

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



**Popis současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných
využitelných složek průmyslových odpadů**

Bakalářská práce

Autor práce: **Petr Kotalík**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petr Kotalík

Technologická zařízení staveb

Název práce

Popis současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

Název anglicky

The description of the current state of final screening and improving of selected usable components of industrial waste

Cíle práce

Seznámit se s problematikou současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů.

Metodika

1. Metodika práce

Na základě literárního rozboru oblasti zabývající se odpadovým hospodářstvím, provést popis současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů.

2. Osnova práce

1. Úvod

2. Cíl práce a metodika

3. Charakteristika vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

4. Technologie používané při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

5. Technologická zařízení používaná při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

6. Zhodnocení jednotlivých technologií a technologických zařízení používaných při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

7. Závěr

8. Seznam literatury

9. Přílohy

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran

Klíčová slova

odpadové hospodářství, průmyslový odpad, recyklace, opětovné využití odpadů

Doporučené zdroje informací

KURAŠ, M.: Odpady a jejich zpracování. Vydání 1., Ekomonitor, Chrudim 2014, 343 s. ISBN 978-80-86832-80-7

MÜLLER, M.: Zpracovny nekovového odpadu. Česká zemědělská univerzita, Praha 2008, 154 s., ISBN 978-80-213-1840-3

Odpadové fórum – odborný časopis pro vše, co souvisí s odpady. České ekologické manažerské centrum, Praha 1999- . ISSN 1212-7779

Odpady – odborný časopis pro odpadové hospodářství. Technopress, Praha: 1991- . ISSN 1210-4922

Příslušné zákony, nařízení vlády, vyhlášky, ČSN, oborové předpisy a odborné časopisy

Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2015

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 11. 2016

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Popis současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změnách a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 31. 3. 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Petru Vaculíkovi, Ph.D. za vstřícný přístup, odbornou pomoc a konstruktivní rady v průběhu zpracování mé bakalářské práce.

Popis současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá popisem zpracování, zhodnocení průmyslových odpadů a technologiemi, které se v současné době při nakládání s odpady využívají. V práci je uvedena stručná charakteristika odpadů, jejich druhů a především pak jejich využitelných složek. Uvedené druhy jsou vybrány na základě dostupných statistických dat podle četnosti jejich produkce v rámci průmyslu ale i běžné spotřeby. Zároveň se práce věnuje využití odpadů tak, jak to požaduje současná evropská legislativa. Důraz je tedy kladen na popis energetického a materiálového využití odpadů, s detailnějším zaměřením na recyklaci. Ta má totiž v rámci evropské odpadové politiky absolutní prioritu a nejen Česká republika bude muset v nadcházejících letech na evropské výzvy a trendy reagovat. Jak české firmy a podniky reagují na postupný přechod na oběhové hospodářství, je v práci názorně představeno na konkrétní jihočeské firmě. Popsán je zde samotný proces recyklace, využívané technologie a zařízení, ale také vše, co recyklaci musí předcházet. Jihočeská firma byla pro popis systému dotřídění a zhodnocení využitelných složek odpadů vybrána proto, že jako jediná v České republice využívá k recyklaci aglomerační linku. V závěru práce je zhodnocení jednotlivých technologií a zamyšlení nad budoucností českého odpadového hospodářství a tedy i vývojem recyklačního průmyslu.

Klíčová slova: odpadové hospodářství, průmyslový odpad, recyklace, opětovné využití odpadů, materiálové využití, energetické využití

The description of the current state of final screening and improving of selected usable components of industrial waste

Abstract

The thesis describes the processing and evaluation of industrial wastes and technologies that are currently used in waste management. The thesis presents a brief characteristics of waste, types and above all, their usable components. The chosen types are selected on the basis of available statistical data according to the rate of their production within the industry and also everyday consumption. At the same time, the study deals with the use of waste as required by current European legislation. Emphasis is put on the description of the energy and material use of waste, with a detailed focus on recycling. This is in the context of European waste policy a top priority and not only Czech Republic will have to in the coming years on the European challenges and trends respond. How Czech companies and businesses react to the gradual transition to a circulatory economy is clearly in the thesis presented by a particular South Bohemian company. Described is the actual process of recycling used technology and equipment, but also everything that recycling must precede. The South Bohemian company describing the final screening and evaluation system of usable waste components was chosen because it is the only one in the Czech Republic that uses a sinter recycling line. As a conclusion, the thesis assesses individual technologies and focuses on the future of Czech waste management and hence the development of the recycling industry.

Keywords: waste economy, industrial waste, recycling, reuse of waste, material recovery, energy recovery

OBSAH

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika práce	3
4	Charakteristika vybraných využitelných složek průmyslových odpadů	4
4.1	Odpad	4
4.1.1	Spotřební odpad.....	5
4.1.2	Průmyslový odpad.....	5
4.1.3	Podíl produkce komunálního a průmyslového odpadu	6
4.1.4	Druhotné suroviny a využitelné složky průmyslových odpadů	8
5	Technologie používané při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů	14
5.1	Nakládání s odpady	14
5.2	Materiálové využití.....	16
5.2.1	Technologie kompostování	16
5.2.2	Technologie recyklace.....	16
5.2.3	Regenerace	21
5.2.4	Využití odpadů na terénní úpravy a na rekultivaci	21
5.3	Energetické využití odpadů	21
5.3.1	Technologie spalování.....	22
5.3.2	Technologie pyrolýzy.....	23
5.3.3	Technologie zplynování	23
5.3.4	Technologie mokré oxidace	23
6	Technologická zařízení používaná při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů	24
6.1	Technologická zařízení pro materiálové využití odpadů	24

6.1.1	Separace	25
6.1.2	Drtiče	25
6.1.3	Aglomerační linky	28
6.1.4	Regranulační linky	30
6.2	Firma A.....	31
6.2.1	Získávání surovin	32
6.2.2	Třídění surovin	32
6.2.3	Příprava k recyklaci.....	32
6.2.4	Proces recyklace	33
6.2.5	Uložení a následné využití suroviny	36
7	Zhodnocení jednotlivých technologií a technologických zařízení používaných při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů	38
8	Závěr	40
9	Seznam literatury	42
10	Přílohy	45

Seznam obrázků:

Obrázek 1	Graf produkce podnikových odpadů podle odvětví činnosti původce odpadu v roce 2015	7
Obrázek 2	Graf produkce podnikových odpadů podle druhu odpadu v roce 2015	8
Obrázek 3	Graf podílu vybraných způsobů nakládání s odpady na celkové produkci odpadů v ČR	15
Obrázek 4	Plastové desky před drcením.....	19
Obrázek 5	Plastové desky po drcení.....	19

Obrázek 6 Skelná drť modrá	20
Obrázek 7 Skelná drť zelená	20
Obrázek 8 Ocelářenská struska.....	20
Obrázek 9 Jednohřidelový drtič od firmy Terier s.r.o.	26
Obrázek 10 Hřidel s ostrými břity	26
Obrázek 11 Dvouhřidelový drtič od firmy Terier s.r.o.....	27
Obrázek 12 Hřidel s rotačními zuby.....	27
Obrázek 13 Aglomerační linka WIPA DGS	29
Obrázek 14 Materiál před vstupem do aglomerační linky WIPA DGS a po výstupu.....	30
Obrázek 15 Granulát z regranulační linky.....	30
Obrázek 16 Jednohřidelový drtič Firmy A	33
Obrázek 17 Trhací zuby	33
Obrázek 18 Plastové desky před drcením.....	34
Obrázek 19 Plastové desky po drcení.....	34
Obrázek 20 Schéma aglomerační linky	35
Obrázek 21 Materiál před aglomerací	36
Obrázek 22 Materiál po aglomeraci	36
Obrázek 23 Materiál před aglomerací	36
Obrázek 24 Materiál po aglomeraci	36
Obrázek 25 Big-bagy.....	37

1 Úvod

Průmysl je již několik let motorem české ekonomiky. Průmyslová výroba meziročně roste (v roce 2016 o 2,9 %) a růst kolem 3 % se očekává i v roce 2017, nedostatku pracovních sil a nízké nezaměstnanosti navzdory. K růstu nejvíce přispívá automobilový průmysl, kovovýroba a výroba pryžových a plastových výrobků. Naopak pokles zaznamenala tradiční odvětví jako je těžba a dobývání nebo výroba chemických přípravků. S pozitivním trendem českého hospodářství ale souvisí i trend negativní.

Zvýšená průmyslová produkce znamená i nárůst produkce průmyslových odpadů. Dochází tak k značnému zatěžování životního prostředí v podobě vyprodukovaného odpadu ať už z těžebního, zpracovatelského nebo energetického průmyslu. A s tím pak souvisí nové výzvy a požadavky v rámci oběhového hospodářství (WWW.SPCR.CZ; 2015). Ty s různými aktualizacemi definuje Evropská komise a Česká republika na ně musí reagovat. Posledním klíčovým dokumentem je Akční plán pro oběhové hospodářství, který byl přijat na konci roku 2015. Základním principem je vrácení odpadů zpět do ekonomického cyklu a jejich využívání jako zdroje. V České republice bohužel stále přetrvává skládkování, jako nejčastější způsob odstraňování odpadů (WWW.MZP.CZ; 2015).

Cíle EU a přijatá legislativní opatření nicméně předpokládají od roku 2024 výrazné omezení skládkování. Na to budou muset Česká republika a tuzemské firmy a podniky reagovat. Vznikne tlak na využívání odpadů jako druhotných surovin, na podporu bezodpadových technologií a na používání moderních průmyslových technik, které tento trend podporují. Recyklace a zpracování odpadů se tak možná v nadcházejících letech stane samostatným průmyslovým odvětvím.

2 Cíl práce

Cílem této práce je seznámit se s problematikou současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů.

V této práci je řešena charakteristika vybraných složek průmyslových odpadů s možností jejich využití jako druhotné suroviny. Dle platných zákonů a směrnic budou definovány klíčové pojmy týkající se tématu práce tak, aby ve druhé části bakalářské práce byl přehledný a srozumitelný popis technologií, které se využívají pro zpracování, dotřídění a recyklaci odpadů. Na základě vybrané firmy, která se zabývá recyklací odpadů, popíšu aktuálně nejvyužívanější a nejmodernější technologie zpracování se zaměřením na zpracování a recyklaci plastů.

3 Metodika práce

Na základě literárního rozboru oblasti zabývající se odpadovým hospodářstvím provést popis současného stavu dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů.

Vybrané metody pro vypracování této bakalářské práce zohledňují výše uvedený cíl a jsou následující:

- charakteristika vybraných složek průmyslových odpadů,
- popis technologií používaných pro dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů,
- popis technologických zařízení pro dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů,
- zhodnocení jednotlivých technologií a technologických zařízení pro dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů,
- závěr a diskuze.

4 Charakteristika vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

Při každé lidské činnosti vznikají odpady. Jedná se jak o nevýrobní aktivity společnosti vznikající každodenním fungováním nebo o aktivity výrobní pocházející z průmyslových činností. V současné industrializované společnosti je nulová produkce odpadů prakticky nereálná. Je proto kladen důraz na maximální využívání odpadů jako druhotných surovin, na jejich recyklaci a znovunavrácení do procesu výroby. Každý odpad má ale jiná specifika, jiné složení a vlastnosti. Proto budou v následující části charakterizovány nejběžnější odpadové materiály a jejich využitelné složky.

