

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra využití strojů



**Analýza třídění odpadů na dotříd'ovací lince**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Olena Harastey

Vedoucí práce: doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Praha 2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Olena Harastey

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Analýza třídění odpadů na dotřídovací lince**

Název anglicky

**Analysis of waste sorting on the waste sorting plant**

---

### **Cíle práce**

Cílem práce je analyzovat třídění zvoleného odpadu dovezeného z různých zástaveb.

### **Metodika**

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika
- 4 Současný stav – rešerše
- 5 Vlastní práce
- 6 Výsledky a diskuse
- 7 Závěr

## Doporučený rozsah práce

cca 60 stran

## Klíčová slova

odpady, třídění, linka, analýza

---

## Doporučené zdroje informací

ALTMANN,V.,VACULÍK,P.,MIMRA, M.: (2010). Technika pro zpracování komunálního odpadu, ČZU Praha, Powerprint s.r.o., ISBN 978-80-213-2022-2, 1. vydání, 120 s.

CHENG, J. et al., (2010): Taylor and, Francis Group, LLC, United States of America, s. 488, ISBN 978-1-4200-9517-3.

McKINNON, A et al., (2010): Green logistics: improving the environmental sustainability of logistics. Philadelphia: Kogan, c2010, xi, 372 p. ISBN 07-494-5678-7.

VOŠTOVÁ,V.,ALTMANN,V.,FRIES,J.,JEŘÁBEK,K.: (2009). Logistika odpadového hospodářství. ČVUT Praha, 5 – Technické vědy, ISBN 978-80-01-04426-1, 1. vydání, 349 s.

---

## Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

## Vedoucí práce

doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2020

**doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 06. 05. 2021

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Analýza třídění odpadů na dotřídňovací lince“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Vlastimila Altmanna, Ph.D. V seznamu literatury jsem uvedla všechny zdroje, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne .....

.....

Bc. Olena Harastey

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Vlastimilu Altmannovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu a pomoc při vypracování této práce. Další poděkování bych chtěla vyjádřit pracovníkům společnosti, ze které mi byly poskytnuty informace pro vypracování této diplomové práce.

## **Abstrakt**

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat třídění plastového odpadu dovezeného z různých zástaveb. Předmětem analýzy byla dotříd'ovací linka na plast a papír ve Středočeském kraji. První část diplomové práce byla věnována podrobné analýze současné situace v oblasti plastů a plastových odpadů a popisu teoretických východisek pro příslušné téma. V praktické části práce byla provedena analýza třídění plastových odpadů. Údaje potřebné pro samotnou analýzu byly získány od společnosti, která provozuje sledovanou dotříd'ovací linku. V práci byly použity hodnoty vstupů a výstupů plastových odpadů pro roky 2019 a 2020. Vstupy a výstupy za rok 2019 byly 9 042,2 tun plastových odpadů, v roce 2020 – 9 922,1 tun. Pomocí výpočtu bylo zjištěno, že kapacita dotříd'ovací linky nebyla dostatečně využita. V roce 2019 kapacita dotříd'ovací linky byla využita z 25,83 %, v roce 2020 z 28,35 %. Z celkového množství výstupů plastových odpadů v roce 2019 jako materiál bylo využito pouze 1 527,9 tun (16,9 %). V roce 2020 materiálově bylo využito 1 593,8 tun (16,1 %). Jednou z možností, jak vylepšit sledovanou dotříd'ovací linku, je umístit na tuto linku stacionární drtič odpadů, aby se zvýšila objemová hmotnost materiálově nevyužitých odpadů. Ke zvýšení podílu materiálového využití plastových odpadů prostřednictvím prodeje je nutná státní podpora pro společnosti, které ve výrobě využívají druhotné suroviny. V neposlední řadě je vzdělávání občanů v oblasti nakládání s odpady, recyklace a následného využívání druhotných surovin.

## **Klíčová slova**

Plasty, plastové odpady, sběr, třídění, dotříd'ovací linka, analýza dat, využití druhotných surovin

## **Abstract**

The aim of this diploma thesis was to analyze the sorting of plastic waste imported from various buildings. The object of the analysis was a sorting plant for plastic and paper in the Central Bohemian Region. The first part of the thesis was devoted to a detailed analysis of the current situation in the field of plastic waste and a description of the theoretical basis for the topic. In the practical part of the thesis, an analysis of plastic waste sorting was performed. The data needed for the analysis itself were obtained from the company that operates the monitored sorting plant. The values of inputs and outputs of plastic waste for the years 2019 and 2020 were used in the thesis. Inputs and outputs for the year 2019 were 9 042,2 tons of plastic waste, in 2020 – 9 922,1 tons. Using the calculation, it was found that the capacity of the sorting plant was not sufficiently used. In 2019, the capacity of the sorting plant was used from 25,83 %, in 2020 from 28,35 %. Of the total amount of plastic waste outputs in 2019, only 1 527,9 tons (16,9 %) were used as material. In 2020 as material were used 1 593,8 tons of plastic waste (16,1 %). One of the ways to improve the monitored sorting plant is to place a stationary waste shredder on this plant in order to reduce the bulk density of materially unused waste. To increase the share of material use of plastic waste through sales, state support is needed for companies that use secondary raw materials in their production. Last but not least is the education of citizens in the field of waste management, recycling and subsequent use of secondary raw materials.

## **Key words**

Plastics, plastic waste, collection, sorting, sorting plant, data analysis, use of secondary raw materials

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika práce.....	3
4	Současný stav – řešerše.....	4
4.1	Plastové materiály.....	4
4.1.1	Historie a základní charakteristika plastů.....	4
4.1.2	Druhy plastů .....	5
4.1.3	Životní cyklus plastů .....	9
4.1.4	Využití plastů .....	9
4.2	Plastové odpady .....	11
4.2.1	Základní informace o plastových odpadech.....	11
4.2.2	Plastové obaly .....	12
4.2.3	EKO-KOM, a.s.....	14
4.3	Sběr plastových odpadů.....	17
4.3.1	Metody sběru plastových odpadů dle technického vybavení.....	18
4.3.1.1	Nádobový sběr.....	18
4.3.1.2	Pytlový sběr .....	18
4.3.2	Metody sběru plastových odpadů dle dostupnosti sběrného místa .....	19
4.3.2.1	Donáškový sběr .....	19
4.3.2.2	Odvozový sběr.....	20
4.3.3	Metody sběru plastových odpadů dle organizace sběru.....	20
4.3.3.1	Stacionární sběr .....	20
4.3.3.2	Mobilní sběr.....	20
4.4	Svoz plastových odpadů .....	21
4.5	Dotříd'ovací linky .....	22
4.6	Recyklace plastových odpadů .....	24
4.6.1	Recyklační symboly plastových odpadů .....	25
4.6.2	Recyklační symboly na plastových obalech.....	26
4.6.3	Proces recyklace plastových odpadů.....	29
4.6.4	Produkty recyklace plastových odpadů.....	31
4.6.5	Způsob využití recyklovaných plastů.....	33
5	Praktická část .....	34
5.1	Charakteristika zvolené dotříd'ovací linky .....	34
5.2	Konstrukce dotříd'ovací linky.....	35



5.2.1	Příjmový dopravník.....	36
5.2.2	Třídící pás.....	36
5.2.3	Kabina pro třídění odpadů se shozy do automaticky vynášecích boxů.....	36
5.2.4	Vynášecí dopravníky boxů.....	37
5.2.5	Kontinuální lis .....	37
5.2.6	Drtič.....	38
5.3	Analýza získaných dat .....	39
5.3.1	Celkové vstupy plastových odpadů na dotříd'ovací linku .....	39
5.3.1.1	Vstupy plastových odpadů na dotříd'ovací linku v letech 2019 a 2020 .....	39
5.3.1.2	Porovnání množství vstupů jednotlivých komodit v letech 2019 a 2020.....	41
5.3.1.3	Původ vstupů jednotlivých komodit v letech 2019 a 2020.....	42
5.3.2	Využití kapacity dotříd'ovací linky .....	44
5.3.3	Celkové výstupy plastových odpadů z dotříd'ovací linky .....	45
5.3.3.1	Materiálové využití plastových odpadů v letech 2019 a 2020 .....	47
5.3.3.2	Rozdělení plastových odpadů uložených na skladě v letech 2019 a 2020 .....	49
5.3.3.3	Rozdělení plastových odpadů uložených na skládce v letech 2019 a 2020 ...	50
5.3.3.4	Energetické využití plastových odpadů v letech 2019 a 2020.....	50
5.3.4	Ekonomické zhodnocení dotříd'ovací linky .....	50
6	Výsledky a diskuse .....	52
7	Závěr .....	55
8	Seznam použité literatury.....	56
9	Seznam obrázků .....	59
10	Seznam tabulek .....	61

# 1 Úvod

Plast je velmi pohodlný a užitečný materiál, který si našel uplatnění v našem každodenním životě a práci. Plast se využívá ve všech ekonomických sektorech – od domácnosti po supermarket. Plast má oproti alternativním materiálům mnoho výhod, zejména cena, hmotnost, univerzálnost a možnost opětovného využití. Plast lze také tvarovat podle prakticky jakýchkoliv požadavků.

Obrovským problémem a nevýhodou plastu je, že se přirozeně nerozpadá a nemizí. V průběhu času se plast stává křehkým a postupně se rozkládá na menší části, které jsou označovány jako mikroplasty. Mikroplasty zůstávají v oceánech po dobu několika tisíc let, nebo jako toxická časovaná bomba tikající na skládkách. Plasty nejen kriticky znečišťují životní prostředí, ale mají negativní vliv na lidské zdraví. Z toho důvodu, že plasty se vyrábějí z fosilních paliv, jsou tyto materiály schopné uvolňovat chemikálie, které mohou vyvolat sníženou produkci spermií a následnou mužskou neplodnost, a dokonce rakovinu prsu a prostaty.

Přestože plast jako materiál má celou řadu výhod, jeho dopad na životní prostředí a zdraví člověka je velmi negativní. Proto je nutné se naučit, jak správně a efektivně zacházet s plastem, který se stal odpadem. Většina plastového odpadu může být využita jako druhotná surovina pro výrobu nových produktů. K tomu je však nezbytné vybudovat vhodný systém pro sběr, svoz, třídění a recyklaci plastového odpadu.

## 2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je analyzovat třídění plastových odpadů na zvolené dotřídňovací lince dovezených z různých zástaveb. Zdrojem dat pro analýzu jsou vstupy a výstupy plastových odpadů na vybrané dotřídňovací lince.

Mezi dílčí cíle patří:

1. Analýza vstupů plastových odpadů na dotřídňovací linku v letech 2019 a 2020.
2. Porovnání vstupů jednotlivých komodit v letech 2019 a 2020.
3. Výpočet a porovnání využití kapacity dotřídňovací linky v letech 2019 a 2020.
4. Analýza výstupů plastových odpadů v letech 2019 a 2020.
5. Analýza využití výstupů jednotlivých komodit v letech 2019 a 2020.
6. Ekonomické zhodnocení dotřídňovací linky v letech 2019 a 2020.

### 3 Metodika práce

Účelem této diplomové práce je provedení analýzy třídění plastových odpadů na zvolené dotřídovací lince. Zdrojem všech potřebných informací budou informace, získané od společnosti, která danou dotřídovací linku provozuje. Samotná analýza třídění plastových odpadů bude založena na údajích o vstupech a výstupech vybrané komodity za jednotlivá období. Analýza vstupů plastových odpadů na dotřídovací linku bude provedena porovnáním vstupů plastových odpadů pro roky 2019 a 2020. Následně budou provedeny analýzy původu a množství vstupů jednotlivých komodit plastových odpadů za uvedené období. Po provedení analýzy vstupů plastových odpadů na linku bude pomocí vztahu /1/ vypočítáno využití kapacity dotřídovací linky. Analýza výstupů bude provedena pomocí porovnání výstupů plastových odpadů v letech 2019 a 2020. Nedílnou součástí analýzy výstupů je analýza využití plastových odpadů po dotřídění. Ekonomické zhodnocení dotřídovací linky bude provedeno s využitím cen druhotných surovin jednotlivých komodit plastových odpadů a jejich objemů prodeje. Pro kvalitnější znázornění problematiky, analýza a samotné výpočty budou doplněny obrázky, schémata a grafy.

Po provedení analýzy budou následovat její výsledky a diskuse. Celá práce bude zakončena závěrem, v němž budou shrnuté všechny důležité aspekty dané problematiky.

Pro výpočet využití kapacity dotřídovací linky  $U$  v [%] bude využit vztah:

$$U = \frac{C_r}{C_{max}} \cdot 100 \quad [\%] \quad /1/$$

kde:

$C_r$ .....skutečně využitá kapacita dotřídovací linky [t.rok<sup>-1</sup>]

$C_{max}$ .....maximální kapacita dotřídovací linky [t.rok<sup>-1</sup>]

## 4 Současný stav – rešerše

### 4.1 Plastové materiály

#### 4.1.1 Historie a základní charakteristika plastů

Plast je polymerní materiál skládající se z dlouhých řetězců vzájemně propojených molekul, které jsou vyrobeny z ropy nebo zemního plynu. Tyto řetězce vyjadřují důležité fyzikální vlastnosti plastu, jako je například pevnost a houževnatost. Primární surovinou pro výrobu plastu je ropa, na jejich výrobu ročně připadá přibližně 8 % celosvětové produkce ropy. (1)

Historické údaje o objevu plastů se velmi liší. Brydson, jeden z nejvýznamnějších autorů v oblasti plastů, klade důraz na objev gumy v 19. století. Podle něj byl tento objev výchozím bodem pro vývoj plastů, jelikož guma byla zásadním, ale opomíjeným předchůdcem celého polymerního průmyslu. Vynálezci jako Charles Goodyear a Thomas Hancock provedli rozsáhlý výzkum kaučuku, jehož výsledkem byl vývoj materiálů jako je vulkanit, ebonit a tvrdá guma. Dále ve svých pracích Brydson zdůrazňuje Alexandra Parkese jako prvního na trhu s plasty po vývoji materiálu s názvem „parkesine“, který byl představen v roce 1862 na výstavě v Londýně. Z toho důvodu lze Parkese považovat za otce současných plastů. (2)

Odlisný pohled na historii plastů vyjadřuje ve svých pracích Thompson, protože jako výchozí bod pro plasty prohlašuje jiný materiál– první plně syntetický plastový materiál „bakelit“, který vyvinul belgický chemik Leo Bakeland v roce 1907 a tím zahájil další vývoj plastů. (2)

Je nutné uvést, že úspěch plastových materiálů nezačal bezprostředně po jejich objevení. Ve skutečnosti existovalo období snížené aktivity až do začátku masové výroby ve 40. a 50. letech minulého století, kdy začal růst používání plastů téměř ve všech odvětvích. (2)

Existuje nespočetné množství druhů plastů s odlišnými vlastnostmi, nicméně některé z nich jsou charakteristické pro všechny plasty. Plasty jsou levné, lehké a odolné materiály, které lze snadno formovat do různých produktů, které nacházejí uplatnění v široké škále aplikací. V důsledku toho produkce plastů za posledních 60 let vzrostla. Současná úroveň jejich využití a odstraňování však generuje několik environmentálních problémů. Asi 4 % světové těžby ropy a zemního plynu, neobnovitelných zdrojů, se používají jako surovina pro plasty a další 3-4 % jsou vynakládány na zajištění energie pro jejich výrobu. Hlavní část každoročně vyráběného plastu se používá na výrobu jednorázových obalů nebo jiných výrobků s krátkou

životností, které budou zlikvidovány do jednoho roku od výroby. Samotná tato dvě pozorování naznačují, že současné používání plastů není udržitelné. Kromě toho se kvůli trvanlivosti použitých polymerů hromadí značné množství vyřazených plastů na skládkách a v přírodních stanovištích po celém světě. (3)

#### **4.1.2 Druhy plastů**

Plasty jsou vyráběny z ropy, ze které se izolují suroviny pro jejich výrobu, tak zvané monomery. Monomery se převádějí na polymery, které tvoří základní materiál pro výrobu granulátu nebo prášku, ze kterých lze následně mechanicky vyrábět různé tvary a výrobky. (4)

Podle reakce na zahřívání se plasty dělí na termoplasty, které tvoří více než 90 % celkového objemu plastů, a reaktoplasty. (4) (5)

Termoplasty jsou materiály, které se skládají z lineárních nebo rozvětvených polymerních jednotek a obsahují opakující se řetězce monomerů. Vlivem tepla termoplasty přechází do plastického stavu, ve kterém jsou tavitelné a tvarovatelné. Pokud dochází ke zpětnému ochlazení pod teplotu tání, termoplasty se opět vrací do tuhého stavu. Během zahřívání a tuhnutí nedochází k žádným chemickým reakcím a chemická struktura termoplastů se nemění. Změny v materiálu mají čistě fyzikální charakter a jsou vratné. Dle nemolekulárních vlastností se termoplasty dělí na amorfnní termoplasty a semikrystalické termoplasty. (5) (6)

#### **Amorfnní termoplasty**

Amorfnní termoplasty se vyznačují nepravidelným prostorovým uspořádáním řetězců. Za přirozených podmínek je barva těchto termoplastů průhledná. Ve srovnání se semikrystalickými termoplasty mají nižší chemickou odolnost a větší náchylnost na popraskání pod tlakem. Hustota amorfnních termoplastů nezávisí na rychlosti ochlazování. Výrobky vyrobené z amorfnních termoplastů se využívají pouze pod teplotou amorfnního stavu, jelikož amorfnní termoplasty jsou pouze v tomto stavu pevné. Pokud teplota stoupne nad teplotu amorfnního stavu, amorfnní termoplasty se změni z oblasti plastické do oblasti viskózní. Zvýšení teplot také způsobuje nárůst objemu amorfnních polymerů. (5) (7)

#### **Semikrystalické termoplasty**

Semikrystalické termoplasty se vyznačují vysokou organizací krystalické struktury v oblasti amorfnní teploty. Jejich hustota je přímo ovlivňována rychlostí ochlazování. Stejně jako pro amorfnní termoplasty, platí i pro semikrystalické, že se zvýšením teploty dochází k růstu

jejich objemu. Semikrystalické termoplasty našly své uplatnění v oblasti teplot nad teplotou amorfního stavu, jelikož vykazují vysokou pevnost a houževnatost nad uvedenou teplotou. (5) (7)

Z celkové světové spotřeby termoplastů největšího uplatnění dosáhly polyethylen PE (32 %), polypropylen PP (20 %), polyvinylchlorid PVC (17 %), polystyren PS (12 %), polyethylentereftalát PET (5 %). (4)

### **Polyethylen PE**

Polyethylen je nejvíce používaným druhem termoplastu. Existují dva základní typy polyethylenu. Základní kritérium pro jejich rozlišení je rozvětvení makromolekul. Na základě tohoto kritéria jsou rozlišovány lineární a rozvětvený typ polyethylenu. Lineární typ je polyethylen vysoké hustoty (PE-HD) a rozvětvený typ polyethylenu je označován jako polyethylen nízké hustoty (PE-LD). Výhodami polyethylenu je jeho nenavlhavost, odolnost vůči nízkým teplotám, rozpouštědlům, neoxidujícím chemikáliím, kyselinám, vodě a solím. Mezi hlavní výhody polyethylenu patří i jeho vynikající elektrické a dielektrické vlastnosti. Mezi největší nevýhody polyethylenu patří jeho citlivost k UV záření, zvýšená náchylnost k hoření a citlivost na napěťovou korozi. Polyethylen je jedním z nejpoužívanějších obalových materiálů. Díky jeho vlastnostem lze polyethylen využít pro výrobu různých technických výrobků nebo spotřebních materiálů jako jsou kabely, izolace, potrubí, nádoby apod. (8) (9)

