

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Zhodnocení tržního potenciálu elektrostatické
separace plastů**

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na elektrostatickou separaci plastů pomocí separátoru a jeho možnost využití

Klíčová slova

Elektrostatická separace, plasty, náklady, třídění, ekologie, separátor

Abstract

The bachelor thesis is focused on electrostatic separation of plastics through a separator and its possible application

Key words

Electrostatic separation, plastics, costs, grading, ecology, separator

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

Podpis

V Plzni dne 22.8.2016

Barbora Mikešová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce Ing. Janu Kacerovskému za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	8
ÚVOD	9
1 ZÁKLADNÍ PŘEHLED.....	10
1.1 CO JE TO SEPARACE.....	10
1.2 GRANULÁT.....	11
1.3 SEPARÁTOR.....	11
1.4 SÍLA NA ČÁSTICI.....	12
1.5 NEJČASTĚJI POUŽÍVANÉ PLASTY.....	13
1.5.1 Polyethylen.....	13
1.5.2 Polypropylen.....	14
1.5.3 Polyvinylchlorid.....	14
1.5.4 Polystyren	15
1.5.5 Polyamid	15
1.5.6 Polyethylentereftalát.....	15
2 PLASTOVÝ ODPAD V ČR.....	16
2.1 TŘÍDĚNÝ PLAST.....	16
2.2 NETŘÍDĚNÝ PLAST	17
3 PŘÍPUSTNÉ NÁKLADY.....	19
4 PŘÍKLADY VÝPOČTU NÁKLADŮ	23
5 ZHODNOCENÍ TRŽNÍHO POTENCIÁLU	27
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	28
PŘÍLOHY.....	30

Seznam symbolů a zkratek

PE	Polyethylen
HDPE	Vysokohustotní polyetylen
LDPE	Nízkohustotní polyetylen
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
PS	Polystyren
PS HIPS	Houževnatý polystyren
PS GPPS	Standardní polystyren
PA	Polyamid
PET	Polyethylentereftalát
PC	Polykarbonát
POM	Polyoxymetylen
ABS	Akrylonitrilbutadienstyren
DPH	Daň z přidané hodnoty

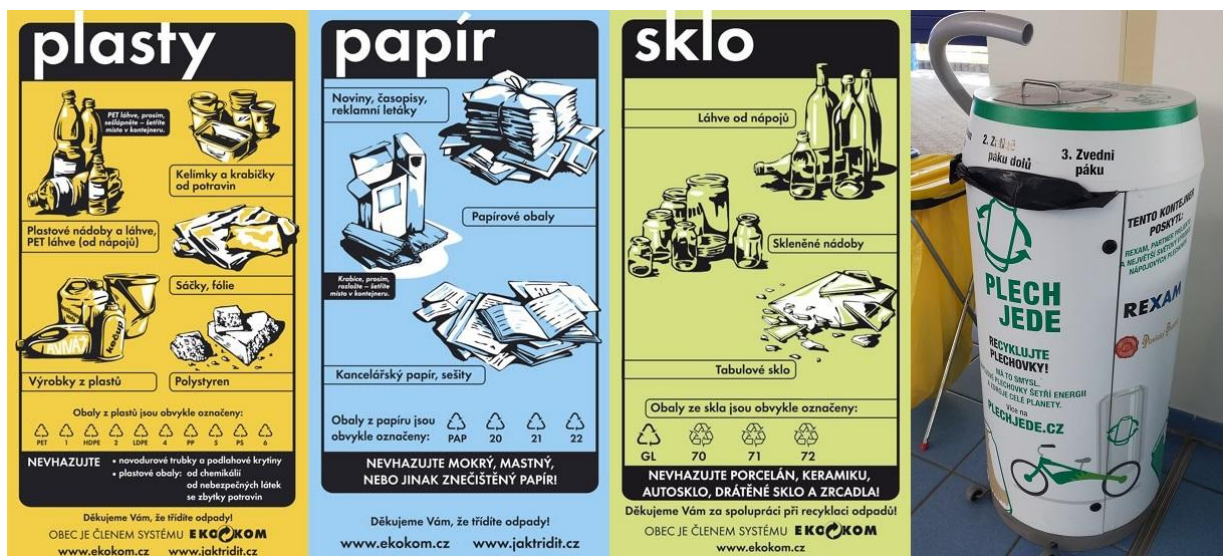
Úvod

Ve své bakalářské práci se věnuji plastům a jejich elektrostatické separaci pomocí separátoru a výpočtu nákladů na jeho funkci. Hlavním důvodem, proč se v současné době řeší separace plastů, je stále více se rozšiřující přístup k třídění obalových materiálů, které umožňují recyklaci. Rozšiřování tohoto přístupu je velice přínosné a to hlavně z pohledu ekologie jelikož v současné době podle statistického úřadu více než 70 % Čechů třídí obalové materiály. Takto velká část populace naší společnosti vytváří čím dál větší množství odpadu, který je možno recyklovat. Hlavním problémem jsou plastové materiály, které se v přírodním ekosystému nedokážou sami rozložit. V roce 2014 bylo svezeno více než 106 000 tun plastových obalových materiálů, což je 67 % všech použitých plastových obalových materiálů. V tomto objemu jsou v současné době obaly tříděny nejčastěji ručně. Tento způsob ovšem není příliš efektivní, jelikož i kvalifikovaný pracovník nedokáže rozeznat na 100% všechny druhy plastů. Tento problém vzniká hlavně díky různým úpravám plastových povrchů a technologiím výroby. V současné době se proto testuje a vyvíjí využití strojů pro elektrostatickou separaci plastů. Tento přístup velice usnadňuje a zlepšuje proces třídění plastů a opětovné využití obalových materiálů, kterých naše populace produkuje každým dnem více a více.