4.1 Odpad

Vzhledem k velkému množství definicí odpadu, které vychází z různých pohledů na odpad jako takový, na jeho vliv na životní prostředí, na jeho využití nebo prevenci jeho vzniku, bude pro účely práce využita definice uvedená v zákonu o odpadech. Tato definice uvádí, že *„Opad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Ke zbavování se odpadu dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc, k využití nebo k odstranění ve smyslu tohoto zákona nebo předá-li ji osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů podle tohoto zákona bez ohledu na to, zda se jedná o bezúplatný nebo úplatný převod. Ke zbavování se odpadu dochází i tehdy, odstraní-li movitou věc osoba sama. Přičemž osoba má povinnost zbavit se movité věci, jestliže ji nepoužívá k původnímu účelu a věc ohrožuje životní prostředí nebo byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu“* (ZÁKON č. 185/2001 Sb., §3).

Podle základních oborů hospodářské činnosti se odpady rozdělují na dvě kategorie. Na odpady **spotřební** – též také nevýrobní, kam se řadí veškerý komunální odpad, a na odpad **výrobní** – průmyslový. Do této skupiny se můžou zařadit odpady ze zemědělství, ze stavební výroby, z těžkého průmyslu, ze strojírenství, ale také z dalších odvětví, která se týkají jakékoli výroby. Mezi průmyslové odpady spadají také odpady vzniklé při těžbě nerostných surovin.

4.1.1 Spotřební odpad

Podle Ministerstva životního prostředí a podle platného zákona o odpadech je „komunálním odpadem veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. Odpadem podobným komunálnímu odpadu je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů“, (ZÁKON č. 185/2001 Sb., §4).

Zákon o odpadech stanoví, že původcem komunálního odpadu je obec. Komunální odpady zahrnují: směsný komunální odpad, separovaně sbírané složky (papír, plast, sklo, nápojové kartóny), nebezpečný odpad, objemný odpad, odpad ze zahrad a parků atd. Komunálním odpadem se dle Rozhodnutí Komise č. 753/2011/EU rozumí odpad z domácností a podobný odpad. Odpadem z domácností je odpad vyprodukovaný v domácnostech. Podobným odpadem se rozumí odpad, který je ve své podstatě a složení srovnatelný s odpadem z domácností, s výjimkou odpadu z výroby a odpadu ze zemědělství.

4.1.2 Průmyslový odpad

Zákon o odpadech kategorii průmyslového odpadu samostatně nedefinuje. Vychází pouze z obecné definice odpadu jako movité věci, kterou produkuje svou činností fyzická, nebo i právnická osoba. Právnickou osobou se může tedy rozumět firma, společnost, výrobna. Nejčastěji vznikají průmyslové odpady z následujících činností:

- z těžby surovin (těžba ropy, důlní práce),
- z výroby vznikající při zpracování surovin na výrobky (průmysl, zemědělství, stavebnictví, energetika),
- ze zpracování odpadů.

Ke správnému zařazení odpadů se pracuje s tzv. **Katalogem odpadů**, který je součástí zákona o odpadech. Základní rozdělení odpadu dle Katalogu odpadů (Příloha č. 1 vyhlášky MŽP 381/2001 Sb., ve znění vyhlášky č. 503/2004 Sb.) je na obr. 1 v příloze.

Průmyslové odpady se dále dělí do dvou kategorií podle zdroje/procesu, ze kterého pocházejí. Jedná se o **mechanické procesy** – vznikají materiály, se kterými je možné dále pracovat nebo uložit na skládky. Vedle nich ale pocházejí odpady z **chemických operací**, které představují významné riziko pro naše životní prostředí a vyžadují speciální zacházení.

Jedno z dalších možných rozdělení průmyslových odpadů je na **primární** a **sekundární**, např. Mečislav Kuraš (1994) uvádí: *„Primární průmyslové odpady vznikají v souvislosti s technologickým procesem výroby, sekundární odpady vznikají při souvisejících operacích, jako je čištění, údržba, doprava, příjem surovin, balení apod. Koncentrace jednotlivých složek je zpravidla nižší u sekundárních odpadů, na druhou stranu zpracování látek v malé koncentraci je problematické a neekonomické. Naopak z primárních odpadů lze téměř vždy získat druhotné suroviny.“*

Podle vlivu odpadů z průmyslu na životní prostředí se pak odpady dělí do tří skupin dle Christiánové a kol. (1998), a ty jsou následující:

- silně zátěžová odvětví – těžební a energetický průmysl, chemický průmysl,
- středně zátěžová odvětví – textilní, kožedělný a sklářský průmysl,
- mírně zátěžová odvětví – dřevozpracující, polygrafický průmysl.

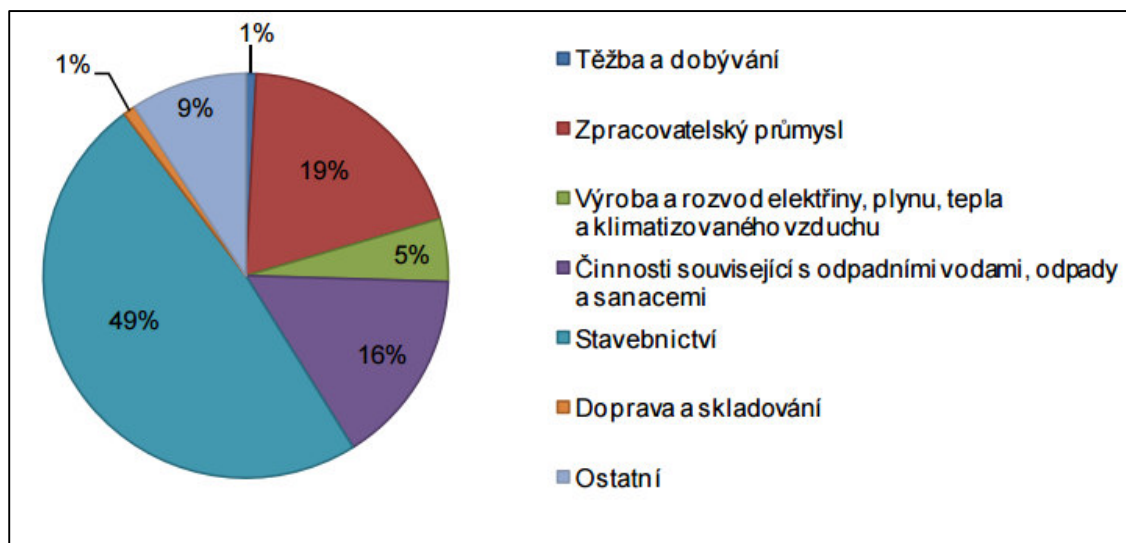
Průmyslový odpad se může dále dělit do mnoha dalších kategorií. Podle jejich množství na **globální** a **lokální**. Globální odpady produkují spíše velké podniky, které mají velmi stabilní a předvídatelnou výrobu. Lokální odpady vznikají z menších podniků, jejichž výroba je závislá na momentální vytíženosti a poptávce. Z tohoto důvodu je jejich množství méně předvídatelné.

4.1.3 Podíl produkce komunálního a průmyslového odpadu

Statistickým šetřením bylo zjištěno, že v roce 2015 dosáhla celková produkce odpadů v ČR 26,9 miliónů tun. Činností ekonomických subjektů (podniků), jež jsou hlavními původci odpadů v ČR, vzniklo v roce 2015 celkem 23,2 miliónů tun odpadu.

Podnikový odpad vyprodukovaný v roce 2015 napříč všemi odvětvími byl z hlavní části (67 %) tvořen odpady stavebními a demoličními. Ve sledovaném roce činila produkce odpadů skupiny 17 celkem 15 miliónů tun, přičemž převažovala zemina a kamení, železo a ocel a beton. Obce dle statistického šetření ve sledovaném roce vykázaly produkci 3,7 miliónů tun odpadů (WWW.CZSO.CZ; 2016).

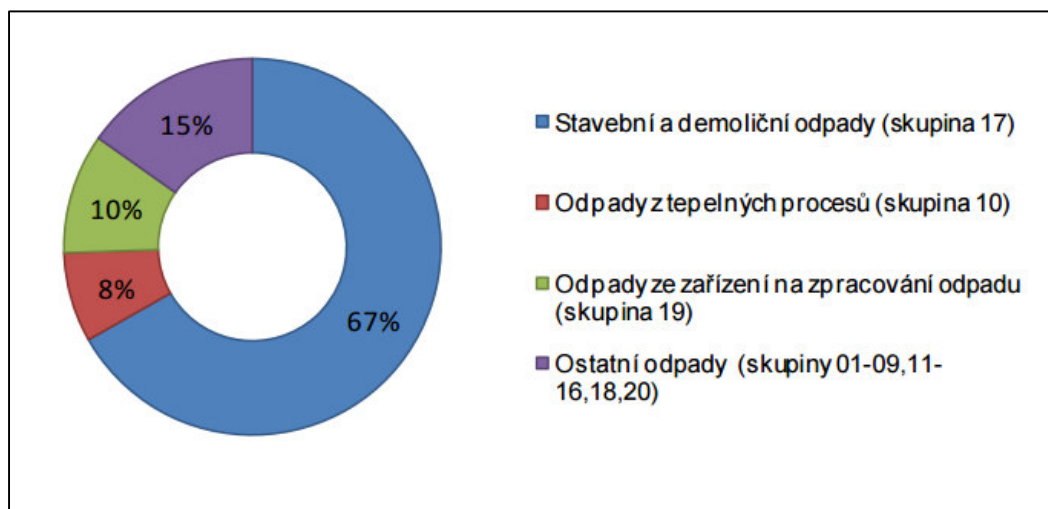
Obrázek 1 Graf produkce podnikových odpadů podle odvětví činnosti původce odpadu v roce 2015



Zdroj: ČSÚ, 2015

Ze statistiky ČSÚ vyplývá, že průmyslový odpad tvoří převážnou část veškerých odpadů a z 67 % pochází z kategorie 17 Katalogu odpadů, tedy ze stavebních a demoličních prací. Stavební a demoliční odpady vznikají při výstavbě, stavební činnosti, při stavebních úpravách a rekonstrukcích a při bourání a odstraňování staveb. Převažující složkou odpadu jsou zeminy a další výkopové materiály. Při demoličních pracích vzniká stavební suť – cihlové zdivo, zemina, beton, vápenopískové materiály, malta, sádra, dřevo, plasty, asfalt, barviva, lepidla. Tyto odpady jsou ale z téměř 98 % využity a představují tedy významný zdroj druhotných surovin (WWW.MZP.CZ; 2017).

Obrázek 2 Graf produkce podnikových odpadů podle druhu odpadu v roce 2015



Zdroj: ČSÚ, 2015

4.1.4 Druhotné suroviny a využitelné složky průmyslových odpadů

Obecně jsou za druhotné suroviny považovány látky či předměty, které přestaly být odpadem nebo se odpadem nikdy nestaly (tzn. vedlejší produkty) a vstupují do dalšího procesu výroby či využití. Významným přínosem druhotných surovin je snížení energetické a materiálové náročnosti ve všech výrobních odvětvích (KRENÍKOVÁ; 2014). Druhotnou surovinu je možné ale také definovat jako „materiál získaný z odpadu, který je způsobilý k dalšímu hospodářskému nebo jinému využití, které přitom zůstává odpadem až do dalšího zpracování“ (KURAŠ; 2014). V souvislosti s druhotnými surovinami byla v roce 2014 přijata tzv. Politika druhotných surovin, která musela reagovat na evropskou surovinovou strategii Raw Materials Initiative a na významný strategický dokument Evropa 2020.