### **Polypropylen PP**

Polypropylen je druhým nejrozšířenějším druhem termoplastu. Mezi výhody polypropylenu lze zařadit jeho odolnost vůči rozpouštědlům, zásadám, solím a kyselinám. Polypropylen je pevný, tuhý, tvrdý a velmi odolný vůči oděrům. Nejvýznamnějšími nevýhodami polypropylenu jsou jeho náchylnost k hoření, citlivost na UV záření, nízká hustota a menší odolnost proti mrazu. Díky dobrým mechanickým vlastnostem a nižší ceně má polypropylen širokou škálu využití. Tento materiál se využívá pro výrobu různých spotřebních materiálů, mezi které patří např. fólie, obalové materiály, vlákna, trubky, desky atd. Polypropylen lze také využít k výrobě náhradních dílů nebo součástí různých strojů pro průmysl a domácnost. (8) (9)

## **Polyvinylchlorid PVC**

Existuje několik druhů polyvinylchloridu, a to měkčený typ, neměkčený, zesíťený a chlorovaný. Mezi výhody polyvinylchloridu patří jeho samozhášecí vlastnosti, pevnost a tuhost. Polyvinylchlorid je velmi odolný vůči neoxidujícím kyselinám a zásadám. Nevýhodami polyvinylchloridu je nižší chemická odolnost, citlivost na UV záření a horší dielektrické vlastnosti ve srovnání s polyethylenem. Polyvinylchlorid se využívá pro výrobu různých fólií, kabelů, těsnění, rukavic, pláštěnek a dětských hraček. (8) (9)

## **Polystyren PS**

Polystyren jako materiál má řadu výhod, zejména vysokou odolnost vůči účinkům různých minerálních olejů, zásad a alkoholu. Polystyren je odolný vůči oxidaci a není navlhavý. Polystyren má výborné elektroizolační vlastnosti. Mezi nevýhody patří jeho křehkost, citlivost ke korozi za napětí, neodolnost vůči rozpouštědlům a náchylnost k hoření. Polystyren se většinou využívá pro výrobu běžného spotřebního zboží, jako jsou kelímky, misky, tácky apod. (8) (9)

## **Polyethylentereftalát PET**

Mezi výhody polyethylentereftalátu patří jeho dobré mechanické a kluzné vlastnosti. Polyethylentereftalát je navlhavý a křehký materiál. Polyethylentereftalát se nejvíce využívá ve výrobě nápojových lahví, textilií a lan. (8) (9)

Reaktoplasty jsou materiály, jejichž zpracování na výrobky je doprovázeno nevratnou chemickou reakcí, která vede ke tvorbě netavitelného a nerozpustného materiálu. Tento proces je nevratný, a materiál nelze znovu tvarovat či převádět do taveniny. Opakovaným zahříváním reaktoplastů dojde k degradaci materiálu. Společnými vlastnostmi pro reaktoplasty je jejich odolnost vůči otěrům, teplu, mechanickému namáhání a chemikáliím. Díky těmto vlastnostem je většina reaktoplastů nerecyklovatelná nebo obtížně recyklovatelná. Mezi reaktoplasty patří aminoplasty, epoxidy, fenoplasty, polyestery a polyuretany. (4) (5) (6)

## **Aminoplasty**

Aminoplasty jsou zastoupeny dvěma základními typy, a to močovinoformaldehydovými a melatin-formaldehydovými pryskyřicemi. Aminoplasty mají obvykle formu vodního roztoku, a jsou bezbarvé. Výhodami aminoplastů je jejich zdravotní



nezávadnost a vyšší tuhost. Aminoplasty se většinou využívají pro aplikaci na jiné materiály nebo ve formě lisovacích hmot. (10)

### **Epoxidy**

Epoxidy jsou kapalné, tvrdé nebo křehké bezbarvé materiály. Hlavními výhodami epoxidových pryskyřic je jejich chemická odolnost a vysoká přilnavost k jiným materiálům. Epoxidy se využívají ve formě různých lepidel, a to jak tuhých, tak i kapalných. (10)

### **Fenoplasty**

Fenoplasty mají formu lisovacích hmot nebo laminátů a mají tmavou barvu. Mezi výhody fenoplastů patří jejich odolnost proti hoření a většině rozpouštědel a kyselin. Nevýhodami fenoplastů jsou jejich nízké elektrické a dielektrické vlastnosti. Fenoplasty se využívají ve formě pojiv pro tkaniny, papír či dřevo. Dále je lze využívat i jako lepidlo nebo licí pryskyřice. (10)

### **Polyestery**

Polyestery mají formu nažloutlé nebo bezbarvé kapaliny. Polyestery se využívají ve výrobě galanterních výrobků, lepidel, nátěrových hmot či bižuterií. Také se využívají jako pojivo pro různé materiály. (10)

### **Polyuretany**

Mezi významné vlastnosti polyuretanů patří voděodolnost, ošetrivost a tuhost. Většinou se využívají pro výrobu pěnových materiálů, které lze následně použít k výrobě židlí, opěrek, lišt, ochranných prvků v automobilovém průmyslu apod. (10)

Kromě běžných plastů existují i plastové kompozity, které se využívají v automobilovém průmyslu. Sem patří takové materiály jako sklolaminát, aramid, plasty vyztužené skleněnými vlákny, sklo vyztužené plasty apod. Tyto materiály mají vysokou tuhost a pevnost při zachování velmi nízké hmotnosti a hustoty, což je u dopravních prostředků zásadní. Nízká hmotnost dopravních prostředků přispívá ke snížení spotřeby paliva. Největší výhodou kompozitních materiálů je to, že rozptýlením vláken nebo částic jedné látky v jiné lze dosáhnout takových vlastností, které žádný z původních materiálů sám o sobě nevykazuje. (2)

Bioplasty nebo biopolymery zatím nemají zásadní význam. Pouze 1 % z globální produkce plastů tvoří bioplasty. Pro výrobu bioplastů se využívají obnovitelné suroviny, díky čemuž se snižuje spotřeba fosilních látek. Bioplasty mohou být biologicky rozložitelné nebo

trvanlivé. Mezi bioplasty patří polyhydroxyalkanoát (PHA), polyethylenfuranoát (PEF), guma, regenerovaná celulóza, acetát celulózy, Bio-PA, Bio-PE, Bio-PET, Bio-PP apod. V současné době se bioplasty využívají v obalovém a textilním průmyslu, v zemědělství a zahradnictví, v automobilovém průmyslu a dopravě. (2)

#### **4.1.3 Životní cyklus plastů**

Životní cyklus plastů začíná fází samotné výroby plastů, po které následuje fáze jejich využívání, a poslední je fáze konce života. Výroba plastů vyžaduje ropu nebo plyn jako zdroj uhlovodíkových monomerů, různé formy energie a přísady pro polymerační proces. Hotový plastový materiál může být tvarován a používán k výrobě finálních výrobků. Po ukončení fáze využívání se plastové výrobky stávají odpady, které lze sbírat pro další zpracování. První možností zpracování plastových odpadů je spalování, pomocí něhož dochází k využití energie obsažené v plastových odpadech. Druhým způsobem zpracování je skládkování, které má nepříznivý dopad na životní prostředí. Třetím způsobem je pyrolýza, která produkuje parafin, paliva a plyn rozkladem plastových odpadů. Čtvrtou možností zpracování je recyklace, kterou lze použít k získání druhotných surovin z plastových odpadů pro výrobu nových výrobků. (2)

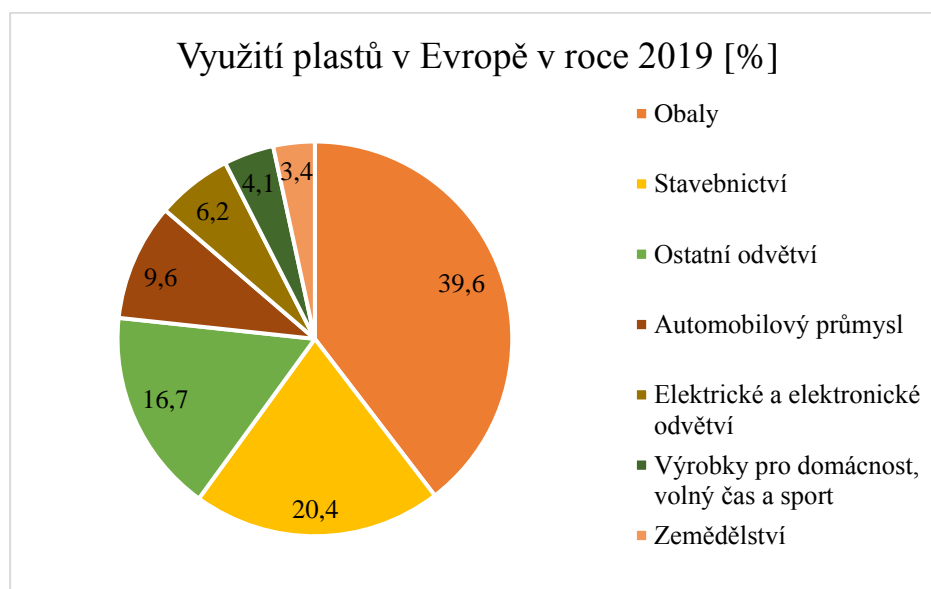
#### **4.1.4 Využití plastů**

Plasty jsou velmi univerzální materiály, které se aplikují ve všech spotřebitelských a průmyslových odvětvích. Jednou z výhod plastových výrobků je jejich nízká hmotnost, která je zaručena nízkou hustotou většiny plastů. Ačkoli většina plastů mají vynikající tepelné a elektrické izolační vlastnosti, některé plasty lze podle potřeby vyrobit k vedení elektřiny. Plasty jsou odolné proti korozi, vůči mnoha látkám, které napadají jiné materiály, což je činí odolnými a vhodnými pro použití v drsném prostředí. Většina plastů mohou být formována do složitých tvarů, což umožňuje integraci jiných materiálů do plastových výrobků, proto jsou tak univerzální a mají tak širokou škálu využití. Základní složkou plastů je ropa, zemní plyn nebo uhlí. I když fyzikální vlastnosti plastů nespĺňují některé požadavky, lze je upravit přidáním do plastů různých plnidel, barviv, tepelných stabilizátorů, plastifikátorů, iniciátorů, maziv, ředidel apod. tak, aby byly všechny požadavky splněny. V zásadě lze plasty vyvíjet s prakticky jakoukoli kombinací vlastností, aby vyhovovaly téměř jakékoli aplikaci. (11)

V roce 2019 bylo celosvětově použito 368 milionů tun plastů, 51 % z celkového množství spotřebovaly asijské země (31 % - Čína, 3 % - Japonsko, 17 % - ostatní země). Na země Severní Ameriky připadá 19 %, následuje Evropa, kde bylo spotřebováno 16 %

z celkového množství plastů. 7 % bylo spotřebováno v Africe a na Středním východě. Latinská Amerika spotřebovala 4 % plastů, 3 % připadají na ostatní země světa. (12)

V průběhu roku 2019 bylo v Evropě spotřebováno 50,7 milionů tun různých plastů. Většina plastů byla využita na výrobu obalů - 39,6 %. Na druhém místě je stavební odvětví, kde bylo spotřebováno 20,4 % z celkového množství plastů. 16,7 % plastů bylo využito v jiných průmyslových odvětvích jako je strojírenství, výroba spotřebičů, nábytek a medicína. Pro automobilový průmysl bylo využito 9,6 % plastů. V elektrickém a elektronickém odvětví to bylo 6,2 %. Na výrobky pro domácnost, volný čas a sport bylo spotřebováno 4,1 %. Zemědělství si vystačilo pouze s 3,4 % z celkového množství plastů. Na obrázku 1 je znázorněno využití plastů v Evropě za rok 2019. (12)

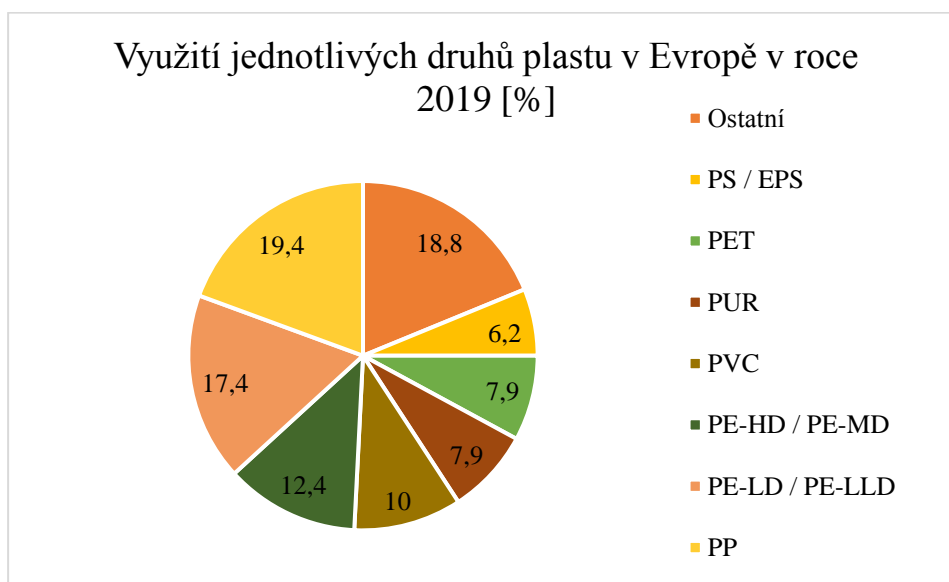


Obrázek 1. Grafické znázornění využití plastů v Evropě v roce 2019

Zdroj: [https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF\\_Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020-ING\\_FINAL.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf)

Nejčastěji distribuován byl polypropylen (PP), a to 19,4 % z celkové spotřeby plastů. Polypropylen je nejčastěji využíván pro výrobu potravinářských obalů, dóz do mikrovlnné trouby, potrubí, automobilových dílů, bankovek apod. Široké využití měl polyethylen s nízkou hustotou (PE-LD / PE-LLD), který činil 17,4 %. Tento typ plastu se využívá ve výrobě opakovaně použitelných tašek, podnosů a dóz na potraviny apod. Hračky, lahve na mléko, šamponové lahve, domácí potřeby jsou vyráběny z polyethylenu s vysokou a střední hustotou (PE-HD / PE-MD). Podíl těchto plastů ve využití plastů v roce 2019 činil 12,4 %. Polyvinylchlorid (PVC), z něhož jsou vyráběny okenní rámy, podlahy a obklady stěn, potrubí, izolace kabelů, nafukovací bazény, zahradní hadice apod., tvořil 10 % od celkového využití plastů. Polyuretan (PUR), ze kterého se vyrábí stavební izolace, matrace, polštáře, izolační

pěny, v roce 2019 tvořil 7,9 %. Polyethylentereftalát (PET), z něhož jsou vyráběny PET lahve, tvořil 7,9 %. Pěnový polystyren (PS / EPS), ze kterého se vyrábějí obalové materiály, izolace, elektrické a elektronické vybavení, tvořil 6,2 %. Ostatní plasty, ze kterých jsou vyráběny optická vlákna, brýlové čočky, dotykové obrazovky, a mnoho dalšího v leteckém průmyslu a kosmonautice, tvořily 18,8 %. Využití jednotlivých druhů plastů v Evropě za rok 2019 je znázorněno na obrázku 2. (12)



Obrázek 2. Grafické znázornění využití jednotlivých druhů plastu v Evropě v roce 2019

Zdroj: [https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF\\_Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020-ING\\_FINAL.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf)

## 4.2 Plastové odpady

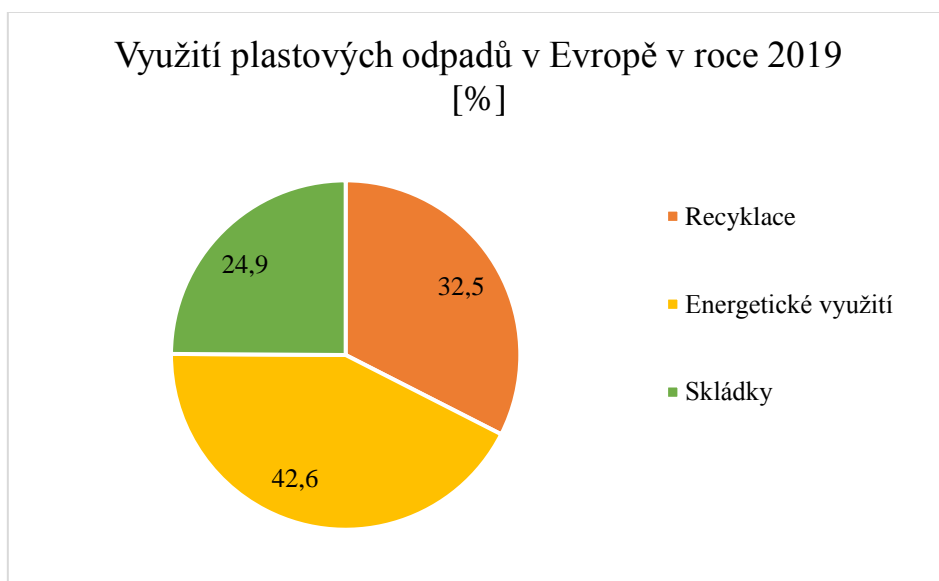
### 4.2.1 Základní informace o plastových odpadech

Díky svým dobrým vlastnostem, plasty mají široké využití téměř ve všech výrobních i průmyslových segmentech. (11)

Vzhledem k velké rozmanitosti plastů, je důležité si uvědomit, že ne všechny výrobky z plastu jsou stejné a mají stejnou životnost. Některé jsou výrobkem samým o sobě (PET lahev, obal) a některé se používají pouze jako část koncového produktu (automobilové součásti, izolace budov apod.). Na konci svého života se plastové produkty a části produktů vyrobené z plastů stávají odpadem, který musí být shromážděn a zpracován. (11)

V oblasti sběru a recyklace plastových odpadů v Evropě působí několik asociací. Mezi nejvýznamnější patří ERC – Evropská koalice pro recyklaci, EPRO – Asociace pro recyklaci plastů a organizace pro jejich využití, PETCORE – Asociace pro recyklaci PET produktů, ACR – Asociace měst a regionu pro recyklaci plastů. (13)

V roce 2019 bylo v Evropě sebráno celkem 29,1 milionů tun plastových odpadů. Pouze 32,5 % bylo recyklováno, 42,6 % bylo energeticky využito, 24,9 % odpadů skončilo na skládkách. Procentuální vyjádření využití plastových odpadů je znázorněno na obrázku 3. (12)



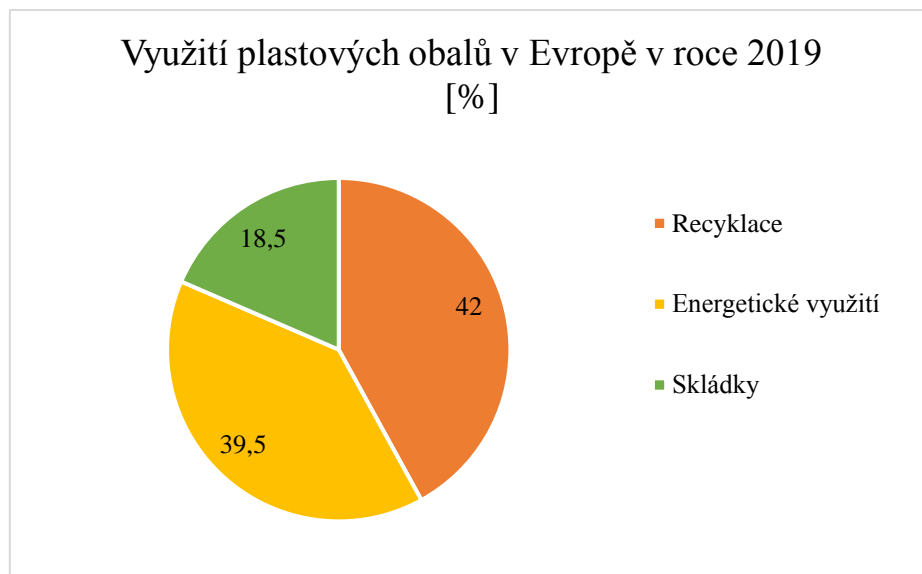
Obrázek 3. Grafické znázornění využití plastových odpadů v Evropě v roce 2019