1 Základní přehled

1.1 Co je to separace

Separace je činnost, kterou rozdělujeme od sebe dvě nebo větší množství věcí. Můžeme separovat potraviny, barevné prádlo na vyprání nebo odpad. Odpady třídíme na plasty – žlutá popelnice, papír – modrá popelnice, sklo – zelená popelnice a směs – černá popelnice. Tyto barevné popelnice najdete v blízkosti svého bydlení. Některé čtvrtě mají i hnědou popelnici – bio odpad a speciální nádobu na plechovky. Tuto nádobu naleznete např. v naší škole (Obr. 1.1)



Obr. 1. 1 Třídění [1] + foto ze školy

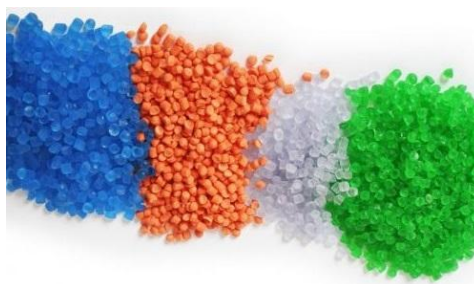
Málo kdo ví, co se s plasty stane poté, co je hodíme do popelnice. Plasty hozené do černé popelnice jsou odvezeny na skládku. Zde odpad leží, dokud se nerozloží, nebo dokud se nedá spálit. Plasty se rozkládají několik set let. Plast hozený do žluté popelnice se odveze do továrny, kde se lidé snaží roztřídit jednotlivé druhy plastů podle chemického složení a barvy. Roztřížené plasty jdou na recyklaci. Recyklace je postup k využití energie a materiálové podstaty výrobku po ukončení jeho životnosti. Recyklaci dělíme mezi přímou a nepřímou.

Přímá recyklace je znovu využití věci bez další úpravy. Nepřímá recyklace je použitý odpad jako materiál pro nový plastový výrobek. Plasty se nadrtí a roztaví na hmotu, která je poté využita k výrobě jiného výrobku [2].

1.2 Granulát

Granulát vzniká tak, že se roztríděné plasty rozsekají na malé kousky, které se po vysušení ohřejí na vysokou teplotu. Poté se tato směs ve vodě rozseká na ještě menší kousky (8 - 2mm), které mají tvar granulek. Granulky se poté vysuší a nasypou do nádoby. Granulát se poté prodává výrobcům, kteří granulát roztaví a přelijí do formy na požadovaný produkt.

Granuláty se mohou lišit barvou. Barva granulátu nám pomáhá při přibližném určování druhu směs. Například drť polystyrenu má barvu modrou. Černá může být polypropylen, polykarbonát nebo polyvinylchlorid. Bílou barvu může mít polyetylen nebo polyoxymetylen.



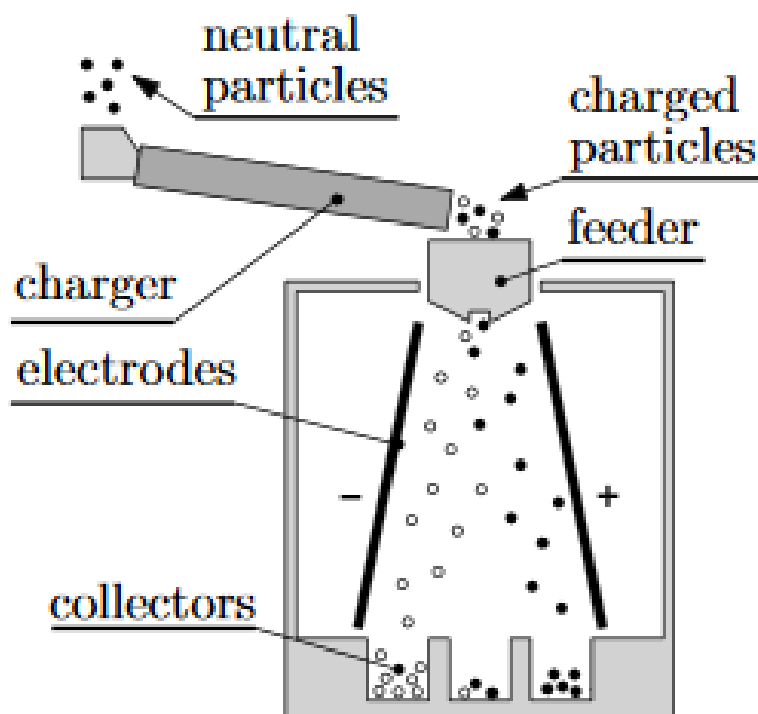
Obr. 1. 2 Barevný granulát[3]

Již roztríděný granulát je dražší než granulát směsi. Proto se zkoumají způsoby roztrídění již nadrceného plastu. V této práci se budu zabývat zhodnocením tržního potenciálu elektrostatické separace drcených plastů.

