

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra ekonomiky**



**Bakalářská práce**

**Zpracování odpadu jako cesta k udržitelnosti výroby  
vybrané firmy v regionu Broumovsko**

**Milan Hornych**

**© 2023 ČZU v Praze**

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Horných

Veřejná správa a regionální rozvoj – c.v. Hradec Králové

Název práce

**Zpracování odpadu jako cesta k udržitelnosti výroby vybrané firmy v Regionu Broumovsko**

Název anglicky

**Waste processing as a way to sustainability of the production of a selected company in the region of Broumov**

---

## Cíle práce

Cílem bakalářské práce je návrh optimalizace procesu udržitelného hospodaření s plastovým odpadem v automobilovém průmyslu v Regionu Broumovsko, a to na cestě od procesu lisování plastových dílů k jeho částečnému opětovnému využití při výrobě.

## Metodika

Studium odborné literatury, internetových materiálů subjektů veřejného a soukromého sektoru, právních norem, finančních výkazů a závěrečných podnikových zpráv.

Komparace a analýza teoretických a reálných přístupů a dat, použití statistických analýz/metod.

Rozhovory s odborníky z oboru.

Aplikace nastudovaných teoretických poznatků na reálné ukázce/příkladu.

## Doporučený rozsah práce

40-60 stran

## Klíčová slova

Odpady, plasty, recyklace, regranulát, ekologie, analýza, vstřikování plastů

---

## Doporučené zdroje informací

ČESKO, – DVOŘÁK, P. *Zákon o odpadech : s komentářem*. Praha: Linde, 1997. ISBN 80-7201-084-0.  
JAKUBÍKOVÁ, D. *Strategický marketing : strategie a trendy*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4670-8.  
KURAŠ, M. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0.  
KURAŠ, M. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. ISBN 978-80-86832-80-7.  
MALČEKOVÁ, H. – ŠIMEK, V. – ČESKO. ZÁKON O ODPADECH (2001, NOVELA 2013). *Průvodce odpadovým hospodářstvím : praktická příručka*. Praha: Linde Praha, 2014. ISBN 978-80-7201-905-2.  
VÁCHAL, J. – VOCHOZKA, M. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4642-5.

---

## Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Zdeňka Gebeltová, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 3. 1. 2023

**prof. Ing. Lukáš Čechura, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2023

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 14. 02. 2023

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Zpracování odpadu jako cesta k udržitelnosti vybrané firmy v regionu Broumovsko" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.3.2023

---



### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Zdeňce Gebeltové, Ph.D., za odborné vedení a rady, které mi poskytovala v průběhu zpracování této bakalářské práce, také za trpělivost a vstřícný přístup.

# **Zpracování odpadu jako cesta k udržitelnosti výroby vybrané firmy v regionu Broumovsko**

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je navrhnout dané firmě způsob optimalizace procesu hospodaření s plastovým odpadem, vznikajícím v procesu vstřikování plastových dílů, a jeho maximální zpětné využití při výrobě, které bude mít ekonomický přínos pro danou firmu v regionu Broumovsko. Ekonomické hodnocení pracuje s hodnotami výnosů z prodeje odpadu, ze zpracování vlastního odpadu, z využití regranulátu a s náklady souvisejícími s likvidací odpadu či s jeho dalším zpracováním. Investice ve výši 1 947 600 Kč se na základě výpočtu doby návratnosti (z CF) vrátí do 2 let. Celkové výnosy ze zpracování vlastního odpadu, z využití regranulátu a ze snížení potřeby četnosti dopravy v rámci změny výrobního procesu v časovém horizontu tří let jsou vypočteny v hodnotě 10 331 287 Kč. Celkový odhadovaný zisk za tři roky je ve výši 8 672 295 Kč.

**Klíčová slova:** nezaměstnanost, plast, lisování, odpad, granulát, recyklace, recyklát, regranulát, náklady, úspora.

# **Waste processing as a way to sustainability of the production of a selected company in the region of Broumov**

## **Abstract**

The aim of the bachelor's thesis is to propose to the given company a method of optimizing the process of managing plastic waste, arising in the process of injection of plastic parts and its maximum reuse during production, which will have an economic benefit for the given company in the Broumovsko region. The economic evaluation works with the values of revenues from the sale of waste, from the processing of own waste, the use of regranulate and the costs related to the disposal of waste or its further processing. Based on the calculation of the payback period (from CF), the investment in the amount of CZK 1,947,600 will be returned within 2 years. Total revenues from own waste processing, from the use of regranulate and from the reduction of the need for the frequency of transport as part of the change in the production process in a time horizon of three years, they are counted to be in the amount of CZK 10,331,287. The total estimated profit for three years is CZK 8,672,295.

**Keywords:** unemployment, plastic, moulding, waste, granulate, recycling, recycle, granulate, cost, saving.

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>2</b>
2.1 Cíl práce .....	2
2.2 Metodika .....	2
<b>3 Teoretická část práce .....</b>	<b>6</b>
3.1 Cirkulární ekonomika.....	6
3.2 Charakteristika trhu práce .....	7
3.3 Nezaměstnanost.....	7
3.3.1 Druhy nezaměstnanosti.....	7
3.3.2 Struktura nezaměstnanosti .....	8
3.4 Pojem „odpad“ dle zákona o odpadech.....	9
3.4.1 Definice odpadu .....	9
3.5 Způsob nakládání s odpady .....	9
3.6 Druhy plastových odpadů .....	10
3.6.1 Technologický odpad.....	10
3.6.2 Průmyslový odpad .....	10
3.6.3 Uživatelský odpad.....	10
3.7 Historie a vznik plastů v automobilovém průmyslu .....	11
3.8 Rozdělení polymerů .....	11
3.8.1 Elastomery .....	12
3.9 Základní způsoby zpracování plastů .....	12
3.9.1 Vstřikování plastů .....	12
3.9.2 Vytlačování .....	13
3.9.3 Vyfukování .....	13
3.10 Recyklace .....	15
3.11 Druhy recyklací .....	15
3.11.1 Mechanická recyklace.....	15
3.11.2 Recyklace termoplastů .....	16
3.12 Recyklační procesy-postupy .....	17
3.13 Specifika recyklace termoplastů .....	18
3.14 Ekonomický vývoj recyklovaných plastů .....	18
3.15 Recyklaci patří budoucnost.....	18
3.16 Metody hodnocení investic .....	19
3.16.1 Statické metody hodnocení investic .....	19
3.16.2 Dynamické metody hodnocení investic.....	19
3.17 Strategické hodnocení pomocí SWOT analýzy .....	20

<b>4 Analytická práce .....</b>	<b>21</b>
4.1 Region Broumovsko.....	21
4.2 Nezaměstnanost v regionu .....	21
4.3 Charakteristika výrobního závodu .....	23
4.4 Proces lisování .....	24
4.5 Vznik technologického odpadu.....	25
4.6 Odstranění odpadu externí firmou .....	26
4.7 Návrh na zpracování technologického odpadu .....	27
4.7.1 Přímé zpracování odpadu u vstřikovacího stroje.....	27
4.7.2 Zpracování odpadu odděleně .....	28
4.8 Ověření procesu zpracování plastového odpadu.....	28
4.8.1 Mletí plastových nádobek pro výrobu prototypů.....	29
4.8.2 Lisování prototypů nádobek s příměsí recyklované drtě .....	30
4.9 Validací zkušební prototypů.....	31
4.10 Určení množství recyklátu pro sériovou výrobu.....	32
4.11 Výnos z využití vlastního recyklátu .....	33
4.12 Zpracování vlastního recyklátu při výrobě nádobek .....	34
4.13 Návrh investice .....	36
4.14 Finanční přínos při nákupu regranulátu .....	41
4.15 Celkový výnos z využití vlastního recyklátu a nákupu regranulátu .....	42
4.16 SWOT matice pro zpracování plastového odpadu.....	43
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>45</b>
<b>6 Závěr.....</b>	<b>47</b>
<b>7 Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>49</b>
7.1 Seznam obrázků .....	51
7.2 Seznam tabulek .....	51
7.3 Seznam grafů.....	51

# 1 Úvod

Region Broumovsko se nachází v části severovýchodních Čech na česko-polském pomezí. Jeho historie sahá do 13. století, kdy území získal řád benediktinů. Kraj je unikátní svou přírodou a nádhernými pískovcovými útvary. Historicky v regionu prosperoval převážně textilní průmysl, který postupně začal snižovat svoji produkci a některé závody byly přebudovány na jiný druh výroby. Jedním ze závodů, jenž v regionu ukončil svoji produkci textilu, byl Texlen Adršpach, který v roce 1969 převzala firma PAL n. p. a začala zde s výrobou komponentů pro automobilový průmysl. Od té doby se toho dost změnilo, ale výroba komponentů pro automobilový průmysl se zde zachovala dodnes. Tento závod má velký vliv na život celého regionu, v současnosti zaměstnává kolem jednoho tisíce lidí, a to je pro region s 15 tisíci obyvateli velmi významné. V roce 1991 byl tento region prohlášen za chráněnou krajinou oblast, což přináší některá omezení související jak s rozvojem průmyslu, tak i s infrastrukturou regionu. Co se průmyslového odvětví týče, a především automobilového, výroba se stále více automatizuje a zároveň sílí tzv. ekonomický boj s konkurencí o nové projekty a udržitelnost na trhu v tomto odvětví. Snížení počtu pracovních míst v tomto regionu by proto mohlo mít negativní vliv na jeho další rozvoj.

Je důležité se zamyslet, zda je v tomto regionu možné udržet podobné typy výrobních závodů a zajistit tak jeho obyvatelům kvalitní práci. Pokud se prokáže, že to možné je, bude potřeba stávajícím obyvatelům regionu i nově příchozím ukázat, že v pohraničí, kam region Broumovsko patří, lze žít kvalitním, plnohodnotným životem v souladu s krásnou přírodou, a především s možností zajištění dobrého zaměstnání, aniž by přitom bylo potřeba za prací dojíždět stovky kilometrů a mnoho hodin denně.

Z údajů Českého statistického úřadu vyplývá, že v současné době dochází v tomto regionu k postupnému snižování počtu obyvatel v důsledku vystěhovávání. Otázkou je, proč se z regionu obklopeného krásnou přírodou lidé stěhují pryč, a zda je možné tomuto trendu nějakým způsobem zabránit.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je navrhnout dané firmě způsob optimalizace procesu hospodaření s plastovým odpadem, vznikajícím v procesu výroby plastových dílů (vstřikováním), a jeho maximální zpětné využití při výrobě, které bude mít ekonomický přínos pro danou firmu i pro region Broumovsko.

### **2.2 Metodika**

Teoretická část je zpracována na základě rešerše, která vychází z informací získaných studiem dokumentů vycházejících z odborné literatury a aktuálních internetových zdrojů. V úvodu teoretické části se práce zabývá pojmy cirkulární ekonomika, charakteristika trhu práce a nezaměstnanost, což souvisí s vývojem daného regionu a ovlivňuje ho to. Definovali jsme si proto pojmy týkající se odpadů a způsobu nakládání s nimi tak, jak to stanoví česká legislativa, a budeme se věnovat otázce, zda je tímto způsobem možné dosáhnout v regionu udržitelnosti výroby komponentů pro automobilový průmysl při využití plastového odpadu během této výroby vznikajícího. Následně budou popsány druhy plastových odpadů, jednotlivé druhy plastových materiálů, jejich způsoby zpracování a recyklace, která je součástí cirkulární ekonomiky.

Úvod analytické části práce bude zaměřen na nezaměstnanost a úbytek obyvatel v regionu vlivem vystěhovávání. Pro dosažení cíle našeho výzkumu je analyzován výrobní proces vstřikování plastu, vznik odpadu a způsob likvidace plastového odpadu v jedné nejmenované firmě v regionu. V rámci bakalářské práce bude navržen proces zpracování plastového odpadu přímo ve výrobním závodě. Z analýz zákaznických specifikací je stanoven druh výrobku a materiál, který je možné recyklovat a opětovně vrátit do výroby. Dle návrhu nového výrobního procesu budou vyrobeny prototypové výrobky s maximálním množstvím vlastního recyklátu, které budou následně podrobeny validační zkoušce dle technických specifikací zákazníků. Z množství vlastního recyklátu budou definovány výnosy a hotovostní toky CF v jednotlivých budoucích třech letech podle plánované výroby a spotřeby materiálu. Všechny výpočty a analýzy budou vycházet z tříletého plánu firmy.

Pro výpočet výnosů z použití vlastního recyklátu je použit následující vzorec

$$\text{Výnos z využití plastového recyklátu} = \frac{YQ}{100} * RPO * p$$

(Vzorec č. 1, zdroj vlastní)

Kde:  $YQ$  = roční množství plastového odpadu (kg)

$RPO$  = průměrné roční procentuální množství odpadu za rok v setinném vyjádření

$p$  = cena nového granulátu (Kč/kg)

Dále je vypočtena úspora nákladů za dopravu k externímu zpracovateli vlivem snížení množství odpadu. V dalším kroku je popsán konkrétní postup zpracování plastového odpadu v dané firmě včetně layoutu rozmístění technologií, ze kterého je vypracován plán investic pro tento projekt a následně metodou průměrné návratnosti vypočtena doba návratnost investice.

Pro výpočet doby návratnosti jsou použity níže uvedené vzorce.

Výpočet nákladů na práci při samotném mletí plastového odpadu. Tento výpočet vychází z vlastního měření času operace mletí, zjištěného při mletí plastového odpadu pro výrobu prototypů, celkového množství odpadu v daném roce a průměrné hodinové sazby operátora v dané firmě.

$$\text{Náklady za práci mletí odpadu} = [Q * t] * p$$

(Vzorec č. 2, zdroj vlastní)

Kde:  $Q$  = celkové množství plastového odpadu za rok

$t$  = je průměrná doba mletí jednoho kilogramu plastového odpadu (kde  $t = 0,0075$  hodin)

$p$  = mzdová sazba operátora (Kč/hod)

Výpočet nákladů za spotřebu elektrické energie vychází z dat celkového množství odpadu, doby mletí a aktuální průměrné ceny za kWh dle níže uvedeného vzorce.

$$\text{Náklady za spotřebu elektrické energie mlýna} = [P * t] * p$$

(Vzorec č. 3, zdroj vlastní)

Kde:  $P$  = elektrický příkon (W)

$t$  = celkový čas mletí plastového odpadu (h)

$p$  = cena za elektrickou energii (Kč/kWh)



Z výše uvedených provozních výnosů (resp. příjmů) a provozních výdajů je vypočítána průměrná doba návratnosti v letech.

$$t = \frac{C_0}{\overline{OCF}}$$

[1] (Vzorec č. 4)

Kde:  $t$  = průměrná doba návratnosti (roky)

$C_0$  = počáteční investice (Kč)

$\overline{OCF}$  = průměrný roční čistý výnos (CF v Kč), tj. peněžní příjem – provozní výdaj z investice

Pro maximální výnos ze zpracování recyklátu je provedena analýza výnosů z nákupu regranulátu, která hodnotí doplnění možnosti použitého vlastního recyklátu nakupovaným regranulátem od externího dodavatele. Z pořizovacích cen investic jsou vypočteny daňové odpisy dle níže uvedeného vzorce. Výpočet daňových odpisů je proveden metodou zrychleného daňového odepisování.

V prvním roce je výpočet dle vzorce:

$$O_1 = \frac{VC}{K_1} \quad [\text{Kč}]$$

(Vzorec č. 5, Zdroj: Zákon o dani z příjmu)

V dalších letech je výpočet dle vzorce:

$$O_{2,3,\dots} = \frac{2 * ZC}{K_2 - [r - 1]} \quad [\text{Kč}]$$

(Vzorec č. 6, Zdroj: Zákon o dani z příjmu)

Kde:

$VC$  = vstupní cena odepisovaného majetku (Kč)

$ZC$  = zůstatková cena (Kč)

$K_1$  = koeficient v prvním roce odepisování

$K_2$  = koeficient v dalších letech odepisování

$r$  = pořadí odepisovaného roku

V závěru bude vypracována SWOT matice, která bude definovat silné a slabé stránky včetně příležitostí a hrozeb týkající zavedení tohoto projektu do sériové výroby. Slabé a silné stránky budou řešeny a budou vycházet z prostředí uvnitř podniku. Ohrožení a příležitosti budou přicházet nebo ovlivňují firmu z vnějšku.

