

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra technologických zařízení staveb**



**Bakalářská práce**

**Popis a zhodnocení současného stavu zpracování a využití  
stavebního odpadu**

**Autor práce: Ondřej Pimpara**

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

**© 2017 ČZU v Praze**

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ondřej Pimpara

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Popis a zhodnocení současného stavu zpracování a využití stavebního odpadu**

Název anglicky

**The description and evaluation of current situation of processing and utilization of the construction waste**

---

## Cíle práce

Seznámit se s problematikou zpracování a využití stavebního odpadu a zhodnotit jednotlivé používané metody.

## Metodika

Metodika práce

Na základě literárního rozboru oblasti odpadového hospodářství zabývající se zpracováním a využitím stavebního odpadu, provést popis používaných technologických linek a zařízení a zhodnocení jednotlivých používaných metod.

Osnova práce

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Charakteristika jednotlivých druhů stavebního odpadu
5. Metody a zařízení používané při zpracování stavebního odpadu
6. Možnosti využití stavebního odpadu
7. Zhodnocení vybraných způsobů zpracování a využití stavebního odpadu
8. Závěr a diskuze
9. Seznam literatury
10. Přílohy

## **Doporučený rozsah práce**

30 až 40 stran

## **Klíčová slova**

Odpadové hospodářství, stavební odpad, drtič, třídič, technologická linka

---

## **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

SEDLÁČKOVÁ, V. – SEDLÁČEK, P.: Přípravné procesy. VŠB – Technická univerzita, Ostrava 2004, 114 s., ISBN 80-248-0582-0

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**

2016/17 LS – TF

## **Vedoucí práce**

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

## **Garantující pracoviště**

Katedra technologických zařízení staveb

---

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2016

**doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2016

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2017

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Popis a zhodnocení současného stavu zpracování a využití stavebního odpadu 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 změně 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 .....dne .....

Podpis autora .....

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce, panu doc. Ing. Petru Vaculíkovi, Ph.D. za odbornou pomoc a průběžné konzultace, nutné pro získání informací a podkladů k této práci.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá tím, jak jsou zpracovávány a využívány stavební a demoliční odpady, popisuje jejich zpracování a hodnotí jejich využití. Jako první jsou uvedeny příslušné právní normy a předpisy v oblasti odpadů, definice základních pojmů, cíle odpadového hospodářství, či manipulace s nebezpečnými odpady. Následně jsou charakterizovány vybrané odpady vznikající při stavební, či demoliční činnosti a podíl jednotlivých složek. V navazující kapitole jsou uvedeny způsoby jakým, je stavební odpad zpracováván a mechanismy k tomu používané. Další kapitola hovoří o způsobech uplatnění recyklovaného stavebního odpadu. V poslední kapitole je uvedeno vlastní zhodnocení využití těchto recyklátů, dále jsou zde uvedeny ekonomické a právní vlivy na současný stav zpracování stavebních a demoličních odpadů.

**Klíčová slova:** odpadové hospodářství, stavební odpad, drtič, třídač, technologická linka

## **The description and evaluation of current situation of processing and utilization of the construction waste**

### **Summary**

Objective of this work is to describe current situation of processing and utilization of the construction waste and evaluate their further purpose. As the first one are listed legal standards and regulations related to construction waste management, definition of basic terms, goals of the waste management or manipulation with toxic waste. Secondly they are characterized chosen groups of construction waste generated by construction or demolition activities and the share of individual components. In the following chapter are described ways which is construction waste processed and machines used for this purpose. Next chapter is about ways in which can be material reused. Final chapter contains personal evaluation of recycling material, following by financials and legal influence on the current situation of processing and utilization of the construction waste.

**Keywords:** waste management, construction waste, grinder, sorter, technological line

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Metodika práce .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Charakteristika jednotlivých druhů stavebního odpadu .....</b>	<b>4</b>
4.1.	Základní pojmy a definice v oblasti odpadů.....	5
4.2.	Právní předpisy v oblasti odpadového hospodářství.....	5
4.2.1.	Cíl odpadového hospodářství .....	6
4.2.2.	Nebezpečné odpady .....	6
4.2.3.	Hlášení o produkci a nakládání s odpady .....	7
4.3.	Katalog odpadů .....	7
4.3.1.	Beton, cihly, tašky a keramika (17 01).....	8
4.3.2.	Dřevo, sklo a plasty (17 02).....	10
4.3.3.	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu (17 03).....	11
4.3.4.	Kovy a jejich slitiny (17 04) .....	12
4.3.5.	Zemina, kamení a vytěžená hlušina (17 05) .....	12
4.3.6.	Izolační a stavební materiály s obsahem azbestu (17 06) .....	13
4.3.7.	Stavební materiál na bázi sádry (17 06) .....	14
4.4.	Jiné stavební a demoliční odpady .....	15
<b>5</b>	<b>Metody a zařízení používané při zpracování stavebního odpadu .....</b>	<b>16</b>
5.1.	Druhy recyklačních souprav stavebního odpadu .....	17
5.1.1.	Mobilní soupravy .....	17
5.1.2.	Stacionární soupravy .....	18
5.2.	Základní části technologických linek .....	18
5.2.1.	Zařízení pro drcení .....	18
5.2.2.	Zařízení pro třídění .....	24

<b>6</b>	<b>Možnosti využití stavebního odpadu.....</b>	<b>26</b>
6.1.	Využití odpadního betonu, cihel a keramického odpadu .....	26
6.2.	Využití odpadního dřeva, skla a plastu .....	27
6.3.	Využití odpadů z asfaltu a dehtu.....	28
6.4.	Využití odpadních kovů a jejich slitin.....	29
6.5.	Využití odpadní zeminy a kameniva .....	29
<b>7</b>	<b>Zhodnocení vybraných způsobů zpracování a využití stavebního odpadu .....</b>	<b>30</b>
7.1.	Zhodnocení vlivu rozložení mobilní recyklační linky firmy A .....	30
7.2.	Zhodnocení využití odpadního betonu, cihel a keramických výrobků .....	31
7.3.	Zhodnocení využití odpadního dřeva, plastů a skla .....	31
7.4.	Zhodnocení využití odpadních asfaltových směsí a dehtu .....	32
7.5.	Zhodnocení využití odpadních kovů a jejich slitin .....	32
7.6.	Zhodnocení využití odpadní zeminy, kamení a vytěžené hlušiny .....	32
7.7.	Zhodnocení využití odpadních stavebních materiálů na bázi sádry.....	33
7.8.	Zhodnocení vlivu právních předpisů na zřízení recyklačního centra.....	33
7.9.	Zhodnocení ekonomické výhodnosti použití recyklátu.....	33
<b>8</b>	<b>Závěr a diskuze .....</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>36</b>
<b>10</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>41</b>



# 1 Úvod

Tato práce se má za cíl představit a nastínit problematiku zpracování a následného využití stavebního odpadu. Stavební odpad vzniká nejčastěji, při stavbě a rekonstrukci inženýrských staveb, pozemních komunikací a budov. Převažující složkou jsou výkopové zeminy, které tvoří až dvě třetiny všech stavebních odpadů, aby se omezilo jejich hromadění, a tvorbě skládek jsou využívány pro další stavební činnosti a úpravy povrchů, často bez dalších úprav. U dalších složek už je však nutná úprava aby mohlo dojít k jejímu opětovnému využití. Takový zpracovaný výrobek se nazývá recyklát. Dnes je to zejména stavební suť, ta se po úpravách jako je drcení a mletí využívá jako náhrada prvotních surovin. Při demolicích a následném zpracování se také často setkáváme s nebezpečnými odpady, jedná se hlavně o azbest. Zde je nutno nález nahlásit a nechat uložit na místa k tomu určená, dle zákona o odpadech (č. 185/2001 Sb.).

Recyklovaný stavební odpad je ve světě i v České republice pomalu na vzestupu a to hlavně díky levnější pořizovací ceně recyklátu, při stejných občas i lepších vlastnostech oproti prvotním surovinám. Dále je dnes také čím dál více přihlíženo na zatěžování životního prostředí, kdy využití recyklátu je správným krokem jak už z pohledu energetického (menší spotřeba energie oproti těžbě), tak z materiálního.

Pro zpracování stavebních odpadů se využívají mobilní, či stacionární soupravy v závislosti na velikosti, rozsahu staveniště a finanční náročnosti. Dochází zde k drcení stavebních a demoličních odpadů s následným tříděním vzniklého recyklátu na různé frakce. K efektivnímu procesu je nutná neustálá modernizace a sledování současných trendů.

Využití jednotlivých recyklátů má pozitivní vlivy na zatěžování životního prostředí, některé odpady jsou však zdraví škodlivé a je zaváděno jejich odstraňování a zákaz použití při další výstavbě.

Celkově lze říci, že používání recyklátů má výrazně pozitivní vliv na stavitelství a je potřeba rozšiřovat jejich uplatnění. Zřízení recyklační linky je však pro dodržení všech právních předpisů velice náročné a je tak nutné splnit všechny podmínky pro to vyhrazené.

## 2 Cíl práce

Cílem této práce se seznámit se s problematikou zpracování a využití stavebního odpadu a zhodnotit jednotlivé používané metody.

Na základě literárního rozboru oblasti odpadového hospodářství zabývající se zpracováním a využitím stavebního odpadu, provést popis používaných technologických linek a zařízení a zhodnocení jednotlivých používaných metod.

### 3 Metodika práce

Zvolené metody zpracování této bakalářské práce, s ohledem na cíl uvedený v předchozí podkapitole, jsou následující:

- charakteristika stavebních a demoličních odpadů (SDO), včetně právních předpisů upravující nakládání s nimi;
- definice jednotlivých pojmů v souvislosti s SDO,
- charakteristika vybraných druhů odpadů,
- charakteristika strojních zařízení využívaných pro zpracování a recyklaci SDO,
- uvedení možností využití recyklovaných SDO,
- zhodnocení současného stavu zpracování SDO,
- závěr.

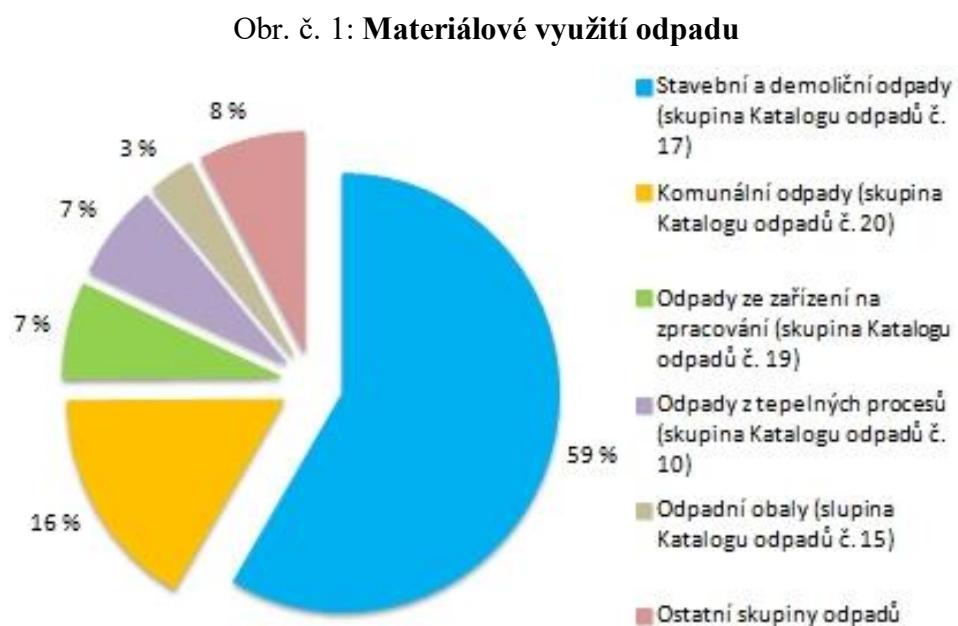
## 4 Charakteristika jednotlivých druhů stavebního odpadu

V této kapitole jsou uvedeny vybrané druhy stavebních, demoličních odpadů a jejich vznik ve stavebnictví. S těmito skupinami je nezbytné se seznámit, pro pochopení dalších pracovních postupů v následujících kapitolách.

