

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



NÁVRH INOVACE LINKY NA ZPRACOVÁNÍ
PLASTOVÉHO ODPADU

PROPOSAL OF INNOVATION OF LINE FOR PLASTICS WASTE
PROCESSING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: ing. Andrea Smejtková Ph.D.
Diplomant: Bc. Simona Čiperová

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Simona Číperová

Regionální environmentální správa

Název práce

Návrh inovace linky na zpracování plastového odpadu

Název anglicky

Proposal of innovation of line for plastics waste processing

Cíle práce

Seznámit se s provozem linky na zpracování plastů. Vyhodnotit nedostatky linky a navrhnout vhodnou inovaci.

Metodika

Obsah práce:

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika
- 4 Zpracování plastového odpadu
- 5 Návrh řešení a dosažené výsledky
- 6 Diskuse a závěry
- 7 Seznam použité literatury

Doporučený rozsah práce

40-50 stran

Klíčová slova

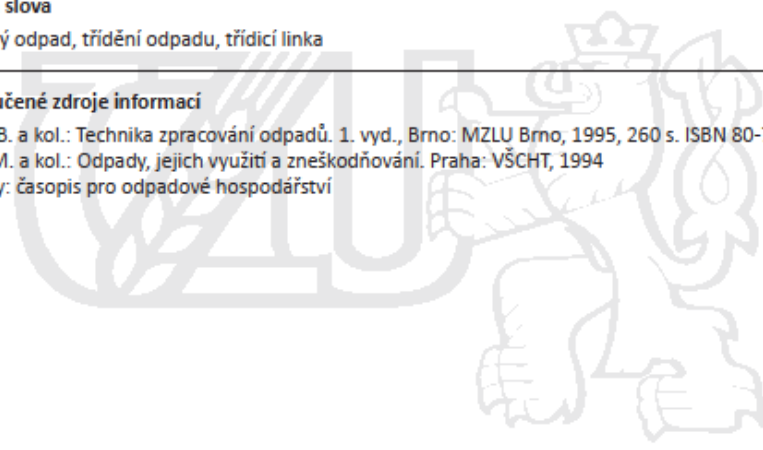
plastový odpad, třídění odpadu, třídící linka

Doporučené zdroje informací

Groda,B. a kol.: Technika zpracování odpadů. 1. vyd., Brno: MZLU Brno, 1995, 260 s. ISBN 80-7157-164-4

Kuraš,M. a kol.: Odpady, jejich využití a zneškodňování. Praha: VŠCHT, 1994

Odpady: časopis pro odpadové hospodářství



Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Andrea Smejtková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 18. 1. 2017

doc. Ing. Jan Malaták, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 07. 02. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením ing. Andrey Smejtkové Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Boudách dne 14. 4. 2018

.....

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala mé vedoucí diplomové práce Ing. Andree Smejtkové, Ph.D. za poskytnutí rad, cenných informací a vstřícnost. Velký dík patří také mé rodině za velkou podporu.

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zabývá návrhem inovace technologické linky na zpracování plastového odpadu ve společnosti AMT s.r.o. Dolní Hbity. V teoretické části je přehled důležitých druhů plastů a též uveden popis třídění a způsoby recyklace plastového odpadu. Zároveň jsou uvedeny výhody a nevýhody recyklace. V závěru této části práce jsou uvedeny nové výrobky z recyklovatelného plastu.

Návrh technologické linky spočívá v charakteristice současného stavu, kde nejporuchovější částí je pásový dopravník v třídící kabině. Vyhodnocení výběrového řízení na nový pásový dopravník proběhne výběrem mezi českými firmami, které se zabývají návrhem a výrobou pásových dopravníků. Po vyhodnocení výběrového řízení následuje financování inovačního záměru. Součástí práce je také vyhodnocení doby návratnosti investice, která vzhledem k dotačnímu programu není tolik, finančně nákladná. V neposlední řadě je práce ukončena diskuzí a závěrem k danému tématu.

Klíčová slova: plastový odpad, třídění odpadu, třídící linka

Abstract:

This dissertation is focused on the concept for innovation of the plastic waste processing technological line of the company AMT Ltd. Dolní Hbity. In the theoretical part is the overview of important kinds of plastics, the description of sorting and ways of plastic waste recycling, same as benefits and disadvantages of recycling. At the end of this thesis are mentioned new products made of recycled plastic.

The concept of technological line addresses characteristic of the current condition where the most defective part is the conveyor belt in a sorting cabin. The appraisal of the competitive tendering for the new conveyor belt will take place between Czech companies who concern with projecting and production of conveyor belts. The appraisal of the competitive tendering is followed by the financing of the innovational intent. Part of the work is also focused on the evaluation of the return on investments which are not so expensive in consideration of grant. The work is closed with the discussion and the conclusion of this topic.

Key words: plastic waste, waste separation, sorting line

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl práce	2
3. Metodika	2
4. Zpracování plastového odpadu	3
4.1 Přehled důležitých plastů	4
4.1.1 Plasty vyráběné polykondenzací.....	6
4.1.2 Plasty vyráběné polymerací	7
4.1.3 Plasty vyráběné polyadící	9
4.2 Třídění plastového odpadu v České republice	11
4.3 Recyklace plastů z odpadu.....	19
4.3.1 Způsoby recyklace plastů.....	25
4.3.2 Výhody a nevýhody recyklace	27
4.4 Technologie zpracování plastových odpadů.....	28
4.5 Výrobky vyrobené z recyklovatelných plastů.....	29
4.6 Vícekriteriální hodnocení variant.....	31
4.6.1 Bodovací metoda.....	31
4.6.2 Metoda pořadí	32
4.6.3 Saatyho metoda.....	32
5. Návrh řešení a dosažené výsledky	32
5.1 Představení společnosti AMT Dolní Hbity s.r.o.	32
5.2 Charakteristika stávající linky na dotřídění plastového odpadu.....	33
5.3 Návrh inovace	34
5.3.1 Výběrové řízení.....	35
5.3.2 Porovnání parametrů.....	40
5.3.3 Vyhodnocení výběrového řízení	44
5.4 Popis vybraného pásového dopravníku.....	44
5.5. Ekonomické posouzení inovačního návrhu	44
5.5.1 Financování inovačního záměru	44
5.5.2 Hodnocení ekonomické efektivity investice.....	48
6. Diskuze a závěry	49
7. Seznam použitých zdrojů	51
8. Seznam obrázků	56
9. Seznam tabulek	56

10. Seznam příloh	57
--------------------------------	-----------

Seznam použitých zkratk

ABS	akrylonitril-butadine-styren
ČSH	čistá současná hodnota
ČSN	česká státní norma
EP	epoxidová pryskyřice
EPS	expandovaný pěnový polystyren
EU	Evropská unie
HDPE	vysokohustotní polyetylen
H ₂ O	voda
IS KP14	informační systém koncového příjemce
Kg	kilogram
LDPE	low density polyethylene
NaCl	chlorid sodný
NH ₃	amoniak
PA	polyamid
PE	polyetylen
PET	polyethylentereftalát
POM	polyoxymethylen
PP	polypropylen
PS	polystyren
PUR	polyuretan
TAP	tuhé alternativní palivo
UP	polyesterová pryskyřice
ŽP	životní prostředí

1. Úvod

Historie plastového materiálu sahá do 19. století, kde byl používán především armádou. Až v polovině 20. století se uchytil v dalších průmyslových oblastech a postupně byla vytlačovaná přírodní konkurence. V dnešní době jsou plasty uplatňovány skoro ve všech oborech lidské činnosti. Ve spoustě ohledů je tento materiál stěží nahraditelný a jeho spotřeba má rostoucí tendenci (Eko-komunikace, 2017).

Moderní společnost ač si to neuvědomuje je obklopena plasty. Škála jejich využití je pestrá využívá se pro výrobu obalů (sáčky, kelímky, fólie, PET láhve, přepravky, sudy). Plasty jsou velice odolné a právě tato vlastnost zatěžuje naši planetu. Dnes se z vláken vyrobených z plastů vyrábí většina oblečení. Plasty jsou všude kolem nás a jejich odstranění je náročné. Plastové odpady mohou být uloženy na skládce několik let a nic se významného s nimi nestane. Pouze se mechanicky opotřebují, ale jejich chemická podstata zůstane nezměněná. Plasty se nedají biologicky rozložit, rozpadnou se pouze zahříváním na vysokou teplotu. Bohužel tento proces má za následek únik škodlivých emisí do ovzduší a to má negativní vliv na naše zdraví a ŽP. Řešením je recyklace, která nepotřebný odpad znovu využívá nebo navrácí zpět do cyklu (Šťastná, 2007).

Plasty jsou jedny z nejvíce používaných obalů, tudíž patří mezi nejčastější druh odpadů. Původním účelem plastů bylo nahradit přírodní materiály, vlnu, nebo přírodní pryskyřici. Dnes jsou pokládány za mimořádnou skupinu materiálů s jedinečnými vlastnostmi. Jsou to vysokomolekulární organické sloučeniny. Nejprve plast vznikal z přírodních materiálů např. protein, celulóza, pryskyřice a kaučuk. V dnešní době se většina plastů vyrábí z ropy a zemního plynu, v menším měřítku pak z uhlí a biomasy. Plasty vznikají procesem tzv. polymerace, který probíhá spojováním malé krátké molekuly do dlouhých odlišných propojených řetězců. Proto existuje mnoho jednotlivých polymerů s rozdílnými vlastnostmi (Janíčková, 2012).

Dopad spotřebitelských plastů na životní prostředí je důležitou otázkou v oblasti nakládání s odpady. V hierarchii nakládání s odpady, je kladen důraz, pokud nelze odpad zredukovat a opětovně použít, musí být před skládkováním upřednostňovaná recyklace nebo využití energie (Moroni a kol., 2017).

Dle Kreníková (2014) musí být v odpadovém hospodářství dodržovaná hierarchie nakládání s odpady:

- předcházení vzniku odpadů
- opětovné použití
- recyklace odpadů
- jiné využití odpadů (energetické využití)
- odstranění odpadů

V České republice je důležitý zákon v oblasti odpadového hospodářství, jedná se o zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, a jeho prováděcí předpisy stanoví v souladu s právy Evropskou Unie pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany ŽP, ochrany zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy.

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce je nejprve v teoretickém rozboru popsat problematiku plastového odpadu. Následně se seznámit s provozem technologické linky na zpracování plastů. Vyhodnotit nedostatky stávající linky, navrhnout inovaci vybrané části a provést nezbytné ekonomické zhodnocení.

3. Metodika

Pro řešení této diplomové práce byla určena následující metodika. Prostudování vhodné literatury a internetových zdrojů v oblasti plastového odpadu. Popsán přehled důležitých plastů, třídění plastů v rámci České republiky a zdůrazněny způsoby recyklace druhů plastů. Představení společnosti AMT s. r. o. se sídlem v Dolních Hbitech, která se zabývá dotříděním plastového odpadu. Seznámení se s provozem a se stávající technologickou linkou na dotřídění plastového odpadu. Pro výběr vhodného zařízení bylo vyhlášeno výběrové řízení, ve kterém bylo osloveno několik firem. Popis nejvhodnější technologické linky, která vzešla z výběrového řízení. Společnost AMT s.r.o. nemá dostatek financí na financování celého inovačního

záměru, tudíž byl využit finanční příspěvek z „Operačního programu Životního prostředí 2014 – 2020“. V ekonomickém posouzení inovačního návrhu je uvedena doba návratnosti investice, kterou firma vynaloží na dofinancování celého záměru.

4. Zpracování plastového odpadu

Zpracování plastového odpadu je závislé na mnoha důležitých faktorech. Druhy plastů musí být dobře roztříděny a zbaveny různých škodlivin a příměsí ostatních materiálů. Hlavním způsobem, kterým by plasty měly být zneškodněny je především recyklace. Plastový odpad je možné uložit i na skládku odpadů, tento způsob vzhledem k obtížné a zdlouhavé biodegradaci plastových materiálů není šetrný k životnímu prostředí. Další možností zneškodnění plastového odpadu je jeho odstranění ve spalovnách odpadů, kde se odpad energeticky zhodnotí, zároveň je nutné řešit vzniklý popel a zachycování nežádoucích emisí (Fiedor, 2012). Plasty se nerozloží a jejich objem je velký, tudíž zabírají ve světě velký prostor určený ke skládkování, kterého stále ubývá (Philip a kol., 2013). Jak se zmiňuje Groda a kol., (1997) nejvíce používaný způsob zpracování plastového odpadu, kromě jeho ukládání na skládku, jsou tepelné procesy, hlavně spalování. Při spalování odpadů vznikají velice nebezpečné, toxické pevné i plynné emise, tudíž jsou kladeny vysoké nároky na čistotu spalin, které jsou vypouštěny do prostředí. To má za následek vysoké investiční náklady na spalovací zařízení, na zařízení k zachycování a přetváření škodlivých látek emisí.

Zpracování plastového odpadu lze provést těmito způsoby:

- **Zplynění** - proces zplyňování přeměňuje uhlíkatý materiál při vysokých teplotách na plynná paliva. Oproti pyrolýze probíhá za přítomnosti reaktivních plynů, které umožňují další přeměnu koksovitého zbytku na plynné produkty. Při teplotách až 800 °C dochází k oxidaci dusíku, který vznikl pyrolýzou koksu (Kuraš a kol., 1994).
- **Pyrolýza (odplynění)** – probíhá bez přístupu vzduchu, kyslíku, vodní páry, oxidu uhličitého a jedná se o tepelný rozklad organických materiálů. Organické sloučeniny při vyšších teplotách nejsou již tolik stabilní a

rozpadnou se na těkavé produkty a koks. Odštěpením menších molekul z původních makromolekul probíhá rozklad organických sloučenin. Chemická reakce při pyrolýze je závislá na základním materiálu, teplotě, vlhkosti a rekční době. Stabilnější produkt vzniká, pokud se zvyšuje teplota a rekční doba je delší. Pyrolýzu lze použít v případě, pokud odpady mají neměnné složení. Proces pyrolýzy se děje, jak již bylo uvedeno bez přístupu kyslíku a zároveň při teplotách kolem 500 °C, v pyrolýzní komoře. V pyrolýzních zařízeních je vhodné spalovat netoxický materiál (Kuraš a kol., 1994).

- **Granulace** – výrobky z plastů lze roztřídit, odstranit nečistoty a kovové součásti a za mokra ve vodě rozemlít. Z tohoto procesu vzniká velice kvalitní granulát pro výrobu nových podobných výrobků a materiálů (Kizlink, 2014).
- **Termické štěpení** - způsob zpracování plastového odpadu termické štěpení a to hlavně polyolefinů se osvědčilo ve firmě Leunawerke Leuna. V extruderu při dosažené teplotě přibližně 400 °C se vytvoří málo plynných produktu a je dosaženo vyššího stupně odštěpení organicky vázaného chloru v podobě uhlovodíku (Kizlink, 2014).
- **Koksování** - je považováno jako perspektivní způsob zhodnocení. Vstupní plasty není potřeba již prát a nepůsobí zde žádný problém ani papír, který je zde obsažený. Podíl kapalných samostatných plastů je zde až 80 % (Kizlink, 2014).

4.1 Přehled důležitých plastů

Slezák (2004) uvádí, plastů je velké množství, dnes se používá zhruba 50 základních druhů plastů. Výrobci nabízejí každý druh v mnoha variantách, které se liší zpracovatelskými a uživatelskými vlastnostmi. Z celkového počtu spotřebovávaných plastů je 75 % komoditních termoplastů (PP, PE, PVC, PS), 15 % reaktoplastů (PUR, EP, UP), které jsou dodávány jako technické pryskyřice, pojiva, lepidla, lamináty, 9 % technických termoplastů, též nazývaných konstrukční termoplasty (ABS, PA, POM, PET, kompozity) a 1 % speciální polymery (polyamidy, polysulfony).

Vzhledem ke svým vlastnostem jsou plasty lehké, pevné, dobře tvarovatelné, mají i též dobré tepelné izolační vlastnosti. Dobrá odolnost plastů je pozitivum pro jejich využití, ale velké negativum pro jejich likvidaci. Materiál plastů je směs syntetických polymerů a dalších příměsí (Vacík a kol., 1999). Nejčastější dělení plastu je na termoplasty, které teplem měknou a pokud se ochladí, dosahují původní vlastnosti (polyetylen, polystyren, polyvinylchlorid, polypropylen, polyamid) a reaktoplasty dříve nazývané termosety je možné pouze a po krátkou dobu zahřívat a tvarovat. Neměknou zahříváním, ale rozkládají se (polyesterové hmoty, fenolformaldehydové hmoty, pryskyřice) (Smejtková, 2004).

