

Mendelova univerzita v Brně
Agromická fakulta
Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



**Využití stavebních odpadů při realizaci dopravních
staveb**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Bc. Petr Junga, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Marcela Vurbalová

Brno 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Marcela Vurbalová**
Studijní program: Technologie odpadů
Obor: Technologie a management odpadů
Název tématu: **Využití stavebních odpadů při realizaci dopravních staveb**
Rozsah práce: 50 – 60 stran A4 + přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte legislativní rozbor Vámi řešené problematiky.
2. Uveďte teoretický přehled recyklačních technologií a způsobů využití odpadů v liniových stavbách.
3. Vhodnými metodami proveďte zkoušení vlastností stavebních odpadů ve vztahu k jejich následnému využití.
4. Zhodnoťte Vámi řešený způsob využití odpadů podle environmentálních a ekonomických kritérií.
5. Formulujte závěry a praktická doporučení pro další vývoj Vámi řešené problematiky.

Seznam odborné literatury:

1. LAVELLE, J R. *Waste management : research, technology and developments*. New York: Nova Science Publishers, 2009. 371 s. ISBN 978-1-60456-256-9.
2. BILITEWSKI, B. – HAERDTLE, G. – MAREK, K. *Abfallwirtschaft : Handbuch für Praxis und Lehre*. 3. vyd. Berlin: Springer, 2000. 16 s. ISBN 3-540-64276-5.
3. ZÁVODNÝ, Z. *Optimalizace požadavků mezinárodních standardů ISO 9001:00, ISO 14001:04 a OHSAS 18001:99 a jejich využití k prevenci produkce stavebních odpadů*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně, 2009.
4. REITMANNOVÁ, K. *Recyklační technologie a technická zařízení pro využití stavebních odpadů*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU Brno, 2011. 50 s.
5. ŽEZULA, M. *Technicko ekonomické aspekty provozu strojů pro recyklaci stavebních odpadů*. Diplomová práce. MZLU v Brně, 1998.
6. NAVRÁTILOVÁ, L. *Technika pro recyklaci odpadů ze stavební činnosti*. Diplomová práce. Brno: MZLU v Brně, 2005. 66 s.
7. Firemní příručky a postupy
8. Internetové informační zdroje
9. Odborná periodika
10. Související platné právní předpisy
11. Zákon č. 201/2012 Sb.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2014

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2016


Bc. Marcela Vurbalová
Autorka práce




Ing. Bc. Petr Junga, Ph.D.
Vedoucí práce


prof. Ing. Jan Mareček, DrSc., dr. h. c.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci „Využití stavebních odpadů při realizaci dopravních staveb“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Bc. Petru Jungovi, Ph.D. za cenné připomínky a odborné vedení práce, za podporu a trpělivost při jejím vytváření. Děkuji také za poskytnutí zapůjčené literatury a dalších materiálů k tomuto tématu se vztahujících.

Abstrakt

Práce se zabývá možnostmi využití stavebních a demoličních odpadů v České republice, se zaměřením na způsob využití recyklovaného štěrku ze železničního svršku a betonu na stavbách SŽDC. V teoretické části je uveden přehled recyklačních metod používaných ve stavebnictví. Praktická část diplomové práce je zaměřena na způsob využití stavebních odpadů na konkrétní stavbě a na porovnání variant nakládání se stavebním odpadem a to jak z ekonomického tak z environmentálního hlediska.

Klíčová slova

Recyklace, stavební a demoliční odpady, úprava a recyklace stavebních odpadů, železniční stavby, štěrk, beton

Abstract

The thesis deals with the possibilities of use of construction and demolition waste in the Czech Republic and focuses on the method of using recycled track ballast concrete in the SŽDC's construction. The theoretical part of thesis provides an overview of recycling methods used in construction. The practical part focused on how to use construction waste at a specific site and compare the alternatives construction waste management, from an economic and environmental point of view.

Keywords

Recycling, construction and demolition waste, treatment and recycling of construction waste, railway construction, gravel, concrete

OBSAH

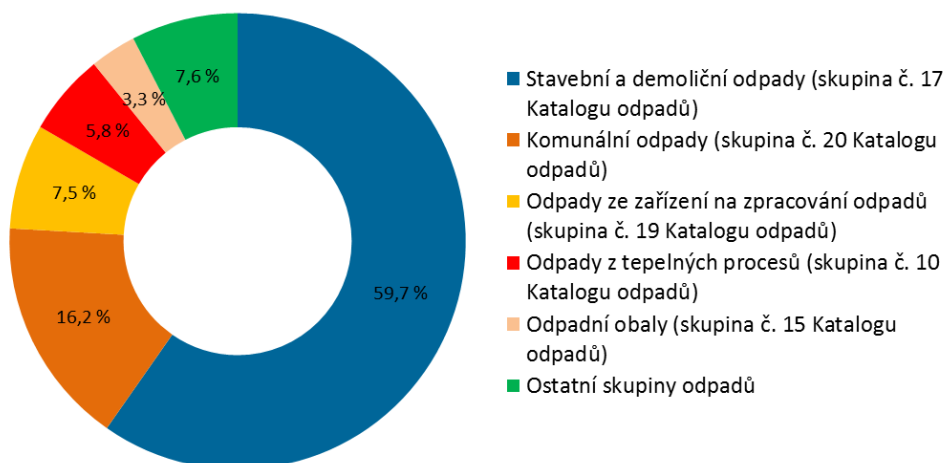
1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	15
3	SOUČASNÝ STAV POZNATKŮ	16
3.1	LEGISLATIVNÍ RÁMEC	16
3.2	PRÁVNÍ PŘEDPISY	16
3.2.1	<i>Legislativa EU</i>	16
3.2.2	<i>Legislativa ČR</i>	16
3.3	ZÁKLADNÍ POJMY	19
3.4	METODICKÝ NÁVOD ODBORU ODPADU PRO ŘÍZENÍ VZNIKU STAVEBNÍCH A DEMOLIČNÍCH ODPADU A PRO NAKLÁDÁNÍ S NIMI.....	22
3.5	DOSTUPNÉ TECHNOLOGIE PRO ÚPRAVU A RECYKLACI STAVEBNÍCH ODPADŮ	23
3.5.1	<i>Strojní zařízení pro hlavní technologické procesy úpravy a recyklace stavebních odpadů</i>	24
3.5.2	<i>Zařízení použitá na hodnocené stavbě „Rekonstrukce žst. Olomouc“</i>	28
4	MATERIÁL A METODIKA	36
4.1	METODIKA TEORETICKÉ ČÁSTI.....	36
4.2	METODIKA PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	36
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	38
5.1	CHARAKTERISTIKA HODNOCENÉ STAVBY A ZHOTOVITELE STAVBY	38
5.2	DRUHY STAVEBNÍCH ODPADŮ VZNIKAJÍCÍCH V RÁMCI STAVBY A PODMÍNKY NAKLÁDÁNÍ S NIMI.....	42
5.3	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK	44
5.3.1	<i>Zkoušky kvality recyklátu</i>	44
5.3.2	<i>Zkoušky ekologické nezávadnosti</i>	48
5.4	POROVNÁNÍ VARIANT	50
6	ZÁVĚR	55
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	56
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
9	SEZNAM TABULEK	60
10	SEZNAM GRAFŮ	61
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	61
12	PŘÍLOHY	62

1 ÚVOD

V České republice bylo v roce 2014 vyprodukováno, jak je patrné z Tabulky 1, celkem 32 mil. tun odpadů, přičemž téměř 60 % (Graf 1), celkové produkce tvoří stavební a demoliční odpady, které vznikají při zřizování staveb, jejich údržbě, při změnách již dokončených staveb a odstraňování staveb.

