

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Technická fakulta

**Třídící linky v odpadovém hospodářství**  
bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Müller, Ph. D.  
Vypracovala: Monika Navrátilová

Praha 2008

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Třídící linky v odpadovém hospodářství vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne 18.4.2008

Monika Navrátilová

## **Poděkování**

Děkuji tímto všem, kteří mi radou, ochotou a poskytnutím informací pomohli při psaní této bakalářské práce. Děkuji vedoucímu bakalářské práci za poskytnuté informace i konzultace a všem autorům textů, ze kterých jsem čerpala.

**Abstrakt:** Třídění kovového i nekovového odpadu plní nezastupitelnou úlohu v zpracování odpadu. Produkce odpadu stoupá a jeho následné využití se dostává stále více do popředí. Cílem je získat suroviny, jejichž kvalita je vhodná pro další materiálové využití ve zpracovatelském průmyslu. Vytříděné suroviny se i vyváží, z toho plyne propojení s evropským i světovým trhem. Třídění je jedna z nejvýznamnějších odvětví ekoprůmyslu, umožňuje spolu s následným zpracováním uzavírat materiálové cykly. Efektivita odpadového hospodářství se v současné době odráží nejen v aplikaci nejnovějších technologických poznatků v odvětví zpracování odpadů, ale i legislativních podmínek

**Klíčová slova:** třídění, třídící linka, odpad, dopravníky, drtiče, lisy

### **Assorting lines for solid urban waste**

**Summary:** Separation of metallic and non-metallic waste fulfills the role which has no substitutability. Amount of waste increases and its subsequent utilization becomes more and more important. The aim is to get raw materials with quality suitable for further exploitation in manufacturing. Separated raw materials are also exported and from this implies interconnection with European and world market. Separation is one of the most important branches of eco-industry, it enables with subsequent manufacturing to close material cycles. The efficiency of waste-economy is at present time dependant not only on the newest technologies used in waste handling business, but also on current legislation

**Key words:** separation, separation line, waste, transporting line, crusher, press

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Třídící linky v odpadovém hospodářství .....	2
2.1	Co je odpad .....	2
2.2	Současně platná legislativa odpadového hospodářství v ČR .....	3
2.3	Katalog odpadů .....	4
2.4	Pojmy v odpadovém hospodářství .....	5
2.5	Základní druhy odpadů .....	6
2.5.1	Papír .....	6
2.5.2	Polymery .....	8
2.5.2.1	Třídění plastů bez drcení komunálního odpadu .....	8
2.5.2.2	Třídění rozdrčených plastových odpadů komunálního odpadu .....	9
2.5.2.3	Kryogenní třídění průmyslového odpadu .....	11
2.5.2.4	Triboelektrické třídění plastů průmyslového odpadu .....	11
2.5.2.5	PET lahve .....	11
2.5.3	Sklo - skleněné střepy .....	13
2.5.4	Textil .....	17
2.6	Separáčn1 a dopravn1 technologick1 zař1zení .....	18
2.6.1	Dopravn1ky .....	20
2.6.2	Magnetick1 separ1tory .....	20
2.6.3	Drtiče .....	21
2.6.3.1	Mlýny .....	21
2.6.4	Lisy .....	22
2.7	Třídící a dotřídřování linka Přebysice .....	23
2.7.1	Popis objektu a provozn1 linky .....	23
2.7.2	Stručn1 popis linky a zař1zení .....	23
2.7.3	Blokov1 schéma linky .....	25
2.7.4	Jednotliv1 kl1čov1 technologick1 články .....	27
2.7.5	Provozn1 podmínky: .....	28
3	Trendy a v1vojov1 tendence při konstrukci technologick1ch linek na zpracov1n1 nekovov1ch odpadů .....	29
3.1	Ovl1d1n1 linek .....	29
3.2	Doplňn1 pl1nů odpadov1ho hospod1řstv1 .....	29
4	Z1v1ř .....	31
5	Použit1 literatur .....	32
6	Seznam použit1ch zkratk .....	33
7	Př1lohy .....	34

# 1. Úvod

Veškerá výrobní i nevýrobní činnost dnešní společnosti je doprovázena vznikem odpadů. Otázka jejich racionálního využití nebo zneškodňování představuje dnes proto prvořadý úkol z hlediska ochrany životního prostředí i z hlediska ekonomického. [2]

Náklady na třídění a čištění odpadů tvoří většinu nákladů na zpracování. Proto je tato oblast z technického hlediska velmi zajímavá. Třídění je založeno na odlišnostech materiálů a jejich vlastností. Třídící linky zjednodušují, zrychlují a automatizují. Podíl lidské práce s jejím zavedením klesá.

Počet komodit, které se třídí, stále přibývá. Cílem třídění a následného zpracování je získat kvalitní druhotnou surovinu, která bude vhodná pro další použití. Čím lépe jsou zbaveny všechny nežádoucích příměsí, tím je jejich kvalita, a tedy i cena vyšší. Třídící linky dokážou za příznivý čas zpracovat s potřebnou přesností velký objem odpadu.

Obecně technologický postup třídění odpadu probíhá na třídících linkách, skládajících se z velkých skladovacích hal, několika dopravníků, samotné linky s obsluhou a několika lisů na výrobu balíků. Na samotném počátku přiveze svozový vůz materiál posbíraný z kontejnerů po městě. Před konečným dotříděním se jednotlivé komodity (papír, plasty) skladují v hale. Přicházejí sem ale také odpady ze supermarketů nebo továren, tyto odpady ani nemusí jít přes třídící linku. Odpady z výroby nejsou nijak znečištěné a většinou jednodruhové. Zmiňovaná problematika je postupně rozebrána v této bakalářské práci.

## 2. Třídící linky v odpadovém hospodářství

V kapitole třídící linky v odpadovém hospodářství uvádím v logické posloupnosti co odpad je, jeho základní rozdělení a základní možnosti třídění. Dále pak zařazení dle katalogu a zmíněna je i legislativa při jeho zpracování spolu se základními pojmy dle zákona č.185/2001 Sb.

### 2.1 Co je odpad

U většiny známých výrobních i spotřebních postupů vznikají vedlejší produkty. Pokud výrobce nebo společnost neumí tyto vedlejší produkty dále zpracovat, tedy zařadit je do koloběhu společenské prospěšnosti, nazývá je odpadem. Růst výroby je doprovázen růstem entropie<sup>1</sup>, a tedy poškozováním životního prostředí. Zvyšování entropie poškozují planetu.

Protože v odpady se mění i většina nedostatkových surovin, je nezbytně nutné omezit neúčelnou spotřebu surovin a nedostatkových materiálů. Je to nejdůležitější úkol péče o životní prostředí v příštích desetiletích. Odpadové hospodářství je technologickým odvětvím, které se bezprostředně dotýká všech stupňů výrobního a spotřebního cyklu od těžby surovin, přes jejich výrobu, dopravu a spotřebu produktu až po jejich zneškodnění, kdy po uplynutí doby jejich životnosti se z nich stávají tzv. spotřební odpady. Významný podíl odpadů tvoří vedlejší materiály, vznikající přímo při výrobě těchto produktů tzv. výrobní odpady. Odpadové hospodářství tak ovlivňuje všechny složky národního hospodářství.

Hlavní cíle odpadového hospodářství, i když mohou být různě formulovány, jsou následující:

1. předcházet nebo omezovat vznik odpadů,
2. pokud již vzniknou, nakládat s nimi tak, aby byly maximálně využity jako druhotné suroviny a v původní nebo upravené formě a aby minimálně narušovaly životní prostředí. [2]

Nakládání s odpady je nejen významná součást ochrany životního prostředí, ale i perspektivní průmyslové odvětví. Správné nakládání s odpady je podmíněno řadou směrnic Evropské unie, které jsou promítnuty do naší právní úpravy zejména zákonem o odpadech a o obalech a navazujícími právními normami. Jedním z takovýchto rozumných požadavků je vytvoření programových dokumentů na úrovni celorepublikové a následně koncepcí a plánů na úrovni krajů.

---

<sup>1</sup> Entropie- je obecně veličina udávající míru neuspořádanosti zkoumaného systému nebo také míru neurčitosti daného procesu.

„Plán odpadového hospodářství (POH) České republiky“, jehož závazná část byla vydána jako nařízení vlády č. 197/2003 Sb. ze dne 4.6.2003 stanoví základní zásady nakládání s odpady a cíle, kterých má Česká republika dosáhnout (např. procenta materiálového využití odpadu atd.). [6]

## **2.2 Současně platná legislativa odpadového hospodářství v ČR**

Legislativa odpadového hospodářství se v České republice řídí základními zákony, vyhláškami a nařízeními vlády:

### Zákony:

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. (ve znění všech novel byl ve Sbírce zákonů v úplném znění vyhlášen pod. č. 106/2005 Sb.)
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech), ve znění zákona č. 274/2003 Sb., zákona č. 94/2004 Sb. a zákona č. 66/2006 Sb.

### Vyhlášky:

- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (poslední změna 41/2005 Sb.)
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů).
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 237/2002 Sb., o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků (změna 505/2004 Sb.)
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 115/2002 Sb., o podrobnostech nakládání s obaly.
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 116/2002 Sb., o způsobu označování vratných zálohovaných obalů.
- a další.

### **Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech**

Tento zákon stanovuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při nakládání s odpady a působnost orgánů veřejné správy.

