Vibrating Sieve*. online. In: GAOFU SIEVING. Gaoful. Dostupné z: [https://www.gaoful.com/product/linear-vibrating-sieve/#sec\\_yl](https://www.gaoful.com/product/linear-vibrating-sieve/#sec_yl). [cit. 2024-03-03].

GOODSHIP, Vannessa, 2007. *Introduction to plastics recycling*. 2nd ed. Shrewsbury : Smithers Rapra Technology. ISBN 9781847350855.

HEFEI MEYER OPTOELECTRONIC TECHNOLOGY INC., c2001-2020. *CI Plastic Color Sorter*. online. In: Meyer-corp. Dostupné z: [https://www.meyer-corp.com/CI-Plastic-Color-Sorter\\_v247](https://www.meyer-corp.com/CI-Plastic-Color-Sorter_v247). [cit. 2024-03-27].

HUYHUA, Samantha, 2010. *Recycling Plastics: New Recycling Technology and Biodegradable Polymer Development*. online. In: HUYHUA, Samantha. Illumin Magazine. Dostupné z: <https://illumin.usc.edu/recycling-plastics-new-recycling-technology-and-biodegradable-polymer-development/>. [cit. 2024-01-02].

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0059-9.

KERN & SOHN GMBH, 2017. *Návod k obsluze Elektronická sušící váha*. online. Dostupné z: [https://www.ohausvahy.cz/user/related\\_files/mls\\_d-ba-cz-1712.pdf](https://www.ohausvahy.cz/user/related_files/mls_d-ba-cz-1712.pdf). [cit. 2024-03-03].

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. C.H. Beck pro praxi. V Praze: C.H. Beck. ISBN 978-807-1793-199.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VYKYPĚL, Oldřich, 2006. *Strategické řízení: teorie pro praxi*. 2. vyd. C.H. Beck pro praxi. Praha: C.H. Beck. ISBN 80-717-9453-8.

KORECKÝ, Michal a TRKOVSKÝ, Václav, 2011. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. 1. vyd. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3221-3.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta, 2011. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. 1. vyd. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2524-3.

LANGER, Ewa; BORTEL, Krzysztof; WAŚKIEWICZ, Sylwia a LENARTOWICZ-KLIK, Marta, 2020. *Plasticizers Derived from Post-Consumer PET: Research Trends and Potential Applications*. United Kingdom, Oxford: William Andrew. ISBN 978-0-3234-6200-6.

LEAN SIX SIGMA CONSULTING COMPANY, c2024. *Mapování procesu*. online. In: Lean Six Sigma. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/mapovani-procesu/>. [cit. 2024-01-03].

LUKÁŠ, Luděk, 2012. *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. 1. vydání. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM. ISBN 978-80-87500-19-4.

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, c2008–2024. *Platná legislativa*. online. In: Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf>. [cit. 2024-01-02].

NIAOUNAKIS, Michael, 2020. *Recycling of Flexible Plastic Packaging*. 1st Edition. Elsevier. ISBN 9780128163351.

NIESSNER, Norbert, 2022. *Recycling of Plastics*. Munich, Germany: Hanser Publications. ISBN 978-1-56990-856-3.

PANNEERSELVAM, R., 2012. *Production and Operations Management*. 3rd ed. PHI Learning. ISBN 978-81-203-4555-3.

PRODECOLOGIA, c2012–2021. *Electrostatic separators EBS (corona)*. online. In: PRODECOLOGIA. Prodecolog. Dostupné z: <https://prodecolog.com/product/electrostatic-separators-ebs-corona-2/>. [cit. 2024-03-03].

PROCHÁZKOVÁ, Dana, 2012. *Metody rizikového inženýrství*. 1. vyd. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-111-8.

RUDOLPH, Natalie; KIESEL, Raphael a AUMNATE, Chuanchom, 2020. *Understanding Plastics Recycling: Economic, Ecological, and Technical Aspects of Plastic Waste Handling*. 2nd Edition. Munich, Germany: Hanser Publications. ISBN 978-1-56990-846-4.

RUJ, Biswaji; PANDEY, Vivek a JASH, Priyajit, 2015. Sorting of plastic waste for effective recycling. online. *Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research*. roč. 4, č. 4, s. 564-571. ISSN 2277 – 9442. Dostupné z: <https://doi.org/10.6088/ijaser.04058>. [cit. 2024-01-02].

SMEJKAL, Vladimír a RAIS, Karel, 2013. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4644-9.

ŠEFČÍK, Vladimír, 2009. *Analýza rizik*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-696-8.

ŠENOVSKÝ, Pavel; ŠENOVSKÝ, Michail a ORAVEC, Milan, 2020. *Teorie krizového managementu*. 2. rozšířené vydání. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-231-3.

Technická průvodní dokumentace od výrobce odstředivky 22kW – interní dokument firmy.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2000. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 80-716-9955-1.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Expert (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1479-0.