Zdroj: [https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF\\_Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020-ING\\_FINAL.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf)

#### 4.2.2 Plastové obaly

Většinu plastových odpadů tvoří právě jednorázové plastové obaly. Obaly plní několik funkcí, včetně ochranné, manipulační a informační funkce. Dále se obaly dělí podle použití na primární spotřebitelské, sekundární skupinové a terciární přepravní. Skupinové obaly mají nejvyšší kvalitu ze všech obalů a jejich sběr a zpracování je zákonnou povinností pro původce těchto obalů. Primární spotřebitelské obaly představují větší problém v oblasti nakládání s odpady, jelikož mají nízkou kvalitu a velká část těchto obalů není řádně vytříděna k dalšímu zpracování a končí ve směsném komunálním odpadu. (4) (14)

V roce 2019 bylo v Evropě sebráno ke zpracování 17,8 milionů tun obalů, což činí více než 60 % z celkové produkce plastových odpadů. 42 % obalů bylo recyklováno, 39,5 % energeticky využito a 18,5 % bylo uloženo na skládkách. Využití plastových obalů v Evropě v roce 2019 je znázorněno na obrázku 4. (12)

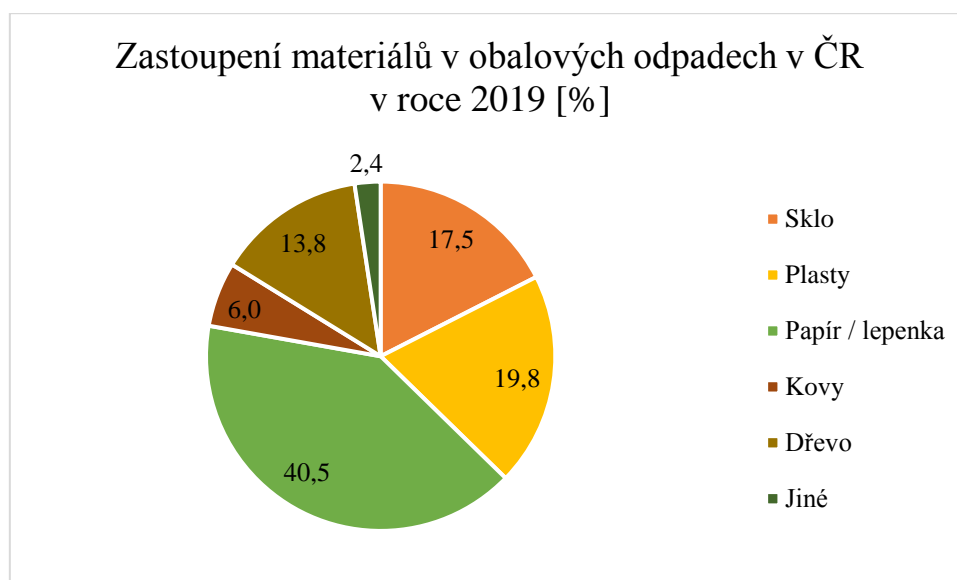


Obrázek 4. Grafické znázornění využití plastových obalů v Evropě v roce 2019

Zdroj: [https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF\\_Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020-ING\\_FINAL.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf)

V České republice dlouhodobě dochází k rostoucí tendenci produkce obalových odpadů. V roce 2019 bylo vyprodukováno celkem 1 334 427 tun odpadů z obalů. Oproti předchozímu roku došlo k nárůstu o 2,8 %. (15)

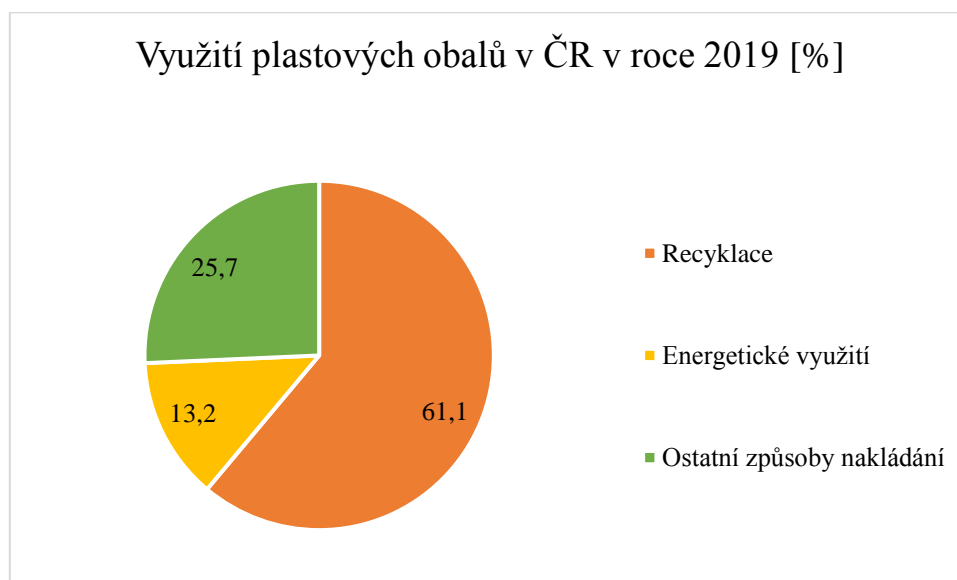
V České republice se odpadové obaly vyrábějí z různých materiálů, zejména z papíru, lepenky, plastu, skla, dřeva, kovů či jiných dostupných materiálů. Jednotlivé zastoupení těchto materiálů v obalových odpadech za rok 2019 je znázorněno na obrázku 5. (15)



Obrázek 5. Grafické znázornění zastoupení materiálů v obalových odpadech v ČR v roce 2019

Zdroj: [https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/02/Statisticka\\_Rocenska\\_ZP\\_CR-2019.pdf](https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/02/Statisticka_Rocenska_ZP_CR-2019.pdf)

Za rok 2019 v České republice bylo sebráno celkem 264 276 tun plastových obalů k následnému zpracování, 161 323 tun (61,1 %) bylo recyklováno, 34 900 tun (13,2 %) bylo využito pro energetické účely, pro 68 053 tun (25,7 %) plastových obalů byly využity ostatní způsoby nakládání. Způsoby zacházení s plastovými obaly a jejich procentuální podíl je zobrazen na obrázku 6. (15)



Obrázek 6. Grafické znázornění využití plastových obalů v ČR v roce 2019

Zdroj: [https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/02/Statisticka\\_Rocenka\\_ZP\\_CR-2019.pdf](https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/02/Statisticka_Rocenka_ZP_CR-2019.pdf)

#### 4.2.3 EKO-KOM, a.s.

EKO-KOM, a.s. je autorizovaná obalová společnost, která byla založena v roce 1997. Na založení této společnosti se podílely velké průmyslové podniky, jejichž předmětem podnikání byla výroba baleného zboží. Tato společnost se ve spolupráci s obcemi, městy a průmyslovými podniky stará o zajištění třídění obalů spotřebitelem, svoz sběrovou technikou, dotřídění a přepracování obalů na druhotné suroviny nebo zdroj energie. (16)

Profilem společnosti není fyzická správa obalových odpadů, ale účast na financování celého systému zpracování obalových odpadů. (17)

Pro zajištění fungování celého systému společnost EKO-KOM, a.s. spolupracuje prostřednictvím uzavřených smluv „O sdruženém plnění“ s osobami uvádějícími plastové obaly na trh či do oběhu. Na základě výše uvedeného smluvního vztahu je společnost oprávněna shromažďovat informace o výrobě obalů a přijímat platby nezbytné pro jejich zpracování. Na druhé straně společnost EKO-KOM, a.s. má uzavřené „Smlouvy o zajištění zpětného odběru a recyklaci odpadu z obalů“ s obcemi a osobami, které mají oprávnění nakládat s odpady. Dané

subjekty mají povinnost evidovat zpětně odebrané množství obalových odpadů. Na základě těchto údajů společnost EKO-KOM, a.s. přispívá výše uvedeným subjektům na systémy sběru, svozu, třídění a využití odpadů z obalů. (17) (18)

Celý systém fungování společnosti EKO-KOM, a.s. je uveden na obrázku 7.



Obrázek 7. Schéma fungování společnosti EKO-KOM, a.s.

Zdroj: [https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Pruvodce\\_systemem\\_EKOKOM\\_v\\_15-35.pdf](https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Pruvodce_systemem_EKOKOM_v_15-35.pdf)

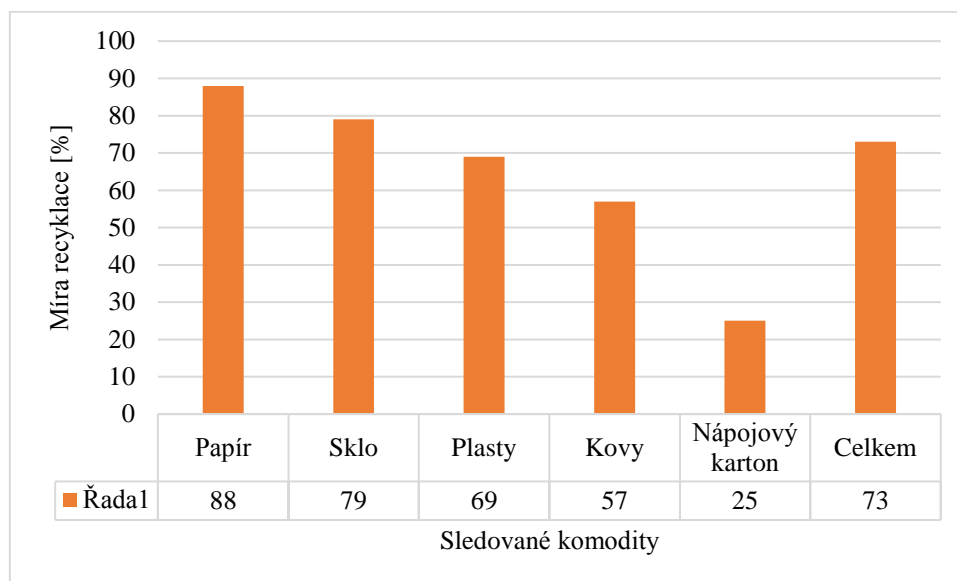
Dle smlouvy klienti společnosti EKO-KOM, a.s. mají základní povinnosti, a to evidovat obaly uvedené na trh nebo do oběhu, platit čtvrtletní poplatky za zajištění zpětného odběru a využití odpadu z obalů a ročně platit poplatky za registraci v systému sdruženého plnění. Povinnosti uložené zákonem lze plnit třemi způsoby – buď samostatně organizačně, technicky a na vlastní náklady nebo převodem dané povinnosti na jinou osobu s převodem vlastnického práva k obalu. Třetí možností je právě uzavření smlouvy se společností EKO-KOM, jejímž účelem je zajistit dodržování zákonných povinností při zpětném odběru a využití odpadu. (17) (18)

Hlavními partnery společnosti jsou města a obce, které provozují systémy nakládání s komunálními odpady. Nejdůležitější povinností obce je oddělený sběr odpadů a zajištění tříděného sběru využitelných složek komunálního odpadu, které obsahují i použité obaly. (19)

V roce 2019 bylo do sběrné sítě pro recyklaci obalů EKO-KOM zapojeno 21 197 klientů, což představuje počet klientů, jejichž podíl na trhu s obaly v České republice činil 81 %. (20)



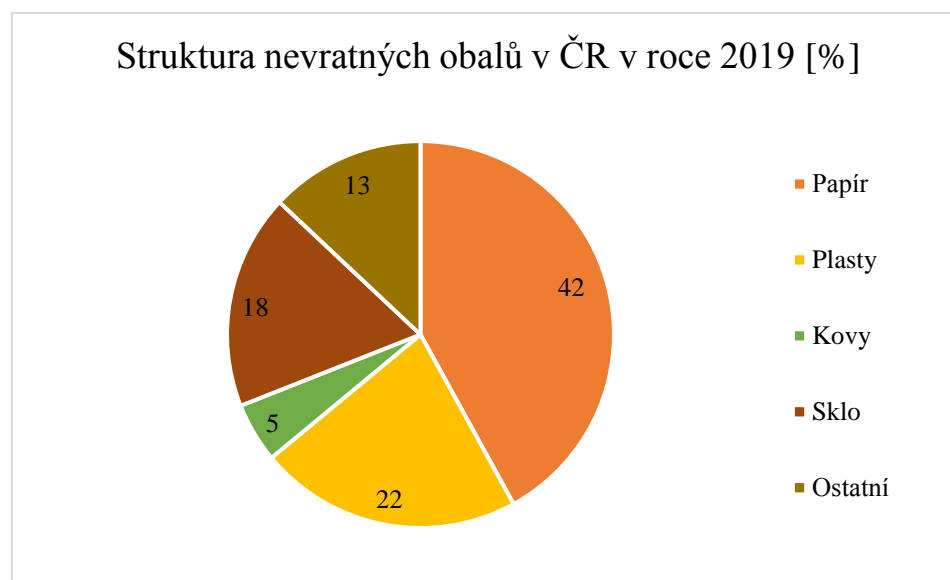
V roce 2019 bylo dosaženo 73 % míry recyklace a využití obalových odpadů. Jednotlivé složky jsou představeny na obrázku 8. (20)



Obrázek 8. Grafické znázornění míry recyklace a využití obalových odpadů v ČR v roce 2019

Zdroj: <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/aktualni-stav>

Materiálová struktura obalů, které klienti EKO-KOM používají k balení svých produktů, se prakticky nemění, liší se pouze procentuální podíl v jednotlivých letech. Struktura nevratných obalů v roce 2019 je znázorněna na obrázku 9. (21)



Obrázek 9. Grafické znázornění struktury nevratných obalů v ČR v roce 2019

Zdroj: <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/vysledky-systemu/vyrocní-shrnutí>

### **4.3 Sběr plastových odpadů**

Třídění plastů začalo v roce 1997, kdy vstoupil v platnost zákon o odpadech. Ve stejném roce byla založena i společnost EKO-KOM, a.s., jejíž úkolem v té době bylo hledání vhodných způsobu sběru odpadů v obcích, včetně odpadů plastových. V tu chvíli byla do projektu zapojena oblast s počtem 120 000 obyvatel. (22)

#### **Co patří a nepatří do kontejnerů na plast**

Do žlutého kontejneru na plasty patří:

- fólie, sáčky,
- obaly od potravin,
- plastové tašky,
- sešlápnuté PET lahve,
- obaly a balící fólie od spotřebního zboží,
- obaly na CD disky,
- kelímky od jogurtů a jiných mléčných výrobků,
- obaly od pracích, čistících a kosmetických přípravků,
- pěnový polystyren v menších kusech. (23) (24)

Do žlutého kontejneru na plasty nepatří:

- obaly od žíravin, barev a jiných nebezpečných látek,
- mastné obaly se zbytky potravin,
- koberce,
- podlahové krytiny,
- novodurové trubky,
- stavební polystyren. (23) (24)

Před vhozením plastových odpadů do kontejneru je vždy nutné co nejvíce zmenšit objem těchto odpadů – díky tomu dojde ke zmenšení počtu svozu, jelikož se do kontejneru vejde více odpadů. (23)

Plastové odpady se mohou sbírat také i do pytlů, které po naplnění kapacity mohou být ručně odloženy do velkokapacitních kontejnerů umístěných na vozidlech nebo do vozidel s lisovací nástavbou. (23)

## 4.3.1 Metody sběru plastových odpadů dle technického vybavení

### 4.3.1.1 Nádobový sběr

V současné době se plastové odpady třídí do žlutých kontejnerů (obrázek 10) nebo do nádob se žlutým víkem. Obvykle se jedná o nádoby o objemu 1 100 litrů. V roce 2019 bylo na území České republiky umístěno více než 206 000 žlutých kontejnerů a menších nádob pro sběr plastových odpadů. Nádobový sběr plastových odpadů je způsob, který většina občanů akceptuje. Vysoké náklady na provoz je hlavní nevýhodou daného způsobu sběru plastových odpadů. (22) (25) (26)



Obrázek 10. Fotografie kontejneru na plast

Zdroj: <http://www.male-brezno.cz/obec-308/sber-odpadu/plast/>

### 4.3.1.2 Pytlový sběr

Občané sbírají plastové odpady do speciálních barevně odlišených pytlů o objemu 120 litrů (obrázek 11), které odnášejí před dům nebo na předem určené místo v obci v den svozu. Daný způsob sběru plastových odpadů nevyžaduje vysoké investiční náklady. Je však nutné si uvědomit, že pytlový sběr plastových odpadů není vhodným způsobem pro vícepodlažní zástavby a využití tohoto způsobu sběru častěji způsobuje znečištění komunikací. (25) (26)



Obrázek 11. Fotografie pytle na plast

Zdroj: <http://www.jihocesketrideni.cz/kalendar2020>

## 4.3.2 Metody sběru plastových odpadů dle dostupnosti sběrného místa

### 4.3.2.1 Donáškový sběr

Donáškový sběr odpadů spočívá v tom, že občané musí donést vytříděné plastové odpady na předem určená místa, kde jsou umístěny barevně odlišné nádoby (obrázek 12), obvykle o objemu 1 100 litrů. Donášková vzdálenost do sběrných míst by neměla být větší než 150 metrů, počet a velikost nádob by měl být optimálně nastaven pro odpady vyprodukované 200 občany. Plasty jsou obvykle odváženy dvakrát týdně. Donáškový způsob sběru plastových odpadů není finančně náročný a pro obyvatele je především známý a přijatelný. Zároveň mají plastové odpady z donáškového sběru horší kvalitu a pro obyvatele je tento způsob náročnější z hlediska umístění sběrných míst. (25) (26)



Obrázek 12. Fotografie barevně odlišných nádob na odpad

Zdroj: [https://www.mzp.cz/cz/news\\_2020-MZP-EKO-KOM-se-dohodly-na-financni-podpore-sberu-kovu-v-obcích](https://www.mzp.cz/cz/news_2020-MZP-EKO-KOM-se-dohodly-na-financni-podpore-sberu-kovu-v-obcích)

### 4.3.2.2 Odvozový sběr

Další možností pro třídění plastových odpadů jsou tzv. odvozové sběry, kdy jednotlivé domácnosti mají vlastní nádoby na plastové odpady, obvykle o objemu 120 nebo 240 litrů (obrázek 13). V den odvozu občané umístí nádoby na veřejnou komunikaci, aby bylo možné odvézt jejich obsah. Odvozový systém sběru plastových odpadů je pro obyvatelstvo nejpříjemnější a plastové odpady mají lepší kvalitu. Hlavní nevýhodou odvozového sběru odpadů jsou vysoké investiční náklady na pořízení nádob na odpady. (25) (26)



Obrázek 13. Fotografie nádoby na plast

Zdroj: <https://www.lyreco.com/webshop/CZCZ/plastovy-kontejner-meva-na-plastovy-odpad-120-l-zluty-product-00000000008263444.html>

### 4.3.3 Metody sběru plastových odpadů dle organizace sběru

#### 4.3.3.1 Stacionární sběr

Stacionární způsoby sběru plastových odpadů zahrnují všechny způsoby, při kterých musí občané donést vytríděné plastové odpady na předem určená místa a odložit je do speciálních nádob pro sběr plastových odpadů. Konkrétně sem patří donáškový a odvozový způsob sběru plastových odpadů. (26)

#### 4.3.3.2 Mobilní sběr

Mezi mobilní způsoby sběru plastových odpadů patří pytlový způsob sběru, jelikož takto vytríděné odpady budou sebrány a odvezeny speciálními dopravními prostředky přímo z místa bydliště obyvatel. (26)

#### 4.4 Svoz plastových odpadů

Svozem odpadů je činnost, při které je obsah sběrných nádob přemístěn do svozových vozidel, která zaručují přepravu odpadů z míst jejich vzniku na místo soustředování, anebo z míst soustředování k místu jejich odstranění. V současné době z celého území České republiky se ročně sváží více než 160 tisíc tun plastových odpadů ke třídění a následnému zpracování. (27) (28)

Svoz odpadů je zajišťován svozovými společnostmi, které nabízejí své služby jak obcím, tak i živnostníkům a subjektům z průmyslového sektoru. Svoz odpadů je placená a předem sjednaná služba. (22)

Ke svozu plastového odpadu dochází v předem stanovených intervalech prostřednictvím speciálně upravených svozových vozidel. Všechna vozidla na převoz odpadu jsou opatřena bílou obdélníkovou značkou s velkým písmenem „A“. Vozidla jsou však často označena i doplňujícími štítky na boku s nápisem „Plast“. (22)

Pro svoz plastů se využívají 2 typy svozových vozidel.