Tabulka 1 Produkce odpadů podle skupin Katalogu odpadů 2009 - 2014, [19]

Skupina odpadů	2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Celkem	z toho nebezpečné	Celkem	z toho nebezpečné	Celkem	z toho nebezpečné	Celkem	z toho nebezpečné	Celkem	z toho nebezpečné	Celkem	z toho nebezpečné
01	86 535	255	93 893	1 381	87 534	1 346	89 922	1 431	139 783	2 487	91 543	649
02	688 725	874	515 311	1 779	383 819	668	281 137	2 180	309 274	2 299	309 916	1 841
03	227 860	1 469	214 064	861	175 942	511	169 522	687	148 915	475	168 189	338
04	59 620	441	69 585	489	74 276	1 540	70 297	362	79 217	487	87 304	340
05	175 201	161 037	59 332	58 900	123 642	122 889	16 451	16 015	12 462	12 221	15 564	15 102
06	56 646	53 354	77 190	73 688	40 441	36 710	17 688	13 103	15 664	10 850	14 731	10 579
07	110 021	54 220	108 145	45 919	102 620	26 517	95 956	22 011	102 547	26 517	120 833	40 459
08	31 291	24 438	34 450	26 300	37 341	28 614	64 107	29 775	38 023	29 433	43 174	33 832
09	3 293	2 475	2 838	2 373	2 574	2 051	2 243	1 827	1 916	1 483	1 746	1 362
10	2 736 186	203 580	2 236 190	209 605	1 965 194	234 208	1 949 153	194 281	2 124 872	120 052	1 858 591	127 842
11	54 820	49 401	99 380	93 799	69 373	65 149	70 449	66 025	72 549	68 345	78 726	74 216
12	586 548	64 906	675 840	74 783	739 932	79 091	789 774	82 356	621 140	83 473	670 179	98 606
13	115 945	115 945	117 929	117 929	128 972	128 972	123 323	123 323	141 044	141 044	148 238	148 238
14	4 673	4 673	4 311	4 311	4 187	4 187	3 729	3 729	3 953	3 953	4 009	4 009
15	1 077 459	44 020	1 088 009	44 251	1 089 355	47 751	1 020 514	48 709	1 007 637	47 916	1 050 776	50 559
16	610 839	202 059	739 931	183 417	724 604	184 000	730 205	179 269	886 571	185 628	628 671	207 467
17	18 520 614	798 904	18 480 355	509 643	17 387 158	427 221	17 318 625	570 751	17 904 590	412 064	19 124 592	458 027
18	33 301	30 469	36 759	33 018	35 658	31 665	36 597	32 244	36 739	31 681	37 459	31 583
19	1 950 231	315 565	1 932 507	259 425	2 266 432	385 822	2 130 896	212 194	2 144 323	224 377	2 388 755	222 745
20	5 125 081	33 217	5 223 789	31 919	5 231 822	31 890	5 042 114	36 355	5 028 289	38 308	5 184 788	37 743
50	2 607	56	1 638	26	1 048	7	409	154	1 106	234	639	23
Celkem	32 267 286	2 161 390	31 811 245	1 784 126	30 672 123	1 840 809	30 023 111	1 636 790	30 620 616	1 443 358	32 028 422	1 565 888



Graf 1 Struktura celkové produkce odpadů v ČR [%], 2014 [18]

Stavební a demoliční odpady představují významný zdroj druhotných surovin, o což se opírá i jeden z cílů Plánu odpadového hospodářství ČR, který přebírá recyklační cíl evropské směrnice o odpadech. S cílem dodržování hierarchie způsobů nakládání s odpady, kterou stanovuje zákon o odpadech, byl vydán „Metodický návod odboru odpadů pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi“.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic, článek 11 stanovuje:

„zvýšit do roku 2020 nejméně na 70 % hmotnosti celkovou úroveň přípravy k opětovnému použití a recyklace odpadů a jiných druhů materiálového využití, včetně zásypů, při nichž jsou jiné materiály nahrazeny odpadem, u nikoliv nebezpečných stavebních a demoličních odpadů s výjimkou v přírodě se vyskytujících materiálů uvedených na seznamu odpadů v kategorii 17 05 04“ [11].

S cílem naplnit dodržování evropské směrnice byl přijat Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024 (nařízení vlády č. 352/20014 Sb., nabyt účinnosti dne 1. 1. 2015), který ukládá:

„3.3.1.4 Stavební a demoliční odpady

Za účelem splnění recyklačního cíle evropské rámcové směrnice o odpadech a přiblížení se „recyklační společnosti“ zabezpečit:

Cíl:

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 zásypů, 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 odpadů¹⁸⁾ pod katalogovým číslem 17 05 04 (zemina a kamení).

Cíl vychází ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech.

Zásady:

- a) Regulovat vznik stavebních a demoličních odpadů a nakládání s nimi s ohledem na ochranu lidského zdraví a životního prostředí.*
- b) Maximálně využívat upravené stavební a demoliční odpady a recykláty ze stavebních a demoličních odpadů.*

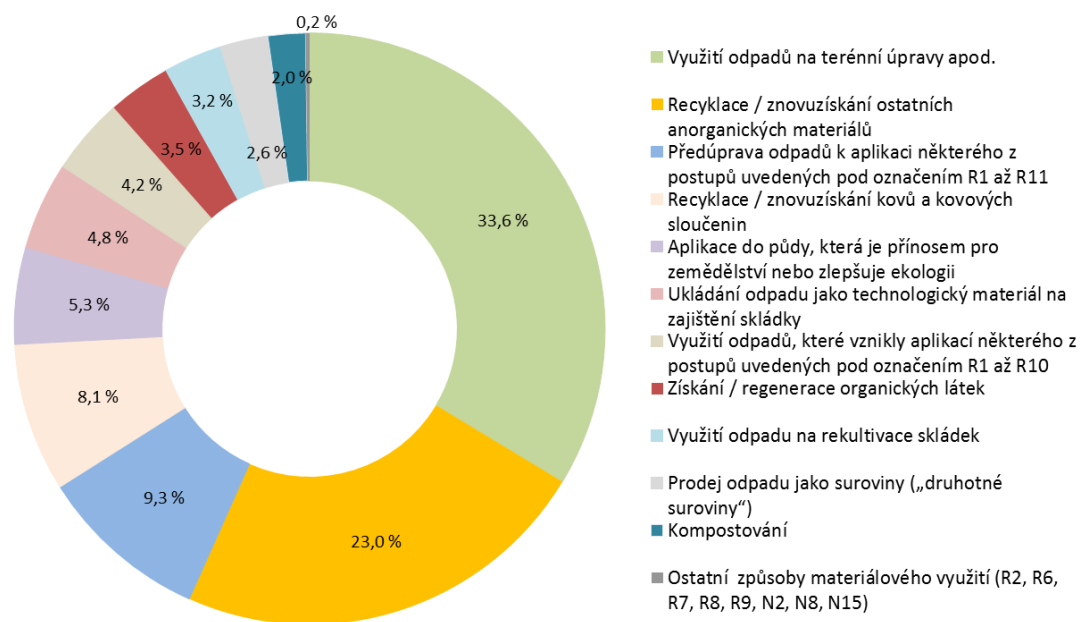
Opatření:

- a) Legislativně stanovit podmínky pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi a tím minimalizovat nebezpečné složky a vlastnosti, přednostně zabezpečit využívání stavebních a demoličních odpadů a jejich recyklaci a zajišťovat vysokou kvalitu následného recyklátu.*
- b) Řídit se legislativou Evropské unie v oblasti „konce odpadu“, a pokud nebude zpracován příslušný legislativní dokument na úrovni Evropské unie, pak vypracovat dokument přesně stanovující přechod recyklovaného stavebního a demoličního odpadu na výrobek.*
- c) Legislativně zakotvit normy pro jakost recyklátů ze stavebních a demoličních odpadů.*
- d) Zajistit povinné používání recyklátů splňujících požadované stavební normy, jako náhrady za přírodní zdroje, v rámci stavební činnosti financované z veřejných zdrojů, pokud je to technicky a ekonomicky možné.*
- e) Zamezit využívání neupravených stavebních a demoličních odpadů, s výjimkou výkopových zemin a hlušin bez nebezpečných vlastností.*
- f) Zjednodušit pravidla pro využívání upravených stavebních a demoličních odpadů a recyklátů z těchto odpadů na povrchu terénu při zachování vysoké míry ochrany životního prostředí a zdraví lidí.*
- g) Legislativně vymezit rozsah druhů stavebních a demoličních odpadů vhodných k využití na povrchu terénu.*
- h) Vypracovat dokument pro nakládání s odpady, které se v budoucnu v komoditě stavební odpady budou vyskytovat – plastová okna, izolační materiály ze zateplení budov a podobně s cílem jejich maximálního využití“ [7].*