Polymery lze dělit do několika kategorií

Dělení podle chování při zahřívání (Slezák, 2004):

- **Termoplasty** – působením tepla měknou a můžou se opakovaně roztavit a ochlazením je vrátit zpět do tuhého stavu, molekuly jsou vzájemně poutány fyzikálními vlastnostmi.
- **Reaktoplasty (termosety)** - zahříváním nevratně přecházejí do netavitelného a nerozpustného stavu, molekuly jsou propojeny do husté souvislé sítě.

Dle základních technických vlastností (Slezák, 2004):

- **Elastomery** – tento druh polymerů rychle obnovuje původní tvar a rozměry, který měly před deformací malým napětí.
- **Plastomery** – polymery, které zůstávají stále deformovány, i když deformující napětí přestane působit, v tomto případě deformace je nevratná.

Obaly z plastů můžeme dělit na odpad vytvrzených plastů, jako jsou např. polyestery, fólie, pryskyřice, polystyren, polyetylen, polyuretan, polyamid, tvrdá pěna, umělá střívká, PVC, plexisklo, polyakrylát, polyvinylacetát, polyvinylalkohol, epoxidové pryskyřice a odpad netvrzených plastů např. odpad z výroby a zpracování plastů, změkčovadla (Fiedor, 2012).

4.1.1 Plasty vyráběné polykondenzací

Polykondenzace je typ stupňovité polyreakce, kde vzniká reakce molekul dvou typů sloučenin. Každá sloučenina obsahuje alespoň dvě reaktivní skupiny, kdy při vzájemné reakci obou skupin se odštěpují molekuly nízkomolekulární sloučeniny (Vacík a kol., 1999). Typické pro polykondenzaci je vznik vedlejších produktů NCl , NH_3 , H_2O (Ledvina a kol., 1997).

Polyamidy

Vytvářejí se polymerací cyklických amidů nebo polykondenzací diaminů s dikarboxylovými kyselinami. Jsou syntetickou obdobou bílkovin. Používají se k výrobě textilních materiálů, lan, drobných spotřebních předmětů (hřebeny, obroučky na brýle) a k výrobě ozubených kol (Vacík a kol., 1999).

Zesíťované polyestery

Můžeme je rozdělit na alkydové pryskyřice a nenasycené polyestery. Alkydové pryskyřice připravují se esterifikací ftalanhydridu s vícesytným alkoholem (glycerol). Nátěry z těchto pryskyřic mají dobrou odolnost a lesk. Nenasycené polyestery vznikají esterifikací maleinanhydridu etylen-propylenglykolem. Takto získaný materiál se uplatní k výrobě licích pryskyřic, nátěrových látek, lepidel (Vacík a kol., 1999).

Lineární polyestery

Připravují se z dikarboxylových kyselin a z dvojsytných alkoholů. Jejich využití je stejné, jako u polyamidu, zpravidla ve směsi s přírodními vlákny, jako je např. bavlna a vlna. Dále se z těchto polyesterů vyrábí filmy, magnetofonové pásky a lana. Lineární polyestery mají stejně jako polyamidy, dokonalé vlastnosti, jako suroviny textilního průmyslu, jelikož se z nich vyrábějí vlákna, která se vyznačují vynikající pružností, pevností, nemačkají se, jsou odolná vůči plísním a molům, rychleschnoucí a dobře se zpracovávají na textilních strojích. Mezi jejich nevýhody patří hořlavost, špatná savost a možnost nabíjet se třením elektřinou (Vacík a kol., 1999).

Aminoplasty

Jsou to bílé nebo bezbarvé látky vzniklé polykondenzací formaldehydu s aminosloučeninami např. melaminem a močovinou. Používají se k výrobě elektrotechnických výrobků, nátěrových látek a spotřebního zboží. Nemají žádný zápach (Vacík a kol., 1999).

Silikony

Sloučeniny s dlouhými řetězci, ve kterých se střídají atomy kyslíku a křemíku. Silikony můžeme připravovat ve formě různých past, olejů, pryskyřic a kaučuků. Jednou z jejich vlastností je chemická odolnost (Vacík a kol., 1999). Ledvina a kol., (1997) se zmiňují též o odlišné konzistenci silikonů, jsou to vazelíny, pasty a oleje. Jejich použití je hlavně pro vysokou tepelnou odolnost a hydrofobnost. Silikony se uplatňují především ve zdravotnictví.

Epoxidové pryskyřice

Velmi složité chemické látky. Používají se např. jako tmely nebo jako lepidla (Vacík a kol., 1999). Vytváří se jako tuhé nebo prstovité látky, mnohokrát silně často velice znečištěné. Hlavním znakem je jejich vysoká výhřevnost uvádí se až $2 \cdot 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Výjimečně se využívají v chemické výrobě. Častěji se v praxi používá energetická recyklace ve směsi s jinými palivy (uhelný prach). Proces jejich spalování probíhá v rotačních válcových pecích (Božek a kol., 2003).

Fenoplasty

Ze všech plastů jsou nejdříve známé. Připravují se kondenzací fenolu formaldehydem. Jejich využití je nejčastěji k výrobě spotřebních předmětů pro domácnost, v elektrotechnice a pro dekorální účely (Vacík a kol., 1999).

4.1.2 Plasty vyráběné polymerací

Polymerace je řetězová polymerační reakce, při polymeraci dochází ke spojování molekul (Vacík a kol., 1999).

Polymerací se vytěží vysokomolekulární látky tzv. polymery. Tento postup je vhodný k výrobě plastů, olejů, kaučuků a řadě dalších výrobků. Produkty pro výrobu

pracích prostředků se získávají polymerací propylenu za přítomnosti kyseliny fosforečné, jako katalyzátoru (Kreníková, 2014).

Polyethylen

Vyrábí se tlakovou polymerací etylenu. Současně s polyesterem a polyvinylchloridem patří mezi nejznámější plasty. Vyrábí se z něj hadice, láhve, fólie a potrubí (Vacík a kol., 1999).

Polystyren

Objemem zaujímá třetí místo na světě, kapacitně se podílí při výrobě plastu cca 8 - 9 %. Výroba polystyrenu nepředstavuje žádné vysoké environmentální riziko (Slezák, 2004).

Jeho použití je k výrobě spotřebních materiálů např. misky, hračky, lžičky, izolační materiál (Vacík a kol., 1999).

Polyvinylchlorid

Většinou jej poznáme pod zkratkou PVC. Při vyšších teplotách je velmi dobře tvarovatelný. Lze ho rozdělit na měkkčený PVC a neměkkčený PVC. Měkkčený PVC neboli Novoplast slouží k výrobě filmů, hraček, fólií, umělých kožešin, podlahových krytin. Neměkkčený PVC se také nazývá Novodur jeho využití je k výrobě instalačního materiálu a spotřebního zboží (Vacík a kol., 1999). Též Božek a kol. (2003) se zmiňují v minulosti o hojném použití polyvinylchloridu a to hlavně měkkčený polymer pro výrobu kabelů, plastické kůže, fóliových obalových materiálu, tapet, podlahových krytin, lékařských pomůcek a neměkkčený polymer pro výrobu drenáží, trubního materiálu, okenních profilů, izolačních desek atd.

Janíčková (2012) polyvinylchlorid definuje, jako nejznámějšího zástupce skupiny vinylových polymerů a současně s polyetylenem a polypropylenem nejčastějším vyráběným syntetickým plastem. Důvodem jeho rozšíření jsou levné způsoby výroby vinylchloridu a důležité vlastnosti jeho polymeru, jako je lehká zpracovatelnost všemi možnými způsoby (vstřikováním, vyfukováním, vakuovým tvarováním, válcováním apod.) nebo jeho možnost želatínace s některými změkčovadly nebo jeho dobrá chemická odolnost. Jelikož velký problém je tepelná a světelná stabilizace polyvinylchloridu, musí být zpracováván při teplotách cca 180 °C. Výraznou

mechanickou vlastností polyvinylchloridu je pevnost v tahu, další z vlastností je odolnost proti ohni.

Polypropylen

Jeho použití a výroba jsou velmi totožné jako použití a výroba polyetyleny. Slouží k výrobě syntetických vláken (Vacík a kol., 1999).

Polyvinylacetát

Nejnámější využití polyvinylacetátu, je k výrobě latexu. Jež jsou emulzní nátěrové látky, které se používají k povrchové úpravě různých materiálů a jsou základní složkou lepidel (Vacík a kol., 1999).

Polymethylmethakrylát

Má široké použití jako organické sklo (skla do osobních aut a letadel), zubní protézy, optické čočky (Vacík a kol., 1999).

Polytetrafluorethylen (teflo)

Je nejodolnější plast, jak termickými, tak chemickými vlastnostmi. Důležité využití pro tyto vlastnosti je v chemickém průmyslu, kde se z něj vyrábí potrubí a těsnění. Mezi další vlastnosti patří zdravotní nezávadnost proto má své uplatnění v lékařství, jako např. kostní náhrada. Lze jej použít i v domácnosti, kde se polytetrafluorethylenem potahuje nádobí pro tepelnou úpravu (Vacík a kol., 1999). Patří mezi fluoroplasty. Hlavními znaky těchto polymerů jsou nízká hořlavost, výborná odolnost proti stárnutí na povětrnosti, vysoká chemická a tepelná odolnost (Slezák, 2004).

4.1.3 Plasty vyráběné polyadicí

Vacík a kol. (1999) uvádí, polyadice tím, že se při ní žádná sloučenina neodštěpuje, se velice podobá polymeraci. Polyadice je reakce stupňovitá a tvoří se spojováním molekul dvou odlišných sloučenin, kde každá má dvě reaktivní skupiny, které jsou schopné reakce se skupinami druhé sloučeniny. Polyadice je totožná jako

polykondenzace stupňovitou polyreakcí, rozdíl je v tom, že nevzniká žádný vedlejší produkt (Ledvina a kol., 1997).

Poly-1,3-butadien

Můžeme poly-1,3-butadien znát pod názvem Buna. Dnes se nejčastěji používají kopolymery, které vzniknou polymerací 1,3-butadienu a sytenu nebo akrylonitrilu (Vacík a kol., 1999).

Poly-2-methyl-1,3-butadien

Svémi vlastnostmi je podobný kaučuku (Vacík a kol., 1999).

Životnost plastů

Zvyšování výroby plastů vede k růstu jejich odpadu. Vzhledem dobré odolnosti nemají plasty skoro žádnou šanci se začlenit do přirozeného koloběhu látek v přírodě. Ovšem na druhé straně plastový odpad představuje potenciálně využitelný zdroj energie a materiálu (Slezák, 2004). V tabulce 1 je uvedena životnost výrobků z plastů.

Tabulka 1: Životnost výrobků z plastů

Životnost	Výrobek	Doba	Zastoupení
Krátkodobá	obaly, kancelářské potřeby, lékařské pomůcky	< 2 roky	15%
střednědobá	podlahoviny, tapety, obuv	2 - 10 let	17%
dlouhodobá	nábytek, automobily, elektroinstalace, podlahoviny	10 - 20 let	26%
velmi dlouhodobá	trubky, kabely, střešní krytiny, okenní profily	> 20 let	42%

(Zdroj: Slezák, 2014)

Výrobci plastů v ČR

Mezi největší výrobce plastů v ČR patří (Vörös, 2011):

Synthos Kralupy: polyester – PS, pěnový, expandovaný – EPS

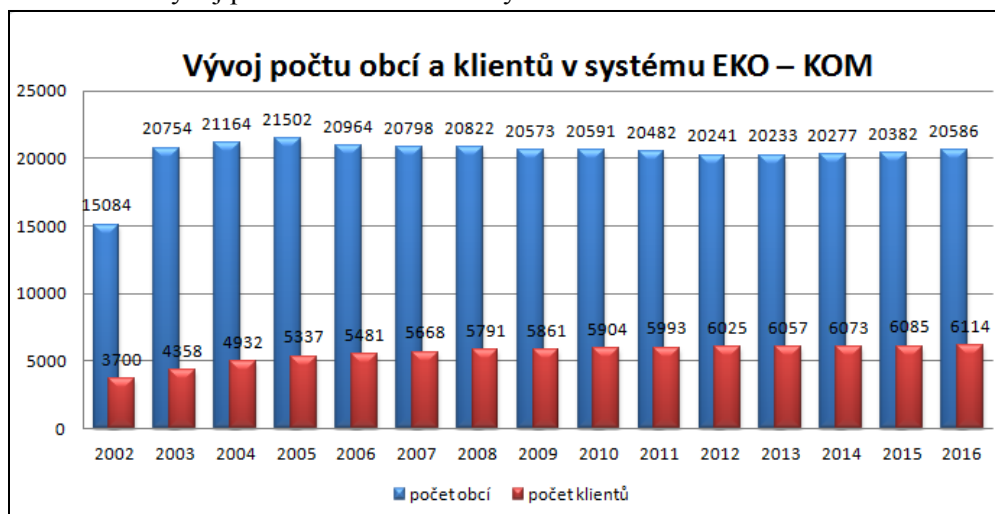
Unipetrol RPA Litvínov: polypropylen – PP, polyetylen – PE

Spolana Neratovice: polyvinylchlorid - PVC

4.2 Třídění plastového odpadu v České republice

Třídít odpad pro obyvatele České republiky je pořád víc a víc přirozenější. Ze statistik vyplývá, že cesta k barevným kontejnerům je samozřejmostí pro 72 % obyvatel České republiky. Pravidelně třídí téměř $\frac{3}{4}$ České republiky. Český systém třídění obalů si vede velice dobře v konkurenci členských zemí EU i z pohledu efektivity nákladů. Kladné hodnocení si vysloužil i v Bruselu a to z hlediska transparentnosti a funkčnosti. Podmínky pro třídění se stále zlepšují a to hlavně díky dobře vypracovanému systému. Systém funguje na úzké spolupráci průmyslu, měst, obcí úpravců a konečných zpracovatelů druhotných surovin. Zároveň můžeme říct, že podmínky, které mají spotřebitelé v České republice, se stále zlepšují (Müllerová, 2017). Na území ČR je provozován celorepublikový systém zpětného odběru a využití odpadů z obalů dle zákona č. 477/2001 Sb., o obalech autorizovaná obalová společnost EKO-KOM, která je na našem trhu přes 20 let. Ve výroční zprávě společnosti EKO-KOM z roku 2016 se uvádí, že téměř na 99 % území ČR mohou občané třídít odpad. Hlavně dlouhodobě a efektivní spolupráci 20 586 firem a 6 114 obcí (viz obrázek 1), které jsou zapojeny do dobře fungujícího systému EKO-KOM (EKO-KOM, 2017).

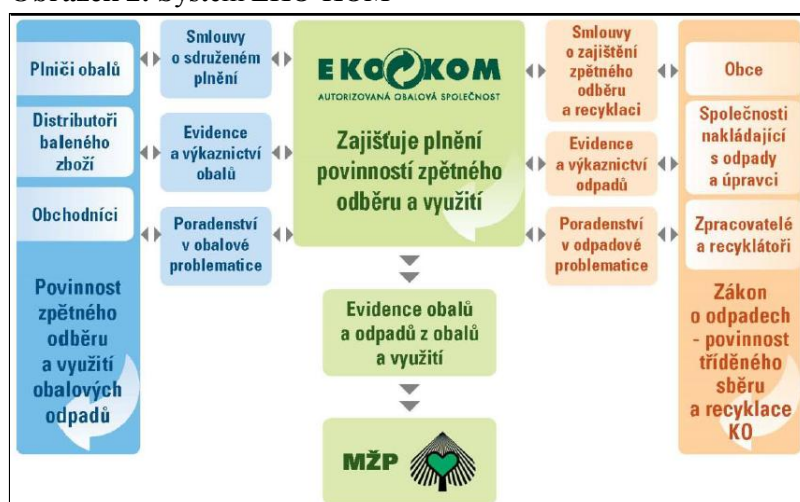
Obrázek 1: Vývoj počtů obcí a klientů v systému EKO – KOM za období 2002 – 2016



(Zdroj: EKO-KOM, 2017)

Povinnost zpětného odběru a využití odpadů z obalů mají dle výše uvedeného zákona o obalech, osoby, které uvádějí do oběhu obaly a balené výrobky. Tyto osoby pro plnění těchto povinností uzavírají Smlouvu o sdruženém plnění se společností EKO-KOM. Systém EKO-KOM zajišťuje plnění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů (viz obrázek 2) pomocí systému tříděného sběru v obcích a činností osob, které jsou oprávněny nakládat s odpady. Tudiž společnost EKO-KOM fyzicky nenakládá s obalovým odpadem, ale podílí se na financování nákladů, které souvisí se sběrem, svozem, tříděním a využitím obalových odpadů (EKO-KOM, 2017).