TUČEK, David a BOBÁK, Roman, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-731-8381-1.

UNISENSOR SENSORSYSTEME GMBH, b.r. *POWERSORT 200*. online. In: Unisensor. Dostupné z: <https://www.unisensor.de/en/products/product-details/recycling-industry-1/powersort-200-1.html>. [cit. 2024-03-03].

VERKON S.R.O., c2009-2024. *Sušárna ArgoLab TCF, s ventilátorem*. online. In: Verkon. Dostupné z: <https://www.verkon.cz/susarna-argolab-tcf-s-ventilátorem/>. [cit. 2024-03-03].

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

°C	Stupeň Celsia
Atd.	a tak dále
BOZP	Bezpečnost a Ochrana Zdraví při Práci
CBA	Cost-benefit analysis (česky Analýza nákladů a přínosů)
č.	číslo
ČSN EN ISO	České technické normy
EP	epoxidová pryskyřice
EPS	expandovatelný polystyren
FMEA	(Failure Mode and Effects Analysis, analýza možného výskytu a vlivu vad)
IČZ	(identifikační číslo zařízení) - evidenci odpadů
kg/h	kilogram za hodinu (množství zpracovaného materiálu za hodinu)
KPI	Key Performance Indicators, česky – klíčové ukazatele výkonnosti
kW	Kilowatt
mm	milimetr
NIR	Near-Infrared Spectrometry, Spektrometrie v blízké infračervené oblasti
OOPP	osobní ochranné pracovní prostředky
PA	polyamid
PDCA	Plan-Do-Check-Act, česky naplánuj-proved'-ověř-jednej
PE	polyethylen
PET	polyethylentereftalát
PFMEA	procesní FMEA
PP	polypropylen
ppm	Parts per million česky dílů či částic na jeden milion
PS	polystyren
PUR	polyuretan



---

PVC	polyvinylchlorid
RPN	Risk Priority Number, Číslo priority rizika
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
Sb.	Sbírka zákonů
SFMEA	systemová FMEA
SWOT	Strengths (Silné stránky), Weaknesses (Slabé stránky), Opportunities (Příležitosti), Threats (Hrozby)
VZV	Vysokozdvihný vozík

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Sestava hřídelové rotační drtičky (Niessner, 2022).....	14
Obrázek 2 Rozemletý polypropylen (Niessner, 2022) .....	15
Obrázek 3 Analyzátor vlhkosti (nalevo) a spektrometr (napravo) (zdroj: vlastní) .....	39
Obrázek 4 Kapilární plastometr (nalevo) a laboratorní sušárna (napravo ve skříni) (zdroj: vlastní) .....	39
Obrázek 5 Uložení vzorkových materiálů v regále (zdroj: vlastní) .....	40
Obrázek 6 Nevhodné a neorganizované uložení vzorkových materiálu (zdroj: vlastní) ....	40
Obrázek 7 Procesní mapa podniku (zdroj: vlastní dle podkladů firmy).....	41
Obrázek 8 Vývojový diagram celkového procesu (zdroj: vlastní dle podkladů firmy) .....	43
Obrázek 9 Násypka do šnekového potrubního dopravníku (zdroj: vlastní) .....	45
Obrázek 10 Násypka a odstředivkový vysoušeč (zdroj: vlastní) .....	45
Obrázek 11 Převážný vak Big Bag se zakončením šnekového potrubního dopravníku s magnetickým sítím (zdroj: vlastní) .....	46
Obrázek 12 Elektrostatický separátor (zdroj: vlastní) .....	47
Obrázek 13 Lineární vibrační síť (zdroj: vlastní) .....	48
Obrázek 14 Separační zařízení pro určování barvy (zdroj: vlastní).....	49
Obrázek 15 Separační zařízení na druhy materiálu (zdroj: vlastní) .....	50
Obrázek 16 Násypka pro materiál (zdroj: vlastní) .....	50
Obrázek 17 Venkovní skladovací prostor (zdroj: vlastní) .....	51
Obrázek 18 Navrhnutá možnost systému skladování (zdroj: vlastní).....	52
Obrázek 19 Skladovací prostor a rozsypaný materiál (zdroj: vlastní) .....	55
Obrázek 20 Voda v obalu Big Bagu (zdroj: vlastní) .....	55
Obrázek 21 Ishikawa diagram (zdroj: vlastní).....	57
Obrázek 22 Multifunkční třídička dle barevného spektra a typu polymeru (HEFEI MEYER OPTOELECTRONIC TECHNOLOGY INC., c2001-2020) .....	68
Obrázek 23 Testovací vzorky pro nový stroj (zdroj: interní dokumentace firmy) .....	69
Obrázek 24 Vyseparované vzorky z nového stroje (zdroj: interní dokumentace firmy) ....	69
Obrázek 25 Cyklus PDCA (upraveno) (Certifikace Manažerských Systémů, c2017-2024) .....	73

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Míra akceptovatelnosti rizika s hodnotami RPN (zdroj: vlastní) .....	58
Tabulka 2 Analýza PFMEA (procesní FMEA) (zdroj: vlastní).....	59
Tabulka 3 Analýza SFMEA (systémová FMEA) (zdroj: vlastní).....	63
Tabulka 4 Návrh nového zápisového formuláře separací (zdroj: vlastní).....	71

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Významnostní hodnotící tabulka pro FMEA analýzu.