Tabulka 2 Způsoby nakládání s odpady v letech 2012 – 2014 [19]

Kód nakládání	2012			2013			2014		
	Celkem	z toho nebezpečné odpady		Celkem	z toho nebezpečné odpady		Celkem	z toho nebezpečné odpady	
		Ostatní odpady	Ostatní odpady		Ostatní odpady	Ostatní odpady			
Odstavení odpadů celkem	3 902 227	105 122	3 797 106	3 567 399	108 596	3 458 804	3 382 031	110 844	3 271 187
D1	3 790 028	34 178	3 745 849	3 450 964	35 582	3 415 382	3 287 100	35 760	3 251 340
D3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4	27 038	0	27 038	25 286	0	25 286	8 317	0	8 317
D5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D10	76 275	70 643	5 331	79 233	73 014	6 219	80 242	74 884	5 358
D12	18 887	0	18 887	11 916	0	11 916	6 372	200	6 172
Využití odpadů celkem	23 794 832	662 860	23 131 972	24 353 055	530 497	23 822 558	26 577 234	515 951	26 061 283
R1	1 050 446	41 451	1 008 996	1 042 017	45 288	996 729	1 110 359	50 281	1 060 068
R2	1 811	1 714	97	2 806	2 430	376	2 711	2 392	320
R3	613 350	4 741	608 609	592 164	15 394	576 769	890 305	15 064	865 241
R4	2 374 501	144 181	2 230 319	2 372 181	81 450	2 290 731	2 072 098	80 087	1 992 011
R5	4 525 882	5 528	4 520 354	5 168 842	2 493	5 167 149	5 866 506	3 618	5 862 888
R6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R7	1 864	1 828	36	764	3	761	5	1	4
R8	2	0	2	1	0	1	355	309	46
R9	5 647	5 583	64	7 448	6 529	919	6 986	6 154	832
R10	1 379 741	5 585	1 374 155	1 561 935	3 871	1 558 064	1 347 354	3 227	1 344 127
R11	992 790	104 171	888 609	1 192 339	22 590	1 169 748	1 072 904	31 179	1 041 725
R12	2 923 020	97 467	2 825 553	2 416 271	121 979	2 294 292	2 379 815	114 987	2 265 127
N1	6 299 430	116 454	6 182 976	6 576 125	65 731	6 480 394	6 567 989	98 837	6 469 153
N2	27 743	29	27 714	25 601	27	25 574	19 643	13	19 630
N8	48 485	483	48 002	21 306	108	21 199	26 708	46	26 660
N10	871 939	3 150	868 790	696 899	2 489	694 400	669 475	2 166	667 309
N11	1 171 490	26 476	1 145 015	1 130 308	27 100	1 103 208	814 467	3 464	811 003
N12	1 124 971	103 584	1 021 387	1 085 318	102 403	982 915	1 219 138	103 711	1 115 426
N13	391 795	438	381 347	449 877	609	449 268	520 262	703	519 559
N15	136	0	136	62	0	62	155	0	155

Z Tabulky 2, ve které jsou uvedeny hlavní způsoby nakládání s odpady v letech 2012 – 2014, je patrné, že využití odpadů má vzrůstající tendenci, zatímco množství odpadů odstraněných skládkováním nebo spalováním mírně klesá. Struktura materiálového využití odpadů je patrná z Grafu 2, z té je také patrné, že využití odpadů na terénní úpravy (takto využívány jsou především stavební a demoliční odpady) a recyklace patří mezi nejčastější způsoby využití odpadů.



Graf 2 Struktura materiálového využití odpadů v ČR [%], 2014 [18]

Vybrané způsoby nakládání s odpady

Energetické využití odpadů

R1 Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie

Materiálové využití odpadů

R2 Získání / regenerace rozpouštědel

R3 Získání / regenerace organických látek

R4 Recyklace / znovuzískání kovů

R5 Recyklace / znovuzískání ostatních anorganických materiálů

R6 Regenerace kyselin a zásad

R7 Obnova látek používaných ke snižování znečištění

R8 Získání složek katalyzátorů

R9 Rafinace nebo jiný způsob opětovného použití olejů

R10 Aplikace do půdy, která je přínosem pro zemědělství nebo zlepšuje ekologii

R11 Využití odpadů, které vznikly pod označením R1 až R10

R12 Předúprava odpadů k aplikaci některého z postupů uvedených pod označením R1 až R11

N1 Využití odpadů na rekultivace, terénní úpravy apod.

N2 Předání kalů ČOV k použití na zemědělské půdě

N8 Předání (dílů, odpadů) pro opětovné použití

N10 Prodej odpadu jako suroviny („druhotné suroviny“)

N11 Využití odpadu na rekultivace skládek

N12 Ukládání odpadu jako technologický materiál na zajištění skládky

N13 Kompostování

N15 Protektorování pneumatik

Odstranění odpadů skládkováním

D1 Ukládání v úrovni nebo pod úroveň terénu (skládkování)

D5 Ukládání do speciálně technicky provedených skládek

D12 Konečné či trvalé uložení

Odstranění odpadů spalováním

D10 Spalování na pevnině [4].

Zde uvádím nejdůležitější důvody, proč je recyklace inteligentnější, výnosnější a udržitelnější způsob, nakládání se stavebním a demoličním odpadem:

- 1) zaměstnanost: ecocycle.org odhaduje, že každý 10 člověk v USA je zaměstnán při zpracování recyklovaných výrobků a každý 25 je výdělečně činný ve zpracovatelském průmyslu výrobků z recyklovaných materiálů;
- 2) náklady: skládky a spalovny jsou ekonomická katastrofa - všechny skládky vyžadují dlouhodobé sledování a kontrolu toxických průsakových vod. Spalovny vyžadují velké kapitálové investice a vyžadují neustálý přísun odpadu, aby zůstaly rentabilní. Dokonce i ty nejučinnější spalovny emitují dioxiny, rtuť, olovo, kadmium do prostředí;
- 3) energie: recyklace šetří energii snížením čistého množství energie vynaloženého při získávání a využívání surovin [12].

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je zpracování literárního přehledu o stavebních a demoličních odpadech a o způsobech nakládání s nimi v České republice, se zaměřením na způsob využití recyklovaného štěrku ze železničního svršku a betonu na stavbách SŽDC. V teoretické části je uveden přehled recyklačních metod používaných ve stavebnictví.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na způsob využití stavebních odpadů na stavbě Rekonstrukce žst. Olomouc, kterou realizuje stavební firma OHL ŽS, a.s.. V pozici ekologa stavební společnosti řeším často otázky spojené s využitím stavebních odpadů, případně jejich uložení na skládky. V práci se zaměřuji na porovnání variant nakládání se stavebním odpadem a to jak z ekonomického tak z environmentálního hlediska.

3 SOUČASNÝ STAV POZNATKŮ

3.1 Legislativní rámec

Legislativa České republiky se podrobně věnuje pravidlům nakládání se stavebním odpadem a jeho následnou recyklací. Každý je povinen nakládat s odpady a zbavovat se jich pouze způsobem stanoveným zákonem o odpadech. Fyzické osoby se stavební sutě nebo jiného stavebního odpadu mohou zbavit prostřednictvím sběrných dvorů – zařízení určené pro nakládání s odpady, případně prostřednictvím jiné oprávněné osoby. Stavební odpad nesmí být odkládán do běžných kontejnerů určených pro komunální odpad. Původce odpadů (právnícká osoba), který nemůže využít nebo odstranit odpady v souladu se zákonem a prováděcími právními předpisy je smí převést pouze do vlastnictví osobě oprávněné k jejich převzetí podle § 12 odst. 3. Stavební odpad je dále dle legislativy tříděn a recyklován, ať již přímým opakovaným použitím nebo po zpracování jako druhotná surovina při stavební výrobě.

3.2 Právní předpisy

Přehled důležitých zákonů, nařízení vlády a vyhlášek vztahující se k dané záležitosti ve znění pozdějších předpisů.

3.2.1 Legislativa EU

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 98/2008/ES o odpadech.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006

3.2.2 Legislativa ČR

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění.
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

- Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.
- Zákon č.455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon).
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci).
- Zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů.
- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, v platném znění.
- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění.
- Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění posledních předpisů.
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon).
- Nařízení vlády č. 312/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební materiály.
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024.
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 o Katalogu odpadů.
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zdravotnictví č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.