**Stavební odpady** jsou nejčastěji relativně čisté heterogenní materiály (např.: beton, cihly, keramika), které vznikají při různých stavebních činnostech, směsi těchto materiálů se nazývají **demoliční odpady**. Příklady demoličních odpadů jsou dřevo, papír, kovy, izolační materiály a sklo. Tyto odpady vznikají záměrně, odstraňováním celých, nebo jen částí objektů, či v důsledku přírodních katastrof, jakou jsou záplavy, zemětřesení a silného větru (KURAŠ, 2014).

Stavební odpad tvoří významný podíl z celkového podílu odpadů (viz obr. č. 1). Podle podílu zastoupení ve stavebních odpadech může být rozdělen do čtyř hlavních skupin:

- výkopová zemina (65-75 %),
- materiál z demolice vozovek (10-15 %),
- demoliční a stavební minerální suť (5-20 %),
- odpady ze stavenišť (5-15 %) (KURAŠ, 2014).



Zdroj: <http://www.tretiruka.cz/>

## 4.1. Základní pojmy a definice v oblasti odpadů

V této podkapitole jsou uvedeny základní definice a pojmy dle zákona č. 185/2001 Sb.

**Odpad** je definován: „*Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.*“

**Nebezpečným odpadem** je „*Odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze přímo použitelného předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů.*“

**Odpadovým hospodářstvím** 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.*“

**Nakládáním s odpady** je „*Obchodování s odpady, shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů.*“

**Využití odpadu** je „*Činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu, a to i v zařízení neurčeném k využití odpadů podle § 14 odst. 2, nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu upraven; v příloze č. 3 k tomuto zákonu je uveden příkladný výčet způsobů využití odpadů.*“

**Recyklace odpadu** je „*Jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití, včetně přepracování organických materiálů; recyklací odpadů není energetické využití a zpracování na výrobky, materiály nebo látky, které mají být použity jako palivo nebo zásypový materiál.*“ (Zákon č. 185/2001 Sb.).

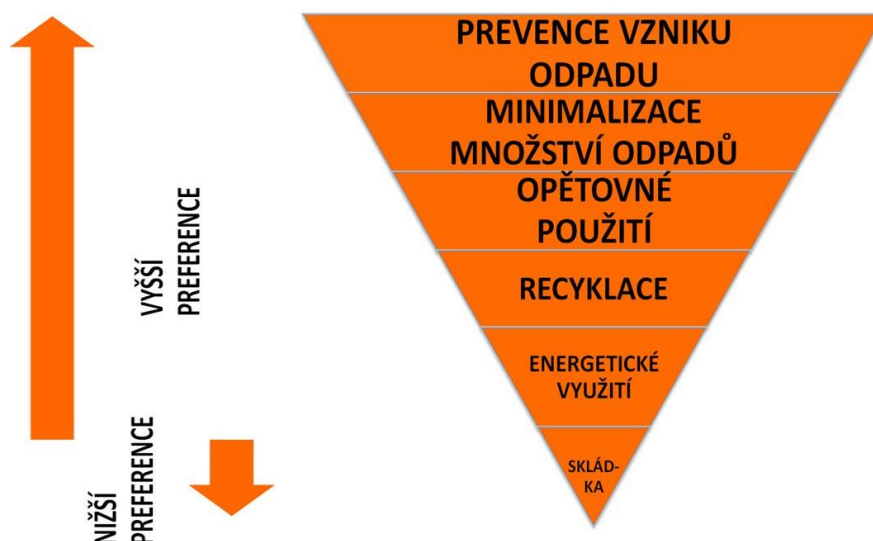
## 4.2. Právní předpisy v oblasti odpadového hospodářství

Odpadovým hospodářstvím rozumíme činnosti, jako je předcházení jejich vzniku, nakládání s nimi a následná péče a kontrola místa kde jsou skladovány. Touto problematikou se začaly ekonomicky vyspělé země zabývat v 80. letech minulého století a od té doby odpadové hospodářství dynamicky roste (MŽP, 2008).

#### 4.2.1. Cíl odpadového hospodářství

Odpadové hospodářství se zabývá několika hlavními body, kde nejvyšší prioritou je právě prevence vzniku odpadu jako takového (viz obr. č. 2). Dle zákona č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství v ČR pro období 2014 – 2024) je definováno jako: „Zvýšit do roku 2020 nejméně na 70 % hmotnosti míru přípravy k opětovnému použití a míru recyklace stavebních a demoličních odpadů a jiných druhů jejich materiálového využití, včetně zásypu, při nichž jsou materiály nahrazeny v souladu s platnou legislativou stavebním a demoličním odpadem kategorie ostatní s výjimkou v přírodě se vyskytujících materiálů uvedených v Katalogu odpadů pod katalogovým číslem 17 05 04 (zemina a kamení).“ (zákon č. 352/2014 Sb.)

Obr. č. 2: Hierarchie nakládání s odpady



Zdroj: <http://www.mzp.cz/>

#### 4.2.2. Nebezpečné odpady

Zařazení odpadů do kategorie nebezpečných odpadů se provádí na základě §6 zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech. Nebezpečný odpad je takový, který splňuje jednu, či více z následujících podmínek:

- je uveden v Seznamu nebezpečných odpadů (vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů),
- je znečištěn, nebo smíšen s některým z odpadů uvedených v Seznamu nebezpečných odpadů,

- je znečištěn, nebo smíšen s některým z odpadů uvedených v Seznamu složek, které činí odpad nebezpečným,
- má-li jednu nebo více nebezpečných vlastností (MŽP, 2008).

#### 4.2.3. Hlášení o produkci a nakládání s odpady

Dle zákona č. 25/2008 Sb., byl zřízen tzv. **Integrovaný systém pro plnění ohlašovacích povinností** (ISPOP) zřízený Ministerstvem pro životní prostředí. Zákon udává povinnost zaslat roční hlášení o produkci a nakládání s odpady. Toto ustanovení má pomoci přispět k monitorování a následné likvidaci nebezpečných odpadů (GRUSMAN, 2012).

#### 4.3. Katalog odpadů

Seznam všech odpadů, včetně jejich označení je uveden ve vyhlášce č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů. Vyhláška udává jednotlivé skupiny SDO (stavebních a demoličních odpadů). Ty jsou podrobně sledovány ke stanovení poměru využití recyklace normovaných skupin za celý rok a porovnává jednotlivé roky mezi sebou (viz tab. č. 1). Výsledky jsou pak podkladem pro sestavení cílů odpadového hospodářství (ŠKOPÁN, 2015).

Tabulka č. 1: **Produkce vybraných SDO v letech 2010-2014**

skupina	odpad	rok	rok	rok	rok	rok
		2010	2011	2012	2013	2014
		[kt]	[kt]	[kt]	[kt]	[kt]
<b>17 01</b>	<b>Beton, cihly, tašky a keramika</b>	<b>3 167</b>	<b>3 033</b>	<b>3 445</b>	<b>3 249</b>	<b>3 688</b>
17 01 01	Beton	1 163	1 127	1 385	1 292	1 422
17 01 02	Cihly	834	776	735	757	745
17 01 03	Tašky a keramické výrobky	18	11	14	12	16
17 01 07	Směsi neuvedené pod č. 17 01 06	1 130	1 092	1 250	1 172	1 473
<b>17 03</b>	<b>Asfaltové směsi, dehet a vyr. z dehtu</b>	<b>466</b>	<b>443</b>	<b>531</b>	<b>510</b>	<b>573</b>
17 03 02	Asfalt. směsi neuvedené pod č. 17 03 01	456	439	526	508	568
<b>17 05</b>	<b>Zemina (včetně vytěžené zeminy z kont. míst), kamení a vytěžená hlušina</b>	<b>10 845</b>	<b>9 053</b>	<b>8 908</b>	<b>9 966</b>	<b>11 128</b>
17 05 04	Zem. a kam. neuvedené pod č. 17 05 03	8 825	8 420	7 832	9 442	10 619
17 05 06	Vyt. hlušina neuvedená pod č. 17 05 05	1 687	306	622	130	102
17 05 08	Štěrky ze železničního svršku neuvedené pod číslem 17 05 07	47	60	64	80	112
<b>17 06</b>	<b>Izol. a staveb. materiály s azbestem</b>	<b>111</b>	<b>71</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>66</b>
<b>17 08</b>	<b>Stavební materiál na bázi sádry</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>17 09</b>	<b>Jiné stavební a demoliční odpady</b>	<b>614</b>	<b>630</b>	<b>496</b>	<b>609</b>	<b>451</b>
17 09 04	Sm. SDO neuv. pod č. 17 09 01, 02, 03	555	585	473	590	441
<b>C E L K E M</b>		<b>15 210</b>	<b>13 239</b>	<b>13 447</b>	<b>14 404</b>	<b>15 916</b>
	z toho 1701 + 170302 + 170904	4 156	4 030	4 383	4 330	4 665
	což z celkového SDO činí [%]	27%	30%	33%	30%	29%

Zdroj: (ŠKOPÁN, 2015)

Dle vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb., která stanovuje Katalog odpadů, bylo vybráno několik z nich k podrobnější definici a seznámení.

#### **4.3.1. Beton, cihly, tašky a keramika (17 01)**

Jedná se o materiály s významným použitím v následné recyklaci, a to právě díky dobrým vlastnostem recyklovaného materiálů a výrazně menším nákladům než u přírodního kameniva. Hromadně se tyto materiály po demolici nazývají stavební sutí, která je vytvářena za pomoci pneumatických kleští (viz obr. č. 3) upevněných na demoličním stroji.

##### **a) Beton (17 01 01)**

*„Beton je kompozitní látka vznikající ztvrdnutím směsi jeho základních složek, a to cementu jako nejčastěji používaného typu pojiva, kameniva (písku, štěrku, drtě) jako plniva a vody.“*  
Tento druh staviva lze definovat jako umělý kámen, který je vzhledově podobný přírodnímu slepenci (SVOBODA, 2013).

Pro beton jsou hlavními znaky velká pevnost v tlaku a malá pevnost v tahu, či ohybu. Proto je využití prostého betonu převážně jen u tlakově namáhaných konstrukcí. Pro dosažení lepších vlastností v tahu se při výrobě přidává ocel, nejčastěji ve formě ocelových prutů z čehož vzniká železobeton, který má velmi dobré vlastnosti v obou směrech namáhání. Přidání oceli však výrazně komplikuje následnou recyklaci, výztuž se totiž často vzepře a zamezí pohybu drtících ploch.

##### **b) Cihly (17 01 02)**

Zdící prvek vyrobený pálením hlinitých materiálů (nejčastěji jílu) ve vysokých teplotách. Cihla se vyrábí v různých formách, nejstarší je cihla plná pálená, která už je dnes využívána jen sporadicky. V dnešní době se využívají různé varianty cihel v rozdílných rozměrech a vlastnostech, jsou to například cihly: děrované, modulové, odlehčené, či s plnivem.