Mezi slabé stránky může patřit ovlivnitelnost procesu lidským faktorem, neznalost nové technologie a s tím spojené technické problémy a pravidelné testování výrobku z důvodu možné degradace materiálu vlivem možného cyklického zpracování odpadu. Mezi silné stránky se může řadit enviromentální dopad zpracování plastového odpadu přímo ve výrobním závodě, úspora finančních prostředků za dopravu odpadu, úspora spotřeby nového materiálu, který bude z části nahrazen recyklátem nebo regranulátem, což může vytvářet u stávajících projektů zisk, a ten lze počítat mezi silné stránky. Příležitostmi mohou být konkurenceschopnost na základě nižší ceny v rámci spočítaných úspor a také navenek získaná prestiž díky tomu, že firma bude mít enviromentální vnímání. V rámci hrozeb budou definována rizika snížení kvality výrobku způsobená nahrazením části nového materiálu recyklátem a následně s tím spojená možná reklamace od zákazníků.

### 3 Teoretická část práce

#### 3.1 Cirkulární ekonomika

Cirkulární ekonomika je pojem, který vychází z podstaty snížení užívání prvotních zdrojů a z většího využívání zdrojů cirkulárních (kruhových) výrobních řetězců. Tento pojem popisuje minimalizaci klasického lineárního výrobního řetězce **surovina – výrobek – odpad** a nahrazuje ho řetězcem cirkulárním typu **sekundární surovina – výrobek – sekundární surovina**. Jedná se tedy o oběh již jednou nebo vícekrát použitého materiálu a jeho pravidelné navracení do výroby. Tento typ ekonomiky lze dobře využít ve výrobním procesu, kde se v rámci procesu výroby znovu využije vznikající odpad pro výrobu nového výrobku. Cirkulární ekonomika se nezabývá pouze myšlenkou opětovného využití již použitého materiálu, ale také využitím obnovitelných zdrojů energií, např. využíváním odpadních energií, jako je teplo vznikající v rámci výrobních procesů. Je jisté, že čistě samotný cirkulární systém nemůže nikdy existovat. Například u materiálu dochází k částečné degradaci a většinu materiálů nelze tedy nekonečně opětovně zpracovávat bez doplnění různých příměsí nebo tzv. aditiv, jimiž dodáme materiálu ztracené vlastnosti.

Dalším omezením je, že některé postupy pro zpracování některých druhotných surovin jsou příliš energeticky náročné a jejich zpracování se zatím neprovádí. Mezi veřejností často existují názory, že v rámci udržitelnosti života je nutné prosadit využívání cirkulárních zdrojů navzdory nákladům a ekonomickému výsledku. Tento postup ale není prosaditelný, a nelze ho tedy realizovat bez předchozí analýzy nákladů a výnosů. Při představě, že dochází opravdu k ohrožení existence lidstva, je pak možné počítat s tím, že bude potřeba bez ohledu na náklady využívat pouze cirkulárních zdrojů.

Zavedení cirkulární ekonomiky ve firmě ale může přinést nemalé úspory a výnosy. Cirkulární ekonomika dokáže udržet růst výroby bez nutnosti využití nových a z hlediska obnovitelnosti vzácných surovin. Jedním z příkladů je automobilka REANAUL, která zavedla tento systém cirkulární ekonomiky zpracováváním starých komponentů a snížila spotřebu energií o 85 %, což mělo za následek zlevnění výrobků o 30 až 50 % při dodržení stejné kvality.

Dalším příkladem oběhového hospodářství je například zpětný odběr PET lahví, kdy Česká republika už nyní plní cíl zpětného odběru pro rok 2025, který byl stanoven na hodnotu 77 %. [1] [2]

## **3.2 Charakteristika trhu práce**

Pod pojmem trh práce se dá představit prostor, kde se setkává nabídka práce, pracovních sil s poptávkou po pracovní síle od firem, které hledají nové zaměstnance. Tedy v tomto pojetí se jedná o lidské zdroje, lidi. Nabídka a poptávka na sebe navzájem působí a výsledkem je potom práce, mzda. Práce je vědomé vynaložení duševní a svalové energie člověka k uspokojení jeho potřeb. Jedná se o hlavní a nejdůležitější výrobní činitel, bez kterého by i ty nejdůležitější pracovní nástroje byly mrtvými věcmi. [3] [4]

## **3.3 Nezaměstnanost**

Nezaměstnanost je z pohledu ekonomie obrazem nerovnováhy mezi nabídkou a poptávkou na trhu práce. Pokud je nabízené práce méně, než je poptávka po ní, pak vzniká nezaměstnanost. Míru nezaměstnanosti lze vyjádřit podílem nezaměstnaných evidovaných na úřadu práce jako uchazeči o zaměstnání k množství ekonomicky aktivních obyvatel. Ekonomicky aktivní obyvatelé jsou lidé, kteří jsou zaměstnání, a to včetně pracujících důchodců, zaměstnavatelů, podnikatelů, žen na mateřské dovolené a pracujících studentů. Do kategorie neaktivních obyvatel zařazujeme nepracující důchodce, děti, žáky základních škol a jiné závislé osoby. Dnes, kdy se ve velké míře snižuje poptávka po lidské práci, se s odstupem času zjišťuje, jaký význam pro život člověka tradiční práce měla. Práce nespadá pouze do kategorie ekonomické, ale také do kategorie kulturní, antropologické a medicínské. Vysoká míra nezaměstnanosti ve velké míře působí na společenské klima, zdraví a na spokojenost lidí. Ztráta práce u člověka, který chce pracovat, má za následek narušení psychické pohody a ponížení. [5] [6] [7]

### **3.3.1 Druhy nezaměstnanosti**

#### **Frikční nezaměstnanost**

Je způsobená pohybem, fluktuací lidí mezi různými pracovními místy a regiony v průběhu životního cyklu, hledáním práce mladých lidí po ukončení studia, dobrovolným hledáním lepšího uplatnění a také například následováním partnera do jeho místa bydliště. Tento druh nezaměstnanosti je z větší míry krátkodobý a ekonomice spíše pomáhá, nemá větší negativní vliv a svým způsobem vyjadřuje pružnost trhu práce.

### **Strukturální nezaměstnanost**

Vzniká při nesouladu mezi nabídkou a poptávkou po pracovnících. Poptávka po určitém druhu práce se zvyšuje, ale po jiném klesá. Na trhu práce může být jedné pracovní profese přebytek a jiné zase nedostatek. Příčinou tohoto jevu bývá změna struktury ekonomiky v celkovém měřítku nebo jenom v regionu, kdy dochází k útlumu některých odvětví, jako je například hornictví nebo textilní průmysl. Další příčinou může být technologický pokrok v daném odvětví, kde dochází k automatizaci práce a lidskou práci nahrazují roboti. Někdy se tomuto jevu říká „technologická nezaměstnanost“.

### **Cyklická nezaměstnanost**

Příčinou této nezaměstnanosti je cyklický pohyb ekonomiky. V případě recese se většinou cyklická nezaměstnanost zvyšuje a při expanzi naopak klesá. V případě, že se výdaje a produkt snižují, nezaměstnanost se celkově zvyšuje. Její trvání je proměnlivé a závisí na aktuálním ekonomickém cyklu. Na tento jev zaměstnavatelé reagují tak, že zaměstnance propouští, nebo naopak nabírají.

### **Sezonní nezaměstnanost**

Tato nezaměstnanost se projevuje v pravidelných cyklech během roku. Objevuje se převážně v odvětví sezonních prací, které jsou ovlivňovány ročním obdobím, klimatickými podmínkami a počasím. Zde je možné uvést jako příklad zemědělství, turismus, lyžařská střediska a cukrovarnictví. [6] [7]

## **3.3.2 Struktura nezaměstnanosti**

V ekonomice se nehodnotí u nezaměstnanosti pouze její míra, ale hlavně její skladba z pohledu délky trvání nezaměstnanosti, jejího regionálního působení nebo vlivu na obyvatelstvo.

### **Krátkodobá nezaměstnanost**

Její trvání se obvykle pohybuje v řádu týdnů až měsíců a nezpůsobuje velký problém oproti nezaměstnanosti dlouhodobé.

### **Dlouhodobá nezaměstnanost**

Dlouhodobá nezaměstnanost je opravdu problematická, její následky jsou sociální. Pro osobu a rodinu, která se dostane do této situace, bývá tato doba někdy existenční. V této situaci jsou pak tyto osoby nebo rodiny nuceny měnit svůj životní styl. Důvodem dlouhodobé nezaměstnanosti je minimální mzda, která způsobuje vyřazování

nekvalifikovaných pracovníků, jelikož jejich práce nemá vyšší hodnotu než státem stanovená minimální mzda. [8]

### **3.4 Pojem „odpad“ dle zákona o odpadech**

Ne mnoho témat s sebou nese tolik otázek, jako je třídění a recyklace odpadů. Nejvíce emocí vzbuzuje problematika plastů, které tvoří 30 % vytríděného komunálního odpadu. Riziko znečišťování životního prostředí se ve spojení s užíváním plastů skloňuje čím dál víc. [9]

#### **3.4.1 Definice odpadu**

*„1.Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.*

*2. Má se za to, že osoba má úmysl zbavit se movité věci, pokud tuto věc není možné používat k původnímu účelu.*

*3. Osoba má povinnost zbavit se movité věci, jestliže*

*a) ji nepoužívá nebo ji není možné používat k původnímu účelu a tato věc současně ohrožuje životní prostředí,*

*b) byla vyřazena nebo stažena na základě jiného právního předpisu 6), nebo*

*c) vznikla při výrobě, jejímž prvotním cílem nebyla výroba nebo získání této věci, ale není vedlejším produktem podle § 8 odst. 1.*

*4. V pochybnostech, zda je movitá věc odpadem, rozhoduje krajský úřad na žádost vlastníka této movité věci nebo osoby, která prokáže právní zájem, nebo z moci úřední. Žádost podle věty první nelze podat, pokud je ve vztahu k téže movité věci vedeno řízení o přestupku nebo řízení o uložení opatření k nápravě, které vede Česká inspekce životního prostředí (dále jen „inspekce“) nebo obecní úřad obce s rozšířenou působností na základě podezření, že osoba nenakládá s věcí v souladu s tímto zákonem, zákonem o výrobcích s ukončenou životností nebo nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006.“*  
[10]

### **3.5 Způsob nakládání s odpady**

Zákon stanovuje přesnou hierarchii, jak nakládat s odpadem, a je nutno ho dodržovat.

*„V rámci odpadového hospodářství musí být dodržována tato hierarchie způsobů nakládání s odpady. Prvotní povinnost ze zákona je předcházení vzniku odpadů. V případě vzniku*

*odpadu je za povinnost tento odpad připravit k opětovnému použití a následně recyklovat. Další alternativou, když nelze odpad recyklovat, je důležité odpad nějak využít, např. energetické využití. Poslední možností, jak s odpadem nakládat, je odstranění odpadů skládkováním.* “ [10]

### **3.6 Druhy plastových odpadů**

Plastové odpady rozdělujeme do tří základních kategorií na základě toho, jakým způsobem a kdy vznikly. [11]

#### **3.6.1 Technologický odpad**

Technologický odpad vzniká ve výrobním závodě během výrobního procesu, kde vznikají při procesu lisování odstříky, vtoky apod. Jedná se o čistý plastový odpad, který je možné znovu použít. Tento odpad se přidá k novému materiálu (granulátu) nebo se z něho vyrobí jiný výrobek, kde je možné tento odpad zpracovat. Této operaci říkáme primární recyklace. [11]

#### **3.6.2 Průmyslový odpad**

Je takový odpad, který se skládá z více druhů plastů. Oddělit od sebe několik druhů plastu a vyčistit je, je technologicky a finančně velmi náročné. V tomto případě je potřeba zvážit, zda se to vyplatí. Příkladem jsou plastové díly automobilů. Výrobci plastových odpadů mají zákonem nařízeno tyto zbytky recyklovat nebo je za cenu vyšších nákladů ekologicky zlikvidovat. [11]

#### **3.6.3 Uživatelský odpad**

Uživatelský odpad je odpad, který vzniká většinou v domácnostech. Jedná se o odpad, který tvoří převážně plastové obaly a plastové výrobky s krátkou životností. Ve většině případů jde o směsi komoditních plastů (HDPE, LDPE, PP, PET, PS) s větším podílem polyolefinů a příměsí konstrukčních plastů (ABS, PA, PBT, PC). Jelikož tohoto odpadu je obrovské množství, je s ním z technologického hlediska recyklace největší problém. Pro životní prostředí se pak stává maximální zátěží. [11]

### 3.7 Historie a vznik plastů v automobilovém průmyslu

V roce 1862 upravil Angličan Alexander Parkes celulózu do tvárného materiálu, čímž vznikl první termoplastický materiál (parkesin) – základ vývoje celuloidu. Tento materiál byl později v Americe, v roce 1870, patentován bratry Johnem a Isiahem Hyattovými jako materiál s obchodním názvem celluloid. Tento typ termoplastu byl hořlavý a z důvodu mnoha rozžhavených součástek u tehdejších automobilů bylo jeho použití v automobilovém průmyslu nevhodné.

V roce 1907 vyvinul belgický chemik Leo Hendrik Baekeland fenolformaldehydový polykondenzát, první sériově vyráběný plast. Nejprve byl tento materiál využíván v elektrotechnice, například jako izolátor, ale v roce 1917 ho pod názvem bakelit (dodnes ochranná známka společnosti Bakelite AG v Disburgu) použila automobilka Rolls-Royce na výrobu knoflíku na rychlostní páky.

Po vypršení patentu v roce 1926 se stal bakelit nejpoužívanějším plastem, a to až do začátku druhé světové války. V automobilovém průmyslu se také zkoušelo využití tzv. bioplastů. Jedním z průkopníků byl Henry Ford, který v roce 1915 montoval do vozů FORD pouzdra zapalovacích cívek vyrobených z rostlinné bílkoviny vyztužené skleněnými vlákny. S postupným příchodem nových plastů, jako byly termoplasty PVC a PE vyráběné z ropy a derivátu uhlí, se v třicátých letech minulého století Fordem používané bioplasty staly pro své vlastnosti a také i kvůli ceně nevhodnými.

V dnešní době jsou na automobilový průmysl kladeny vysoké ekologické nároky (emise, recyklovatelnost) a také požadavky na bezpečnost a z tohoto důvodu je použití plastů v konstrukci automobilů ekonomicky nejefektivnější. [12]

### 3.8 Rozdělení polymerů

*„Polymer je makromolekula sestávající z molekul jednoho nebo více druhů atomů nebo skupin spojených navzájem v tak velkém počtu, že řada fyzikálních a chemických vlastností této látky se nezmění přidáním nebo odebráním jedné nebo několika konstitučních jednotek. To, co odlišuje polymery od jiných materiálů, je řetězcová struktura jejich molekul, tj. dlouhá lineární řada vzájemně spojených atomů nebo skupin atomů představuje převažující strukturní motiv, který může (ale nemusí) být občas přerušen místy větvení (např. u větvených nebo roubovaných polymerů, případně u polymerních sítí).“ [13]*

Polymery dělíme do dvou skupin: na plasty a elastomery. [14]



**Plasty** jsou polymery, které jsou za normálních podmínek tvrdé a křehké. Při zahřátí na vyšší teplotu jsou plastické a tvárné. Podle reakce na proces zahřívání se dělí na termoplasty a reaktoplasty. [14] [15]

**Termoplasty** lze lehce tvářet, protože při zahřívání měknou a přechází do plastického stavu. Při zahřátí nad teplotu tání přechází do stavu taveniny – nedochází k chemické reakci a ani ke změně jejich chemické struktury. Při zpětném zchlazení pod teplotu tání se vrátí zpět do tuhého stavu. Tyto procesy lze opakovat.