Obrázek 2: Systém EKO-KOM



(Zdroj: EKO-KOM, 2017)

Šťastná (2007) uvádí, na růst množství plastového odpadu má vliv životní styl. Každý občan České republiky průměrně vyprodukuje 28 kg odpadních plastů (většinu tohoto plastového odpadu tvoří obaly z potravin a ze spotřebního zboží). Můžeme porovnat při deseti milionech obyvatel to činí 280 tisíc tun odpadních plastů, které pokud se nebudou roztrídovat, skončí na skládce. Česká republika s porovnáním např. s Německem si vede poměrně dobře, jelikož v Německu je vyšší životní úroveň.

Pro sběr plastového odpadu v České republice jsou určeny kontejnery žluté barvy (viz obrázek 3) nebo pytle na separovaný odpad. Každá domácnost do nich ročně roztrídí přibližně 27 kg plastového odpadu. Seznam druhů, který lze takto roztrídít je na nálepce, která je nalepená na každém kontejneru (viz obrázek 4). Objem každé PET lahve, kelímku by měl být nejprve před vhozením do kontejneru minimalizován sešlápnutím nebo zmáčknutím. Do kontejneru s plastem nepatří jakýmkoliv

způsobem znečištěný obal. Takto roztríděný plast je svezon svozovými vozy na další dotřídění do firem, které se zabývají tříděním plastového odpadu. Zde se na dotřídňovací lince ručně dotřídí a poté se lisuje do balíku a prodává firmám, které jej dále zpracovávají (Eko-komunikace, 2017).

Plast se nachází všude kolem nás, pro dnešní společnost představuje velký problém. Špatná informovanost o nevhodném odstraňování odpadu má vliv na ŽP a lidské zdraví (Božek a kol., 2003). Produkce plastu z komunálního odpadu v ČR v letech 2012 – 2015 je uvedena v tabulce 2.

Tabulka 2: Produkce plastu z komunálního odpadu v ČR v letech 2012 - 2015 v tunách

2012	2013	2014	2015
100 703	105 235	109 147	118 196

(Zdroj: CZSO, 2017)

Obrázek 3: Kontejner na plast



Obrázek 4: Samolepka používaná pro sběr plastů



(Zdroj: EKO-KOM, 2017)

Do kontejneru na plasty patří (Šťastná, 2007)

- PET lahve od nápojů.
- Fólie a misky z baleného ovoce.
- Kelímky od mléčných výrobků.
- Obaly od cukrovinek, chipsů, sušenek.
- Sáčky do kterých se v obchodech nabírá zelenina, ovoce, rohlíky či chléb.
- Obaly a fólie od spotřebního zboží.
- Obaly od polévek a dalších potravin v prášku, i když na první pohled vypadají jako kovové, jedná se ve většině případů o upravený plast.
- Obaly od domácích čisticích prostředků (na mytí nádobí, koupelen, oken, podlah, nábytku).
- Pěnový polystyren (menší kusy, větší už patří do sběrného dvora).

Do kontejneru na plasty nepatří (Šťastná, 2007)

- Koberce (nemohou pro svůj objem projít třídící linkou, nelze je recyklovat v zařízeních na recyklaci domácích odpadů).
- Trubky, podlahové krytiny (jsou vyrobeny z PVC, které je potřeba recyklovat ve speciálních zařízeních).
- Obaly od nebezpečných látek, chemikálií, barev (tyto obaly, i když jsou z plastu, se nesmějí recyklovat s ostatními a většinou se pálí ve spalovnách k tomuto účelu určených).
- Obaly od olejů.
- Obaly silně znečištěné (zbytky znečistí ostatní obsah kontejneru. Odpad se musí pak víc vymývat, a tudíž jsou na zpracování vyšší finanční náklady).

V tabulce 3 je uvedena skladba plastů sebraných z domovního odpadu.

Tabulka 3: Skladba plastů odděleně sebraných z domovního odpadu

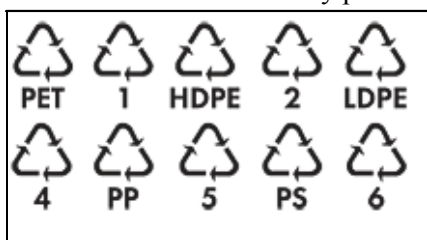
Druh plastů	Podíl v sebrané složce (% hmotnosti) průměrná hodnota	
	Městská zástavba	Venkovská zástavba
Plastové obaly celkem	83,8	78,9
PET bílé	29,1	23,9
PET barevné	36,6	32,4
PVC	0,6	0,7
Fólie	4,5	7
Ostatní	13	14,9
Jiné plasty	13,4	17,5
PVC	1,9	2,6
Fólie	5,8	8,7
Ostatní	5,7	6,2
Příměsi	2,8	3,6
Minerální odpad	0,6	1,7
Spalitelný odpad	2,2	1,9

(Zdroj: Altman, 1996)

Materiálové značení obalů

Označování obalů musí být v souladu s rozhodnutím Evropské směrnice 97/129/ES o obalech a obalových odpadech. Novelizace zákona č. 477/2001 Sb. o obalech zhotovených z jakéhokoliv materiálu je již dnes dobrovolná. Grafický symbol má podobný tvar trojúhelníku (viz obrázek 5), který je označen zkratkou nebo číslem (Váňa a kol., 2009).

Obrázek 5: Značení a kódy plastových materiálů



(Zdroj: Ecoservis, 2017)

Každý plastový obal musí mít identifikační značení (viz tabulka 4), které je odolné a pevné i po otevření obalu.

Tabulka 4: Plasty - identifikační kódy

Materiál	Písemný kód	Číselný kód
Polyethylentereftalát	PET	1
Vysokohustotní (lineární) polyetylén	HDPE	2
Polyvinylchlorid	PVC	3
Nízkohustotní (rozvětvený) polyetylén	LDPE	4
Polypropylén	PP	5
Polystyren	PS	6
Ostatní		7

(Zdroj: EKO-KOM, 2017)

4.2.1 Dotřídění plastového odpadu

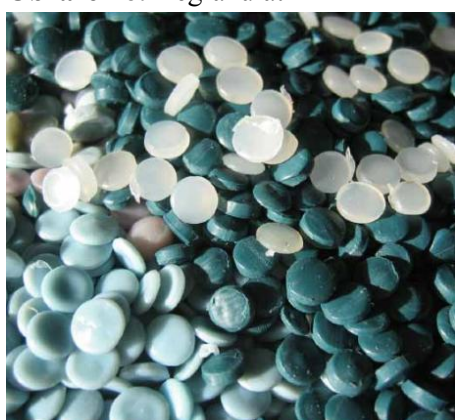
Na dotřídovací lince se plasty ze žlutých kontejnerů dále rozdělují dle svého složení. Každý druh plastu má jinou technologii zpracování, vždy však zahrnuje zahřívání materiálu. Zahříváním často klesá kvalita plastů o stupeň níž a nepatrně se zhoršují jejich vlastnosti. Zpracovatelé tomu uzpůsobí své technologie a vyrobí nové kvalitní výrobky. Některé recyklovatelné plasty se přidávají v různém poměru k primární surovině v podobě tzv. regranulátu (viz obrázek 6), který je v podobě malých peciček a zároveň je vstupní surovinou pro výrobu nových plastových výrobků (Šťastná, 2013).

Šťastná (2013) se dále zmiňuje, na dotřídovací lince se plastový odpad musí dále roztrždit, avšak zůstává stále pořád podíl směsi, kterou nazýváme směsný plast. Tento podíl můžeme dále recyklovat. Výrobky z něj mohou mít nedokonalosti, např. mechanicky méně odolné, flekaté. Dnes v době modernějších technologií, můžeme materiál různě barvit a upravovat a jeho vzhled vypadá velmi dobře. V neposlední řadě, pokud se směsný plast nedá použít na nové výrobky, lze použít jako alternativní palivo v cementárnách. Samozřejmě v těchto zařízeních mají účinné čištění spalin a probíhají zde pravidelné kontroly.

Odpad, který je ve žlutých kontejnerech, je směs různých druhů plastů, pro úspěšnou recyklaci je třeba další roztrždění. Svezeny separovaný odpad zaměstnanci firmy roztrždí ručně na třídící lince, kde se z odpadu vybírají hrubé nečistoty, které do kontejneru nepatří. Jednotlivé materiály se dále separují na další kategorie.

Plastový odpad se v provozu v Dolních Hbitech třídí na dalších 16 druhů (pet čirá, pet modrá, pet zelená, pet mix (všechny ostatní barvy), HDPE (duté obaly – drogerie), folie čirá, folie barevná, transform (tvrdý plast), tetrapack, polystyrén, autoplasty - nádrže, nárazníky, pet pásky, pet víčka, PVC, plastové kýmle čisté, Tap). Po dotřídění se odpady lisují do balíku o určité hmotnosti, jak je uvedeno v tabulce 5, a jsou připraveny pro konečné zpracovatele k recyklaci. Vytříděný odpad se dále prodává ke zpracování firmám, které se zabývají zpracováním plastu a to, jak v České republice, tak i v zahraničí (Čiperová, 2016).

Obrázek 6: Regranulát



(Zdroj: Purplast, 2017)

Tabulka 5: Váhy lisovaných balíků

Druhy roztríděných plastů	Hmotnost v kg
Pet	160
HDPE	190
Fólie barevná	320
Fólie čirá	280
Transform	200
Tetrapack	280
Pet pásky	280
PVC	400
Polystyren	500
Big beg	300
Kýmle	200
TAP	300

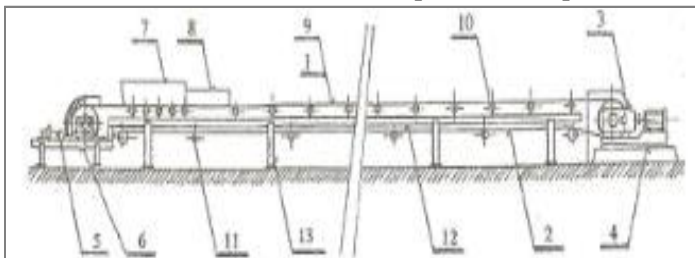
(Zdroj: Čiperová, 2016)

Pásový dopravník

Součástí technického vybavení třídící linky pro zpracování odpadu je pásový dopravník, viz schéma obrázek 7. Vyrábějí se v různých provedeních: řetězové, lomené, s bočnicemi, bez bočnic, šnekové, hladké. Materiál pásů je vyráběn z PU, PVC nebo z gumy. Dopravníky jsou dále vyráběné pro vzestupnou nebo vodorovnou dopravu. Zařízení pohání šneková převodovka, která je konstruovaná požadovanému zatížení a rychlosti pásu (Jelínek – stroje, 2017)

Můžeme uvést, že jsou to mechanické dopravníky, kde tahovým a unášecím zařízením je dlouhý nekonečný pás, který táhne přes napínací a poháněcí buben a je držen rovinnou plochou nebo válečky. V praxi se běžně setkáváme s tímto typem dopravníku a to převážně pro jeho široké univerzální použití, malé poškození dopravovaných částic materiálu a bezvýznamnou měrnou energii. Vyznačují se zároveň nehlukným provozem. Pásové dopravníky se nechají vyrobit do výkonnosti $10\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ a maximální délka dopravníku může činit až 5 000 m. Využity mohou být jako součást strojů a zařízení použitých v manipulačních a zpracovatelských linkách nebo samostatně (Ďurkovič, 1995).

Obrázek 7: Schéma vodorovného pásového dopravníku



(Zdroj: Ďurkovič, 1995)

Popis pásového dopravníku:

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. nosná větev | 8. boční vedení |
| 2. vratná větev | 9. dopravní pás |
| 3. poháněcí jednotka | 10. nosná válečková stolice |
| 4. poháněcí stolice | 11. dolní válečková stolice |
| 5. napínací šroub | 12. nosná konstrukce |
| 6. napínací stanice | 13. podpěry |
| 7. násypka | |

4.3 Recyklace plastů z odpadu

Božek a kol., (2003) popisují recyklaci, jako opětovné využití výrobních spotřebních a zpracovatelských odpadů, energie a látek jako zdrojů druhotné suroviny v původním, taky i pozměněném stavu, bez ohledu na místo a čas vzniku odpadu a zároveň jeho využití. Zpravidla tvoří pouze část nebo je rovna celkovému využití odpadu. Recyklace je jedna z možností vedoucí k řešení surovinového problému, k šetření energie a materiálů a k ochraně ŽP, to vede k tzv. postupnému stmelování zájmů „tři E“, což znamená ekonomie, energetika a environmentalistika.

Pro názornost níže uveden příklad z každé jednotlivé skupiny (Slezák, 2004):

Ekonomie – investiční náročnost při zpracování kovů je téměř čtyřikrát nižší než při zpracování kovů z primárních surovin.

Energetika – na zpracování sběrového papíru je na tunu vlákniny potřeba o 1,5 MWh elektrické energie méně, při srovnání s výrobou vlákniny z nebělené sulfátové buničiny.

Enviromentalistika – při vyšším stupni využití odpadů se samozřejmě snižuje množství deponovaného materiálu, který zabírá větší plochy a zároveň představuje riziko pro ŽP a zdraví obyvatel.

Recyklace dle normy je definovaná jako opětovné použití odpadu v původním nebo jiném výrobním procesu (Kolář, Kužel, 2000). Též Kizlink (2014), uvádí recyklace je opětovné použití odpadu v původním nebo následném výrobním procesu nebo lze definovat recyklaci, jako proces, ve kterém jsou odpady z obalů nebo jejich zbytky a další materiály přeměněny ve výrobek nebo surovinu, popř. přepracování odpadních materiálů ve výrobním procesu k původnímu záměru, včetně organické recyklace, ovšem nikoliv k energetickému využití dle EN 13437, odkaz na směrnici 94/62/ES. Recyklace plastů je proces, při kterém se použité či odložené výrobky vrací zpět do užívání. Obecně řečeno recyklace je postup, kterým se dospěje využití energie a materiálové podstaty výrobku po skončení jeho životnosti. Potřeba recyklace materiálů, které dosloužily, musí být známá již při výrobě a skladbě složených materiálů (Slezák, 2004). Když obal přestává plnit účel, pro který byl zhotoven, stává se z něj odpad. Většina obalového odpadu je velice dobře využitelná

a může se dále používat, jako vstupní surovina pro zhotovení nových výrobků nebo obalů. Třeba je odpady z obalů třídit na jednotlivé složky, aby byl proces recyklace co nejefektivnější, tzn. odkládat odpad v rámci odděleného sběru odpadů (MŽP, 2017).

Shent a kol., (1999) dodává, hlavním způsobem likvidace plastového odpadu je recyklace. Recyklace plastového odpadu šetří materiál i energii a nabízí relativně jednoduchý způsob, jak snížit celkový objem tuhého komunálního odpadu. Recyklace plastů zahrnuje čtyři fáze činnosti, jmenovitě sběr, separaci, zpracování a uvedení nového výrobku na trh.

Účel recyklace není možné přeceňovat, jelikož recyklace nemůže vyřešit problém náhrady zdrojů. Při neustále se rozvíjející ekonomice je nanejvýš schopna uspokojit pouze část požadavků. Mnohdy je recyklace jenom prostředek jak dosáhnout požadovaný čas, než se zdokonalí technologie s nižší produkcí odpadů (Božek a kol., 2003).

V EU je $\frac{1}{3}$ plastového odpadu směřovaná na skládku místo toho, aby byl plastový odpad materiálově využíván neboli recyklován. To vede k plýtvání zdrojů a ke ztrátě energie. Aby toho nebylo málo, miliony tun tohoto odpadu skončí v oceánech, kde jsou hrozbou pro vodní živočichy, ptactvo a tuleně. Připravuje se strategie pro plasty, která zlepší recyklaci v Evropě. Hlavními body této strategie bude odstranit mořské odpadky a potenciální chemické látky (Europa Commission, 2017). Dnes se v Evropské unii recykluje pouze 24 % plastového odpadu, téměř 50 % je ukládáno na skládky, a zbytek se sváží do spaloven. Obvykle se pro zpracování PET lahví používají odpady, které se třídí dle barev a lisované do balíků o hmotnosti 50 - 250 kg. V pracovním postupu se musí nejprve umýt a odstranit etikety z obalů, dále se na dopravnících dokončí separace plastů. Dále se v procesu drtí odpad za přítomnosti vody. Flotací se odstraní plastová víčka a po vysušení se materiál balí do velkoobjemových pytlů. Větší část odpadu lze opětovně využít, pokud je správně vytříděn do barevných kontejnerů. Recyklované PET lahve jsou surovinou dalších výrobků (Číperová, 2016).