Pro úspěšnou aplikaci těchto právních předpisů jsou v zákonu vymezeny všechny základní pojmy (např. odpad, komunální odpad, odpadové hospodářství, původce odpad, atd.). Některé povinnosti, které vyplývají ze zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, při nakládání s odpady:



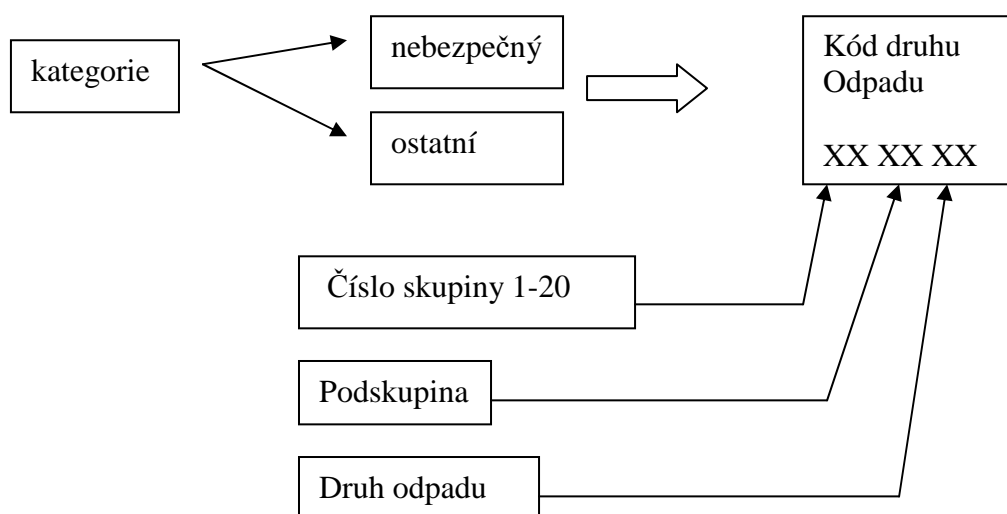
- každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti,
- materiálové využití odpadů má přednost před jakýmkoliv jiným využitím (např. energetickým),
- zpětný odběr některých použitých výrobků musí být proveden bez nároku na úplatu,
- povinnost zpracování POH ČR, kraje a původců,
- placení poplatků za uložení odpadů na skládky,
- a jiné.[5]

Jednou z hlavních zásad, která vychází z 6. akčního programu EU pro životní prostředí, je stanovení hierarchie při nakládání s odpady, která jednoznačně preferuje materiálové využití před spalováním odpadů a skládkováním. Zásady a cíle jsou pak promítnuty v jednotlivých krajských plánech přímo do konkrétních opatření, např. investic do zařízení, která je nutno v rámci kraje zabezpečit. Jedná se např. o zařízení na zpracování odpadu, třídící linky, nádoby na separaci odpadu atd. [4]

## 2.3 Katalog odpadů

Vydává ministerstvo životního prostředí vyhláškou MŽP č. 381/2001 Sb., a je v plně v souladu s rozhodnutím komise evropské unie č.3/94, kterými se zavádí Evropský katalog odpadů. Vyhláška dále stanovuje podrobný postup pro zařazování odpadů, slouží k evidenci a jednotlivé identifikaci odpadů a způsobů nakládání s nimi. V praxi je běžné, že obec při zařazování odpadů spolupracuje s firmou, která v dané oblasti zabezpečuje nakládání a odpady. Každý odpad je zařazen podle druhů do skupin a podskupin odpadu a je mu přiděleno 6-ti místné číslo.

Obr. 1 Postup zařazování odpadu



Zdroj: Vyhláška MŽP

Skupiny odpadů jsou určovány podle odvětví, oboru nebo technologického procesu, v němž odpad vzniká. Podskupina odpadu je uvnitř skupiny odpadů a zahrnuje okruh již určitého technologického procesu, kde odpad vzniká. Druh odpadu je uvnitř podskupiny, volí se konkrétnější označení odpadu. [5]

## 2.4 Pojmy v odpadovém hospodářství

Následující pojmy jsou uvedeny v zákoně č. 185/2001 Sb. o odpadech a jsou zcela v souladu se Směrnicí Rady 75/442/ES, o odpadech.

- **Odpad** je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.
- **Komunální odpad** je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v prováděcím právním předpisu s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.
- **Odpadové hospodářství** je činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrola těchto činností.
- **Nakládání s odpady** je shromažďování, soustředování, sběr, výkup, třídění, přeprava a doprava, skladování, úprava, využívání a odstraňování odpadů.
- **Sběr odpadů** je soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem předání k dalšímu využití nebo odstranění.
- **Separace odpadů** je oddělený sběr materiálových komodit odpadů. Činnost, při které dochází k oddělení vybraných složek odpadů za účelem jejich využití nebo odstranění.
- **Úprava odpadů** je každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění).
- **Materiálové využití** odpadů je náhrada prvotních surovin látkami získanými z odpadů, které lze považovat za druhotné suroviny, nebo využití látkových vlastností odpadů k původnímu účelu nebo k jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získávání energie.

- **Původce odpadu** je právnická osoba, při jejíž činnosti vznikají odpady, nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, při jejíž podnikatelské činnosti vznikají odpady. Pro komunální odpady vznikající na území obce, které mají původ v činnosti fyzických osob, na něž se nevztahují povinnosti původce, se za původce odpadů považuje obec. Obec se stává původcem komunálních odpadů v okamžiku, kdy fyzická osoba odpady odloží na místě k tomu určeném; obec se současně stane vlastníkem těchto odpadů.  
[10]

## 2.5 Základní druhy odpadů

Dle statistické ročenky životního prostředí ČR největší podíl na domovním odpadu papír, dále pak plasty, sklo, železné kovy, ostatní kovy, textil, dřevo atd... Pořadí, v jakém jsou následující složky odpadu uvedeny odpovídá hmotnostnímu podílu, v jakém jsou produkovány. Železné a ostatní kovy, jsou z důvodu zaměření práce na zpracování nekovových odpadů vynechány.

### 2.5.1 Papír

Z hlediska využívání druhotných surovin má sběrový papír nejdelší tradici a používal se při výrobě nových výrobků. Organizovaný nákup a využívání sběrového papíru v ČR má svůj začátek (podobně jako celá řada dalších druhotných surovin) v podniku Sběrné suroviny.

Recyklovat se samozřejmě nemohou všechny papírenské produkty, buď již pro svůj charakter použití toaletní a hygienické papíry, střešní lepenky, laminované papíry aj.), nebo papíry silně znečištěné. Zde pak přichází v úvahu kompostování nebo spalování, které je především ve skandinávských zemích považováno za ekologický způsob získávání energie (menší exhalace<sup>2</sup> než ze spalování uhlí, minerálních olejů, nafty aj.). Spalováním papíru je např. ve Švédsku ročně získávána energie odpovídající spotřebě tepla pro 250 000 domácností. Kompostování sběrového papíru není v našich krajích běžné, stejně jako spalování, které však se současným stavem techniky není ekologickým problémem.

Sběrový papír obsahuje značné množství nečistot anorganické a organické povahy. Anorganické znečištění je charakterizováno především pískem a drobnými kovovými částicemi, organické znečištění je zastoupeno především pěnovým polystyrénem a lehkými nerozvláknitelnými podíly.

---

<sup>2</sup> Exhalace - odpadní látky vypouštěné do okolního prostředí

Tyto nečistoty mají negativní vliv na životnost funkčních orgánů dovlákňovačů, čerpadel, zanášejí síta a negativní vliv na jakost papíru. Proto je k odstranění uvedených nečistot prováděna vícestupňová separace.

Příprava sběrové vlákniny mokrou cestou má zpravidla tyto výrobní fáze: zanášení materiálu, rozvlákňování, odstraňování hrubých nečistot a příměsí, čištění od písku a zbytku kovů, odvlákňování, jemné vytřídění a zahušťování vlákniny. Tyto fáze se mohou provádět jednotlivě nebo mohou v jednom zařízení probíhat souběžně dvě až tři operace. Sběrový papír nejdříve projde hrubou separací a dále postupuje do rozvlákňovacího zařízení, kde se velké množství sběrového papíru převádí na vodolátku<sup>3</sup>, která je dále zpracována. Ve vířivém rozvlákňovači dochází vlivem vzájemného hydrodynamického působení vody na papír oddělení vláken nebo shluků vláken od sebe. Rozvlákňování se provádí kontinuálně s plynulým zanášením sběrového papíru. Rozvlákňovač se spojuje s hrubým tříděním a je zde zabudován lapač těžkých nečistot. Sprádatelné nečistoty (hřbety knih, provazy, nitě, drátky) se krouživým pohybem vynášecího zařízení smotávají do spletnice a jsou vytahovány. Rovněž nečistoty shromážděné na dně se v intervalech vyprazdňují do kontejneru.

Dovlákňování (nazýváme též jemné rozvlákňování) je technologický úkon, kterým se z rozvlákňované látky odstraňují zbytky shluků vláken hydrodynamickým účinkem vodních vírů. V ideálním případě by měla dovlákňovaná látka obsahovat pouze volná vlákna. Vodolátka zbavená minerálních anorganických nečistot se zahušťuje na zahušťovacím stroji na konzistenci kolem 3,5 % absolutní sušiny. Podsítová voda je odváděna zpět do rozvlákňovače. Zahuštěná vodolátka je odváděna do zásobní nádrže. Postup odstraňování tiskařských barev, který se nyní používá, zahrnuje tři stupně:

1. namáčení odpadového papíru a současné působení chemikálií, které mají za následek oddělení tiskařských barev od papírových vláken<sup>4</sup>. Drť papíru se ponechá namočená tak dlouho, až chemikálie přestanou působit,
2. vyloučení cizích tělísek a látek, které se snadno rozpouštějí a separace materiálu na třídících,
3. oddělení tiskařských barev z papírových vláken.

Rozdíly mezi různými postupy za účelem odstranění tiskařských barev jsou až ve třetím stupni, tedy v postupu oddělování. Tiskařské barvy lze odstranit promytím. V tomto případě zůstávají v jemné disperzní formě. Oddělování flotací se také široce praktikuje. Hydrofobní povaha tiskařských barev umožňuje, že se vyloučí do pěny, zatímco papírové vlákniny zůstanou v tekutině.

---

<sup>3</sup> Vodolátka - vláknitá vodní suspenze o požadované konzistenci

<sup>4</sup> Fibr - pevný plast z celulózy

Zařízení na odstraňování tiskařských barev promýváním jsou investičně méně nákladná, než úpravny s využitím flotačního principu. Nevýhodou jsou velké ztráty vláknů a plniv (výtěžek 75 - 85 % a vysoká spotřeba vody) ve srovnání s 85 - 95 % při využití flotace. Užívání tohoto systému si samozřejmě vyžaduje čistírnu odpadní vody (ČOV), která musí pracovat na flotačním principu. V Evropě se dává přednost flotačnímu postupu pro odstraňování tiskařských barev z papíru pro malou spotřebu vody a s tím související redukci problémů s odpadní vodou. [3]

## 2.5.2 Polymery

Mezi polymery<sup>5</sup> patří plasty a pryže. Pryžový odpad je z největší části tvořen pneumatikami. Pro teoretický rozbor proto vybírám plasty.

Při všech postupech, ať už se jedná o fyzikální/mechanickou nebo chemickou recyklaci, dlouhodobě představuje největší ekonomickou a technologickou překážku třídění a čištění polymerního odpadu. Náklady na třídění a čištění tvoří zhruba 80% celkových nákladů na recyklaci. Výběr vhodného technologického postupu třídění a čištění závisí především na charakteru a složení plastového odpadu, obsahu anorganických a kovových materiálů, znečištění a stupni degradace a na neposledním místě na požadavcích na aplikační vlastnosti. Všechny postupy recyklace plastového odpadu, fyzikální i chemické, vyžadují od sebraného odpadu jisté předběžné látkové třídění nebo aspoň odstranění rušivých frakcí.