- Vyhláška č. 63/2013 Sb., kterou se mění vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření.
- Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli.
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 394/2006 Sb., kterou se stanoví práce s ojedinělou a krátkodobou expozicí azbestu a postup při určení ojedinělé a krátkodobé expozice těchto prací.
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 384/2001 Sb., o nakládání s PCB.
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.
- Metodický pokyn odboru odpadů č. 9/2003 k nakládání s odpady ze stavební výroby a s odpady z rekonstrukcí a odstraňování staveb, Věstník MŽP č. 9/2003.
- Metodický návod odboru odpadů č. 3/2008 pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi, Věstník MŽP č. 3/2008.
- Surovinová politika v oblasti nerostných surovin a jejich zdrojů - schválená usnesením vlády ČR č. 1311/1999.
- ČSN EN 14899 Charakterizace odpadů - Vzorkování odpadu - Zásady přípravy programu vzorkování a jeho použití.
- ČSN EN 12457 - 4 Charakterizace odpadů - Vyluhování - Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů.
- Metodický pokyn MŽP pro zpracování Základního popisu odpadu, Věstník Ministerstva životního prostředí, únor 2007, ročník XVII, částka 2.

3.3 Základní pojmy

Základní pojmy dle Zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech:

- *odpad* - každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit;
- *vedlejší produkt* - movitá věc, která vznikla při výrobě, jejímž prvotním cílem není výroba nebo získání této věci;
- *nebezpečný odpad* - odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 zákona;
- *odpadové hospodářství* - činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností;
- *nakládání s odpady* - shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů;
- *zařízení* - technické zařízení, místo, stavba nebo část stavby;
- *shromažďování odpadů* - krátkodobé soustředování odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady;
- *skládka* - zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem a provozované ve třech na sebe bezprostředně navazujících fázích provozu, včetně zařízení provozovaného původcem odpadů za účelem odstraňování vlastních odpadů a zařízení určeného pro skladování odpadů s výjimkou skladování odpadů podle písmene;
- *úprava odpadů* - každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění

nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností;

- *opětovné použití* - postupy, kterými jsou výrobky nebo jejich části, které nejsou odpadem, znovu použity ke stejnému účelu, ke kterému byly původně určeny;
- *využití odpadů* - 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, nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu upraven;
- *příprava k opětovnému použití* - způsob využití odpadů zahrnující čištění nebo opravu použitých výrobků nebo jejich částí a kontrolu provedenou osobou oprávněnou podle zvláštního právního předpisu spočívající v prověření, že použitý výrobek nebo jeho část, které byly odpady, jsou po čištění nebo opravě schopné bez dalšího zpracování opětovného použití, materiálové využití odpadů - způsob využití odpadů zahrnující recyklaci a další způsoby využití odpadů jako materiálu k původnímu nebo jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získání energie;
- *recyklace odpadů* - 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;
- *zpracování odpadů* - využití nebo odstranění odpadů zahrnující i přípravu před využitím nebo odstraněním odpadů;
- *původce odpadů* - právnická osoba nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, při jejichž činnosti vznikají odpady, nebo právnická osoba nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, které provádějí úpravu odpadů nebo jiné činnosti, jejichž výsledkem je změna povahy nebo složení odpadů, a dále obec od okamžik-

ku, kdy nepodnikající fyzická osoba odpad odloží na místě k tomu určeném; obec se současně stane vlastníkem tohoto odpadu [3].

Základní pojmy dle Vyhlášky č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady:

- *inertní odpad* - odpad, který nemá nebezpečné vlastnosti a u něhož za normálních klimatických podmínek nedochází k žádné významné fyzikální, chemické nebo biologické přeměně. Inertní odpad nehoří ani jinak fyzikálně či chemicky nereaguje, ve vodě se snadno nerozpouští, nepodléhá biologickému ani chemickému rozkladu ani nezpůsobuje rozklad jiných látek, s nimiž přichází do styku, způsobem, který by mohl vést k poškození životního prostředí či k ohrožení lidského zdraví. Koncentrace škodlivin ve výluhu a v sušině tohoto odpadu nesmí překročit žádný z ukazatelů stanovených pro skládky skupiny S-inertní odpad. Směsné odpady se nepovažují za odpad inertní;
- *vodný výluh* - roztok, který byl připraven ze vzorku odpadu podle ČSN EN 12 457-4 (83 8005);
- *stabilizace odpadu* - technologie úpravy odpadu spočívající ve využití fyzikálních, chemických nebo biologických postupů, vedoucích k trvale omezenému uvolňování škodlivin z odpadu do jednotlivých složek životního prostředí v souladu;
- *výluhová třída* - množina nejvýše přípustných hodnot koncentrací ukazatelů vybraných škodlivin v prvním vodném výluhu odpadu připraveném podle ČSN EN 12457-4 (83 8005);
- *využívání odpadů na povrchu terénu* - rekultivace povrchu terénu, vyrovnávání terénních nerovností a jiné úpravy terénu, vytváření uzavíracích vrstev skládky, rekultivace uzavřených skládek, zavážení vytěžených povrchových dolů, lomů, pískoven;

- *zařízení* - skládky, povrchové doly, lomy, pískovny a další místa na povrchu terénu, kde jsou odpady využívány k zasypávání, rekultivacím a jiným povrchovým úpravám;
- *základní popis odpadu* - průvodní dokumentace odpadu vypracovaná původcem odpadu nebo oprávněnou osobou v rozsahu stanoveném vyhláškou, na základě všech dostupných informací o odpadu, za jehož úplnost a pravdivost odpovídá původce nebo oprávněná osoba, která základní popis odpadu předává s každou jednorázovou nebo první z řady opakovaných dodávek odpadu do zařízení;
- *recyklát ze stavebního a demoličního odpadu* - materiálový výstup ze zařízení k využívání a úpravě stavebních a demoličních odpadů kategorie ostatní odpad a odpadů podobných stavebním a demoličním odpadům, spočívající ve změně zrnitosti a jeho roztřídění na velikostní frakce v zařízeních k tomu určených [4].

3.4 Metodický návod odboru odpadu pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadu a pro nakládání s nimi

Metodický návod je určen všem osobám, kterým při jejich činnostech vznikají stavební a demoliční odpady. MN je zaměřen na problematiku vzniku odpadu z údržby, změn dokončených staveb a odstraňování staveb z cihelného zdiva, betonových a železobetonových konstrukcí, živičných materiálů (bez příměsí dehtu), kamene, šterkopísku a dalších obdobných materiálů.

Využití návodu je doporučeno především pro:

- přípravu dokumentace staveb, pro provádění staveb a pro provádění jejich údržby a odstraňování těchto staveb (bourání, demolice),
- hodnocení nebezpečných vlastností stavebních a demoličních odpadů [10].

Základní pojmy dle Metodického návodu odboru odpadů č. 3/2008 pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi:

- *stavební a demoliční odpad* – odpad vznikající při zřizování staveb, jejich údržbě, při změnách dokončených staveb a odstraňování staveb zařazovaný do skupiny 17 Katalogu odpadů [10];
- *stavby dopravní infrastruktury* – stavby pozemních komunikací, drah, vodních cest, letišť apod. a s nimi související zařízení [10];
- *využívání odpadu* – činnosti uvedené v příloze č. 3 k zákonu o odpadech zejména se jedná o materiálové využívání odpadů – náhradu prvotních surovin stavebními a demoličními odpady nebo využití látkových vlastností těchto odpadů k původnímu účelu nebo k jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získání energie [10];
- *opětovné použití* – využití částí stavebních výrobků a stavebních výrobků odnímaných z původního místa ve stavbě při údržbě stavby, změnách dokončených staveb a odstraňování staveb k původnímu účelu bez recyklace [10];
- *úprava odpadů* – každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich nebezpečných vlastností [10].

3.5 Dostupné technologie pro úpravu a recyklaci stavebních odpadů

Stavební odpady je potřeba před dalším použitím upravit a vytřídít. Třídění by mělo, pokud je to možné, probíhat v místě vzniku odpadu je to technologicky jednodušší a odpadájí náklady na přepravu. Primárně by měly být odděleny nebezpečné složky odpadu, dále potom ostatní materiály jako např. dřevo, asfalty, plasty, kovy apod. Následně jsou rozměrné kusy rozdrceny na potřebnou velikost pro zpracování v recyklačních soupravách [8].