**Reaktoplasty** jsou tavitelné a je možné je tvářet jen po nějakou dobu po zahřátí. Při dalším zahřátí se molekuly sesít'ují a od tohoto okamžiku se stanou netavitelné a nerozpustné – dochází k chemické reakci vytvrzování. Tento proces je nevratný. Výrobky z tohoto materiálu mají vysokou chemickou a tepelnou odolnost. [14] [16]

### **3.8.1 Elastomery**

Elastomery jsou velice elastické polymery s nízkou tuhostí. Tyto materiály je možné za běžných podmínek malou silou bez porušení deformovat. Deformace je obvykle vratná. Typickým příkladem jsou kaučuky, z nichž se vulkanizací vyrábějí pryže, které jsou pružné a odolné deformacím. [14] [15]

Termoplastické elastomery mají podobné vlastnosti jako pryže, ale jejich struktura je složená z tvrdých (termoplasty) a měkkých (elastomery) částí, které tvoří zesít'ovanou strukturu. Při zvýšení teploty se dají zpracovávat podobně jako termoplasty. [14] [15]

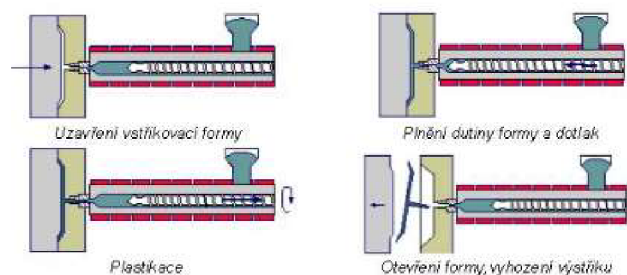
## **3.9 Základní způsoby zpracování plastů**

Způsobů, jak zpracovávat plasty, je v dnešní době poměrně velké množství. Výběr technologického a výrobního postupu závisí na vlastnostech zpracování plastu, tvaru a funkci výrobku, a zejména také na finančních nákladech. Technologické zpracování plastů lze rozdělit do následujících skupin. [17]

### **3.9.1 Vstřikování plastů**

Jedná se o nejpoužívanější výrobní technologii, kdy je možné termoplastické materiály tvarovat takřka do libovolných tvarů. Vstřikováním se vyrábějí finální výrobky nebo polotovary. Výlisky z procesu vstřikování mají velice dobrou tvarovou přesnost a vyznačují se také vysokou reprodukovatelností mechanických a fyzikálních vlastností. Proces vstřikování je způsob tváření plastů, při němž je materiál/plast roztaven v plastifikační

jednotce a pod vysokým tlakem a velkou rychlostí vstříknut do uzavřené dutiny formy, kde ztuhne do finálního tvaru. [18] [19]



Obr. 1 Vstříkovací cyklus [18]

### 3.9.2 Vytlačování

Technologie vytlačování je proces, při kterém je tavenina plastu souvisle vytlačována přes profilovací vytlačovací hlavu do volného prostoru. Tato technologie se používá převážně pro výrobu trubek, fólií a desek. [18]

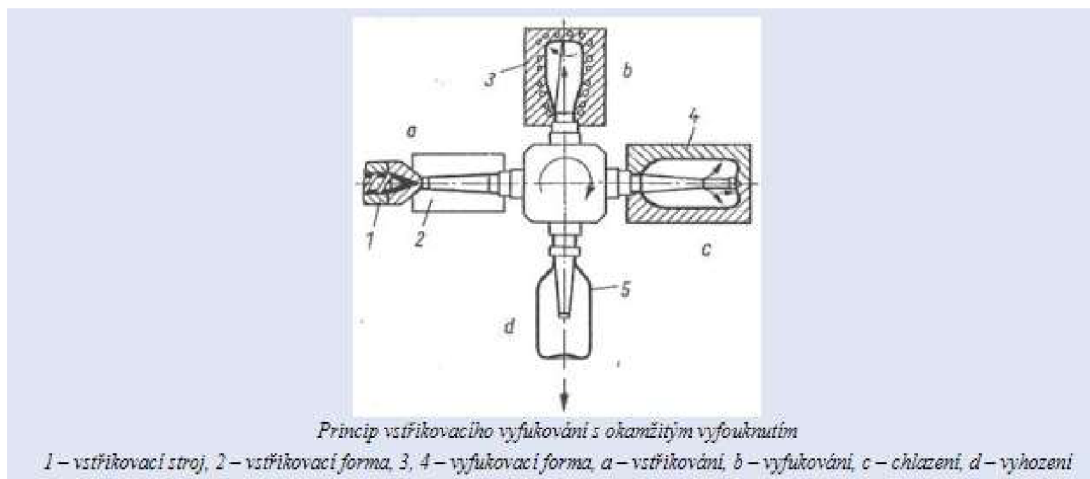
### 3.9.3 Vyfukování

Technologie vyfukování je proces, při němž je předlisek vytvarován do požadovaného tvaru ve formě přetlakem vzduchu. Materiál je potřeba zahřát do stavu plasticity, aby měl dostatečnou tvarovatelnost. Předlisek se vyrábí vstříkováním, vytlačováním nebo z fólií.

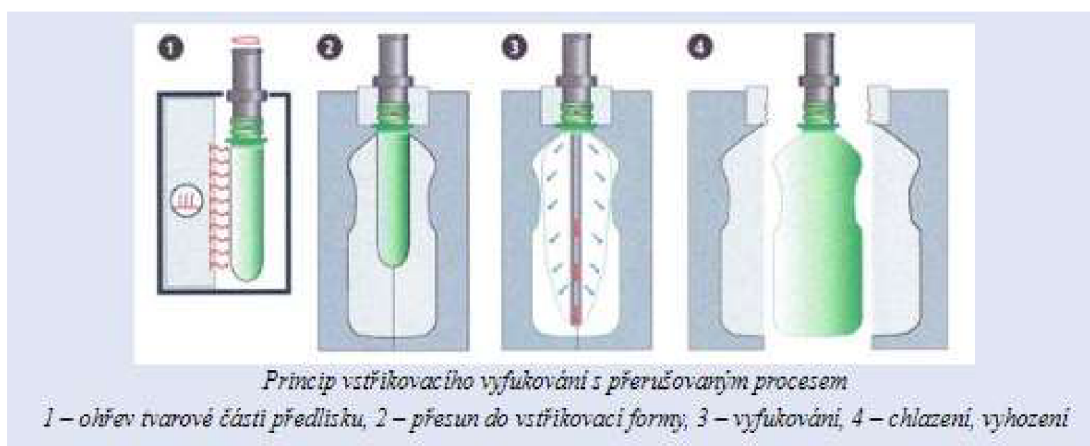
Jedním způsobem procesu vyfukování je, že je mezi dvě poloviny otevřené vyfukovací formy spuštěn tzv. rukáv z plastu, forma se uzavře, čímž dojde ke svaření konců rukávu. Následně dojde k propíchnutí rukávu jehlou formy, přes níž je do rukávu vpuštěn stlačený vzduch, který ohřátý plast natlačí na stěny formy. Tímto způsobem se vyrábějí například různé typy nádrží.

Druhým způsobem je, že se do formy vloží polotovár, který je vložen do vyfukovací formy a stejným způsobem jako u prvního způsobu nafouknut stlačeným vzduchem a vytvarován podle stěn formy. Tento způsob je používán při výrobě PET lahví – polotovár vypadá jako malá plastová zkumavka se závitem.

Nevýhodou této technologie jsou vysoké vstupní náklady na zhotovení formy. Tento způsob je vhodný u skořepinových výrobků bez žebrování a větších výstupků. Dále není zajištěná 100% stejná tloušťka stěn. [18] [19]



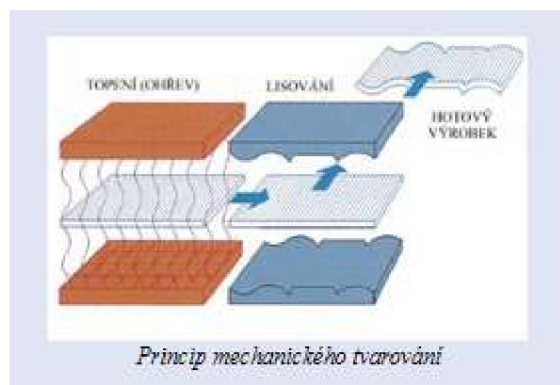
Obr. 2 Princip vstřikovacího vyfukování s okamžitým vyfouknutím [18]



Obr. 3 Princip vstřikovacího vyfukování a přerušovaným procesem [18]

## Tvarování termoplastů

U tohoto procesu se vychází z polotovaru ve tvaru desky nebo fólie. Nejčastěji se tvarování provádí za tepla, ale ve výjimečných případech u jednoduchých tvarů bez velkých požadavků na přesnost je možné tvarovat bez ohřevu. Tvarováním desek se většinou vyrábí různé nádoby, plastové kryty. Ve velké míře je tato technologie tvarování za tepla využívána v obalové technice. Tvarováním za tepla je možné tvarovat pouze termoplasty. [18] [17]



Obr. 4 Princip mechanického tvarování [18]

### 3.10 Recyklace

Lidská činnost čím dál tím více ovlivňuje stav životního prostředí. Tento problém se netýká pouze České republiky, ale je to problém celosvětový a recyklace termoplastů je jeden z procesů, jak je možné ho řešit. Jelikož jsou plastové materiály využívány ve velké míře

u obalů, které mají krátký životní cyklus a v přírodě se velmi špatně rozkládají, stávají se jedním z největších zdrojů znečištění životního prostředí.

Aby se snížila ekologická zátěž, začala se realizovat různá opatření k minimalizování množství plastových odpadů. Trendem současnosti se stává vývoj nových polymerů, které mají kratší dobu rozkladu – biopolymerů. Tyto materiály ale nejsou schopny v krátké době nahradit již používané plasty, a to z důvodu jejich zpracovatelnosti, ceny a mechanických vlastností. Je tedy nutné se nadále zabývat recyklováním stávajících plastů. [20]

### 3.11 Druhy recyklací

#### 3.11.1 Mechanická recyklace

Mechanická recyklace je proces, kdy se z plastového odpadu bez chemické reakce a při zachování molekulární struktury získá materiál k dalšímu využití. Tento způsob je nejvhodnější pro termoplasty. Zahrnuje procesy mletí/drcení odpadního plastového materiálu a jeho následné tepelné a mechanické zpracování. Obecně je tento proces založen na tepelném a mechanickém přetváření odpadního plastu na nový materiál s mechanickými vlastnostmi blízkými původnímu polymeru, v případě možnosti lze původní materiál nahradit recyklátem, čímž je zaručená požadovaná kvalita. Ekonomická bilance je potom velmi příznivá. [7] [8]

„Podle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin nelze granulát z mechanické recyklace opětovně použít v obalové technologii potravin. Granulát by mohl obsahovat zdraví škodlivé látky, které by se mohly dostat do potravin.“ [8]

### 3.11.2 Recyklace termoplastů

Termoplasty jsou materiály, které lze opětovně teplem převést do stavu taveniny a zchlazením opět získat upotřebitelný díl, tedy tento materiál je předurčen k recyklaci.

Recyklace odpadů (odstříky plastové taveniny do volného prostoru, vtoky, nevýkresové polotovary apod.) je definována jako opětovné nebo další využití odpadů v původní nebo pozměněné formě, a to bez ohledu na místo, čas vzniku a jejich použití.

Recyklace může vracet tyto odpady do výrobního procesu přímo na místě, kde vznikají, a to jak pro původní účel, tak i pro jiné účely.

Recyklační proces je souhrn na sebe navazujících technologických operací, jejichž cílem je přeměnit odpad na druhotnou surovinu. [12]

Přeměněný a recyklovaný odpad na druhotnou surovinu můžeme rozdělit na dvě základní skupiny:

**Drt'** (melivo, recyklát): materiál nebyl dále teplotně degradován při regranulaci, byl pouze rozdrcen. Problém může být pouze s tím, že jednotlivé části drti mohou mít jinou velikost drcených nebo mletých částic a také podíl plastových prachových částic. [21]



Obr. 5 Nožový mlýn G400/400 s rámem na bigbagy [22]

**Regranulát** je regenerát, který byl znovu tepelně-tlakově zpracován regranulací na regranulát (šnekový míchací vytlačovací stroj s granulací hlavou). V průběhu regranulace je možné přidat do rozemletého plastu aditiva – stabilizátory, maziva, retardéry, plniva, barviva apod. [21]

### 3.12 Recyklační procesy-postupy

Recyklační proces v rámci výrobního systému, kdy producent technologického odpadu vlastní recyklační zařízení

Odpad se zpracovává v rámci výrobního procesu v samotné firmě, kde odpad vzniká, recyklační linkou. Odpad se zpracuje drcením nebo mletím technologického odpadu na surovinu „recyklát“ přímo u vstřikovacího stroje, vstřikovací stroj je vybaven gravimetrickým dávkovacím zařízením recyklátu-drtě s aditivou a novým granulátem, dávkování je nastaveno na požadovaný poměr a směs je přidána zpět do procesu vstřikování. V tomto případě může být i část recyklační linky mimo výrobní proces, konkrétně mlýn na drcení je umístěn zvlášť v jiných prostorách. Musí se zajistit, aby se zde zpracovával pouze jeden typ termoplastu, který je čistý, bez příměsí, prachu a mastnoty. [12]



*Obr. 6 Gravimetrická dávkovací jednotka pro přesné dávkování třech komponentů*

Recyklační proces, kde je technologie složená ze dvou částí

Odpad si částečně zpracuje producent a druhou část dokončí odběratel. Odběrateli je předána část technologického odpadu ve formě recyklátu. Odběratel recyklát sám zpracuje v rámci procesu vstřikování nebo provede granulaci – výroba regranulátu. [12]

Recyklační proces, kdy producent předá odpad specializované firmě, jež provede zpracování technologického odpadu do podoby recyklátu nebo regranulátu, který nabídne k opětovnému zpracování. [12]

### **3.13 Specifika recyklace termoplastů**

Je možné zpracovat pouze odpad z daného typu termoplastu, bez příměsí a čistý (bez prachu, mastnoty apod.). [12]

Při zpracování drti na vstříkovacích formách s horkými systémy je doporučeno používat magnetické separátory kovových částic z důvodu možného poškození šneku nebo komory vstříkolisu. [12]

Kontrolu kvality regranulátu i drtě je potřeba provádět měřením indexu taveniny. Nárůst indexu taveniny by neměl překročit původní hodnotu o 5 až 10 %. [12]

### **3.14 Ekonomický vývoj recyklovaných plastů**

Současný nedostatek materiálu ve světě, a to i materiálu plastového, způsobuje velkou poptávku po recyklátech a zvyšuje i jejich cenu. O tomto trendu se zmiňují odpadářské firmy obchodující s odpady a hlásí zájem o recykláty ze stran zpracovatelů až o stovky procent vyšší.

V minulosti byl trend opačný, recyklované materiály byly pro zpracovatelské firmy dražší z důvodu náročnosti zpracování a nedostatečné kapacity výrobců recyklátu.

Například recyklovaný polyethylen a recyklát rPET z recyklovaných PET lahví podražily o 80–90 procent.

Snahou snížit výrobu plastů z ropy se zabývá například Velká Británie, která před dvěma lety legislativně stanovila minimální podíl recyklátu v plastových obalech na 30 procent.