### 2.5.2.1 Třídění plastů bez drcení komunálního odpadu

Nejjednodušším postupem třídění je přímé třídění na dopravních pásích. Výkonnější je automatické třídění založené na rychlé identifikaci druhu plastu a jeho směrování do příslušného zásobníku. Pro určování druhu plastu se používají spektroskopické<sup>6</sup> metody s využitím záření o různé vlnové délce. Nejčastěji se uplatňuje záření v blízké infračervené oblasti vydávané halogenovými zářiči. Proudění hmoty na pásovém dopravníku je přiváděn pod optický systém a ozářen. Impuls od spektrometru zprostředkuje počítač na vyřazovacím zařízení. Předností této metody je rychlost a dobrá rozlišovací schopnost. Potíže se mohou objevit u silně znečištěných obalů s polepy či plněných sazemi. Lze vytrít jednu frakci (PE, PP, PS, PVC, PET) nebo kombinaci dvou ze směsi při rychlosti pásu až 2 m/s a šíři pásu do 1m. Stupeň vylučování je větší než 80% a čistota vytríděné frakce větší než 90%.

---

<sup>5</sup> Polymer – látka složená z makromolekul

<sup>6</sup> Spektroskopie - obor fyziky zabývající se vznikem a vlastnostmi spekter

### 2.5.2.2 Třídění rozdrčených plastových odpadů komunálního odpadu

Základní podmínkou strojního třídění je převedení odpadů do požadované formy drcením. K tomu slouží drtiče a mlýny, většinou dvoumotorové, které plasty drtí a stíhají na hranách nožových rotujících kotoučů opatřených zuby na obvodu. Počet rotorových nožů je vždy větší než nožů statorových. Frakcionace velikosti drcených částic se provádí pomocí vkládaných sít o zvolených průměrech ok 3-12 mm. Přívod materiálu k rotorům i vynášení drtě zpod rotoru, po jejím průchodu přes oka síta, je nejčastěji realizováno samospádem s následným odvodem např. proudem vzduchu, vynášejícím šnekem nebo různými typy dopravníků. Pohon rotorů je zajišťován elektromotorem.

Z pohledu uživatele jsou důležité dva parametry mlýnů – hlučnost pod 80 dB a co nejmenší podíl prachových částic v drti. Obojí ovlivňuje hlavně pomalu-běžnost mlýnů. Různorodá plastová drť se může zpracovávat přímo, ale roztríděním se získávají kvalitnější výrobky. Technologické postupy strojního (automatického) třídění plastových odpadů jsou založené na rozdílné:

- hustotě,
- povrchové energii,
- rozpustnosti.

#### Třídění vzduchem

Třídění vzduchem se používá na třídění plastů se stejnou hustotou a rozdílnou velikostí částic nebo s rozdílnou hustotou a stejnou velikostí částic. Může se však použít na třídění směsi obsahující pouze dva typy plastů, proto má omezené použití.

#### Třídění pomocí hydrocyklonu

Proud vody s drtí se zavede do hydrocyklonu v tečném směru. Vzniklý vír vyvozují na částice odstředivé síly, které těžší částice přemísťují blíže k vnějšímu obvodu, zatím co lehčí zůstávají blíže osy nádoby. Požaduje se, aby velikost částic byla přibližně stejná. Vhodnou kombinací hydrocyklonů s rozdílnou geometrií je možné dosáhnout v poměrně krátkém čase roztrídění všech plastů v komunálním odpadu. Toto třídění se osvědčilo hlavně v těch podnicích, které zpracovávají velké množství komunálního odpadu. Odstředivou sílu využívají i rozdrůžovací odstředivky. V principu jde o buben opatřený uvnitř dopravními šneky s pravým a levým závitem. Výhodou je vysoký výkon, malá spotřeba vody a snadná obsluha. Čistota oddělených polyolefinů překračuje 99,5 %.

## Float-sink třídění

Třídění Float-sink je analogické čištění nerostných surovin. Je založeno na rozdílné hustotě plastů. Hustoty běžných plastů uvedeny v tabulce 1.

**Tab. 1 Hustota plastů**

Typ plastu	hustota kg. m <sup>-3</sup>
PP - polypropylen	900 – 930
PE-LD polyetylén nízkotlaký	930 – 950
PE-HD polyetylén vysokotlaký	950 – 980
ABS	1030 – 1050
PS - polystyrén	1050 – 1080
PMMA - olymethylmethakrylát	1170 – 1220
PC- polykarbonát	1200 – 1240
PVC - polyvinylchlorid	1300 – 1450
PET - polyetyléntereftalát	1340 – 1400

Zdroj: Slezák, 2004

Drcený plastový odpad se umístí do vodní nádrže, kde se zbaví nečistot, přičemž polyolefiny zůstávají jako lehčí frakce na povrchu (float) a ostatní složky se usadí (sink). Dále je možné v ethanolu s hustotou 930 kg. m<sup>-3</sup> oddělit PP od PE. Na separaci plastů s hustotou větší než 1 se použije roztok chloridu sodného ve vodě s hustotou 1200 kg. m<sup>-3</sup>. Lehčí frakce je PS, těžší směs PVC a PET. Pro usazení lupínků plastů je třeba určitou dobu vyčkat.

## Selektivní rozpouštění

Selektivní rozpouštění je technologický proces umožňující rozpouštění a následné oddělení plastů ve společném rozpouštědle při různých teplotách. Postup se osvědčil jak pro různé typy plastů, tak i pro silně znečištěné a zapáchající obaly z lehčeného PS.

## Třídění průmyslového odpadu

Na rozdíl od komunálního odpadu, v průmyslovém odpadu se nachází podstatně víc druhů plastů, které jsou velmi často kombinované s kovy resp. s různými typy organických a anorganických vláken. Technologie, které se používají na třídění průmyslového odpadu, jsou proto orientované na rychlou identifikaci plastů a jejich následnou separaci od ostatních anorganických a organických složek

### 2.5.2.3 Kryogení<sup>7</sup> třídění průmyslového odpadu

Postup využívá vysokou křehkost plastů při nízkých teplotách a používá se hlavně v automobilovém průmyslu na oddělení PVC od hliníku. V počátečním stádiu se materiál ochladí a pomele. Při drcení v důsledku vysoké křehkosti je frakce PVC podstatně menší než frakce hliníkový částic. Jednotlivé materiály potom separujeme prosetím nebo proudem vzduchu.

### 2.5.2.4 Triboelektrické třídění plastů průmyslového dopadu

Triboelektrický<sup>8</sup> efekt je schopnost povrchů některých nevodivých materiálů se v důsledku tření nabíjet elektrostatickým nábojem. Tuto vlastnost velmi často nevídanou a mnohdy nebezpečnou, využívá třídící zařízení. K třídění dochází při volném pádu plastových částic v silném stejnosměrném elektrickém poli. Elektricky nabitě částice se od trasy pádu odchylní směrem k opačně nabitě elektrodě. [1]

### 2.5.2.5 PET lahve

Jsou rozhodně v současné době hitem odpadového hospodářství, protože je po nich, jako po druhotné surovině, opravdu velká poptávka. Slisované lahve roztríděné podle barev se prodávají až za několik tisíc korun za tunu. Ze Středočeského kraje jich jde velká část do závodu Silon v Plané nad Lužnicí, kde z nich vyrábějí vlákna. Ta se používají na výrobu koberec, isolačních materiálů nebo netkaných textilií. Velký zájem o vytríděné lahve mají obchodníci z Číny a jihovýchodní Asie, kde nedávno vyrostly velké zpracovatelské kapacity. Proto směřují kamiony s lisovanými PET lahvemi z ČR do západoevropských přístavů, odkud jsou v obrovských námořních kontejnerech odváženy do Číny. Nejlepší zpracovatelé z PET lahví vyrábějí velmi kvalitní vlákno - fleece.

Zajímavá je cesta, kterou absolvuje složka, nazývaná směsný plastový odpad, tedy zbytek po vytrídění ostatních dobře využitelných frakcí<sup>9</sup>. U plastu totiž nelze často rozpoznat, z jakého materiálu je. Přitom zpracování polyesteru, polyethylenu nebo polypropylénu je velmi rozdílné. Podaří-li se na lince tyto složky rozdělit, mají naději, že je opravdu dobře prodají. Často to však nejde, a pak se směsný plast musí nějak využít. Vyrábějí se z něj výrobky, které možná nejsou na první pohled příliš krásné, ale svou práci zastanou: například zatravnovací dlaždice, „korytka“ na ukládání kabelů do země, protihlukové stěny nebo třeba i U-rampy. Směsný plast je však někdy tak znečištěn, že se ho nevyplatí ani recyklovat. Pak může posloužit pro výrobu alternativního paliva. [18]

---

<sup>7</sup> Kryogení- vzniklý působením mrazu

<sup>8</sup> Triboelektrie – nauka o tření

<sup>9</sup> Frakce- složka, část



Ceny PET pokračují v růstu a recyklovaný PET je cenově schopen konkurovat primárnímu plastru. Potřeba recyklovaného materiálu o vysoké kvalitě bude rovněž vzrůstat. Recyklační závod na PET láhve firmy Montello S.p.A. v Bergamu, Itálie, se rozhodl tento trend využít. Investoval proto do recyklačního závodu s kapacitou  $3000 \text{ kg} \cdot \text{hod}^{-1}$  od firmy Amut S.p.A.

#### Popis zpracování PET lahví

Vstupní surovina závodu - lisované balíky netříděných, často kontaminovaných sběrových PET lahví, pochází z městských a průmyslových sběrných středisek a je v zásadě již přetříděna, ale přesto obsahuje láhve jiného druhu, jako jsou např. láhve PVC, HDPE a PP.

Balíky slisovaných lahví jsou automaticky rozpojeny na dopravníku, který zásobuje linku předpírání. Láhve jsou vcelku nejprve ostříkány horkou vodou a v druhé sekci dopraveny do rotačního bubnového síta. Nejsou ani v jedné z těchto dvou fází ponořeny do vody. Prvá fáze napomáhá při separačním procesu k uvolnění malých částic špíny, skla, odpadního materiálu a odstraní i větší část etiket. Všechny tyto odpadní materiály a nečistoty propadají otvory rotačního síta do spodní části sekce extrakce<sup>10</sup> nečistot. Tím se oddělí láhve od odpadního materiálu, který se shromáždí ve spodní části a jako odpad je odveden mimo budovu.

Zvnějšku oprané láhve jsou pak dopraveny proudem vzduchu přes separátor kovů k další visuální kontrole na dopravním pásu, kde se odstraní všechny zbylé cizí předměty. Pneumatický dopravní systém odstraní také přebytek vody a etikety uvolněné z povrchu lahví. Láhve jsou pak uloženy do vyrovnávacího zásobníku, který zajišťuje plynulý tok materiálu do automatického NIR<sup>11</sup> detekčního systému, kde jsou proudem vzduchu vyhozeny všechny láhve druhově odlišné od PET, rovněž láhve PVC.