1.3 Separátor

Přístroj na elektrostatickou separaci, jinak řečeno separátor, separuje plasty pomocí elektrostatického náboje způsobeného třením. Plasty určené pro elektrostatickou separaci je nutno nejprve nadrtit. Směs drcených plastů vsypeme do nádoby umístěné nvrchu separátoru. Poté začne nadrcená směs procházet rourou, která se pomocí motoru pomalu otáčí. Otáčení způsobí tření drti o vnitřek roury a kousky drtě se nabijí statickým nábojem. Podle toho, jaký druh plastu máme, máme i určitou hodnotu náboje, kladnou nebo zápornou. Nabité kousky plastové drtě padají do vnitřních prostor elektrostatického separátoru, kde jsou připevněna dvě ramena. Na tyto ramena je přivedeno stálé napětí v řádek kV. Vzhledem k takto vysokému napětí je třeba dodržovat určitou bezpečnost při práci. Jedno rameno má kladný náboj a druhé záporný náboj. Drť se podle náboje více vychýlí k jednomu nebo

k druhému rameni, podle velikosti a orientace náboje směsi. Roztřízená drť poté skončí v jedné z přihrádek určených pro danou velikost a orientaci náboje.



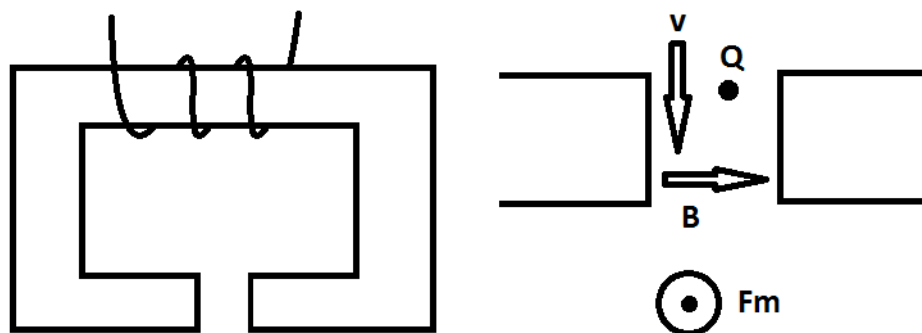
Obr. 1. 3 Separátor [4]

1.4 Síla na částici

Máme dva druhy sil – elektrostatickou a magnetickou.

Magnetická síla je vychylování částice elektromagnetickým polem, kde síla na částici je definovaná jako náboj násobený skalárním součinem vektorů rychlosti a magnetické indukce.

$$\vec{F}_m = Q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow |F_m| = Q \cdot v \cdot B \quad (1)$$

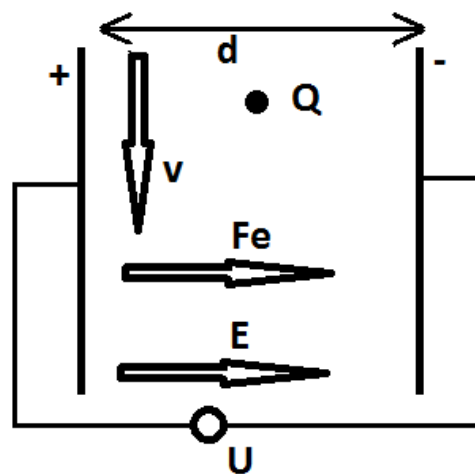


Obr. 1. 4 Elektromagnetická síla na částici

K nastavení velikosti magnetické síly nám nepomůže magnetická indukce, která je z důvodu sycení jádra v rozmezí 1-1,5 T. Velikost magnetické síly tedy závisí na rychlosti částice, která prochází tímto magnetickým polem. Rychlost je ale omezená mechanickými vlastnosti (odporem vzduchu), proto jsme v rozmezí (1-10 m/s).

Elektrostatická síla je vychylování částice elektrostatickým polem, kde síla na částici je definovaná jako náboj násobený intenzitou elektrostatického pole. Z toho vyplývá, že náboj násobíme napětím a to celé dělíme vzdáleností elektrod.

$$\vec{F} = Q \cdot \vec{E} \Rightarrow |F_E| = Q \cdot \frac{U}{d} \quad (2)$$



Obr 1. 5 Elektrostatická síla na částici

Velikost síly elektrostatického pole závisí na vzdálenosti elektrod – čím blíže, tím větší síla. I zde jsme omezení fyzikálními vlastnostmi (rozměry 0,1 - 1 m). Tato síla dále závisí na velikosti napětí přivedeného na elektrody vychylovacího systému separátoru. Napětí je také omezené, ale má největší provozní rozsah ($10^2 - 10^5 V$).

1.5 Nejčastěji používané plasty

1.5.1 Polyethylen

Polyethylen je termoplast, který vzniká polymerací ethenu. Vyrábí se z něj smrštelné folie, roury, ozubená kola, ložiska, textilní vlákna, nejrůznější hračky, sáčky (mikroten) a elektrotechnická izolace. Z pohledu elektrotechniky je velice důležitý hlavně kvůli v oblasti izolací vodičů a sekundárních izolací pomocí smrštelných folií [5].

1.5.2 Polypropylen

Polypropylen je termoplastický polymer ze skupiny polyolefinů, které patří mezi nejběžnější plasty. Používá se v mnoha odvětvích potravinářského a textilního průmyslu a v laboratorních vybaveních. Prodává se pod obchodním názvem Triplen, Tatren, Mosten. Polypropylen je často používán pro výrobu lan a provazů kvůli své nízké hustotě hmotnosti - lana jsou pak dostatečně lehká, takže mohou plavat na hladině.