Dělení surovinových proudů, které mohou přinášet plasty do recyklačního procesu dle normy ČSN 640003 – Zhodnocení plastového odpadu (Slezák, 2004):

a) **Obecný směsný odpad**

Příkladem tohoto typu odpadu je především komunální odpad z domácností, který obsahuje směs odpadů včetně plastů. Plastový odpad jsou převážně předměty krátkodobé životnosti. Jsou to obaly na jedno použití a potřeby pro domácnost. Obsahují především materiál tzv. termoplasty.

b) **Směsný plastový odpad**

Jedná se o různorodou směs plastů, různého složení a kvality. Hlavním zdrojem je často separovaný sběr plastového odpadu. Zde též převládají obaly krátkodobé životnosti. Obsahují hlavně materiál tzv. termoplasty.

c) **Jednopruhový plastový odpad**

Charakterizují odpad pouze jednoho druhu plastů různorodé kvality a čistoty. Dále se dělí podle původu vzniku:

- **Uživatelský plastový odpad** – výrobky z plastů pocházejí od uživatelů, které byly použity ke svému účelu a poté byly odděleny od ostatního tuhého odpadu za účelem sběru, třídění, recyklování nebo pro jiné využití nebo znehodnocení.
- **Technologický odpad** – materiál, který pochází z vnitropodnikových technologických procesů, není znehodnocený používáním výrobků. Jeho obsahem je plast jednoho druhu nebo směs plastů.
- **Průmyslový plastový odpad** – odpad, který vznikl při prvotním zpracování plastu, kde je známo jeho složení. Pochází z technologických procesů, obsahuje plast velmi vysoké kvality a plast pouze jednoho druhu.

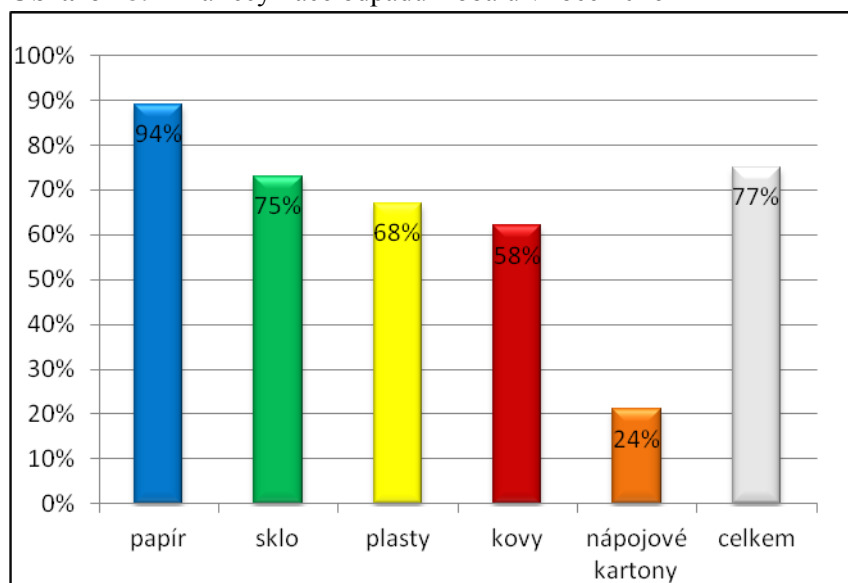
Při recyklaci plastového odpadu se může využít samotný materiál nebo jen pouze energie, která je v něm obsažená. V procesu výroby nových výrobků z plastu vzniká tzv. technologický odpad. Nejčastější technikou zpracování tohoto odpadu je recyklace technologického odpadu, její postup se zakládá na rozdrcení odpadu a pak následuje regranulace. Drť i regranulát se zpravidla použijí zpět do výroby (Fiedor, 2012).

Jak uvádí Juchelková (2000) význam recyklace lze rozdělit do následujících kategorií:

- **ekologický** – ochrana ŽP
- **ekonomický** – nižší náklady na likvidaci odpadů, nižší náklady na druhotné suroviny
- **energetický** – znovu při vyrábění materiálů úspora energie
- **technologický** – technologická nutnost použití druhotné suroviny, časová ohraničenost zdrojů prvotních surovin

Podle celoevropského srovnání Eurostatu jsme v recyklaci plastových obalů na druhém místě (Müllerová, 2017). V Evropě každým rokem vzniká 25 milionů tun odpadního plastu, z toho se recykluje pouze 25 %. Trh recyklace plastu v Evropě má rychle rostoucí tendenci, jelikož je podporován změnami právních předpisů. Do roku 2030 Evropa musí recyklovat a přichystat k dalšímu využití až 70 % komunálního odpadu, a to dohromady s 60 % plastových odpadů a 80 % odpadních obalů. Důležité je zdůraznit, že množství vyráběného plastu se v průběhu 50 let zvýšilo až 150 krát. Cílem je kontinuálně navyšovat kvalitu recyklovaných surovin (Horsák, 2014) Na obrázku 8 je znázorněna graficky míra recyklace odpadů z obalů za rok 2016, kterou je uvedena ve statistikách autorizované obalové společnosti EKO-KOM.

Obrázek 8: Míra recyklace odpadů z obalů v roce 2016



(Zdroj: EKO-KOM, 2017)

Kizlink (2014) se zmiňuje o následujících asociacích v oblasti recyklace plastů v Evropě

ERC – Evropská koalice pro recyklaci,

ACR – Asociace měst a regionů pro recyklaci plastů,

EuPR – Asociace výrobců regranulátů,

PETCORE – Asociace pro recyklaci PET produktů,

EPRO – Asociace pro recyklaci plastů a organizace pro jejich využití,

RECOVINYL – Recyklace odpadů z PVC,

EUCERPLAST – Certifikace regranulátů v návaznosti na normu CEN 15 434,

PRO EUROPE – Střešková organizace národních organizací pro odpady z obalů.

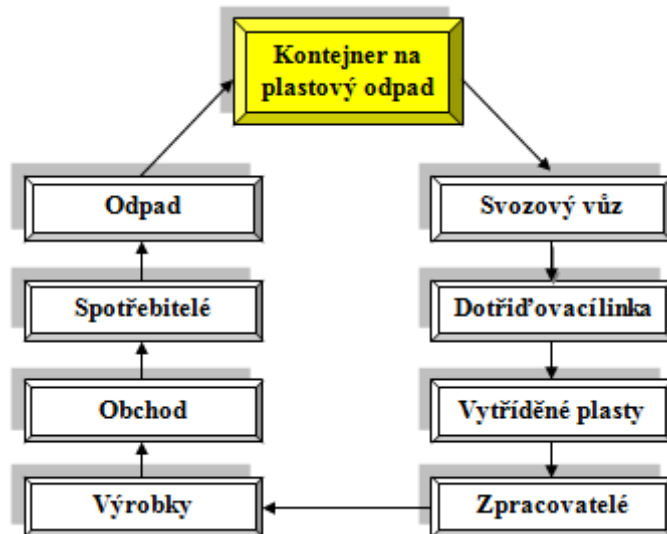
Hopewell a kol. (2009), uvádí recyklace je v dnešní době jedním z nejdůležitějších prostředků, které přinášejí příležitost pro snížení spotřeby ropy, emisí oxidu uhličitého a množství odpadu, které potřebuje likvidaci.

Recyklační technologie

Recyklační technologie je souhrn na sebe navazujících postupů a technologických operací, kde jejich cílem je přeměna odpadů na druhotnou surovinu. Hlavním znakem recyklační technologie je její poměrná samostatnost v technologickém postupu výroba – odpad – výroba (Božek a kol., 2003).

Na obrázku 9 je uveden koloběh plastového odpadu.

Obrázek 9: Jak se plasty recyklují



(Zdroj: Šťastná, 2013)

Firmy zabývající se recyklací plastů

Zepol s.r.o.

Firmě dodává PET lahve ze separovaného sběru mnoho dodavatelů.

Maloun s.r.o.

Společnost Maloun s.r.o. je jedna z prvních v České republice, která na českém trhu působí od roku 1994 v oblasti recyklace odpadů. Dnes patří k hlavním dodavatelům primárních plastových regranulátů a granulátů.

Wansida Int. s.r.o.

Založení společnosti se datuje k roku 2001, hlavním cílem je zabezpečit dodávky PET do mateřské společnosti China Textile Export Import Co. Ltd., která má sídlo v Šanghaji. Zprvu byl pořizován PET a to hlavně z České republiky, Slovenska a Maďarska, časem bylo vybudováno vlastní zařízení k materiálovému využití PET a ostatních plastů. Recyklační centrum v ČR má sídlo v Sadské u Nymburka a v současné době zpracovává 50 % PET z tříděného komunálního odpadu v České republice.

OZO Ostrava s.r.o.

Firma OZO Ostrava s.r.o. vyrábí regranulát z PE plastů a zároveň provozuje třídění a lisování PET lahví.

KAMApplast s.r.o.

Hlavním úkolem společnosti KAMApplast s.r.o. se stala recyklace a zpracování odpadních průmyslových plastů. Recyklované plasty jsou na vysoké kvalitní úrovni,

proto je můžeme využívat jako procentuální náhradu originálních plastů, v mnoha případech se používají jako 100 % materiál pro výrobu. Recyklují se převážně HDPE, LDPE, PP, PS, PVC, ABS, PA a jejich modifikace. Dále je možné recyklovat fólie PP a PS (Fiedor, 2012).

4.3.1 Způsoby recyklace plastů

Plasty řadíme mezi materiál, kde můžeme jejich odpadky znovu materiálově zhodnotit. Nejlepší možnost zhodnocení pro použité obaly z plastů je jejich materiálová recyklace. Vzhledem k vlastnostem granulátu, který se získává z odpadu (sekundární surovina) se většinou liší od vlastností nové suroviny (primární surovina), je počet recyklací plastových odpadů využitelných pro recyklaci omezen a to i zároveň u odpadů důsledně vytríděných. Lisováním lze zpracovat i namíchané a znečištěné plastové odpady. Další možností, jak získat zpět základní složku, z kterých plast vzniká, je chemická recyklace. Pyrolýzou můžeme z plastového odpadu získat plynné a kapalné složky (Janíčková, 2012).

4.3.1.1 Chemická recyklace plastů

Při chemické recyklaci plastů se využívají technologické procesy, při kterých nastává chemická reakce. V procesu chemické recyklace jsou odpady z plastu podrobeny působení zvýšené teploty, a to v nepřítomnosti kyslíku, případně za nepřítomnosti vodíku, nebo i v oxidačním prostředí. Svým charakterem často jsou podobné ropným frakcím, jsou štěpeny na nízkomolekulární sloučeniny. Vzniklé frakce mohou najít uplatnění v celé řadě chemického průmyslu, včetně výroby nových plastů. Chemická recyklace plastů, ve které je hlavní složkou PVC, je určen zejména k opětovnému získání uhlovodíku a chlorovodíku. Uhlovodíky, které vzniknou, jsou použity jako chemická surovina nebo energetické palivo (Nachtigal, 2001).

Způsob chemické recyklace se používá zejména při hodně znečištěných a špatně recyklovatelných kompozitních odpadních plastu. Procesy, které se používají, jsou pyrolýza nebo zplynění, zde vzniká syntetický plyn, kapalné produkty a monomery. Chemická recyklace se zakládá na rozkladu polymeru na výrobky o významně nižší

molární hmotnosti a na monomerní jednotky a dalším chemickým zpracováním takto čerpaných suroviny (Kizlink, 2014). Slezák, 2004, též uvádí chemická recyklace je chemický nebo tepelný rozklad druhově tříděného plastového odpadu a sloučeniny především monomery, ze kterých vznikne chemickými procesy nový materiál. Nejčastěji používaná je pyrolýza, která využívá tepelného rozkladu plastů bez zplyňovacích médií. Produkt, který vznikne, obsahuje uhlovodíky při normální teplotě kapalné nebo voskovité, které jsou používány jako palivo nebo chemické suroviny.

Proces chemické recyklace má vyšší náklady proti procesu mechanické recyklace. Nevýhoda této recyklace je tudíž, její cena a oproti tomu výhodou je, že neexistují žádné znečišťující látky. Mikrovlny jsou nejnovější metodou, která je používána při chemické recyklaci (Nováková a kol., 2017).

Dle Dundálková (2016) se chemická recyklace plastů dělí:

Sovolýza – rozklad polykondenzátu vybraných nízkomolekulárních látek. Hlavním principem je obracení vratné polykondenzační reakce.

Tepelná depolymerace – nejjednodušší případ použití vlastností některých plastů, které při vyšších teplotách podléhají degradaci. Plasty získané tepelnou depolymerací můžeme opět poylmerovat na původní plast s původní kvalitou.

4.3.1.2 Mechanická recyklace plastů

Mechanická recyklace je ekologicky šetrný způsob odstraňování odpadních plastů a její využití je běžnou praxí v průmyslu. Mimo ekologického přínosu je mechanická recyklace plastů úsporná. Úspora činí 20 – 50 % z hlediska tržních cen (Fu Gu a kol., 2017). Mechanická recyklace je považovaná za nejlepší alternativu pro nakládání s odpady z plastů, obzvláště pokud se vyrábějí vysoce kvalitní produkty. Pro výrobu druhotné suroviny vyžaduje mechanická recyklace několik kroků, jako je řezání, separace v suchých podmínkách, frézování, promývání, sušení (Moroni a kol., 2017).

Nováková a kol. (2017), se též zmiňují o procesu mechanické recyklace, který je relativně levný a jednoduchý, ale materiál snadno degraduje a množství kontaminantů způsobuje nestabilitu materiálu. V procesu mechanické recyklace se musejí PET lahve roztřídit, rozřezat, odmastit a v poslední fázi je zapotřebí je vysušit. Velký problém je zde odstraňování kontaminantů, jelikož kontaminace jinými materiály způsobuje poměrně vysoké zhoršení PET. Hlavní nevýhodou mechanické recyklace je nízká molekulová hmotnost produktu a ten musí být následovně regranulován.

Nachtigal, 2001 uvádí při mechanické recyklaci plastů, kdy se z plastového odpadu získá výrobek nebo materiál, jeho vlastnosti jsou velice odlišné od původního výrobku nebo materiálu. Tento postup lze použít při zpracování některých směsných plastových odpadů a méně kvalitních technologických a průmyslových plastových odpadů.

4.3.1.3 Energetická recyklace plastů

Energetická recyklace je definovaná jako environmentálně akceptovatelné spalování s využitím energetického potenciálu. Lze doporučit pro použití odpadu získaného ze směsného komunálního odpadu, ve kterém jsou plasty zastoupeny pouze kolem 10 %, ale díky své výhřevnosti zajistí při procesu spalování téměř 50 % energie (Božek a kol., 2003). V tomto případě se jedná o spalování smíšeného plastového odpadu, spojeného s využitím energie obsaženého materiálu pro výrobu elektřiny a tepla. Spalování může probíhat samotně, tzn. pouze odpadní plasty nebo směs s ostatními podíly vytríděnými z komunálního odpadu (Slezák, 2004).

4.3.2 Výhody a nevýhody recyklace

Výhody recyklace plastů

Recyklace je materiálové využití odpadů, zároveň je šetrná k životnímu prostředí, jelikož nedochází ke zbytečnému ukládání plastového odpadu na skládky. Recyklace šetří primární zdroje, které velice rychle ubývají. Pro recyklaci jsou využívány moderní technologie, v rámci kterých je možné zpracovat mnoho druhů odpadů.

Výsledkem recyklace je nový materiál, který se používá na výrobu nových výrobků, které se využijí nejen v domácnosti. Pokud se nedá recyklace provést, plasty jsou vhodným alternativním palivem např. v cementárnách (Ekoservis, 2017).

Nevýhody recyklace plastů

Recyklace plastů bývá často energeticky a finančně náročná. Důležité je kvalitní roztřídění odpadních plastů. Výrobci se snaží upoutat zákazníka stále novým a dokonalejším obalem, tudíž používají stále nové povrchově upravené, vícevrstvé a barevné plasty, jejichž použitelnost pro recyklaci je velice komplikovaná mnohdy i nemožná (Třídění odpadu, 2017).