Po průchodu přes další dva detektory NIR projde materiál přes další detektor kovů, který automaticky odstraní železné a neželezné kovy. Všechny vzduchem vyhozené láhve přicházejí ještě na pás pro ruční dotřídění, na kterém po visuální kontrole se zachytí všechny dobré PET láhve, které mohly být na NIR čidlech vyhozeny spolu s lahvemi z materiálů jiných, než PET.

Láhve předeprané, po kontrole a tříděné jsou dopraveny na mokré mletí, na velikost vloček zhruba  $20 \text{ mm}^2$ . Uvnitř mlýna pro mokré mletí je speciální odlučovací systém, kde se odstraní všechny částičky o vyšší specifické hustotě než PET vločky. Vločky jsou pak čerpány do části, kde se oddělí vločky od papíru.

---

<sup>10</sup> Extrakce je čistící a dělicí operace, při které přechází složka ze směsi látek v kapalně či tuhé fázi do jiné kapalně fáze - rozpouštědla.

<sup>11</sup> NIR - blízké infračervené elektromagnetické vlny

Vločky jsou pak dopraveny k předpírce a na vlastní flotaci<sup>12</sup> sink/float k oddělení a odstranění většiny polyolefinových částic, zbytků papírových etiket a plovoucích nečistot, pak přes patentovanou frikční<sup>13</sup> pračku, kde jsou pečlivě očištěny. Předpírka vloček má svůj vlastní uzavřený filtrační systém pro čištění odpadní vody, který odstraní všechny suspendované částice. Polyolefinové vločky jsou po oddělení následně prodány.

Během předpírky je bezpodmínečně nutno zabránit rozpouštění látek, jako jsou inkousty atd., aby PET vločky a prací voda zůstaly před vstupem do kritického místa, kterým je frikční pračka co nejčistší. Zařízení pro předpírku vloček odstraňuje účinně všechny zbylé uvolněné polutanty<sup>14</sup>, takže patentovaná frikční pračka se už soustředí jen na odstranění nečistot, které zůstaly opět na povrchu, nebo mezi vločkami. Frikční pračka odstraňuje všechny zbylé části etiket, nečistoty a rovněž bariérové materiály, jako nylon, docílí jejich oddělení od vločky při odstraňování lepidla a zabrání opětovnému rozmístění na čistém PET. To umožňuje značné úspory nákladů na aparaturu a její provoz, snižuje spotřebu čerstvé vody, limituje množství chemikálií pro prací proces PET vloček a využívá tepelnou energii prací vody.

Další flotační tank odstraní všechny nečistoty o nižší hustotě než voda, jako jsou PE uzávěry a etikety. Vločky pak projdou závěrečným praním čistou vodou v prací odstředivce, kde se odstraní všechny zbytky roztoku louhu draselného. Při tomto závěrečném praní se používá jediná čerstvá voda, dodávaná do celého systému praní. Ke konečnému proprání je proto třeba pouze 3500 l·hod<sup>-1</sup> čisté vody, tedy zhruba 1,1 litrů na kilogram čistých R-PET vloček.

Konečné sušení horkým vzduchem odstraní většinu vlhkosti až na hodnotu 0.7 %. Suché vločky jsou pak dopraveny na síta, kde se třídí na požadovanou velikost, nadsítné vločky větší velikosti (přibližně 10 %) jsou dopraveny zpět ke konečnému domletí na odpovídající velikost. Vzdušný třídič odstraní jemné částice PET a bariérových materiálů, zatímco detektor kovů na konečném výstupu identifikuje a odstraňuje všechny stopy kovů. Vločky jsou pak pomocí manipulačního systému Ariosteia uskladněny v silech před závěrečným balením. [11]

### 2.5.3 Sklo - skleněné střepy

Sklo je dlouhodobě používaný ekologický materiál, který je hygienicky nezávadný, stabilní a vícenásobně použitelný, 100 recyklovatelný. [10]

---

<sup>12</sup> Separační proces je založen na rozdílné smáčivosti složek ve směsi.

<sup>13</sup> Frikce- tření

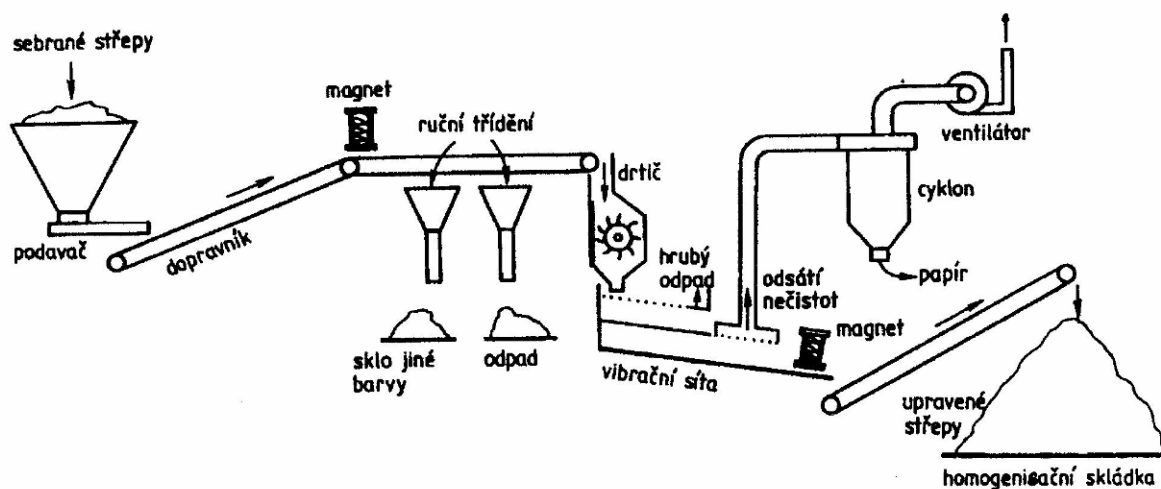
<sup>14</sup> Polutant - znečišťující látka

## Uspořádání technologické linky v úpravě střepeů

Z násypky dodává vibrační podavač střepeů na dopravní pryžový pás široký 800 – 1000 mm, přičemž jsou střepeů vhlčeny k zamezení prášení. Následuje první magnetická separace závěsným separátorem s vynášecím pásem. Jelikož celé lahve a jiné odpady lze lépe třídit než drť, následuje za první magnetickou separací ruční třídění na vodorovném pásu s regulovatelnou rychlostí ( $0,5$  až  $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Zde se ručně vybírají hrubé nečistoty, např. sáčky, tašky, lahve z plastů, dřevo, hadry a ze smíšeného skla se vytřídit bílé, ebeny. Hnědé lahve. Takto hrubě separované střepeů prochází drtičem, v němž rychle rotující kladiva metají střepeů na nárazové desky. Obvodová rychlost kladiv je  $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Následuje sítování a odsávání nečistot. Používají se jednodířová zařízení, která odstraňují vždy hrubý podíl nad 25 mm, někdy i jemný podíl pod 5 mm, protože v těchto frakcích se koncentrují nečistoty. Do štěrbinové hubice se strhuje proud nasávaného vzduchu prach, papír, uvolněné hliníkové částice a další nečistoty ze střepeů, které se usazují v cyklonu. Potom následuje druhá magnetická separace a nakonec uložení magnetických střepeů (obr. 2).

Obr. 2 Uspořádání technologické linky v úpravě střepeů

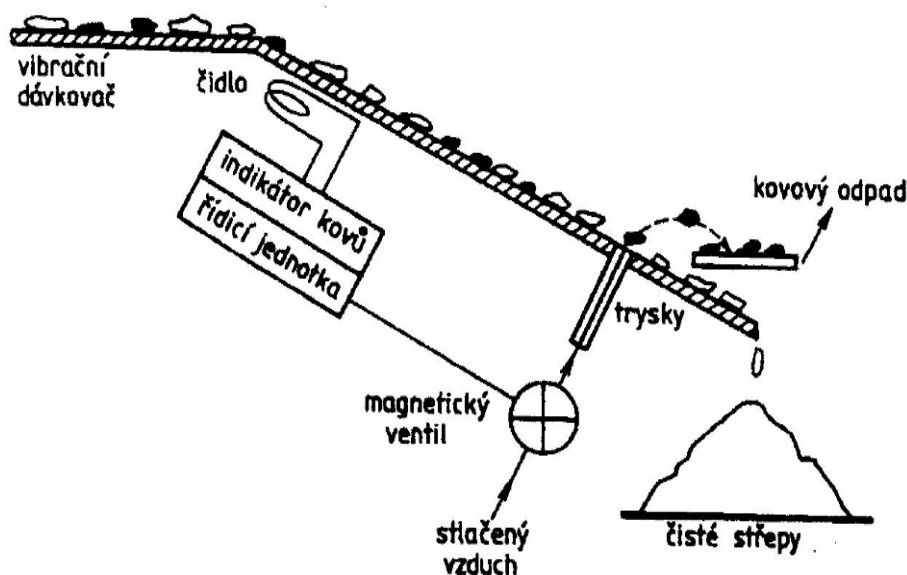


Zdroj: Horáček, 2001

Rostoucí podíl hliníku ve střepech vyžaduje zařadit v lince za separátory železných kovů ještě separátory neželezných kovů. Používají se indukční detektory kovů reagující na změnu indukční vazby mezi budící a snímací cívkou vlivem kovového předmětu. Detektor reaguje na výskyt kovu v proudu střepeů a dá pokyn k odstranění malé partie střepeů, v níž je kovová částice. Zařízení vyžaduje střepeů drcené, proto se zařazuje za druhou magnetickou separací. Schéma zařízení ELPAC, vyvinuté firmou siemens, je uvedeno na obrázku 3.

Signály od indikátorů kovů vyhodnocuje počítač a pomocí řídicí jednotky a magnetických ventilů je vpouštěn tlakový vzduch do trysek, které kovovou nečistotu vyfouknou na pomocný vynášecí pás. Impuls je velmi krátký, indikátorů a trysek je více, takže ztráta skla činí jen 0,7-1,0 %. Společně s jednou kovovou částicí se odstraní 8-10 g střeptů. Účinnost separátoru je 99 %, zbytkový obsah je pod 5 g hliníku na tunu střeptů.