### **3.15 Recyklaci patří budoucnost**

Recyklovaný materiál, který má ekologický a také ekonomický přínos, se stále častěji začíná používat například v automobilovém průmyslu. Ten zvyšuje aktivity v oblasti použití recyklátů při výrobě dílů a snaží se vracet cenné použité materiály zpět do výroby. Protože jsou zdroje a suroviny vyčerpatelné, je recyklace nevyhnutelná. Tato cesta k udržitelnosti s sebou však v dnešní době nese vysoké investice a náklady, ale v blízké budoucnosti při správném nastavení bude dopad na ceny minimální. V rámci cirkulární ekonomiky lze v automobilovém průmyslu využívat hodně recyklátu, který je dostupnější a levnější, a proto bude z tohoto důvodu čím dál tím častěji používán v nových typech automobilů. [23]

### **3.16 Metody hodnocení investic**

Investice jsou z ekonomického hlediska chápány jako „aktiva“, která nejsou určena k okamžité spotřebě, ale jsou použita v produkci spotřebních statků nebo kapitálových statků. Metody hodnocení investic pomáhají zjistit, zda se určitá vynaložená finanční investice vrátí a za jakou dobu. Podle toho je pak možné se rozhodnout, zda se vyplatí investovat, nebo ne. Metody hodnocení rozdělujeme do dvou skupin.

#### **3.16.1 Statické metody hodnocení investic**

Tyto metody se zabývají zejména finančními přínosy z investic, eventuálně jejich poměřováním s počátečními výdaji. Úplně přehlížejí okolnosti rizik. Nerespektují čas a lze je použít tam, kde čas nehraje důležitou roli. Tento způsob hodnocení je možné vidět u projektů s velmi krátkou dobou životnosti. Výhody statických metod jsou v tom, že zahrnují hlediska výdajová i příjmová, z pohledu výpočtu jsou jednoduché a interpretace výsledku je dobře srozumitelná.

##### **Metoda výnosnosti investic ROI (Return on Investment)**

Metoda ROI vyjadřuje zisk nebo ztrátu vůči počáteční investici. Udává se v procentech. Tato metoda se využívá k hodnocení a vyhodnocení investic, případně k porovnání mezi možnostmi investice. [24]

Pokud je hodnota rentability vyšší než požadovaný výnos, investice se vyplácí, ale pokud je nižší, investice nebude přijatá – nevyplatí se.

##### **Metoda průměrné doby návratnosti**

Průměrná doba návratnosti nám říká, za jakou dobu dojde ke splacení investice z příjmů, které investice přinese. [25]

#### **3.16.2 Dynamické metody hodnocení investic**

Dynamické metody striktně respektují čas a při jejich hodnocení je počítáno i s riziky. Rizika jsou zastoupená úrokovou mírou vyjadřující žádanou výnosnost. Dynamické metody uznávají princip ekonomického rozhodování, kterým je hodnota peněz v čase.

##### **Čistá současná hodnota**

je základní dynamická metoda a také nejrozšířenější a ve většině případů nejvhodnější. Její výsledek je lehce srozumitelný, a tedy i kritéria rozhodování jsou srozumitelná. Jedná



se o součet kapitálových příjmů a výdajů z investic v jejich současné hodnotě. V této metodě hraje čas důležitou roli. [25]

### **Vnitřní výnosové procento**

je relativním pohledem na výnosy investice, které přináší během své životnosti. Číselně představuje diskontní sazbu, která směřuje k  $NPV = 0$  [26] [25]

## **3.17 Strategické hodnocení pomocí SWOT analýzy**

SWOT analýza je analytický nástroj pro zhodnocení vnitřních a vnějších vlivů, které mohou ovlivňovat úspěšnost firmy nebo daného projektu. Hodnotí se silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby.

Nejčastěji se tento nástroj využívá při analýze strategického řízení a marketingu. Tato metoda byla zprvu vytvořena pro hodnocení celé organizace, ale je možné ji použít na cokoli. Tento nástroj je možné použít pro analyzování celé firmy, oddělení nebo i jednotlivých zaměstnanců, je univerzální. Pro řízení rizik je tato metoda vhodná, protože vyznačuje důležitá hlavní rizika, hrozby, které je nutné si uvědomit a vytvořit proti nim opatření. Funkcí SWOT analýzy je identifikace klíčových silných a slabých stránek uvnitř organizace. Důležité je se v rámci analýzy zabývat pouze klíčovými faktory a podstatnými věcmi. Je dobré tuto analýzu realizovat v týmu lidí, pokud se více lidí shodne na definovaných věcech, jsou tyto věci podstatné. Následně se hodnotící faktory napíší do čtyřech SWOT kvadrantů. Cílem analýzy je slabé stránky a hrozby identifikovat a minimalizovat, silné stránky podpořit a hledat nové příležitosti.

## **4 Analytická práce**

### **4.1 Region Broumovsko**

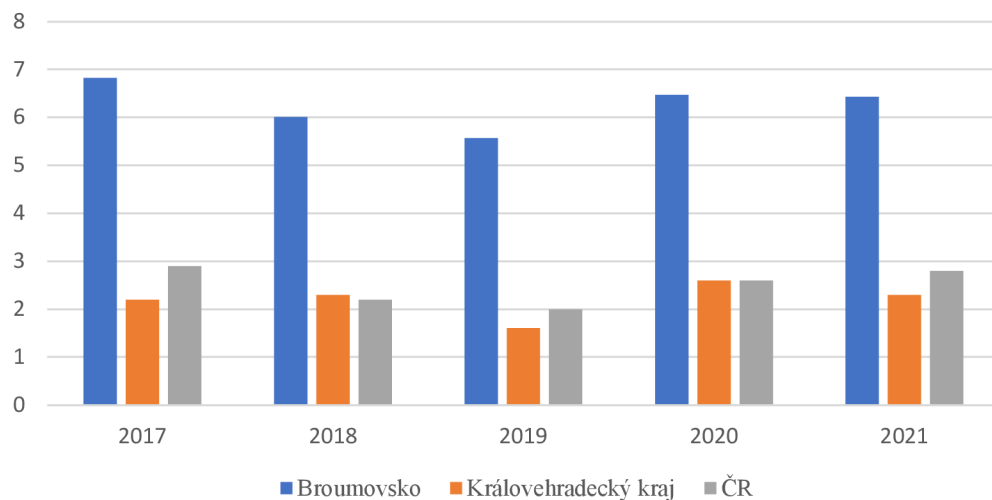
Region Broumovsko je součástí správy obce s rozšířenou působností Broumov. Dle statistických údajů zde žilo k 31. 12. 2021 celkem 15 476 obyvatel. Počet obyvatel v dlouhodobějším časovém horizontu postupně klesá z důvodu odstěhování se obyvatel mimo tento region. Od roku 2001 přišla tato oblast vlivem úmrtí a odstěhování se o 2 154 obyvatel. Region je historicky průmyslovou oblastí původně zaměřenou na textilní průmysl, který tu v malé míře ještě přetrvává. Také zde působí významné podniky lehkého strojírenství a zpracování plastu.

Výstavba nebo umístění nových průmyslových podniků je tady velmi obtížné z důvodů omezení, která vyplývají z požadavků ochrany přírody a krajinných, jelikož se tato oblast nachází v „chráněné krajinné oblasti Broumovsko“. Území bylo vyhlášeno jako chráněná krajinná oblast zřizovací vyhláškou Ministerstva životního prostředí České republiky č. 157/1991 Sb. [27]

### **4.2 Nezaměstnanost v regionu**

Nezaměstnanost v Královéhradeckém kraji, kam Broumovsko náleží, není na celém území stejná. Nejnižší míra nezaměstnanosti je dlouhodobě v okrese Rychnov nad Kněžnou (s 1,9 % třetí nejnižší v rámci celé ČR), kde působí výrobní závod Škoda Auto Kvasiny, na něž jsou napojeny i další velké výrobní závody, dodávající do tohoto závodu své výrobky. Naopak nejvyšší nezaměstnanost má okres Náchod (4,3 %), pod který spadá SO ORP Broumov, kde je situace ještě o něco horší. Nezaměstnanost zde neustále mírně rostla a v prosinci 2022 dosáhla hodnoty 7,6 %. Tento stav způsobuje mnoho faktorů, které ovlivňují rozvoj tohoto regionu, jako je dopravní dostupnost, struktura obyvatelstva, nabídka pracovních míst. Ze statistických dat Českého statistického je vidět, že nezaměstnanost za posledních pět let v regionu nijak výrazně neklesala. [28]

## Porovnání vývoje nezaměstnanosti



Graf 1 Nezaměstnanost na Broumovsku a v Královéhradeckém kraji. [30]

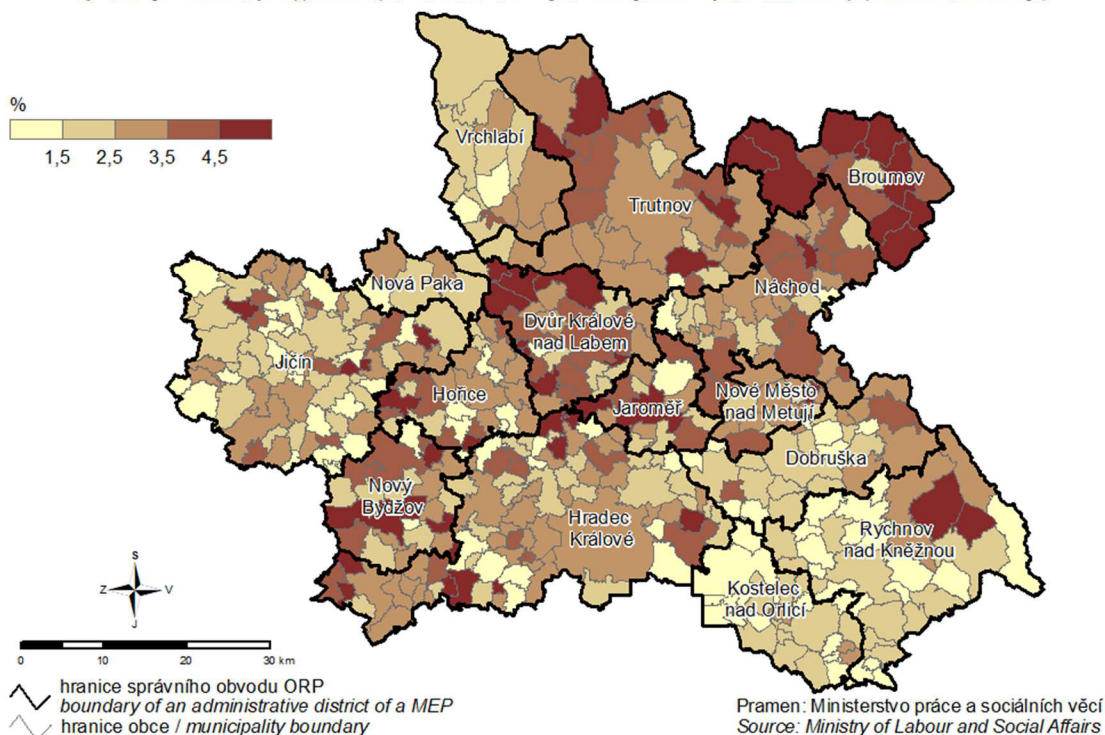
Uvedený graf č. 1 ukazuje porovnání vývoje nezaměstnanosti za období pěti let v regionu Broumovsko, Královéhradeckém kraji a v celé České republice. Z tohoto porovnání je dobře vidět, že míra nezaměstnanosti na Broumovsku nikterak výrazně neklesá.

### Podíl nezaměstnaných osob podle obcí v Královéhradeckém kraji k 31. 12. 2020

(podíl dosažitelných uchazečů o zaměstnání v evidenci úřadu práce ve věku 15–64 let ze všech obyvatel ve stejném věku)

Share of unemployed persons by municipality in the Královéhradecký Region as at 31 December 2020

(percentage of available job applicants kept in the labour office register and aged 15–64 years in the whole population of the same age)



Obr. 7 Podíl nezaměstnaných osob podle obcí v Královéhradeckém kraji [29]

Mapa Královéhradeckého kraje znázorňuje jednotlivé regiony včetně regionu Broumovsko. Oblast Broumova je vykreslena tmavě hnědou barvou, která znázorňuje vysokou míru nezaměstnanosti v některých částech regionu.

### **Pakt zaměstnanosti v Královéhradeckém kraji**

Od roku 2016 působí v Královéhradeckém kraji platforma nazvaná Pakt zaměstnanosti KHK. Jedná se o dohodu o spolupráci a propojení politik a strategických aktivit týkajících se trhu práce, zaměstnanosti a rozvoje Královéhradeckého kraje. V tomto smluvně uzavřeném partnerství jsou níže uvedeni partneři:

- Královéhradecký kraj
- Úřad práce České republiky
- Statutární město Hradec Králové
- Krajská hospodářská komora Královéhradeckého kraje
- Regionální rada odborových svazů Českomoravské konfederace odborových svazů Královéhradeckého kraje
- Svaz průmyslu a dopravy České republiky
- Centrum investic, rozvoje a inovací

Úkolem těchto organizací je podílet se na rozvoji regionu v oblasti zaměstnanosti, vytvářet podmínky pro vznik nových pracovních míst včetně dlouhodobé strategie, a hlavně také odstraňovat nerovnosti na trhu práce. V rámci dohody se tito partneři zavázali k níže uvedeným aktivitám. [28]

### **4.3 Charakteristika výrobního závodu**

Výrobní závod je firma vyrábějící výrobky do automobilů různých světových zákazníků. Tato firma v regionu působí od roku 1993, kdy podnik koupila německá společnost a začala zde s výrobou ostřikovacích systémů do automobilů. Tento výrobní závod je od roku 2010 jedním ze čtyř závodů německého nadnárodního koncernu v České republice. Do portfolia jeho výrobního programu patří ostřikovače předních a zadních skel automobilů, hadicové systémy a čerpadla pro dopravu vody do ostřikovačů a od roku 2016 výroba nádobek na vodu do ostřikovačů. Výrobní program byl zpočátku převeden z mateřské společnosti v Německu, ale postupem času se zde začaly vyvíjet nové výrobky tohoto druhu. Od roku svého vzniku v České republice až dodnes tato firma změnila několik majitelů, ale její

výrobní program zůstal stejný. Firma zaměstnává okolo 1040 zaměstnanců a je jedním z největších zaměstnavatelů v regionu. Zaměstnanci, kteří pocházejí převážně z okolí, dojíždí do zaměstnání svozovými autobusy, které si firma k tomuto účelu najímá, veřejnou hromadnou dopravou nebo vlastními vozy. Firma pracuje v třisměnném nebo v čtyřsměnném provozu. Třisměnný provoz znamená práci od pondělí do pátku ve třech osmihodinových směnách, 6:00–14:00, 14:00–22:00, 22:00–6:00. Čtyřsměnný provoz znamená práci od pondělí do neděle ve dvanáctihodinových směnách v režimu krátký a dlouhý týden. V jednom týdnu pracuje zaměstnanec tři dny v týdnu a druhý týden dva dny v týdnu. Dvanáctihodinové směny jsou v časovém režimu 6:00–18:00 a 18:00–6:00. Firmu můžeme rozdělit do dvou výrobních oblastí. První je lisovna plastů, kde se lisují plastové díly, z nichž se finální výrobky montují. Druhou významnou oblastí je samotná montáž finálních výrobků. Finální výrobky se montují z vylisovaných plastových dílů a z dalších externě nakupovaných komponentů. Nedílnou součástí podniku jsou jeho podpůrná střediska, jako je oddělení kvality, oddělení lidských zdrojů, oddělení nových projektů, vývojové oddělení, finanční oddělení, oddělení nákupu a oddělení logistiky. Firma je certifikovaná na systémy IATF 16949, ISO 14001, ISO 50001 a ISO 45001.

Koncern, ke kterému tento výrobní závod patří, dosáhl v České republice v roce 2021 tržeb z prodeje výrobků v hodnotě 45 miliard korun, ale jeho celkové hospodaření po zdanění bylo ve ztrátě 3,969 miliardy korun. Příčinou ztrát byly zvyšující se ceny vstupních materiálů, ceny energií a celosvětová krize.