Charakteristické vlastnosti jsou různé podle toho, zda je cihla využívána pro nosné, či nenosné stěny. Pokud je cihla použita pro nosné obvodové stěny, klade se důraz na vysokou pevnost v tlaku a dobré tepelné vlastnosti. (SVOBODA, 2013) Nenosné stěny jsou především dělicími prvky zajišťující zvukovou izolaci a dekorativní účely.



### c) Tašky a keramické výrobky (17 01 03)

Mezi tyto výrobky se řadí především střešní krytiny vyrobené z keramiky a různé keramické obklady, či odpadní trouby.

#### - Obkladové prvky

Dle ČSN EN (725109) 14411 jsou definovány jako „*Tenké prvky z jílu nebo jiných anorganických surovin, které se všeobecně používají pro dlažby a obklady stěn; zpravidla se vytvářejí při teplotě místnosti tažením nebo lisováním, mohou se však vytvářet i jiným způsobem, poté se vysuší a vypalují při teplotách, při kterých se získávají požadované vlastnosti.*“ (SVOBODA, 2013)

#### - Střešní tašky

Jedná se o střešní krytinu, která má ochránit stavbu před vlivy počasí a zamezit poškození dalších konstrukcí. Vyrábí v různých formách a velikostech, kde mají všechny keramické krytiny obdobné vlastnosti, liší se pouze životností, způsobem uchycení na střešní konstrukci a vhodností použití dle sklonu střechy.

Obr. č. 3: Pneumatické demoliční kleště



Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)

### **4.3.2. Dřevo, sklo a plasty (17 02)**

#### **a) Dřevo (17 02 01)**

Patří k nejstarším stavebním materiálům i v současné době zaznamenává celosvětově velký rozvoj v dřevěných konstrukcích. Hlavním důvodem jsou velmi výhodné konstrukční vlastnosti, zejména lehkost, opracovatelnost a dobré izolační vlastnosti. Stále více se dnes uplatňují i lepené dřevěné konstrukce, které jsou výhodné hlavně různými tvary při zachování výborných vlastností (SVOBODA, 2013).

Pozorují se různé vlastnosti dřeva, podle toho, zda síly působí rovnoběžně s vlákny, či kolmo na vlákna. Největší pevnosti a tuhosti, současně s malou deformací dosahuje tento materiál ve směru rovnoběžném s vlákny (DUTKO, 1976). Jeho vlastnosti se také velmi liší dle použitého typu dřeva (listnaté, jehličnaté) a podmínek v jakých bylo skladováno. Zvláště se pak sleduje jeho teplota a vlhkost, která výrazně ovlivňuje jeho vlastnosti.

#### **b) Sklo (17 02 02)**

Sklo patří k významným silikátovým hmotám a jeho nejběžnější využití ve stavebnictví je jako skleněné tabule pro výplň otvorů oken a dveří. Velmi často se také používá jako dekorativní prvek pro interiéry a exteriéry. Tuhost zde není docílena krystalizací, ale plynulým růstem viskozity na tak vysokou hodnotu že se sklo jeví jako pevný materiál (SVOBODA, 2013).

Různé druhy a barvy skla se běžně vyskytují v demoličním odpadu a pro jeho správnou recyklaci je nutné tyto druhy jednotlivě separovat. Toho se docílí použitím separátorů, které za pomoci optoelektronických snímačů rozeznají jednotlivé druhy a vyřadí nežádoucí prvky (ŠŤASTNÁ, 2015).

#### **c) Plasty (17 02 03)**

Plasty jsou ve stavebnictví využívány hlavně pro své dobré izolační účinky a relativně dlouhou životnost, která se pohybuje okolo 50 let. Nejpoužívanější je pak polyvinylchlorid (PVC), polyetylen (PE) a izolanty jako je pěnový polystyren (EPS) a polyuretan (PUR). Neustálý růst spotřeby plastu vytváří velký tlak na jeho opětovné využití a předcházení skladování.

Na stavebních odpadech se pak podílejí tyto materiály původně využitě jako:

- izolace 22,0 %,
- potrubí 20,5 %,
- podlahy 19,0 %,
- profily 9,9 %,
- fólie 8,8 %,
- okna a ostatní 21,6 % (VÖRÖS, 2015).

#### 4.3.3. Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu (17 03)

Asfalty a dehty se řadí mezi živice. „Pod tímto pojmem rozumíme směsi asfaltických nebo pyrogenických uhlovodíků a jejich nekovových derivátů.“ Živice jsou tvárné za běžných teplot, a tak u nich dochází k trvalé deformaci, jsou-li mechanicky namáhány (SVOBODA, 2013).

K demolici a následné recyklaci se využívá nejčastěji speciálních fréz, které zároveň drtí materiál na určitou frakci, neméně se v praxi setkáme s pneumatickým kladivem (viz obr. č. 4). To slouží pro rozbíjení části vozovek, či jiných podkladů.

Obr. č. 4: Pneumatické demoliční kladivo



Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)

### **Asfaltové směsi obsahující dehet (17 03 01)**

Mohou být přírodní, nebo uměle vyrobené z ropy. Ve stavebnictví je využívají především jako vrchní část vozovek pozemních komunikací (asfalty silniční) nebo jako základní materiál pro výrobu nátěrů a folií na izolaci proti vodě (asfalty stavebně izolační). Další uplatnění lze nalézt při výrobě laků a ochranných nátěrů.

### **4.3.4. Kovy a jejich slitiny (17 04)**

Jsou získávány z rud metalurgickými procesy a dělí se na železné kovy (surové železo, bílá a šedá litina) a neželezné kovy (hliník, olovo, zinek, měď, cín a jejich slitiny). (SVOBODA, 2013) Jednou ze základních vlastností, která odlišuje kovy od ostatních materiálů je jejich tvárnost neboli plasticita. Při zvýšených teplotách tak lze téměř všechny kovy přetvořit do požadovaných tvarů pomocí technologií tváření (válcování, lisování, kování a další) (VOJTĚCH, 2006).

#### **a) Měď, bronz, mosaz (17 04 01)**

Díky své odolnosti vůči korozním vlivům se měď a její slitiny používají jako střešní krytiny, na klempířské práce a vložky do hydroizolačních asfaltových pásů. Má také velice dobrou elektrickou vodivost, a tak našla uplatnění i jako kabely a dráty pro elektroinstalace (SVOBODA, 2013).

#### **a) Ocel (17 04 05)**

Pro svou vysokou pevnost v tahu se využívá jako zlepšující prvek pro beton (železobeton), nosné konstrukce pro skelety, či ocelová lana zavěšených mostů. Své využití mají ocelové prvky také v klempířských konstrukcích a dopravních stavbách.

### **4.3.5. Zemina, kamení a vytěžená hlušina (17 05)**

Jedná se o složku s největším podílem ve stavebních odpadech, a to díky velkému množství vznikajícího při výstavbě inženýrských sítí, pozemních komunikací a zakládání, či rekonstrukce pozemních staveb. V této kategorii jsou převažujícími prvky právě zemina (17 05 03) a kamení (17 05 04), které svým objemem převažují ostatní složky. Jedná se o materiály inertní, což znamená, že se nerozkládají působením vnějších vlivů. To ulehčuje jejich další využití pro nenáročnou konstrukci.

Cílem je uplatnit tyto materiály přímo na místě stavby, hlavně při vyrovnávání terénních nerovností jako jsou výkopy, násypy a zemní práce. Dalšími variantami mohou být protihlukové valy (viz obr. č. 5) u komunikací (HORÁČEK, 2001).

Obr. č. 5: Protihluková stěna z recyklovaného kameniva



Zdroj: <http://www.maccafferri.com/>

#### 4.3.6. Izolační a stavební materiály s obsahem azbestu (17 06)

**Azbest** je hromadné označení přírodních jemně vláknitých materiálů, které jsou tvořeny nejčastěji křemičitany železnato-hořečnatými a řadí se mezi nebezpečné odpady. Jedná se o zdraví škodlivou látku, u které bylo prokázáno, že její vzduchem uvolněné částice způsobují rakovinu.

Dnes se azbest vyskytuje jen v již postavených budovách, jeho využití u nových staveb je zcela vyloučeno. Pro své protipožární a tepelně izolační vlastnosti byl v širokém měřítku využíván u velké řady výrobků. S oblibou se používal k výrobě azbestocementových desek, krytin, trubek a tvarovek (viz obr. č. 6). Velké uplatnění nacházel i při výrobě omítek, speciálních tmelů a nástříků (SVOBODA, 2013).

Dle zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, je řešena také demolice staveb obsahujících azbest. Při odstraňování stavby je nutné, aby dozor měl řádnou autorizaci pro práci s azbestem ve výstavbě. Při manipulaci musí zajistit, aby se z odpadů nevolňovala do ovzduší azbestová vlákna a prach. Z tohoto důvodu by mělo odstranění proběhnout co nejrychleji do neprodyšných obalů se štítkem, odpad se následně ukládá na skládky k tomu určené. Recyklace azbestu se v České republice zatím neprovádí (BÁČOVÁ, 2007).



Rada Evropského společenství zavedla v roce 1987 Směrnici týkající se prevence a omezení znečištění životního prostředí, které zahrnují i kontrolu odpadu obsahujícího azbest (Směrnice rady 217 EEC, 1987).

Obr. č. 6: **Odstraňování azbestové krytiny**



Zdroj: <http://ptsstrechy.cz/>

#### **4.3.7. Stavební materiál na bázi sádry (17 06)**

**Sádra** se řadí do vápenosíranových pojiv, vyrábí se z přírodního, či syntetického sádrovce, někdy se využívají i sádrové střepy. Z hlediska použití se dělí na stavební sádro (stavební dílce, sádrokarton, omítky) na technickou sádro, která nachází využití nejen ve stavebnictví (modelová sádra) a na modifikovanou (sádra se zvýšenou zpracovatelností a tvárností). Zvláštní podskupinou jsou složená sádrová pojiva (s přidavkem jiných pojiv). Vlastnosti a pevnosti jednotlivých skupin určuje norma ČSN 72 2301 (SVOBODA, 2013).

**Sádrokarton** je dnes jedním z nejběžněji používaných výrobků ze sádry ve vnitřní stavbě. Dle normy ČSN EN (723611) 520 je definován jako deska ze sádrového jádra, ke kterému je po stranách připevněn trvanlivý papír (kartón) (SVOBODA, 2013). Existují různé druhy sádrokartonových desek (viz obr. č. 7) podle účelu, ke kterému slouží.

## Základní dělení sádrokartonových desek dle barev:

- **Bílá deska** – Základní stavební deska, je určena do všech interiérů.
- **Červená deska** – Má vylepšené protipožární vlastnosti, a to díky sklené výztuži rozptýlené v jádru.
- **Zelená deska** – Jedná se o impregnovanou desku proti vlhkosti, je určeno do místnosti s vyšší vlhkostí (koupelen).
- **Modrá deska** – Jedná se o protipožární akustickou desku, používá se v místnostech pro vyšší akustický útlum.

Obr. č. 7: Rozdělení SK desek



Zdroj: (SVOBODA, 2013)

## 4.4. Jiné stavební a demoliční odpady

Do této skupiny se řadí odpady s obsahem rtuti nebo PCB. Tyto látky se hojně vyskytovaly v 30. – 70. letech minulého století, a to díky jejich příznivým izolačním vlastnostem. Nakládání s těmito nebezpečnými odpady ustanovuje zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů § 27. Osoby jsou povinny se kontaminovaného odpadu zbavit, a to nejpozději do roku 2010, u lehce kontaminovaného zařízení dle § 26 se může zařízení dekontaminovat až na konci jeho životnosti.