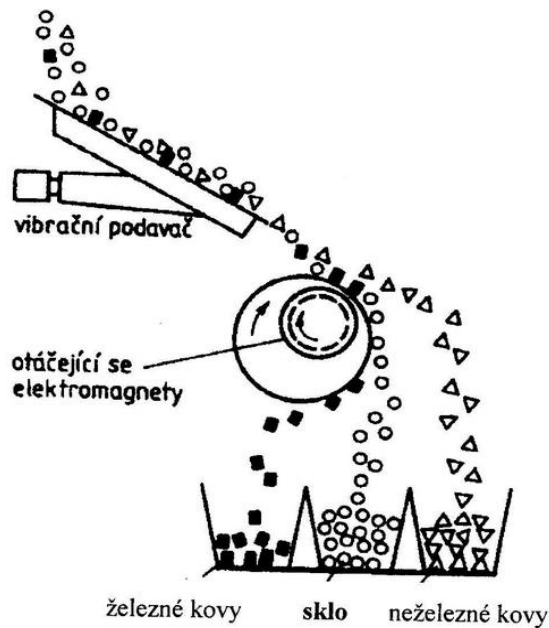
Obr. 3 Linka na střepty s obsahem hliníku



Zdroj: Horáček, 2001

Jiný separátor firmy EPA, pracující na principu vířivých proudů je uveden na obrázku 4. Proměnné vnější magnetické pole indukuje v elektricky vodivých částicích odpadu elektrický proud, který zpětně vyvolá na tyto částice silový účinek. Vzájemným silovým působením mezi polem indukovaných proudů v elektricky vodivých neželezných částicích a vnějším točivým magnetickým polem dochází k vytlačování těchto částic směrem určeným točivým magnetickým polem. Střepty padají z vibračního podavače na otáčející se třídící válec, v jehož vnitřku se jinou rychlostí otáčí válec s elektromagnety (nebo permanentními magnety). Nemagnetický podíl padá po vnějším válci svisle dolů, feromagnetický materiál je válcem unášen a odpadá později, neželezné kovy jsou naopak indukací odhozeny dále. Účinnost separace je 95 – 98 %.

Obr. 4 Separátor fungující na principu vířivých proudů



Zdroj: Horáček, 2001

Zvýšený výskyt kamínků a jiných pevných nečistot ve výrobcích si vynutil zavedení separátorů keramiky. Nejrozšířenější je separátor Binder, jehož schéma je uvedeno na obrázku 5. Vibrační podavač zajišťuje rovnoměrné rozložení střepů (pokud možno jednotné zrnitosti) po šíři šikmého separačního žlabu, po němž kloužou vlastní hmotností. Nad střepy je pulsující světelný zdroj, pod nimi a pod zpevněným sklem je síť fotodiod<sup>15</sup>.

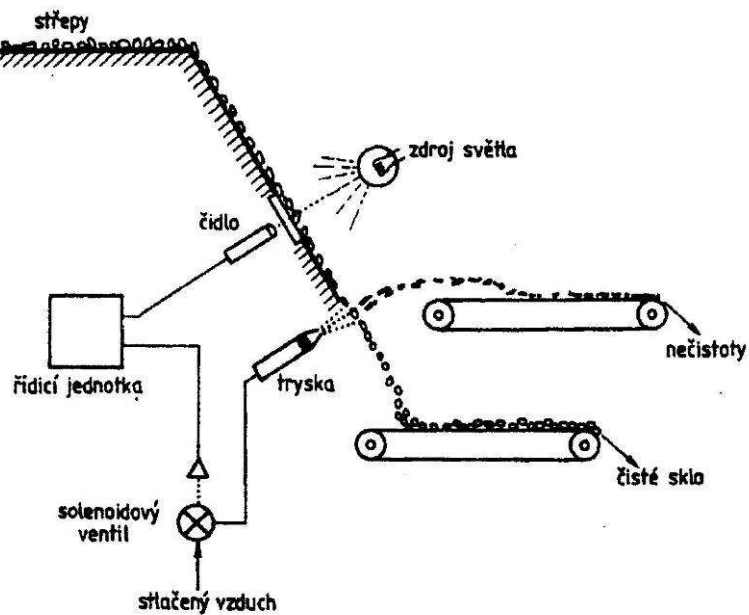
Po opuštění této prohlížecí desky střepy volně padají před skupinou vzduchových trysek. Trysky a fotodiody jsou propojeny prostřednictvím elektroniky, která při zjištění neprůhledné částice aktivuje několik nejbližších trysek, které neprůhlednou částici a okolní střepy odfouknou na vynášecí pás. K detekci se používá infračervené světlo, pro které je sklo propustné, kovy a keramika nikoliv. Účinnost separace je 85 %. Barevné třídění střepů je ne zcela vyřešeným problémem, proto je důležité zajišťovat sběr do oddělených střeptic pro každou barvu.

Separátor podle barvy střepů je principiálně obdobný jako na separaci keramiky. U tohoto zařízení je použito viditelné světlo halogenové žárovky, modulované rotační clonou. Kondensory<sup>16</sup> vytvářejí světelnou stopu v rovině, kterou procházejí střepy. Světlo je přijímáno třemi čidly - pro modrou, zelenou a červenou barvu. Poměr jednotlivých signálů určuje barvu skla. Střep je usměrněn do rozdělovacího turniketu, nastaveného na příslušnou barvu.

<sup>15</sup> Fotodioda - plošná polovodičová dioda konstrukčně upravená tak, aby do oblasti PN přechodu pronikalo světlo.

<sup>16</sup> Kondenzor - optické zařízení k soustředění širokého svazku světla do určitého místa

Obr. 5 Separátor keramiky



Zdroj: Horáček, 2001

#### 2.5.4 Textil

Třídění textilních odpadů v místě vzniku tvoří nedílnou součást odpadového hospodářství výrobních a zpracovatelských závodů, Používají se pojízdné palety, do kterých se shrnují textilní odpady podle druhu a barvy. Následné třídění technologického odpadu je v podstatě pokračováním separace, jež má zajistit vyloučení nežádoucích příměsí a odstranit chyby způsobené obsluhou.

U sběrových textilií přistupuje k vlastnímu třídění ještě páraní, při kterém se oddělují rozdílné textilie spojené šitím nebo také lepením a současně se odstraňují netextilní části pevně spojené s textilií.

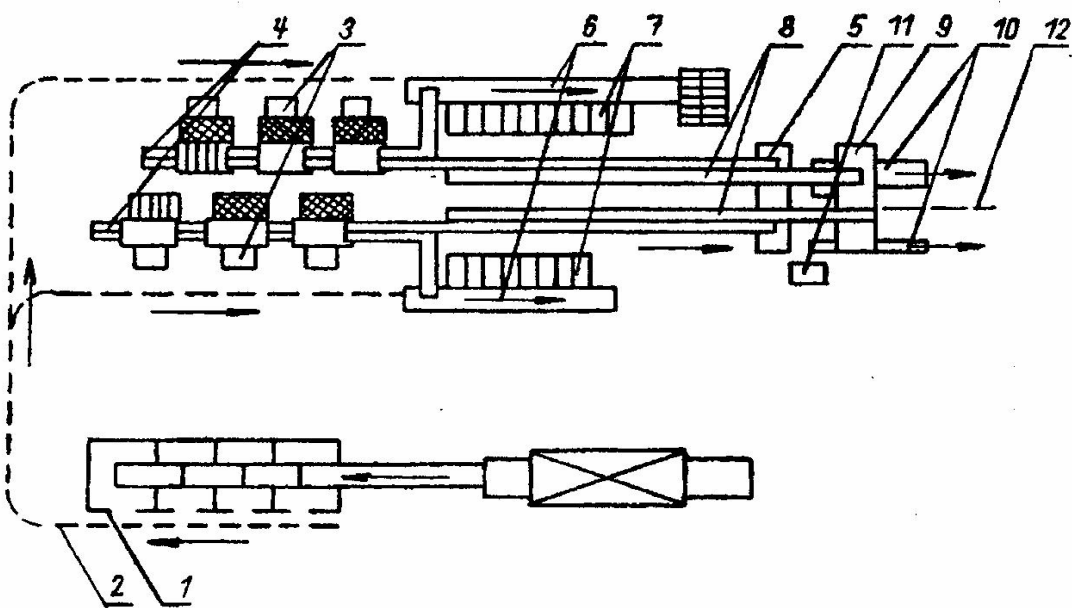
Textilní odpady se třídí na třídících stolech nebo na třídících pásech, případně se oba způsoby kombinují. Stoly jsou vybaveny k páraní textilií řezacím zařízením (okružní nůž a pásová pila). Pro třídění se používají stacionární nebo mobilní zásobníky, tok materiálu je plně mechanizován použitím dopravníků.

Na obr. 6 je schéma třídící linky, kde sběrová textilie přichází ke třídění z velkoobjemových zásobníků 1 a textilní odpad v kontejnerech se podvěsným dopravníkem 2 transportuje do zásobníků 3 u třídících stolů se zařízením k páraní. Stoly jsou umístěny nad úrovní podlahy a podél dvoupásových dopravníků 4.

Pod řadou třídících stolů může být instalován sběrový pásový dopravník k odvádění drobných nečistot, propadávajících síťovou deskou třídícího stolu a cizích příměsí, které třídičky při páraní a třídění oddělují. Část páraného a vytříděného materiálu se jako finální produkt odvádí přímo do zásobníku 5, ostatní postupuje k dalšímu třídění na třídící pásy 6.

Podél třídících pásů jsou stacionární zásobníky 7 na vytříděné druhy, které se dále odvádějí na dopravnících 8 do komor 9 a z nich k balení na kontinuálně pracujících hydraulických balicích lisech 10. Část vytříděného materiálu, který je podle druhu v malém množství, se lisuje přímo na pojízdňém balicím lisu 11. Balíky se dopravují do skladu podvěšným dopravníkem. [3]

Obr. 6 Třídící linka na textil



Zdroj: Horáček, 2001

## 2.6 Separční a dopravní technologická zařízení

Pro separaci a dopravu odpadů jsou v linkách zařazena zařízení, která slouží ke snížení objemu odpadů a rozřídění jeho jednotlivých složek. Toto umožňuje zařízení pro drcení odpadu, při kterém jsou látky převáděny do stavu jemnější zrnitosti.

Volba drtícího zařízení:

- dle fyzikálních vlastností látek,
- dle účelu použití,
- dle požadované vlastnosti výsledného výrobku.

#### A. Drcení odpadu

pro drcení především tuhého domovního odpadu (TDO) se osvědčily kladivové drtiče a nožové mlýny, které se v principu liší od sebe konstrukcí rotoru, která může být horizontální nebo vertikální. Pro drcení se používají např.:

- kladivový drtič jednorotorový,
- kladivový drtič dvourotorový,
- univerzální rázový drtič (kombinace rázového a kladivového drtiče),
- selektivní drticí třídič (kombinace drticího a třídicího agregátu).