4.4 Technologie zpracování plastových odpadů

Součástí separovaného plastu jsou PET lahve. Při zpracování se z nich oddělují nečistoty a příměsi jiných plastů. Z nejhodnotnějšího podílu se vyrábí vlákno, které se používá k výrobě např. textilu, kobereců, a jako náplň do spacích pytlů. Ze separovaných PET lahví můžeme vyrobit opět nové lahve. Bottle-to-bottle, takto se nazývá náročný proces výroby nových PET lahví, zde je důležitá kvalita recyklovatelného plastu a tato surovina musí být nadprůměrně čistá. Již zmiňovaný regenerulát, který je přimícháván do směsi k výrobě nových výrobků se získává z tuhých obalů od čisticích prostředků a kosmetiky. Pokud jsou plastové tašky, fólie a sáčky dobře vytríděné a čisté, následuje jejich rozemletí na drobné kousky a vyrábí se z nich nová kvalitní fólie. V případě nižší kvality se z nich vyrábí např. pytle do odpadkových košů (Šťastná, 2013).

System Bottle to bottle

Bottle to bottle je způsob využití vytríděných PET lahví a následná přeměna materiálu opět na potravinářské obaly. Většina vytríděného PETu se používá při výrobě nových výrobků, téměř 96 % vyrobeného PETu se uplatňuje především pro výrobu nevratných obalů na jídlo a nápoje v balicím průmyslu. Opětovné použití materiálu PET z potravinářských obalů je možné i přes vyšší cenu panenského PETu

(o 20-30 % polykondenzace a o 80-90 % vyšší u pyrolýzy). Z výše uvedeného lze konstatovat v dnešní době se vrací do obalového průmyslu pouze nepatrná část použitého PETu. V České republice přeměňuje odpad spotřebitelského obalu z PET na surovinu, která se využívá v balícím průmyslu společnost PTP - Plastic Technologies and Produkts, s. r.o. Tento systém je zajímavým postupem, který určuje náhradní cesty recyklace plastového odpadu (Sohar, 2005). Vzhledem k stále a hojně využívané PET lahvi, jako nápojového obalu, se metoda „bottle to bottle“ používá pro výrobu PET lahví. Hlavním předpokladem je čistý vstupní PET materiál, který je kvalitně roztríděn, poté se rozdrtí, vykoupe a vysuší. Dále následuje tavení, při teplotě přibližně 280 °C. Vzniklá tavenina se filtruje pod vysokým tlakem přes keramický filtr, důvod je odstranění nečistot. Následně se provádí chlazení. Vzniká tzv. regranulát, ze kterého se opět „vyfoukne“ nová PET lahev (Kizlink, 2014).

Technologie zpracování plastů

- jednotlivé druhy plastového odpadu jsou nejprve drceny na požadovanou frakci.
- vyrobená drť se může vrátit do výroby nebo použít k dalšímu zpracování
- drť je zpracovaná v regulačních linkách na granulát (výrobek s konstantními kvalitativními parametry)
- na závěr je materiál podroben kontrole kvality

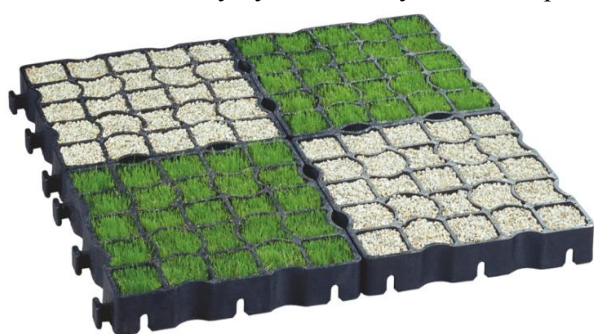
Plastový granulát se nakonec balí a prodává se na českém nebo mezinárodním trhu komodit.

4.5 Výrobky vyrobené z recyklovatelných plastů

Na první pohled není patrné, zda určitý plot nebo např. stůl je vyroben z plastových či dřevěných prken. Pro jejich výrobu se používají lehká plastová prkna, latě a sloupky. Všechny plastové výrobky mají skoro neomezenou životnost, jsou nenasákavé, nehnijí a jsou odolné dřevokazným houbám a hmyzu. Zároveň je tento materiál možný bez potíží vrtat, řezat, spojovat vruty a opracovávat nástroji, které

jsou použitelné, též na dřevo a kov. Především jsou tyto výrobky lehké a pracovat s nimi je snadné. Vyrábějí se již v barevném provedení, tudíž není třeba barvu obnovovat. Životnost plotovek je mimořádně dlouhá, proto se hodí pro různé typy oplocení, zábran, palisád a protihlukových stěn. K výrobě jsou využívány materiály, které jsou připraveny důslednou recyklací plastového odpadu, který by v horším případě skončil na skládce odpadů. Plastové plotovky (viz obrázek 11) se vyrábějí v různých tradičních tvarech a barvách. Standardní barvené provedení je barva hnědá, samozřejmě lze plastové plotovky vyrobit v barvě černé, zelené, cihlově červené i šedé. Mimořádnou odolností proti povětrnostním vlivům se vyznačuje probarvení plastu přímo ve hmotě, tudíž ani po letech se vzhled profilu nemění. Důležité je pro upevnění plastových plotovek použít nekorodující spojovací prvky. Z recyklovatelných plastů se ovšem také vyrábí řada dalších výrobků např. plastová zatravnovací dlažba (viz obrázek 10), obrubníky, plastové chodníky, přepravní palety, protihlukové stěny. Opět největší předností těchto výrobků je jejich odolnost proti povětrnostním vlivům a dobré mechanické vlastnosti (Enviweb, 2008). Největším světovým výrobcem, který využívá PET recyklát je Čína. Z recyklátu, který získáme z PET lahví, se vyrábí střížová vlákna. Tato vlákna v podobě netkané textilie se používají v textilním průmyslu. Z PET lahví se dále vyrábí obalové fólie a vázací pásy. Z plastového odpadu lze vyrobit mnoho věcí např. z 30 PET lahví dá se vyrobit jedna dětská fleccová bunda (Dufek, 2017).

Obrázek 10: Nový výrobek z recyklovaného plastu - zatravnovací dlažba



(Zdroj: Plasticportal, 2017)

Obrázek 11: Nový výrobek z recyklovaného plastu - plastové plotovky



(Zdroj: Plasticportal, 2017)

4.6 Vícekriteriální hodnocení variant

Při výběru nejvhodnějšího pásového dopravníku aplikujeme vícekriteriální hodnocení variant. Předností metod vícekriteriálního hodnocení variant je zlehčení práce rozhodovatele při řešení úloh uspořádání variant. Význam kritérií hodnocení závisí na hodnotové soustavě rozhodovatele, tudíž hodnocení nespočívá v naprosté objektivitě. Nejdůležitějším úkolem aplikace úloh vícekriteriálního hodnocení variant je nalezení optimální varianty a seřazení variant od nejlepší po nejhorší. Ve všech úlohách musí být kompromisní varianta nedominovaná, tudíž neexistuje dominantní varianta.

Úlohy můžeme rozlišovat podle typu následujících informací, které vyjadřují preference variant nebo kritérií:

- ordinální informace o kritériích – uspořádání kritérií podle důležitosti
- kardinální informace o kritériích – hodnocení důležitosti informací podle vah, mají kvantitativní charakter

4.6.1 Bodovací metoda

Při bodovací metodě se důležitost kritérií hodnotí počtem bodů. Pokud je kritérium důležitější dostane větší počet bodů. Bodovací stupnice, kterou si určíme, může mít větší nebo menší rozsah např. 1 – 10 bodů. Váhy určíme tak, že provedeme součet bodů a vydělíme celkovým počtem bodů, které byly přiděleny (Šubrt, 2001).

4.6.2 Metoda pořadí

Rozhodovatel nejdříve seřadí kritéria od nejdůležitějšího k nejméně důležitému. Uspořádaným kritériím přiřadíme váhy, kde nejdůležitější varianta má hodnotu n bodů (= počet variant) a každá další méně důležitá varianta $n - 1$ atd. až se dostaneme k nejhorsí variantě, která dostane 1 bod. Váhy opět určíme, že převedeme součet bodů a vydělíme celkovým počtem bodů, které byly přiděleny (Šubrt, 2001).

4.6.3 Saatyho metoda

Vyjádření velikosti preferencí se doporučuje bodovací stupnice (1, 3, 5, 7, 9), kde každý bod má slovní vyjádření preferencí. Velikost preferencí i -tého kritéria a j -tého kritéria uspořádáme do tzv. Saatyho matice (preferuje-li slabé kritérium j -té kritérium před i -té kritérium, pak hodnoty v matici jsou zapsány obráceně). Prvky matice představují odhady kolikrát je jedno kritérium významnější než druhé. Na diagonále matice je vždy hodnota sama, jelikož každé kritérium je samo sobě stejně významné. Z řádků matice vypočteme geometrické průměry, tj. v řádku se všechna čísla vynásobí a ze součinu se provede k -tá odmocnina. Poté se geometrické průměry řádků sečtou a každý z nich se tímto součtem vydělí. Získají se váhy, jejichž suma je rovna 1 (Šubrt, 2001).

5. Návrh řešení a dosažené výsledky

Současný stav technologické linky na dotřídění plastového odpadu ve společnosti AMT s.r.o. není dostačující. Návrh inovace spočívá v nahrazení současného pásového dopravníku v třídící místnosti za výkonnější a modernizovanější. Zároveň v této kapitole je uvedeno ekonomické posouzení.

5.1 Představení společnosti AMT Dolní Hbity s.r.o.

Dceřiné společnosti AMT s.r.o. Příbram a REFAGLASS s.r.o., tvoří společně společnost RECIFA a.s. Společnost RECIFA a.s. je od roku 2002 vlastníkem Certifikátu ČSN EN ISO 9001:2009. Společnost je rodinnou firmou, která má několikaleté zkušenosti v oblasti zpracování odpadů a její působnost na českém trhu

je již přes dvacet let. Hlavní činností RECIFA a.s. jsou především komplexní služby v oblasti nakládání s druhotnými surovinami. Společnost vlastní moderní svozovou techniku a vlastní povolení pro likvidaci a svoz odpadů. Specifická svozová vozidla dovedou obsluhovat všechny typy nádob, které jsou využívány pro sběr tříděného odpadu. Zároveň společnost RECIFA a. s. je zapojena do systému „recyklace“ odpadů z obalu a již delší dobu má kooperaci s autorizovanou obalovou společností EKO-KOM a.s., které zajišťuje zákonné plnění povinnosti recyklace odpadů z obalů v ČR (viz. podkapitola 4.2). AMT s.r.o. Příbram patří k významným zpracovatelům odpadů v ČR. V Dolních Hbitech má společnost k dispozici linku na třídění a lisování plastu (Čiperová, 2016).

Společnost AMT s.r.o. odpad sváží z obcí, měst, firem i od malých živnostníků, kteří působí po celé ČR, dá se říct, že i na Moravě, ale tam ta působnost nemá tak velký rozsah. Počet míst, ze kterých se uskutečňuje svoz, určují obce nebo města, záleží na tom, na kolika místech si umístí kontejnery na tříděný odpad. V menších vesnicích se kontejnery většinou umísťují na jedno místo na náves, u větších vesnic se vyskytují dvě a více míst a města mají několik sběrných míst a některé i sběrné dvory, které se vyvázejí. Odpad se sváží většinou 1krát týdně, samozřejmě je dobré uvést, že každá smlouva s obcí či městem je jiná. Existují místa, která sváží 1krát týdně a některá 1krát za čtrnáct dní nebo 1krát za kvartál. Samozřejmě vše záleží na tom, jak rychle se kontejnery naplní. Sváží se vytříděný odpad z kontejneru se spodním výsypem o objemu: 900 l, 1100 l, 1300 l, 1500 l, 1550 l, 1800 l, 2000 l, 2100 l, 2150 l, 2500 l, 2800 l, 3000 l, z kontejneru s horním výsypem a z moderně vybudovaných podzemních kontejneru se spodním výsypem o objemu: 3m³, 4m³, 5m³. Další možností, kam ukládat odpad, který je svážen, jsou igelitové pytle o velikosti 10 l, 50 l, 80 l (Čiperová, 2016).

5.2 Charakteristika stávající linky na dotřídění plastového odpadu

Technologie třídící linky je sestavena z ploch pro uskladnění odpadu, dále z vynašecího pásového dopravníku, dotřídovací linky, horizontálního dopravníku vedoucího k třídící buňce, třídící buňka, vynašecí dopravníku vedoucího do tříděného odpadu, velkokapacitního lisu a ploch na dotříděný odpad. Třídící linka je

navržena k dotřídování různých druhů odpadu (plast, papír, karton, nápojové kartony) získané z komunálního odpadu.

Při stavu 10 zaměstnanců se přetřídí přes třídírnu 8 tun materiálu za 8 hodinovou pracovní dobu, ovšem záleží na kvalitě zpracovávaného materiálu.

V tabulce 6 jsou uvedeny hlavní parametry současného zařízení ve společnosti AMT s.r.o. Dolní Hbity.

Tabulce 6: Hlavní parametry současného zařízení

Kapacita	8 t/den
Třídírna	12 x 5 m
Dopravník třídírna	14 x 1,3 m
Kóje	4 x 2 x 3 m (h, š, v)
Příkon	2 Kw
Rychlost	0,15 m/s
Hlučnost	69 dB

Koloběh dotřídovaného materiálu přes třídící linku viz příloha 1 - 6:

- uskladněný materiál, svezeny z kontejneru na plastový odpad
- vynášecím dopravníkem je materiál vynesena do třídící místnosti
- dotřídění na vodorovném pásovém dopravníku probíhá ručně
- plastový odpad je dále roztříděn na několik druhů plastu a vřazován do shozů, kde se skladuje a čeká na další úpravu
- vytříděný odpad je lisován do balíku
- balíky lisovaného odpadu uskladněny pro odběratele, kteří ho dále zpracovávají

5.3 Návrh inovace

Samozřejmě, že stáří se poruchovost zvyšuje, nastává tzv. únava materiálu. Udržením provozuschopnosti si vyžaduje nemalé prostoje, odstávky a ovšem, že neúměrné vynakládání finančních prostředků na odstranění vzniklých závad. Nejporuchovější částí celého zařízení je pásový dopravník v třídírně. Pro potřeby nového dopravníku, který nahradí stávající, bude využita současná třídírna. Zároveň

bude brán ohled na hygienu a bezpečnost zaměstnanců. Samotná inovace si vyžádá několika denní výluku stávající linky, bude provedena demontáž současného pásového dopravníku a montáž nového. Zároveň bude provedena silnoproudá elektroinstalace a vzduchotechnika s přívěvem přiváděného vzduchu. Důležité je provádění preventivní údržby a drobných oprav dopravníku. Zavedením preventivní údržby se sníží prostoje a zároveň se zvýší efektivita výroby. Materiál, který se shromažďuje pod pásem nebo na válečku může ovlivňovat vedení pásu, prokluz pásu může způsobovat předčasné opotřebování, tudíž bude navrženo část mezi bočnicemi a pásem dokrýt a tím se zamezí pronikání materiálu pod pás.

V rámci inovace byla prostudovaná možnost navrhnout automatickou třídící linku TiTech s NIR detekcí, která nahrazuje ruční dotřídění. Dotřídovací linka využívá optické rozpoznávací zařízení, které pracuje na základě NIR - Near InfraRed spektroskopii. Senzor NIR je založený na detekci záření v oblasti příbuzné infračervenému. Osvětlený materiál na páse odráží záření v infračervené oblasti spektra, které lidské oko nevidí. Podle tohoto odrazu je rozpoznatelný každý materiál. Senzor odraz zachytí a následovně předá softwaru, který zpracuje a vytvoří dvojdimenzionální obraz objektu. Podle informací, které software shromáždí, se určí typ, tvar, velikost a pozice materiálů. Na ovládacím panelu lze nastavit kritéria třídění. Odpady, které jsou určeny k vytřídění, jedou na pásové dopravníku, nad kterým je umístěn scanner s NIR senzorem. Senzor dovede nasnímat 320 tisíc bodů a zároveň provede 10 milionů operací za vteřinu. Jednatel společnosti AMT s.r.o. pan Cimburek uvedl, že linka TiTech není vhodná pro plný provoz v ČR. Plasty jsou velice znečištěné a obsahují mnoho TKO, tudíž linka by nebyla tolik účinná. Ovšem tuto možnost do budoucna nezavrhl (Šťastná, 2007).

5.3.1 Výběrové řízení

Výběrové řízení proběhlo mezi firmami, které mají v nabídce pásové dopravníky v České republice. U firem, které reagovaly na poptávku, jsou uvedeny parametry nabízeného dopravníku. Ostatní firmy na poptávku nereagovaly. Osloveny byly následující firmy:

Jelínek – stroje

Česká firma Jelínek – stroje má sídlo v Jaroměři. Jejich hlavní činností jsou technologie pro zpracování odpadů. Zabývá se výrobou pásového a šnekového dopravníku, drtiče odpadů, granulátory, nožové mlýny. V nabídce jim nechybí linky na třídění odpadu a také zpracování pneumatik (Jelínek – stroje, 2017).