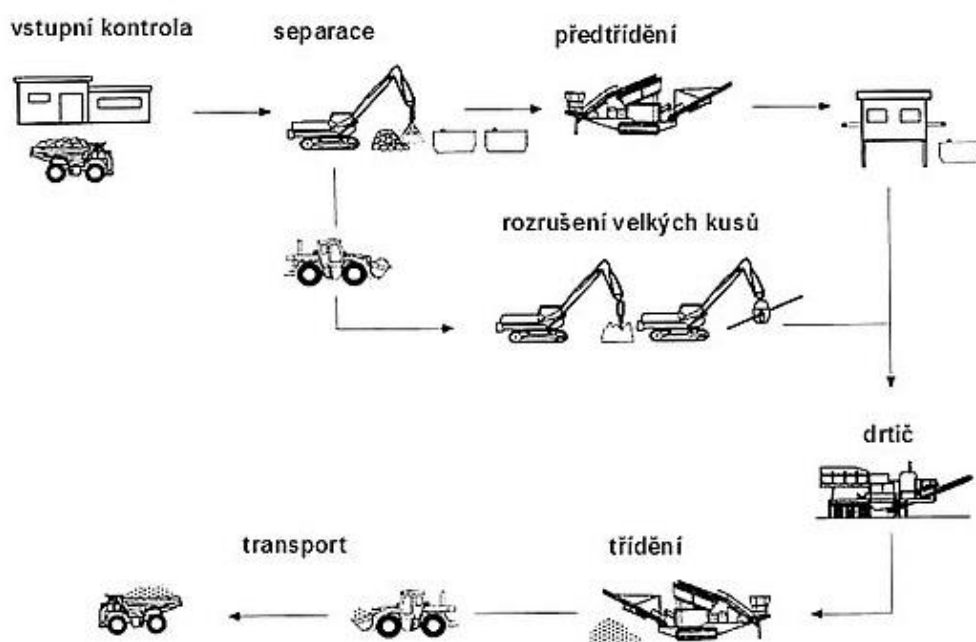
## 5 Metody a zařízení používané při zpracování stavebního odpadu

V této kapitole jsou uvedeny jednotlivé části technologických linek používaných pro zpracování stavebního odpadu a jejich význam jako celku. Jsou zde popsány procesy a zpracovny různých typů materiálu. Dále je zde uvedeno porovnání více druhů hlavních částí technologických linek.

Stavební a demoliční odpady je nutné nejprve upravit a vytřídit před dalším použitím. Třídící zařízení oddělí vhodný materiál od nevhodného, pro toto rozdělení hraje důležitou roli hlavně hustota látek, magnetické vlastnosti a jejich chování při odvalování. První třídění je vhodné provádět už v místě vzniku odpadu, především kvůli zvýšení kvality recyklátu a možnosti použití jednodušší technologie.

Prvním krokem je oddělit kontaminovaný materiál od zbytku, následně se pak oddělují cizorodé složky (dřevo, sádkarton, plasty, kovy, asfaltová lepenka) od minerální suť (obr. č. 8). Minerální suť se následně třídí na jednotlivé složky (beton a železobeton, cihelné zdivo, asfaltové úlomky, zemina a kamenivo a další stavební odpad nevhodný pro recyklaci). Poslední úpravou je odstraňování rozměrných kusů pomocí rypadel, kusy se poté rozbijí na menší použitelné velikosti (JUNGA, a další, 2015).

Obr. č. 8: Příklad technologické návaznosti pro recyklaci SDO



Zdroj: (JUNGA, a další, 2015)



## 5.1. Druhy recyklačních souprav stavebního odpadu

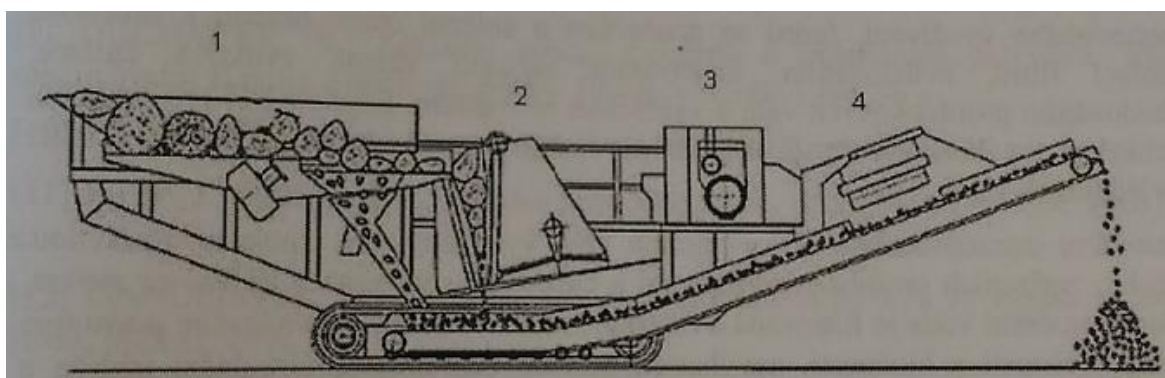
Jde o sestavu strojů určených pro částečné roztrídění a úpravu odpadu pro následné přímé použití, či další zpracování. V dnešní době se používají soupravy mobilní, či stacionární, které nejsou díky nemožnosti pohybu tak oblíbené, i když mají své výhody. Základní princip uspořádání linky zůstává stejný – přijímací násypka na odpad, odkud je materiál veden přes síťový rošt, kde dochází k propadnutí jemných částic na příčný pásový dopravník, odkud je materiál odveden na skladovací plochu. Materiál o větší velikosti zrn, který nepropadne přes síťový rošt, pokračuje do drtiče, kde dojde k podrcení a přemístění pásovým dopravníkem přes magnetický odlučovač kovů (JUNGA, a další, 2015).

### 5.1.1. Mobilní soupravy

Jsou určeny přímo pro místo stavby (stavba silnic), demolice, či v oblasti se zvýšenou koncentrací stavební činnosti. Celé zařízení je uloženo na přívěsných, či návěsných podvozcích, kde jsou umístěna i veškerá dílčí technologická zařízení. Kvůli náročnému terénu, kde se zařízení pohybuje, se nejčastěji uplatňují pásové podvozky.

**Mobilní linky** pracují obecně se stejným technologickým postupem (viz obr. č. 9) a to v těchto krocích: příjem materiálu, předběžné prosévání, rozměňování, magnetické odlučování kovů, dle požadavků na další třídění. Jednotlivé části mohou být využity i samostatně. Tyto linky jsou určeny především pro zpracování výkopové zeminy, asfaltu a sutě z demolic a dosahují výkonosti 150–200 t.h<sup>-1</sup> (MÜLLER, 2008).

Obr. č. 9: Mobilní čelistový drtič



1 – násypka s vibračním dopravníkem (předtřídní), 2 – čelistový drtič, 3 – spalovací motor, 4 – magnetická separace

Zdroj: (MÜLLER, 2008)

Do skupiny mobilní linek se mohou řadit i **polomobilní linky**, která jsou situovány do podoby sestavitelných kontejnerů, ty se na místě stanoviště opětovně skládají. Jsou přepravovány na nákladních automobilech, kdy přeprava bývá snazší než u souprav mobilních. U těchto linek se dosahuje obvykle i vyšší výkonosti okolo 250-200 t.h<sup>-1</sup> (MÜLLER, 2008).

Výhody mobilních a polomobilních souprav:

- snížení transportních nákladů materiálu,
- eliminace transportních článků (nakladač a přepravní automobil),
- jedna linka může být použita pro více stanovišť,
- přeprava celé linky v krátkém čase.

### **5.1.2. Stacionární soupravy**

Hlavní předností stacionárních linek pro zpracování stavebního odpadu je velmi dobrá kvalita výsledného recyklátu díky eliminaci příměsí a vysoký výkonost. Je však nutné zajistit stabilní přísun materiálu v dostatečném objemu. Z tohoto důvodu se využívají jen u staveb velkého rozsahu, nebo aglomeračních centrech, aby byli ekonomicky výhodné. (MÜLLER, 2008) Díky velkému dopadu na životní prostředí jsou soupravy často vybaveny filtry prachových částic, tlumiči hluku, zvlhčováním a dalšími opatřeními, jako jsou protihlukové valy a patřičné odvodnění (JUNGA, a další, 2015).

Součástí stacionárních linek je často tzv. mokrá úpravna. U těchto zařízení probíhá celý proces třídění za mokra, kdy se voda si v průběhu procesu filtruje a recirkuluje. Pozitivním jevem je snížení prašnosti a hlučnosti, nutností je však pořízení nepropustných nádrží a ukládání vzniklého vodního kalu (MÜLLER, 2008).

## **5.2. Základní části technologických linek**

Linky pro zpracování stavebního odpadu, jsou obvykle rozděleny do dvou základních procesů, jedná se prvně o drcení a následné třídění na jednotlivé složky. Pro každý z těchto procesů se využívají různé technologie, dle požadavků kladených na výsledný produkt.

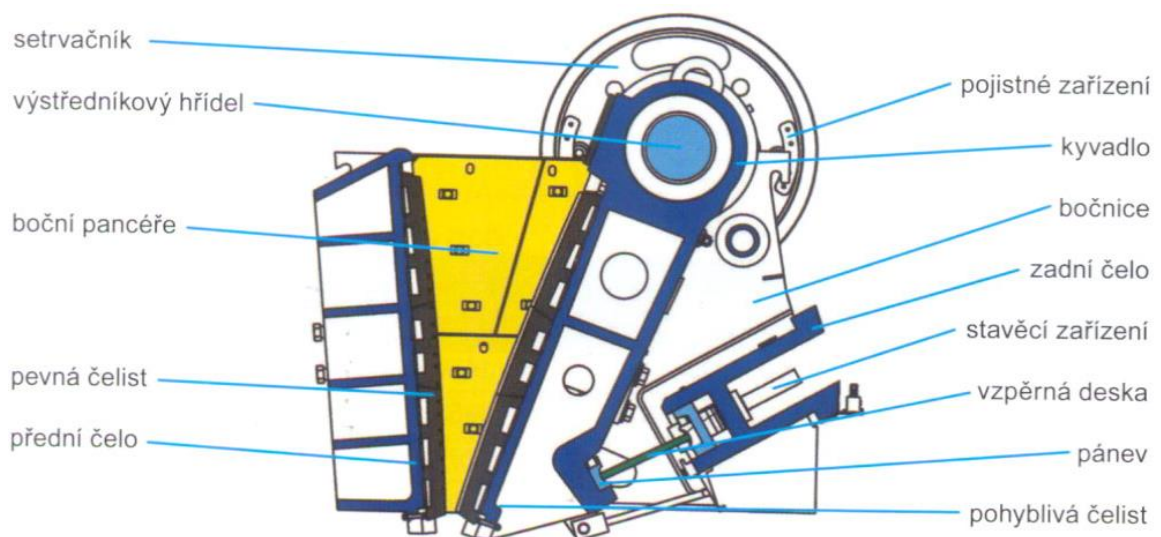
### **5.2.1. Zařízení pro drcení**

Při drcení jsou části materiálu rozpojovány působením vnějších sil, které musí překonat soudržnou sílu materiálu. Spotřeba energie roste spolu s rostoucí houževnatostí, tvrdostí a pevností zpracovávaného materiálu (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004). Z těchto důvodů

patří drtiče mezi finančně nejnáročnější části technologických linek s vysokou mírou opotřebení. Značně se tak podílejí na velikosti provozních nákladů. Dnes se mezi nejpoužívanější typy, řadí drtiče čelist'ové, odrazové, kuželové a metací (HORÁČEK, 2001).