V rámci této politiky bylo vybráno 10 komodit a zdrojů druhotných surovin. Jedná se o tyto komodity:

- kovy,
- papír,
- plasty,
- sklo,
- stavební a demoliční hmoty,
- vedlejší energetické produkty,
- vozidla s ukončenou životností (autovraky),
- odpadní (vyřazená) elektrická a elektronická zařízení,
- použité pneumatiky a odpadní pryž,
- odpadní (vyřazené) baterie a akumulátory (WWW.MPO.CZ; 2014).

Mezi tradiční druhotné suroviny patří v ČR železný šrot a odpad neželezných kovů, sběrový papír, skleněné střepy, použité textilie, dřevo a v posledních letech stále více i použité plasty.

Druhotné suroviny, které mají před sebou další využití, se rozdělují na dvě skupiny: látky jednosložkové a látky dvousložkové - kompozity. Jednosložkové materiály jsou jednodušší na zpracování, protože se jedná o surovinu se stejným výrobním základem (sklo, papír). U kompozitu je třeba složitější postup s cílem oddělit jednotlivé komponenty pro další zpracování.

Podle dat Českého statistického úřadu jsou nejvýznamnější komoditou vedlejší energetické produkty, stavební a demoliční hmoty, kovy, papír, sklo a plasty. Proto bude těchto 6 zdrojů druhotných surovin krátce definováno.

1) Energetické produkty

Jedná se o produkty, které vznikají při spalování tuhých paliv nebo během procesu čištění spalin, převážně při výrobě elektrické energie a tepla. Jejich produkce je tedy prakticky nevyhnutelná. Podoba těchto vedlejších energetických produktů (VEP) záleží na mnoha faktorech, ať už se jedná o kvalitu a podobu uhlí, které továrna nebo elektrárna používá, tak i třeba na samotném mechanismu jejího fungování.

Vedlejší energetické produkty jsou popílky, strusky, popely, energosádrovec, škváry a produkty z odsíření kouřových plynů, které vznikají při výrobě tepelné a elektrické energie spalováním uhlí. Tyto odpadní materiály z energetiky mají využití ve stavebnictví (popílek jako složka při výrobě betonu, energosádrovec jako složka pro výrobu sádry a sádrokartonových desek). Zvláštní kategorií jsou pak radioaktivní odpady z výroby jaderné energie.

Produkcí VEP v ČR (na základě poskytnutých informací od sdružení producentů ASVEP a Teplárenského sdružení ČR) lze odhadnout na cca 13,7 miliónů tun za rok. Absolutně největším producentem VEP je elektrárna ČEZ, která ročně vyprodukuje kolem 9 mil. tun. Z toho je kolem 9 % využito pro externí trh zejména do stavebnictví, 90 % je využíváno pro rekultivace a sanace.

2) Stavební a demoliční hmoty

Stavební a demoliční odpady vznikají při různých stavebních činnostech, výstavbě, údržbě a rekonstrukci staveb, při různých stavebních úpravách dokončených staveb a odstraňování staveb. Tyto odpady představují zhruba třetinu všech odpadů a to jak v českém tak i evropském měřítku (WWW.MPO.CZ; 2014).

Stavební a demoliční hmoty nejsou ve svém složení homogenní, často v sobě obsahují ložky skla, dřeva, kovu nebo i plastů. Často jsou navíc kontaminovány různými barvivy a nečistotami. To samozřejmě také souvisí s tím, jak jsou demolice provedeny a jak se daří jednotlivé složky od sebe oddělovat. Nejčastějšími typy demoličního odpadu jsou kamenivo, dřevo, stavební suť, keramika, kovy a papír. Stavební odpad pochází ze 4 základních skupin: výkopová zemina, materiál z demolice vozovek, demoliční a minerální suť a odpady ze stavenišť. Recyklát, jako výsledek využití demoličního a stavebního odpadu, je nejčastěji cihelného, betonového a asfaltového charakteru (KURAŠ; 2014).

3) Kovy

Kovy jako druhotná surovina jsou cennou surovinou pro další výrobu. Česká republika není schopna získávat nerostné suroviny z vlastních zdrojů. Je v tomto ohledu zcela závislá na dovozu. Jediným domácím zdrojem kovových komodit je tak jejich získávání z druhotných surovin, především tedy z kovového šrotu. Odpad z výroby železa ale i neželezných kovů se rozděluje na kovový (nevyužitý materiál a šrot železných a neželezných kovů) a kovonosný obsahující kovy ve formě sloučenin a další anorganické a organické látky účelově přidávané v jednotlivých procesech výroby (KURAŠ; 2014). Kovonosný odpad je vzhledem ke svým vlastnostem odpad toxický a karcinogenní, tedy odpad z kategorie nebezpečných odpadů (KEPÁK; 2005). Z ekonomického hlediska jsou tyto odpady hodnotnou druhotnou surovinou. Podle zdrojů dělíme kovový odpad na výrobní, zpracovatelský a spotřebitelský (KURAŠ; 2014).

4) Papír

Papír patří mezi nejlépe recyklovatelné materiály vůbec a odpadový papír, tedy jako druhotná surovina, je klíčovou vstupní surovinou papírenského průmyslu. Papírové materiály jsou klasifikovány jako papír a lepenka. Sběrový papír je takový papír, karton nebo lepenka, který se vyskytuje mimo jejich výrobní proces pro zpracování nebo upotřebení. Základní složkou papíru a lepenky jsou celulózová vlákna a další příměsi. Podoba a složení papíru je ovlivněna zdrojem. Rozlišujeme tři druhy zdrojů sběrového papíru na **průmyslový** – jedná se o odpad při výrobě papíru a lepenky, na **komerční** – soukromé subjekty produkující větší množství papíru a na **obecní** – od občanů a menších privátních subjektů. Český trh se sběrovým papírem je silně přebytkový a je tedy závislý na exportu. Uplatnění papíru jako druhotné suroviny tedy závisí především na zahraniční poptávce.

5) Sklo

Pro výrobu skla se jako primární suroviny využívají vápence, křemenné písky, živce atd. Ty mohou být nahrazovány skleněným odpadem například ze střep. Proto je sklo jako druhotná surovina významná pro další produkci a výrobu skla. Využívání skla jako druhotné suroviny výrazně šetří náklady na pořízení primárních surovin, ale také energie. Česká republika má ve výrobě skla dlouholetou tradici a patří mezi přední světové producenty.

Tomu odpovídá i systém recyklace skleněného odpadu. Podle výroční zprávy Asociace sklářského a keramického průmyslu je 60 – 85 % primárních surovin nahrazováno recyklovaným skleněným odpadem. Sběrové sklo má potenciál vstupu do další výroby v několika variantách: nezpracované střepy, upravené střepy, vratné skleněné obaly a sběrové sklo z odděleného sběru odpadů.

6) Plasty

Plasty jsou z 99 % vyráběny z primárních surovin, jako jsou ropa, uhlí, plyn a další, ale také z již recyklovaných plastů. Využívají se v téměř všech odvětvích průmyslu, ve strojírenství (ochranné hmoty), dopravě (povlaky) nebo v potravinářství (PET lahve). Ekologická závadnost plastů spočívá ve velmi pomalé biodegradovatelnosti, v obsahu toxických nebo karcinogenních látek (sloučeniny Cd, Sb, Sn, halogenované organické sloučeniny), ve schopnosti uvolňovat vysoce toxické zplodiny např. při požáru, spalování, skládkování (KEPÁK; 2005). Možnost jejich využití jako druhotné suroviny závisí na kvalitě sběru a třídění, ale také na možnostech technologického zpracování. Jako druhotnou surovinu je získáváme ze tří zdrojů: z **průmyslu a komerční sféry**, z **tříděného odpadu** v obcích a z **ostatních zdrojů** – autovraky a elektrozařízení. Takto získané plasty mohou být následně využity pro další výrobu.

Upravené druhotné plasty využívají jako vstupní surovinu výrobci:

- nových plastových výrobků,
- fólií,
- preforem nápojových obalů,
- silonových a umělých vláken,
- výrobků ze směsných plastů,
- výrobků v rámci stavebního průmyslu (plastbetony a jiné povrchy).

Plasty se rozdělují podle různých hledisek. Podle původu na **přírodní a syntetické**, podle použitého monomeru na plasty vinylové, polyamidy, polyestery atd. Z hlediska jejich zpracování je nejvhodnější rozdělení plastů do dvou skupin, podle jejich chování při tepelném zpracování. Plasty se pak dělí na **termoplasty** a **reaktoplasty**. Termoplasty jsou měkké, mají strukturu s dlouhými polymerními řetězci, jsou mechanicky tvarovatelné. Reaktoplasty

se síťovou strukturou jsou odolné vůči teplu a chemikáliím, proti mechanickému namáhání. Vzhledem ke svému charakteru jsou ale mnohem hůře recyklovatelné (KURAŠ; 2014). S ohledem na zpracovatelské možnosti můžeme rozlišit odpady **homogenní** - termoplastové odpady na bázi polyvinylchloridu (PVC), polyethylenu (PE), polypropylenu (PP), polyvinylbutyralu (PVB) a další. Jejich společnou vlastností je často možnost i vícenásobné recyklace, a **heterogenní** - odpad, v němž jsou spojeny textilní materiály s polyvinylchloridem, případně s polyurethanem.

Mezi nejčastěji recyklovatelné plasty patří:

PE (Polyethylen) – termoplast vznikající polymerací ethenu. Je v současné době nejpoužívanějším polymerem na světě. Vyrábí se z něj folie, hračky, sáčky, izolace, ložiska nebo textilní vlákna.

PET (Polyetylentetraftalát) – termoplast ze skupiny polyesterů. Využívá se především k výrobě lahví, fólií, obalů.

PVC (Polyvinylchlorid) – základní surovinou pro výrobu PVC je vinylchlorid monomer. Vyznačuje se velmi snadnou zpracovatelností. Neměkčené PVC se využívá pro výrobky, u kterých je třeba zajistit tvarovou stálost. Měkčené PVC má využití ve výrobě fólií, ochranných rukavic, kabelů, podlahových krytin. PVC má velké uplatnění také ve stavebnictví, kde nahrazuje materiály jako dřevo, beton nebo hlinu.

PP (Polypropylen) – termoplast ze skupiny polyolefinů, který má velké využití v potravinářském a textilním průmyslu. Díky jeho chemické i mechanické odolnosti se využívá pro výrobu lan a provazů.

PS (Polystyren) – vzniká jako produkt polymerace styrenu. Jedná se v podstatě o umělou hmotu, která má využití při výrobě modelů, slouží jako izolace ve stavebnictví. Jedná se o poměrně tvrdý plast, ale křehký plast (WWW.LEVA-NET.WEBNODE.CZ; 2015).

5 Technologie používané při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

Nakládání s odpady a jejich zpracování se řídí platnými právními předpisy, ať už se jedná o zákon o odpadech nebo o evropské směrnice. Nutno ale podotknout, že v čase se jednotlivé zákony novelizují, upravují a doplňují. I česká podoba zákona o odpadech čeká na novou verzi, která bude odpovídat současným trendům i nařízením Evropské unie (WWW.ARCHIV.IHNED.CZ; 2017). Na půdě evropského parlamentu projednávaný balíček o oběhovém hospodářství jasně stanovuje, jak se Česká republika bude muset v následujících letech vyrovnávat s odpadovým hospodářstvím. Základním požadavkem Evropské unie je zvýšit podíl recyklace jako způsobu zpracování odpadů a výrazně ustoupit od metody skládkování. To bohužel v ČR stále převládá jako nejčastější způsob nakládání s odpady (WWW.MZP.CZ; 2015). Společný unijní cíl je recyklovat až 65 % komunálního odpadu do roku 2030, recyklovat 75 % obalových odpadů a snížit podíl skládkování na 10 % objemu veškerého odpadu (WWW.EUROPA.EU; 2015). V následující části budou popsány základní technologie pro zhodnocení a využití vybraných složek průmyslových odpadů s detailním zaměřením na recyklaci jako významný budoucí způsob využívání odpadů.