#### B. Prosévání odpadu

Zařízení slouží k rozdělení látek o různé velikosti do žádoucích tříd podle velikosti zrna a jsou založena na tomto principu třídění:

- na sítích, před a po drcení, za sucha a za mokra,
- na sítích vzduchem,
- na vibračním sítu,
- na bubnovém sítu,
- na homogenizačním bubnovém sítu.

#### C. Mechanické třídění odpadu

Slouží k rozřídění jednotlivých materiálů. Používá se:

- magnetický odlučovač feromagnetického materiálu (závěsný nebo elektromagnetické pásové kladky),
- magnetický buben s pláštěm z nemagnetické oceli.

#### D. Třídění odpadu vzduchem

Slouží k rozřídění odpadu podle hmotnosti, lehčí frakce jsou fluidizovány<sup>17</sup>. Kvalita třídění závisí na rychlosti proudění vzduchu a tvaru vzduchové komory. Používají se:

- vzduchový třídič s rovným shozem,
- vzduchový třídič s klikatým shozem.

#### E. Jiné technologie třídění odpadu

Další zařízení pro třídění odpadu jsou prováděny pomocí:

- odstředivé síly (kdy je využíváno balistického a gravitačního principu),
- flotace (ve vodní lázni separace podle hustoty),
- optické třídění (využití především u separace skla),
- elektrostatické třídění (využití k separaci plastů). [3]

---

<sup>17</sup> Fluorizace - způsob úpravy práškových a sypkých hmot, při němž nabývají vlastnosti kapalin; zkapalnění



## 2.6.1 Dopravníky

Základní rozdělení: rovné pásové dopravníky – lomené řetězové dopravníky, vnitropodnikové a mimopodnikové. Rovné pásové dopravníky (šikmé zapuštěné, přemostovací, nadúrovňové)

## 2.6.2 Magnetické separátory

Magnetické pásové separátory jsou určeny k odloučení cizích feromagnetických předmětů ze sypkých až středně zrnitých nemagnetických materiálů. Je vhodný také jako ochrana úpravnických zařízení před poškozením nedrtitelnými feromagnetickými předměty.

### Popis magnetických separátorů

Většinou se skládají s anizotropních permanentních magnetů, které jsou umístěny v rámu z nemagnetické oceli. Je to jakýsi malý pásový dopravník z elektrobubnem, který se umístí nad dopravník s materiálem a odlučuje z něho kovové nečistoty, které dopravuje na jiný dopravník nebo do kontejneru určenému. Na obrázku 7 jsou konkrétní způsoby zavěšení.

Obr. 7 Způsob zavěšení magnetických separátorů



Zdroj: <http://www.inisoft.cz/lexikon/197/197.htm>, 2004

### 2.6.3 Drtiče

Drtiče slouží k drcení domovního i průmyslového odpadu jako jsou plasty, pryž, pneumatiky, papír a dřevo. Tím usnadňují jeho další zpracování nebo následnou likvidaci. Ke zdrobňování dochází mezi noži na pracovních válcích. Velikost výstupních kusů se řídí šířkou kotoučů pracovních válců. Mechanickému přetížení drtiče je zabráněno elektronickým řízením pohybu. Drtič je možno doplnit integrovaným kalibračním sílem.

#### Konstrukce

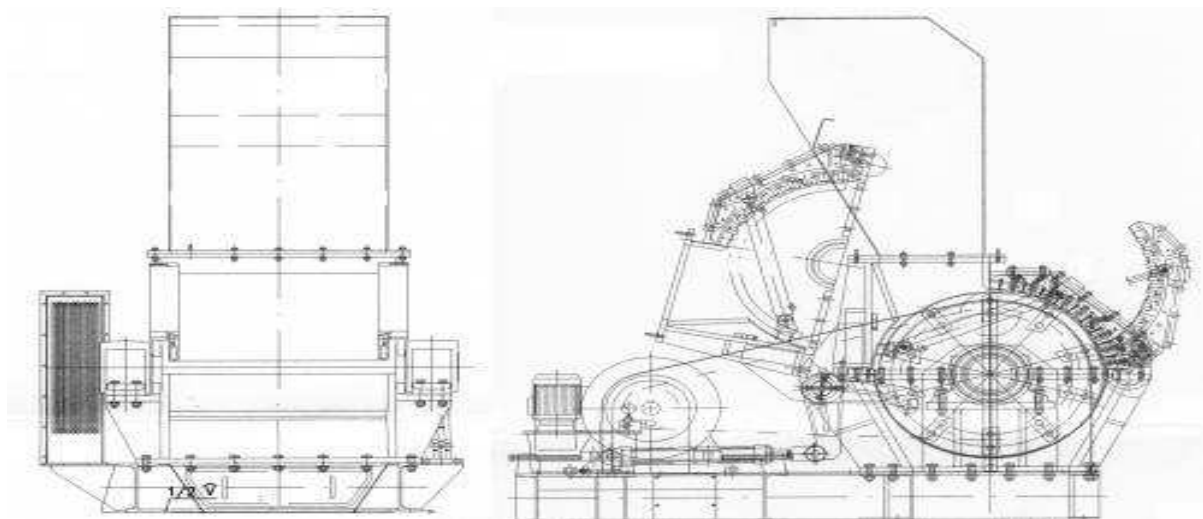
Rám drtiče je tvořen ocelovým svařencem, ve kterém jsou otočně uloženy pracovní válce se vzájemným převodem. Pohon válců zajišťuje přírubový elektromotor přes čelní převodovku. Těla drticích fréz jsou vyrobena z otěruvzdorné oceli. Frézy jsou proti sobě natočeny tak, aby při drcení nedocházelo k rázům. Optimální délka pracovních válců, velikost poháněcího motoru, druh a šířka drticích fréz, jakožto i tvar výsypky a násypky je dána vlastnostmi drceného materiálu. Pro těžký provoz je vhodná varianta se dvěma motory. [7]

#### 2.6.3.1 Mlýny

##### Použití

Mlýn slouží ke zpracování průmyslového odpadu, jako jsou měkké plasty, fólie PE, PVC, textil, papír, guma atd. na produkt sloužící ke spalování případně ke zpracování jako druhotná surovina. Velikost výstupu je závislá na použitém kalibračním sítu a vnitřním uspořádání a seřazení mlýna. Na obrázku 8 vidíme schéma mlýnu.

Obr. 8 Mlýn



Zdroj: <http://www.unikasset.cz/draml.html>, 2008

Technická data:

výkon zpracování vstupního materiálu do 4 tun/hod. dle druhu materiálu a vstupní a výstupní velikosti. Variabilita násypek, podstavného rámu a výsypek. Příslušenství odsávání. Příkon motoru 90 kW (motor pohonu) 2,2 kW (hydraulický agregát). Hmotnost 7100-7500 kg. [8]

#### **2.6.4 Lisy**

Slouží k objemové změně materiálu, jsou nedílnou součástí třídících linek. Většinou lisují do balíků, které se svazují

Vertikální ("paketovací") lisy

Slouží k maximálnímu objemovému zmenšení odpadových surovin – papír, karton, lepenka, folie, plast, PET lahve, textilie, TETRAPAK, pěnové hmoty, pneumatiky apod. Poměr zmenšení odpadu až 25:1. Lisovací síla 3,3 tun – 62 tun, hmotnost balíku 20 kg – 600 kg, vhodné pro množství do 100 tun měsíčně v jednosměnném provozu a ruční plnění.

Výhody VL lisů: minimální prostorové nároky, velmi dobrá manipulace (ruční paletový vozík), jednoduchá a nenáročná obsluha (běžně obsluhovány ženami). Vázání balíků ručně PES páskou, PP motouzem nebo drátem.

Horizontální lisy

Slouží k maximálnímu objemovému zmenšení odpadových surovin – papír, karton, lepenka, folie, plast, PET lahve, textilie, TETRAPAK, pěnové hmoty, pneumatiky apod. Poměr zmenšení odpadu až 25:1. Lisovací síla 8 tun – 32 tun, hmotnost balíku 40 kg – 600 kg, vhodné pro množství do 300 tun měsíčně v jednosměnném provozu jak pro ruční plnění, tak i dopravníky nebo manipulační technikou (UNC, VZV, atd.). Vázání balíků ručně PES páskou, PP motouzem nebo drátem.

Kanálové (plnoautomatické) lisy

Slouží k maximálnímu objemovému zmenšení odpadových surovin – papír, karton, lepenka, folie, plast, PET lahve, textilie, TETRA PAK, pěnové hmoty, pneumatiky apod. Poměr zmenšení odpadu až 25:1. Lisovací síla 8,2 tun – 150 tun, hmotnost balíku 40 kg – 800 kg, vhodné pro jakékoliv množství odpadu. Možnost plnění ručně, dopravníky, vzduchotechnikou nebo manipulační technikou (UNC, VZV, atd.). Vázání balíků plnoautomaticky drátem nebo ručně PES páskou, PP motouzem nebo drátem.[9]

## **2.7 Třídící a dotřídňování linka Příbyšice**

Třídící a dotřídňování linka komunálního odpadu a staré ekologické zátěže na skládce v Příbyšicích – Okres Benešov

### **2.7.1 Popis objektu a provozní linky**

Jedná se o třídící linku komunálního odpadu, která je umístěná v areálu místní skládky. Vlastníkem je obchodní firma Technické služby Benešov s.r.o sídlící na adrese:

Na Spořilově 1371  
25601 Benešov

Zmíněná firma má na starosti i přilehlou skládku. Skládku je zařazena do skupiny – S-OO (ostatní odpad).

Soustředění několika zařízení na shromažďování, úpravu a využití odpadů do jednoho střediska hospodaření s odpady je progresivním řešením uplatňovaným ve státech EU. Vznikl tak moderní závod hospodaření s odpady, který umožní v jednom středisku úpravu odpadů (změna vlastností odpadů, snížení nebezpečnosti, třídění a objemová úprava) pro možnost jejich materiálového a energetického využití. Do budoucna se počítá s realizací energetického zařízení k využití při úpravě odpadů vznikajících bioplynů. Zařízení, technologie a provoz budou využívány s cílem minimalizace množství odpadů k odstraňování skládkováním a maximálního podílu využitelnosti primárně separovaných surovin v souladu s požadavky zákona č. 185/2001 Sb (dnes již novela č.7/2005 Sb.) o odpadech a souvisejících předpisů.

### **2.7.2 Stručný popis linky a zařízení**

Linka je situována do nově postaveného objektu lehké, částečně oplechované sádkartonové konstrukce, který byl pro tyto účely adaptován. Linka umožňující vhodnou kombinací třídění TKO i primárně vytříděných odpadů, má společnou část vlastního ručního třídění a koncovky zařízení - lisu, drtiče a magnetické separace, jednotlivé příjmy suroviny jsou odděleny (vstupy do linky).