**Čelist'ové drtiče jednovzpěrné (DCJ)** jsou využívány především pro sekundární drcení velmi tvrdých materiálů, jedná se zejména o asfalt, rulu a vápenec, či pro primární hrubé drcení. Jejich nevýhodou je velmi obtížné dosažení stejně velkých kusů jako je tomu u drtičů dvojevzpěrných (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004). Vynikají především dlouhou životností čelistí, drtících desek a dobrou mobilitou, proto jsou nejčastěji používány v pojízdných soupravách. Jsou konstruovány tak, že v horní části drtiče dochází k předdrcení a následnému dodrcení na požadovanou frakci, ve spodní části jednovzpěrného čelist'ového drtiče (viz obr. č. 10) (HORÁČEK, 2001).

Obr. č. 10: Čelist'ový drtič jednovzpěrný



Zdroj: <http://work.adamna.net/>

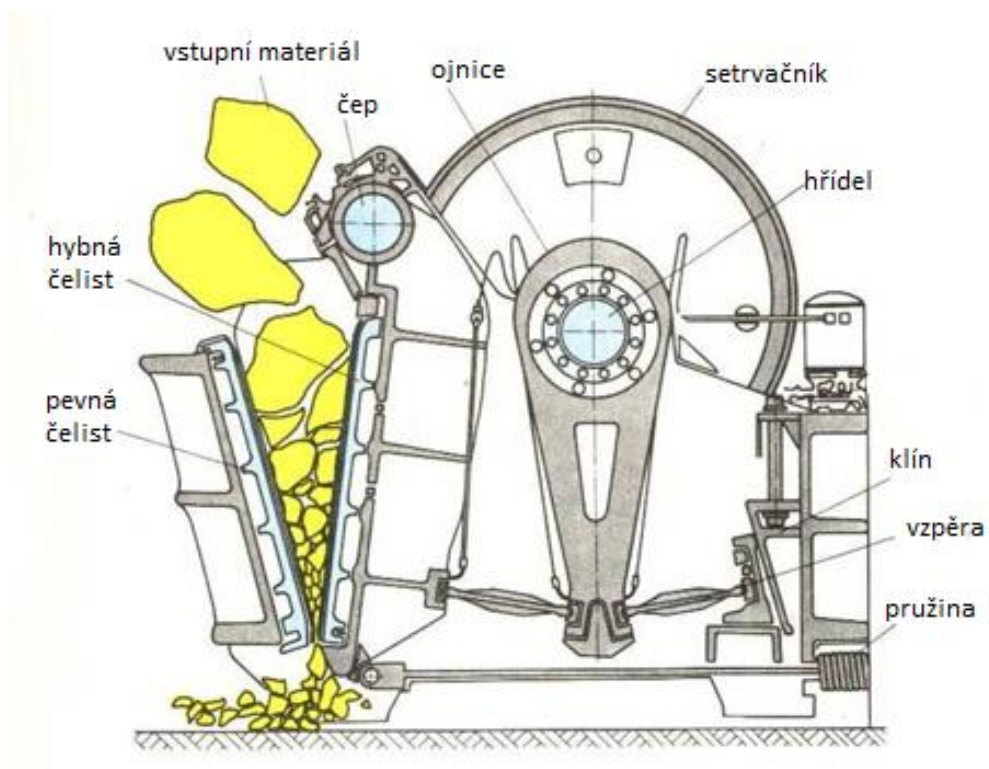
**Dvojevzpěrné čelist'ové drtiče (DCD)** slouží k primárnímu drcení velmi pevných nelepivých abrazivních materiálů jako je čedič a žula. Jsou určeny zejména pro recyklaci stavebních odpadů, jako jsou cihly, stavební suť, asfalt a železobeton (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004). Ocelová výztuž je odstraňována během drcení, kdy je stroj pozastaven. Předchází se tak poškození pracovních desek drtiče.

Drtič je konstruován tak že jeho vstupní otvor mění střídavě svou šířku, materiál tak klesá, než se rozdrtí na velikost výpustné štěrby. Dosahuje se tak poměrně stejného rozměru výsledného produktu. Nevýhodou tohoto typu drtiče je, že polovinu pohybu nevykonává drtič žádnou práci, proto je odběr energie nerovnoměrný a je nutné ho vyrovnávat setrvačníky (viz obr. č. 11).

Díky velkým otřesům a chvění jsou zřizovány těžké základy až dvacetinásobné hmotnosti drtiče. Vzpěrné desky jsou zhotoveny ze skořepinové litiny a konstrukčně velmi jednoduché, to zaručuje snadnou výměnu.

Při vniknutí ocelových úlomku dochází k prasknutí desky, nikoliv porušení rámu drtiče, které by znamenalo vyřazení celého stroje (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004).

Obr. č. 11: Čelist'ový drtič dvojvzpěrný



Zdroj: <http://www.strojirenstvi.wz.cz/stt/rocnik1/01zelezo.php>

Tabulka č. 2: Porovnání mobilních čelist'ových drtičů

Strojní zařízení drtiče	Vstupní otvor [mm]	Výkonnost [t/h]	Příkon motoru [kW]	Hmotnost [t]	
Jednovzpěrné	Atlas Copco PC 1055 J	700×500	140-200	180	31,5
	RESTA CH3 1100x750	1000×800	90-250	190	45,0
	SANDVIK CJ412	1200×830	165-790	132	26,6
	KLEEMANN MC 140 Z	1300×1000	750	438	160,0

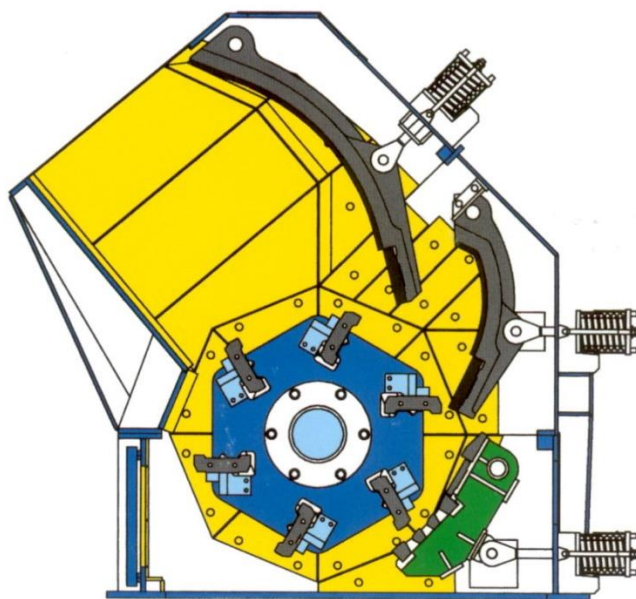
Zdroje: [www.kleemann.info](http://www.kleemann.info); [www.hartl.cz](http://www.hartl.cz); [www.resta.cz](http://www.resta.cz); [www.sandrock.cz](http://www.sandrock.cz)

**Odrázové drtiče** se stali svou jednoduchostí a kvalitou konstrukce velmi populární, jsou využívány hlavně pro drcení lepidly středně tvrdých materiálů, často i asfaltu (HORÁČEK, 2001). Princip spočívá, ve vrhání materiálu odrazovými lištami, proti pancéřovému vyložení při velké síle a rychlosti. (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004)

K drcení dochází při nárazu odrazových lišt a následném vrhnutí na pancéřové desky. Tímto uspořádáním a sklony odrazových lišt je možné docílit maximalizaci výkonu a minimalizovat opotřebení aparátu. Výhodou tohoto typu je možnost rozpojení velkých kusů, dobrá tvárnost zrn a jejich stupeň zdrobnění.

Odrázové drtiče se nejčastěji uplatňují k sekundárnímu dodrcení tvrdého kamene, kvůli omezenému použití pro křehké materiály, kdy dochází k velkému opotřebení. V recyklačních linkách bývají nejčastěji zařazeny hned za drtiče čelist'ové (HORÁČEK, 2001).

Obr. č. 12: Řez odrazovým drtičem



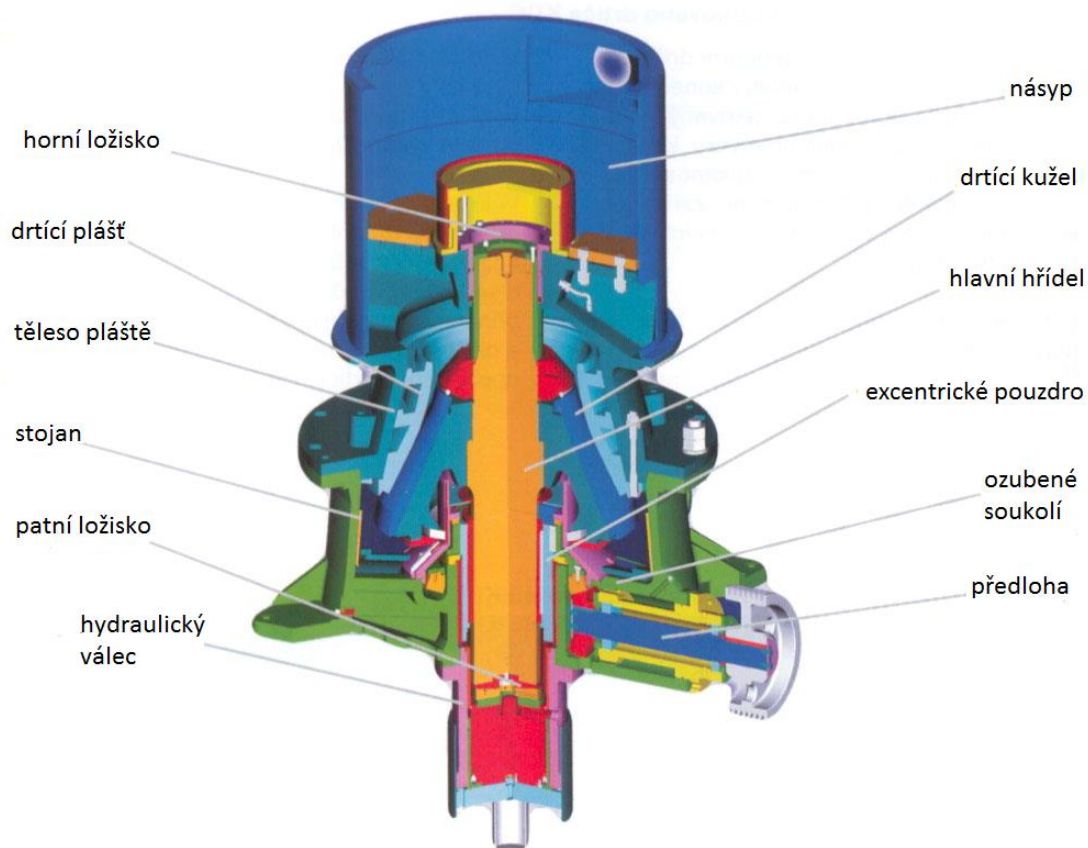
Zdroj: <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/kamenivo.html>

**Metací drtiče** se ideálně se uplatňují hlavně tam, kde je třeba zmenšit frakci (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004). Díky možnosti regulace obvodové rychlosti a robustnosti konstrukce, je dosahováno nízkého opotřebení vnitřních částí rotoru, za vzniků vysokého podílu malých frakcí. Charakteristickým znakem tohoto drtiče je vnitřní kónické zařízení měnící směr toku materiálu. Materiál, který je zde urychleně odhazován do kapes, je následně strháván propadajícím materiálovým tokem. Jde tedy o drcení materiálu o materiál, čímž je výrazně sníženo opotřebení kovových částí drtiče. V konečné fázi je materiál po opuštění rotoru hnán odstředivou silou do stěnových kapes, kde dochází k drcení také o materiál (HORÁČEK, 2001).