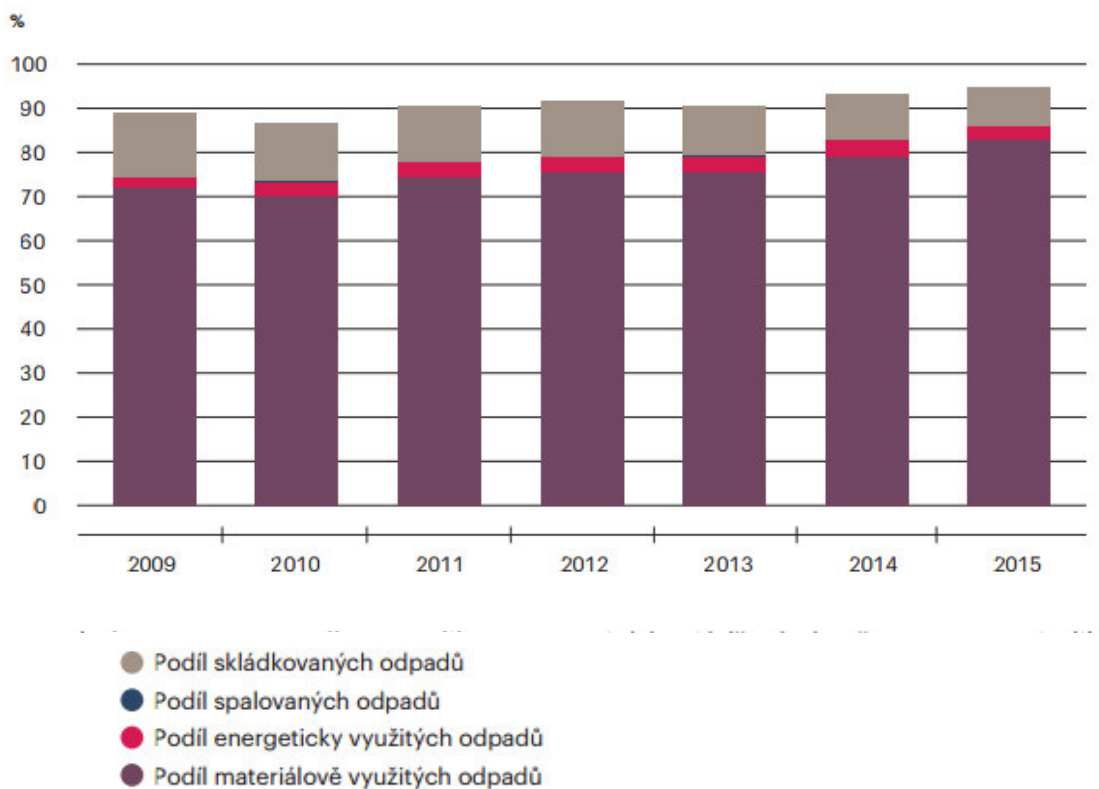
5.1 Nakládání s odpady

V rámci odpadového hospodářství musí být dodržována jasně definovaná hierarchie způsobů nakládání s odpady. Tu stanoví zákon o odpadech (ZÁKON č. 185/2001 Sb., §9a):

- předcházení vzniku odpadů,
- příprava k opětovnému použití,
- recyklace odpadů,
- jiné využití odpadů, například energetické využití,
- odstranění odpadů.

Způsoby nakládání s odpady se rozdělují na **materiálové využití odpadů**, kam se řadí recyklace, regenerace odpadů, na **energetické využití odpadů**, **odstraňování odpadů skládkováním** a **spalování** (WWW.MZP.CZ; 2015).

Obrázek 3 Graf podílu vybraných způsobů nakládání s odpady na celkové produkci odpadů v ČR



Zdroj: CENIA, 2015

Samotný Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech rozděluje využívání odpadu do dvou kategorií na materiálové využití a energetické využití. Podle aktuální Zprávy o životním prostředí se podíl materiálové využití odpadů zvýšil. Mezi nejčastější způsoby patří recyklace a využití odpadů na terénní úpravy. Energetické zpracování výrazně zaostává, i když meziročně k mírnému nárůstu došlo. Skládkování v oblasti zpracování odpadů stále převažuje, díky moderním technologiím se jeho podíl mírně snižuje.

5.2 Materiálové využití

Materiálové využití odpadů je v naší zmíněné hierarchii na předním místě a představuje dlouhodobý cíl ve zpracování odpadů. Jedná se o proces, jehož cílem je upravený odpad dále materiálově využít nebo z něj získat surovinu pro další výrobu. Mezi základní metody se řadí:

- biologické procesy – kompostování,
- recyklace – přímá a nepřímá,
- regenerace,
- využití odpadů na terénní úpravy,
- využití odpadů na rekultivaci.

5.2.1 Technologie kompostování

Významným nástrojem materiálového využití odpadů je v České republice tradiční kompostování. To je biologická metoda využívání bioodpadu, kterou se za přístupu vzduchu, při vhodné vlhkosti a činnosti mikroorganismů přeměňuje bioodpad na kompost. Výsledný produkt má využití jako hnojivo v zemědělství, při rekultivacích a zahradnických činnostech. Kompostovat lze de facto jakýkoli biologicky rozložitelný materiál. Může se jednat o komunální odpad, odpady z kultivací parků, odpady z potravinářského průmyslu, kaly z odpadních vod nebo odpady z dalších průmyslových odvětví. O kvalitě výsledného produktu rozhodují chemická, fyzikální a biologická složení vstupní suroviny. Výhodou této technologie jsou především nízké provozní náklady a malá zátěž v ohledu k životnímu prostředí (KRENÍKOVÁ; 1999).

5.2.2 Technologie recyklace

Recyklace je v hierarchii odpadů formulované směrnicí EP a Rady ES na nejvyšším místě a má nejvyšší prioritu. Z hlediska ekonomického i environmentálního je nutné, aby se postupně podíl recyklovaných materiálů zvyšoval. Recyklace je jako proces nakládání s odpadem definován Směrnicí EU č. 98/2008 (ES) v článku 3 jako *jakýkoli způsob využití, jímž je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky, ať pro původní nebo pro jiné účely. Zahrnuje přepracování organických materiálů, ale nezahrnuje energetické využití a přepracování na materiály, které mají být použity jako palivo nebo jako zásypový materiál.*

Recyklační technologie je pak souborem na sebe navazujících procesů, postupů, technologických operací, jehož cílem je přeměna odpadu na druhotnou surovinu (KURAŠ; 2014).

Recyklace se dělí na dvě základní skupiny: na **přímou recyklaci**, kdy je možné odpad opětovně využít bez úpravy a **nepřímou recyklaci**, kdy je třeba odpad před jeho dalším využitím zpracovat a upravit do vhodné podoby. Za specifický druh recyklace lze označit máloodpadové (nebo také bezodpadové) technologie. Zatímco při máloodpadových technologiích se jedná o vysoký stupeň využití surovin a podstatné snížení zpracovatelského odpadu, při bezodpadové technologii jsou vytvářeny uzavřené technologické cykly, v rámci kterých se odpady recyklují a vracejí se zpět do výroby (WWW.EKOLOGIE.XF.CZ; 2001).

Charakteristickým znakem recyklační technologie je její relativní samostatnost ve schématu **výroba – odpad – výroba**. Ve většině případů jsou realizovány samostatně, nikoli jako součást výrobní technologie (MIKOLÁŠ; 1988).

Recyklační technologie zaznamenávají v posledních letech značný vývoj. Recyklační průmysl se snaží reagovat na aktuální trendy související především s požadavky Evropy a co nejúčinněji využívat zdroje.

V praxi se recyklace týká převážně:

- kovových odpadů,
- papíru,
- plastů,
- pryže a pryžového odpadu,
- skla,
- textilií,
- stavebního odpadu,
- elektroodpadu a upotřebeného elektrozařízení (KRENÍKOVÁ; 1999).

V následující části práce jsou popsány jednotlivé technologie pro zpracování vybraných druhů odpadů.

Recyklace plastů

Největší změny zaznamenaly v posledních letech recyklační technologie pro odpadní plasty. Důvodem je již zmiňovaný tlak ze strany Evropské unie na intenzivnější využívání odpadů a snížení podílu skládkování, ale také rostoucí zájem o poměrně ekonomicky atraktivní recyklační byznys. Plasty představují velký podíl veškerých odpadů a jejich zdrojem jsou firmy vyrábějící plasty, chemický průmysl, textilní průmysl, potravinářský průmysl, strojírenství. Plasty mají své místo v prakticky všech průmyslových odvětvích. Vyrábějí se z nich různé výrobky, od tašek a obalů, až například po okenní rámy. Jejich primární výhodou je nízká cena. I přes značný vývoj recyklačních technologií, je zejména recyklace spotřebních plastů stále ještě v začátcích.

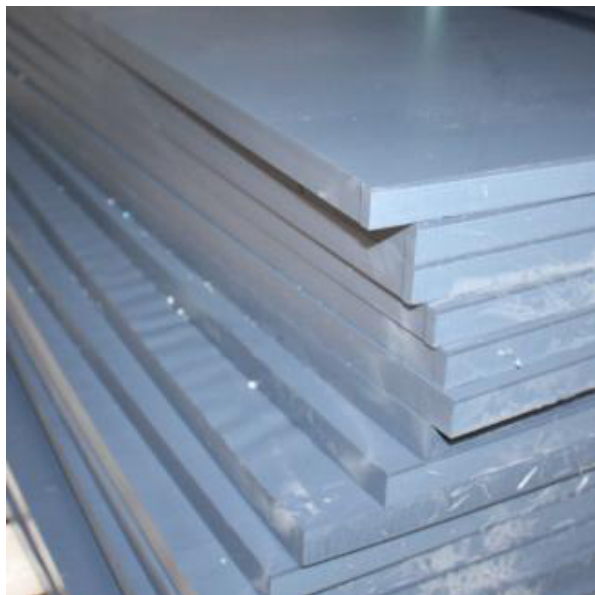
Využití recyklovaných plastů je poměrně široké. Mohou sloužit jako doplňková surovina k primární surovině při samotné výrobě plastů nebo na výrobu dalších výrobků či předmětů. V tomto směru ale hraje důležitou roli kvalita recyklovaných plastů. **Technologické plasty**, které jsou odpadem při výrobě, se obvykle vracejí do výroby bez větších nároků na složení nebo barevnost. **Průmyslové plastové odpady** vznikají při zpracování v průmyslu (obaly) a **komunální plastové odpady** obsahují odpad nejčastěji z obalů a nápojů (KRENÍKOVÁ; 1999).

Pro efektivní recyklaci plastů je v celém procesu klíčová otázka rozdělení plastů podle jejich vlastností a správné roztřídění. V průmyslu jsou lépe využitelné mechanicky dobře tvarovatelné termoplasty. Termoplastové odpady vznikají v průmyslu a spotřebě a jedná se především o: polyvinyl (polvinylchlorid), polyolefiny (polyetylen, polypropylen), polystyren, polyuretan, polyetylentereftalát (např. PET lahve) aj.

Pro různé plasty je třeba používat různé technologické postupy. Technologie obvykle zahrnuje drcení, prosévání, aglomeraci, granulaci, čištění, praní apod. Nejčastější metodou pro zpracování PET lahví je tzv. PET flakes.