Technologické recyklační soupravy (sestava strojů a strojního zařízení určená pro úpravu a roztřídění stavebního odpadu pro následné použití nebo pro další zpracování) na stavební odpad lze obecně rozdělit na **mobilní soupravy** a **stacionární soupravy** [8].

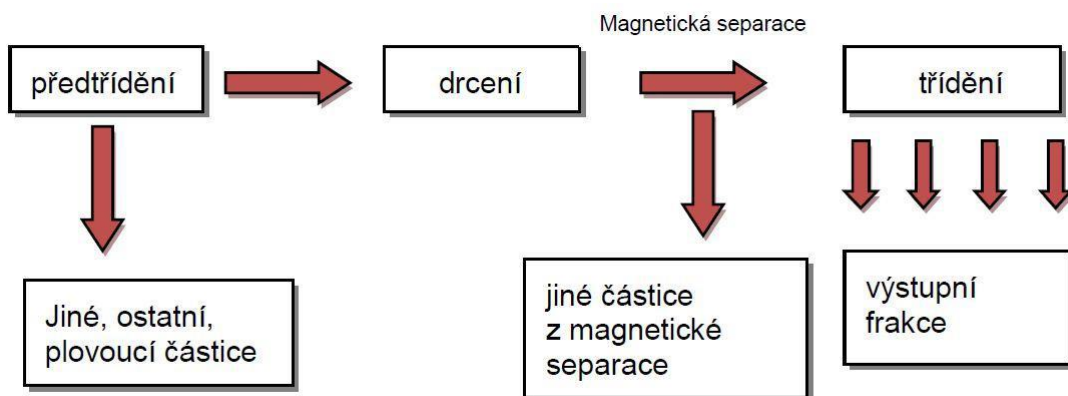
Mobilní soupravy dále dělíme na:

- soupravy na pásovém podvozku;
- soupravy na semimobilním kolovém podvozku;
- soupravy na kolovém podvozku s kuželovým drtičem [8].

Stacionární soupravy dále dělíme na:

- soupravy o výkonnosti 100 – 400 t/h;
- soupravy o výkonnosti 100 – 400 t/h – se suchým způsobem recyklace a třídění na několik frakcí;
- soupravy o výkonnosti 100 – 400 t/h – kombinované pro suché a mokré třídění [8].

3.5.1 Strojní zařízení pro hlavní technologické procesy úpravy a recyklace stavebních odpadů

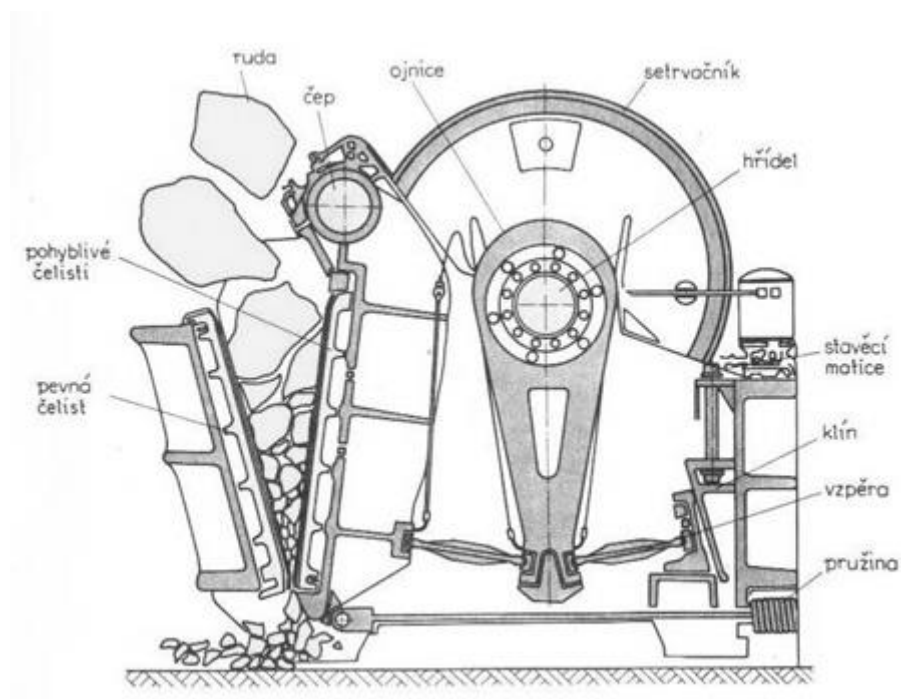


Obrázek 1 Schéma recyklačního zařízení a jednotlivé procesy při výrobě [8]

Drtiče

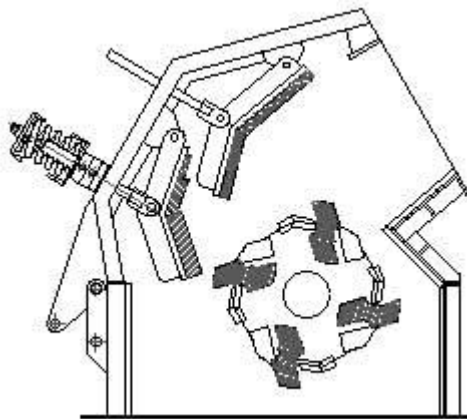
- upravují materiál do požadované zrnitosti;
- tvoří hlavní součást recyklačních souprav;
- ovlivňují kvalitu výsledného recyklátu;
- podle konstrukce rotoru rozlišujeme drtiče horizontální a vertikální [8].

Čelistové drtiče – drcení materiálu pomocí dvou čelistí, z toho jedna je pevná, druhá pohyblivá. Použitelné k hrubému drcení nelepivých, tvrdých materiálů. Tvar vstupního otvoru umožňuje zpracovávat velké kusy materiálu [8].



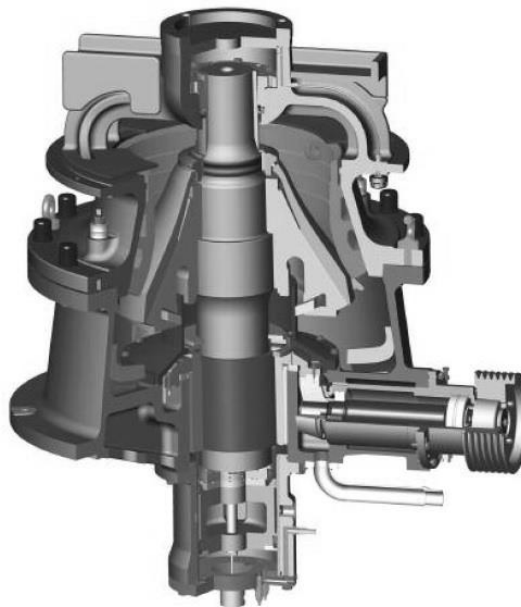
Obrázek 2 Čelistový drtič [20]

Odrázové drtiče – na rotoru jsou upevněny tuhé odrázové lišty, které vrhají materiál na nárazové desky. Vhodné pro drcení středně tvrdých materiálů [8].



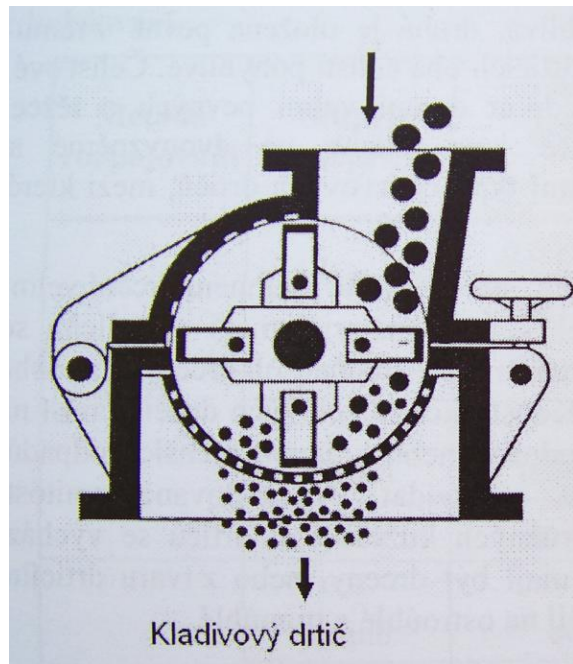
Obrázek 3 Odrazový drtič [21]

Kuželové drtiče – drtící prostor se nachází mezi pláští dvou kuželů, provedení se závěsným kuželem tzv. ostroúhlé nebo s podepřeným kuželem tzv. tupoúhlé [8].