Nejčastěji vytríděné plasty jsou přepravovány svozovými auty s lineárním stlačováním (obrázek 14) – tato vozidla přepravují plastové odpady z kontejnerů s tzv. horním výsypem. Odpad z násypné vany je nabírán stlačovacím zařízením a následně zatlačován do prostoru proti tlaku přední stěny. Pomocí lisu, kterým je vybaven daný druh vozidel, lze objem plastových odpadů snížit až 6krát. Objem nástavby takového vozidla je obvykle 20 m<sup>3</sup>, do níž je možné vysypat až 110 kontejnerů plastových odpadů o objemu 1 100 litrů. (22) (28)



Obrázek 14. Fotografie svozového auta s lineárním stlačováním

Zdroj: <https://www.ktech.cz/vozidla-a-nstavby/linearni-stlacovani>

Plastové odpady mohou být odvezeny i svozovými auty, která jsou vybavena hydraulickou rukou a korbou patřičného objemu nebo tzv. natahovacím kontejnerem (obrázek 15). Pokud jsou plastové odpady přepravovány v otevřené nástavbě či otevřeném kontejneru, je náklad obvykle zajištěn sítí proti nežádoucím úletům. (22)



Obrázek 15. Fotografie svozového auta s hydraulickou rukou a korbou

Zdroj: <https://www.mariuspedersen.cz/cs/o-marius-pedersen/sluzby/2.shtml>

#### 4.5 Dotříd'ovací linky

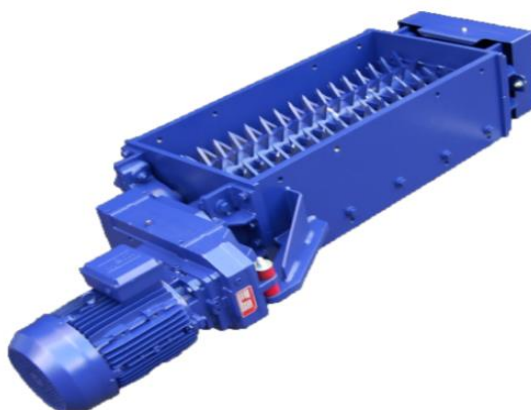
Před odesláním tříděných plastových odpadů k recyklaci nebo jinému zpracování, musí veškeré odpady projít složitým procesem třídění a kontroly kvality. Právě k tomu se používají dotříd'ovací linky (obrázek 16). Na dotříd'ovacích linkách se dotříd'ují papírové, kartonové nebo plastové odpady, jejichž technologie dotříd'ování je velmi podobná. Na dotříd'ovacích linkách v České republice se denně dotříd'uje až 475 tun plastových odpadů. Odpady na dotříd'ovací linku jsou sváženy nákladními vozy z barevných kontejnerů, které jsou umístěny v dané svozové oblasti. Zde se odpady dotříd'ují dle jednotlivých komodit, odstraňují se z nich nečistoty, případně se odpady nějak upravují. Vytříděné a vyčištěné odpady se lisují a poté se předávají odběratelům k dalšímu zpracování. Dotříd'ovací linka se obvykle skládá z velkých skladovacích hal, několika dopravníků, samotné linky s obsluhou a několika lisů na výrobu balíků vytříděných odpadů. Hromady odpadů jsou nakladačem přesouvány na dopravníky, které je dopraví na linku ručního třídění. Další možností přesunu odpadů na pás je manuální, kdy pracovník pomocí lopaty posouvá odpady na pás vedoucí do třídírny. Několik pracovníků stojí u pásu a sledují veškeré odpady, které přijíždí. Vedle každého pracovníka jsou umístěny koje, do kterých pracovník hází různé komodity, jako jsou PET lahve, fólie bílá, fólie barevná, HDPE obaly, tvrdý plast apod. (28) (29) (30)



Obrázek 16. Fotografie dotřídovací linky

Zdroj: <https://www.fcc-group.eu/cs/ceska-republika/novinky/nova-tridici-linka-ve-vratimove-zahajila-provoz.html>

Plné ani uzavřené lahve již na současných dotřídovacích linkách nepředstavují žádný problém. Vytříděné do jednotlivých komodit odpady putují do lisu, kde z nich budou vytvořeny balíky. Tento lis je vybaven perforátorem (obrázek 17), který odpady proděraví, a tekutina nebo vzduch z případně zavřených lahví se dostane ven. (30)



Obrázek 17. Fotografie perforátoru

Zdroj: <https://www.rpjr.cz/katalog/recyklacni-technika/perforatory/879397-perforator-pet-lahvi-55kw-pet16/>

Slisované balíky odpadů (obrázek 18) jsou vyváženy na plac před halou. Tam jsou umístěny stovky balíků z PET lahví, z obalů od čisticích prostředků, fólie apod. Tyto balíky následně putují ke zpracovatelům, kteří jsou schopni z těchto odpadů vyrobit další produkty. (29) (30)





Obrázek 18. Fotografie slisovaných balíků odpadů

Zdroj: [https://www.imaterialy.cz/rubriky/materialy/plasty-pro-architekturu-a-stavebnictvi-6-recyklace-plastu\\_101436.html](https://www.imaterialy.cz/rubriky/materialy/plasty-pro-architekturu-a-stavebnictvi-6-recyklace-plastu_101436.html)

Z PET lahví jsou většinou vyráběny znovu PET lahve. Tvrdé plasty se používají k výrobě střešních krytin, plotových dílců, dlažby apod. Fólie se většinou používá k výrobě textilií – ponožek, mikin apod. (29) (30)

Bohužel ne všechny plastové odpady mohou být recyklovány. Po vytřídění zhruba 50 % plastových odpadů projedou linkou dál a nebudou materiálově využity. Zpracovatelé v dnešní době nemají zájem o polystyren, barevné fólie nebo kelímky od jogurtů. Aby nedošlo k plýtvání prací obyvatel při třídění, lze tyto odpady využít jako alternativní palivo. (30)

#### **4.6 Recyklace plastových odpadů**

Úměrně s růstem lidské populace roste spotřeba přírodních zdrojů a jejich zásoby neustále klesají. Přírodní zdroje jsou postupně vyčerpávány a stávají se vzácnými surovinami, jelikož jsou neobnovitelné. Nadměrné využívání přírodních zdrojů také vede ke znečišťování životního prostředí. Pokud nedojde k žádným změnám, bude lidstvo dříve či později čelit nedostatku přírodních zdrojů a nebude schopno zajistit dostatečné množství produktů každodenní potřeby, které se dnes používají k uspokojení jejich potřeb. Kvůli omezení zásob přírodních zdrojů je nyní celá řada průmyslových odpadů recyklována a znovu využita.

##### **Recyklace odpadu**

*„Recyklace odpadu je:*

*a) opětovné použití odpadu v původním nebo následném výrobním procesu (ČSN83 8001),*

*b) proces, kterým jsou odpady z obalů nebo jejich zbytky, případně spolu s dalšími materiály, přeměněny ve výrobek nebo surovinu (zákon č.477/2001 Sb., o obalech),*

*c) přepracování odpadových materiálů ve výrobním procesu k původnímu účelu nebo pro jiné účely, včetně organické recyklace, avšak nikoli pro energetické využití (ČSN EN 13437).“ (26)*

Využívání odpadů jako zdroje druhotných surovin a energie má značné ekonomické účinky. Při využití druhotných surovin ve výrobě dochází k 5-70 % úspoře elektrické energie ve srovnání s výrobou produktů z primárních surovin. Díky recyklaci 1 tuny plastových odpadů dochází k ušetření 2,5 tuny ropy pro výrobu primárních surovin. Plastové odpady lze pomocí moderních technologií přeměnit na pohonné hmoty. Pro energetické využití plastových odpadů jsou charakteristické takové vlastnosti jako bezodpadovost a úplná náhrada palivových hmot. (4) (31)

Během recyklace plastových odpadů může dojít k výskytu takových problémů, jako je nerecyklovatelnost plastů, příměsí v plastových hmotách, které znemožňují recyklaci, prodražení recyklačního procesu kvůli nesprávnému třídění plastů, degradace plastových hmot vlivem vysokých teplot apod. (32)

Na trhu druhotných surovin v České republice dnes působí přibližně 1500 subjektů, z nichž 30 představuje rozhodující podíl na trhu. Ročně je recyklováno více než 130 tisíc tun plastů a připraveno k dalšímu využití. (4)








#### **4.6.1 Recyklační symboly plastových odpadů**

V současné době je k dispozici obrovské množství druhů plastů. Z tohoto důvodu by měl být každý obal označen speciálními recyklačními symboly, pomocí kterých lze zjistit, z jakého plastu je obal vyroben a jak s tímto druhem odpadu zacházet. (33)

Recyklační značka plastů má dvě části – písmenný a číselný kód. V písmenné části recyklační značky je uvedena oficiální zkratka názvu plastu. Číselný kód slouží ke zjištění, z jakého materiálu je tento obal vyroben. (33)

Obaly, určené k recyklaci, jsou opatřeny grafickým symbolem černého trojúhelníku s plnými šipkami. V tabulce 1 jsou zobrazeny veškeré recyklační symboly a je popsán jejich význam. (33)

Tabulka 1. Recyklační symboly plastů

Kód a symbol	Druh plastu	Běžné využití	Vlastnosti
	Polyethylentereftalát	PET lahve, potravinové tácky, polyesterové oblečení	Snadno recyklovatelný
	Polyetylen vysoké hustoty	Kelímky na jogurt, čisticí prostředky a jiné chemikálie	Snadno recyklovatelný
	Polyvinylchlorid	Trubky a hadice, průhledné obaly potravin	Obtížně recyklovatelný, nevhodný na potraviny
	Polyetylen nízké hustoty	Pytle na odpad, měkké plastové lahve, potravinové fólie	Snadno recyklovatelný
	Polypropylen	Víčka na lahve, brčka, potravinové krabičky	Snadno recyklovatelný
	Polystyren	Plastové příbory, obaly na CD, kelímky, talířky	Obtížně recyklovatelný, nedoporučuje se používat na potraviny
	Polykarbonát, umělá pryskyřice a kompozitní materiály	Součástky počítače, elektronika	Obtížně recyklovatelný. Souhrnná třída pro zbylé plasty, které nelze zařadit do žádné ze šesti tříd výše. Nedoporučuje se používat na potraviny

Zdroj: Dorey, M. No. More. Plastic. Ebury Publishing, 2018. str. 160. ISBN 978-1-78503-987-4

#### 4.6.2 Recyklační symboly na plastových obalech

Přibližně 40 % plastu se ročně spotřebovává na výrobu plastových obalů, proto jejich recyklace je velmi důležitá jak z ekonomického hlediska, tak i z ohledu na životní prostředí. Recyklační symboly, které mají velmi vysokou informační hodnotu, se používají pro efektivní recyklaci obalů. Pomocí recyklačních symbolů lze snadno zjistit, z jakého materiálu je obal vyroben a jak se s ním má zacházet po spotřebě obsahu obalu. Recyklační symboly jsou velkou pomocí pro správné třídění odpadů. V dnešní době plastů je velmi důležité vědět, z jakých materiálů byly obaly vyrobeny, jelikož mohou obsahovat nebezpečné nebo toxické látky. V roce 1994 byla přijata směrnice 94/62/EC o obalech a obalových odpadech. Obsahem této směrnice jsou požadavky na označování a nároky na obaly. (34)

Panáček vyhazující obal do koše (obrázek 19) - jedná se o nepovinný recyklační symbol, jehož jediným účelem je informování spotřebitelů, že by měli vyhazovat obaly do správných nádob, čímž přispějí k zabránění znečištění a ochraně životního prostředí. (32) (34)



Obrázek 19. Recyklační symbol panáčka vyhazujícího obal do koše

Zdroj: <https://www.samosebou.cz/2018/04/11/vse-o-recyklačních-symbolech-na-obalech/>

Zelený bod (obrázek 20) - tato ochranná známka má za povinnost informovat spotřebitele o zaplacení recyklačního poplatku za obal na jeho zpětný odběr a následné zpracování pomocí recyklace. (32) (34)



Obrázek 20. Recyklační symbol zeleného bodu

Zdroj: <https://www.samosebou.cz/2018/04/11/vse-o-recyklačních-symbolech-na-obalech/>

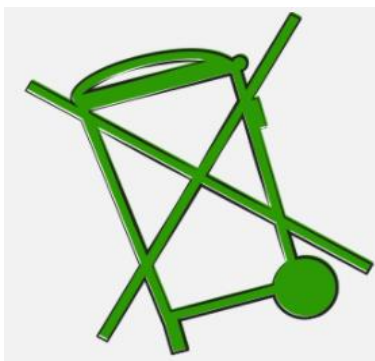
Trojúhelník s obrysovými šipkami (obrázek 21) - tento recyklační symbol informuje o tom, že obal je vyroben z recyklovaného materiálu a je znovu recyklovatelný. Písmena a číslice pod tímto symbolem označují materiál, ze kterého je obal vyroben. (32) (34)



Obrázek 21. Recyklační symbol trojúhelníku s obrysovými šipkami

Zdroj: <https://www.samosebou.cz/2018/04/11/vse-o-recyklicnich-symbolech-na-obalech/>

Přeškrtnutá nádoba (obrázek 22) - tento recyklační symbol označuje, že obal nesmí být tříděn ani do kontejnerů na tříděný odpad, ani do směsného nebo komunálního odpadu. Obal má být odevzdán prodejci nebo v rámci obce k ekologické likvidaci. (32) (34)



Obrázek 22. Recyklační symbol přeškrtnuté nádoby

Zdroj: <https://www.samosebou.cz/2018/04/11/vse-o-recyklicnich-symbolech-na-obalech/>

Trojúhelník s plnými šipkami (obrázek 23) - daný symbol je obvykle doplněn čísly a písemnými zkratkami a informuje o tom, že obal je možno zpracovat pomocí recyklace. (32) (34)



Obrázek 23. Recyklační symbol trojúhelníku s plnými šipkami

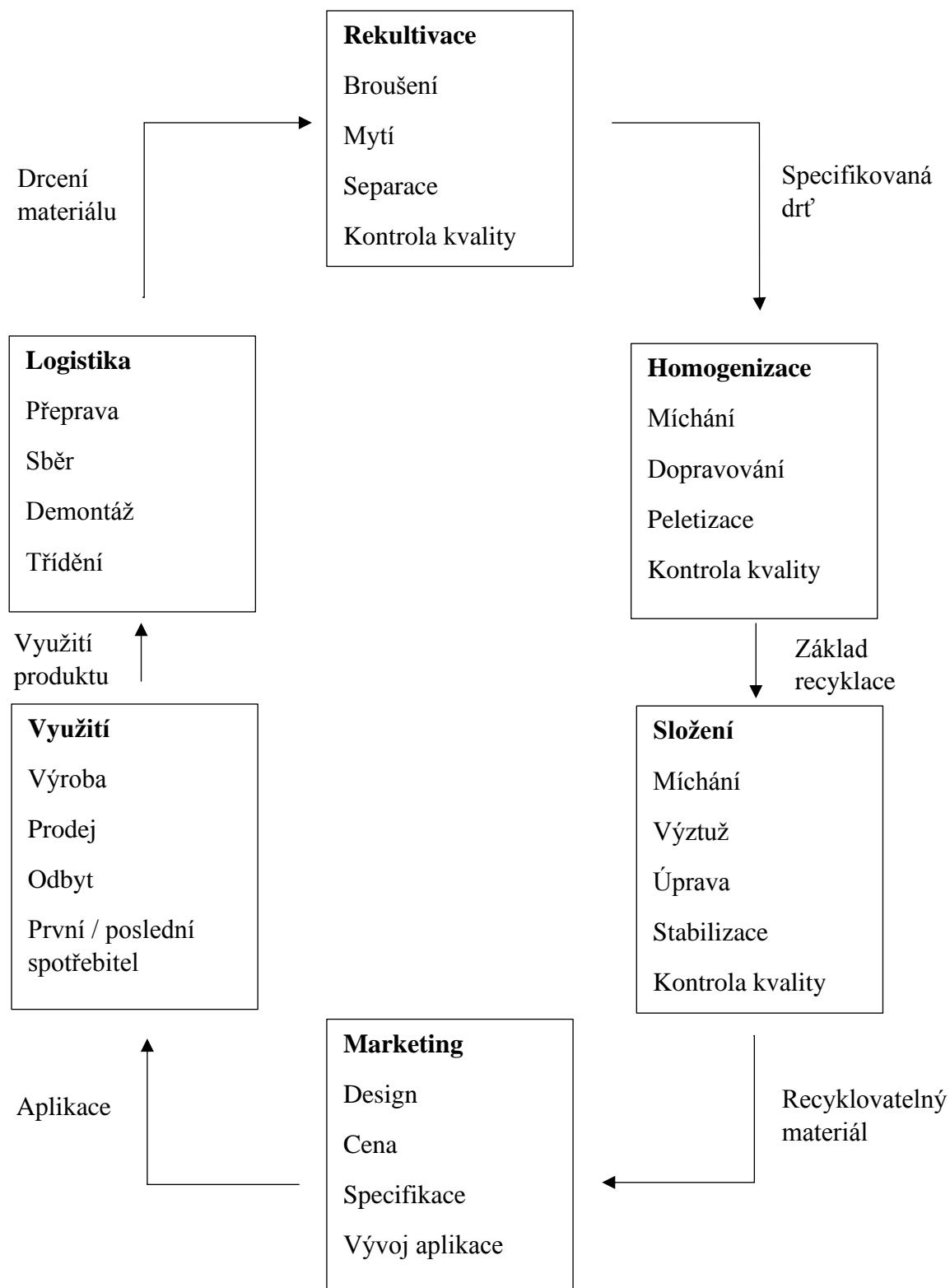
Zdroj: <https://www.samosebou.cz/2018/04/11/vse-o-recyklicnich-symbolech-na-obalech/>

### 4.6.3 Proces recyklace plastových odpadů

Recyklace plastů je relativně nové odvětví recyklačního průmyslu. Díky vědeckým pokrokům a novým technologiím se využití recyklovaných plastů neustále rozšiřuje. Recyklované plasty se obvykle přimíchávají k primárním plastům, čímž se snižuje cena, ale kvalita výrobků zůstává téměř vždy stejná. (4)