Z recyklovaných lahví vzniká speciální granulát ve formě drobných částic, které se mohou dále přimíchávat například pro výrobu textilních výrobků. Polyetylen regranulátu má další využití při výrobě fólií, pytlů. Polystyrén se využívá k přimíchávání do různých směsí, vícedruhové plasty slouží pro výrobu plastových produktů.

Obrázek 4 Plastové desky před drcením



Obrázek 5 Plastové desky po drcení



Zdroj: Firma A, 2017

Zdroj: Firma A, 2017

Recyklace skla

Sklo patří mezi tradičně recyklované suroviny a recyklát především nahrazuje nebo doplňuje primární suroviny. Sklo navíc patří mezi nejlépe recyklovatelné materiály. Sklo se vyskytuje ve formě zlomkového skla: úlomky skleněných obalů, střepy vznikající při zpracování technického a stavebního skla, zlomky tabulového skla, neobsahujícího železo, zlomky skleněných obalů z potravinářského a obalového průmyslu.

Jeho příprava na recyklaci ale vyžaduje pečlivou úpravu v podobě oddělení barevného a čirého skla, musí být odděleny všechny další příměsi a nečistoty, které se nesmí dostat na zpracovatelské linky nebo do tavicí pece. Skelné drtě, které jsou výsledkem recyklace, se přimíchávají do primární suroviny a slouží k výrobě nového skla.

Obrázek 6 Skelná drť modrá



Zdroj: www.glass-sphere.com

Obrázek 7 Skelná drť zelená



Zdroj: www.glass-sphere.com

Recyklace kovů

Primárním zdrojem kovových odpadů jsou vedle výkupu a sběru odpady ze strojírenského průmyslu, z výroby železa jako takového. Složení kovových výrobků se bohužel v posledních desetiletích stalo velmi různorodým. To samozřejmě komplikuje i samotný proces recyklace, kdy při získávání jednoho kovu mohou být jiné znehodnoceny (KURÁŠ; 2014). Pro dotřídění a oddělení kovů se využívají specifické chemické, fyzikální i metalurgické technologie. Vždy v závislosti na složení recyklovaného materiálu. Do zvláštní skupiny kovových odpadů patří zpracování a využití ocelářské strusky, která vzniká jako vedlejší produkt při výrobě oceli. Zpracovaná rozemletá struska má využití pro dopravní stavby, protože díky svým vlastnostem (tvrdost) nahrazuje přírodní kamenivo.

Obrázek 8 Ocelářská struska



Zdroj: www.dk1.cz

5.2.3 Regenerace

Regenerace odpadu je obnovení užitných vlastností látkám nebo předmětům tak, aby mohly být použity k původnímu účelu a nestaly se odpadem. Je možné regenerovat především chemické látky, kyseliny a zásady, rozpouštědla atd., která se využívají v průmyslových odvětvích a jejich výrobních procesech. Pro regeneraci jsou využívány fyzikálně-chemické metody, např. destilace, stripování, oxidace apod. Regenerované látky se vracejí zpět do výrobního procesu, a to přímo v provozu. Díky technologiím regenerace se výrazně snižují náklady na pořízení nových chemikálií, ale také se touto metodou dají efektivně odstranit nebezpečné odpady.

5.2.4 Využití odpadů na terénní úpravy a na rekultivaci

Mnoho míst bylo v minulosti velmi nešetrně zasaženo těžbou surovin a těžkým průmyslem. Cílem současné ekologie je navrácení takto zasažených území do původního stavu. A to často s využitím odpadů. Využívání odpadů na povrchu terénu upravuje vyhláška č. 383/2001 Sb. Na terénní úpravy je nejvhodnějším materiálem – odpadem zemina ze stavební činnosti nebo výkopových prací. I v tomto směru se samozřejmě předpokládá kvalita odpadů ve smyslu neznečištění nebezpečnými látkami. I pro rekultivaci mají odpady své využití, jedná se o odpady z rostlinné výroby, živočišné výroby, použity mohou být ale také například elektrárenské popílky a kaly z odpadních vod.

5.3 Energetické využití odpadů

Odpady mohou být významnou druhotnou surovinou a nahrazovat ve výrobním procesu suroviny primární. Jsou ale také cenným zdrojem energie, náhradou za energeticky náročná fosilní paliva. Odpad tak může být zapojen do procesu výroby tepla a elektřiny. Energeticky je nejčastěji využíván komunální odpad, využití má v tomto ohledu ale také odpad průmyslový.

Energetické využití odpadů probíhá především formou:

- spalování,
- spoluspalování,
- pyrolýza/zplynování,
- plazmová technologie,
- mokrá oxidace.

5.3.1 Technologie spalování

Energetické využívání odpadů je proces získávání energie ve formě elektřiny, tepla, případně obou současně (KURAŠ; 2014). Spalování odpadu s cílem produkce tepelné energie probíhá ve speciálních zařízeních, spalovnách (ZEVO). Vyprodukovaná tepelná energie je pak využita například v centrálním systému zásobování teplem nebo třeba k výrobě páry a následné produkci elektrické energie. Ve většině spaloven jsou využívány moderní technologie k očištění odpadů od škodlivých zplodin, aby do ovzduší prošlo minimální množství emisí. Spalovat je možné prakticky veškerý odpad, komunální, průmyslový ale i zdravotnický. Komunální odpad je spalován nízkoteplotně při teplotách 800 až 900 °C. Ke spalování nebezpečných odpadů se používá vysokoteplotní spalování v rotačních cementových pecích při teplotách 1 200 až 1 500 °C (WWW.OENERGETICE.CZ; 2015). Důležitou vlastností při spalování odpadů je výhřevnost. To je vlastnost paliva, která udává, kolik energie se uvolní úplným spálením jedné jednotky – obvykle se udává na 1 kg. Komunální odpad má výhřevnost kolem 10 GJ.tun⁻¹. Pro srovnání: výhřevnost černého uhlí je kolem 31 GJ.tun⁻¹. Z toho vyplývá, že spálením 3 tun odpadu vyrobíme stejné množství energie jako spálením 1 tuny černého uhlí.

Další technologií energetického využití odpadů je tzv. **spoluspalování**. To je definováno jako využití odpadů v průmyslových spalovacích zařízeních, která nebyla původně určena speciálně pro zpracování odpadů, ale představují výrobní procesy využívající tepelnou energii či elektřinu (KURAŠ; 2014). Technologie spoluspalování se nejčastěji využívá v cementárnách. Při výrobě cementu se k primárnímu palivu přimíchává v určitém poměru tuhé alternativní palivo, nadrcené na drobné kousky. Využití materiálu v cementárně je komplexní, nejen energetický obsah, ale i vlastní hmota, jsou v procesu výroby cementu využity. Na rozdíl od spalovny cementárna neprodukuje žádný další nebezpečný odpad, jako jsou popílek

a struska. Nevýhodou spalování pak mohou být vyšší koroze (vzhledem k vyššímu obsahu Cl a S v palivu z odpadů) nebo nestabilita výrobních podmínek, které jsou ovlivněny nehomogenitou paliva z odpadů.

5.3.2 Technologie pyrolýzy

Pyrolýza je jedním ze způsobů energetického využití odpadů. Pyrolýzní proces je založen na rozkladu organických látek působením tepla bez přístupu oxidačních médií. Reakčními produkty jsou plyny, plynné uhlovodíky, stejně jako pevné, koksu podobné zbytky s inertními materiály. Procesem pyrolýzy se získávají 4 hlavní produkty: Pyrolýzní plyn a pyrolýzní olej, které lze využít jako palivo pro motory a turbíny a oba produkty lze prostřednictvím rafinace zušlechťovat, tuhý koks, ze kterého můžeme získat cenné látky, a eventuálně pyrolýzní voda (WWW.OENERGETICE.CZ; 2017).

5.3.3 Technologie zplynování

Zplynování je termochemická přeměna organických materiálů na plynné palivo neboli syntézní plyn (KURAŠ; 2014). V současné době výrazně roste popularita tzv. **plazmového zplynování**, které představuje environmentálně šetrný a ekonomicky výhodný způsob využití odpadů. Prostřednictvím této technologie lze recyklovat mnoho typů surovin, jako například biomasu, ale i různé druhy průmyslových a komunálních odpadů. V rámci této technologie dochází za vysokých teplot k rozložení odpadů na syntézní plyn – organické části odpadu, a strusku – anorganické části odpadu. Syntézní plyn se pak stává surovinou pro energetické využití, struska se dá využít jako stavební materiál.

5.3.4 Technologie mokré oxidace

Mokrá oxidace se používá nejčastěji pro zpracování kapalných odpadů – odpadních vod. Je vhodná k oxidačnímu zneškodňování např. čistírenských kalů, sulfidových výluhů v celulózkách, kyselých kondenzátů z rafinace ropy nebo odpadů z farmaceutického průmyslu. Výhodou mokré oxidace jsou nízké provozní náklady dané vyloučením odpařování z čistícího procesu a vysoká účinnost. Nevýhodou jsou vysoké investiční náklady na tlakovou korozně odolnou aparaturu (RICHTER; 2005).

6 Technologická zařízení používaná při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

Pro nakládání s odpady a jejich zpracování se využívají rozmanité technologie, jejichž cílem je maximální využití odpadu. K tomu slouží různá technologická zařízení, ať už se týkají třídění odpadů nebo pak samotného zpracování. Společnosti a podniky na zpracování odpadů musí v posledních letech reagovat na aktuální výzvy a trendy a zpracovávat odpad podle platných zákonů a norem. S tím souvisí i pořízení speciálních moderních zařízení, která dokáží využívat a zpracovávat odpad kompletně, od svozu až po finální recyklaci. Zásadní úlohu pro naplnění cílů oběhového hospodářství v Evropě hraje totiž skutečná míra recyklace. Nikoli jen procesy třídění, dotřídění, vyčištění a následně odvezení na skládky. V následující části bude popsána základní technologická zařízení pro materiálové využití odpadů formou recyklace, od dotřídění až po finální zhodnocení recyklovaného výrobku. Celý proces zpracování a využití odpadu bude podrobněji popsán na konkrétní firmě.

6.1 Technologická zařízení pro materiálové využití odpadů

Materiálové využití odpadů představuje v současné době prioritu pro zpracování odpadů. Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, nejvýznamnějším způsobem materiálového využití je recyklace. Pro efektivní recyklaci jsou kladeny vysoké nároky na čistotu vytříděných složek. Proto vždy recyklaci předchází proces tzv. **separace**, aby mohl proces pokračovat do technologických zařízení, jako jsou drtiče, aglomerační linky a regranulační linky.

Proces recyklace se dělí na 4 stupně:

- separace,
- drtiče,
- aglomerační linky,
- regranulační linky.

6.1.1 Separace

Materiál je zapotřebí nejprve roztřídit dle materiálu, barvy, velikosti a tvaru. K tomuto rozdělení se používají buď ruční, nebo mechanické separace. Ruční separace je ekonomicky výhodnější pro menší firmy, které pracují s menším množstvím odpadů. Naopak u větších firem je zapotřebí mechanické technologie (MÜLLER; 2008).

6.1.2 Drtiče

Při drcení dochází ke zdobňování odpadových materiálů a to především plastů. Je zapotřebí rozeznávat dva základní typy - **drcení** a **mletí**. Drcení se nejčastěji provádí na válcových, čelistových, kuželových a odrazových drtičích a to na jednohřídelových nebo dvouhřídelových drtičích. Materiál je drcen, rozmačkáván, roztírán nebo štěpen tlakem či úderem mezi dvěma hřídeli. Pracovním nástrojem těchto strojů jsou trhací zuby, nože a hroty. U některých drtičů se používá hydraulický tlak, který materiál zatlačuje mezi nože drtiče (MÜLLER; 2008).