Nabídka pásového dopravníku DOŽ byla poskytnuta dle požadavků do stávající třídírny. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7: Technické parametry dopravníku Jelínek - stroje

šíře pásu	1 200 mm
osová délka	14 500 mm
Kapacita	cca 10 t
příkon motoru	2 kW
rychlost dopravníku	0,2 m/s
frekvenční měnič	ano
povrchová úprava	guma

Dopravník bude konstruován s ohledem na bezpečnost práce, hygienu a jednoduchost řízení. Zároveň bude možnost měnit kapacitu třídící linky pomocí změny rychlosti dopravních cest. Místo mezi bočnicí a pásem bude dokryto pro omezení průniku materiálu pod pás. Na koncích je dopravník opatřen stěrkami. Součástí dodávky je lanko nouzového odstavení zařízení, potrubí pro odsávání prachu a frekvenční měnič. Firma provede novou elektroinstalaci v třídící kabině.

Termín dodání: cca 12 týdnů

Cena: 890 000,- Kč bez DPH v ceně je zahrnuta montáž a doprava

LFM-servis s.r.o.

Společnost je zástupcem německého výrobce třídících linek drtičů, separátorů a lisů na odpady. Proškolený personál je schopen nabídnout zákazníkovi bezplatné poradenství při výběru nové technologie pro jeho provoz. Ve svých službách nabízejí

zaměření, zpracování projektové dokumentace, instalaci, odborné zaškolení a záruční i pozáruční servis (LFM, 2017).

Techbelt s.r.o.

Stěžejní pro firmu Techbelt, s.r.o. je výroba dopravníků, separátorů kovů, komponentů k dopravníkům. Firma provádí neustálý servis dopravníků 24 hodin denně. Techbelt, s.r.o. působí nejen na českém trhu, ale i na slovenském a má odběratele z Polska, Německa, Rakouska a Chorvatska (Dopravní pásy, 2017)

Zástupce firmy Techbelt, s.r.o. reagoval na poptávku a poskytl následující nabídku dopravníku B1200/16m (viz tabulka 8), dále byl poskytnut náhled na linku na zpracování plastového odpadu (viz příloha 7)

Tabulka 8: Technické parametry firmy Techbelt s.r.o.

šíře pásu	1 200 mm
osová délka	18 000 mm
typ konstrukce	ocelová profilová U210x50x4
typ dopravního pásu	EP400/3 4+0Y
typ a výkon pohonu	Nord kuželočelní 2,2kW
obvodová rychlost	0,2 m/s
povrchová úprava	pu barva - dle zadání
přepravní výkon dopravníku	----
sklon dopravníku	cca 0°
přepravovaný materiál	komunální odpad – plasty
napínání pásu	šroubem

Příslušenství dopravníku B1200/16 m: pogumovaný hnací válec průměr 220 mm, vnitřní PU stěrač šíře 1 200 mm, frekvenční měnič přímo na motoru, lankové vypínače po obou stranách, centrální lankový vypínač pro zastavení dopravníku, podpěry dopravníku.

Termín dodání: 10 – 12 týdnů

Cena: 920 000,- Kč bez DPH v ceně je zahrnuta montáž a zapojení pásového dopravníku.

Drave Technology s.r.o.

Drave technology s.r.o. je zapsaná v obchodním rejstříku vedeném u Krajského soudu v Hradci Králové. Oddíl C, vložka 32822. Zabývá se výrobou pásových, válečkových, řetězových, šnekových a vibračních dopravníků atd. (Drave Technology, 2017).

Bluetech s.r.o.

Od roku 1966 má ve výrobě firma pásové dopravníky. Jméno Bluetech firma získala v roce 2006. V dnešní době je to moderní firma, která nabízí vysokou kvalitu výroby ve strojírenském oboru. Bluetech s.r.o. tzv. továrna na dopravníky vyrábí ročně zhruba 4 km různých typů pásových dopravníků v provedení pro různé provozy (Blutech, 2017).

Adapt dopravníky

Česká soukromá firma, která vznikla v roce 1992, rozšiřováním sortimentu došla k nynějšímu programu – výroba dopravníků. Její nabídka je pestrá, provádí dodávku celé linky s projektem i následnou montáž. Hlavním cílem společnosti jsou mnohaleté zkušenosti, dobré ceny, kvalita, dodržení termínů, odbornost a spolehlivost (Adapt, 2017).

Marting, s.r.o.

Firma byla založena v roce 1995 a její činností je výroba, montáž a servis dopravníkových, manipulačních a přepravních zařízení. Výrobky firmy Marting s.r.o. mají certifikaci dle platných norem (Marting, 2017).

TMT spol. s.r.o.

Tato Chrudimská firma působí na trhu víc, jak 26 let, zabývá se výrobou a dodávkou manipulační, transportní, manipulační a dopravníkovou technikou. Působnost firmy je v mnoha průmyslových odvětvích a oborech (TMT, 2014).

Firma TMT spol. s.r.o. reagovala na poptávku dopravníkového pásu, ale bohužel neposlala žádnou nabídku.

Strojírenský vývoj a výroba s.r.o.

Klíčovým výrobním programem společnosti jsou nerezové stroje pro potravinářský průmysl. V rámci svých služeb nabízí pro zpracovatelské firmy rozsáhlý sortiment dopravních a manipulačních systémů. Společnost vznikla v České republice v roce 1996 (Strojvývoj, 2017).

DEOS Technology s.r.o.

Jedním z předních výrobců a dodavatelů třídících, dopravních, drtících a separačních zařízení v České republice je firma DEOS Technology s.r.o. V rámci spolupráce s obchodními partnery firma je schopna dodat celé technologické zařízení. Zařízení vyrábí a vyvíjí dle požadavků zákazníka. Hlavním cílem společnosti je poskytování služeb od vypracování projektu až po následný servis, tak aby nenastávala poruchovost a byla rychlá návratnost investic (DEOS, 2014).

Firma DEOS Technology s.r.o. reagovala na poptávku pásového dopravníku a po následné konzultaci s vedením firmy byla vytvořena nabídka (viz příloze 9). V tabulce 9 jsou uvedeny hlavní parametry dopravníku:

Tabulka 9: Technické parametry dopravníku firmy DEOS Technology s.r.o.

šíře pásu	1 100 mm
osová délka	14,4 m
Kapacita	---
příkon motoru	2 kW, 3 x 400V
rychlost dopravníku	0,15 m/s
frekvenční měnič	ano
povrchová úprava	gumový pás

Místo mezi bočnicí a pásem je dokryto pro omezení průniku materiálu pod pás. Na koncích bude dopravník opatřen stěrkami. Součástí dodávky bude lanko nouzového odstavení zařízení, potrubí pro odsávání prachu a frekvenční měnič.

Termín dodání: 10 - 12 týdnů

Cena: 359 000,- Kč bez DPH v ceně není zahrnutá montáž ani doprava pásového dopravníku.

5.3.2 Porovnání parametrů

Hodnocení vhodného pásového dopravníku proběhne podle vícekritériálního rozhodování. Pro hodnocení jsou zvolena nejdůležitější kritéria: začlenění do stávajícího provozu, bezpečný přístup k pásovému dopravníku, výkon, rychlost, kapacita, příkon motoru, povrchová úprava, cena a doba dodání.

Metoda bodovací

Hodnocení je provedeno bodovací škálou 1 – 3, kde hodnota 1 znamená nejnižší bodové hodnocení a hodnota 3 je nejvyšší bodové hodnocení. Stejná hodnota může být přiřazena i více kritériím. V tabulce 10 je uvedeno hodnocení kritérií dle bodovací metody a tabulka 11 udává váhy kritérií dle bodovací metody.

Tabulka 10: Hodnocení kritérií dle bodovací metody

Kritéria	Techbelt s.r.o.	Jelínek - stroje	DEOS Technology s.r.o
Typ dopravníku	B1200/16m	DOŽ	DPK 1000/13
Šířka dopravníku	2	2	1
Délka dopravníku	1	2	2
Rychlost dopravníku	3	3	1
Kapacita	2	3	1
Příkon motoru	2	3	3
Povrchová úprava	1	2	2
Dodací lhůta	2	2	2
Cena	1	2	3
Celkem	1,75	2,37	1,87
Pořadí firem	3	1	2

Tabulka 11: Určení vah kritérií dle bodovací metody

	1	2	3	4	5	6	7	8	Celkem
Přidělené body	70	60	90	100	80	40	30	70	540
Váhy	0,13	0,11	0,17	0,18	0,15	0,07	0,05	0,13	1

Tabulka 12: Nejlepší varianta dle bodovací metody

Kritéria	Techbelt s.r.o.	Jelínek - stroje	DEOS Technology s.r.o.
Šířka dopravníku	0,26	0,26	0,13
Délka dopravníku	0,11	0,22	0,22
Rychlost dopravníku	0,34	0,34	0,17
Kapacita	0,36	0,54	0,18
Příkon motoru	0,15	0,30	0,30
Povrchová úprava	0,07	0,14	0,14
Dodací lhůta	0,05	0,05	0,05
Cena	0,13	0,26	0,39
Celkem	1,47	2,11	1,58
Pořadí firem	3	1	2

V tabulce 12 je vyznačena nejlepší varianta. Nejlepší hodnocení získal pásový dopravník od dodavatele, jež je firma Jelínek - stroje.

Metoda pořadí

V tabulce 13 je uvedeno pořadí důležitostí, kde byla použita bodovací stupnice 1 až 8, kde číslo 1 je nejméně důležité a číslo 8 nejvíce důležité.

Tabulka 13: Určení vah kritérií dle metody pořadí

	1	2	3	4	5	6	7	8	celkem
Pořadí dle důležitosti	5	4	7	8	6	2	1	3	
počet bodů	4	5	2	1	3	7	8	6	36
Váhy	0,11	0,14	0,06	0,03	0,08	0,19	0,2	0,17	1

Tabulka 14: Nejlepší varianta dle metody pořadí

Kritéria	Techbelt s.r.o.	Jelínek - stroje	DEOS Technology s.r.o.
Šířka dopravníku	0,22	0,22	0,11
Délka dopravníku	0,14	0,28	0,28
Rychlost dopravníku	0,12	0,12	0,06
Kapacita	0,06	0,12	0,03
Příkon motoru	0,08	0,16	0,16
Povrchová úprava	0,19	0,38	0,38
Dodací lhůta	0,2	0,2	0,2
Cena	0,17	0,34	0,51
Celkem	1,18	1,89	1,73
Pořadí firem	3	1	2

Nejlepší varianta podle metody pořadí je vyznačena v tabulce 14. Nejlepší hodnocení dostal pásový dopravní od firmy Jelínek - stroje.

Saatyho metoda

Saatyho metoda neboli metoda kvantitativního párování. Nejprve si musíme určit hodnotící preference, jak je uvedeno viz níže. V tabulce 15 jsme si znázornili tzv. Saatyho matici (viz podkapitola 4.6.3). Tabulka 16 nám udává jednotlivé váhy kritérií, ze kterých zjistíme nejvhodnější pásový dopravník.

Vyjádření preferencí

- 1 kritéria jsou stejně významná
- 3 první kritérium je slabě významnější než druhé
- 5 první kritérium je silně významnější než druhé
- 7 první kritérium je velmi silně významnější než druhé
- 9 první kritérium je absolutně významnější než druhé

Tabulka 15: Saatyho matice

Kritéria	Šířka dopravníku	Délka dopravníku	Rychlost dopravníku	Kapacita	Příkon motoru	Povrchová úprava	Dodací lhůta	Cena
Šířka dopravníku	1	3	1	1/5	5	7	7	5
Délka dopravníku	1/3	1	1/5	1/7	1/5	3	3	3
Rychlost dopravníku	1	5	1	1	3	7	7	3
Kapacita	5	7	1	1	3	7	5	5
Příkon motoru	3	5	1/3	1/3	1	7	7	5
Povrchová úprava	1/7	1/3	1/7	1/7	1/7	1	1	1/3
Dodací lhůta	1/7	1/3	1/7	1/5	1/7	1	1	1/3
Cena	1/5	1/3	1/3	1/5	1/5	3	3	1

Tabulka 16: Určení vah kritérií dle Saatyho metody

Kritéria	Šířka dopravníku	Délka dopravníku	Rychlost dopravníku	Kapacita	Příkon motoru	Povrchová úprava	Dodací lhůta	Cena	Celkem	Geo. Průměr	Váhy
Šířka dopravníku	1	3	1	0,2	5	7	7	5	29	2,3	0,19
Délka dopravníku	0,3	1	0,2	0,1	0,2	3	3	3	11	0,7	0,06
Rychlost dopravníku	1	5	1	1	3	7	7	3	28	2,6	0,21
Kapacita	5	7	1	1	3	7	5	5	34	3,4	0,28
Příkon motoru	3	5	0,3	0,3	1	7	7	5	29	2,1	0,17
Povrchová úprava	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	1	1	0,3	3,2	0,3	0,02
Dodací lhůta	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	1	1	0,3	3,3	0,3	0,02
Cena	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	3	3	1	8,3	0,6	0,05
									Celkem	12	1

Tabulka 17: Nejlepší varianta dle Saatyho metody

Kritéria	Techbelt s.r.o.	Jelínek – stroje	DEOS Technology s.r.o.
Šířka dopravníku	0,38	0,38	0,19
Délka dopravníku	0,06	0,12	0,12
Rychlost dopravníku	0,21	0,21	0,42
Kapacita	0,56	0,84	0,28
Příkon motoru	0,17	0,34	0,34
Povrchová úprava	0,02	0,04	0,04
Dodací lhůta	0,02	0,02	0,02
Cena	0,05	0,10	0,15
Celkem	1,47	2,05	1,56
Pořadí firem	3	1	2

Nejlepší varianta, která je zpracovaná dle Saatyho metody je znázorněna v tabulce 17. Jelínek – stroje je vítězná firma.

5.3.3 Vyhodnocení výběrového řízení

Nabídku pásového dopravníku poskytly tři firmy. Z výběrového řízení vzešla, jako vítěz firma Jelínek – stroje. Firma poskytla nabídku, která nejvíce vyhovuje požadovaným kritériím. Hodnocení bylo provedeno podle vícekritériální analýzy. Současně s výměnou pásového dopravníku bude provedena silnoproudá elektroinstalace a vzduchotechnika s možností přívěvu přiváděného vzduchu.

5.4 Popis vybraného pásového dopravníku

Pásový dopravník byl vyroben tzv. na míru dle zadaných požadavků, je konstruován pro přepravu ve vodorovné poloze. Povrchový materiál pásu je guma. Pásový dopravník je opatřen bočnicemi, které jsou vyrobeny v takové výšce, aby se s vytříděnou surovinou dalo lehce manipulovat. Část mezi bočnicemi a pásem je dokrytá, aby se zamezilo průniku materiálu pod pás. Dopravník je opatřen lankem nouzového odsávání, které bude použito v případě nebezpečí. Dále bude nainstalováno potrubí pro odsávání prachu a motorový spouštěč. Bezpečnostní stop tlačítko je nedílnou součástí, které bude umístěno na více místech pásu. Rychlost bude možno regulovat za použití frekvenčního měniče. Důležité je čištění vlastního pásu, proto je pásový dopravník opatřen stěračem pásu, který odstraňuje zbylé nečistoty. Tichý chod dopravníku je předurčen pro práci se stálou obsluhou.

5.5. Ekonomické posouzení inovačního návrhu

Požizovací cena investičního záměru činí 890 000,- Kč bez DPH. Jelikož pásový dopravník bude umístěn do stávajícího provozu, nebudou třeba vynaložit žádné jiné výdaje. Cena bude navýšena o 15 % DPH.

5.5.1 Financování inovačního záměru

Financování inovačního záměru proběhne za podpory „Operačního programu Životního prostředí 2014 – 2020“ a z části bude dofinancován z vlastních zdrojů firmy AMT s. r. o.