Odpadní plasty se využívají dvěma způsoby – energeticky a materiálově. Při energetickém využití lze plastové odpady přeměnit na energii, teplo nebo páru a nahradit tak fosilní paliva. Materiálové využití znamená chemická, biologická či mechanická recyklace. Chemickou recyklací se rozumí destrukce plastových odpadů na monomery zplyňováním nebo depolymerací, což umožňuje jejich další využití v chemických výrobcích. Biologická recyklace se používá pro aerobní nebo anaerobní zpracování biologicky rozložitelných plastových odpadů. Během chemické a biologické recyklace dochází ke změnám ve struktuře materiálů a k vyprodukování surovin, prvků anebo energie. Mechanická recyklace je zpracování plastových odpadů na druhotnou surovinu nebo výrobky beze změn chemické struktury materiálů. Během mechanické recyklace dochází k drcení, tavení nebo granulaci plastových odpadů. (2) (4)

Nejčastěji používanou metodou recyklace plastových odpadů je mechanická recyklace (obrázek 24). Celý proces mechanické recyklace začíná „logistikou“, která zahrnuje přepravu, sběr, třídění, drcení a kontrolu kvality. Dalším krokem je „rekultivace“, kam patří mletí, praní, separace a klasifikace drceného materiálu. Ve třetím kroku „homogenizace“ dochází ke skladování, míchání, přepravě a peletizaci drtě. V kroku „složení“ se plastová drť smíchá, vyztužuje, plní a stabilizuje podle požadavků zákazníka. V dalším kroku „marketing“ je recyklovaný materiál uváděn na trh. Posledním krokem mechanické recyklace je „využití“, při kterém se z přepracovaného materiálu vyrábějí nové výrobky, které po ukončení životnosti mohou být vráceny do procesu recyklace. (2)



Obrázek 24. Schéma mechanické recyklace

Zdroj: Schönmayr, D. *Automotive Recycling, Plastics, and Sustainability*. Graz/Linc : University of Graz, 2017. str. 199. ISBN 978-3-319-57400-4

Hlavní překážkou účinné recyklace plastových odpadů je skutečnost, že komunální plastové odpady jsou směsí různých plastů, natož kontaminovaných. Veškeré plastové odpady proto je potřeba nejdříve roztřídit na třídících závodech, kde jsou vytříděny snadno recyklovatelné složky plastových odpadů. Pro různé typy plastů je potřeba využít rozdílné recyklační postupy. (26)

Nejčastěji recyklovatelnou složkou plastových odpadů jsou PET lahve, u nichž existuje několik způsobů recyklace. První způsob je mechanický, jehož výsledným produktem jsou vločky, používané k výrobě vláken. Termický způsob recyklace PET lahví se používá, když nelze vločky zpracovat přímo do podoby vláken. V případě termického způsobu recyklace jsou vločky nejdříve přetaveny a připraví se z nich regranulát. Chemický způsob recyklace PET lahví spočívá v rozložení plastu na původní monomery (kyselinu tereftalovou a etylenglykol). (26)

Tohoto rozložení lze dosáhnout několika způsoby, a to:

- rozkladem metanolem (metanolýza), která probíhá za teploty 180 ° C a tlaku 2,6 MPa,
- rozkladem etylenglykolem (glykolýza), která probíhá za teploty 197 ° C,
- rozkladem hydroxidem sodným. (26)

PVC fólie jsou tříděny podle barvy a přepracovány opět na materiál pro výrobu fólií. Postup spočívá v mletí fólií na nožových mlýnech, praní, sušení a zpracování vytlačováním na granulát. Jemnější nečistoty odcházejí spolu s prací vodou přes bubnové síto. Separace ve dvou dalších technologických stupních v hydrocyklonech se používá k oddělení hrubších nečistot (papír, kov, jiné druhy plastu). (26)

#### **4.6.4 Produkty recyklace plastových odpadů**

Nejjednodušší a nejlevnější metodou recyklace plastových odpadů je jejich přeměna na plastovou drť (obrázek 25). K utváření plastové drtě dochází při mletí nebo drcení běžných druhů plastu jako je PE, PP, PVC, PA, PS apod. Využití plastové drtě ve výrobě nových produktů přispívá k ušetření finančních prostředků a k ohleduplnému chování vůči životnímu prostředí. Z plastové drtě se vyrábí další plastové výrobky, jako jsou kompostéry či pytle na odpad. (35)





*Obrázek 25. Fotografie plastové drtě*

*Zdroj: <https://www.puruplast.cz/plastove-drte/>*

Plastové aglomeráty (obrázek 26) se tvoří během recyklace takových plastových odpadů jako jsou fólie, vlákna a textilie. Plastové aglomeráty se vyrábí z očištěné, suché namleté plastové fólie, ze které jsou provazce – aglomeráty vyráběna díky využití principů zvýšení entalpie a změny entropie. Následně jsou tyto provazce namlety na menší kusy o rozměrech 8 až 10 mm. Polyethylenový aglomerát se využívá k výrobě travních bloků a je výchozím materiálem pro výrobu regranulátu. (36)



*Obrázek 26. Fotografie plastového aglomerátu*

*Zdroj: <https://www.puruplast.cz/plastove-aglomeraty/>*

Plastové regranuláty (obrázek 27) jsou konečnými produkty celého procesu recyklace plastů, které se tvoří při tepelném zpracování na extruderu. Extruder pracuje na principu tavení a vytlačování vstupního materiálu ven ze stroje. Extrudovaná tavenina se následovně řeže nebo granuluje upravitelnou hlavicí. Výsledkem celého procesu je právě regranulát, který se využívá jako surovina pro výrobu zatravnovací dlažby, kompostérů, plastových trubek, pytlů na odpad apod. (37)



Obrázek 27. Fotografie plastového regranulátu

Zdroj: <https://www.puruplast.cz/plastove-regranulaty/>

#### 4.6.5 Způsob využití recyklovaných plastů

Téměř polovinu odpadových plastů tvoří PET lahve, jejichž regranulát se využívá při výrobě vláken, technických textilií, izolačních pásek, a v poslední době roste jeho využití jako suroviny pro výrobu PET lahví. Je to způsobeno vývojem nových technologií na výrobu lahví, díky nimž lze dnes vyrobit lahev takovým způsobem, že recyklovaný materiál je potažen hmotou z primárního materiálu. (26)

Z odpadních polyvinylchloridových lahví se vyrábějí odpadní potrubí, extrudované profily a desky. Směsné odpady PVC a polyolefinů se zpracovávají na palety a dílce pro podlahy průmyslových zařízení. Netříděné plastové odpady se využívají pro výrobu přiček, cívek, regeneračních trubic apod. (4)

Směsné recyklované plasty lze použít pro výrobu laviček v parku, květináčů, hraček, oplocení anebo protihlukových bariér, což vede k úspoře přírodních zdrojů. (4)

Zvýšená recyklace a používání recyklovaných plastů může vytvořit oběhové hospodářství pro plasty, což sníží znečištění životního prostředí a společenská rizika pro ekonomickou a politickou závislost na fosilních palivech. (4)

## 5 Praktická část

### 5.1 Charakteristika zvolené dotřídovací linky

Pro analýzu třídění plastu dovezeného z různých zástaveb byla vybrána dotřídovací linka ve Středočeském kraji. Plastové odpady jsou sváženy z okolí v dosahu padesáti kilometrů.

Dotřídovací linka je určena k úpravě vybraných druhů odpadů tříděním. Dotřídovací linka je jedním ze zařízení systému sběru separovaného komunálního odpadu z Prahy a ostatních městských a vesnických zástaveb z okolí. Zároveň je zařízení využíváno pro zpracování určitých druhů odpadů přijatých od fyzických osob s oprávněním k podnikání a právnických osob, s nimiž má provozovatel zařízení uzavřené smlouvy.

V zařízení jsou vyřídovány tyto odpady:

- 15 01 01 „Papírové a lepenkové obaly“, kategorie „Ostatní“,
- 15 01 02 „Plastové obaly“, kategorie „Ostatní“,
- 20 01 01 „Papír a papírová lepenka“, kategorie „Ostatní“,
- 20 01 39 „Plasty“, kategorie „Ostatní“.

Dotřídovací linka je umístěna v montované hale typu HARD, která se nachází v jižní části areálu obsluhy skládky. Osvětlení zajišťují dvě řady oken, která jsou umístěna po obou delších stranách budovy. Pro dostatečné osvětlení se v hale také využívá umělé osvětlení. Vstup do haly je umožněn dvěma bránami z jedné delší strany. První brána se používá hlavně pro příjem odpadů, dovezených svozovými automobily, druhý vjezd slouží především k odvozu zpracovaných a rozříděných plastových odpadů.

Odpady přijaté ke zpracování na dotřídovací lince se váží na mostové váze, která se nachází v areálu skládky.

Na lince jsou ručně dotřídovány využitelné složky odpadů plastu (dutý plast, fólie bílá, fólie barevná, PET lahve dle jednotlivých barev, polypropylen, polyethylen, aj.). Papírové odpady (karton, papír) nejsou dotřídovány na lince, jdou pouze přes dopravník a lis k expedici.

Dále zde mohou být dotřídovány dřevěné obaly, kovové obaly, kompozitní obaly, směsný komunální odpad, odpad z tržišť a objemný odpad.

Na lince probíhají dva cykly dotřídování:

- třídění směsného plastu,
- třídění směsného papíru.

Plasty ke zpracování svozové automobily sváží do haly dotříd'ovací linky, kde jsou plastové odpady dále roztříděny podle druhu plastu. Následně jsou roztříděné plasty slisovány do balíků o hmotnosti přibližně 300 kg. Balíky se následně ukládají na manipulační ploše v areálu, odkud jsou pravidelně předávány k dalšímu využití.

Papír ke zpracování svozové automobily také sváží do haly linky, kde jsou následně ručně dotříd'ovány využitelné složky papíru (karton, papír).

Svoz vstupního materiálu do haly dotříd'ovací linky je zajišťován svozovými automobily provozovatele nebo externími společnostmi.

Přejímku odpadů do zařízení a kontrolu kvality odpadů provádí vedoucí směny. Prvním krokem je vizuální kontrola odpadů a porovnání s dokumentací odpadů, která je součástí smluv s obcí, z nichž jsou odpady sváženy. V dalším kroku vedoucí směny zaznamenává množství odpadů, které byly přijaty do zařízení. Vedoucím směny se provádí průběžná evidence přijatých odpadů, kde eviduje katalogová čísla přijatých odpadů, množství odpadů v jednotlivých dodávkách a také předpokládanou frekvenci dodávek odpadů se stejnými katalogovými čísly a vlastnostmi.

Zdrojem pro vytápění objektu dotříd'ovací linky je teplo z výměníku kogenerační jednotky, která spaluje skládkový plyn ze skládky komunálních odpadů, která je součástí areálu. Třídící kabina je vybavena elektrickými přímotopnými tělesy s automatickou regulací. Pro přívod a odvod vzduchu se používají ventilátory.

V rámci haly je vybudováno sociální zázemí pro pracovníky, které odpovídá podmínkám krajské hygienické stanice – šatna čistá, šatna špinavá, denní místnost, umývárna a toalety. Na zaměstnance dotříd'ovací linky působí vnější vlivy jako hlučnost a prašnost.

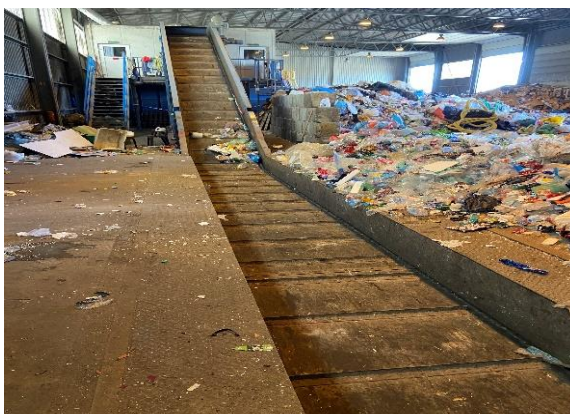
## **5.2 Konstrukce dotříd'ovací linky**

Mezi základní technologické části dotříd'ovací linky patří:

- příjmový dopravník,
- třídící pás,
- kabina pro třídění odpadů se shozy do automaticky vynášecích boxů,
- vynášecí dopravníky boxů,
- kontinuální lis,
- drtič.

### 5.2.1 Příjmový dopravník

Příjmový dopravník (obrázek 28) je umístěn podél stěny haly. Rovná část tohoto zařízení se nachází pod úrovní podlahy. Příjmový dopravník je jedním z druhů řetězopásových dopravníků a je vybaven gumovým pásem a hrabičkami z oceli. Pro vstup zpracovávané suroviny na příjmový dopravník se využívá čelní nakladač nebo upravený vysokozdvizný vozík. Na příjmovém dopravníku dochází k první kontrole odpadů a vytřídění příměsí, které se nesmí dostat do další etapy vytřídění. Mezi takové příměsí patří např. objemné odpady, tašky a pytle, velké kartony a další předměty, které by mohly poškodit technologii.



Obrázek 28. Fotografie příjmového dopravníku

Zdroj: sledovaná společnost

### 5.2.2 Třídící pás

Rychlostně regulovatelný třídící pás se využívá pro ruční třídění odpadů. Pás je osvětlen zářivkami a z jakéhokoli místa je možno pás zastavit kabelovým spínačem, který se nachází uprostřed nad dopravníkem. Podél třídícího pásu je umístěno 5 párů shozů, do nichž se vytřídí až 10 frakcí. K plnění shozů dochází plněním shora. Nevytříděné plastové odpady z třídícího pásu putují přes dopravník zbytkových frakcí do kontejneru. Tyto odpady mají katalogové číslo 19 12 01 (papír a lepenka) a 19 12 12 (jiné odpady) včetně směsí materiálů z mechanické úpravy odpadu neuvedené pod číslem 19 12 11.

### 5.2.3 Kabina pro třídění odpadů se shozy do automaticky vynášecích boxů

Třídící pás, podél kterého stojí pracovníci obsluhy, prochází kabinou pro ruční třídění odpadů. Jednotlivé vytříděné komodity pracovníky obsluhy shazují do automaticky vynášecích boxů, které jsou umístěny pod třídící kabinou. Kabina ručního třídění (obrázek 29) je namontována na ocelové plošině, a je vybavena přístupovým schodištěm z obou stran. Okna a dveře v kabině ručního třídění odpadů jsou plastové. K výměně vzduchu v prostoru kabiny

ručního třídění odpadů dochází pomocí vzduchotechniky. K výměně vzduchu dochází přibližně 10krát za hodinu.

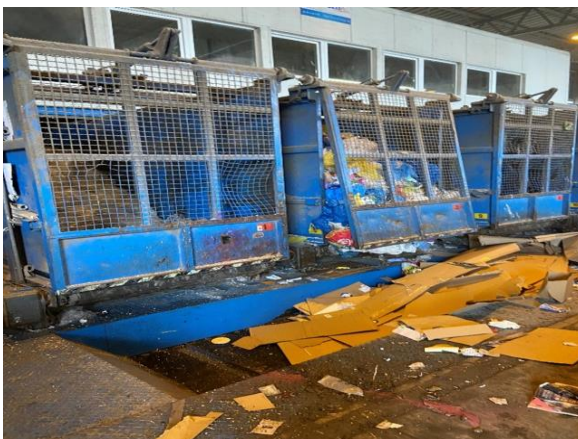


Obrázek 29. Fotografie kabiny ručního třídění

Zdroj: sledovaná společnost

#### 5.2.4 Vynášecí dopravníky boxů

Jednotlivé vytríděné komodity odpadu jsou shromážděny v zásobních boxech, které jsou vybavené posuvným dnem a umístěné pod třídící kabinou. Zásobní boxy (obrázek 30) jsou plněné shozem. Zásobníkový dopravník je směrem k vynášecímu dopravníku do lisu opatřen dálkově ovládanými vraty. Ta se využívají v případě naplnění zásobních boxů vytríděnými plasty pro odsouvání posuvného dna zásobních boxů, čímž dochází k jejich vyprázdnění.



Obrázek 30. Fotografie zásobních boxů

Zdroj: sledovaná společnost

#### 5.2.5 Kontinuální lis

Vytríděné plastové odpady podle jednotlivých komodit se posouvají do lisu, v němž je umístěn perforátor, který odpady proděraví, a během procesu lisování tekutina nebo vzduch z odpadů unikne.

Plnění lisu vyříděnými komoditami je zajišťováno zapuštěným dopravníkem před boxy a dopravníkem pro plnění lisu shora. Pomocí dopravníku umístěného před boxy je možné přijímat čistou surovinu, která je určena přímo pro lisování. Automatický kontinuální lis (obrázek 31) slouží k výrobě balíků, a rovněž je automaticky svazuje vázacím drátem. Pro odvoz balíku z automatického kontinuálního lisu se využívá vysokozdvizný vozík, který balíky odváží a ukládá na zpevněné plochy v areálu zařízení dle provozních možností provozovatele. Slisované balíky jednotlivých vyříděných komodit jsou předávány k dalšímu zpracování odběratelům na základě předem uzavřených smluv.



Obrázek 31. Fotografie lisu na odpad

Zdroj: sledovaná společnost

### 5.2.6 Drtič

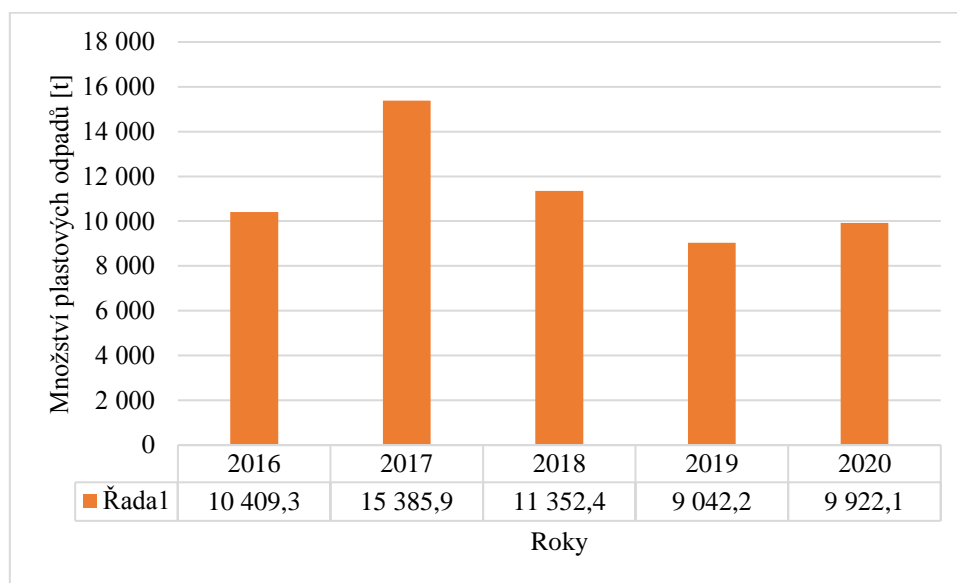
K drcení odpadu, který vznikl při třídění, lze využít drtič umístěný v prostorách dotřídňovací linky, nebo v její bezprostřední blízkosti. K drcení odpadů dochází za účelem zvýšení objemové hmotnosti odpadů. Odpady v drtiči lze drtit dvěma způsoby. První možností je drtit pouze odpady, které mají stejné katalogové číslo. Druhou možností je drcení odpadů s různými katalogovými čísly. V tom případě výstupem bude katalogové číslo toho odpadu, kterého ve směsi odpadů bylo nejvíc.

## 5.3 Analýza získaných dat

### 5.3.1 Celkové vstupy plastových odpadů na dotříd'ovací linku

Pro účely této diplomové práce byla poskytnuta data ohledně plastových odpadů za roky 2016 až 2020 společností, která provozuje dotříd'ovací linku. Pro přehlednost byla data rozdělena do jednotlivých let.