Obrázek 4 Kuželový drtič [22]

Kladivové drtiče – na vodorovném rotoru jsou umístěna kladiva, která při otáčení drtí materiál ležící na povrchu válcové dutiny skříně [8].



Obrázek 5 Kladivový drtič [14]

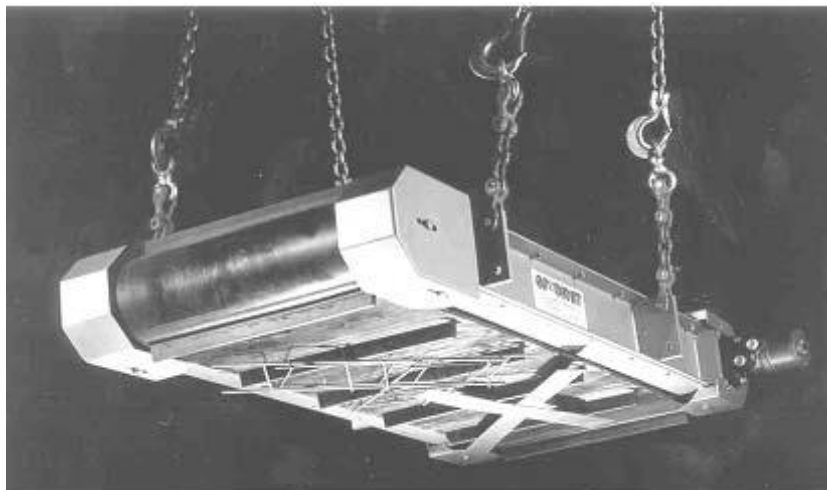
Třídíče

- zařízení určená k třídění materiálu na velikostně normalizovaná zrna tzv. frakce;
- podle způsobu třídění rozlišujeme třídění na nepohyblivém roštu nebo sítu, na pohyblivém roštu nebo sítu, hydraulické, pneumatické;
- podle velikosti zrn finálního výrobku rozlišujeme kusové třídění (zrna o velikosti 80 - 200mm), hrubé třídění (zrna o velikosti 25 - 80mm), jemné třídění (zrna o velikosti 10 - 25mm), jemné třídění (zrna o velikosti 1 - 10mm) a velmi jemné třídění (zrna o velikosti 0 - 1mm) [8].

Separátory nežádoucích příměsí

- zajišťují vyšší kvalitu recyklátu;
- separace suchým nebo mokrým způsobem [8].

Závěsné magnetické separátory - k separaci železných předmětů ze stavebních a demoličních odpadů.



Obrázek 6 Závěsný magnetický separátor [16]

Magnetické válce - tvořeny permanentními magnety, které vyplňují celý obvod válce a mají radiálně vystřídané póly. Nejčastěji bývají instalovány na koncích pásového dopravníku [16].

3.5.2 Zařízení použitá na hodnocené stavbě „Rekonstrukce žst. Olomouc“

Mobilní zařízení pro mechanickou úpravu odpadů drcením a tříděním se skládá z třídiče a drtiče, příležitostně doplněného o přídavné zařízení zejména pro roztřídění upraveného materiálu na požadované frakce (dále jen „zařízení“).

Třídič: FINLAY 883 RECLAIMER

Mobilní drtící jednotky: FINLAY I – 1310 RS

SBM REMAX 1011–E/D–B

Jedná se o semimobilní (polomobilní, snadno přemístitelné, neschopné aktivního pohybu po komunikacích) zařízení pro využívání stavebních odpadů. Zařízení je určeno k vytrídění sypkých materiálů (zeminy, písku), k úpravě velikosti (zrnitosti) pevného odpadu kameniva, betonových, cihelných a keramických zlomků a k následnému třídění takto upravených odpadů na různé velikostní frakce. Na tuto oblast výrobků se nevztahuje ustanovení zákona 22/1997 Sb., o technických požadavcích na stavební výrobky. Povinnosti výrobce udávat na trh výrobky bezpečné a za určených podmínek vyplývají ze zákona 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků.

Zpracování odpadu v zařízení je způsobem využití odpadu zařazeným dle přílohy č. 3 k zákonu č. 185/2001 Sb. pod skupinu technologií R5 – Recyklace/znovuzískávání ostatních anorganických materiálů a R12 - Předúprava odpadů k aplikaci některého z postupů uvedených pod označením R1 až R11, přičemž výstupem ze zařízení jsou stavební výrobky nebo upravené odpady.

Účelem zařízení je stavební odpady zpracovat do podoby materiálu (věci), který je možné využít přiměřeně k jeho vlastnostem při stavebních činnostech, zejména při stavbách dopravních a pozemních staveb.

3.5.2.1 Mobilní třídač FINLAY 883 RECLAIMER

Mobilní hrubotřídač s dvouplošinovým vibračním třídačem, pasovým podvozkem a diesel/hydraulickým pohonem a třemi vestavěnými haldovacími dopravníky.

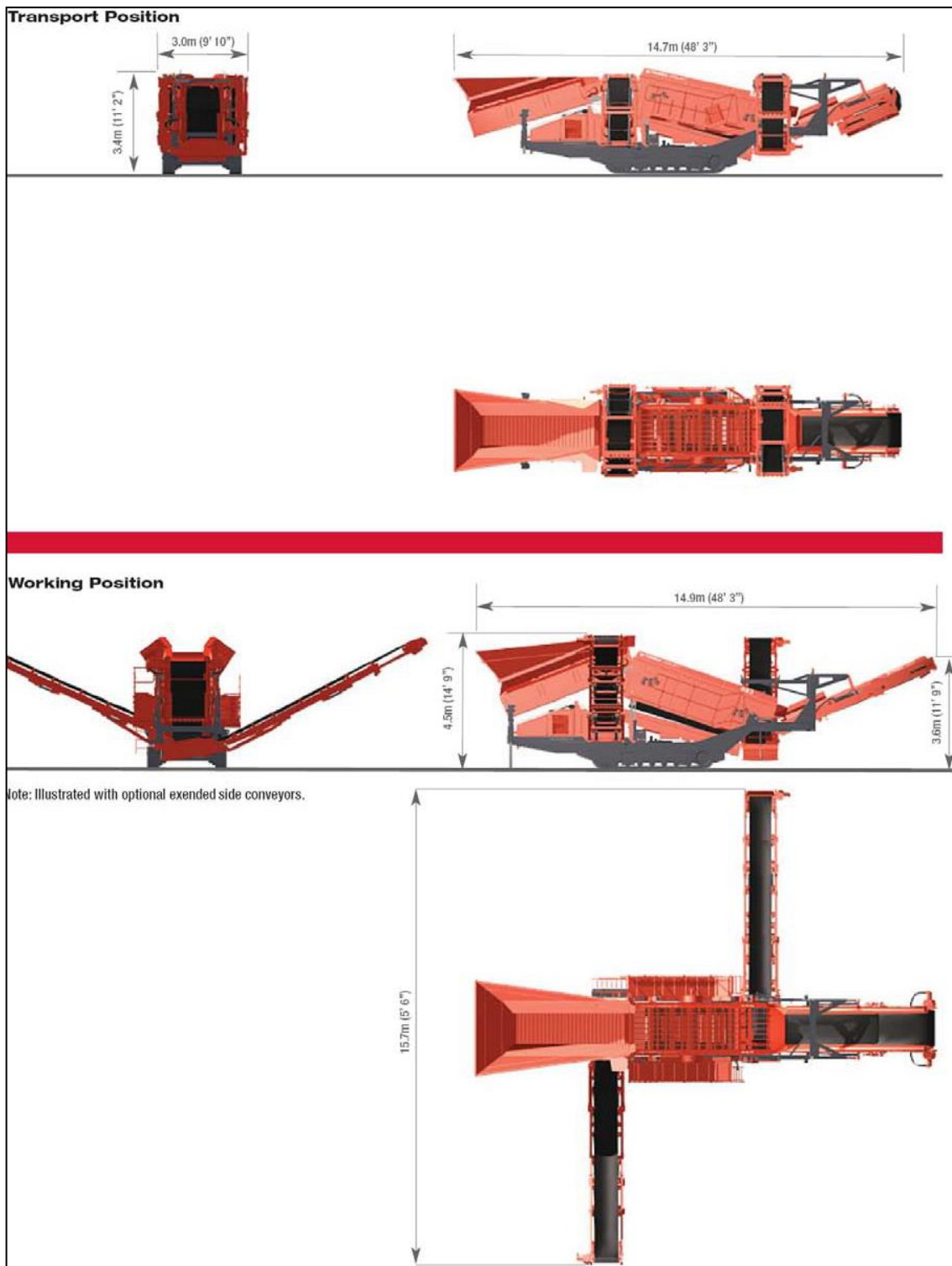
Základní parametry:

- vibrační dvouplošinový třídač s hydraulicky stavitelným sklonem 13° – 19°;
- nakládací výška max. 4,1 m;
- článkový podavač šíře 1000 mm s plynulou regulací rychlosti posuvu, ocelové otěruvzdorné výměnné segmenty;
- objem násypky je 7 m³, sklopné zadní čelo násypky pro snazší plnění vynášecím pasem drtiče;
- rádiově ovládaný podavač v násypce – start/stop;
- dvě hydraulické podpěry pod násypkou s dorazovým čidlem;
- spodní síto 5,47 m² - tři identické bočně napínané segmenty;
- horní síto 7,2 m² – děrovaný plech s šestihránným okem 100 mm;
- pracovní plošina s přístupovým žebříkem a zábradlím z obou stran třídače;
- vynášecí pas nadsítného - šíře 1200 mm EP 500/3ply 5+1 krycí vrstva, profilovaný běhoun, sklopný pro přepravu, výsypaná výška cca 3,6 m, plynulá regulace rychlosti;
- prodloužený boční vynášecí dopravník podsítného - šíře 800 mm, hladký běhoun, sklopný pro přepravu, výsypaná výška 4,353 m plynulá regulace rychlosti;
- prodloužený boční vynášecí dopravník mezisítného - šíře 800 mm, profilovaný běhoun, sklopný pro přepravu, výsypaná výška 3,930 m, plynulá regulace rychlosti;

- samostatný pohon podsítné i mezisítné frakce;
- bočnice vynášecího pasu nadsítné frakce;
- robustní pásový podvozek s kabelovým ovládáním pojezdu, šíře botky 400 mm;
- rádiové ovládání pojezdu;
- kompletní zakrytování pohonné jednotky;
- pohonná jednotka DEUTZ BF4M 2012C o výkonu 72 kW;
- odstředivý čistič sání;
- palivová nádrž 327 l;
- hydraulická nádrž 536 l s hladinovým spínačem;
- pasová váha na každém z vynášecích pasů (celkem 3 ks);
- základní rozměry a hmotnosti:
 - provozní / přepravní délka 14,909 / 14,744 m
 - provozní / přepravní výška 4,415 / 3,300 m
 - provozní / přepravní šířka 15,964 / 2,99 m
 - celková hmotnost cca 32.000 kg [1]



Obrázek 7 Mobilní třídič FINALY 883 Reclaimer [1]



Obrázek 8 Základní rozměry mobilního třídiče FINLAY 883 RECLAIMER [1]

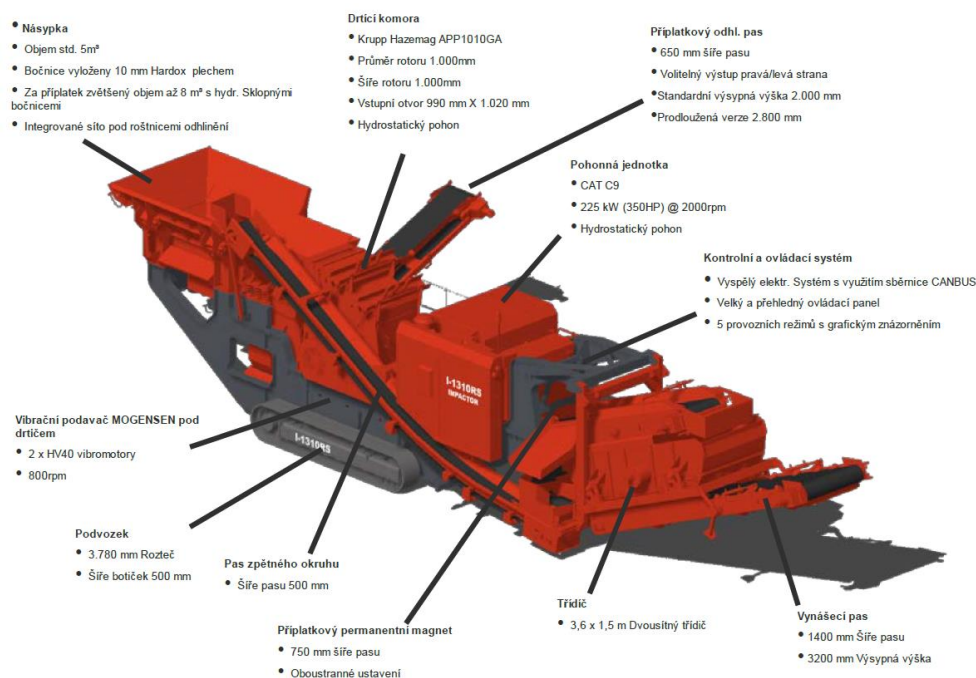
3.5.2.2 Mobilní odrazový drtič FINLAY I – 1310 RS

Mobilní odrazový drtič FINLAY I – 1310 RS je zařízení pro mechanickou úpravu stavebních materiálů drcením a tříděním. Je zkonstruován pro primární nebo sekundární drcení středně tvrdého kamene nebo stavebních odpadů. Zařízení se skládá ze základního modulu, podávací jednotky, drtící jednotky, hlavního odtahového pásu, jednotky motoru, třídícího modulu a dalšího příslušenství.

Odrazový drtič FINLAY I – 1310 RS obsahuje, mimo výše uvedených komponentů také:

- diesellový hydrostatický motor CATERPILLAR C9, výkon 75 – 110 kW, spotřeba paliva 26 l/ motohodinu;
- integrovaný systém 3 mlžících vodních trysek pro snížení prašnosti, nacházející se na vynášecím pasu;
- hydraulicky poháněné vodní čerpadlo pro mlžení;
- elektricky ovládané čerpadlo pro doplnění paliva;
- mechanický vrátek pro výměnu a otáčení kladiv;
- pásová váha na čelním vynášecím pasu.

Jednotka je vybavena hydraulicky poháněným, horizontálním odrazovým drtičem typu APP1010GA. Materiál je podáván do drtiče přes vstupní otvor o rozměrech šířka 990 a délka 1020 mm, dále pokračuje přes vibračního podavače s plynulou regulací rychlosti, přes odhliňovač do dvouplošného vibrační třídíče, konečný recyklát odchází dopravním pasem šířky 1400 mm a výsypané délky 3200 mm [1].



Obrázek 9 Základní popis mobilního drtiče FINLAY I – 1310 RS [1]

3.5.2.3 Mobilní čelist'ový drtič REMAX 1011-E/D-B

Mobilní zařízení pro mechanickou úpravu stavebních materiálů drcením a tříděním se skládá z pásového čelist'ového drtiče typu REMAX 1011-E/D-B (výrobek firmy SBM Wageneder GmbH, Laakirchen, Rakousko), příležitostně doplněného o přídavné zařízení zejména pro roztrídění upraveného materiálu na požadované frakce.

Čelist'ový drtič REMAX 1011-E/D-B je schopen zvládnout drcení bloků betonu a železobetonu, zpracování úlomků bitumenových směsí z demolice vozovek a drcení bloků zdiva o velikosti 0 -700 mm.

Mobilní čelist'ový drtič REMAX 1011-E/D-B obsahuje:

- Násypka:
 - násypka o objemu 5 m³;
 - stěny násypky jsou pro přepravu hydraulicky sklopné;
 - výška podávání je 3750 mm.