Příjmová část komunálního odpadu je tvořena příjmovým lomeným dopravníkem (řetězovým) pod podlahou, do kterého je surovina vkládána ručně nebo malým zařízením. Z tohoto dopravníku míří odpad do třídící haly, kde ho přebírá přebírací válečkový dopravník. Materiál je tříděn ručně 6 pracovníky. Jednotlivé frakce (papír, sklo, plasty železo jsou předávány do připravených kontejnerů. Vzhledem k požadovanému výkonu technologie nejsou do technologie zařazeny další automatické třídící zařízení. (Různé typy balistických třídíčů, automatického oddělování skla, kamenů apod.).

Na konci tohoto dopravníku balast přepadává ven a je ještě čištěn magnetickým separátorem od jemných kovových částí. Balast může padat buď do předem připraveného kontejneru, nebo může být odebírán dalším válečkovým dopravníkem, který ústí do drtiče S 1100 – 56 kW.

Další funkcí linky je likvidace staré ekologické zátěže. Jelikož v dnešní době probíhá sanace skládky je vytěžená zemina opět tříděna. Zemina je bagrem přiváděna na příjmový válečkový dopravník. Dopravník ústí do rotačního separátoru, kde jsou odděleny frakce menší než 30 mm (podsítné) a větší než 30 mm (nadsítné). Podsítné frakce jsou přímo transportovány k dalšímu zpracování, nadsítné pokračují na vlastní ruční třídění. V objektu také probíhá lisování vytříděných PET láhví a drcení pneumatik.

V následující tabulce 2 uvádím jednotlivé tříděné druhy odpadů a obecnou specifikaci předpokládaných sbíraných odpadů kategorie O.

**Tab. 2 Kategorie odpadů**

Název druhu odpadu	Katalogové číslo odpadu
Kovy	200140
Dřevo	200138
Textil	200111
Lepenka	200101
Plasty	200139
Pneumatiky	160103
Cihla	170102
Beton	170101
Keramika	170103
Směsný stavební odpad	170707
Objemný odpad	200307
Kal z čištění kanalizace	200306
Kom. Odpady blíže neurčené	200399

Zdroj: TS Benešov, 2005

Množství zpracovaného odpadu za rok je asi 800 t. Je však nutno upozornit, že linka je v provozu nárazově. Pracuje buď část likvidace ekologické zátěže, nebo třídění komunálního odpadu. Doba provozu linky je max. 8 hod denně. Hrubá výkonnost linky je pro představu např. až 5 t papíru denně, nebo 12 t zeminy (tj. vytěžená ze sanace skládky), nebo 1 t plastů. Plasty a PET jsou lisovány na lisu s horizontální osou lisování. Rozměr balíku: 1200×800×700 mm. Hmotnost balíku: 120-300kg.

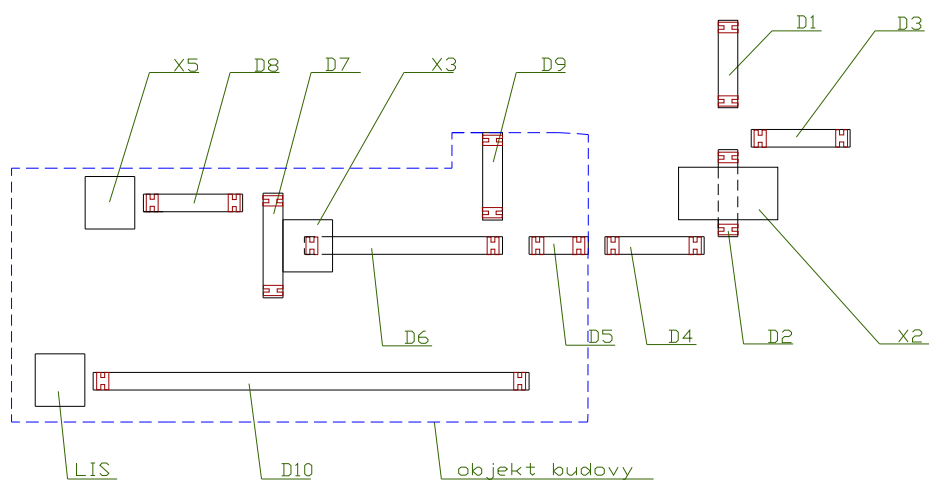
Firma TSB (Technické služby Benešov) má uzavřenou smlouvu na odběr recyklovaných PET láhví s jistou čínskou firmou zabývající se výrobou textilu.

Staré vulkanizované pneumatiky, které pocházejí ze sanace skládky a od soukromých subjektů jsou drceny a odváženy do spalovny jako podpurné palivo. Nutno podotknout že za tuto likvidaci TSB platí podle nového zákona recyklační poplatek + 19% DPH.

### 2.7.3 Blokové schéma linky

Na obr. 8 je uvedeno blokové schéma linky skládající se z dopravníku, magnetického separátoru, rotačního bubnového separátoru, nožového drtiče a horizontálního lisu.

Obr. 8 Blokové schéma linky



Zdroj: TS Benešov, 2005

D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10 - Dopravníky pásové(s válečky nebo řetězem)

X1 – Horizontální lis

X2 – Rotační bubnový separátor

X3 – Magnetický separátor

X4 – Nožový drtič

Výkonnost linky a jednotlivých prvků - celkový potřebný příkon je pro materiálový hmotnostní tok  $Q_m=1500 \text{ kg}\cdot\text{hod}^{-1}$ .

Příkon jednotlivých prvků:

Nožový drtič: S1100 – 56 kW

Pásový dopravník D1 - D4: 2,2 kW

Pásový dopravník D5 - D9: 1,3 kW

Pásový dopravník ústící k lisu D10: 1,9 kW

Rotační bubnový separátor: 48 kW

Magnetický separátor: 2,2 kW

Horizontální lis: 4 kW

## Jednotlivé dopravníky použité v lince

V lince je převaha standardních pásových dopravníků s válečky a pryžovým pásem. Jen příjmová část je lomený řetězový dopravník. Příjmová část komunálního odpadu je tvořena příjmovým lomeným dopravníkem PLD-1000 (řetězovým) pod podlahou (D9), do kterého je surovina vkládána ručně nebo malým zařízením. Lomená část příjmového dopravníku pro komunální má sklon 30°. V následující tabulce 3 jsou uvedeny konkrétní parametry.

**Tab. 3 Parametry lomeného dopravníku PLD - 1000**

Konstrukce	9200 mm
Délka základního modulu rámu	3000 mm
Šířka modulu rámu	1130 mm
Délka lomeného modulu rámu	1600 mm
Sklon lomeného modulu	30°
Výška modulu rámu	500 mm
Hmotnost modulu rámu	93 kg
Hmotnost lomeného modulu	131 kg
Šířka nástavby	2460 mm
Výška pevné nástavby	1140 mm
Výška sklopené nástavby	600-900 mm
Šíře pásu	1000 mm
Rychlost pásu	0,2 m·s <sup>-1</sup>
Instalovaný výkon - dle provedení	2,2 KW
Napěťová soustava	3+ PEN 380/220 V, 50HZ

Zdroj: TS Benešov, 2005

Dno dopravníku tvoří gumový pás o šířce 1000 mm přišroubovaný na válečkový řetěz, odvalující se po rámu stroje a tažné a vratné hřídeli s řetězovými koly. Pás je ve spodní části vyztužen lištami z profilovaného plechu, z vrchní části jsou na pásu přišroubované dřevěné unášeče.

Z lomeného příjmového dopravníku míří odpad do třídící haly, kde ho přebírá přebírací válečkový dopravník ND 2-101.

Materiál je tříděn ručně 6 pracovníky. Jednotlivé frakce (papír, sklo, plasty, železo) jsou předávány do připravených kontejnerů.

Tento dopravník je určen pro dopravu sypkých a kusových materiálů pomalými rychlostmi vzhledem k snížení poškození dopravovaného materiálu a jeho povaze.

Dopravníky lze používat jednotlivě i v sestavě technologických linek. Sekci dopravníku tvoří bočnice z profilového plechu. Nosné válečky u rovné sekce jsou uchyceny pouze v bočnicích. V následující tabulce 4 uvádím parametry válečkového dopravníku.

**Tab. 4 Parametry válečkového dopravníku ND 2-101**

Šířka pásu	1200 mm
Délka dopravníku	11000 mm
Výkonnost	30 kg·m <sup>-1</sup>
Výška sekce	230 mm
Délka válečku horní	1000 mm
Délka válečku spodní	1060 mm
Tažná hlava	246 kg
Napínací hlava	101kg
Instalovaný výkon	1 KW
Napěťová soustava	3+ PEN 380/220 V, 50HZ
Krytí	IP 44
Rychlost pásu	0,2 m·s <sup>-1</sup>

Zdroj: TS Benešov, 2005

#### 2.7.4 Jednotlivé klíčové technologické články

Jako první uvádím drtič odpadu. Jedná se o drtič S 1100 – 56kW. Dvouhřídelový drtič je zařízení, které slouží k hrubému drcení velkorozměrových plastových výrobků, palet, skla, cihel, kůže, pryže, pneumatik. Je vhodný jako součást recyklační linky nebo jako pomocník při likvidaci skládek. Drtič se skládá ze dvou šestibokých hřídelů, trhacích nožů, mezikroužků násypky a rámu. Materiál nožů je ocel 14 220 povrchově zušlechťena. Hřídele mají na jednom konci evolventní drážkování, na kterém jsou nasazeny planetové převodovky. Ty jsou poháněny elektromotory přes primární převod klínovými řemeny. Každý z hřídelů má rozdílné otáčky přibližně v poměru 1:2, což zajišťuje vysoký hodinový výkon a snižuje náchylnost k zaseknutí. V následující tabulce 5 uvádím parametry drtiče.

**Tab. 5 Parametry drtiče S 1100 – 56kW**

Šířka	2200 mm
Délka	3000 mm
Výška	1700 mm bez základního rámu
Mlecí výkon	4-6 t dle materiálu
Otáčky hřídelů	10 - 20
Tloušťka nožů	75mm
Hmotnost	5t
Napětí	380V 50 Hz
Celkový příkon	56kW
Krytí	IP 43

Zdroj: TS Benešov, 2005



Za klíčový technologický článek jsme vybrali magnetický separátor a lis, jelikož jsou umístěny v hlavní větvi linky a částečně určují její výkon. Na obrázku 9 je příklad dokumentace.