Příloha P II: Pravděpodobnostní hodnotící tabulka pro FMEA analýzu.

Příloha P III: Tabulka hodnocení odhalitelnosti pro FMEA analýzu.

**PŘÍLOHA P I: VÝZNAMNOSTNÍ HODNOTÍCÍ TABULKA PRO FMEA ANALÝZU**

<b>Významnost</b>	<b>Význam pro firmu</b>	<b>Klasifikace</b>
<b>Velmi vysoká</b>	Finanční ohrožení velkého rozsahu, dlouhodobé odstavení výroby, z pohledu BOZP – ohrožení na životě	<b>10</b>
<b>Vysoká</b>	Finanční ohrožení velkého rozsahu, krátkodobé odstavení výroby, z pohledu BOZP – těžko ohrožení na zdraví	<b>9</b>
	Finanční ohrožení středního rozsahu, dlouhodobé odstavení výroby, z pohledu BOZP – závažný pracovní úraz s hospitalizací nad 5 dnů	<b>8</b>
	Finanční ohrožení středního rozsahu, krátkodobé odstavení výroby, z pohledu BOZP – pracovních úraz s pracovní neschopností delší než 3 dny	<b>7</b>
<b>Střední</b>	Velké snížení výroby, ovlivní znatelně finanční stránku, z pohledu BOZP – pracovní neschopnost do 3 dnů	<b>6</b>
	Znatelné snížení výroby, střední vliv na finanční stránku, zásadní vliv na pracovní pohodu a čisté prostředí.	<b>5</b>
	Znatelné snížení výroby, mírný vliv na finanční stránku. střední vliv na pracovní pohodu a čisté prostředí.	<b>4</b>
<b>Malá</b>	Malé snížení výkonu výroby, mírné ovlivnění finanční stránky firmy, mírný vliv na pracovní pohodu a čisté prostředí.	<b>3</b>
	mírné snížení výkonu ve výrobě, zanedbatelný význam na chod firmy	<b>2</b>
<b>Žádná</b>	bevýznamné, nemá vliv na chod firmy	<b>1</b>

**PŘÍLOHA P II: PRAVDĚPODOBNOSTNÍ HODNOTÍCÍ TABULKA  
PRO FMEA ANALÝZU**

Hodnotící škála pravděpodobnosti výskytu	Popis	Četnost vady	Klasifikace
Velmi vysoká	Nevyhnutelné	denně	10
		několikrát do týdne	9
Vysoká	Opakující se závady	dvakrát do týdne	8
		jednou týdně	7
Střední	Méně časté vady	měsíčně	6
		čtvrtletně	5
		pololetně	4
Malá	Poměrně málo vad	ročně	3
Velice malá	Vada je nepravděpodobná	jedna událost za celou dobu	2
		nikdy nenastalo	1

**PŘÍLOHA P III: TABULKA HODNOCENÍ ODHALITELNOSTI PRO FMEA ANALÝZU**

<b>Pravděpodobnost odhalení vady</b>	<b>Měřítko vady</b>	<b>Odhalování vady</b>	<b>Klasifikace</b>
<b>Skoro nemožné</b>	Skrytá vada, nelze tedy odhalit	Nelze odhalit nebo zjistit	<b>10</b>
<b>Velmi těžké</b>	Velice nepravděpodobné odhalení	Minimální šance na odhalení	<b>9</b>
<b>Obtížné</b>	Velmi nízká šance, odhalení při kontrole	Vada je nezpozorovatelná při kontrole, je nutné ji cíleně vyhledat	<b>8</b>
<b>Velmi nízké</b>	Nízká šance, odhalení při kontrole	Vada je velmi těžce zpozorovatelná při kontrole, je nutné kontroly opakovat	<b>7</b>
<b>Nízké</b>	Poměrně nízká šance na odhalení při kontrole	Při důkladné kontrole,	<b>6</b>
<b>Střední</b>	Střední šance na odhalení při kontrole	Při důkladné kontrole, střední šance na odhalení vady	<b>5</b>
<b>Středně vysoké</b>	Velká šance na odhalení při kontrole	Při důkladné kontrole, dobrá šance na odhalení vady	<b>4</b>
<b>Vysoké</b>	Kontrola určitě odhalí vadu	Při zběžné kontrole, okamžité odhalení	<b>3</b>
<b>Velmi vysoké</b>	Kontrola není nutná	Při běžném provozu je problém zpozorován	<b>2</b>
<b>Téměř jisté</b>	Kontrola není nutná	Problém je znám	<b>1</b>