**Kuželové drtiče** jsou výhradně součástí stacionárních recyklačních linek, kde slouží k sekundárnímu někdy až terciálnímu drcení v kamenolomech (HORÁČEK, 2001). Uplatňují se pro hrubé až jemné drcení těch nejtvrděších rud. Materiál je zpracován v prostoru mezi otáčejícím se drticím kuzelem a fixně uloženým drticím pláštěm (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004).



Obr. č. 13: Řez kuželovým drtičem



Zdroj: <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/kamenivo.html>

Tabulka č. 3: Porovnání ostatních typů mobilních drtičů

Druh drtiče	Strojní zařízení drtiče	Max. vstup [mm]	Výkonnost [t/h]	Příkon [kW]	Hmotnost [t]
Odrážový	KLEEMANN MR 122 Z	1250×1000	475	365	65
	Atlas Copco PC 1060 L	1000×600	200	186	29,5
Kuželový	SANDVIK CH 430	35×185	35-220	132	9,2
	HART JET HJC3021	45×45	60-150	132	10

Zdroje: [www.hartl.cz](http://www.hartl.cz); [www.kleemann.info](http://www.kleemann.info); [www.sandrock.cz](http://www.sandrock.cz)

### 5.2.2. Zařízení pro třídění

Třídění je proces, při kterém dochází k rozdělení materiálu podle velikosti zrn, produkty třídění se tedy neliší složením, ale jen svou velikostí zrn. K rozdělení stavebního odpadu na jednotlivé frakce, se využívá síť, nebo roštů, jejichž otvor vymezují jednotlivou velikost zrn (SEDLÁČKOVÁ, a další, 2004). Rošty slouží pro oddělení velkých kusů materiálu od jemnějších frakcí a dělí se podle toho, zda jsou rošty pohyblivé, či nejsou (MÜLLER, 2008).

Mechanické třídiče, které se zavádějí pro recyklaci stavebních odpadů, jsou nejčastěji vibrační s rovnými sítí, či bubnové s rotujícím bubnovým sítím (viz obr. č. 14), kde je délka bubnu rozdělena na jednotlivé sekce se sítí různé hrubosti. Materiál se suně bubnem, až propadne sítím frakce o své velikosti (MÜLLER, 2008).

Obr. č. 14: **Bubnový třídič (polomobilní)**



Zdroj: <http://stavebni-technika.cz/clanky/recyklacni-technologie-mccloskey>

**Vibrační třídiče** s rovnými sítí mají paralelní uspořádání sítí, která jsou zavěšená, nebo uložena na pružinách a osazena budičem vibrací. Jako budič obvykle slouží elektromagnet, nerovnoměrné rozložení hmot setrvačnicku či excentr. Díky vyvolaným vibracím síť a kruhovým, nebo eliptickým pohybem celé síťové skříně se dosahuje vysoké efektivity, což vede k možnosti zkrácení délky síťové plochy (MÜLLER, 2008).



Obr. č. 15: **Mobilní vibrační třídíč**



Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)

V neposlední řadě se v dnešní době využívají také **magnetické separátory** k odstranění nečistot (např. zbytky armatury) z finálního produktu. Separátor uplatňující se v praxi je kombinací trvalého magnetu, či elektromagnetu s příčným vynášecím pásem umístěným nad dopravníkem.

Třídící linky bývají často samostatným mobilním prvkem (viz obr. č. 14), do kterého je z drtiče přiváděn materiál přes rošt. Ten slouží pro zachycování nežádoucího materiálu. Třídící linka pak rozděluje materiál na tři frakce různé hrubosti. Velikost frakce lze jednoduše změnit pouhou výměnou sít, což zaručuje rychlé přizpůsobení požadavkům zákazníka. Na kvalitu výsledného recyklátu má vliv, rychlost podávání materiálu a délka a sklon sít (MÜLLER, 2008).

Tabulka č. 4: **Porovnání mobilních třídíčů**

Strojní zařízení		Hmotnost [t]	Výkonnost [t.h <sup>-1</sup> ]	Výkon pohonu [kW]
<b>Bubnový</b>	Terra – Select T40	12	100	55
	Finlay Trommel 790	23,3	200	72
<b>Vibrační</b>	Finlay 683 Terex	24,8	120-200	72
	Extec S-5	33,5	400	75

Zdroje: [www.vosting.cz](http://www.vosting.cz); [www.skreenquip.com](http://www.skreenquip.com); [www.marcus.com](http://www.marcus.com)

## 6 Možnosti využití stavebního odpadu

Tato kapitola pojednává o tom, jak lze využít výsledný produkt recyklace. Jaké je tedy jeho další využití a k výrobě jakých stavebních recyklátů slouží. Také se zde poukáže, jaké výhody mohou plynout z použití recyklátu oproti prvotní surovině.

Uplatnění takzvaných recyklátů je dnes čím dál populárnější, může za to především nízká cena oproti prvotní surovině a šetrnost k životnímu prostředí (GALIANO, 2017). Tato oblast však v České Republice stále není využívána, tak jak by mohla, a to především díky nízké hladině zdejších prodejních cen materiálu. V ČR je totiž oproti jiným zemím dostatek stavebních surovin oproti například Německu.

Správně technologicky zpracovaný recyklát, se může zapojit do oběhového hospodářství. Jelikož objem SDO není tak velký jako prvotních surovin nemůže je zcela nahradit, může ho ale vhodně doplnit. Uplatnění této environmentální technologie při využití recyklátu šetří finanční prostředky na stavbu ve výši 30 až 50 % oproti klasickým technologickým postupům (RECYCLING 2016, 2016).

### 6.1. Využití odpadního betonu, cihel a keramického odpadu

**Betonový recyklát** se začíná hojně uplatňovat jako náhrada přírodního kameniva pro výrobu nového betonu. Recyklát se používá v jedné široké frakci a je tak díky značné mezerovitosti zapotřebí celou strukturu ztužit syntetickými vlákny. Vzniká tak cementový kompozit, který se nazývá mezerovitý vláknobeton (obr. č. 15). Jeho využití je značně výhodné, jak už z hlediska ekonomického, kdy odpadá roztrídění na větší počet frakcí než u samotného kameniva tak i jeho levnější a ekologické použití v konstrukci.

Je kladen velký důraz na předtřídění, odstranění nežádoucích prvků (armatura, sklo, plasty atd.) a minimální znečištění výkopovou zeminou (RECYCLING, 2016).

**Cihelný recyklát** má oproti betonovému značnou nasákavost, a proto není vhodný pro konstrukční vrstvy. Jeho aplikace je však celkem rozmanitá, využívá se například pro výrobu vibrolisovaných tvárnic, stěnových a prefabrikovaných prvků, či jako tmely po chemickém zpracování (ROBAYO, 2016). Výhodou je vyšší tepelný odpor než u malt s přírodním kamenivem. Dále se také může uplatnit spolu s **keramickým recyklátem** jako drť pro úpravu sportovních ploch (PROCHÁZKA, 2016).

Obr. č. 16: Vzorek kompozitu s betonovým recyklátem



Zdroj: (RECYCLING, 2016)

## 6.2. Využití odpadního dřeva, skla a plastu

**Dřevní odpad** je po odstranění klempířských a nežádoucích prvků přezkoumán a poté se rozhodne, zda je ho možné využít pro další pracování, či se doporučí pro energetické využití jako palivo. Pokud je materiál v zachovalém stavu může se uvažovat o jeho opětovném využití (RECYCLING, 2014). Další zpracování je zejména na dřevěné třísky, či hobliny. Ty slouží například jako plnivo u tepelně-izolačních betonů, nebo na výrobu dřevotřískových desek, které mají vysokou pevnost a dobré tepelně a zvukově izolační vlastnosti (WANG, a další, 2016).

Uplatnění **plastů** ve stavebnictví je druhé nejrozšířenější, hned po obalech. Je zde kladen velký důraz na dlouhodobou životnost, a však také ekologická likvidace po skončení jejich aplikace. Největší podíl mezi odpadními plasty nese PVC a EPS (tepelné izolace), kdežto u PVC se jejich recyklace pomalu rozšiřuje zvláště v Německu, kde síť recyklačních poboček je mnohonásobně vyšší než v České Republice.

U plastů typu EPS se musí začít hledat způsoby ekologického spalování, neboť od roku 2020 nebude možno EPS skladovat ani recyklovat. Dle Stockholmské konvence, do níž byl v roce 2013 zařazen retardér hoření používaný v současných materiálech (RECYCLING, 2014).

**Sklo** lze velmi dobře přetvořit na nový výrobek bez velké ztráty vlastností, jeho recyklace je však poněkud náročná. Od skla je nutno oddělit příměsi (kov, keramika, kamení), roztrždit na jednotlivé barvy a vysušit. Z recyklátu se dnes velmi hojně vyrábí izolační pěnové sklo ve formě šterku. To slouží jako tepelná a protipožární izolace konstrukčních prvků a pod základové desky (ŠŤASTNÁ, 2013).

Obr. č. 17: **Izolační pěnové sklo z recyklátu**



Zdroj: <http://odpady-online.cz/nova-tovarna-na-vyrobu-izolacniho-penoveho-skla/>

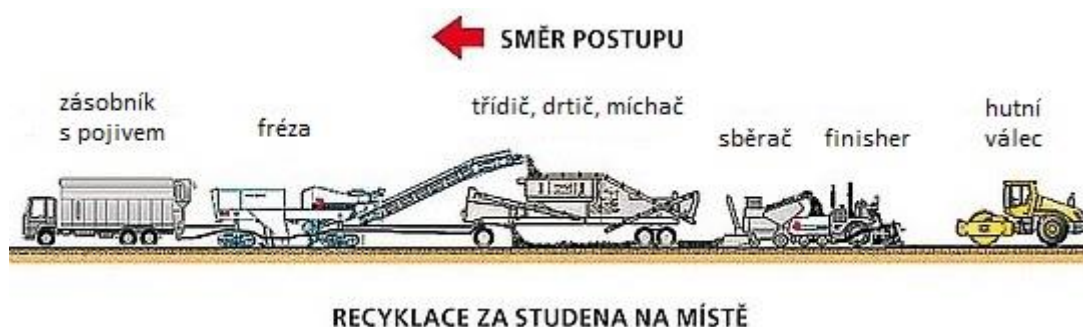
### 6.3. Využití odpadů z asfaltu a dehtu

Recyklace asfaltu je v České republice běžnou záležitostí, v poslední době se začíná uplatňovat několikanásobná recyklace asfaltových směsí, a to dvěma hlavními metodami. Recyklace za tepla a za studena, kde celý proces probíhá na místě výstavby. Je kladen důraz na dodržení stanov a vlastností, které určují české a evropské normy (RECYCLING, 2016).