#### **4.4 Proces lisování**

Jednou z hlavních částí, jíž se bakalářská práce zabývá, je hospodaření uvedené firmy s plastovým odpadem, který vzniká při procesu lisování. Ve zpracování samotného plastového odpadu je skryt velký potenciál pro to, aby se dal znovu použit při výrobě sériových dílů a nebyl odvážen k externímu odběrateli k recyklaci.

Samotný proces lisování probíhá tak, že se plastový materiál ve formě malých granulí (granulát), které firma nakupuje od svých externích dodavatelů, nasaje ze zásobníku (balicí jednotka oktabin) pomocí nasávače do sušícího zařízení, kde dochází k vysušení materiálu na požadovanou vlhkost dle technologického předpisu. Tento proces je nastaven z důvodu nestabilní vlhkosti granulátu vlivem působení změn teplot při transportu od dodavatele až po skladování. Sušení materiálu zajišťuje stabilitu materiálu pro lisování.

Vysušený materiál se na základě požadavku ze vstřikovacího lisu nasaje do násypky lisovacího stroje. Z násypky pak plastové granule gravitačně padají do zahřáté vstřikovací jednotky, kde se roztaví (fáze plastifikace) a pomocí šneku se tavenina vstříkne (fáze vstřiku) do uzavřené lisovací formy (nástroje), která má finální tvar plastového vylisku. Z důvodu stabilizace vylisku ve finálním tvaru je horký vylisek ve formě zchlazen do pevného skupenství (fáze chlazení). Chlazení je prováděno vodou protékající chladicími kanálky uvnitř formy. Voda proudí uzavřeným okruhem do formy a je upravená v externím chladicím zařízení na požadovanou teplotu.

Po zchlazení vylisku se forma otevře, finální vylisek se odebere z formy robotickou rukou s vakuovými přísavkami a odloží se na dopravníkový pás. Z dopravníku vylisky padají do příslušných beden nebo jsou rovnou pracovníky odebírány a zpracovávány vedle lisovacího stroje (on-line výroba). Ostatní vylisky se odvázejí do prostorů montáží, kde jsou z nich vyrobeny finální výrobky.

Nejčastěji používané materiály jsou POM, PA6, PA12, PP/PE a PP. Každý výrobek má stanovený druh materiálu, ze kterého je vyráběn, a také má v technické specifikaci uvedeno, zda při jeho výrobě může být použit recyklát a v jakém množství.

#### **4.5 Vznik technologického odpadu**

Při samotném lisování plastových vylisků vzniká tzv. technologický odpad. Tento odpad vzniká ve formě vtoků, což je plastový odpadní vylisek z kanálků, kterými je horký materiál dopravován do předem určené části tvaru vylisku. Po otevření formy a odebrání nebo vyhození vylisku z formy dojde k odtržení vtoku od vylisku. Tímto způsobem vzniká plastový vtok a vylisek. Vylisek je použit pro výrobu finálních výrobků a vtok se zpracuje jako recyklát nebo je předán jako separovaný odpad k dalšímu zpracování odborné firmě.

Dalším typem technologického odpadu jsou vylisky, které vznikají především během začátku sériového lisování, kdy je potřeba získat stabilizovaný proces, nebo při přerušení výroby lisování z důvodu plánované údržby na stroji nebo lisovacím nástroji. Jak lisovací stroj, tak i nástroj potřebují pravidelnou údržbu, která vyžaduje zastavení celé výrobní linky. Například jednotlivé pohyblivé části lisovacího nástroje je nutné pravidelně mazat. V dalších případech je to z důvodu poruchy na stroji nebo lisovacím nástroji. Po přerušení cyklu lisování je z důvodu zajištění stoprocentní kvality výroby potřeba vylisovat několik kusů vylisků, zkontrolovat jejich důležité rozměry a potvrdit stabilitu procesu a stoprocentní kvalitu.

Všechny tyto vylisky jsou vedeny jako „technologický odpad“, není je možné normálně použít pro sériovou výrobu. Tyto vylisky mohou mít z důvodu nestability procesu vzhledové vady nebo jejich rozměry přesně neodpovídající požadavkům. Přesný počet požadovaných zdvihů, který je potřeba udělat po odstávce, opravě nebo seřízení je dán technologickým postupem u každého vylisku – formy.

#### 4.6 Odstranění odpadu externí firmou

Jednotlivé plastové odpady jsou ukládány do označených přepravních nádob přímo u vstřikovacích lisů a následně sbírány a sesypány na vyhrazeném místě do větších přepravních obalů, jako jsou kartonové oktábíny nebo bigbasy (vaky z laminátové tkaniny).

Plné obaly s tímto odpadem se skladují na určené ploše a při dosažení počtu 24 kusů paletových míst (kapacita ložné plochy jednoho kamionu) jsou předány dopravci a odváženy ke zpracovateli.

Skladovaný technologický odpad zabírá ve výrobním závodě nemalé místo, a zvláště v zimním období to působí problémy, jelikož kapacita krytých ploch, které odpad chrání před povětrnostními vlivy, je malá. Kartonové obaly a bigbasy, kryté pouze ochranou plachtou, jsou ukládány na venkovní ploše.

V zimních měsících působí problémy napadaný sníh, v ostatních měsících vydatné deště. Do bigbagů je ukládán drobnější odpad a do kartonových obalů – oktábínů odpad větší, jako jsou například části nádobek. Odpad se odváží ke zpracovateli do vzdálenosti 150 km od výrobního závodu jedenkrát týdně.



Obr. 8 Sběr plastového odpadu. Zdroj vlastní



Obr. 9 Transport odpadu ke zpracovateli. Zdroj vlastní

## **4.7 Návrh na zpracování technologického odpadu**

S recyklací vlastního technologického odpadu a s jeho znovuzpracováním při sériové výrobě nemá firma žádné zkušenosti. Při rozhodování, který odpad začít takto zpracovávat, bylo nutné prostudovat technické specifikace jednotlivých zákazníků, aby se zjistilo, kde je možné pro výrobu sériových dílů využít recyklát. Z technických specifikací vyplynulo, že u nádobek je povoleno využít až 20 % recyklátu.

Dalším kritériem rozhodování, které vedlo k úvaze, že bude výhodné zpracovávat právě technologický odpad z nádobek, byla potřeba snížit objem odpadu obecně a četnost dopravy. Problém transportování částí nádobek tkví v tom, že jsou špatně skladné v transportních obalech a mezi odpadními výlisky vniká velké množství volného místa, takže se převáží značné množství vzduchu, což je nevýhodné z hlediska plánování úsporných opatření. Předpokladem jejich zavedení by totiž měl být výnos ze znovupoužití recyklátu, finanční úspora na dopravě odpadu, již by se dosáhlo snížením četnosti jízd k externímu zpracovateli. Pokud by se převážel „vzduch“, ekonomická opatření by nebyla tak efektivní.

Výhody zpracování plastového odpadu ve výrobním závodě však nejsou pouze ekonomické, ale také přinášejí aspekt enviromentální. Firma je certifikovaná systémem ISO 14001, který firmám ukládá recyklovat odpady v maximální míře. Postupem času se recyklace a využití recyklátu v automobilovém průmyslu stane nejen nutností, ale i požadavkem zákazníků.

### **4.7.1 Přímé zpracování odpadu u vstřikovacího stroje**

Jde o způsob, kdy se zpracovává plastový odpad hned u vstřikovacího stroje. Jedná se většinou o zpracování vtoků, kdy je vedle vstřikovacího stroje umístěný nožový mlýn, do kterého robotický manipulátor po skončení procesu lisování a otevření formy vyjme plastový vtok a hodí ho přímo do mlýna. Tam dojde k automatickému rozemletí vtoku na plastovou drť, která se pomocí podtlakového nasávače vrátí zpět do násypky vstřikovacího stroje. Zde se recyklovaný materiál smíchá s novým materiálem, dojde opět k jeho roztavení v materiál vstřikovací a k procesu lisování nového výlisku. Tento proces je nejefektivnější, protože v jeho průběhu nedochází k žádnému zásahu člověka, systém je uzavřený, takže nemůže dojít ke kontaminaci s jinými materiály.

Nevýhodou tohoto systému je, že při lisování velmi malých dílů může mít vtok podobnou váhu jako výlisek. Pokud tomu tak je, vzniká směs 50 % nového materiálu a 50 % recyklátu. Postupnou cyklickou recyklací takového množství materiálu se bude podíl recyklátu



zvyšovat, což může mít vliv na mechanické nebo technologické vlastnosti výlisku. Výše popsaný způsob výroby je proto vhodný při lisování takových dílů, kde je malý hmotnostní podíl vtoku vůči výlisku. Další nevýhodou popsaného procesu je to, že ke každému vstřikovacímu stroji je nutné pořídit vlastní mlýn, což znamená větší investici do technologického vybavení.

#### **4.7.2 Zpracování odpadu odděleně**

Tento způsob zpracování plastového odpadu probíhá mimo pracovní prostor vstřikovacího lisu. Plastový technologický odpad, vtoky, je ukládán do přepravních nádob a ty jsou odváženy do zvláštních prostor k dalšímu zpracování – mletí. V tomto prostoru je umístěn nožový mlýn, do kterého je postupně plastový odpad ručně házen a následně rozemlet na požadovanou drť. Namletý materiál je pak z mlýnů pomocí odsávacího zařízení dopraven do příslušných bigbagů.

Takto namletý materiál je připraven buď k přímému zpracování tím, že se pomocí dávkovacího zařízení na lisovací stroji smíchá s novým materiálem, nebo je dále zpracován na speciálním extrudéru do podoby granulí. Nevýhodou zpracování odpadu způsobem odděleného mletí je to, že se předpokládá zásah člověka (lidský faktor). Proces není automatický a hrozí riziko kontaminace s jinými materiály. Výhodou je ovšem nižší investice do technologií.

### **4.8 Ověření procesu zpracování plastového odpadu**

Ověření procesu bude probíhat u odděleného způsobu zpracování plastového odpadu, a to z důvodu toho, že se jedná o pilotní projekt, který má ukázat možnost recyklace a finančních výnosů v rámci výrobního procesu. Dále je v tomto případě potřeba méně nové technologie, tedy nižší investice.

Před samotným procesem sériové recyklace a opětovným použitím plastového odpadu při výrobě je nutné udělat zkoušku proveditelnosti a následně ověřit ve zkušební laboratoři, že takto zpracované výrobky odpovídají specifikacím jednotlivých zákazníků. Z důvodu existence více typů nádobek a různorodosti zákazníků budou provedeny všechny testy všech parametrů z technických specifikací všech zákazníků, aby se potvrdilo, že tento proces je možné využít u všech typů nádobek. Pro laboratorní testy budou vyrobeny zkušební vzorky.

Proces je následující:

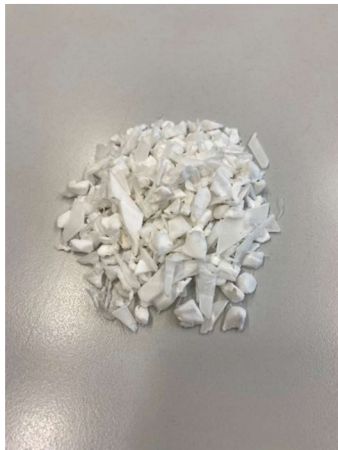
- mletí plastových nádobek
- lisování prototypů nádobek s příměsí recyklované drtě
- montáž finálních nádobek na sériových zařízeních
- validační zkouška prototypů dle specifikace zákazníků

#### **4.8.1 Mletí plastových nádobek pro výrobu prototypů**

Nejprve bylo nutné získat plastovou drť z vlastního plastového odpadu. Mletí plastového odpadu se provádí např. na nožovém mlýnu. Jelikož se jedná o prvotní projekt a firma nevládní mlýn, byl osloven externí dodavatel. U něj se na nožovém mlýnu TERIER G400/600 namlelo sto kilogramů plastových nádobek. Nejprve byl plastový odpad rozemlet s použitím síta s otvory o průměru 12 mm, z čehož vznikla drť o frakci 10–12 mm. Velikost síta určuje velikost (frakce) drtě, ale má také vliv na dobu drcení. V případě použití síta s většími otvory propadne rozdrčený materiál po kratší době mletí. V případě použití jemnějšího síta je proces mletí delší, mlýn musí materiál víckrát podrtit, aby drť byla schopná propadnout otvory jemnějšího síta. Normálně dodavatel mele materiál na frakci 10–12 mm. Po obdržení vzorků drtě se zjistilo, že velikost recyklátu 10–12 mm je pro vstřikovací jednotky lisovacích strojů firmy příliš velká. Na základě tohoto zjištění se provedlo mletí se sítem 6 mm a drť o frakci 4–6 mm byla vyhovující.

Procentuální množství opětovného využití plastové drtě nebo regranulátu je dáno specifikací výrobku zákazníka a konkrétně u plastových nádobek je povolené množství 20 %.

V rámci procesu mletí se také potvrdila teorie snížení objemu odpadu mletím o osmdesát procent. Pokud by tedy nemohl být tento materiál opětovně využit při výrobě, mletím se dosáhne zmenšení jeho objemu, což má za následek možnost přepravit větší množství tohoto materiálu k odběrateli za nižší náklady na dopravu. Dále by tento proces zajistil vyšší výkupní cenu od zpracovatele.



Obr. 11 Frakce plastové drtě 10–12 mm. Zdroj vlastní



Obr. 10 Frakce plastové drtě 4–6 mm. Zdroj vlastní

#### 4.8.2 Lisování prototypů nádobek s příměsí recyklované drtě

Pro první prototypové kusy se smíchala plastová drť s novým materiálem. Jelikož se jednalo o první testování s příměsí recyklátu, byla namíchaná směs pro testování v poměru recyklátu v množství 5 %, 10 %, 15 % a v maximálním množství 20 %, protože bylo potřeba zjistit, jak se která směs chová, u které směsi se dosáhne nejlepších výsledků a u kterých směsi nastanou problémy.

Plastová drť byla navážena a podle procentního množství ručně smíchána s originálním granulátem. Materiál byl uložen do plastových bedýnek vyložených igelitovým sáčkem, aby nedošlo ke kontaminaci s jiným materiálem. Jednotlivé bedýnky byly označeny číslem označující procentuální podíl recyklátu.

S vedením oddělení výroby byl domluven den a stanovena směna, během níž se provede test lisování se všemi čtyřmi typy směsi granulátu s plastovou drtí a následně dojde ke kompletní montáži tímto způsobem vylišovaných nádobek. Před samotným testem byla výrobní linka a její okolí kompletně vyčištěny, aby nedošlo k záměně výlisků se sériovými díly, a naopak. Materiál byl připraven v příslušných bedýnkách, do kterých se zasadila trubka nasávače vstřikovacího lisu. První lisování bylo provedeno s 5% recyklátem, plastové půlky nádobek byly svařeny, osazeny sériovými komponenty a odzkoušeny na sériových montážních linkách. Stejný postup byl proveden u zbývajících třech typů materiálu s recyklátem. Při samotném lisování nebyly zjištěny žádné problémy, a i samotná montáž proběhla v pořádku. Všechny čtyři prototypy výrobků prošly při testu na sériovém montážním zařízení jako dobré. Jednotlivé prototypy byly uloženy do předem označených beden, zabaleny a odeslány do zkušební laboratoře na požadované validační testy dle technické specifikace příslušného zákazníka.