Z pohledu elektrotechniky se PP používá jako alternativa polyvinylchloridu pro izolaci elektrických kabelů v málo větraných prostředích, především v tunelech. Polypropylen totiž při hoření neprodukuje tolik kouře a žádné toxické halogenuhlovodíky, které by mohly za vysokých teplot přispět ke vzniku různých kyselin [6].

1.5.3 Polyvinylchlorid

Polyvinylchlorid je třetí nejpoužívanější umělou hmotou na Zemi. Vyrábí se polymerací vinylchloridu, což je těkavý, jemně nasádlý plyn. Od běžných plastů se liší obsahem chloru. Příčinou jeho mimořádného rozšíření jsou poměrně levné způsoby výroby vinylchloridu a významné vlastnosti jeho polymeru - snadná zpracovatelnost prakticky všemi základními postupy (válčováním, vytlačováním, vstřikováním, vyfukováním, vakuovým tvarováním atd.). Tento materiál má i velmi dobrou tepelnou odolnost. Nejvíce se využívá ve stavebnictví.

Samotný polymer se nezpracovává, pro využití se mísí s různými přísadami. Polyvinylchlorid se zpracovává buď bez změkčovadel, pouze se stabilizátory a modifikátory na tvrdé výrobky (trubky, profily, desky apod.), nebo se změkčovadly na výrobky polotuhé až elastické (folie, nádoby, hračky, ochranné rukavice atd.). Neměkčený tvrdý polyvinylchlorid je znám pod zobecněným obchodním označením novodur, měkčený pod názvem novoplast [7].

1.5.4 Polystyren

Polystyren vzniká jako produkt polymerace styrenu. Sem patří standardní (krystalový, čirý) PS, houževnatý PS, zpěňovatelný PS (EPS), vytlačovaný pěnový PS (XPS) a kopolymery. Nejvíce je znám jako pěnový tepelně izolační polymerní materiál. Polystyren je jedním z nejrozšířenějších tepelně zpracovatelných plastů, tzv. termoplastů. Používá se v těchto třech formách jako desky, drcený anebo jako extrudovaný polystyren. Z důvodu vysoké hořlavosti se do PS přidávají bromované zpomalovače hoření. PS odpad představuje značný problém [8].

1.5.5 Polyamid

Polyamid se používá ve formě vláken tzv. filamentů. Filament je označení pro „nekonečně“ dlouhé vlákno, které se používá ve výrobě. Vlákna jsou z lineárních makromolekul, v jejichž řetězcích se opakují funkční amidové skupiny. V roce 2009 se přibližně z poloviny filamentů vyrobily punčochy a sportovní oděvy, 26 % se použilo na technické textilie (dopravní pásy, lana, sítě, filtry, chirurgické nitě) a 20 % na podlahoviny. Nejčastěji se používá označení PA6. Můžeme se setkat s označením PA66 - jedná se o polyamid s vyšší tuhostí a je více otěruvzdorný oproti nejběžnější verzi (PA6) [9].

1.5.6 Polyethyltereftalát

Polyethyltereftalát je termoplast ze skupiny polyesterů. PET se uplatnil při výrobě vláken a textilních produktů vynikajících nemačkovostí a nízkou absorpcí vlhkosti, dále výrobou lahví a dalších obalových materiálů. Z obalových materiálů jsou mimo PET lahvi často používané tenké fólie, které bychom našli pod obchodním názvem Mylar. Samotná látka PET je známa pod řadou obchodních názvů: Arnite, Impet, Rynite, Ertalyte, Hostaphan, Melinex, Dacron, Terylene, Trevira atd. Různé názvy vznikají jen na základě pojmenování výrobců, případně v závislosti na výrobním procesu. V závislosti na procesu výroby pak lze vytvořit průhledný PET (amorfní) anebo mléčně zakalený PET (polykrystalický) [10].

2 Plastový odpad v ČR

Už před 5 lety jsme měli vysoké množství plastového odpadu. Největší spotřeba plastů je v potravinářství, poté ve stavebnictví, v automobilovém průmyslu a v elektronice [2]. V tabulce 1.1 vidíme výskyt plastového odpadu v České republice za rok 2011. Hodnoty jsou v tisících tun.

Tab.1.1 Výskyt plastových odpadů z jednotlivých aplikací v ČR v roce 2011 (v tis. tun). [11]

	Česká republika
Odpady z obalů	243
Odpady ze stavebnictví	28
Odpady z automobilů	16
Odpady z elektroniky	18
Odpady z domácích spotřebičů	16
Odpady ze zemědělství	17
Odpady – ostatní	52
Celkem	390

Plasty dělíme na tříděné a netříděné. Podle toho, do jaké skupiny spadá směs drti, můžeme lépe určit rozsah hodnot náboje granulátu. Toto zjištění nám usnadňuje nalezení ceny.

2.1 Tříděný plast

Mezi tříděné plasty patří PET láhve, sáčky, folie, polystyren, výrobky a obaly z plastů. PET láhve, nejžádanější a nejrozšířenější odpad, se dotřídí ještě podle barev. Chybně vytříděné odpady a znečištěné plasty mohou sloužit jako alternativní ekologické palivo v cementárnách a jiných provozech. Pěnový polystyren se zpracovává do izolačních tvárnic, případně lehčeného betonu a dalších tepelných izolací. V tabulce 1.2 je nejčastěji používané označení tříděných plastů.