**Obr. 9** Příklad dokumentace magnetického separátoru

T e c h n i c k á   d a t a

Typové označení	SPUC 700
Typ poháněcího bubnu	EB 220-760x1,2-2,2
Napájecí napětí	3 x 380 V / 50 Hz
Příkon	2,2 kW
Stupeň krytí	IP 44
Magnet	Permanentní
Rychlost vynášecího pásu	1,2 m.s <sup>-1</sup>
Šířka vynášecího pásu	700 mm
Celková hmotnost	745 kg

Konstrukce : Permanentní magnet v rámu z nemagnetické oceli.  
Pohon vynášecího pásu elektrobubnem.

Použití : K odřídování cizích ferromagnetických předmětů ze  
sykých až středně zrnitých nemagnetických materiálů.

Zdroj: TS Benešov, 2005

### 2.7.5 Provozní podmínky:

Provozní podmínky příjmového lomeného dopravníku:

Dopravník nevyžaduje žádnou zvláštní péči. Úkolem obsluhy je regulovat za provozu dávkování stroje vzhledem k výšce materiálu a tím zajistit přiměřené a rovnoměrné dávkování odpadu (nebo jiného materiálu, podle technologie.). Pás se během směny musí několikrát zkontrolovat a tím včas zabránit jeho poškození. Při najíždění příjmového prostředku se musí řidič důkladně navést, aby nedošlo k poškození dopravníku. Dopravník je částečně zastřešen a provozní teplota je -15 až 110°C. Cena dopravníku je závislá na počtu dílů stavebnice v našem případě jde přibližně o 450 000Kč Dopravník přebírací uvnitř objektu má podobné požadavky na údržbu. [4]

### **3. Trendy a vývojové tendence při konstrukci technologických linek na zpracování nekovových odpadů**

Každé třídící zařízení, které ukončuje technologii separovaného sběru odpadů je samozřejmě individuálně konstruováno pro podmínky specifického použití. Návrh jeho konstrukce předchází analýza druhové skladby a množství v úvahu připadajícího tříděného odpadu a taktéž jsou respektovány zvláštní požadavky investora na specifické úpravy. V současné době jsou principy třídění založeny na metodách elektromagnetických, pneumatických, vibračních, mechanických a podobně. Vesměs se jedná o poloautomatické třídění s větším či menším podílem ruční lidské práce. [15]

#### **3.1 Ovládání linek**

Linky se vyrábějí v různých velikostech a cenových relacích. Jejich složení se odvíjí od druhu materiálu, který se má na lince zpracovávat, od množství daného materiálu, od požadovaného výstupu a od principu a stylu ovládání (např. centrální, místní apod.).

##### **Ovládání linek:**

- velín - ovládání celé linky může být umístěno v samostatné místnosti s možností zobrazení chodu linky na monitoru,
- samostatným rozvaděčem umístěným na zvoleném místě u linky,
- hlavní ovládání linky ve velínu s vyvedením informačním panelem u linky,
- ovládání automatizované softwarem (řízený PC) nebo posloupné spouštění podle předem stanoveného klíče s časovou prodlevou a s danou logikou spínání a vypínání jednotlivých strojů v lince a hlídání jednotlivých strojů při poruše nebo jiném zastavení,
- linka je vždy vybavena nouzovými "STOP" tlačítky. [17]

#### **3.2 Doplnění plánů odpadového hospodářství**

Zákon o odpadech a návazné předpisy vytvořily v první řadě dobrou informační základnu o místě, kvalitě a kvantitě vznikajících odpadů s přehledem možností nakládání s nimi. Zde je nutno zdůraznit jednu významnou skutečnost, že je přehled o odpadech vznikajících za ustáleného provozu příslušných podniků, či technologických linek.

Hůře je již zmapována oblast odpadů vznikajících za nestandardních situací, např. v průběhu technologického čištění a oprav strojního zařízení, konzervace nebo rušení technologických linek, důsledek poruch technologického režimu.

Z praxe je známo, že odpady vznikající za těchto situací se často pomíchají, organizačně obtížně se zvládá jejich separovaný sběr a shromažďování. Tyto stavy mohou být pro původce odpadu příležitostí k úniku z plateb za ukládání nebezpečných nebo zvláštních odpadů. [16]

Dále musí být podporovány dotacemi či výhodnými úroky z úvěrů zpracovatelé druhotných surovin, firmy zajišťující sběr a třídění.

Struktura hospodářství ČR: české hospodářství jako celek prošlo za posledních deset let razantní strukturální změnou. Došlo ke snížení podílu zemědělství (z 7,7 % na 3,4 %) a průmyslu (z 34,5 % na 31,8 %) na tvorbě hrubého domácího produktu dále jen „HDP“ ve prospěch podílu sektoru služeb (z 41,8 % na 49,7 %). Strukturální změny v jednotlivých odvětvích byly ovlivněny zejména následujícími faktory: útlumem těžby paliv, hutnictví a těžké chemie, procesem restrukturalizace v odvětví těžkého strojírenství, snižováním podílu zemědělství na celkové ekonomické aktivitě a rozvojem cestovního ruchu. [12]

Od roku 2004 zaznamenává výrazný nárůst, do té doby stagnující, úprava kovových druhotných surovin (OKEČ 37.1). Úprava nekovových druhotných surovin (OKEČ 37.2) zaznamenala po roce 2000 mírnější, avšak trvalý nárůst. Celkový rozvoj odvětví je po přijetí ČR do EU pozitivně ovlivňován právním tlakem na zvyšování úrovně recyklace jak u tradičně zpracovávaných odpadů, tak zejména důraznějším prosazováním zásad materiálového využití i jiných odpadů. To je zajištěno postupným zvyšováním rozsahu povinného zpětného odběru vybraných skupin výrobků s ukončenou životností, kterými jsou např. odpadní oleje, baterie a akumulátory, obaly a odpady obalů, výbojky a zářivky, autovraky, elektrická a elektronická zařízení. [13]

## 4. Závěr

Tato bakalářská práce seznamuje čtenáře se základními operacemi třídění odpadu pomocí třídících linek. Obsahuje hlavní technologie, principy, podstatné legislativní pojmy a předpisy, které se k této problematice vztahují.

První kapitola se věnuje funkčním, separačním a dopravním zařízením třídících linek a také jednotlivým druhům odpadů, které jsou obsaženy v komunálním odpadu v největším hmotnostním podílu. Hlavní zastoupení v komunálním odpadu má papír a jeho zpracování. V kapitole dále uvádím způsoby třídění skleněných stěpů, možnosti zpracování plastů a podrobný popis operce třídění PET lahví.

V závěru práce je popsána třídící linka v Příbyšicích, okres Benešov, kterou jsem měla možnost navštívit. Zabývá se jak tříděním komunálního odpadu, tak i likvidací staré ekologické zátěže.

Recyklace odpadů je celosvětovým zájmem a její možnosti se budou nadále rozšiřovat. Se stoupajícím trendem obalových technologií se budou zvyšovat i nároky na separaci a technologie zpracování odpadu.

## 5. Použitá literatura

- [1] SLEZÁK, M.: Ekologické aspekty chemických technologií a technologie zpracování odpadů. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. 217 s. ISBN 80-7194-705-9
- [2] VOŠTOVÁ, V. - FRIES, J.: Zpracování pevných odpadů. Praha: ČVUT Praha, 2003. 157 s. ISBN 80-01-02672-8
- [3] HORÁČEK J.: Zpracovny nekovového materiálu. Praha: ČZU Praha, 2001. 95 s. ISBN 80-123-0775-7
- [4] <http://www.tsbenesov.cz> (7.1.2008)
- [5] <http://www.ortex.cz/> (21.1.2008)
- [6] [http://geography.upol.cz/soubory/studium/dp/2007/2007\\_Pribylikova.pdf](http://geography.upol.cz/soubory/studium/dp/2007/2007_Pribylikova.pdf) (15.3.2008)
- [7] <http://www.inisoft.cz/lexikon/197/197.htm> (20.2.2008)
- [8] <http://www.unikasset.cz/draml.html> (15.3.2008)
- [9] <http://www.lfm.cz/cz/produkty/lisy-odpadu/index.php> (20.2.2008)
- [10] [www.tridime-vysocina.cz/doc/Na\\_tridici\\_lince.doc](http://www.tridime-vysocina.cz/doc/Na_tridici_lince.doc) (15.12.2008)
- [11] [www.petrecylik.cz/rec\\_PET\\_AMUT.htm](http://www.petrecylik.cz/rec_PET_AMUT.htm) (20.8.2008)
- [12] [http://www.env.cz/AIS/webpub.nsf/\\$pid/MZPJZFGV0QT2/\\$FILE/POH%20CRkompletni%20dokument.pdf](http://www.env.cz/AIS/webpub.nsf/$pid/MZPJZFGV0QT2/$FILE/POH%20CRkompletni%20dokument.pdf) (6.4.2008)
- [13] <http://download.mpo.cz/get/29052/31513/334829/priloha023.pdf> (6.4.2008)
- [14] <http://www.redoma.com/> (7.4.2008)
- [15] [http://etext.czu.cz/img/skripta/64/tf\\_41-1.pdf](http://etext.czu.cz/img/skripta/64/tf_41-1.pdf) (7.4.2008)
- [16] [http://www.czp.cuni.cz/knihovna/undp/studie/62\\_Richter.htm](http://www.czp.cuni.cz/knihovna/undp/studie/62_Richter.htm) (7.4.2008)
- [17] <http://www.tesako.cz/Tesakocz/Tesakoc/index.php> (7.4.2008)
- [18] <http://www.boranovice.cz/index.php?nid=873&lid=CZ&oid=532792> (20.2.2008)

## 6. Seznam použitých zkratek

S – OO	skupina ostatní odpad
EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
KO	komunální odpad
PO	průmyslový odpad
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
HDP	hrubý domácí produkt
TSB	Technické služby Benešov
DPH	daň z přidané hodnoty
POH	plán odpadového hospodářství
PE	polyetylén
PP	polypropylén
PS	polystyrén
PVC	polyvinylchlorid
PC	polykarbonát
PET	polyetyléntereftalát
PMMA	polymethylmethakrylát
LD	nízkotlaký
HD	vysokotlaký
ČOV	čistírna odpadních vod
TDO	tuhý domovní odpad

## 7. Přílohy

Obr. 10 Recyklační závod Montello S.p.A. v Bergamu, Itálie, vybavený zařízením od firmy Amut S.p.A.



Zdroj: PETplanet, 2005

Obr. 11 Třídící linka Příbyšice - vynášení prosáté zeminy



Zdroj: TS Benešov, 2005

**Obr. 12 Třídící linka Příbyšice - pohled na vnitřek bubnového síta**



Zdroj: TS Benešov, 2005

**Obr. 13 Třídící linka Příbyšice - třídící hala s válečkovým dopravníkem**



Zdroj: TS Benešov, 2005



**Obr. 13 Třídící linka Příbyšice - likvidace ekologické zátěže**



Zdroj: TS Benešov, 2005