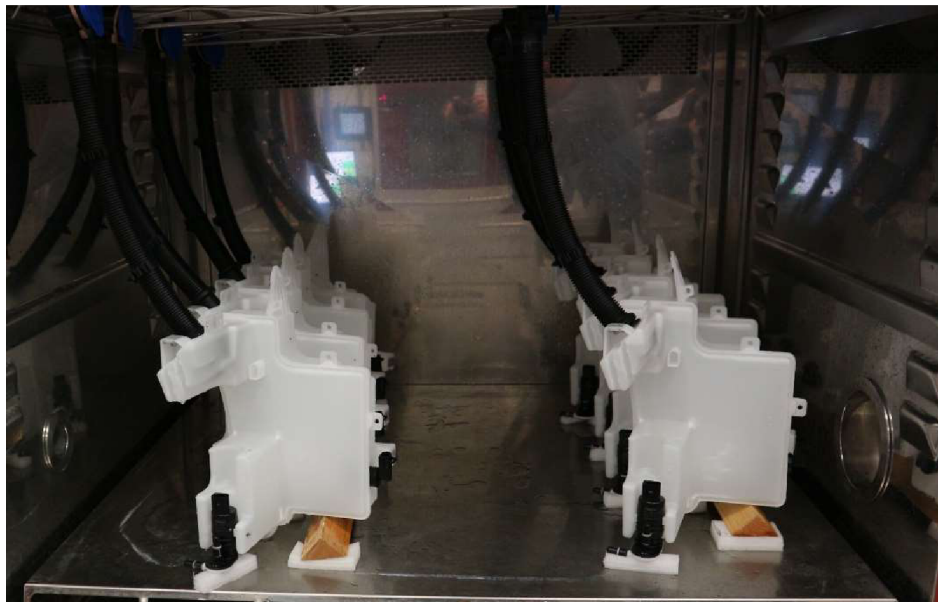
## 4.9 Validační zkouška prototypů

Po prvotních dobrých výsledcích lisování a následné montáži nádobek ze směsi nového granulátu s 20% příměsí drtě včetně provedeného testu těsnosti bylo ještě nutné udělat validační zkoušku. Validační zkouška ukáže, zda tyto prototypy obstojí v různých zátěžových testech, které požaduje zákazník. Na základě dobrých výsledků při lisování a montáži bylo rozhodnuto, že samotný validační test se nejprve provede u prototypů s 20% podílem recyklátu. Prototypy s menším množstvím recyklátu nebylo potřeba zkoušet, protože dosavadní výsledky byly dobré.

Validační zkouška u prototypů s 20% podílem recyklátu byla sestavena ze všech technických specifikací současných zákazníků. U těchto prototypů obnášela zkouška několik testů a vždy se kontrolovala těsnost a neporušenost nádobek. Žádný z prototypů se nesměl v průběhu testu poškodit. Cílem bylo testováno 6 kusů nádobek, které se podrobily zátěžovým validačním testům.

1. Temperování nádobek v teplotní komoře na +80 °C po dobu 1 hodiny. Sestavené nádobky se uloží do klimatické komory, kde se nastaví požadovaná teplota vzduchu a čas. Výsledek O.K.
2. Temperování nádobek v teplotní komoře na +23 °C po dobu 24 hodin. Nádobky zůstávají v klimatické komoře, dochází k přenastavení teploty vzduchu a času. Výsledek O.K.
3. Test těsnosti č. 1. Jednotlivé nádobky se natlakují stlačeným vzduchem na tlak 0,1bar, ponoří se celé do nádrže s vodou a sleduje se, zda se někde netvoří vzduchové bubliny, které by představovaly netěsnost. Současně se měří pokles tlaku v nádobce. Výsledek O.K.
4. Test zámrazu. Nádobky jsou uloženy v šokové komoře, kde se nechají při teplotě -30 °C po dobu 6 hodin zamrznout. Cyklus se opakuje sedmkrát. Výsledek O.K.
5. Test těsnosti č. 2. Po testu zámrazu se provádí opět zkouška těsnosti. Viz bod č. 3. Výsledek O.K.
6. Teplotní šokový test. Nádobky jsou uloženy v šokové komoře, kde jsou podrobeny testu: 2 hodiny při teplotě -40 °C a následně 2 hodiny při teplotě +90 °C. Celkem se tento test provádí ve 100 cyklech. Výsledek O.K.
7. Test těsnosti č. 3. Po šokovém testu se opět provádí zkouška těsnosti. Viz bod č. 3. Výsledek O.K.

Základní validační test, který měl prokázat, že použitím recyklátu nedojde ke zhoršení kvality výrobku a výrobky takto vyrobené jsou ve stejné kvalitě jako sériově vyráběné díly z nového materiálu, dopadl dobře.



*Obr. 12 Validační test nádobek – šoková komora. Zdroj vlastní*

#### **4.10 Určení množství recyklátu pro sériovou výrobu**

Pro určení množství daného technologického plastového odpadu, který má být opětovně využit pro výrobu sériových výrobků, se vychází z množství zpracovaného nového granulátu a z množství odvezeného odpadu externímu zpracovateli za období roku 2022. Množství zpracovaného nového materiálu-granulátu bylo zjištěno v systému skladového hospodářství SAP podle denního fasování. Součtem denního fasování byla stanovena spotřeba granulátu za jeden měsíc. Množství technologického plastového odpadu vycházelo z dat z průběžné evidence a z ročního hlášení o odpadech. Před předáním odpadu externímu zpracovateli je všechen odpad zvážen, zaevidován v průběžné evidenci odpadů a následně i v ročním hlášení o odpadech. Z těchto údajů byla vypracovaná analýza po jednotlivých měsících za rok 2022.

<b>Množství vyrobeného plastového odpadu v roce 2022</b>	
<b>Roční spotřeba granulátu ve výrobě nádobek [kg]</b>	<b>515 548</b>
<b>Roční množství vyrobeného odpadu z výroby nádobek [kg]</b>	<b>21 222</b>
<b>Roční průměrné množství vyrobeného odpadu [%]</b>	<b>4,2</b>

*Tabulka 1 Množství vyrobeného plastového odpadu. Zdroj vlastní*

Z tabulky č. 1 vyplývá, že průměrné množství vyrobeného plastového odpadu při výrobě nádobek činí 4,2 % z celkového spotřebovaného nového materiálu. To znamená, že pro budoucí plánování použití vlastního recyklátu lze počítat s touto hodnotou z celkové spotřeby granulátu.

#### **4.11 Výnos z využití vlastního recyklátu**

Pro výpočet finančního výnosu při zpracování vlastní plastové drtě – recyklátu se vychází z čisté váhy každého vylisku, tedy z čisté váhy samotné nádoby před osazením dalšími komponenty.

Ze systému SAP byla stažena data ročního množství granulátu v kilogramech pro výrobu všech nádobek v následujících třech letech 2023, 2024, 2025 a cena nového materiálu – granulátu 59,5 Kč/kg. Množství plastových nádobek se počítá z výhledu na tři léta dopředu a z toho vychází výpočet. Do dalších let nejsou v systému SAP přesná data. Z předchozího výpočtu množství technologického odpadu se zjistilo, že průměrný technologický odpad je 4,2 % z celkového množství spotřebovaného materiálu. Podle vzorce pro výpočet výnosu z využití vlastního recyklátu byl vypočítán výnos pro jednotlivé roky. (*Metodika, vzorec č. 1*)

$$\text{Výnos z využití plastového recyklátu}_{2023} = \frac{597\,047}{100} * 4,2\% * 59,5 = 1\,492\,020 \text{ Kč}$$

$$\text{Výnos z využití plastového recyklátu}_{2024} = \frac{390\,534}{100} * 4,2\% * 59,5 = 975\,944 \text{ Kč}$$

$$\text{Výnos z využití plastového recyklátu}_{2025} = \frac{317\,953}{100} * 4,2\% * 59,5 = 794\,565 \text{ Kč}$$

*Zdroj: výpočet vlastní, Metodika vzorec č. 1*

Finanční úspory při využití recyklátu			
Rok	2023	2024	2025
Celková spotřeba granulátu za rok [kg]	597 047	390 534	317 953
Množství plastového odpadu za rok (4,2 %) [kg]	25 076	16 402	13 354
Cena nového granulátu [Kč/kg]	59,5		
Výnos z využití vlastního recyklátu za rok [Kč]	1 492 020 Kč	975 944 Kč	794 565 Kč

Tabulka 2 Analýza finančních výnosů z vlastního recyklátu. Zdroj: Autor, dle interních dat firmy

Výše uvedená finanční data v tabulce č. 2 představují finanční výnos v jednotlivých letech za předpokladu zpracování vlastního recyklátu v průměru 4,2 % z celkové spotřeby nového materiálu za daný rok.

V případě využití plastového odpadu z výroby nádobek dojde ke snížení celkového množství odpadu, a tím i ke snížení četnosti odvozu plastového odpadu ke zpracovateli. Bude se odvážet pouze zbývající plastový odpad, který zatím nelze ve firmě zpracovávat. Četnost dopravy se tím sníží na polovinu (tab. č. 3).

Úspora nákladů za dopravu plastového odpadu			
	Četnost dopravy / rok	Cena jednoho odvozu / Kč	Cena celkem v Kč /rok
Stávající doprava odpadu ke zpracovateli	48	7 500	360 000
Doprava v případě zpracování recyklátu	24		180 000
<b>Roční úspora za dopravu odpadu</b>			<b>180 000 Kč</b>

Tabulka 3 Úspora nákladů za dopravu. Zdroj: vlastní zkoumání autora

V tabulce č. 3 je proveden výpočet úspory nákladů za dopravu v případě zpracování vlastního recyklátu. Snížení dopravy nemá jen ekonomický vliv, ale má také vliv na životní prostředí. Snížením počtu odvozů se sníží i uhlíková stopa.

#### 4.12 Zpracování vlastního recyklátu při výrobě nádobek

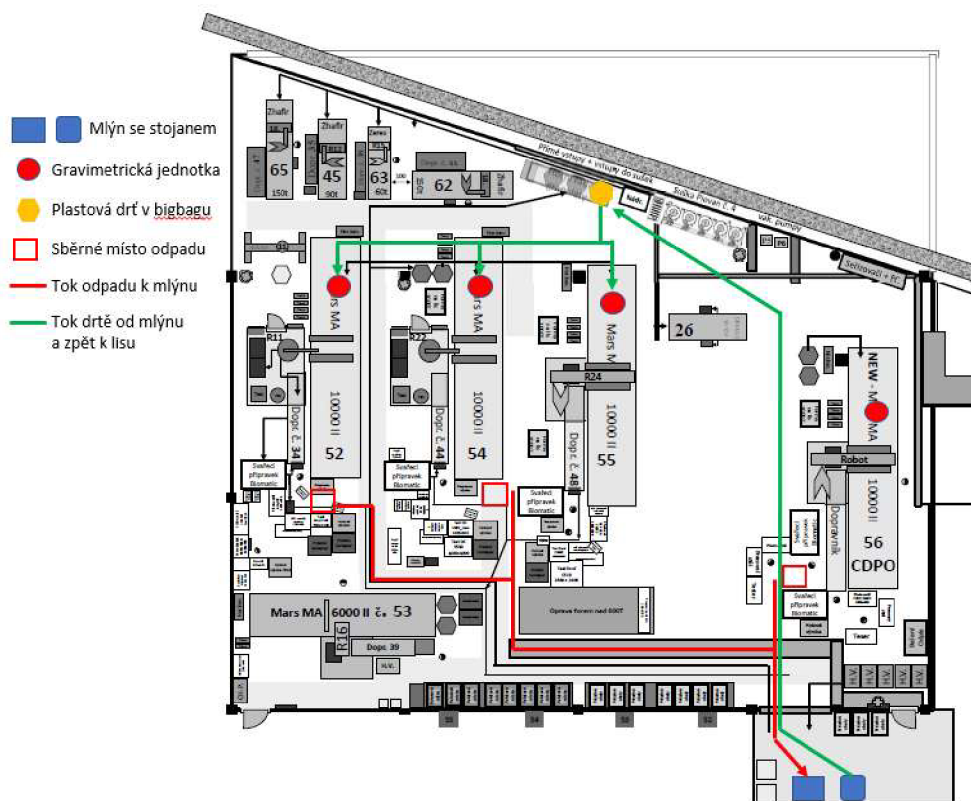
V současné době firma plastový odpad z výroby nádobek ukládá do přepravních nádob, které se po naplnění převezou na venkovní skladiště a následně se odvázejí k externímu zpracovateli.

Ukládání plastového odpadu do přepravních nádob zůstane i nadále, ale po naplnění nádob převezou pracovník lisovny tento materiál do prostoru, kde bude probíhat samotné mletí. Z důvodu nedostatku místa se plastový odpad nebude nikde skladovat, ale pracovník lisovny ho rovnou namele na plastovou drť.



V části výrobní haly vznikne prostor pro umístění nožového mlýnu s odsáváním a držákem na bigbag. Drť namletá na požadovanou frakci propadne sítím mlýnu do zásobníku a odtud bude pomocí nasávacího zařízení transportována do bigbagu. Po naplnění se bigbag s drtí přemístí do prostoru nasávačů a odtamtud se pomocí nasávače drť transportuje potrubím do gravimetrické jednotky lisu. Na vstřikovacích lisech se nainstaluje gravimetrická dávkovací jednotka. Tato jednotka zajistí přesné dávkování nového materiálu a plastové drtě do vstřikovací jednotky. K této jednotce bude potrubím přiveden jak nový materiál (granulát), tak i plastová drť.

Před samotným spuštěním sériové výroby bude stanovena perioda, po kolika cyklech se bude muset část technologického odpadu, a v jakém množství, úplně vyřadit. Neustálou cyklickou recyklací se bude postupně měnit index taveniny, a může tudíž dojít ke změně mechanických vlastností materiálu, tedy ke snížení kvality výrobku, a tím i k jeho reklamaci zákazníkem. Nárůst indexu taveniny by neměl přesáhnout hodnotu 5 až 10 %. Měření indexu taveniny u směsi nového granulátu s recyklátem a regranulátem bude periodicky kontrolováno na měřicím zařízení. Materiál s nižším indexem taveniny nebude odvezen na skládku, ale bude u externího odběratele zpracován na regranulační lince, kde z něho přidáním aditiv vznikne plnohodnotný regranulát, který bude opět zpracován.



Obr. 13 Návrh layoutu zpracování plastového odpadu. Zdroj: Návrh autora



#### 4.13 Návratnost investice

Pro zpracování plastového odpadu a jeho znovupoužití v sériové výrobě je nutné investovat do nových technologií. K takovým potřebným technologiím patří mlýn na mletí odpadu včetně odsávání pro dopravu plastové drtě – recyklátu do příslušného transportního a skladovacího žoku – bigbazu a gravimetrické dávkovací jednotky na minimálně čtyři lisovací stroje. Gravimetrická jednotka zajistí přesné dávkování recyklátu a nového materiálu do vstřikovací jednotky daného lisovacího stroje. Dodatečnou investicí je odhlučnění mlýna, které pomůže snížit hluk na pracovišti, čímž budou dodrženy hygienické normy. Ve spolupráci s oddělením nákupu byli osloveni jednotliví dodavatelé potřebných technologií, kteří předložili cenové nabídky. Z došlých nabídek byl vytvořen plán investic včetně nabídkových cen od externích dodavatelů, viz tabulka č.4.

Finanční plán investic			
Popis investice	ks	cena/ks	cena celkem
Mlýn na mletí plastového odpadu	1	620 000 Kč	620 000 Kč
Ventilátor, potrubí, cyklon, rám na bigbag	1	165 000 Kč	165 000 Kč
Odhlučnění mlýna	1	45 000 Kč	45 000 Kč
Gravimetrická dávkovací jednotka k vstřikovacímu lisu	4	279 400 Kč	1 117 600 Kč
<b>Investice celkem (C<sub>0</sub>)</b>			<b>1 947 600 Kč</b>

Tabulka 4 Soupis investic. Zdroj: Autor dle cenové nabídky od dodavatelů technologií

Pro stanovení návratnosti investice je nutné vypočítat průměrnou dobu návratnosti investice. Z výše uvedeného součtu dílčích investic (C<sub>0</sub>) v tabulce č. 4, průměrného ročního výnosu (ØCF), který je dán průměrem finančních úspor za tři roky, uvedených v tabulce č.2, č.3 nákladů za spotřebovanou elektrickou energii a práci operátora při mletí se pomocí metody „**Průměrná doba návratnosti**“ vypočítala průměrná doba návratnosti investice.