Tab.1.2 Označení tříděných plastů

PET	1
HDPE	2
LDPE	4
PP	5
PS	6

Toto označení naleznete na příslušném plastovém výrobku. Označení vypadá jako trojúhelník ze šipek symbolizujících recyklaci a číslo je uvnitř tohoto trojúhelníku. Na velmi malých plastových nádobách, jako jsou třeba kapky do očí, naleznete na dně pouze číselné označení.

Tab.1.3 Barvy a ceny granulátů tříděných plastů [12]

PET	zelená	0,93 €/kg
HDPE	bílá	1,31 – 1,36 €/kg
LDPE	bílá	1,27 – 1,38 €/kg
PP	černá	1,15 – 1,25 €/kg
PS HIPS / PS GPPS	modrá /bílá	1,44 / 1,35 €/kg

V tabulce 1.3 vidíme barevné rozlišení tříděných plastových granulátů a cenu v eurech za kilogram tohoto granulátu. Z této tabulky vyplývá, že polyethylentereftalát (PET láhve) je nejlevnější. Naopak mezi nejdražší patří polystyren a vysokohustotní polyetylen.

2.2 Netříděný plast

Netříděné plasty se také rozdrťí na granulát. Sem patří linolea, plastové trubky, guma, molitan, textil z umělých vláken, nádoby od léčiv, vícevrstvé obaly, pneumatiky, obaly od nebezpečných látek. Druhově neroztříděné směsné plasty se zpracovávají například na stavební a zahradní prvky jakou jsou ploty, zatravnovací dlažba, poklop od kanálu, protihlukové zábrany či zahradní kompostéry.

Tab.1.4 Barvy a ceny granulátů netříděných plastů [12]

PVC	černá	2,15 €/kg
PC	černá	2,69 €/kg
ABS	černá	1,98 €/kg
PA6	bílý	2,38 €/kg
PA66	černá	2,94 €/kg
PVC – okna	převážně bílá	1,95 €/kg
POM	bílá	1,90 €/kg

V tabulce 1.4 vidíme barevné rozdělení netříděných plastových granulátů a jejich cenu za kilogram rozříděného plastu. Mezi nejlevnější z netříděných plastů patří polyoxymetylen a ABS. Nejdražší jsou polykarbonát a polyamid 66 – polyamid s vyšší tuhostí.

3 Přípustné náklady

Všechny třídící firmy musí splňovat zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (zákon o odpadech) a směrnici evropského parlamentu a rady (ES) č.98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic [13]. Také by se měli řídit normami o plastech (ČSN EN 15342 – ČSN EN 15348) [14].

Stát přispívá firmám na třídění odpadu. Výše příspěvku se mění a tento příspěvek odvádí producenti obalů. Distributorem je firma EKOKOM. Firma se zabývá sběrem tříděných odpadů. V současné době tento příspěvek činí 0,-kč [15].

Náklady dělíme na fixní a variabilní. Mezi fixní náklady patří spotřeba (elektrické energie, vody), mzdy zaměstnanců, nájem (prostorů, pozemků, vybavení). Mezi variabilní náklady patří náklady za zboží.

Předpokládejme, že máme firmu, která granuluje a dále zpracovává již drcený plastový odpad, a tak se rozhodla pořídit si separátor. Firma umístí separátor do haly, kterou vlastní. Vedle haly jsou kanceláře již zaběhnuté firmy. Dále předpokládejme, že firma vlastní nákladní automobil. Tento nákladní automobil vlastní již rok a odepisuje se rovnoměrně. To znamená, že firma musí nákladní automobil do svých nákladů ročně odepisovat [16].

Předpokládejme, že místnost je osvětlená 4 zářiči po 2 zářivkách o výkonu 18 Watt (celkem 144 W). Stroj je poháněný motorem o výkonu 1000 Watt. Všichni zaměstnanci, které firma zaměstná, budou mít mzdu 100 Kč/h. Každý zaměstnanec bude mít 8 hodinovou směnu. Zaměstnanci jsou bezdětní.

Pro výpočet čisté mzdy zaměstnance nejprve vypočteme hrubou mzdu. Vezmeme počet korun na hodinu. Vynásobíme počtem hodin za jeden den a poté vynásobíme počtem pracovních dní v měsíci. Z hrubé mzdy vypočítáme sociální (25 %) a zdravotní (9 %) pojištění, které platí zaměstnavatel. Super hrubou mzdu vypočítáme jako součet hrubé mzdy, sociálního a zdravotního pojištění, které platí zaměstnavatel. Super hrubou mzdu vždy zaokrouhlujeme nahoru na celé stokoruny. Ze super hrubé mzdy vypočteme

základ daně (15 %). Ze základu daně odečteme slevy na dani (sleva na poplatníka, sleva na děti). Po odečtení slev získáme zálohu na dani. Ještě spočítáme sociální (6,5 %) a zdravotní (4,5 %) pojištění, které platí zaměstnanec. Nakonec z hrubé mzdy odečteme zálohy na dani, sociální a zdravotní pojištění, které si platí zaměstnanec, a získáme čistou mzdu [17]. Firemní náklady za zaměstnance získáme vynásobením super hrubé mzdy počtem zaměstnanců. V našem případě násobíme dvěma.

Firma bere elektřinu od firmy ČEZ, kde má firma smlouvu na produkt GARANT PLUS na jistič 3x16A. V obrázku 1.4 vidíme výši měsíční a celkových ročních nákladů. Pohled na celý výpočet ze stránek ČEZ je v příloze A.