Použití metody recyklace za studena je velice finančně výhodné, pořízení strojů je však velmi nákladné. Tato metoda umožňuje okamžité využití vyfrézovaného materiálu bez dopravy nového. Tím se zkracují uzavírky a snižuje se množství vzniklých odpadů, což má pozitivní dopad na životní prostředí.

Technologie využívaná pro recyklaci za studena se stává ze soupravy stojů (obr. č. 17), kterou tvoří zásobník s pojivem, fréza, recyklační stroj (CRMX 2), sběrač směsi, finisher a hutní válec. (SOLAŘOVÁ, 2007)

Obr. č. 18: Souprava pro recyklaci asfaltu za studena



Zdroj: (SOLAŘOVÁ, 2007)

#### 6.4. Využití odpadních kovů a jejich slitin

Při demolicích a následném předtřídění SDO, vzniká skupina pod názvem kovový šrot. Jedná se o různé skupiny kovů, které byli přítomny na stavbě. Tento odpad může být roztržěn na jednotlivé slitiny a ty následně roztaveny tento proces lze opakovat. Většina kovů může být po zpracování opětovně využita ke stavbě. Při recyklaci kovových odpadů se využívá stříkání, lisování, briketování, a další postupy vedoucí k homogenizaci materiálu.

*„Výrobou 1 t železa z železného šrotu se ušetří 2 t černého uhlí, 4 t železné rudy a 70 hodin lidské práce.“ (VÁŇA, 2016)*

#### 6.5. Využití odpadní zeminy a kameniva

Při recyklaci výkopové zeminy se zvláště uplatňují mobilní recyklační linky, ty roztrždí kamenivo do dvou až tří frakcí. Při třídění se do frakce dostanou jen ty nejpevnější částice, výsledný recyklát je tak srovnatelné a většinou i kvalitnější než přírodní kamenivo.

Podle velikosti frakce se pak recyklát aplikuje v různorodých variantách, jako jsou protihlukové stěny, podklad pro železniční tratě, výplňové prvky či zarovnání terénu (HORÁČEK, 2001).

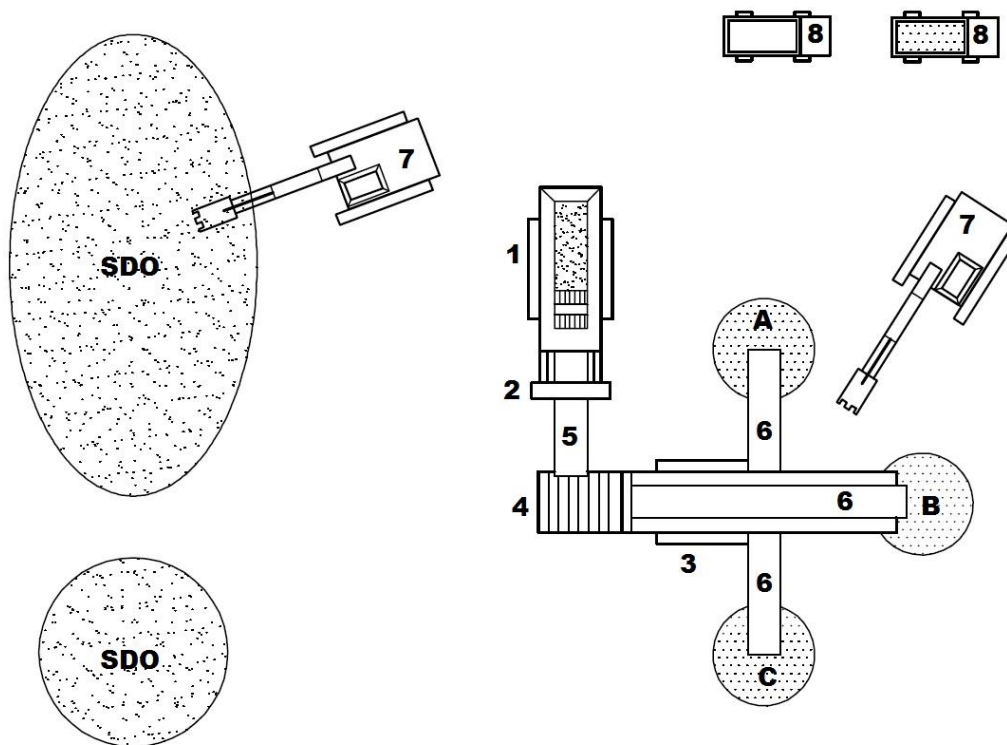
## 7 Zhodnocení vybraných způsobů zpracování a využití stavebního odpadu

Tato kapitola se zabývá zhodnocením způsobu recyklace, následném využití stavebních odpadů a jejich následné využití, z pohledu ekonomického, technického a vlivu na životní prostředí. Je zde navrženo vhodné rozložení recyklační linky v provozu, aby byla její efektivnost co nejvyšší. V posledním bodě je zmíněno, jak zákonná legislativa ovlivňuje samotné zřízení recyklačních linek.

### 7.1. Zhodnocení vlivu rozložení mobilní recyklační linky firmy A

Rozestavění pracovních nástrojů recyklační linky je zcela kritické pro efektivní využití strojů a zjednodušení manipulace s materiálem. Je nutné zajistit přístupové cesty tak aby nepřerušovali tok materiálu v cyklu. V úvahu se bere plocha pracoviště, počet pracovních strojů a požadavky zákazníka. Dále je nutné brát ohled na hlučnost a prašnost pracovních nástrojů. Na obrázku níže je možno vidět typické rozložení pracovních v praxi, které uplatňuje navštívená firma A (obr. č. 19).

Obr. č. 19: Rozložení mobilní recyklační linky firmy A



**SDO** – stavební a demoliční odpad,

**A, B, C** – výsledný recyklát (frakce),

**1** – mobilní čelistový drtič, **2** - magnetický odlučovač, **3** – mobilní třídič,  
**4** – bezpečnostní rošt, **5** – dopravní pás, **6** – haldovací pás, **7** – pásové rypadlo, **8** – sklápěč

Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)

## 7.2. Zhodnocení využití odpadního betonu, cihel a keramických výrobků

Recyklát vzniklý zpracováním betonu, cihel a keramických výrobků lze uplatňovat ve velké řadě možností. Pokud nejsou kladeny velké nároky na předtřídění a stejnou velikost frakcí, stane se výsledný recyklát většinou materiálem pro zásypy, když jsou však předem kladeny požadavky na homogenitu materiálu a velikost zrn, mohou se využít pro výrobu betonových, a cihelných kompozitů.

Rozšiřování recyklace těchto materiálů se začíná pomalu rozšiřovat jak ve světě, tak na území České republiky. To především kvůli nedostatku prvotních materiálů a zamezení dalšímu vytváření skládek. Dalším žádoucím prvkem jsou i minimálně srovnatelné vlastnosti s prvotní surovinou za výrazně nižší ceny.

## 7.3. Zhodnocení využití odpadního dřeva, plastů a skla

Využití recyklovaných dřevěných prvků ve stavebnictví je možné, jen pokud nejsou vstupní složky výrazně poškozeny a mohou sloužit znovu ke konstrukčním účelům. Nejčastěji v podobě dřevěných hoblin, které se přidávají jako výplň do betonů a tvárnic, sloužící jako odlehčovací prvek s tepelně izolačními vlastnostmi.

Opětovné využití a recyklace plastů je velmi náročná a někdy i zcela nemožná. Především díky aditivům přidávaným do materiálu pro zlepšení vlastností (zpomalovače hoření, stabilizátory, plnidla atd.). Většina plastů tak končí na skládkách a spalovnách, protože by byla jejich recyklace časově i finančně náročná. Dnes jsou tak hledány nové způsoby ekologického spalování a inovativní metody recyklace.

V případě skla je recyklace možná, nicméně jsou kladeny vysoké nároky předtřídění a eliminaci všech nežádoucích prvků. Z odpadního skla se mohou vytvářet zcela nové výrobky, pokud byl dodržen řádný proces recyklace. Častěji je ale použito pro výrobu skelných vláken, či pěnového skla, sloužícímu jako tepelná a protipožární izolace.

#### 7.4. Zhodnocení využití odpadních asfaltových směsí a dehtu

Recyklace asfaltových směsí obsahujících dehet, obzvláště v podobě povrchu vozovek, je dnes dosahováno velice úspěšně za použití technologií, jako je recyklace asfaltu za studena. Může za to především velký tlak na zkracování doby uzavírek vozovek a snížení pracovních nákladů.

Celý proces probíhá přímo na místě stavby a není nutno dovážet nový materiál, původní je využito v celém rozsahu. Pořízení soupravy pro tento proces je poměrně drahé, investice však podstatně snižuje dobu pracovního cyklu a celkové provozní náklady firmy.

#### 7.5. Zhodnocení využití odpadních kovů a jejich slitin

Nejpoužívanějším kovem ve stavitelství je ocel, její opětovné zapojení do stavebního procesu bez dalšího zpracování je méně časté. Konstruktivní prvek by musel být napaden pouze povrchovou korozí, která se úpravou odstraní.

Drtivá část kovů se tak v podobě kovového šrotu posílá do hutního průmyslu, tam je její využití velice výhodné. Šetří se tak přírodní i lidské zdroje pro výrobu nových ocelových, či jiných materiálů.

#### 7.6. Zhodnocení využití odpadní zeminy, kamení a vytěžené hlušiny

Recyklace výkopové zeminy je dnes na velice dobré úrovni, její zpracování není zvláště náročné a vznikající frakce svou kvalitou převyšují přírodní kameniva. Tato skupina zaujímá zdaleka největší podíl ze stavebních a demoličních odpadů, zpracovává se přímo na místě stavby a může zde být opět využita ve formě zásypů. To je ekonomicky velmi výhodné, jelikož odpadá doprava a náklady na zařízení. Zbytek recyklátu nachází uplatnění například při tvorbě protihlukových valů a jako podklad železničních tratí.



### 7.7. Zhodnocení využití odpadních stavebních materiálů na bázi sádry

O znovuzapojení sádrokartonu do oběhu je ve světě veliký zájem, dnešní technologie sice dokáží sádrokarton zpracovat, ale výsledný produkt není požadované kvality. Můžou za to především přidané materiály, které jdou jen těžko oddělit od samotné sádry. Mnoho evropských firem se proto podílí na vytvoření nové technologie pro kvalitní výrobu těchto recyklátů.

### 7.8. Zhodnocení vlivu právních předpisů na zřízení recyklačního centra

I přes snahu Evropské unie a České republiky podporovat ochranu životního prostředí, je zřízení recyklačního centra velice obtížné a je nutno splnit mnoho zákonných požadavků, aby bylo možné zřízení samotného centra. Je nutno sehnat povolení od MŽP, obce, kde se bude recyklační linka nacházet. Hodnotí se také prašnost, hlučnost a blízkost vodních zdrojů, aby nedocházelo ke kontaminaci.

Pokud je vše splněno a objekt je uveden do provozu, je nutno počítat s častými inspekciemi, které vyhodnocují dodržování platné legislativy a podmínek provozu. Bylo by proto vhodné, aby se legislativní vyhlášky zjednodušili, či byl zřízen jednotný ústav pro kontrolu a zřizování těchto objektů.

### 7.9. Zhodnocení ekonomické výhodnosti použití recyklátu

Jak bylo již zmíněno v předchozích kapitolách, je v mnoha případech cenově velmi výhodné nahradit prvotní materiál recyklátem. Například cenový rozdíl mezi cihelným recyklátem a lomovým kamenem stejné frakce je na tunu hmotnosti přibližně 50 Kč, navíc odpadají poplatky za ukládání stavebního odpadu na skládkách. Využívání recyklovaných materiálů tak ekonomicky méně zatěžuje celou stavbu, a je tedy možné tyto finanční zdroje využít jinde.