Čelistové a Kuželové drtiče

Oba tyto drtiče pracují na podobném způsobu. U čelistových drtičů je materiál drcen mezi dvěma čelistmi, kde je jedna čelist pohyblivá a druhá je pevně připojena ke stroji. U kuželových drtičů se materiál drtí v pevně uloženém plášti, ve kterém je pohybující se kužel. Otáčením kužele dochází k rozmělnění materiálu. Drtiče se používají na velmi pevné materiály pro střední a hrubé drcení. Své uplatnění najdou především ve stavebním odpadu (MÜLLER; 2008).

Odrázové drtiče

Odrázové neboli kladivové drtiče pracují na principu úderů. Materiál je nejdříve rozdrcen nárazem na tuhé lišty a následně prudkými údery kladiv. Používá se pro drcení velkých kusů materiálu.

Válcové drtiče

Válcové drtiče jsou nejrozšířenější a nejpoužívanější. Používají se pro střední a jemné drcení plastových výrobků, skla, pryže, pneumatik, dřeva i komunálu. Drcení se provádí buď na jednohřídelových nebo dvouhřídelových drtičích.

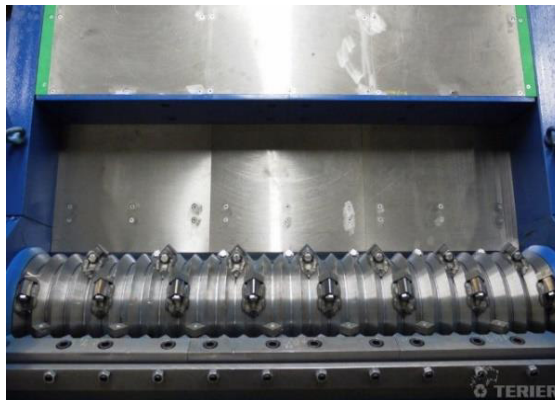
Jednohřídelové drtiče

Používají se na drcení plastů, dřeva, kabelů, papíru, pryže a gumy. Pracovním nástrojem drtiče je rotor hřídele a pevné ostří ve tvaru hřebene. Hřídel je opatřena ostrými břity, které se otáčejí a drtí materiál. Pod touto hřídelí se nachází síto o nastavitelné velikosti a rozhoduje o konečné výstupní velikosti drcených kusů. Velikost frakce se dá nastavit od 6 do 30 mm. Drtič je vybaven hydraulickým přitlakem, který dotlačuje materiál ke hřídeli. Pod sítím drtiče se nachází pásový dopravník, který dopraví drť do big-bagu nebo k následnému dalšímu zpracování (WWW.TERIER.CZ; 2017).

Obrázek 9 Jednohřídelový drtič od firmy Terier s.r.o.



Obrázek 10 Hřídel s ostrými břity



Zdroj: www.terier.cz/

Zdroj: www.terier.cz/

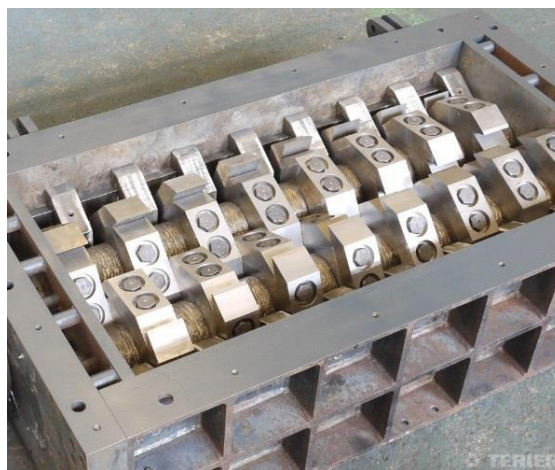
Technické specifikace:

- průměr rotoru 350 mm,
- délka rotoru 2000 mm,
- příkon motoru 45 – 135 kW,
- otáčky 80 – 100 otáček/minutu,
- výstup 1 – 5 tun.hodina⁻¹ (WWW.TERIER.CZ; 2017).

Dvouhřídelové drtiče

Používají se k hrubému drcení plastových výrobků, palet, skla, cihel nebo pneumatik. Často se využívají na skládkách, sběrných dvorech nebo k recyklačním linkám. Pracovním nástrojem drtiče jsou dva hřídele, které jsou osazeny rotačními noži. Hřídele se otáčejí rozdílnou úhlovou rychlostí a vtahují mezi sebe materiál, který je rozdrcen. Velikost frakce je dána vzdáleností rotujících nožů, které se dají podle potřeby přemontovat. Nože lze po opotřebení snadno vyměnit. Drtič je vybaven hydraulickým tlakem, který materiál zatlačuje mezi hřídele (WWW.TERIER.CZ; 2017).

Obrázek 11 Dvouhřídelový drtič od firmy Terier s.r.o. Obrázek 12 Hřídel s rotačními zuby



Zdroj: www.terier.cz

Zdroj: www.terier.cz

Technické specifikace:

- šířka drtícího prostoru 950 mm,
- délka drtícího prostoru 2000 mm,
- příkon 33 – 150 kW,
- výkon 1 – 30 tun.hodina⁻¹ (WWW.TERIER.CZ; 2017).

Mlýny

Na českém zpracovatelském trhu jsou drtící mlýny mnohem méně využívaným a žádaným zařízením než klasické drtiče. Jejich velkou nevýhodou je malá energetická účinnost a přitom poměrně vysoká spotřeba energie z důvodu náročného procesu mletí, který sám o sobě spotřebovává velké množství energie. Mletí se provádí ve dvou různých variantách - za sucha anebo ve vodě.

Základní rozdíl mezi drcením a mletím se projevuje ve výsledné zrnitosti drceného materiálu. Zatímco u drcení se velikost frakce pohybuje od 6 do 25 mm a více, u technologie mletí se pohybuje od 0,01 do 6 mm. V praxi se technologie mletí neuplatňuje v takové míře jako technologii drcení, o kterou je mnohem větší zájem, jelikož má jednodušší provedení a není časově náročná (MÜLLER; 2008).

6.1.3 Aglomerační linky

Využívání aglomerační linky pro zpracování odpadů odpovídá současným trendům a moderním přístupům ke zpracování odpadů. Aglomerace je proces o něco složitější. Zahrnuje několik po sobě jdoucích postupů. Materiál je nejprve drcen, následně pomocí třecího tepla natahován a řezán.

Výhodou linky je právě fakt, že všechny tyto postupy jsou její součástí a je v tomto směru zcela soběstačná. Podrobnější popis technologického procesu bude popsán na konkrétním příkladu Firmy A.

V České republice aglomerační technologie ještě zdaleka není tak rozšířená jako například v sousedním Německu. Německá firma WIPA patří ve zpracování odpadů metodou aglomerace ke světové špičce. V nedávné době uvedla na trh aglomerační linku typu DGS, které nese řadu výhod. Tato aglomerační linka klade ty nejvyšší nároky na výstupní materiál. Jde o zlepšený aglomerační proces s použitím malého množství energie.

Obrázek 13 Aglomerační linka WIPA DGS



Zdroj: www.wipa-germany.de

Výhody typu DGS ve srovnání se standardním procesem aglomerace:

- pravidelnější tvar materiálu na výstupu,
- nižší spotřeba energie (přibližně o 30 %),
- možnost přidání aditiv nebo plniv,
- vyšší objemová hmotnost,
- zpracování až 16 tun materiálu za hodinu,
- lepší sypké vlastnosti materiálu,
- kontinuální proces,
- jednoduché ovládání (WWW.WIPA-GERMANY.DE; 2017).

Obrázek 14 Materiál před vstupem do aglomerační linky WIPA DGS a po výstupu



Zdroj: www.wipa-germany.de

6.1.4 Regranulační linky

Jedná se o tepelné zpracování, kde je tavenina plastu pomocí vytláčovacího stroje neboli extruderu vytlačována. Při regranulaci dochází ke zlepšení vlastností materiálu a výsledkem je čistý granulát. Tento granulát může mít nálepku „vyrobeno z recyklovaného materiálu“. Granulát má tvar válečků nebo kuliček. Má dobrou sypnou hmotnost a lze jej snadno dávkovat. Velkou výhodou je jeho nízká cena a možnost opakovaní recyklace.

Obrázek 15 Granulát z regranulační linky



Zdroj: www.starlinger.com

Materiál je do regranulační linky přiváděn pomocí pásového dopravníku, na kterém je nainstalován detektor kovů. Následuje rozdrčení materiálu pomocí jednohřídelové frézy. Poté pomocí šnekového dopravníku je materiál dopraven do extrudéru. Dalším krokem jsou čtyři druhy filtrace. Filtrace taveniny bez propláchnutí, s propláchnutím, s rotačním filtrem a s napájecím propláchnutím. Posledním krokem je peletizace. Na výstupu je čistý granulát (WWW.STARLINGER.COM; 2017).

6.2 Firma A

Jak konkrétně firmy a podniky zpracovávají odpady, jaké procesy a metody využívají, bude představeno na vybrané jihočeské firmě. Z konkurenčních důvodů nebude uváděn její název. V následující části bude figurovat jako Firma A. Údaje obsažené v této kapitole byly získány na základě osobní návštěvy autora práce ve Firmě A a osobními rozhovory s vedením a zaměstnanci firmy.

Jihočeská Firma A působí na českém trhu už od roku 2006. Ze začátku se zabývala jen likvidací odpadu, postupem času se ale zaměřila především na znovuvyužití odpadového materiálu. S tím souviselo i následné pořízení technologií na zpracování a materiálové využití. V současné době Firma A používá moderní technologie a jako jedna z mála českých firem vlastní vedle klasických drtičů také aglomerační linku. Firma může díky svému technologickému vybavení recyklovat téměř všechny druhy odpadů. Z kapacitních a ekonomických důvodů se nejvíce zaměřuje na recyklaci plastů a především pak na následující materiály:

- polyethyltereftalát PET,
- polypropylen PP,
- polyetylen PE,
- polyvinylchlorid PVC.

Uvedené plasty patří v různých formách mezi nejrozšířenější plastové odpady a současně výrazně převyšuje poptávka po jejich zpracování a využití. Firma má kolem 30 zaměstnanců. Denně zpracuje přibližně 15 tun plastu. Z toho 8 tun zpracovává přímo na aglomerační lince. 4 tuny odpadu jsou zpracovávány metodou drcení. Dalších několik tun firma zpracuje lisováním a ručním rozebíráním neboli tříděním.

Technologické procesy při recyklaci:

- získání surovin (obvykle zmetků),
- třídění surovin,
- příprava materiálu k recyklaci,
- proces recyklace,
- uložení a následné využití suroviny.

6.2.1 Získávání surovin

Firma A získává odpadní materiály nejčastěji od podniků, které s plasty pracují v rámci standardní výroby. Nejčastěji se jedná o odpad z výroby. Tedy materiály, které jsou pro výrobní firmu dále nevyužitelné a pro další využití nevhodné. Může se jednat například o plastové palubní desky do aut, vtoky, přetoky, přepravky, trubky, které se zařadily do kategorie tzv. zmetků. Dále je získaný plastový odpad složen z různých odřezků, zbytků z výroby a jiných nepotřebných materiálů.