Platba	Celkové náklady	Ceny za MWh
1 327 Kč měsíčně	14 592 Kč ročně	Vysoký tarif 5 381 Kč za 1 MWh Fixní náklady 1 141 Kč ročně ?

Obr 1. 6 Cena za elektřinu u ČEZ [18]

Výpočet spotřeby elektrické energie zjistíme tak, že vezmeme výkon zdroje pohánějící separátor a přičteme k tomu spotřebu za osvětlení. Tuto hodnotu vynásobíme počtem hodin, kdy je separátor v provozu. Tím získáme spotřebu za den. Spotřebu za den vynásobíme počtem pracovních dnů a získáme spotřebu za měsíc. Pro roční spotřebu vynásobíme počtem měsíců.

Na výpočet nákladů za dopravu potřebujeme vědět vzdálenost, kterou musíme pro zboží ujet. Budeme předpokládat, že nákladní automobil firmy uveze 30 tun nákladu. Nákladní automobil jezdí na naftu se spotřebu 30 l/100 km. Objem nádrže nákladního automobilu je 600 litrů. Nákladní automobil jezdí pro náklad do 100 kilometrů vzdáleného místa. Průměrná cena nafty je 28 Kč/l. Nákladní automobil řídí zaměstnanec, který pracuje v kanceláři a v případě potřeby doveze materiál k roztřídění. To znamená, že dostává plat jako zaměstnanec firmy a za každý odjetý kilometr firemním nákladním automobilem dostává 5 Kč ve formě bonusu. Dle výjimky ze zákona o náhradě výdajů v souvislosti s výkonem práce se na nákladní automobil, poskytnutý zaměstnavatelem,

nevztahuje náhrada jízdních výdajů [21]. Dopravu roztríděné směsi drti si zákazníci zajišťují sami.

Výpočet na jednu jízdu nákladního automobilu získáme součtem kilometrů cesty pro zboží. Celkový počet kilometrů vynásobíme průměrnou spotřebou a počtem korun za litr. K této částce připočteme bonus pro zaměstnance. Tím zjistíme, kolik nás stojí jedna cesta pro zboží.

Pro výpočet měsíčních nákladů sečteme náklady za zaměstnance, zálohy na spotřebu elektrické energie a jednu cestu nákladním automobilem.

Směs plastové drti (kód odpadu 020104) nakoupíme za 2000 Kč/t bez DPH [19]. Roztríděné plasty poté firma prodává dle cen v tabulkách 1.3 a 1.4. Pro výpočet budeme předpokládat, že třídíme směs 2 druhů plastů. Tyto dva plasty budou ve směsi zastoupeny souměrně. PS bílé barvy a s cenou 1,35 €/kg. Druhý plast je PP černé barvy s cenou 1,25 €/kg. Měli bychom započítat určitou chybu. Množství plastu, které nepůjde roztrdídit. Předpokládejme, že tato chybovost bude 5%, to je 25 kg od každého druhu z každé tuny zakoupené drti plastové směsi.

Pro výpočet minimálního množství roztríděné drtě na pokrytí měsíčních nákladů si sestavíme rovnici, kde máme neznámou hodnotu m , která symbolizuje množství drtě, kterou musíme roztrdídit, aby se nám alespoň srovnaly náklady a příjmy. Na pravou stranu rovnice si dáme neznámou m násobenou nákupní cenou drtě převedenou z tun na kilogramy. Nákupní cena je bez DPH, proto musíme ještě vynásobit 21 %. Dále k pravé straně přičteme měsíční náklady – náklady na dva zaměstnance, náklady na jednu cestu nákladním automobilem a zálohy na spotřebu elektrické energie. Na levé straně rovnice si dáme součet cen v českých korunách za produkty dělené počtem tříděných plastů a násobené 95 %, kvůli chybovosti, a to vše násobené množstvím drtě, které chceme spočítat. Po úpravách rovnice získáme hmotnost drtě, které je potřeba roztrdídit za měsíc. Když hodnotu vydělíme počtem dnů a posléze i počtem hodin získáme množství, které musí stroj vytřídit, aby se srovnaly náklady na provoz stroje s příjmy za prodej roztríděné plastové drtě.

Pro výpočet výnosu za roztříděnou drť budeme potřebovat vypočítat, kolik získáme za půl tuny od obou druhů s chybovostí 5 %. Obě částky sečteme a převedeme na české koruny. V současné době je $1\text{€} = 27\text{ Kč}$ [20].

Při nákupu 30 tun se nám navýší nákupní cena. Ve výpočtu vezmeme nákupní cenu, vynásobíme DPH a počtem nakoupených tun.

Do výpočtu pro maximální celkové náklady započítáme náklady za zaměstnance, zálohy na spotřebu energie, cestu pro náklad, natankování plné nádrže a nákup 30 tun nákladu.