Graf zobrazený na obrázku 32 znázorňuje trend vstupů plastových odpadů na dotříd'ovací linku v letech 2016 až 2020. V roce 2016 bylo na dotříd'ovací linku dovezeno 10 409,3 tun plastových odpadů. Za posledních 5 let bylo dovezeno nejvíce plastových odpadů v roce 2017, konkrétně 15 385,9 tun. V následujícím roce došlo k mírnému poklesu, a celkové vstupy plastových odpadů činily 11 352,4 tun. Nejmenší množství plastových odpadů na zkoumanou dotříd'ovací linku bylo dovezeno v roce 2019 – 9 042,2 tun. V roce 2020 mely vstupy plastových odpadů rostoucí tendenci – bylo dovezeno celkem 9 922,1 tun.



Obrázek 32. Grafické znázornění množství plastových odpadů v jednotlivých letech

Zdroj: sledovaná společnost

#### 5.3.1.1 Vstupy plastových odpadů na dotříd'ovací linku v letech 2019 a 2020

Pro provedení podrobné analýzy třídění plastových odpadů na dotříd'ovací lince byly vstupy plastových odpadů v letech 2019 a 2020 rozděleny do čtvrtletí a dle jednotlivých komodit.

V roce 2019 bylo přijato celkem 9 042,2 tun plastových odpadů. Nejvíce bylo dovezeno ve 3. čtvrtletí, konkrétně 2 415,5 tun. Nejmenší množství vstupů bylo v 1. čtvrtletí, a to



2 038,1 tun. V níže uvedené tabulce 2 jsou plastové odpady rozděleny dle druhů do jednotlivých čtvrtletí.

Tabulka 2. Vstupy plastových odpadů v roce 2019 [t]

	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	Celkem
Neupravený plast	1 708,1	1 882,8	2 100,5	2 030,8	7 722,2
Dutý plast	40	25	20	80	165
Fólie bílá	25	25	5	30	85
Fólie barevná	265	230	210	200	905
PET lahve	0	5	70	40	115
Směsný plast	0	10	10	30	50
Celkem za čtvrtletí	2 038,1	2 177,8	2 415,5	2 410,8	
Celkem za rok					9 042,2

Zdroj: sledovaná společnost

V roce 2020 bylo na dotřídovací linku celkem přijato 9 922,1 tun plastových odpadů. Rozdělení dle čtvrtletí a jednotlivých komodit je uvedeno v tabulce 3. Stejně jako v roce 2019, nejvíce plastových odpadů bylo dovezeno ve 3. čtvrtletí, a to 2 726,1 tun. Nejnižší hodnoty vstupů na dotřídovací linku za rok 2020 byly v 1. čtvrtletí, konkrétně 2 108,5 tun plastových odpadů.

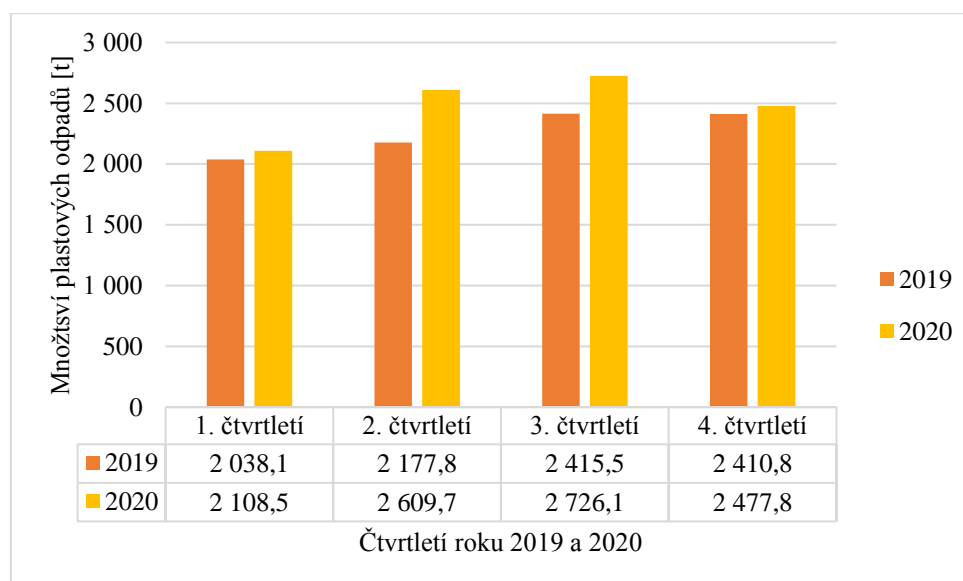
Tabulka 3. Vstupy plastových odpadů v roce 2020 [t]

	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	Celkem
Neupravený plast	1 768,5	2 459,7	2 476,1	2 220,8	8 925,1
Dutý plast	70	50	25	35	180
Fólie bílá	20	5	20	32	77
Fólie barevná	120	40	85	60	305
PET lahve	80	45	80	115	320
Směsný plast	50	10	40	15	115
Celkem za čtvrtletí	2 108,5	2 609,7	2 726,1	2 477,8	
Celkem za rok					9 922,1

Zdroj: sledovaná společnost

Z tabulek 2 a 3 je patrné, že v roce 2020 bylo na zkoumanou dotřídňovací linku dovezeno více plastových odpadů než v roce 2019, konkrétně 9 922,1 tun. V roce 2019 bylo dovezeno celkem 9 042,2 tun plastových odpadů.

Z porovnání jednotlivých čtvrtletí v letech 2019 a 2020 lze konstatovat, že největší rozdíl byl ve 2. čtvrtletí, kdy v roce 2020 byly vstupy plastových odpadů větší o 431,9 tun. Nejmenší rozdíl byl pozorován ve 4. čtvrtletí, kdy v roce 2020 byly vstupy plastových odpadů větší o 67 tun. Grafické znázornění výše popsané situace je znázorněno na obrázku 33.

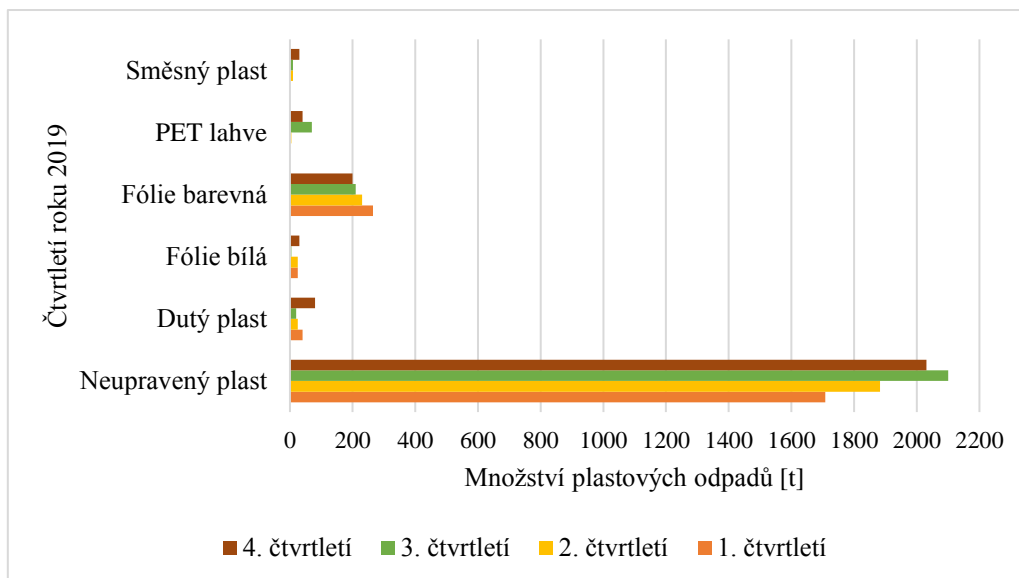


Obrázek 33. Grafické znázornění rozdílu vstupů plastových odpadů za jednotlivá čtvrtletí v letech 2019 a 2020

Zdroj: vlastní zpracování

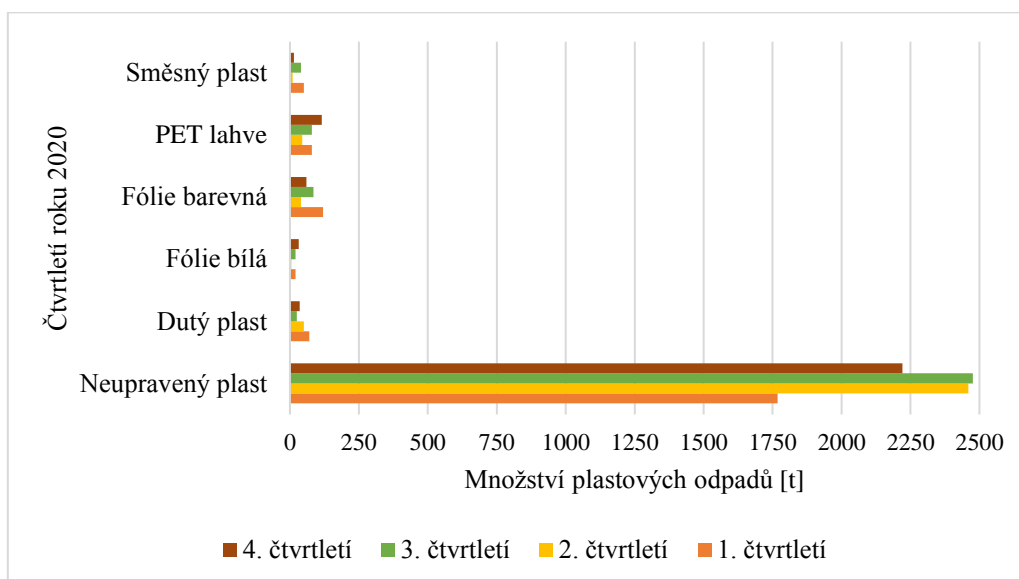
### 5.3.1.2 Porovnání množství vstupů jednotlivých komodit v letech 2019 a 2020

Z tabulek 2 a 3 je zřejmé, že v jednotlivých letech byl největší rozdíl v dovezeném množství plastových odpadů mezi množstvím neupraveného plastu. V roce 2019 bylo dovezeno 7 722,2 tun plastových odpadů uvedené komodity, natož v roce 2020 došlo k nárůstu množství dovezeného neupraveného plastu. Za rok 2020 bylo na dotřídňovací linku dovezeno celkem 8 925,1 tun neupraveného plastu. Nejmenší rozdíl byl mezi dovezeným množstvím fólie bílé. V roce 2019 bylo dovezeno celkem 85 tun, v roce 2020 toto množství odpovídalo 77 tunám plastových odpadů dané komodity. Grafické znázornění množství jednotlivých komodit pro roky 2019 a 2020 je zobrazeno na obrázcích 34 a 35.



Obrázek 34. Grafické znázornění množství jednotlivých komodit v roce 2019

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 35. Grafické znázornění množství jednotlivých komodit v roce 2020

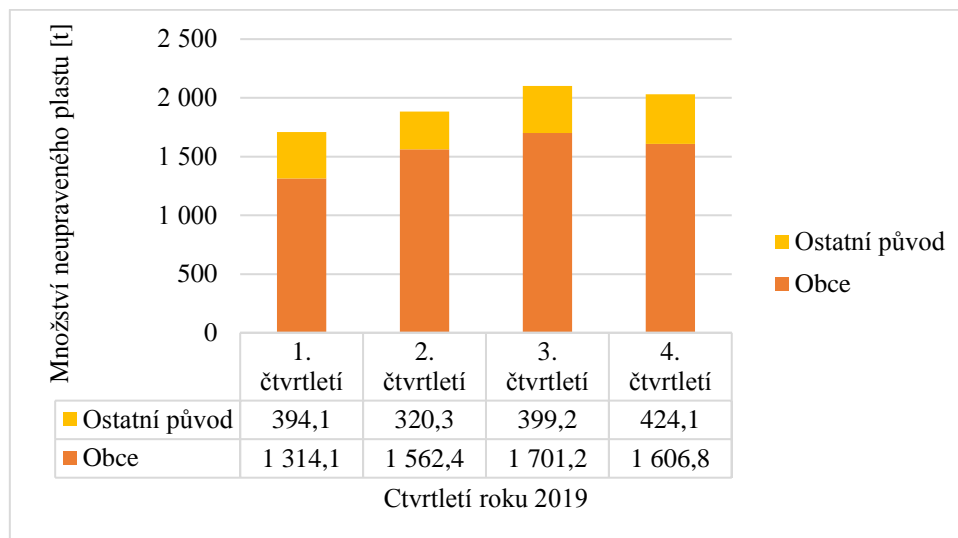
Zdroj: vlastní zpracování

### 5.3.1.3 Původ vstupů jednotlivých komodit v letech 2019 a 2020

Plastové odpady, dovezené na sledovanou dotřídovací linku mají různý původ, většina je ale dovezena z obcí z blízkého okolí, přibližně 25 % mají ostatní původ, např. z průmyslu.

Všech 165 tun odpadů z dutého plastu, které byly v roce 2019 dovezeny na dotřídovací linku, mají jiný původ než z obcí. Stejně tak všechny odpady, zastoupené bílou fólií (85 tun) a barevnou fólií (905 tun), mají jiný původ než z okolních obcí. Ostatní plastové odpady sestávající z PET lahví (115 tun) a směsného plastu (50 tun) byly dovezeny z obcí. Neupravené

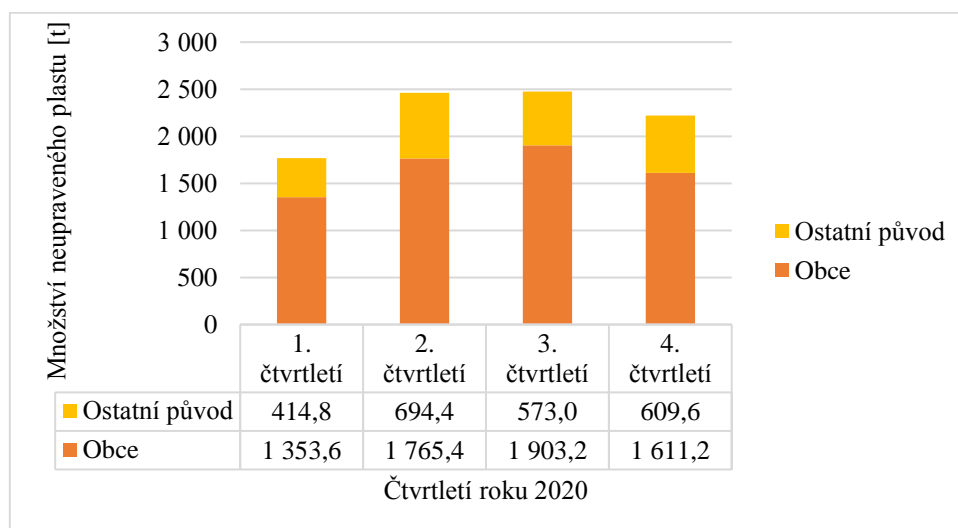
plasty, jejichž původ je znázorněn na obrázku 36, byly dováženy jak z obcí (6 184,5 tun), tak i z ostatních sektorů (1 537,7 tun).



Obrázek 36. Grafické znázornění původu neupraveného plastu v roce 2019

Zdroj: vlastní zpracování

Všechny plasty, které byly dovezeny na dotřídňovací linku v roce 2020 a spadají do komodit dutý plast (180 tun), fólie bílá (77 tun) a fólie barevná (305 tun), mají jiný původ než z obcí. Komodity tvořené PET lahví (320 tun) a směsným plastem (115 tun) byly dovezeny z obcí v bezprostřední blízkosti linky. Na obrázku 37 je znázorněn původ neupraveného plastu, jelikož tato komodita byla jako jediná dovážena jak z obcí (6 633,4 tun), tak i z ostatních míst tvorby a sběru odpadů (2 291,8 tun).



Obrázek 37. Grafické znázornění původu neupraveného plastu v roce 2020

Zdroj: vlastní zpracování

### 5.3.2 Využití kapacity dotřídovací linky

Z informací poskytnutých pracovníky dotřídovací linky je známo, že celková maximální roční kapacita je 35 000 tun odpadů. Okamžitá kapacita nevytříděných odpadů je 1 000 tun. V zařízení se dotřídují papírové a plastové odpady. Papírové odpady se třídí na dvě komodity, a to na karton a papír. Papírové odpady nejdou na dotřídovací linku, ale pouze přes dopravník a lis. Z toho důvodu při výpočtu kapacity dotřídovací linky pomocí vzorce  $1/m$  množství papírových odpadů nebude bráno v úvahu.

Pro výpočet využití kapacity dotřídovací linky bude použita maximální roční kapacita, tedy 35 000 tun odpadů a maximální čtvrtletní kapacita, která vychází 8 750 tun odpadů. Z výpočtu je zřejmé, že v roce 2019 byla kapacita dotřídovací linky využita z 25,83 %. V následujícím roce došlo k nárůstu využití kapacity linky o 2,52 %, z čehož vyplývá, že v roce 2020 byla kapacita linky využita z 28,35 %. Výpočet využití kapacity dotřídovací linky v letech 2019 a 2020 dle jednotlivých čtvrtletí je uveden v tabulce 4.

Tabulka 4. Využití kapacity dotřídovací linky

Rok	Čtvrtletí	Množství [t]	Maximální kapacita [t]	Využití kapacity [%]
2019	1. čtvrtletí	2 038,1	35 000	5,82
	2. čtvrtletí	2 177,8		6,22
	3. čtvrtletí	2 415,5		6,90
	4. čtvrtletí	2 410,8		6,89
	Celkem za rok	9 042,2		25,83
2020	1. čtvrtletí	2 108,5	35 000	6,02
	2. čtvrtletí	2 609,7		7,46
	3. čtvrtletí	2 726,1		7,79
	4. čtvrtletí	2 477,8		7,08
	Celkem za rok	9 922,1		28,35

Zdroj: vlastní zpracování

Z výpočtů v tabulce 4 lze posoudit, že k nejmenšímu využití kapacity linky docházelo v 1. čtvrtletích let 2019 a 2020. V roce 2019 došlo na dotřídovací lince k 5,82 % využití roční kapacity linky. V roce 2020 došlo k nárůstu o 0,2 % a využití celkové kapacity linky odpovídalo 6,02 %. Největší rozdíl ve využití kapacity dotřídovací linky mezi jednotlivými čtvrtletí lze pozorovat mezi 2. čtvrtletí let 2019 a 2020, kdy rozdíl byl 1,24 %. Naopak nejmenší rozdíl byl mezi 4. čtvrtletí let 2019 a 2020 a odpovídal hodnotě 0,19 %.

### 5.3.3 Celkové výstupy plastových odpadů z dotřídovací linky

Údaje o výstupech plastových odpadů z dotřídovací linky byly taktéž poskytnuty společnostmi provozující danou dotřídovací linku. Plastové odpady, dotříděné na sledované lince, mají materiálové nebo energetické využití. Většina plastových odpadů však skončila na skladě nebo na skládce. Od 1.1.2021 je zakázané skládkování výmětu z třídících linek a odpadů z tříděného sběru (plast, papír apod.).