## 8 Závěr a diskuze

Záměrem této bakalářské práce bylo zhodnocení a popis současného stavu zpracování stavebního odpadu, v reakci na to zde byli uvedeny jednotlivé druhy odpadu vznikající při demolicích a výstavbách objektů. Jsou zde uvedeny způsoby jejich zpracování, využití a dalšího uplatnění, tak aby nedocházelo k jejich skladování a byl plně využit jejich potenciál. Jedná se především o výkopové zeminy, beton, cihly, dřevo a další materiály uvedené v katalogu odpadů dle vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb. V neposlední řadě jsou uvedeny zákonné vyhlášky a normy, které definují druhy stavebních odpadů a jejich účel. Dále tato legislativa stanovuje, jak se má nakládat s nebezpečnými odpady, či cíle odpadového hospodářství do budoucna.

Odpadní materiál je zpracováván na recyklačních linkách stacionárních, polomobilních, nebo zcela mobilních. V dnešní době se ve stavebnictví nejvíce uplatňují právě linky mobilní. Celá linka je rozdělena na tři základní operace: primární drcení (předdrcení), sekundární drcení a třídění. K tomuto procesu je zapotřebí dvou hlavních strojů, a to drtiče a třídiče. Výsledný materiál roztríděný na několik frakcí dosahuje srovnatelných, někdy i lepších vlastností než materiál přírodní a má široké spektrum uplatnění.

Recyklovaný odpad jako betonová, cihelná a keramická drť se využívá jako podkladní zásypy, plnivo malt, nebo jsou z něj zhotovovány nové stavební prvky. Materiál, například dřevo, který není vhodný pro opětovné využití je možno využít i k energetickým účelům jako palivo. Značné množství plastových prvků, sloužících především jako izolace, již nebude možné v blízkých letech recyklovat a je tak nutné hledat nové způsoby ekologické likvidace.

Z ekonomického hlediska je využití recyklátu velmi vhodnou volbou, jeho pořizovací cena je značně nižší, oproti prvotním surovinám, při zachování minimálně stejných technologických vlastností. Včetně nákladů na skladování materiálu, lze ušetřit také za dopravu. Například při recyklaci asfaltu za studena je odpadní materiál využit v plném rozsahu a zcela tak odpadají náklady na pořízení materiálu.

Ze získaných informací uplatňujících se v praxi byla sestavena přibližná situace rozložení recyklační linky, tak aby byl zajištěn její plynulý chod. Dále bylo zjištěno, že zájem o recyklát v poslední době neustále narůstá a dostává se do podvědomí lidí a stavebních podniků. Z právního hlediska je však zřízení takového podniku velmi náročné a je nutno splnit mnoho podmínek pro udělení oprávnění provozovat podnik na recyklaci stavebních odpadů.

Stavební a demoliční odpady dnes ve světě tvoří přibližně 60 % z celkového množství vyprodukovaných odpadů. V Evropské unii se v recyklaci stavebního odpadu řadíme spíše k průměru, vzhledem k většímu množství přírodních surovin, oproti jiným zemím EU. Rozvoj recyklace a samotný počet recyklačních středisek je třeba podpořit i odpovídajícími právními předpisy a snížit tak čerpání přírodních zdrojů.

## 9 Seznam literatury

**BÁČOVÁ, Marie.** *Odstraňování staré azbestové zátěže při provádění udržovacích prací, změn dokončených staveb a odstraňování staveb.* Praha: Informační centrum ČKAIT, 2007. Základní knižnice odborných činností ve výstavbě. ISBN 978-80-87093-24-5.

**DUTKO, Pavel.** *Drevené konstrukcie.* 2., preprac. vyd. Bratislava: Alfa, 1976.

**GALIANO, Luna.** Web of Science. *Web of knowlage.* [Online] Březen 2017.

[Citace: 14. Ledna 2017]

[https://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=Z1mRzY63gFyPBaeaC1m&page=1&doc=5](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=Z1mRzY63gFyPBaeaC1m&page=1&doc=5). ISSN 09500618

**GRUSMAN, Petr. 2012.** Jak a kdy ohlásit nakládání s odpady. *Odpady.* 2012, 1.

**HORÁČEK, Jaroslav.** *Zpracovny nekovového odpadu.* Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 8021307757.

**JUNGA, Petr, Tomáš VÍTĚZ a Petr TRÁVNÍČEK.** *Technika pro zpracování odpadů.* Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 9788075092076.

**KURÁŠ, Mečislav.** *Odpady a jejich zpracování.* Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. ISBN 9788086832807.

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

**MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.** Odpadové hospodářství: *mzp.* [Online] Ministerstvo životního prostředí, 2008. [Citace: 18. Listopad 2016.] [http://www.mzp.cz/cz/odpadove\\_hospodarstvi](http://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi).

**PROCHÁZKA, JAN. 2016.** Cihelný recyklát. *Cihlový recyklát.* [Online] PROCHÁZKA s.r.o., 2016. [Citace: 12. Březen 2017.] <http://www.cihlovyrecyklat.cz/>.

**POLÁK, František a Pavel GORECKÝ.** Recycling 2016: možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin: sborník přednášek 21. ročníku konference. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2016. ISBN 9788021453319.

**ROBAYO, Rafael a MULFORD, Alexandra.** Web of Science. *Web of knowledge.*

[Online] 3. Červen 2016. [Citace: 13. Leden 2017.]

[https://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=Z1mRzY63gFyPBaeaC1m&page=1&doc=5](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=7&SID=Z1mRzY63gFyPBaeaC1m&page=1&doc=5). ISSN 09500618

**VALENTOVÁ, Tereza.** Recycling 2016: možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin: sborník přednášek 21. ročníku konference. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2016. ISBN 9788021453319.

**VEVERKOVÁ, Milena.** Recycling 2014: možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin: sborník přednášek 19. ročníku konference. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2014. ISBN 9788021448667.

**VODIČKA, Jan a kolektiv.** Recycling 2016: možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin: sborník přednášek 21. ročníku konference. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2016. ISBN 9788021453319.

**VORÖS, FRANTIŠEK.** Recycling 2014: možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin: sborník přednášek 19. ročníku konference. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2014. ISBN 9788021448667.

**WANG, Lei a CHEN, Season.** Science Direct. *Science Direct.* [Online] Listopad 2016.

[Citace: 4. Únor 2017.]

<http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.techlib.cz/ehost/detail/detail?sid=bc393bba-7040-47f2-805d-ebebed02500c%40sessionmgr4006&vid=0&hid=4106&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT11aG9zdC1saXZl#AN=118358298&db=a9h>. ISSN 09500618.

**SEDLÁČKOVÁ, Věra a Pavel SEDLÁČEK.** Přípravné procesy. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2004. ISBN 8024805820.

**SOLAŘOVÁ, Hana.** Recyklace asfaltových vozovek za studena. *Stavební technika.*

[Online] Vega s.r.o., 2007. [Citace: 12. Březen 2017.] <https://www.stavebni-technika.cz>.

**SVOBODA, Luboš.** Stavební hmoty. Praha: Jaga Group s. r. o., 2013. ISBN 9788026049722

**ŠKOPÁN, Miroslav.** Využívání stavebních a demoličních odpadů, šance a rizika. *Odpadové fórum.* 2015, 3. vydání.

**ŠŤASTNÁ, Jarmila.** Nová továrna na výrobu izolačního pěnového skla. *Odpady-online*. [Online] Profi Press s.r.o., 2013. [Citace: 12. Březen 2017.]

**ŠŤASTNÁ, Jarmila.** Recyklace skla s převratnou technologickou novinkou. *Odpady*. 2015, 11. vydání.

**VÁŇA, Jaroslav.** Zpracování a využití kovového šrotu. *Odpadový hospodář*. [Online] Produkce Odpadový hospodář, 2016. [Citace: 12. Březen 2017.] <http://odpadovy-hospodar.cz/recyklace>.

**VOJTĚCH, Dalibor.** *Kovové materiály*. Praha: VŠCHT, 2006. ISBN 9788070806005.

**VÖRÖS, František.** Plastové odpady ve stavebnictví. *Odpadové fórum*. 2015, 3. vydání.

## **Seznam citovaných norem ČSN, vyhlášek a souvisejících zákonů:**

**Zákon č. 185/2001 Sb.**, o odpadech, platný od 14. 6. 2001.

**Zákon č. 183/2006 Sb.**, o územním plánování a stavebním řádu, platný od 11. 5. 2006.

**Zákon č. 25/2008 Sb.**, o nakládání s odpady, platný od 12. 2. 2008.

**Nařízení vlády č. 352/2014 Sb.**, o plánovaném odpadovém hospodářství v ČR pro období 2014-2024, platné od 31. 12. 2014.

**Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb.**, katalog odpadů, platná od 1. 1. 2002.

**Směrnice Evropské rady 217 EEC, 1987**, prevence a omezení znečištění životního prostředí, platí od 19. 3. 1987.

**ČSN EN (725109) 14411** – Keramické obkladové prvky, v platnosti od května 2013.

**ČSN EN (723611) 520** – Sádrokartonové desky, v platnosti od dubna 2010.

**ČSN 72 2301** – Klasifikace sádrových pojiv, v platnosti od května 1980.



## **Seznam obrázků:**

- Obr. č. 1 – Materiálové využití odpadu
- Obr. č. 2 – Hierarchie nakládání s odpady
- Obr. č. 3 – Pneumatické demoliční kleště
- Obr. č. 4 – Pneumatické demoliční kladivo
- Obr. č. 5 – Protihluková stěna z recyklovaného kameniva
- Obr. č. 6 – Odstraňování azbestové krytiny
- Obr. č. 7 – Rozdělení sádkartonových desek
- Obr. č. 8 – Příklad technologické návaznosti pro recyklaci
- Obr. č. 9 – Mobilní čelistový drtič
- Obr. č. 10 – Čelistový drtič jednovzpěrný
- Obr. č. 11 – Čelistový drtič dvojevzpěrný
- Obr. č. 12 – Řez odrazovým drtičem
- Obr. č. 13 – Řez kuželovým drtičem
- Obr. č. 14 – Bubnový třídič (polomobilní)
- Obr. č. 15 – Mobilní vibrační třídič
- Obr. č. 16 – Vzorek kompozitu s betonovým recyklátem
- Obr. č. 17 – Izolační pěnové sklo z recyklátu
- Obr. č. 18 – Souprava pro recyklaci asfaltu za studena
- Obr. č. 19 – Rozložení mobilní recyklační linky firmy A

## **Seznam tabulek:**

- Tabulka č. 1 – Produkce vybraných SDO v letech 2010–2014
- Tabulka č. 2 – Srovnání mobilních čelistových drtičů
- Tabulka č. 3 – Porovnání ostatních typů mobilních drtičů
- Tabulka č. 4 – Porovnání mobilních třídičů

## 10 Přílohy

### Příloha č. 1: Mobilní čelist'ový drtič Finlay J-1175



Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)

### Příloha č. 2: Stacionární metací drtič



Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)

**Příloha č. 3: Drtící desky jednovzpěrného čelistového drtiče**



Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)

**Příloha č. 4: Separační síto vibračního třídiče**



Zdroj: Ondřej Pimpara; 2017 (archiv autora)