#### Náklady na práci operátora:

Data o čase mletí vychází z vlastního měření při mletí plastového odpadu pro výrobu prototypů a hodinová sazba za práci vychází z interních zdrojů firmy. Celková cena práce se vypočítá dle vzorce. (Metodika, vzorec č. 3)

## Výpočet ročních nákladů (odpovídá položce výdaj) za práci

$$\text{Náklady za práci mletí odpadu}_{2023} = [25\,076 * 0,0075] * 300 = 56\,421 \text{ Kč}$$

$$\text{Náklady za práci mletí odpadu}_{2024} = [16\,402 * 0,0075] * 300 = 36\,905 \text{ Kč}$$

$$\text{Náklady za práci mletí odpadu}_{2025} = [13\,354 * 0,0075] * 300 = 30\,047 \text{ Kč}$$

*Zdroj: tabulka č. 2, vlastní výpočet, Metodika vzorec č. 2*

Náklady za operátora při mletí odpadu			
Rok (360 pracovních dní, 720 pracovních směn)	2023	2024	2025
Množství plastového odpadu za rok (4,2 %)/kg	25 076	16 402	13 354
Čas mletí/h (1 kg = 0,0075h) *vlastní měření	188	123	100
Hodinová sazba operátora *interní zdroj	300 Kč		
<b>Celkové náklady za operátora</b>	<b>56 421 Kč</b>	<b>36 905 Kč</b>	<b>30 047 Kč</b>

*Tabulka 5 Náklady na práci při operaci mletí odpadu. Zdroj vlastní měření a výpočet*

Tabulka č. 5 představuje náklady na práci operátora při mletí plastového odpadu. Čas mletí byl změřen při mletí plastového odpadu pro výrobu prototypů (vlastní měření). Hodinová sazba za práci operátora vychází z interních zdrojů firmy. Celkové náklady za práci operátora při mletí plastového odpadu po dobu tří let jsou 123 373,- Kč.

### Náklady za spotřebu elektrické energie:

Pro výpočet celkových nákladů za spotřebu elektrické energie se vychází z tabulky č. 5 a výpočet se provedl dle vzorce. (Metodika, vzorec č. 4)

## Výpočet nákladů za spotřebu elektrické energie

$$\text{Náklady za spotřebu elektrické energie mlýna}_{2023} = [18 * 188] * 7 = 23\,688 \text{ Kč}$$

$$\text{Náklady za spotřebu elektrické energie mlýna}_{2024} = [18 * 123] * 7 = 15\,498 \text{ Kč}$$

$$\text{Náklady za spotřebu elektrické energie mlýna}_{2025} = [18 * 100] * 7 = 12\,600 \text{ Kč}$$

*Zdroj dat tabulka č. 5, vlastní výpočet, Metodika vzorec č. 3*

Roční spotřeba elektrické energie			
Rok (360 pracovních dní, 720 směn)	2023	2024	2025
Celkový čas mletí/h (1 kg = 0,0075h)	188	123	100
Spotřeba v kWh/rok (příkon mlýnu 18 kWh)	3 384	2 214	1 800
Průměrná cena elektřiny /kWh *spotová cena	7 Kč		
<b>Celkové spotřeba elektrické energie [Kč]</b>	<b>23 688 Kč</b>	<b>15 498 Kč</b>	<b>12 600 Kč</b>

Tabulka 6 Roční spotřeba elektrické energie při mletí plastového odpadu. Zdroj: Výzkum autora, interní data

Tabulka č. 6 představuje spotřebu elektrické energie v kWh při mletí plastového odpadu, kdy spotřebu mlýna v kW za jednu hodinu uvádí výrobce mlýna, a cena za jednu kWh vychází z interních zdrojů firmy. Celková cena za spotřebu elektrické energie za tři roky je 51 786,- Kč.

### Výpočet průměrné doby návratnosti

$$C_0 = 1\,947\,600 \text{ Kč}$$

$$\varnothing CF = \frac{[1\,491\,020 + 975\,944 + 794\,565] + [3 * 180\,000] - [123\,373 + 51\,786]}{3} = 1\,208\,790 \text{ Kč}$$

$$t = \frac{C_0}{\varnothing CF} = \frac{1\,947\,600}{1\,208\,790} = 1,6 \text{ roku}$$

Zdroj: tabulka č. 5, tabulka č. 6, vlastní výpočet, Metodika vzorec č. 4

Z výpočtu průměrné doby návratnosti vyplývá, že se investice do technologie na zpracování plastového odpadu z finančních efektů investice uhradí. Průměrná doba návratnosti je 1,6 roku, tedy investice se zaplatí za necelých 20 měsíců. V případě, že by se investice nevrátila do dvou let, nebyla by schválena z důvodu interní strategie firmy, která má stanovenou dobu návratnosti na maximálně 2 roky. Tato strategie vychází z růstového pravidla pro financování investic. Je tím zamezeno stavu, aby se opakovaly chybné investice, které nejsou schopny generovat adekvátní včasné příjmy.

### Výpočet daňových odpisů

Pro stanovení celkových nákladů je proveden výpočet daňových odpisů. Jedná se o odpisovou skupinu č. 2, tedy odpisy budou na 5 let. Odpisy jsou vypočteny zrychleným daňovým odepisováním.

**Výpočet daňového odpisu mlýna**, vstupní cena celkem 830 000 Kč, K1=5, K2=6

$$O_{1_{2023}} = \frac{830\,000}{5} = 166\,000 \text{ Kč}$$

$$O_{2_{2024}} = \frac{2 * 664\,000}{6 - [2 - 1]} = 265\,600 \text{ Kč}$$

$$O_{3_{2025}} = \frac{2 * 398\,000}{6 - [3 - 1]} = 199\,200 \text{ Kč}$$

$$O_{4_{2026}} = \frac{2 * 199\,200}{6 - [4 - 1]} = 132\,800 \text{ Kč}$$

$$O_{5_{2027}} = \frac{2 * 66\,400}{6 - [5 - 1]} = 66\,400 \text{ Kč}$$

*Zdroj: tabulka č. 4, vlastní výpočet, Metodika vzorec č. 5, č. 6*

<b>Zrychlené daňové odepisování</b>		
<b>Mlýn VC= 830 000 Kč</b>		<b>K1= 5, K2= 6</b>
<b>Rok</b>	<b>Roční odpis [Kč]</b>	<b>Zůstatková cena [Kč]</b>
<b>2023</b>	166 000	664 000
<b>2024</b>	265 600	398 400
<b>2025</b>	199 200	199 200
<b>2026</b>	132 800	66 400
<b>2027</b>	66 400	0
<b>Odpisy celkem [Kč]</b>	<b>830 000 Kč</b>	

*Tabulka 7 Daňový odpis mlýna. Zdroj: Vlastní výpočet*

**Výpočet daňového odpisu dávkovací jednotky**, vstupní cena jedné jednotky 279 400 Kč,  
K1=5, K2=6

$$O_{1_{2023}} = \frac{279\,400}{5} = 55\,880 \text{ Kč}$$

$$O_{2_{2024}} = \frac{2 * 223\,520}{6 - [2 - 1]} = 134\,112 \text{ Kč}$$

$$O_{3_{2025}} = \frac{2 * 134\,112}{6 - [3 - 1]} = 67\,056 \text{ Kč}$$

$$O_{4_{2026}} = \frac{2 * 67\,056}{6 - [4 - 1]} = 44\,704 \text{ Kč}$$

$$O_{5_{2027}} = \frac{2 * 22\,352}{6 - [5 - 1]} = 22\,352 \text{ Kč}$$

*Zdroj: tabulka č. 4, vlastní výpočet, Metodika vzorec č. 5, č. 6*

<b>Zrychlené daňové odepisování</b>		
<b>Dávkovací jednotka VC= 279 400 Kč</b>		<b>K1= 5, K2= 6</b>
<b>Rok</b>	<b>Roční odpis [Kč]</b>	<b>Zůstatková cena [Kč]</b>
<b>2023</b>	55 880	223 520
<b>2024</b>	134 112	134 112
<b>2025</b>	67 056	67 056
<b>2026</b>	44 704	22 352
<b>2027</b>	22 352	0
<b>Odpisy celkem [Kč]</b>	<b>324 104 Kč</b>	

*Tabulka 8 Daňový odpis Dávkovací jednotky. Zdroj: Vlastní výpočet*

Tabulky č. 7 a č. 8 vyjadřují roční daňové odpisy investic v čase 5 let uvedených v tabulce č. 4.

Daňové odpisy				
Investice	ks	2023	2024	2025
Mlýn na mletí plastového odpadu	1	166 000	265 600	199 200
Gravimetrická dávkovací jednotka	4	223 520	536 448	268 224
<b>Daň z odpisu celkem [Kč]</b>		<b>389 520 Kč</b>	<b>802 048 Kč</b>	<b>467 424 Kč</b>

Tabulka 9 Náklady z daňových odpisů. Zdroj: Vlastní výpočet

Tabulka č. 9 vyjadřuje náklady z daňových odpisů v letech 2023 až 2025. Data vychází z tabulky č. 7 a č. 8.

#### 4.14 Finanční přínos při nákupu regranulátu

Jestliže se vlastní produkce odpadu ročně pohybuje okolo 4,2 % z celkové množství zpracovaného materiálu a je možné použít pro výrobu až 20 % recyklovaného materiálu (zdroj technické specifikace zákazníků), naskýtá se možnost zbývajících 15,8 % nového materiálu nahradit nakupovaným regranulátem od externího dodavatele.

Při výpočtu se vychází z nákupní ceny nového granulátu 59,5 Kč/kg a z nabídky regranulátu v ceně 27 Kč/kg. (ECOSERVIS, 2022)

Finanční přínos při nákupu regranulátu			
Rok	2023	2024	2025
Celková spotřeba granulátu za rok/kg	597 047	390 534	317 953
Množství nakupovaného recyklátu (15,8 %)/kg	94 333	61 704	50 237
Výnos z jednoho kilogramu použitého regranulátu [Kč] nový materiál (59,5 Kč/kg) nakupovaný regranulát (27Kč/kg)	32,5		
<b>Celková úspora materiálu za rok</b>	<b>3 065 836 Kč</b>	<b>2 005 392 Kč</b>	<b>1 632 689 Kč</b>

Tabulka 10 Analýza výnosů při nákupu regranulátu. Zdroj: Výzkum autora

V tabulce č. 5 je vypočítaná úspora finančních nákladů v letech 2023–2025, když pro zbývajících 15,8 % recyklovaného materiálu bude použit nakupovaný regranulát. Nakupovaný regranulát odpovídá kvalitativním a materiálovým požadavkům jako samotný vlastní recyklát.

#### 4.15 Celkový výnos z využití vlastního recyklátu a nákupu regranulátu

Při využití maximálního množství vlastního recyklátu 4,2 % z celkové spotřeby granulátu ročně a doplněním zbývajících množství 15,8 % do celkového množství 20 % regranulátem, který připouští a dovoluje ve své specifikaci zákazník, vzniká finanční výnos, který generuje u stávajících projektů zisk. U nově poptávaných výrobků ze strany zákazníka může tento proces zpracování recyklátu a regranulátu snížit cenu firmou nabízených výrobků, a tím jí pomoci k získání nových projektů (konkurenceschopnost).

<b>Rekapitulace:</b>			
<b>Celkové výnosy při zpracování recyklátu a zpracování nakupovaného regranulátu</b>			
<b>Rok</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Recyklát v množství 4,2 %	1 492 020 Kč	975 944 Kč	794 565 Kč
Nakupovaný regranulát v množství 15,8 %	3 065 836 Kč	2 005 392 Kč	1 632 689 Kč
<b>Celková úspora materiálu za rok</b>	<b>4 557 856 Kč</b>	<b>2 981 336 Kč</b>	<b>2 427 254 Kč</b>

*Tabulka 11 Celkové výnosy z využití recyklátu a regranulátu. Zdroj vlastní dle tabulky č. 2, č. 10*

Tabulka č.11 vyjadřuje celkové výnosy v jednotlivých letech při zpracování recyklátu včetně nakupovaného regranulátu.

#### **4.16 SWOT matice pro zpracování plastového odpadu**

Pro zjištění silných a slabých stránek, hrozeb a příležitosti při realizaci tohoto projektu byla vypracovaná SWOT matice.

Mezi silné stránky určitě patří úspora výrobních nákladů při zpracování vlastního plastového odpadu, úspora na dopravě plastového odpadu k externímu zpracovateli a úspora nákladů souvisejících s nákupem zbývajících regranulátu od externích dodavatelů. Tento proces přinese firmě větší konkurenceschopnost a zvýšení její stability na trhu. Dále tímto způsobem zpracování odpadu firma šetří neobnovitelné zdroje, a tím chrání životní prostředí, chová se ekologicky.

Mezi slabé stránky výroby patří mezioperace mletí odpadu, které budou provádět proškolení pracovníci výroby v rámci výrobního procesu. Při procesu mletí by mohlo dojít ke kontaminaci s jiným druhem materiálu, a tím ke znehodnocení celého namletého množství suroviny, která se musí posléze vyhodit. Kontaminace jiným druhem materiálu je ale lehce rozpoznatelná, plastové nádoby se jako jediné vyrábějí z bezbarvého granulátu a ostatní výrobky z granulátu barevného. V případě kontaminace se musí všechny nebarevné namletý recyklát zlikvidovat.

Jako příležitosti můžeme uvést využití tohoto způsobu výroby u jiných typů materiálů a výrobků v budoucnu, čímž může dojít k dalšímu snížení cen firmou vyráběných a nabízených výrobků, následně pak ke zvýšení konkurenceschopnosti firmy a navýšení její výroby.

Mezi hrozby určitě patří možné snížení kvality materiálu při cyklickém použití recyklátu a regranulátu. Při snížení kvality by pak hrozilo riziko reklamací. Tuto hrozbu je ale možné minimalizovat pravidelným testováním vlastností použitého materiálu a testováním jednotlivých produktů z tohoto materiálu vyrobených.



<p><b>Silné stránky</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviromentální aspekt <i>str. 25</i></li> <li>• Úspora materiálu <i>str.30</i></li> <li>• Úspora za dopravu plastového odpadu <i>str. 31</i></li> <li>• Úspora při zpracování regranulátu <i>str. 34</i></li> <li>• Zisk <i>str. 34</i></li> </ul>	<p><b>Slabé stránky</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proces ovlivnitelný lidským faktorem <i>str.26</i></li> <li>• Možné technické problémy v rámci nových technologií <i>str. 33</i></li> <li>• Pravidelné testování – měření indexu taveniny <i>str. 32</i></li> </ul>
<p><b>Příležitosti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurenceschopnost z důvodu možnosti snížení ceny výrobku u nových projektů <i>str: 34</i></li> <li>• Prestiž firmy z důvodu enviromentálního vnímání - použití recyklátu při výrobě <i>str.25</i></li> </ul>	<p><b>Hrozby</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Snížení kvality vlivem cyklické recyklace <i>str.32</i></li> <li>• Riziko reklamace <i>str.32</i></li> </ul>

*Tabulka 12 SWOT matice. Zdroj vlastní*

## 5 Výsledky

V souvislosti s návrhem optimalizace výrobního procesu byla provedena zkouška proveditelnosti, kdy se ověřilo, že zpracování vlastního plastového odpadu je možné. Bylo provedeno namletí technologického plastového odpadu na plastovou drť o frakci 4–6 mm, která se smíchala s novým materiálem ve formě granulí.

Vylisovaly se zkušební vzorky, které se posléze otestovaly ve zkušební laboratoři dle technických specifikací zákazníků, a výsledek byl potěšující. Následně byla provedena finanční analýza výnosu ze zpracování plastového odpadu podle počtu kusů výrobků vyrobených za jeden rok.