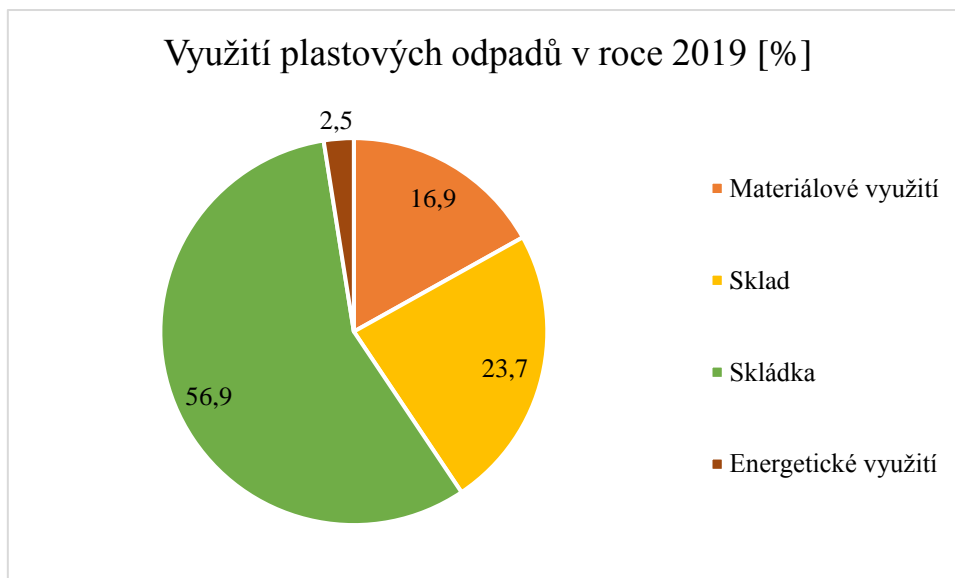
Dle údajů poskytnutých společnostmi, jsou vstupy a výstupy plastových odpadů za rok 2019 a jednotlivá čtvrtletí shodné (tabulka 5). Na rozdíl od vstupů, ve výstupech se vyskytuje další komodita – odstraněný odpad, čímž došlo i k přerozdělení výstupů jednotlivých komodit z dotřídovací linky. Výstupy v 1. čtvrtletí byly 2 038,1 tun, ve 2. čtvrtletí – 2 177,8 tun, výstupy ve 3. čtvrtletí byly 2 415,5 tun, a ve 4. čtvrtletí – 2 410,8 tun. Celkové výstupy za rok 2019 tedy odpovídaly 9 042,2 tunám plastových odpadů.

Tabulka 5. Výstupy plastových odpadů v roce 2019 [t]

	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	Celkem
Neupravený plast	92,6	288,2	393,1	38,8	812,7
Dutý plast	55,5	71,5	118,5	93,5	339
Fólie bílá	58,5	46,5	63,1	53,9	222
Fólie barevná	268,5	238,5	215,5	205,5	928
PET lahve	306,2	331,7	285,5	345,5	1 268,9
Směsný plast	51,1	55,5	135,5	81,5	323,6
Odstraněný odpad	1 205,7	1 145,9	1 204,3	1 592,1	5 148
Celkem za čtvrtletí	2 038,1	2 177,8	2 415,5	2 410,8	
Celkem za rok					9 042,2

Zdroj: sledovaná společnost

Z celkového množství plastových odpadů v roce 2019 bylo materiálově využito 1 527,9 tun. V procentuálním vyjádření je to pouze 16,9 %. Energeticky bylo využito 223,6 tun plastových odpadů (2,5 %). Na skladě a na skládce skončilo 7 290,7 tun plastových odpadů (80,6 %), z toho 2 142,7 tun zůstaly na skladě (23,7 %). K materiálovému využití plastových odpadů uložených na skladě dojde po zvýšení prodejních cen druhotných surovin. Na skládku bylo uloženo 5 148 tun plastových odpadů (56,9 %). Grafické vyjádření výše popsané situace je zobrazeno na obrázku 38.



Obrázek 38. Grafické znázornění využití plastových odpadů v roce 2019

Zdroj: vlastní zpracování

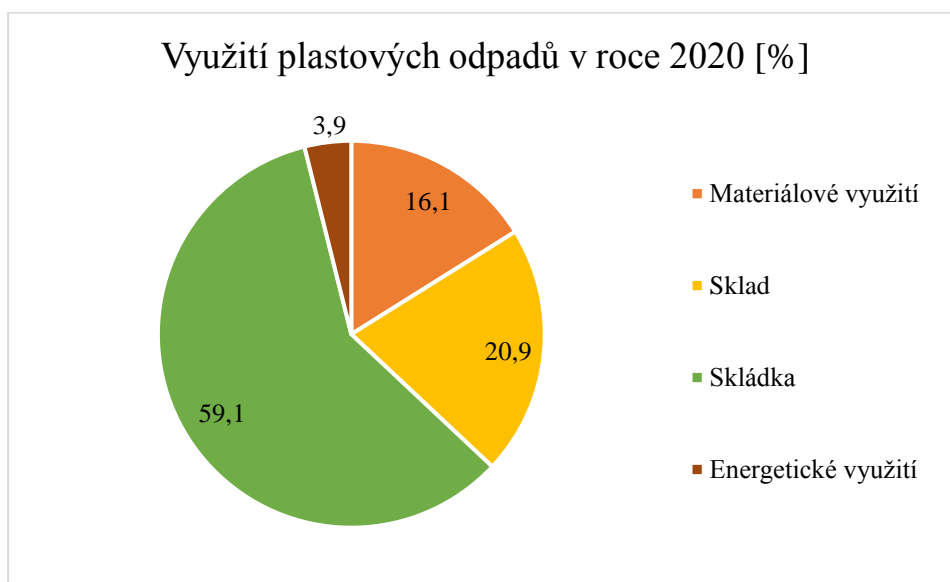
Podobně jako v roce 2019, v roce 2020 bylo množství vstupů a výstupů na dotřídovací lince stejné a také došlo k přerozdělení výstupů jednotlivých komodit v důsledku výskytu komodity odstraněný odpad. Výstupy v 1. čtvrtletí byly 2 108,5 tun, ve 2. čtvrtletí – 2 609,7 tun, ve 3. čtvrtletí – 2 726,1 tun, a ve 4. čtvrtletí – 2 477,8 tun plastových odpadů. Celkové výstupy za rok 2020 odpovídaly 9 922,1 tunám. V tabulce 6 je zobrazeno rozdělení výstupů dle komodit a čtvrtletí příslušného roku.

Tabulka 6. Výstupy plastových odpadů v roce 2020 [t]

	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí	Celkem
Neupravený plast	40	628	459,1	140,7	1 267,8
Dutý plast	70	86,5	99,1	38,5	294,1
Fólie bílá	30	77,8	74,5	36,6	218,9
Fólie barevná	146,9	176,9	123,2	121,8	568,8
PET lahve	343,5	245,5	299,5	350,5	1 239
Směsný plast	65,5	88,2	50,5	60,5	264,7
Odstraněný odpad	1 412,6	1 306,8	1 620,2	1 729,2	6 068,8
Celkem za čtvrtletí	2 108,5	2 609,7	2 726,1	2 477,8	
Celkem za rok					9 922,1

Zdroj: sledovaná společnost

Z celkového množství 9 922,1 tun plastových odpadů, bylo v roce 2020 materiálově využito pouze 1 593,8 tun (16,1 %), a v porovnání s předchozím rokem lze konstatovat, že došlo k poklesu o 0,8 %. V roce 2020 bylo energeticky využito 383 tun plastových odpadů (3,9 %). Na sklad bylo uloženo 2 074,8 tun plastových odpadů, v přepočtu na procenta to je 20,9 %. Zbývajících 5 870,5 tun odpadů (59,1 %) nenašly uplatnění a skončily na skládce. Grafické znázornění využití plastových odpadů za rok 2020 je uvedeno na obrázku 39.



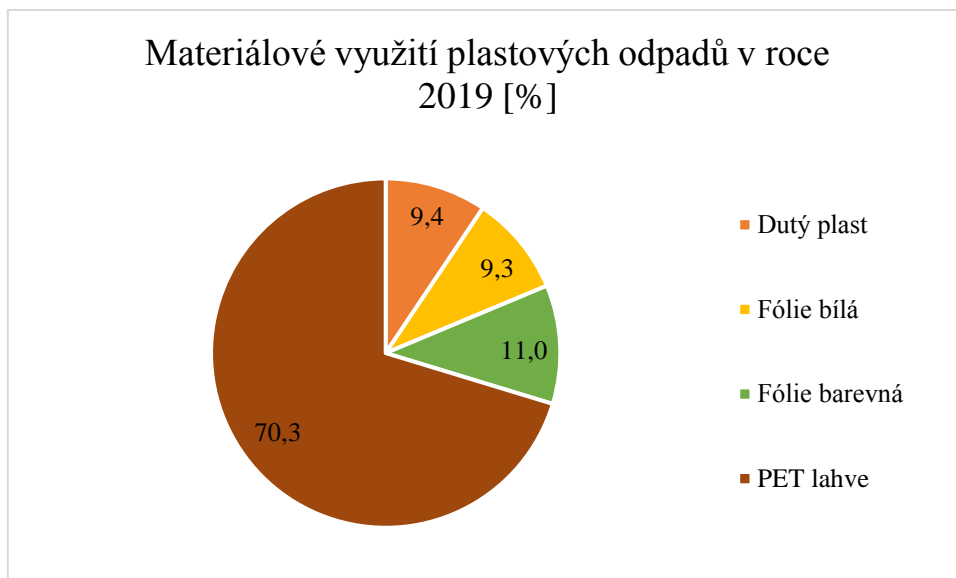
Obrázek 39. Grafické znázornění využití plastových odpadů v roce 2020

Zdroj: vlastní zpracování

### 5.3.3.1 Materiálové využití plastových odpadů v letech 2019 a 2020

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, v roce 2019 bylo materiálově využito 1 527,9 tun plastových odpadů. Množství materiálově využitých plastů bylo tvořeno různými komoditami (obrázek 40). V roce 2019 došlo k materiálovému využití 144 tun (9,4 %) dutého plastu, dále byly materiálově využity 142,1 tun (9,3 %) fólie bílé, a 168 tun (11 %) fólie barevné. Největší podíl v materiálovém využití měla komodita PET lahví, a to 1 073,8 tun (70,3 %). Výše uvedené komodity byly prodány odběratelům k dalšímu zpracování.

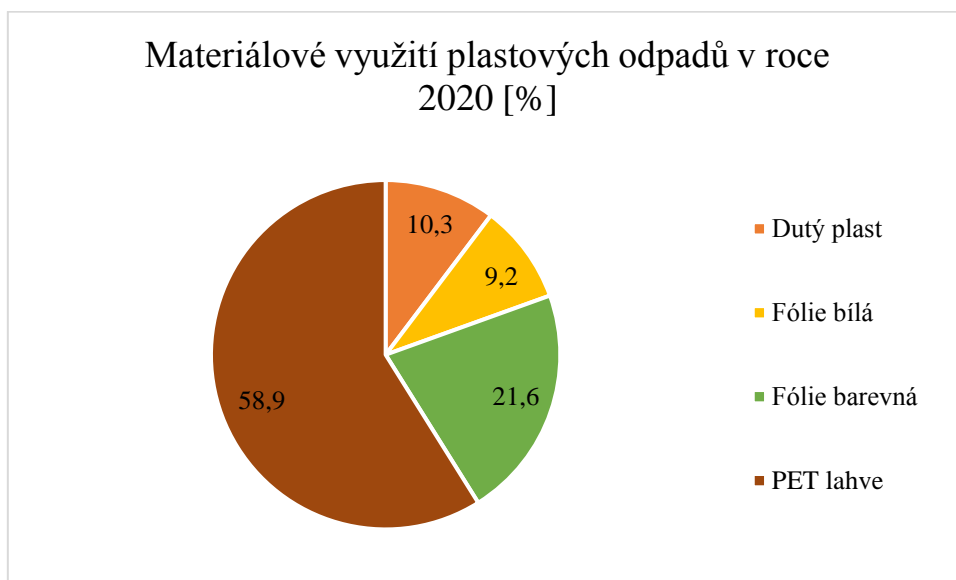




Obrázek 40. Grafické znázornění materiálového využití plastových odpadů v roce 2019

Zdroj: vlastní zpracování

Z celkového množství výstupů v roce 2020 bylo materiálově využito 1 593,8 tun plastových odpadů (obrázek 41). Podíl dutého plastu byl 164,2 tun (10,3 %), fólie bílé – 146,9 tun (9,2 %). Dále bylo materiálově využito 343,7 tun (21,6 %) fólie barevné. Materiálově bylo využito 939 tun (58,9 %) PET lahví.

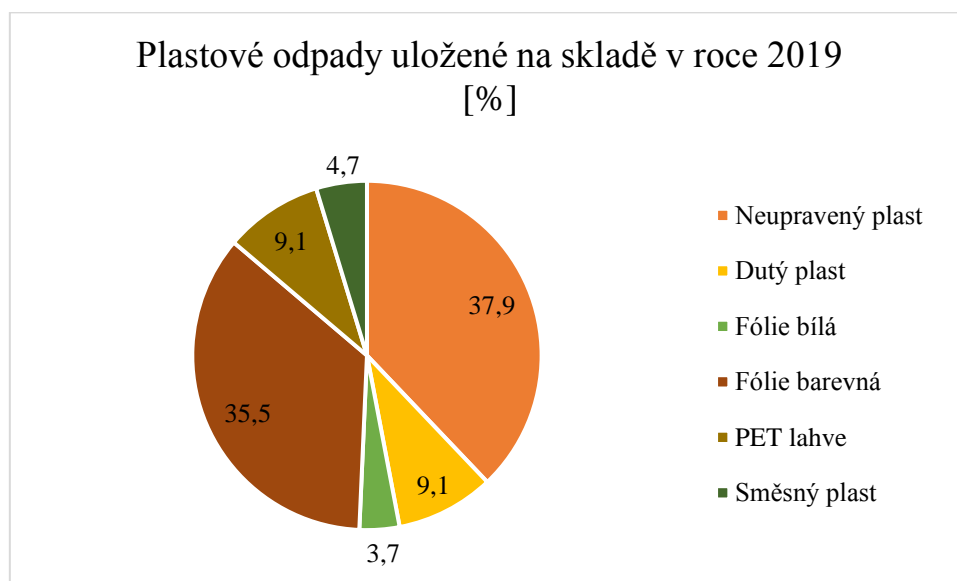


Obrázek 41. Grafické znázornění materiálového využití plastových odpadů v roce 2020

Zdroj: vlastní zpracování

### 5.3.3.2 Rozdělení plastových odpadů uložených na skladě v letech 2019 a 2020

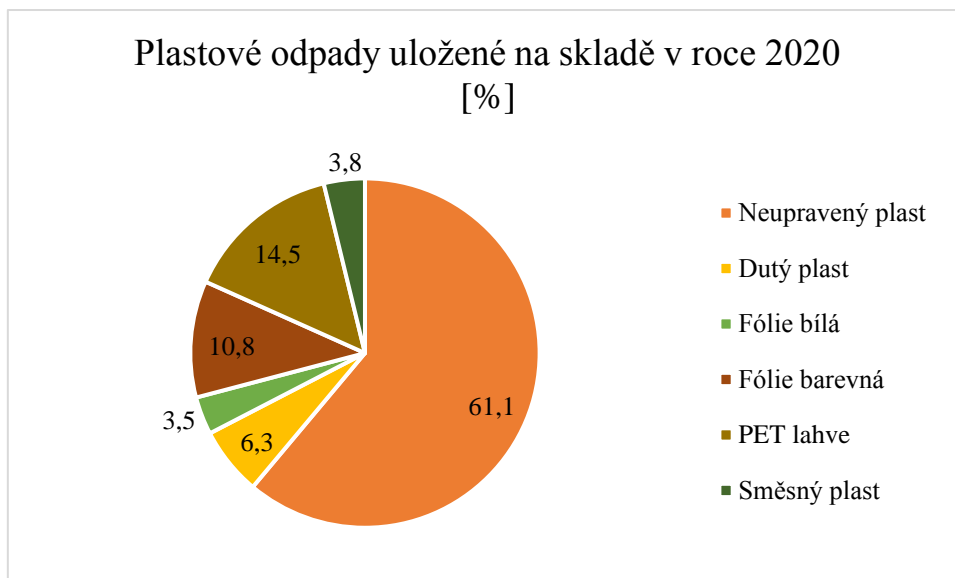
V roce 2019 bylo uloženo na sklad celkem 2 142,7 tun plastových odpadů (obrázek 42). Největší podíl byl představen neupraveným plastem, a to 812,7 tun (37,9 %). Na skladě bylo uloženo 195 tun (9,1 %) dutého plastu. Další komoditou byla fólie bílá, které bylo uloženo na sklad 80 tun (3,7 %). Barevné fólie bylo uloženo 760 tun (35,5 %). Množství plastů spadajících do komodity PET lahví bylo v roce 2019 uloženo na sklad 195 tun (9,1 %). Poslední složkou byl směsný plast, jehož množství na skladě bylo přesně 100 tun (4,7 %).



Obrázek 42. Grafické znázornění množství plastových odpadů uložených na skladě v roce 2019

Zdroj: vlastní zpracování

V porovnání s předchozím rokem, v roce 2020 došlo k poklesu množství uložených plastových odpadů na skladě o 67,9 tun, což znamená, že celkem na sklad bylo uloženo 2 074,8 tun odpadů (obrázek 43). 1 267,8 tun (61,1 %) sestavila komodita neupraveného plastu. Dále bylo uloženo na sklad 130 tun (6,3 %) dutého plastu, 72 tun (3,5 %) fólie bílé, a 225 tun (10,8 %) fólie barevné. PET lahví bylo uloženo na sklad 300 tun (14,5 %) a směsného plastu 80 tun (3,8 %).



Obrázek 43. Grafické znázornění množství plastových odpadů uložených na skládě v roce 2020

Zdroj: vlastní zpracování

### 5.3.3.3 Rozdělení plastových odpadů uložených na skládce v letech 2019 a 2020

V obou porovnávaných letech byla na skládku uložena pouze jedna komodita, a to odstraněný odpad. V roce 2019 bylo množství uložených plastových odpadů na skládku 5 148 tun, v následujícím roce došlo k nárůstu množství uložených plastů na skládku o 722,5 tun, z čehož vyplývá, že v roce 2020 bylo na skládku uloženo celkem 5 870,5 tun plastových odpadů.

### 5.3.3.4 Energetické využití plastových odpadů v letech 2019 a 2020

V roce 2019 bylo jako tuhé alternativní palivo využito 223,6 tun plastových odpadů, konkrétně směsného plastu. V roce 2020 bylo energeticky využito celkem 383 tun plastových odpadů, a to 198,3 tun odstraněného plastu (51,78 %) a 184,7 tun směsného plastu (48,22 %).

### 5.3.4 Ekonomické zhodnocení dotříd'ovací linky

Pomocí cen jednotlivých druhotných surovin, uvedených v tabulce 7, lze zhodnotit a porovnat ekonomickou situaci dotříd'ovací linky v letech 2019 a 2020.

Z celkového množství materiálově využitých plastových odpadů v roce 2019 bylo prodáno celkem 1 527,9 tun. Pomocí výpočtu lze zjistit, že za prodej dutého plastu (144 tun) bylo utrženo 216 000 Kč, za prodej fólie bílé (142,1 tun) – 738 920 Kč, za prodej fólie barevné (168 tun) pouze 65 520 Kč. Největší podíl na zisku měl prodej PET lahví (1 073,8 tun) – 4 187 820 Kč. Z výpočtů vyplývá, že celkové tržby dotříd'ovací linky v roce 2019 byly

5 208 260 Kč. V roce 2020 bylo prodáno celkem 1 593,8 tun plastových odpadů. Za prodej dutého plastu (164,2 tun) společnost utřžila 246 300 Kč, za prodej fólie bílé (146,9 tun) – 763 880 Kč, za fólií barevnou (343,7 tun) - 134 043 Kč. Stejně jako v předchozím roce byl nejziskovější pro rok 2020 prodej PET lahví (939 tun). Za prodej této komodity bylo utrženo 3 662 100 Kč. Celkové tržby v roce 2020 tedy činily 4 806 323 Kč.