6.2.2 Třídění surovin

Získané odpadní suroviny musí v první fázi projít pečlivým tříděním podle druhu materiálu (PET, PP, PE, PVC). Po druhovém třídění je v případě plastů nutné od sebe oddělit také barevné plasty. Bílé, tedy průhledné plasty, se zpracovávají přednostně, protože jejich množství je výrazně vyšší a po jejich využití je tedy největší zájem. O trochu nižší cenu mají šedá, zelená a modrá barva, nejnižší cenu mají barvy smíšené. Dále se suroviny třídí podle velikosti a tvaru. Pokud se v odpadních materiálech objeví nepravidelné nebo velké kusy, musí se nejprve jejich tvar a velikost sjednotit a přizpůsobit možnostem.

6.2.3 Příprava k recyklaci

Neméně důležitá je z hlediska recyklace příprava jak materiálu, tak i samotného zařízení na zpracování. Prioritou Firmy A je v celém procesu recyklace především čistota zpracovatelského zařízení. Stroj je zapotřebí po každém procesu důkladně vyčistit a to hlavně v případech, kdy dochází k přechodu z jedné barvy na druhou nebo se začíná recyklovat jiný materiál. Drtí-li se například materiál PET a přechází se na materiál PE je zapotřebí důkladně vyčistit přístroj, protože i pár zrníček materiálu PET může poškodit následné využití recyklátu.

Další zvýšená pozornost je kladena na vytřídění materiálu, aby nedocházelo ke smíchání různých surovin. Poškození se pak projeví v podobě prasklinek nebo vytvořením tzv. bublin. Vyjde-li špatný recyklát, nezbyvá nic jiného než ho vyhodit.

6.2.4 Proces recyklace

Firma A recykluje odpadové materiály pomocí drtičů a aglomerační linky. Na drcení používá jednohřídelový drtič, na kterém denně zpracuje přibližně 4 tuny plastů a výsledkem je jemná drť. K výrobě aglomerátu používá aglomerační linku, na které denně zpracuje až 8 tun plastu.

Drcení

Drcení se provádí na jednohřídelovém drtiči. Firma A drtí převážně materiály PET, PP a PE.

Obrázek 16 Jednohřídelový drtič Firmy A



Zdroj: Petr Kotalík, 2017 (archiv autora)

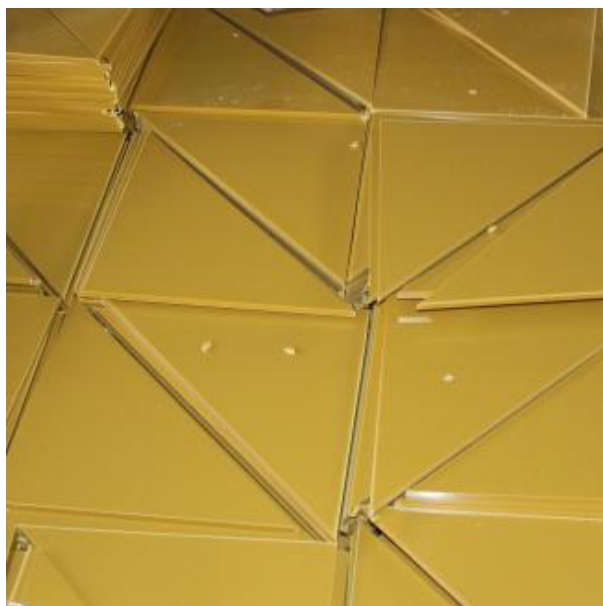
Obrázek 17 Trhací zuby



Zdroj: Petr Kotalík, 2017 (archiv autora)

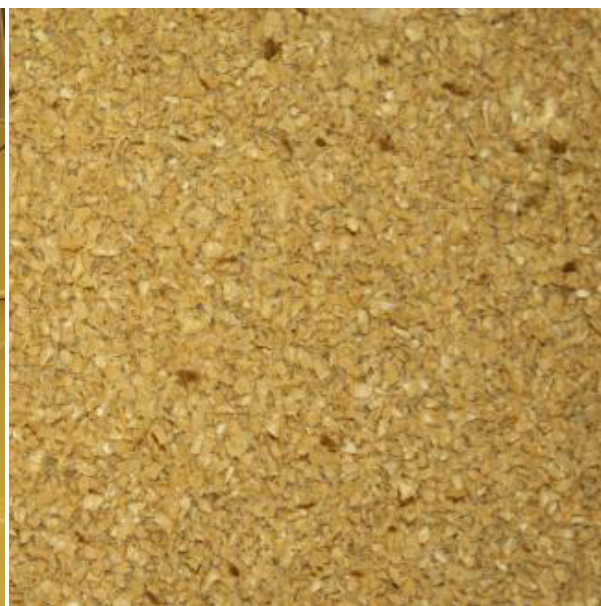
Materiál je obvykle rozdrcen na velikost frakcí 8 až 25 mm. Na přání zákazníka se může ale nastavit i jiná velikost frakcí a mohou být drceny i další druhy plastů. O velikosti frakcí rozhoduje vzdáleností trhacích nožů od hřídele. Připravený materiál se pak začne postupně vkládat do pracovního stroje. U vkládacího stoje je zapotřebí lidské síly, která doplňuje a je-li to nutné, tak i zatlačuje materiál mezi nože drtiče. Tímto vzniká plastová drť, která má další využití pro výrobu.

Obrázek 18 Plastové desky před drcením



Zdroj: Firma A, 2017

Obrázek 19 Plastové desky po drcení

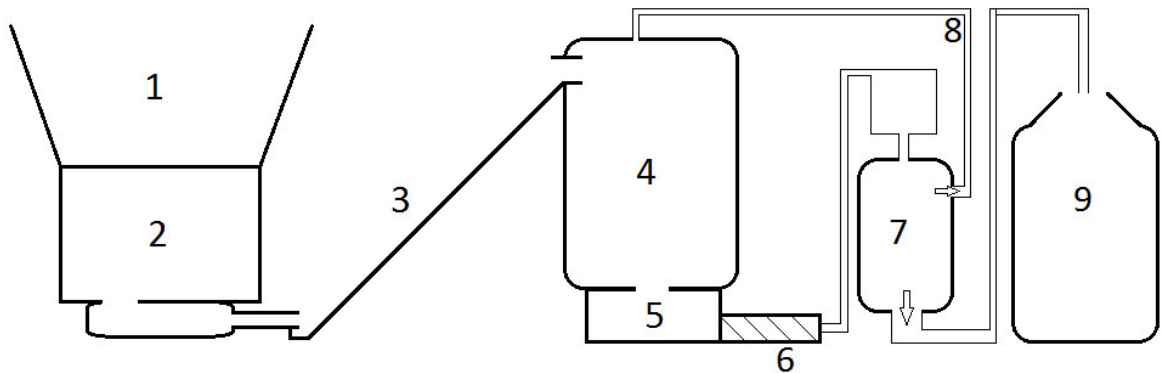


Zdroj: Firma A, 2017

Aglomerace

Aglomerační linka, kterou vlastní naše Firma A, je v České republice jediná. Proto si firma svou výrobní linku chrání a nepřála si její fotografování. Pro sestavení výrobní linky bylo zapotřebí odborné spolupráce s rakouskou společností, která se na technické složení a výstavbu linek specializuje. Firma A se zaměřuje na aglomeraci materiálu kategorie PET-A, což je odpad získaný ve formě vláken, fólií, drtí, monofilů, tkanin, pásek a prachu. Aglomerační linka Firmy A zpracuje za hodinu 500 kg materiálu.

Obrázek 20 Schéma aglomerační linky



Zdroj: Petr Kotalík, 2017 (archiv autora)

- | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 1 – vkládací prostor stroje | 4 – sušení | 7 – vzduchový a magnetický filtr |
| 2 – drcení | 5 – kotoučová komora | 8 – zpětný chod |
| 3 – pásový dopravník | 6 – granulátor | 9 – výsledný aglomerát |

Materiál se vkládá do pracovního prostoru stroje, kde je nařezán na velikost přibližně 60x60 mm. Pomocí pásového dopravníku se nařezaný materiál dopraví do části 4, kde probíhá sušení. V průběhu procesu se materiál vyhřívá a vlhkost se odpaří. Obsah vlhkosti je pak menší než 1 %. Po tomto procesu jde materiál do kotoučové komory, kde mezi kotoučovými disky dochází k hnětení a válcování. V komoře se vytváří třecí teplo a vznikají slinuté stlačené plasty, které jsou v granulátoru nařezány na velikost 4 až 10 mm. Aby se zabránilo prachu a různým nečistotám, prochází aglomerát do magnetického a vzduchového filtru, který zároveň aglomerát i ochladí. Poškozený materiál se vrací zpět do sušárny a kvalitní aglomerát je vysypán rovnou do big-bagu.

Obrázek 21 Materiál před aglomerací



Zdroj: Petr Kotalík, 2017 (archiv autora)

Obrázek 22 Materiál po aglomeraci



Zdroj: Petr Kotalík, 2017
(archiv autora)

6.2.5 Uložení a následné využití suroviny

Výsledná surovina se standardně už při procesu plní do velkých pytlů tzv. big-bagů. U těchto big-bagů je obsluha, která se stará o jejich plnění a uskladnění. Recyklát je v momentě uskladnění připraven na další využití.

Obrázek 23 Materiál před aglomerací



Zdroj: Petr Kotalík, 2017 (archiv autora)

Obrázek 24 Materiál po aglomeraci



Zdroj: Petr Kotalík,
2017 (archiv autora)

Využívání recyklovaných plastů se rozrůstá a zintenzivňuje. Je třeba ale říci, že recyklát se málokdy používá ze 100 %. Obvykle slouží jako příměs k primární surovině a toto množství se řídí například i jeho kvalitou. Podle zkušeností Firmy A přidává od 5 % do 30 % recyklátu. Ve větším poměru se přidává obtížně, protože i přes všechny dokonalosti procesu aglomerace a zpracování, má recyklát stále o něco horší vlastnosti než primární surovina. Výrobky vyrobené s použitím recyklátu dosahují ale stejné kvality jako výrobky z primárních surovin.

Obrázek 25 Big-bagy



Zdroj: www.agroobaly.cz

7 Zhodnocení jednotlivých technologií a technologických zařízení používaných při dotřídění a zhodnocení vybraných využitelných složek průmyslových odpadů

Přechod na oběhové hospodářství a plnění evropských cílů pro využití a zpracování odpadů představuje z dlouhodobého hlediska příležitost pro firmy a podniky zapojit se do zpracovatelského a recyklačního průmyslu. Přestože zaznamenal recyklační průmysl v České republice v posledních letech značný rozmach, stále ještě výrazně zaostáváme za našimi zahraničními sousedy, z hlediska materiálové využití odpadů. Z uvedených technologií převažuje skládkování jako nejčastější způsob nakládání s odpady. Přitom právě to je na chvostu odpadové hierarchie. Před skládkováním mají přednost technologie pro materiálové ale i energetické využití odpadů.

Přestože má mezi technologiemi pro energetické využití odpadů stále největší význam spalování, tlak na šetrný přístup k životnímu prostředí vedl k vývoji alternativních technologií. Mezi ty patří například zmíněné plazmové zplynování. Zahraniční zkušenosti ale ukazují, že rentabilita této technologie je velmi nejistá a v některých případech jsou vyprodukované emise na úrovni spalování. Současné nastavení české legislativy v podobě výše poplatků za skládkování navíc nevytváří tlak a motivaci investorů do podobných způsobů investovat.