Pro výpočet minimálního množství roztříděné drtě na pokrytí maximálních měsíčních nákladů použijeme stejnou rovnici jako pro výpočet minimální množství na pokrytí nákladů. Na pravé straně rovnice zůstanou jen maximální měsíční náklady – náklady na dva zaměstnance, náklady na jednu cestu nákladním automobilem, zálohy na spotřebu elektrické energie, náklady na plnou nádrž nákladního automobilu a náklady na nákup 30 tun materiálu. Na levé straně rovnice zůstane součet cen v českých korunách za produkty dělené počtem produktů a násobené 95 %, kvůli chybovosti a to vše násobené množstvím drtě, které chceme spočítat. Po úpravách rovnice získáme hmotnost drtě, které je potřeba roztřídit za měsíc. Když hodnotu vydělíme počtem dnů a posléze i počtem hodin získáme množství, které musí stroj vytřídit, aby se pokryly maximální náklady na provoz stroje.

4 Příklady výpočtu nákladů

Tab.1.5 Odpisy nákladního automobilu

Rok	Pořizovací cena	Sazba	K odpisu
2015	850 000,- Kč	11%	93 500,- Kč
2016	850 000,- Kč	22,25%	189 125,- Kč
2017	850 000,- Kč	22,25%	189 125,- Kč
2018	850 000,- Kč	22,25%	189 125,- Kč
2019	850 000,- Kč	22,25%	189 125,- Kč

Výpočet mzdy 1 zaměstnance pro měsíc červen

Hrubá mzda

$$100 * 8 * 22 = 17\,600 \text{ Kč}$$

Sociální pojištění placené zaměstnavatelem (25 %)

$$17\,600 * 0,25 = 4\,400 \text{ Kč}$$

Zdravotní pojištění placené zaměstnavatelem (9 %)

$$17\,600 * 0,09 = 1\,584 \text{ Kč}$$

Super hrubá mzda (25 % + 9 % = 34 %)

$$17\,600 * 1,34 = 23\,584 \approx 23\,600 \text{ Kč}$$

Základ daně

$$23\,600 * 0,15 = 3\,540 \text{ Kč}$$

Záloha na daň

$$3\,540 - 2\,070 = 1\,470 \text{ Kč}$$

Sociální pojištění placené zaměstnancem (6,5 %)

$$17\,600 * 0,065 = 1\,144 \text{ Kč}$$

Zdravotní pojištění placené zaměstnancem (4,5 %)

$$17\,600 * 0,045 = 792 \text{ Kč}$$

Čistá mzda

$$17\,600 - 1\,470 - 1\,144 - 792 = 14\,194 \text{ Kč}$$

Náklady za 2 zaměstnance pro měsíc červen

$$(17\,600 * 1,34) * 2 = 23\,584 * 2 = 47\,168 \text{ Kč}$$

Výpočet spotřeby energie

Spotřeba na osvětlení za hodinu

$$4 * 2 * 18 = 144 \text{ Wh}$$

Spotřeba energie za den

$$(1000 + 144) * 8 = 9\,152 \text{ Wh}$$

Spotřeba energie za měsíc

$$9152 * 22 = 201\,344 \text{ Wh}$$

Spotřeba energie za rok

$$201\,344 * 12 = 2\,416\,128 \text{ Wh} = 2,42 \text{ MWh}$$

Výpočet nákladů na jednu cestu pro zboží

$$(100 + 100) * 0,3 * 28 = 1\,680 \text{ Kč}$$

Celkové náklady za 1 cestu

$$1\,680 + 1\,000 = 2\,680 \text{ Kč}$$

Náklady za měsíc

$$47\,168 + 1\,327 + 2\,680 = 51\,175 \text{ Kč}$$

Výpočet minimálního množství roztríděné drtě na pokrytí měsíčních nákladů

$$m * \frac{2000}{1000} * 1,21 + 47\,168 + 1\,327 + 2680 = \frac{1,35 * 27 * m + 1,25 * 27 * m}{2} * 0,95$$

$$m * \frac{121}{50} + 51\,175 = \frac{351 * m}{10} * 0,95$$

$$51\,175 = \frac{6669 * m}{200} - \frac{121 * m}{50}$$

$$51\,175 = \frac{1237}{40} * m$$

$$m = 1\,654,81 \div 1\,655 \text{ kg} = 1,655 \text{ t}$$

Počet kg / den

$$\frac{1\,655}{22} = 75,3 \text{ kg}$$

Počet kg / hod.

$$\frac{75,3}{8} = 9,4 \text{ kg}$$

Výnos za 1 tunu směsi

Cena za jeden druh plastu PS

$$475 * 1,35 = 641,25 \text{ €}$$

Cena za plast PP

$$475 * 1,25 = 593,75 \text{ €}$$

Cena za oba plasty a převod na Kč

$$(641,25 + 593,75) * 27 = 1235 * 27 = 33\,345 \text{ Kč}$$

Náklady na nákup 30t směsi

$$2\,000 * 1,21 * 30 = 72\,600 \text{ Kč}$$

Náklady na natankování plné nádrže do nákladního automobilu

$$600 * 28 = 16\,800$$

Maximální celkové náklady

$$47\,168 + 1\,327 + 2\,680 + 16\,800 + 72\,600 = 140\,575 \text{ Kč}$$

Výpočet minimálního množství roztríděné drtě na pokrytí maximálních měsíčních nákladů

$$m * \frac{2000}{1000} * 1,21 + 140\,575 - m * \frac{2000}{1000} * 1,21 = \frac{1,35 * 27 * m + 1,25 * 27 * m}{2} * 0,95$$

$$140\,575 = \frac{351 * m}{10} * 0,95$$

$$140\,575 = \frac{6669 * m}{200}$$

$$m = 4\,215,8 \doteq 4\,216 \text{ kg} = 4,216 \text{ t}$$

Počet kg / den

$$\frac{4216}{22} = 191,6 \text{ kg}$$

Počet kg / hod.