Ministerstvo životního prostředí určilo k 1. 8. 2017 prostřednictvím Státního fondu životního prostředí ČR 69. výzvu pro podávání žádostí o poskytnutí podpory v rámci „Operačního programu Životního prostředí 2014 – 2020“. Aktivita 3.2.1: Výstavba a modernizace zařízení pro sběr, třídění a úpravu odpadů. Žádosti o podporu v rámci prioritní osy 3, investiční priority 2, SC 3.2 jsou v informačním systému zpřístupněny a přijímány od 1.9.2017 9:00hod. do 1.12.2017 20:00hod. Podání žádostí včetně příloh je možné elektronicky prostřednictvím informačního portálu IS KP14+. Jednou z podporovaných aktivit výzvy 69 je modernizace třídících a dotřídňovacích linek pro separaci komunálního odpadu a odpadu podobných komunálnímu odpadu. Nejpozdější termín ukončení realizace inovace je 31. 12. 2023. Podpora je určena pro celé území České republiky. Výše podpory činí až 85 % způsobilých výdajů, jedná se o přímo spojené s realizací projektu. Žádosti o poskytnutí podpory z „Operačního programu Životního prostředí 2014 – 2020“, jsou hodnoceny podle určitých kritérií (viz příloha 8). Hodnotí se jednotlivé skupiny projektu, hodnocení je bodové a lze získat až 100 bodů. Pokud projekt dosáhne méně, jak 40 bodů nemůže být schválen k financování (OPŽP, 2017).

10 bodů jak získat dotaci

- Vytvoření podrobného projektového záměru

Projekt musí mít určený cíl, důležité je přesně specifikovat, na jaké kategorie je zaměřen. Zvláštní pozornost je směřovaná na rozpočet a financování projektu.

- Vyhledání potřebného programu a konkrétní oblasti podpory

Dle záměru určíme vhodný dotační program pro financování. Přesnější programové informace se nacházejí v programovém dokumentu. Též je tam uveden charakter žadatelů, kteří mohou žádat o podporu.

- Podání žádosti o podporu

Hlavním dokumentem je žádost o podporu, ve které se rozhoduje, jak bude žádost úspěšná. Na webu je možnost si stáhnout průvodce, který pomůže s tvorbou žádosti. Žádost vypracuje i odporný poradce a pracovník. Žadatel musí vyčkat, až se pro jeho projektový záměr otevře určená výzva k jeho projektu. V harmonogramu výzev jsou poskytnuty informace o vyhlášených výzvách. Každá výzva má upřesněné podmínky pro předložení žádosti o podporu (Oprávněný žadatel, míra podpory, typ podporované oblasti výzvy a její doba trvání). Žádost se všemi potřebnými

dokumenty se musí podat do určitého termínu prostřednictvím elektronického systému MS 2014+

- Posouzení žádosti o podporu

Žádost hodnotí řídicí orgán nebo tzv. zprostředkující subjekt. Žádost se posuzuje dle hodnotících kritérií, které nalezneme v samotné výzvě nebo v příručce pro žadatele a příjemce. V příručce je uvedeno doba procesu hodnocení, podmínky pro splnění podpory projektu. V programovém období 2014 – 2020 se výrazně sjednotila pravidla programu a byly nastaveny nástroje ke zvýšení zřetelnosti procesu. Proti předešlému programovému období je v současném změna, kde se žadatelé mohou dovolat proti negativnímu výsledku hodnocení.

- Realizace projektu

Úspěšný žadatel podepíše smlouvu, ve které jsou stanoveny podmínky realizace daného projektu (výběr dodavatele, vedení a zachování dokladů). Po podpisu smlouvy se může žadatel pustit do práce.

- Platba

Finanční hotovost se získá na základě žádosti, která se podá řídicímu orgánu a instituci, která jej zastupuje. Platba může mít několik podob ex-post platba – proplacení již vydaných výdajů, ex-ante platba – prostředky poskytnuty předem nebo kombinace plateb.

- Hodnocení a účtování

Pokud se žádá o platbu, je nutné prokázat, že výdaje jsou shodné s podmínkami uvedenými ve smlouvě. V průběhu realizace je důležité si pořizovat např. předávací protokol, fotodokumentaci, prezenční listiny, které se později přikládají s fakturami. Kontrolu zda jsou nároky oprávněny, provádí řídicí orgán, pokud jsou výdaje způsobilé, peníze jsou rychleji na účtu, pokud jsou výdaje nezpůsobilé (nejsou doloženy některé doklady, doklady jsou nesprávné), řídicí orgán dojde ke korekci a částku kterou požadujeme, nám o ni zkrátí.

- Kontrola na místě

Kontrolovaná nám může být projektová dokumentace, finanční stránka, fyzický stav. Po kontrole je vždy sestaven protokol, ve kterém jsou uvedeny poznatky a opatření, které musíme napravit, jinak dostaneme pokutu. Jelikož kontroly mohou probíhat i namátkově je třeba mít kompletní dokumentaci na jednom místě.

- Publicita projektu

V rámci tzv. povinné publicity projektů musí každý příjemce, jenž dostal finanční podporu z fondů Evropské unie, informovat o této pomoci. V Příručkách pro žadatele a příjemce jsou uvedena přesná pravidla. U méně finančně náročných projektu je publicita splněna např. vyvěšením plakátu o velikosti A3 v místě, kde je realizace prováděna. Naopak u finančně náročnějších projektů je nutné provést publicitu pomocí billboardu nebo velkoplošného banneru. Po skončení projektu jsou informace o projektu uvedeny na pamětní desce po čas udržitelnosti projektu.

- Udržitelnost projektu

Po proplacení platby je nutné zachovat projekt naživu i bez dotace, kterou jsme se zavázali ve smlouvě. Většinou to bývá po dobu 5 let, u některých projektu to může být pouze 3 roky. Pokud bychom udržitelnost projektu nedodrželi, můžeme dostat pokutu nebo bychom museli vrátit dotace. Kvalitní projekt má několikaletou životnost (Strukturální fondy, 2017).

Oprávnění příjemci podpory

- obce,
- organizační složky státu,
- státní podniky,
- státní organizace,
- dobrovolné svazky obcí,
- městské části hl. města Prahy,
- veřejné výzkumné instituce a výzkumné organizace,
- veřejnoprávní instituce,
- příspěvkové organizace,
- vysoké školy, školy a školská zařízení,
- nestátní neziskové organizace,
- církve a náboženské společnosti,
- podnikatelské subjekty,
- obchodní společnosti a družstva,
- fyzické osoby podnikající (OPŽP, 2017).

5.5.2 Hodnocení ekonomické efektivnosti investice

Pro ekonomické posouzení návrhu byla zvolena Diskontovaná doba návratnosti investice. Montáž a doprava nového zařízení je zahrnuta v pořizovací ceně, tudíž všechny investiční náklady jsou dány pouze vlastní pořizovací cenou technologického zařízení. Celková hodnota investice i s 15 % DPH činí 1 023 500,- Kč. Vzhledem k tomu, že investice bude z části financovaná z „Operačního programu Životního prostředí 2014 – 2020“, intenzita podpory byla stanovena na 35 % způsobilých výdajů, proto hodnota investice bude snížena o tuto hodnotu. Investiční příležitost, tudíž vyžaduje investovat částku 665 275,- Kč, která bude financovaná z bankovního úvěru. Hodnota úspor na opravy byla stanovena na částku 85 000,- Kč (KP). Do vzorce byla dosazena standardní míra rizika investice, tato hodnota je 0,05 (i).

Diskontovaná doba návratnosti investice

$$SHP = \sum_{n=1}^t \frac{KP_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

kde...

KP – kapitálový příjem v jednotlivých letech

SHP – současná hodnota příjmu

n - jednotlivé roky využívání investice

i – odúročitel diskont

t – doba návratnosti

Tabulka 18: Současná hodnota příjmu v jednotlivých letech

Roky	SHP v Kč	Součty SHP v Kč
1. rok	80 952	80 952
2. rok	77 098	158 050
3. rok	73 428	231 478
4. rok	69 930	301 408
5. rok	66 604	368 012
6. rok	63 428	431 440
7. rok	60 408	491 848
8. rok	57 534	549 382
9. rok	54 793	604 175
10. rok	52 182	656 357
11. rok	49 900	706 257

Tabulka č. 18 nám udává čistou současnou hodnotu v jednotlivých letech. Doba návratnosti investice, je vypočítaná na 10,2 roků.

6. Diskuze a závěry

Lze konstatovat, plasty jsou nejvíce objemná součást komunálního odpadu a ze statistik vyplývá, že jich vyprodukujeme poměrně velké množství. Důležité je jejich třídění, abychom neplýtvali neobnovitelnými zdroji. Důraz je kladen na to, co do žlutého kontejneru patří za odpad, jinak se zmírní recyklace celého objemu kontejneru. Plasty se dotřídí na dotřídovacích linkách a následně se jednotlivé druhy recyklují na nové výrobky. V České republice jsme schopni vytříděné plasty z celého území zpracovat je a jako surovinu vyvézt do zahraničí. Vzhledem nákladům, které jsou potřeba na recyklaci, cena recyklovatelných výrobků může být vyšší (Šťastná, 2007).

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout inovaci linky na zpracování plastového odpadu. Návrh byl uskutečněn ve společnosti AMT Dolní Hbity. Hlavní cílem inovace je zvýšení zpracování plastového odpadu, který má v dnešní době rostoucí tendenci a dodržovat bezpečnostní a hygienické podmínky zaměstnanců. V rámci návrhu bylo rozhodnuto navrhnout pásový dopravník technologické linky, který byl poruchový a kapacitně již nevyhovoval. Realizace nového návrhu přinese vyšší kapacitu zařízení ročně a tím se zvýší množství dotřídovaného materiálu a

nebudou vznikat prostoje v provozu. Ohled byl brán i na bezpečnost a hygienu zaměstnanců.

V diplomové práci bylo uskutečněno výběrové řízení, které proběhlo mezi třemi firmami. K hodnocení byly vybrány metody vícekritériálního hodnocení variant, v úvahu bylo bráno víc než jedno rozhodovací kritérium. Z hodnocení vzešla firma Jelínek - stroje, která nejlépe vyhovuje požadovaným kritériím.

Zmínila bych se o spolufinancování inovačního záměru pomocí „Operačního programu životního prostředí 2014 – 2020“, kde byla poskytnuta finanční podpora ve výši 35 % způsobilých výdajů. Cílem operačního programu je chránit a zlepšovat ŽP v České republice. Pro financování tohoto druhu je důležité mít vypracovaný investiční záměr, který splňuje přísná kritéria, která jsou uvedena v pravidlech pro žadatele a příjemce podpory v „Operačním programu životního prostředí 2014 – 2020“. Inovační záměr byl z části dofinancován z úvěru, který poskytla banka.

Inovace byla ekonomicky zhodnocena pomocí metody Diskontovaná doba návratnosti investice. Doba návratnosti investice je důležitý a často aplikovaný ukazatel hodnocení dané investice. Průměrná doba návratnosti nám ukazuje, za jak dlouho dojde ke splacení počáteční investice. Doba návratnosti investice činí 10,2 roků. Na první dojem se může zdát doba návratnosti investice dlouhá, přesto firma hodlá investici provést. Můžeme ovšem, ale konstatovat dobu návratnosti lze předpokládat kratší, jelikož se navýší kapacita linky. Vznikne více dotříděného plastového materiálu a tím se dosáhne vyšší ekonomické hodnoty za prodaný odpad dalším zpracovatelům. Vznikne větší finanční příjem za zvýšený odbyt prodaného materiálu. Vzhledem k životnosti pásového dopravníku se stále investice vyplatí. Získá se modernější provoz a i zaměstnanci se zde budou cítit lépe.

7. Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje:

- Altman V., 1996: Odpadové hospodářství. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 89 s.
- Božek F. a kol., 2003: Recyklace. Moravia tisk, Vyškov, 202 s.
- Durkovič O., 1995: Dopravní a manipulační stroje. Vysoká škola zemědělská – Technická univerzita, Praha, 223 s.
- Fiedor J., 2012: Odpadové hospodářství I. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 128 s.
- Fotr J., Souček I., 2005: Podnikatelský záměr a investiční rozhodování. Praha, 356 s.
- Groda B., 1997: Technika zpracování odpadů II. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 168 s.
- Hopewell J. a kol., 2009: Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2009, 364: 2115-2126.
- Janíčková B., 2012: Odpady a odpadové hospodářství. Střední zemědělská škola a Vyšší odborná škola Chrudim, Chrudim, 168 s.
- Juchelková D., 2000: Likvidace a využití odpadů. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava, 76 s.
- Kizlink J., 2014: Odpady – Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa. Cerm, s.r.o., Brno, 500 s.
- Kolář L., Kužel S., 2000: Odpadové hospodářství. Jihočeská univerzita-zemědělská univerzita, České Budějovice, 193 s.
- Kreníková V., 2014: Odpady a druhotné suroviny I. Fakulta životního prostředí, univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, 227 s.
- Kuraš M. a kol., 1994: Odpady, jejich využití a zneškodnění. Jihočeská univerzita – Zemědělská fakulta, Praha, 243 s.
- Gu F., Guo J., Zhang W., Summers P. A., Hall P., 2017: From waste plastics to industrial raw materials: A life cycle assessment of mechanical plastic recycling practice based on a real-world case study. Science of The Total Environment. Volume 601 – 601, pp. 1192 – 1207.

- Moroni M., Lupo E., Marca F. L., 2017: Hydraulic separation of plastic wastes: Analysis of liquid – solid interaction. Waste Management. Volume 66, pp. 13 – 22.
- Müllerová L., 2017a: Češi se loni protřídili k novému českému rekordu! Odpadové fórum.Cemc,Praha, 42 s.
- Müllerová L., 2017b: V třídění se Češi stále zlepšují! Odpadové fórum.Cemc, Praha, 42 s.
- Nováková K., Šeps K., Achten H., 2017: Experimental developer of a plastic bottle usable as a construction building block created out of Polyethylen terephthalate: Testing PET (b) rick 1.0. Journal of Building Engineering, Volume 12, pp 239 – 247.
- Philip J., Bartesev A., Ritcher R., Baucher M. a Guy K., 2013: Bioplastics science from a policy vantage point. New Biotechnology 30: 635-646.
- Rosochetcká E., Bervidová L., 2012: Ekonomika podniků. Česká zemědělská univerzita - Provozně ekonomická fakulta, Praha, 201 s.
- Shent H., Pugh R.J., Forsberg E., 1999: Areview of plastic waste recycling and the flotation of plastics. Resources, Conservaton and Recycling, Volume 25, Issue , pp. 85 – 109.
- Slezák M., 2004: Ekologické aspekty chemických technologií a technologie zpracování odpad. Pardubice, 184 s.
- Smejtková A., Dobiaš J., 2004: Obaly a obalová technika. Česká zemědělská univerzita – Technická fakulta, Praha, 119 s.
- Sohar J., 2005: První recyklace systému bottle-to-bottle u nás. Odpady 9. 19 – 20 s.
- Šťastná J., 2007: Kam s nimi: jak správně třídít odpady a všechno, co s tím souvisí. Česká televize, Praha, 117 s.
- Šťastná J., 2013: Všechno co potřebujete vědět o odpadech a neměli jste se koho zeptat. Eko-kom a.s., Praha, 123 s.
- Šubrt T., 2001: Ekonomicko matematické metody II: aplikace a cvičení. Česká zemědělská univerzita - Provozně ekonomická fakulta, Praha, 148 s.
- Vacík a kol., 1999: Přehled středoškolské chemie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 368 s.
- Valach J. a kol., 2010: Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. Ekopress, s.r.o., Praha, s.

- Váňa J., Hanč A., a Habart J., 2009: Pevné odpady. Česká zemědělská univerzita, Praha, 190 s.

Internetové zdroje:

- Adapt dopravníky, 2017: Adapt dopravníky Pardubice – výroba dopravníků (online) [cit. 2017.11.04], dostupné z <<http://www.adaptdopravniky.cz/>>.
- Bluetech, 2017: O společnosti (online) [cit. 2017.11.03.], dostupné z <<http://www.bluetech.cz/spolecnost>>.
- CZSO, 2017: Produkce využití a odstranění odpadu (online) [cit. 2017.10.20], dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2015>>.
- Dopravní pásy, 2017: Jsme výrobci a prodejci průmyslových dopravníků (online) [cit. 2017.11.03.], dostupné z <<http://www.dopravnipasy.com/>>.
- Deos Technology s.r.o., 2014: O firmě (online) [cit. 2017.11.04.], dostupné z <<http://www.odes.cz/o-firme>>.
- Drave-technology s.r.o., 2017: Dopravníky, třídače a vibrační technika - DRAVE Technology s.r.o. (online) [cit. 2017.11.03.], <<http://www.drave-technology.cz/>>.
- Dundálková P., 2016: Využití plastů: Recyklace plastů (online) [cit. 2017.08.01.], dostupné z <<https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/2062/Knihovna%20k%20projektu/Vyu%BFit%DD%20a%20recyklace%20plast%A8.pdf>>.
- EKO-KOM, 2017a: Přehled dosahovaných výsledků (online) [cit. 2017.10.25.], dostupné z <<http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/vysledky-systemu/vyrocní-shrnutí>>.
- EKO-KOM, 2017b: Značení obalů (online) [cit. 2017.08.01.], dostupné z <www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/znaceni_obalu>.
- EKO.KOM, 2017c: Užitečné informace pro klienty (online) [cit. 2017.08.01.], dostupné z <<http://www.ekokom.cz/cz/klienti/uzitecne-informace-pro-klienty/soubory-ke-stazeni-klienti>>.
- Eko – komunikace, 2017: Třídění plastů. Elektronický zpravodaj Eko – kom (online) [cit. 2017.08.22.], dostupné z <www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Ekomunikace>.