Dále byla zpracována finanční analýza výnosu při použití nakupovaného regranulátu, protože nákupní cena regranulátu je více jak o polovinu levnější než granulátu nového. Z těchto analýz můžeme vyvodit pozitivní výsledek. Hodnoty celkových výnosu viz tabulka níže.

Pomocí metody průměrné doby návratnosti vyšlo, že požadované investice se vrátí do 23 kalendářních měsíců, což odpovídá strategii firmy, která v případě uvolnění investic požaduje návratnost do 24 měsíců. Z celkových výnosů a nákladů bylo vypočteno, že celkový výnos za období 2023–2025 při zavedení tohoto projektu je 10 331 287,- Kč (tab. č.13).

<b>Rekapitulace výnosů a nákladů [Kč]</b>			
<b>Rok</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Recyklát v množství 4,2 %	1 492 020 Kč	975 944 Kč	794 565 Kč
Nakupovaný regranulát v množství 15,8 %	3 065 836 Kč	2 005 392 Kč	1 632 689 Kč
Snížení dopravy plastového odpadu	180 000 Kč	180 000 Kč	180 000 Kč
<b>Celkem výnosy</b>	<b>4 737 856 Kč</b>	<b>3 161 336 Kč</b>	<b>2 607 254 Kč</b>
Celkové náklady za práci operátora	56 421 Kč	36 905 Kč	30 047 Kč
Celkové náklady za spotřebu elektřiny	23 688 Kč	15 498 Kč	12 600 Kč
Daňové odpisy	389 520 Kč	802 048 Kč	467 424 Kč
<b>Celkové náklady včetně odpisů</b>	<b>469 629 Kč</b>	<b>854 451 Kč</b>	<b>510 071 Kč</b>
<b>Výpočet zisku (výnosy-náklady)</b>	<b>4 268 227 Kč</b>	<b>2 306 885 Kč</b>	<b>2 097 183 Kč</b>
<b>Výpočet CF (zisk + odpisy)</b>	<b>4 657 747 Kč</b>	<b>3 108 933 Kč</b>	<b>2 564 607 Kč</b>

Tabulka 13 Rekapitulace výnosů a nákladů. Zdroj vlastní. Dle tabulek č. 3, č. 5, č. 6, č. 9, č. 11

V tabulce č. 8 jsou uvedené celkové roční výnosy a náklady včetně příjmů a výdajů spojených se změnou výrobního procesu.

Na základě SWOT matice, kdy byly zhodnoceny silné a slabé stránky výroby včetně příležitostí a hrozeb, můžeme říci, že při posouzení těchto faktorů se daná optimalizace procesů stále vyplatí. Slabé stránky a hrozby má firma možnost minimalizovat kontrolou procesu a pravidelným testováním svých výrobků. Příležitost, kterou tento projekt přináší, může pomoci firmě ke zlepšení finanční situace a zvýšení konkurenceschopnosti.

## 6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout dané firmě způsob optimalizace procesu hospodaření s plastovým odpadem, vznikajícím v procesu vstřikování plastových dílů, a jeho maximální zpětné využití při výrobě, a tím docílit výnosů, které budou mít ekonomický přínos pro danou firmu v regionu Broumovsko.

V rámci této práce byl analyzován současný proces lisování plastů, samotný vznik plastového odpadu při procesu lisování a jeho stávající proces likvidace přes externího zpracovatele. Z analytických zjištění současného stavu vyšel návrh, jakým způsobem je možné ve firmě zpracovávat technologický plastový odpad z lisování plastových nádobek na vodu ostříkovačů. Během ověřování, že navrhovaný proces je proveditelný a kvalitativně odpovídá zákaznickým požadavkům, byly vyrobeny prototypy, které se ve zkušební laboratoři otestovaly validační zkouškou dle technických specifikací zákazníků. Zkouška měla odhalit případné nedostatky a kvalitativní problémy.

Zkouška proběhla v pořádku a nebyly zjištěny žádné nedostatky nebo kvalitativní problémy. Z hodnot vyprodukovaného množství plastového odpadu za uplynulý rok 2022 a současné ceny nového materiálu byl podle budoucí spotřeby materiálu vypočten výnos v jednotlivých třech letech. Celkový výnos za tři roky při zpracování vlastního recyklátu v průměrném ročním množství 4,2 % činí 3 262 529,- Kč (str. 33-34).

Dalším faktorem, který má pozitivní vliv na další rozvoj firmy, je snížení nákladů na četnost dopravy při vývozu plastového odpadu k externímu zpracovateli, který se tím sníží na polovinu a přinese roční úsporu v hodnotě 180 000,- Kč (str. 34).

Pro změnu procesu výroby byl vytvořen soupis investic v hodnotě 1 947 600,- Kč (str. 36), z něhož byla vypočtena průměrná doba návratnosti 20 měsíců, která je v souladu s vnitřní směrnicí firmy, jež požaduje návratnost investice do 24 měsíců.

V rámci analýzy zpracování vlastního plastového odpadu bylo zjištěno, že průměrné roční množství vlastního odpadu v hodnotě 4,2 % nenaplní maximální množství povoleného recyklátu. Do maximální povolené hodnoty 20 % zbývá 15,8 %, které se nahradí nakupovaným regranulátem, jenž je o 32,50 Kč na jeden kilogram levnější (str. 41) a má shodné vlastnosti jako nový materiál.

V případě zvýšení podílu recyklovaného materiálu v podobě nakupovaného regranulátu do celkového maximálního množství 20 %, které povoluje zákazník ve své specifikaci, se

zvýší výnos za tři roky včetně úspor za dopravu na celkovou hodnotu 10 331 287,- Kč (str. 45).

Práci uzavírá vypracovaná SWOT matice, v níž byly zohledněny silné a slabé stránky tohoto projektu, příležitosti a hrozby. Slabé stránky a hrozby je možné nastavením procesu, pravidelnou kontrolou a testováním minimalizovat, takže při dodržování těchto postupů je riziko minimální.

Z výše uvedených výnosů včetně nutných investic je jasné, že změna procesu výroby plastových nádobek za použití vlastního recyklátu a nakupovaného regranulátu přinese požadovaný finanční efekt. Pro budoucnost firmy může mít tento projekt přínos, a to několikanásobný: zvýšení zisku, získání nových zákazníků nebo nových zakázek zákazníků stávajících. Firma také získá zkušenosti s vlastním zpracováním plastového odpadu, protože kdo nebude v budoucnu při výrobě svých výrobků využívat recyklovaný materiál, nebude mít šanci získat nové projekty, nové zákazníky. Recyklace už v dnešní době začíná být standardem mnoha výrobců a zákazníků.

Výsledky této práce, včetně zjištění, analýz a výpočtů, budou předloženy vedení firmy.

## 7 Seznam použitých zdrojů

- [1] In: *Www.cashbot.cz* [online]. Co je to cirkulární ekonomika. [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <https://cashbot.cz/blog/cirkularni-ekonomika-a-jeji-prakticke-vyuziti/>
- [2] KISLINGEROVÁ, Eva. *Cirkulární ekonomie a ekonomika: společenské paradigma, postavení, budoucnost a praktické souvislosti*. Praha: Grada Publishing, 2021. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-3230-0.
- [3] In: *Managementmania* [online]. Trh práce: Co je Trh práce. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/trh-prace-labour-market>
- [4] JUREČKA, Václav. *Mikroekonomie*. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-0146-7.
- [5] ŠMAJSOVÁ BUCHTOVÁ, Božena, Josef ŠMAJS a Zdeněk BOLELOUCKÝ. *Nezaměstnanost*. 2., přeprac. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2013. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4282-3.
- [6] JUREČKA, Václav. *Makroekonomie*. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2017. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-0251-8.
- [7] In: *Www.miras.cz* [online]. Miras: Nezaměstnanost. 2000 [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.miras.cz/seminarky/makroekonomie-n10-nezamestnanost.php>
- [8] BRČÁK, Josef, Bohuslav SEKERKA a Dana STARÁ. *Makroekonomie - teorie a praxe*. 2. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2014. ISBN 978-80-7380-492-3.
- [9] In: *Akademie věd České Republiky: Věda a výzkum* [online]. Recyklace plastů aneb Třídíme hodně, ale špatně. Národní 1009/3, 110 00 Praha 1, 2020 [cit. 2022-09-06]. Dostupné z: <https://www.avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/aktuality/Jak-na-plasty-aneb-Tridime-hodne-ale-spatne>
- [10] *Zákon č. 541/2020 Sb.: Zákon o odpadech* [online]. Praha, 2022, [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>
- [11] *Technologické možnosti a realita Recyklace plastového odpadu*. Praha: Vesmír, s. r. o., 2019 [cit. 2022-09-11]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2019/cislo-12/recyklace-plastoveho-odpadu.html>
- [12] ZEMAN, Lubomír. *Vstřikování plastů: teorie a praxe*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0614-1.
- [13] In: *Oneindustry* [online]. Lexikon: Polymer. BRNO: INFOCUBE s.r.o., 2019 [cit. 2022-09-11]. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/polymer/>
- [14] In: *Publi* [online]. Rozdělení a charakteristika polymerů: Rozdělení a charakteristika polymerů. [cit. 2022-09-11]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/04.html>
- [15] In: [http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/polymvsauto/Struktura%20a%20vlastnosti%20polymeru%20-%20strucne\\_Svorcik.pdf](http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/polymvsauto/Struktura%20a%20vlastnosti%20polymeru%20-%20strucne_Svorcik.pdf) [online]. 2010 [cit. 2022-09-11]. Struktura a vlastnosti polymerů. Dostupné z: [http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/polymvsauto/Struktura%20a%20vlastnosti%20polymeru%20-%20strucne\\_Svorcik.pdf](http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/polymvsauto/Struktura%20a%20vlastnosti%20polymeru%20-%20strucne_Svorcik.pdf)

- [16] KURAŠ, Mečislav. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. ISBN 978-80-86832-80-7.
- [17] In: *Publi* [online]. Rozdělení technologií na zpracování plastů. [cit. 2022-09-11]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/184/01.html>
- [18] LENFELD, Petr. *Technologie II*. 3. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2016, 138 s. ISBN 978-80-7494-305-8.
- [19] In: *Tecron* [online]. 2020 Způsoby zpracování termoplastů. [cit. 2022-09-11]. Dostupné z: <https://tecron.cz/zpusoby-zpracovani-termoplastu/>
- [20] ŘEZNÍČEK, Martin, Martin OVŠÍK, David MAŇAS, Adam ŠKROBÁK, Michal STANĚK a Vojtěch ŠENKERŮ. *Corelation of results of screeep and micro-indentation creep for PP-copo: In Key Engineering Materials*. Zurich: Trans Tech Publications, 2014. ISBN ISBN 978-3-03785-876-9.
- [21] ZEMAN, Lubomír. *Vstřikování plastů 2: simulace, analýzy, odstraňování vad, 3D tisk : teorie a praxe*. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-1294-4.
- [22] In: *TERIER drtiče a recyklační linky* [online]. [cit. 2022-09-12]. Dostupné z: <http://www.terier.cz/cz/galerie.htm>
- [23] In: *Www.autosap.cz* [online] Budoucnost patří recyklaci.. Praha [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <https://autosap.cz/topic/karsten-schnake-budoucnost-patri-recyklaci/>
- [24] SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.
- [25] SCHOLLEOVÁ, Hana. *Investiční controlling: jak hodnotit investiční záměry a řídit podnikové investice : investiční proces jako základ budoucí prosperity, nástroje a metody investičního controllingu, volba financování a technologie, monitoring průběhu investice a postaudit*. 2011. Praha: Grada, 2009. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-2952-7.
- [26] In: *Www.czechwealth.cz* [online]. Vnitřní výnosové procento. Praha: Czechwealth, 2022 [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.czechwealth.cz/slovník-pojmu/vnitřni-vynosove-procento>
- [27] In: *Www.broumov.net* [online]. Územně analytické podklady ORP Broumov. Broumov: ORP Broumov, 2020 [cit. 2023-02-07]. Dostupné z: [https://www.broumov.net/assets/File.ashx?id\\_org=1276&id\\_dokumenty=25984](https://www.broumov.net/assets/File.ashx?id_org=1276&id_dokumenty=25984)
- [28] In: *Zaměstnaný region* [online]. Zaměstnaný region: Aktuální situace na trhu práce v kraji. Hradec Králové: Královéhradecký kraj, 2023 [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://www.zamestnanyregion.cz/cs/aktualni-situace-na-trhu-prace>
- [29] In: *Www.czso.cz* [online]. Podíl nezaměstnaných osob podle osob v Královéhradeckém kraji k 31.1.2020. Praha: Český statistický úřad, 2021 [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/142303936/33008921k03.png/790eb988-fbc5-4ae7-bbf5-b67d0a59511c?version=1.1&t=1638880039195>
- [30] In: *Www.czso.cz* [online]. Časová řada - vybrané ukazatele za SO ORP Broumov. Broumov: SO ORP Broumov, 2022 [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/11264/106342330/525201.pdf/a4b6ee7e-b77c-42af-b8df-85b5d19941a7?version=1.9>

## 7.1 Seznam obrázků

Obr. 1 Vstřikovací cyklus [18] .....	13
Obr. 2 Princip vstřikovacího vyfukování s okamžitým vyfouknutím [18].....	14
Obr. 3 Princip vstřikovacího vyfukování s přerušovaným procesem [18] .....	14
Obr. 4 Princip mechanického tvarování [18].....	15
Obr. 5 Nožový mlýn G400/400 s rámem na bigbasy [22] .....	16
Obr. 6 Gravimetrická dávkovací jednotka pro přesné dávkování třech komponentů .....	17
Obr. 7 Podíl nezaměstnaných osob podle obcí v Královéhradeckém kraji [29].....	22
Obr. 8 Transport odpadu ke zpracovateli. Zdroj vlastní .....	26
Obr. 9 Sběr plastového odpadu. Zdroj vlastní .....	26
Obr. 10 Frakce plastové drtě 4–6 mm. Zdroj vlastní.....	30
Obr. 11 Frakce plastové drtě 10–12 mm. Zdroj vlastní.....	30
Obr. 12 Validační test nádobek – šoková komora. Zdroj vlastní .....	32
Obr. 13 Návrh layoutu zpracování plastového odpadu. Zdroj: Návrh autora.....	35

## 7.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Množství vyrobeného plastového odpadu. Zdroj vlastní.....	33
Tabulka 2 Analýza finančních výnosů z vlastního recyklátu. Zdroj: Autor, dle interních dat firmy.....	34
Tabulka 3 Úspora nákladů za dopravu. Zdroj vlastní (vlastní zkoumání autora).....	34
Tabulka 4 Soupis investic. Zdroj: Autor dle Cenové nabídky od dodavatelů technologií ..	36
Tabulka 5 Náklady na práci při operaci mletí odpadu. Zdroj vlastní měření a výpočet.....	37
Tabulka 6 Roční spotřeba elektrické energie při mletí plastového odpadu. Zdroj: Výzkum autora, interní data .....	38
Tabulka 7 Daňový odpis mlýna. Zdroj: Vlastní výpočet.....	39
Tabulka 8 Daňový odpis dávkovací jednotky. Zdroj: Vlastní výpočet .....	40
Tabulka 9 Náklady z daňových odpisů. Zdroj: Vlastní výpočet.....	41
Tabulka 10 Analýza výnosů při nákupu regranulátu. Zdroj: výzkum autora .....	41
Tabulka 11 Celkové výnosy z využití recyklátu a regranulátu. Zdroj vlastní dle tabulky č. 2, č. 7 .....	42
Tabulka 12 SWOT matice. Zdroj vlastní.....	44
Tabulka 13 Rekapitulace výnosů a nákladů. Zdroj vlastní. Dle tabulek č.3, č.5, č.6, č.9, č.11.....	45

## 7.3 Seznam grafů

Graf 1 Porovnání vývoje nezaměstnanosti. [30].....	22
--	----