$$\frac{191,6}{8} = 23,9 \text{ kg}$$

Výnos za měsíc, při roztrídění 1t/den

$$33\,345 * 22 = 733\,590 \text{ Kč}$$

Zisk při roztrídění 1t/den při měsíčních nákladech

$$733\,590 - 51\,175 = 682\,415 \text{ Kč}$$

Zisk při roztrídění 1t/den při maximálních měsíčních nákladech

$$733\,590 - 140\,575 = 593\,015 \text{ Kč}$$

5 Zhodnocení tržního potenciálu

Z výpočtů vyplývá, že minimální množství roztríděné drcené směsi pro pokrytí měsíčních nákladů je 1,65 tun / měsíc, při každodenní osmihodinové směně je třeba separovat 9,4 kg/hod.

Maximální náklady mohou nastat při jednorázovém natankování plné nádrže do nákladního automobilu a při pořízení maximálního množství drcené plastové směsi, kterou pojme nákladní automobil, se mohou maximální náklady vyšplhat až na 140 575 Kč/měsíc, tedy je nutno vytrídít 4,2 tun/měsíc, tj. 23,9kg/hodinu.

V případě, že stroj roztrídí tunu drcené plastové směsi za den, bude mít firma po odečtení maximálních měsíčních nákladů zisk 593 015 Kč/měsíc.

Pořizovací cena není nikde uvedena, proto není ve výpočtech zohledněna.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Trideni. *Ekokom.cz* [online]. [cit. 2016-07-01]. Dostupné z: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/pro-verejnost/kratce-o-trideni-odpadu>
- [2] Doc. Ing. Eva Kučerová CSc. Přednášky Elektrotechnické materiály a prostředí
- [3] Barevný granulát. *Obalpap.eu* [online]. [cit. 2016-07-01]. Dostupné z: <http://www.obalpap.eu/pvc-granulat/>
- [4] Separator. *Experimental Study of Triboelectric Separator for Mixture of Plastic Particles* [online]. 2013 [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11025/11457>
- [5] Polyethylen. *Wikipedie.org* [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyethylen>.
- [6] Polypropylen. *Wikipedie.org* [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Polypropylen>.
- [7] Polyvinylchlorid. *Wikipedie.org* [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyvinylchlorid>.
- [8] Polystyren. *Wikipedie.org* [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Polystyren>.
- [9] Polyamidová vlákna. *Wikipedie.org* [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyamidová_vlákna.
- [10] Polyethylentereftalát. *Wikipedie.org* [online]. [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyethylentereftalát>.
- [11] Výskyt plastových odpadů z jednotlivých aplikací v ČR v roce 2011. *Stavba.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2015-04-09]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/11996-aktualni-udaje-o-plastech-a-vyuziti-plastovych-odpadu>
- [12] Ceny polymerů. *Plasticportal.cz* [online]. [cit. 2016-08-08]. Dostupné z: <http://www.plasticportal.cz/cs/ceny-polymerov/lm/1>
- [13] Právní předpisy. *Ceho.cz* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.ceho.cz/pravni-predpisy>
- [14] Plán odpadového hospodářství. *Mzp.cz* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/\\$FILE/OO-DP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/$FILE/OO-DP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf) , str 171

- [15] Právní předpisy. *Ekokom.cz* [online]. [cit. 2016-05-30]. Dostupné z: <http://www.ekokom.cz/cz/klienti/uzitecne-informace-pro-klienty/pravni-predpisy-klienti>
- [16] Třídění hmotného majetku do odpisových skupin - Odpisová skupina 2. Příloha č. 1 ze zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů
- [17] Daň z příjmu právnických osob. § 17 - 21a ze zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů
- [18] Čez garant plus: kalkulačka. [online]. [cit. 2016-08-02]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/firmy/cs/elektrina/garant-plus.html>
- [19] Ceník. *Entera.cz* [online]. [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.enreta.cz/index.php/cenik>
- [20] Kurzy měn. *Kurzy.cz* [online]. [cit. 2016-08-18]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/kurzy-men/aktualni/CZK-EUR/>
- [21] Náhrada výdajů v souvislosti s výkonem práce Zákon č. 262/2006 Sb. část VII. Hlava 2 § 156 Zákoník práce

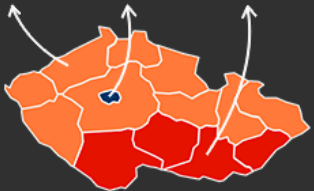
Přílohy

Příloha A

S elektřinou ČEZ GARANT PLUS ušetříte

Do jaké distribuční oblasti patříte?

ČEZ
 PRE
 E.ON



Jakou máte distribuční sazbu?

C01d

Jakou máte hodnotu jističe?

3x16A

Kolik ročně spotřebujete elektřiny?

2,5 / MWh za rok Vysoký tarif

Spočítat

i Veškeré údaje naleznete na svém posledním vyúčtování za elektřinu

Bez DPH

Úspora až ? 664 Kč <small>ročně</small>	Platba 1 327 Kč <small>měsíčně</small>	Celkové náklady 14 592 Kč <small>ročně</small>
--	---	---

Ceny za MWh

Vysoký tarif 5 381 Kč za 1 MWh

Fixní náklady 1 141 Kč ročně ?

Obr 1. 7 Kalkulačka ČEZ [18]