- Ekoservis, 2017: Plasty všude kolem nás (online) [cit. 2017.08.01.], z dostupné <<http://www.ecoservis.eu/co-se-deje-se-starymi-plasty>>.
- Enviweb, 2008: Nebojte se plastové plotovky - Vkusné, praktické a ekologické řešení (online) [cit. 2017.08.22.], dostupné z <<http://www.enviweb.cz/72308>>.
- Europa Commission, 2017: Waste, (online) [cit. 2017.08.25.], dostupné z <http://ec.europa.eu/environment/waste/plastic_waste.htm>.
- Evropské strukturální a investiční fondy, 2012: 10 kroků k získání dotace (online) [cit. 2017.11.04.], dostupné z <<https://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Jak-na-projekt>>.
- Horsák Z., 2014: Zelený růst, (online) [cit. 2017.11.20.], dostupné z <<http://docplayer.cz/7646908-Zeleny-rust-zeleny-rust-nase-projekty-trideni-plastu-na-serialu-zavodu-kolo-pro-zivot-bulletin-pro-udrzitelne-nakladani-s-odpady.html>>.
- LFM - servis s.r.o., 2017: O nás (online) [cit. 2017.11.03], dostupné z <<https://www.lfm.cz/o-nas>>.
- Marting, s.r.o., 2017: Home (online) [cit. 2017.11.03.], dostupné z <<http://www.marting.cz/index.html>>.
- MŽP, 2017: Obaly (online) [cit. 2017.08.11.], dostupné z <<https://www.mzp.cz/cz/obaly>>.
- Nachtigal M., 2001: Možnosti recyklace PVC (I.) (online) [cit. 2017.11.20.], dostupné z <<http://odpady-online.cz/moznosti-recyklace-pvc-i/>>.
- OPŽP, 2015: Pravidla pro žadatele a příjemce podpory (online) [cit. 2017.10.27.], dostupné z <<http://www.opzp.cz/vyzvy/69-vyzva/dokumenty>>.
- Pavel Jelínek – stroje, 2017: Pavel Jelínek – stroje technologie pro zpracování odpadů (online) [cit. 2017.11.03.], dostupné z <<http://www.jelinek-stroje.cz/>>.
- Plasticportal, 2015: Plastové výrobky pre všestranné využitie – od TOPlast, a.s. (online) [cit. 2017.08.27.], dostupné z <<http://www.plasticportal.sk/sk/plastove-vyrobky-pre-vsestranne-vyuzitie-od-toplast-as/c/2839>>.
- Purplast, 2017: Regranulat (online) [cit. 2017.08.24.], dostupné z <<http://www.purplast.cz/plastove-regranulaty/>>.

- Strojírenský vývoj a výroba s.r.o., 2017: O společnosti (online) [cit. 2017.11.04.], dostupné z <<http://www.strojvyvoj.cz/cs/content/3-o-spolecnosti>>.
- Šťastná, 2007: Představení automatické třídící linky s NIR detekcí (online) [cit. 2018.01.14], dostupné z <<http://odpady-online.cz/predstaveni-automaticke-tridici-linky-s-nir-detekci/>>.
- Tmt spol. s.r.o., 2014: Chrudim, Tradiční výrobce dopravníků a dopravníkových systémů (online) [cit. 2017.11.04.], dostupné z <<https://http://www.tmt.cz/cz/>>.
- Třídění odpadu, 2017: Jak se recykluje plast (online) [cit. 2017.08.11.], dostupné z <<https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-plast>>.
- Vörös F., 2011: Globální a národní pohled na recyklaci plastů (online) [cit. 2017.08.16.], dostupné z <<http://odpady-online.cz/>>.

Legislativa:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62ES ze dne 20. prosince 1994 o obalech a obalových odpadech.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 97/129/ES ze dne 28. ledna 1997 o obalech a obalových odpadech.
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů v platném znění.
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů v platném znění.

Bakalářské práce:

- Číperová S., 2016: Třídění odpadu a jeho následná recyklace ve vybraném podniku. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha, 38 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

8. Seznam obrázků

Obrázek 1: Kontejner na plast.....	13
Obrázek 2: Samolepka používaná pro sběr plastů	13
Obrázek 3: Značení a kódy plastových materiálů	15
Obrázek 4: Vývoj počtů obcí a klientů v systému Eko-kom za období 2002 – 2016	11
Obrázek 5: Systém Eko-kom	12
Obrázek 6: Regranulát.....	17
Obrázek 7: Schéma vodorovného pásového dopravníku	18
Obrázek 8: Míra recyklace odpadů z obalů v roce 2016.....	22
Obrázek 9: Jak se plasty recyklují.....	24
Obrázek 10: Nový výrobek z recyklvaného plastu - zatravnovací dlažba	30
Obrázek 11: Nový výrobek z recyklovynéh plastu - plastové plotovky	31

9. Seznam tabulek

Tabulka 1: Životnost výrobků z plastů.....	10
Tabulka 2: Produkce plastu z komunálního odpadu v ČR v letech 2012 - 2015 v tunách.....	13
Tabulka 3: Skladba plastů odděleně sebraných z domovního odpadu.....	15
Tabulka 4: Plasty - identifikační kódy	16
Tabulka 5: Váhy lisovaných balíků.....	17
Tabulce 6: Hlavní parametry současného zařízení.....	34
Tabulka 7: Technické parametry dopravníku Jelínek - stroje.....	36
Tabulka 8: Technické parametry firmy Techbelt s.r.o.	37
Tabulka 9: Technické parametry dopravníku firmy DEOS Technology s.r.o.	39
Tabulka 10: Hodnocení kritérií dle bodovací metody.....	40
Tabulka 11: Určení vah kritérií dle bodovací metody	40
Tabulka 12: Nejlepší varianta dle bodovací metody.....	41
Tabulka 13: Určení vah kritérií dle metody pořadí.....	41
Tabulka 14: Nejlepší varianta dle metody pořadí	42
Tabulka 15: Saatyho matice	43
Tabulka 16: Určení vah kritérií dle Saatyho metody	43
Tabulka 17: Nejlepší varianta dle Saatyho metody.....	43
Tabulka 18: Současná hodnota příjmu v jednotlivých letech	49

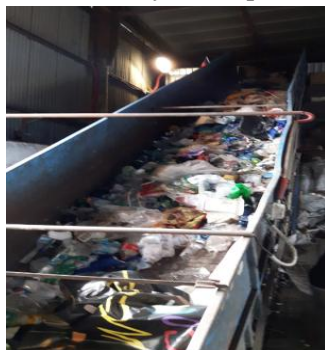
10. Seznam příloh

Příloha 1: Směs plastů připravena na dotřídění	1
Příloha 2: Vynášecí pás	1
Příloha 3: Dopravník pro ruční třídění	2
Příloha 4: Shozy do kójí	2
Příloha 5: Lisovaný plastový odpad	2
Příloha 6: Lisované balíky roztríděné podle barvy	2
Příloha 7: Linka na zpracování plastového odpadu	2
Příloha 8: Bodové Hodnocení Získání Dotace	3
Příloha 9: Nabídka pásového dopravníku od firmy DEOS Technology s.r.o.	4

Příloha 1: Směs plastů připravena na dotřídění



Příloha 2: Vynášecí pás



Příloha 3: Dopravník pro ruční třídění



Příloha 4: Shozy do kójí



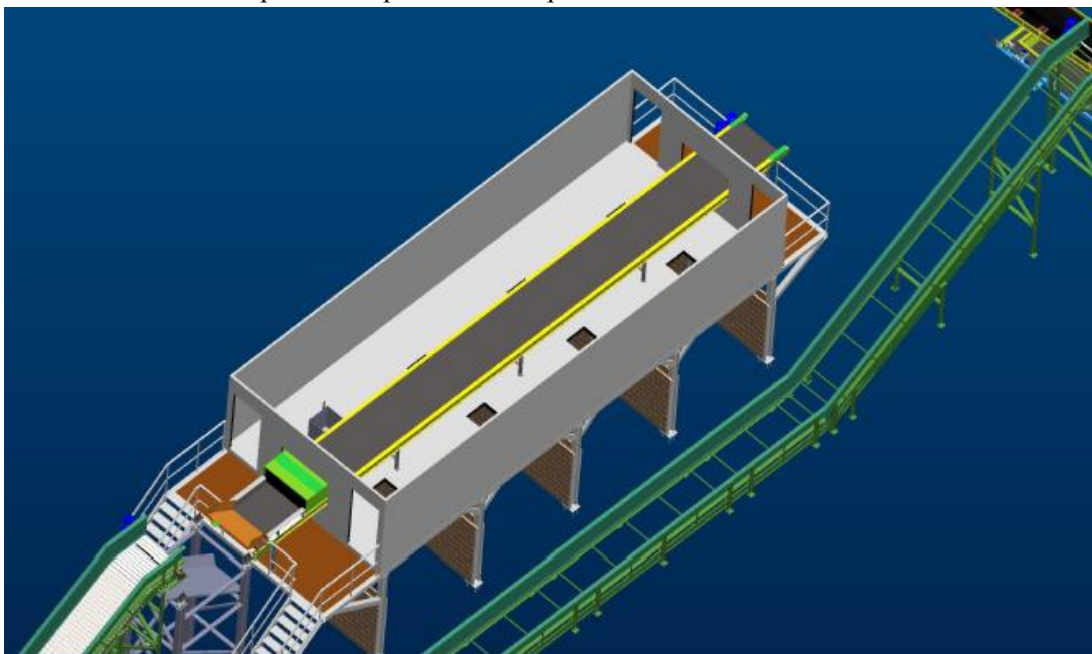
Příloha 5: Lisovaný plastový odpad



Příloha 6: Lisované balíky roztříděné podle barvy



Příloha 7: Linka na zpracování plastového odpadu



(Zdroj: Techlbet s.r.o., 2017)

Příloha 8: Bodové hodnocení získání dotace

Specifický cíl 3.2 Zvýšit podíl materiálového a energetického využití odpadů

Třídění a dotřídňování odpadů – Podporovaná aktivita 3.2.1 (kapitola B.6.3.2.1 PrŽaP) – Výstavba a modernizace zařízení pro sběr, třídění a úpravu odpadů,

1. Měrné finanční náklady k navýšení kapacity zařízení. Jedná se o realizační náklady bez DPH vzhledem k navýšené kapacitě zařízení v Kč/t odpadu za rok:	Počet bodů
do 4 000 Kč/t za rok	20
od 4 000 do 8 000 Kč/t za rok	15
od 8 000 do 12 000 Kč/t za rok	10
od 12 000 do 16 000 Kč/t za rok	7
od 16 000 do 22 000 Kč/t za rok	5
od 22 000 do 30 000 Kč/t za rok	1
nad 30 000 Kč/t za rok	vyřazení
2. Stavební připravenost projektu:	Počet bodů
Projekty se stavebním povolením, jiným dokladem umožňujícím zahájení stavebních prací nebo projekty bez vazby na stavební řízení včetně projektů na dodávky zařízení	5
Projekty s územním rozhodnutím	1
3. Umístění projektu. Nevyužívaná plocha je pro potřeby hodnocení stavbou či zpevněnou plochou, která již neplní účel, pro který byla původně vybudována a není nijak v současné době využívána:	Počet bodů
nové zařízení na nevyužívané ploše	12
doplnění či dovybavení stávajícího zařízení navyšující kapacitu zařízení	10
nové zařízení na „zelené louce“	1
4. Navýšení stávající kapacity zařízení v % t/rok:	Počet bodů
Navýšení o 100 % a více	11
Navýšení o 90 – 100 %	9
Navýšení o 80 – 90 %	8
Navýšení o 70 – 80 %	7
Navýšení o 50-70 %	3

(Zdroj: OPŽP, 2017)

Příloha 9: Nabídka pásového dopravníku od firmy DEOS Technology s.r.o.



DPK 1000/13

Číslo nabídky: NOBD18-000

ADRESÁT:

Simona Čiperová

mob.: +420 603 457 957

e-mail: simo.c@seznam.cz

Ing. Michal Friml
DEOS Technology s.r.o.
Regnerova 422, 542 32 Úpice
Provozovna: Dolecká 14, 551 01 Jaroměř
Tel: +420 739 393 548
Email: michal.friml@deostech.cz

A. Zadání

Dopravník pro ruční třídění odpadu s výstupem do 4 shozů.

B. Specifikace zařízení

Vodorovný dopravník klasické konstrukce s gumovým pásem. Konstrukce dopravníku má kluznou sekci a je rovná. Bočnice dopravníku jsou nízké a umožňují jednoduchou manipulaci s vytříděnou surovinou. Výška nad podlahou je ergonomická 110cm - navržena pro stojícího pracovníka. Místo mezi bočnicí a pásem je pokryto pro omezení průniku materiálu pod pás. Na koncích je dopravník opatřen stěrkami.

Nad dopravníkem bude lanko nouzového odstavení zařízení v případě nebezpečí. Pod dopravníkem bude umístěno potrubí pro odsávání prachu. Vyčištěný vzduch bude zpět do kabiny přiveden v horní části.

Odpad na dopravník vstupuje mimo kabinu, výstup dopravníku je za kabinou.



Technická data:

Typ:	DPK 1000/14
Celková délka:	14,4 m
Šířka pásu:	1100 mm
Příkon motoru:	2,2 kW, 3 x 400V
Frekvenční měnič:	ano, 25 až 80 Hz
Rychlost dopravníku:	0,15 m/sec. při 45 až 55 Hz

Boky dopravníku jsou zakryty odnímatelnými deskami, umožňující dobrý přístup pro údržbové práce.

Součástí dodávky **jsou** podpěry dopravníku pro uchycení na plošinu.

Součástí dodávky elektro **nejsou** bezpečnostní elektroprvky (příčný lankový vypínač, nouzové bezp. vypínače). Dodávka končí na vstupních svorkách elektromotoru pohonu dopravníku. Současně s dodávkou bude předána technická dokumentace v českém jazyce.



C. Cena EXW Jaroměř

DPK 1000/14

359.000,- Kč bez DPH

Cena dopravy a montáže se bude účtovat dle skutečných nákladů na základě podepsaného protokolu oběma smluvními stranami dle smluvních sazeb v tabulce níže.

Smluvní sazby:					
práce:	montážní hodina - prac. den 6-18h	650,- Kč	doprava:	osobní auto	12,- Kč
	mont.hodina - nad rámec	+ 25%,- Kč		dodávka	15,- Kč
	mont.hodina - víkend/svátek	+ 50%,- Kč		dodávka + přívěs	19,- Kč
	ztrátový čas	300,- Kč			
	Přestávky v práci se řídí zákoníkem práce.				

D. Dodací lhůta

Dodací lhůta na zařízení je 10 – 12 týdnů, dle aktuální vytiženosti výroby, od závazné objednávky, podepsání smlouvy a připsání zálohy na účet společnosti DEOS Technology s.r.o.

E. Platební podmínky

Naše standardní platební podmínky při dodávce nových zařízení jsou:

- po podpisu smlouvy záloha 60 % z ceny celkem
- po vyrobení zařízení 40 % z ceny celkem

Výše uvedené platební podmínky mohou být upraveny podle dohody obou smluvních stran.

F. Záruka

Záruční doba na zařízení je 12 měsíců.

Záruka se dále nevztahuje na běžné opotřebení a na závady, které byly způsobeny neodborným zacházením, chemickými vlivy, vyšší mocí nebo jinými vnějšími událostmi a na poruchy způsobené používáním zařízení v rozporu s technickou dokumentací.

Zároveň s dodávkou zařízení bude dodána průvodní technická dokumentace - dle zák. č. 90/2016 Sb. včetně Prohlášení o shodě.

G. Platnost nabídky

Tato nabídka je platná 2 měsíce od jejího vyhotovení. Po tomto termínu si výrobce vyhrazuje právo úpravy ceny a termínů dodávky.

V Jaroměři 30.1.2018

Ing. Michal Friml