*Tabulka 7. Ceny druhotných surovin*

Komodita	Cena [Kč.t <sup>-1</sup> ]
Dutý plast	1 500
Fólie bílá	5 200
Fólie barevná	390
PET lahve	3 900

*Zdroj: sledovaná společnost*

Z výše uvedených výpočtů je zřejmé, že v roce 2020 bylo prodáno více plastových odpadů než v roce 2019, a to o 65,9 tun. Ale i přesto byly celkové tržby v roce 2020 podstatně nižší než v předchozím roce, došlo k poklesu tržeb o 401 937 Kč. Důvodem je pokles prodaného množství nejdražší komodity – PET lahví. V roce 2019 bylo prodáno 1 073,8 tun, natož v roce 2020 pouze 939 tun PET lahví.

## 6 Výsledky a diskuse

Po provedení analýzy třídění plastových odpadů bylo zjištěno, že kapacita dotříd'ovací linky není využívána v požadovaném objemu. V roce 2019 byla maximální kapacita linky využita pouze z 25,83 %. V následujícím roce došlo k mírnému nárůstu využití kapacity linky o 2,52 %, což znamená, že v roce 2020 byla kapacita dotříd'ovací linky využita z 28,35 %.

Pro rok 2019 vstupy a výstupy plastových odpadů činily 9 042,2 tun. Materiálově bylo využito pouze 1 527,9 tun neboli 16,9 % z celkového množství vstupů a výstupů, energeticky bylo využito 223,6 tun odpadů. 2 142,7 tun plastových odpadů skončily na skladě, zbývajících 5 148 tun bylo uloženo na skládku. V roce 2020 došlo ke zvýšení množství vstupů a výstupů plastových odpadů na dotříd'ovací linku o 879,9 tun. Celkové vstupy a výstupy pro rok 2020 byly 9 922,1 tun plastových odpadů, z toho 1 593,8 tun bylo materiálově využito. V přepočtu na procenta to je 16,1 %. Pro energetické účely bylo využito 383 tun. 2 074,8 tun plastových odpadů bylo umístěno na skladě, a 5 870,5 tun – na skládce.

Při provedení ekonomického zhodnocení dotříd'ovací linky bylo zjištěno, že tržby z prodeje druhotných surovin v roce 2019 byly 5 208 260 Kč. V následujícím roce došlo k poklesu tržeb o 401 937 Kč, a celkové tržby pro rok 2020 byly 4 806 323 Kč. Hlavní příčinou poklesu tržeb bylo snížení prodeje komodity PET lahví, která je pro společnost nejziskovější.

Pro zvýšení využití kapacity a celkové vylepšení dotříd'ovací linky existuje několik cest. Prvním krokem má být rozšíření svozové oblasti, ze které se na dotříd'ovací linku svážejí plastové odpady. Jednou z možností vylepšení linky je rozšíření shozů na třídění, a tím pádem by se zvýšilo i množství operátorů, které linku obsluhují. Další možností je umístění otevírače pytlů na začátek linky, čímž by se omezilo množství pracovníků na vstupu. Kvůli nízkému materiálovému využití plastových odpadů, je potřeba zvyšovat objemovou hmotnost nevyužitých odpadů. Zvýšení objemové hmotnosti ulehčí dopravu k dalšímu využití, především termickému, nebo odstranění. Toho lze dosáhnout rozšířením dotříd'ovací linky o stacionární drtič na výmět.

Mezi významné výrobce drtičů plastu patří společnosti Pavel Jelínek – stroje, PROFING Piešťany spol. s r.o. a SatrindTech. Pro výběrové řízení byly vybrány tři drtiče plastu.

## **Dvouhřídlový drtič D5 L**

Dvouhřídlový drtič D5 L od firmy Pavel Jelínek – stroje (obrázek 44) je určen k použití v provozu se zvýšenými nároky na životnost, pevnost, sílu, spolehlivost a údržbu. Nejčastěji se používá ve spalovnách odpadů, na třídících linkách, linkách na recyklaci plastových odpadů apod. Drtič nevyžaduje speciální obsluhu, je vybaven indikátorem přetížení drtiče, počtem nastavených reverzací a počtem motohodin.



Obrázek 44. Fotografie drtiče D5 L

Zdroj: <http://www.jelinek-stroje.cz/produkty-dvouhridelove-drtice-d5-detail-5>

## **Drtič DP 37-450/630**

Drtič DP 37-450/630 od společnosti PROFING Piešťany spol. s r.o. (obrázek 45) je určen k drcení plastových odpadů, včetně velkorozměrných materiálů jako jsou přepravky, desky či PET lahve. Používá se v provozovnách, jejichž profilem je drcení technologického a komunálního odpadu. Pro drcení tenkých materiálů lze nastavit střížnou vůli 0,1 mm. Vysoké účinnosti drcení materiálů je dosahováno střížným řezem.



Obrázek 45. Fotografie drtiče DP 37-450/360

Zdroj: <https://www.profing.sk/cz/drtice-plastu/drtic-dp-37-450630>

## Drtič K 8/25

Drtič K 8/25 od společnosti SatrindTech (obrázek 46) se používá v průmyslových procesech pro snižování objemu plastových odpadů, jako jsou PET lahve, HDPE fólie, PVC, trubky, profily apod.



Obrázek 46. Fotografie drtiče K 8/25

Zdroj: <http://www.satrindtech.com/wp-content/uploads/2017/02/2-shaft-shredder-datasheet-K25HP.pdf>

Z tabulky 8 je patrné, že nejvhodnější variantou ze tří porovnávaných je drtič D 5 L od společnosti Pavel Jelínek – stroje. Tento stroj lze použít i v mobilním provedení na natahovacích rámech s elektrocentrálou např. pro likvidaci skládek.

Tabulka 8. Porovnání vybraných technických parametrů

Technické parametry	Drtiče plastu		
	D 5 L	DP 37-450/630	K 8/25
Pracovní prostor d × š [mm]	850 × 560	630 × 710	758 × 700
Příkon [kW]	26	37	18,5
Výkon [kg.hod <sup>-1</sup> ]	4 500	900	800
Hmotnost [kg]	2 300	1 300	2 500
	Váha		
Pracovní prostor	2	1	3
Příkon	2	1	3
Výkon	3	2	1
Hmotnost	2	3	1
Celkem	9	7	8

Zdroj: vlastní zpracování

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat třídění plastového odpadu dovezeného z různých zástaveb na zvolenou dotřídňovací linku. Pro analýzu byla vybrána dotřídňovací linka ve Středočeském kraji, na kterou jsou sváženy plastové odpady z Prahy a blízkého okolí. Veškeré potřebné údaje pro provedení analýzy byly získány od společnosti, která provozuje danou linku.

Po provedení analýzy třídění plastových odpadů na zvolené lince v letech 2019 a 2020 bylo zjištěno, že kapacita dotřídňovací linky není dostatečně využita. V roce 2019 kapacita linky byla využita pouze z 25,83 %, v následujícím roce z 28,35 %. Dalším problémem sledované dotřídňovací linky je nízký podíl materiálového využití dotřídňovaných plastů. Z dotřídňovaných 9 042,2 tun plastových odpadů v roce 2019 bylo materiálově využito pouze 1 527,9 tun. V roce 2020 situace byla podobná, a z 9 922,1 tun materiálové využití měly 1 593,8 tun plastových odpadů. Tyto výsledky vypovídají o tom, že společnost kvůli nízké poptávce po druhotných surovinách přichází o zisk, a většina dotříděných plastových odpadů nemají žádné využití a končí na skladě nebo na skládce. Během analýzy ekonomické stránky bylo zjištěno, že v roce 2019 celkové tržby za prodej druhotných surovin činily 5 208 260 Kč, v roce 2020 došlo k poklesu tržeb na 4 806 323 Kč.

I když kapacita dotřídňovací linky není využita naplno, primárně řešeným problémem má být zvýšení podílu materiálového využití plastových odpadů. V této situaci má velký význam stát, z jehož strany by mělo docházet k informování občanů o tom, že výrobky z druhotných surovin neustupují v kvalitě výrobkům ze surovin primárních. Dalším úkolem státu je podpora podniků, které jsou ochotny zapojit do své výroby druhotné suroviny. Zákaz skládkování odpadů je dalším důvodem pro maximální využití druhotných surovin ve výrobě nových výrobků. Využití druhotných surovin pro výrobu nových produktů by zvýšilo zisky společností na třídění odpadů a zároveň by se snížila spotřeba primárních surovin, jejichž množství neustále klesá.



## 8 Seznam použité literatury

1. THE CONVERSATION. *theconversation.com*. [Online] 2020. [Citace: 28. 10 2020.] [https://theconversation.com/the-world-of-plastics-in-numbers-100291?utm\\_medium=email&utm\\_campaign=Latest%20from%20The%20Conversation%20for%20August%209%202018%20-%20108389645&utm\\_content=Latest%20from%20The%20Conversation%20for%20August%209%202018%20-%201](https://theconversation.com/the-world-of-plastics-in-numbers-100291?utm_medium=email&utm_campaign=Latest%20from%20The%20Conversation%20for%20August%209%202018%20-%20108389645&utm_content=Latest%20from%20The%20Conversation%20for%20August%209%202018%20-%201).
2. Schönmayr, D. *Automotive Recycling, Plastics, and Sustainability*. Graz/Linc : University of Graz, 2017. str. 199. ISBN 978-3-319-57400-4.
3. al., Hopewell J. et. *Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. London : autor neznámý, 2009. str. 364. 2115–2126.
4. Kuraš, M. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim : Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r. o., 2014. str. 343. ISBN 978-80-86832-80-7.
5. Weiss, V., Střihavková, E. *Polymery*. Ústí nad Labem : Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta výrobních technologií a managementu, 2014. str. 150 . ISBN 978-80-7414-738-8.
6. Rozdělení a charakteristika polymerů. *publi.cz*. [Online] 2020. [Citace: 25. 10 2020.] <https://publi.cz/books/180/04.html>.
7. Přejchodové teploty polymerů. *publi.cz*. [Online] 2020. [Citace: 13. 11 2020.] <https://publi.cz/books/180/06.html>.
8. Termoplasty - základní druhy. *publi.cz*. [Online] 2021. [Citace: 16. 2 2021.] <https://publi.cz/books/180/18.html>.
9. Ducháček, V. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011. str. 276. ISBN 978-80-7080-788-0.
10. Reaktoplasty. *publi.cz*. [Online] 2021. [Citace: 16. 2 2021.] <https://publi.cz/books/180/21.html>.
11. Plastics Europe. *plasticseurope.org*. [Online] 2020. [Citace: 22. 10 2020.] [https://www.plasticseurope.org/application/files/1115/7236/4388/FINAL\\_web\\_version\\_Plastics\\_the\\_facts2019\\_14102019.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/1115/7236/4388/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf).
12. Plastics Europe. *plasticseurope.org*. [Online] [Citace: 26. 1 2021.] [https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF\\_Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020-ING\\_FINAL.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/8016/1125/2189/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf).
13. Kizlink, J. *Odpady*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2014. str. 483. ISBN 978-80-7204-884-7.
14. Kuraš, M. *Odpadové hospodářství*. Chrudim : Ekomonitor, 2008. str. 143. ISBN 978-80-86832-34-0.

15. Zpráva o životním prostředí České republiky. *cenia.cz*. [Online] 2020. [Citace: 20. 10 2020.] [https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/02/Statisticka\\_Rocenska\\_ZP\\_CR-2019.pdf](https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/02/Statisticka_Rocenska_ZP_CR-2019.pdf).
16. EKO-KOM. *ekokom.cz*. [Online] 2020. [Citace: 15. 10 2020.] <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/o-systemu>.
17. EKO-KOM. *ekokom.cz*. [Online] [Citace: 26. 1 2021.] [https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Pruvodce\\_systemem\\_EKOKOM\\_v\\_15-35.pdf](https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Pruvodce_systemem_EKOKOM_v_15-35.pdf).
18. EKO-KOM. *ekokom.cz*. [Online] 2020. [Citace: 15. 10 2020.] <https://www.ekokom.cz/cz/klienti/povinnosti-ze-zakona>.
19. EKO-KOM. *ekokom.cz*. [Online] 2020. [Citace: 15. 10 2020.] <https://www.ekokom.cz/cz/obce-a-mesta/obce-funkce>.
20. EKO-KOM. *ekokom.cz*. [Online] 2020. [Citace: 15. 10 2020.] <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/aktualni-stav>.
21. EKO-KOM. *ekokom.cz*. [Online] 2020. [Citace: 15. 10 2020.] <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/vysledky-systemu/vyrocnishrnuti>.
22. Samosebou.cz. *samosebou.cz*. [Online] 2020. [Citace: 17. 10 2020.] <https://www.samosebou.cz/2020/03/31/jaka-je-cesta-plastoveho-odpadu/>.
23. Samosebou.cz. *samosebou.cz*. [Online] 2020. [Citace: 17. 10 2020.] <https://www.samosebou.cz/2017/11/15/zajimavosti-o-zlutem-kontejneru-na-plast/>.
24. Šťastná, J. *Kam s nimi. Vše o třídění a recyklaci odpadu*. Praha : Česká televize, 2007. str. 117. ISBN 80-85005-72-7.
25. Odpady. *odpady-online.cz*. [Online] 2021. [Citace: 5. 1 2021.] <https://www.odpady-online.cz/ztraty-z-trideni-se-snizuji/>.
26. Voštová, V., Altmann, V., Fries, J., Jeřábek, K. *Logistika odpadového hospodářství*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2009. str. 349. ISBN 978-80-01-04426-1.
27. Samosebou.cz. *samosebou.cz*. [Online] 2020. [Citace: 18. 10 2020.] <https://www.samosebou.cz/2018/09/24/tridim-jako-diva-svoz-odpadu/>.
28. Jaktridit.cz. *jaktridit.cz*. [Online] 2021. [Citace: 20. 1 2021.] <https://jaktridit.cz/cz/co-se-deje-s-odpadem/recyklace-a-vyuziti-plastu>.
29. Šťastná, J. *Všechno, co potřebujete vědět o odpadech a neměli jste se koho zeptat*. Praha : EKO-KOM, 2013. str. 123. ISBN 978-80-904833-1-6.
30. iDnes.cz. *idnes.cz*. [Online] 2020. [Citace: 20. 10 2020.] [https://www.idnes.cz/xman/styl/recyklace-plasty-tridirna-smlsal.A181113\\_101131\\_xman-styl\\_fro](https://www.idnes.cz/xman/styl/recyklace-plasty-tridirna-smlsal.A181113_101131_xman-styl_fro).
31. Váňa, J., Balík, J., Tlustoš, P. *Pevné odpady*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2005. str. 177. ISBN 80-213-1097-9.

32. Rathousova, K. *Eko průvodce, aneb, Planetu B nemáme*. Praha : Karolína Rathousová, 2019. str. 207. ISBN 978-80-270-7013-8.
33. Samosebou.cz. *samosebou.cz*. [Online] 2020. [Citace: 20. 10 2020.] <https://www.samosebou.cz/2018/01/15/recyklicni-symboly-plastu/>.
34. Samosebou.cz. *samosebou.cz*. [Online] 2020. [Citace: 25. 10 2020.] <https://www.samosebou.cz/2018/04/11/vse-o-recyklicnich-symbolich-na-obalech>.
35. Puruplast. *puruplast.cz*. [Online] 2020. [Citace: 5. 11 2020.] <https://www.puruplast.cz/plastove-drte/>.
36. Puruplast. *puruplast.cz*. [Online] 2020. [Citace: 5. 11 2020.] <https://www.puruplast.cz/plastove-aglomeraty/>.
37. Puruplast. *puruplast.cz*. [Online] 2020. [Citace: 5. 11 2020.] <https://www.puruplast.cz/plastove-regranulaty/>.

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1. Grafické znázornění využití plastů v Evropě v roce 2019.....	10
Obrázek 2. Grafické znázornění využití jednotlivých druhů plastu v Evropě v roce 2019 .....	11
Obrázek 3. Grafické znázornění využití plastových odpadů v Evropě v roce 2019 .....	12
Obrázek 4. Grafické znázornění využití plastových obalů v Evropě v roce 2019.....	13
Obrázek 5. Grafické znázornění zastoupení materiálů v obalových odpadech v ČR v roce 2019.....	13
Obrázek 6. Grafické znázornění využití plastových obalů v ČR v roce 2019 .....	14
Obrázek 7. Schéma fungování společnosti EKO-KOM, a.s. ....	15
Obrázek 8. Grafické znázornění míry recyklace a využití obalových odpadů v ČR v roce 2019 .....	16
Obrázek 9. Grafické znázornění struktury nevratných obalů v ČR v roce 2019.....	16
Obrázek 10. Fotografie kontejneru na plast .....	18
Obrázek 11. Fotografie pytle na plast .....	19
Obrázek 12. Fotografie barevně odlišných nádob na odpad .....	19
Obrázek 13. Fotografie nádoby na plast.....	20
Obrázek 14. Fotografie svozového auta s lineárním stlačováním.....	21
Obrázek 15. Fotografie svozového auta s hydraulickou rukou a korbou.....	22
Obrázek 16. Fotografie dotřídřovací linky.....	23
Obrázek 17. Fotografie perforátoru.....	23
Obrázek 18. Fotografie slisovaných balíků odpadů .....	24
Obrázek 19. Recyklační symbol panáčka vyhazujícího obal do koše.....	27
Obrázek 20. Recyklační symbol zeleného bodu .....	27
Obrázek 21. Recyklační symbol trojúhelníku s obrysovými šipkami.....	28
Obrázek 22. Recyklační symbol přeškrtnuté nádoby .....	28
Obrázek 23. Recyklační symbol trojúhelníku s plnými šipkami .....	28
Obrázek 24. Schéma mechanické recyklace .....	30
Obrázek 25. Fotografie plastové drtě .....	32
Obrázek 26. Fotografie plastového aglomerátu .....	32
Obrázek 27. Fotografie plastového regranulátu .....	33
Obrázek 28. Fotografie příjmového dopravníku .....	36
Obrázek 29. Fotografie kabiny ručního třídění .....	37
Obrázek 30. Fotografie zásobních boxů.....	37
Obrázek 31. Fotografie lisu na odpad .....	38
Obrázek 32. Grafické znázornění množství plastových odpadů v jednotlivých letech.....	39
Obrázek 33. Grafické znázornění rozdílu vstupů plastových odpadů za jednotlivá čtvrtletí v letech 2019 a 2020.....	41
Obrázek 34. Grafické znázornění množství jednotlivých komodit v roce 2019 .....	42
Obrázek 35. Grafické znázornění množství jednotlivých komodit v roce 2020 .....	42
Obrázek 36. Grafické znázornění původu neupraveného plastu v roce 2019 .....	43
Obrázek 37. Grafické znázornění původu neupraveného plastu v roce 2020 .....	43
Obrázek 38. Grafické znázornění využití plastových odpadů v roce 2019.....	46
Obrázek 39. Grafické znázornění využití plastových odpadů v roce 2020.....	47
Obrázek 40. Grafické znázornění materiálového využití plastových odpadů v roce 2019 .....	48
Obrázek 41. Grafické znázornění materiálového využití plastových odpadů v roce 2020 .....	48

Obrázek 42. Grafické znázornění množství plastových odpadů uložených na skladě v roce 2019 .....	49
Obrázek 43. Grafické znázornění množství plastových odpadů uložených na skladě v roce 2020 .....	50
Obrázek 44. Fotografie drtiče D5 L .....	53
Obrázek 45. Fotografie drtiče DP 37-450/360 .....	53
Obrázek 46. Fotografie drtiče K 8/25 .....	54

## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1. Recyklační symboly plastů.....	26
Tabulka 2. Vstupy plastových odpadů v roce 2019 [t].....	40
Tabulka 3. Vstupy plastových odpadů v roce 2020 [t].....	40
Tabulka 4. Využití kapacity dotřídovací linky .....	44
Tabulka 5. Výstupy plastových odpadů v roce 2019 [t].....	45
Tabulka 6. Výstupy plastových odpadů v roce 2020 [t].....	46
Tabulka 7. Ceny druhotných surovin .....	51
Tabulka 8. Porovnání vybraných technických parametrů .....	54