Na předním místě ve zpracování odpadů je materiálové využití formou recyklace. Podle Svazu průmyslu a dopravy však v České republice chybí kapacity na recyklaci odpadů a velké množství odpadu se musí odvážet do zahraničí. Přesto řada firem reaguje na současné trendy a výzvy a optimalizuje výrobu s ohledem na následné zpracování odpadů. Jak bylo nicméně uvedeno v předchozí kapitole, celý proces recyklace vyžaduje mnoho kroků od svozu, třídění, úpravy až po finální zpracování. To s sebou přináší i velké náklady na pořízení různých zařízení.

Na příkladu Firmy A, a podle dostupných informací od majitele, je patrné, že pořízení aglomerační linky se z dlouhodobého hlediska vyplatilo. Aglomerační linka zpracuje denně téměř 500 kg materiálu. Díky svým technickým možnostem navíc umožňuje reagovat na poptávku a požadavky na výslednou podobu recyklátu.

Za její nevýhodu lze považovat poměrně vysoký nárok na čistotu vstupního materiálu i linky samotné. Jakékoli malé množství nežádoucích předmětů linku vyřadí z provozu nebo nenávratně kontaminuje výstupní recyklát. Vzhledem k tomu, že je v České republice podobná linka jediná a byla do Firmy A dodána ze zahraničí, nefunguje zde zcela profesionální servis na údržbu a opravy. Všechny technické provozní problémy je nutné řešit přímo s dodavatelem zařízení. Z dlouhodobého hlediska by pro fungování a činnost firmy bylo výhodné a efektivní pořízení také regranulační linky. Regranulát, jako výsledný produkt, má mnohem lepší vlastnosti, je čistší a na českém trhu je po něm větší poptávka. Nicméně je třeba i v tomto ohledu pořídit takové zařízení, které požadovanou kvalitu regranulátu zajistí. Vznikne tak vyšší investice do linky, která bude například mít kontinuální filtraci nebo vakuové odsávání.

8 Závěr

Cílem této práce bylo popsat současný stav zpracování a zhodnocení průmyslových odpadů se zaměřením na různé využívané technologie a technologická zařízení. Proces dotřídění a využití odpadů byl popsán na konkrétní jihočeské firmě, která se zaměřuje na recyklaci plastových odpadů a jako jedna z mála v České republice využívá aglomerační linku. Výsledkem této práce bylo zhodnocení jednotlivých technologií, které se využívají pro nakládání s odpady, a především pak jejich efektivitu a budoucnosti v rámci odpadového hospodářství.

Nakládání s odpady a jejich využití se v nadcházejících letech bude řídit především celoevropskou politikou. Evropská legislativa posledních let naznačuje, jakým směrem se má odpadové hospodářství členských států ubírat. Bude kladen velký důraz na předcházení vzniku odpadů, v druhé řadě pak na jejich maximální využití, ať už energetické nebo materiálové. Česká republika bude primárně nucena řešit vysokou míru skládkování a směřovat k oběhovému hospodářství.

V oblasti energetického využití odpadů stále výrazně dominuje spalování. V České republice fungují aktuálně čtyři velké spalovny. Pokud ale bude postupně Česká republika energetické využívání odpadů posilovat tak, aby naplnila evropské výzvy, současné spalovací kapacity nebudou dostatečné. Bohužel Evropská komise vznik nových velkých spalovacích zařízení příliš nepodporuje. Nebude-li možnost čerpat na výstavbu spaloven evropské dotace, musí se ČR spolehnout na soukromé investory. Kvůli chybějící legislativě a nejasné budoucí podobě zákona o odpadech, je tak vývoj v oblasti existence a vzniku spaloven těžko předvídatelný. I z toho důvodu se dá očekávat větší důraz na likvidaci odpadů pyrolýzou nebo zplynováním, které jsou z hlediska přístupu k životnímu prostředí šetrnější.

Materiálové využití odpadů, zejména pak recyklace, je v rámci odpadového hospodářství budoucností. Má jasnou prioritu v evropské legislativě a bude na něj nepochybně kladen důraz i v očekávané novele zákona o odpadech. Vývoj recyklačních technologií, technologií na dotřídění odpadů, využívání druhotných surovin a odpovědnější přístup firem a podniků k používání dobře recyklovatelných materiálů dokazují, že Česká republika už na evropské

trendy reaguje. Je ale velmi důležité, aby recyklace neskončila u svozu, separace a přetřídění, ale aby výsledným produktem byl skutečný recyklát, připraven na další využití ve výrobě a průmyslu. Zpracování odpadů ve vybrané Firmě A bylo z hlediska jejich využití jasnou ukázkou kompletní recyklace. Zároveň její maximální vytiženost a silná poptávka po zpracování plastů potvrdily i dobrý ekonomický potenciál recyklace.

Dá se očekávat, že nakládání s odpady projde nejen pod vlivem politiky v následujících letech mnoha změnami. S tím bude souviset i vývoj nových technologií na zpracování odpadů a jejich využití. Dominovat bude recyklace. Už teď je zřejmé, že recyklační byznys je v České republice na vzestupu a recyklace se brzy stane samostatným lukrativním odvětvím českého průmyslu.

9 Seznam literatury

BEZODPADOVÉ TECHNOLOGIE. *Ekologie.aktualne.cz* [online]. 2001 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://ekologie.xf.cz/temata/bezodpad/bezodpad.htm>

DRTIČE DVOUHŘÍDELOVÉ. *Terier s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.terier.cz/cz/388/-drdice-dvouhridelove/katalogove-listy.htm>

DRTIČE JEDNOHŘÍDELOVÉ. *Terier s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.terier.cz/cz/399/20/velke-jednohridelove-drtice/-drdice-jednohridelove/katalogove-listy.htm>

ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADU – ALTERNATIVA ZA FOSILNÍ PALIVA. *Oenergetice.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/teplarenstvi/energeticke-vyuziti-odpadu-alternativa-za-fosilni-paliva/>

EVROPSKÁ KOMISE - TISKOVÁ ZPRÁVA/Uzavření cyklu. *European commission* [online]. 2015 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_cs.htm

KEPÁK, František. *Průmyslové odpady*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2005. ISBN 80-704-4709-5.

KRENÍKOVÁ, Věra. *Odpadové hospodářství*. 1999. ISBN 80-7044-213-1.

KRENÍKOVÁ, Věra. *Odpady a druhotné suroviny I*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-869-9.

KURAŠ, Mečislav. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. ISBN 978-80-86832-80-7.

KURAŠ, Mečislav. *Odpady, jejich využití a zneškodňování*. Praha: Český ekologický ústav, 1994. ISBN 80-850-8732-4.

KURAŠ, Mečislav. *Technologie zpracování odpadů*. 2. přeprac. rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1993. ISBN 80-708-0195-6.

MIKOLÁŠ, Jan. *Recyklace průmyslových odpadů*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1988. Ochrana životního prostředí.

MÜLLER, Miroslav. *Zpracovny nekovového odpadu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, katedra materiálu a strojírenské technologie, 2008. ISBN 978-80-213-1840-3.

NÁRODNÍ KONVENT. *Oběhové hospodářství: Nejnovější strategie Evropské unie v oblasti managementu surovin* [online]. 2015 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://www.spcr.cz/images/EU/Doporučení_obehove_hospodarstvi.pdf

NOVÉ ZÁKONY O ODPADECH NESTIHNEME PŘIJMOUT DO VOLEB. *Hospodářské noviny* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://archiv.ihned.cz/c1-65654590-nove-zakony-o-odpadech-nestihneme-prijmout-do-voleb>

ODPADOVÉ FÓRUM: *odborný časopis pro vše, co souvisí s odpady*. Květen 2016. Praha: České ekologické manažerské centrum, 1999-. ISBN 1212-7779.

ODPADOVÉ FÓRUM: *odborný časopis pro vše, co souvisí s odpady*. Listopad 2016. Praha: České ekologické manažerské centrum, 1999-. ISBN 1212-7779.

ODPADOVÉ FÓRUM: *odborný časopis pro vše, co souvisí s odpady - Nová technologie drčení*. 2015. Praha: České ekologické manažerské centrum, 1999-. ISBN 1212-7779.

OENERGETICE.CZ. *Pyrolýza – princip, historie a současnost* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/pyrolyza-princip-historie-a-soucasnost/>

POLITIKA DRUHOTNÝCH SUROVIN ČESKÉ REPUBLIKY. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/assets/dokumenty/51372/60887/635845/priloha002.pdf>

PRODUKCE, VYUŽITÍ A ODSTRANĚNÍ ODPADŮ GENERATION, RECOVERY AND DISPOSAL OF WASTE. *Český statistický úřad* [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/49151919/28002016.pdf/79028645-b5d7-4ada-904b-5c73fa3653f4?version=1.1>

RECYCLING LINE. *Starlinger company* [online]. 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.starlinger.com/en/recycling/recostar-product-line/recostar-universal/>

RICHTER, Miroslav. *Technologie ochrany životního prostředí*. Ústí nad Labem: Fakulta životního prostředí UJEP Ústí nad Labem, 2005. ISBN 80-704-4684-6.

ŘÍMANOVÁ, Dana. *Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. včetně prováděcích předpisů s komentářem*. 2. vyd. Praha: Polygon, 2002. ISBN 80-727-3060-6.

STAVEBNÍ A DEMOLIČNÍ ODPADY. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/stavebni_demolicni_odpady

SYMBOLY NA PLASTOVÝCH LAHVÍCH - CO BYCHOM MĚLI VĚDĚT. *Koncepce společné bezpečnosti* [online]. 2015 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://leva-net.webnode.cz/news/symboly-na-plastovych-lahvich-co-bychom-meli-vedet/>

WIPA DGS SYSTEM. *WIPA Werkzeug und Maschinenbau* [online]. 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.wipa-germany.de/en/products-machines/agglomeration/wipa-direkt-granulier-system-type-dgs/>

ZPRÁVA O ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2015 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_o_stavu_zivotniho_prostredi_publicace/\\$FILE/SOPSZP-Zprava_ZP_CR_2015-20170301.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_o_stavu_zivotniho_prostredi_publicace/$FILE/SOPSZP-Zprava_ZP_CR_2015-20170301.pdf)

10 Přílohy

Příloha č. 1 Vyhlášky MŽP 381/2001 Sb., ve znění vyhlášky č. 503/2004 Sb.

- 01 Odpady z geologického průzkumu, těžby, úpravy a dalšího zpracování nerostů a kamene
- 02 Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství a z výroby a zpracování potravin
- 03 Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky
- 04 Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
- 05 Odpady ze zpracování ropy, čištění zemního plynu a z pyrolytického zpracování uhlí
- 06 Odpady z anorganických chemických procesů
- 07 Odpady z organických chemických procesů
- 08 Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání nátěrových hmot (barev, laků a smaltů), lepidel, těsnicích materiálů a tiskařských barev
- 09 Odpady z fotografického průmyslu
- 10 Odpady z tepelných procesů
- 11 Odpady z chemických povrchových úprav, z povrchových úprav kovů a jiných materiálů a z hydrometalurgie neželezných kovů
- 12 Odpady z tváření a z fyzikální a mechanické úpravy povrchu kovů a plastů
- 13 Odpady olejů a odpady kapalných paliv (kromě jedlých olejů a odpadů uvedených ve skupinách 05 a 12)
- 14 Odpady organických rozpouštědel, chladiv a hnacích médií (kromě odpadů uvedených ve skupinách 07 a 08)
- 15 Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené
- 16 Odpady v tomto katalogu jinak neurčené
- 17 Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)

- 18 Odpady ze zdravotní nebo veterinární péče a /nebo z výzkumu s nimi souvisejícího (s výjimkou kuchyňských odpadů a odpadů ze stravovacích zařízení, které bezprostředně nesouvisejí se zdravotní péčí)
- 19 Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čistíren odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely
- 20 Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) včetně složek z odděleného sběru