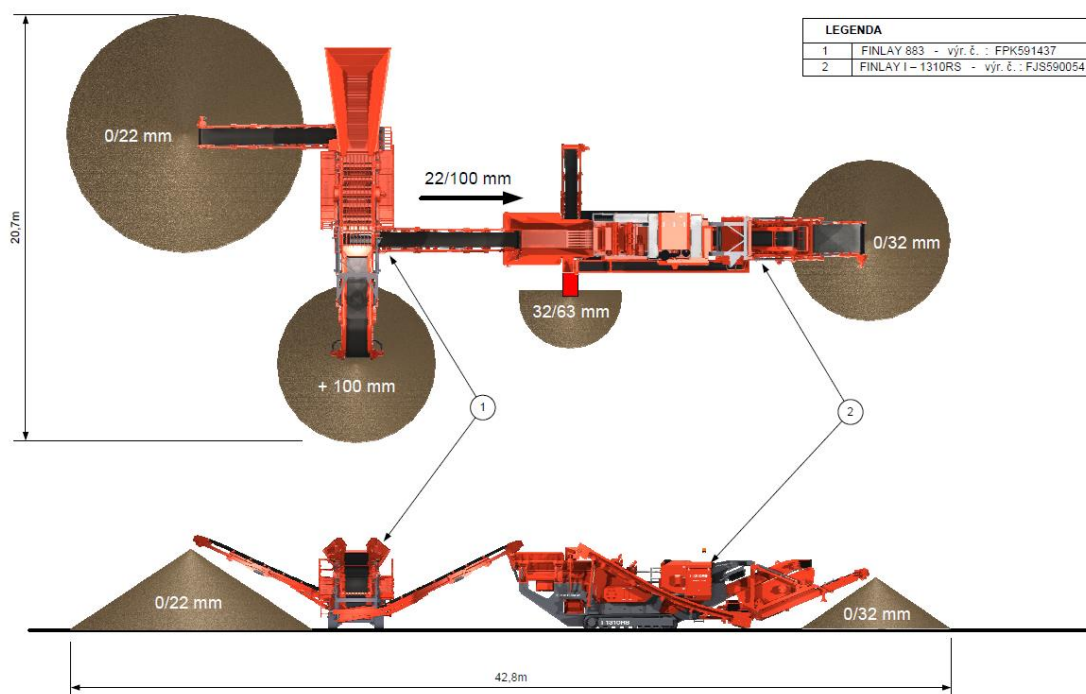
Podávací jednotka:

- frekvenční řízení o výkonu dvakrát 1,7 kW;
- rozměry: šířka 1000 mm a délka 2200 mm.
- Odhlinění:
 - typ VAS 10/15-2 dvousítné;
 - spodní síto: tyčovité, rozchod mezi tyčemi je min. 20 mm;
 - horní síto: rošt, velikost ok 40/60 mm;
 - vynášecí pas pro odhlinění: typ PBH;
 - výkon 3 kW, rychlost 1,6 m/s.
- Drtící jednotka:
 - čelist'ový drtič typ STE 100/60;
 - velikost vstupního otvoru: š. 600, d.1000 mm;
 - výkon stroje je ovlivněn velikostí nastavených mezer a je 40-120 m³/h;
 - drtič má 270 ot./min;
 - motor : výkon 110 kW při 1480 ot./min.
- Vynášecí pas:
 - typ PBH;
 - výkon: 5,5 kW;
 - rychlost posunu: 1,3 m/s;
 - na vynášecím pasu se nachází váha.
- Další komponenty:
 - permanentní magnet: typ CP 20/120, výkon 1,1 kW. Magnet je pro přepravu odmontovatelný;
 - pásový podvozek má dvoustupňovou převodovku s rychlostí pojezdu 15 m/min;
 - dieselařegát Cummins MTA 11G má protihlukovou ochranu 100 LWA (70dB(A)), spotřeba paliva 13 l / motohodinu;
 - elektrorozvodná skříň s řídicím počítačem;

- vysokotlaké skrápěcí zařízení proti nadměrné prašnosti materiálu je vybaveno mlžícími tryskami a zásobníkem na 400 l vody. Spotřeba vody je asi 100 l/h.



Obrázek 10 Mobilní čelist'ový dtrič REMAX 1011-E/D-B [2]



Obrázek 11 Schéma recyklace kameniva [25]

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Metodika teoretické části

V teoretické části je zpracován přehled legislativních požadavků vztahujících se k dané problematice formou výčtu evropských a národních předpisů. V další části je uveden stručný přehled dostupných technologií, se zaměřením na konkrétní technologie použité na hodnocené stavbě.

4.2 Metodika praktické části

Tabulky a grafy v následující části byly vytvořeny v programu Microsoft Excel a Microsoft Word. Podkladem pro vytvoření tabulek byly protokoly o provedených zkouškách, které jsou přiloženy v Příloze č. 2. a 3. Statistické výpočty byly prováděny v programu Microsoft Excel.

Geometrické vlastnosti byly zkoušeny prosévací zkouškou dle ČSN EN 933-1 Stanovení zrnitosti – Sítový rozbor. Zkoušky prováděla akreditovaná zkušební laboratoř KOLEJCONSULT & servis spol. s r.o., zkušební laboratoř Křenová 131 / 35, 602 00 Brno.

Podstata zkoušky: *„Zkouška sestává z rozřídění a oddělení materiálu pomocí sady sít do několika zrnitostních podílů s klesající velikostí částic. Velikost otvorů sít a počet sít jsou voleny podle druhu vzorku a požadované přesnosti. Schválená metoda je praní a prosévání za sucha. Hmotnost částic zachycených na jednotlivých sítích se uvádí ve vztahu k počáteční hmotnosti materiálu. Souhrnný propad jednotlivými sítí se uvádí v procentech číselným způsobem, a pokud se požaduje, tak v grafické podobě“*[15].

Zkoušky toxicity vodného výluhu na vodních organismech byly prováděny podle metodiky „Metodický pokyn odboru odpadů ke stanovení ekotoxicity odpadů“, vydané ve Věstníku MŽP roč. XVII, částka 4, v dubnu 2007. Zkoušky prováděla akreditovaná zkušební laboratoř EMPLA AG, společnost s ručením omezeným, EKOLOGICKÉ LABORATOŘE EMPLA, Za Škodovkou 305, Hradec Králové.

Podstata zkoušky: ekotoxicita se používá pro stanovení akutní toxicity a inhibice růstu látkami rozpustnými ve vodě za specifických podmínek. Cílem zkoušky je získat data pro přijatelnost uložení na terénu.

Zkoušky na obsah škodlivin v odpadech využívaných na povrchu terénu dle vyhlášky 294/2005 Sb., tabulka č. 10.1. Zkoušky prováděla akreditovaná zkušební laboratoř EN-VIREX spol. s r.o. Chotěboř, Průmyslová 1756, Chotěboř.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Charakteristika hodnocené stavby a zhotovitele stavby

Stavba „Rekonstrukce žst. Olomouc“ se nachází v Olomouckém kraji, na území obce Olomouc, stavbou je dotčeno sedm katastrálních území (Černovír, Pavlovičky, Klášterní Hradisko, Chválkovice, Bělidla, Olomouc město, Hodolany).

Bude provedena rekonstrukce železničního svršku. Na základě výsledků geotechnického průzkumu bude provedena sanace železničního spodku vč. nového odvodnění. Jižní podchod bude vyústěn na nové ostrovní nástupiště a budou upraveny výstupy na nástupiště, včetně výtahů.

Bude vybudováno 1 nové ostrovní nástupiště, ostatní nástupiště budou zrekonstruována. Bezbariérový přístup cestujících k nástupišťům je zajištěn jižním podchodem s výtahy. Všechna nástupiště budou nově zastřešena.

Budou zrekonstruovány silnoproudé rozvody, osvětlení železniční stanice a trakční vedení. Bude zřízeno elektronické staniční zabezpečovací zařízení 3. kategorie s ovládním z jednotného obslužného pracoviště. Použité zabezpečovací zařízení bude umožňovat rozšíření o zařízení jednotného evropského vlakového zabezpečovače ERTMS/ETCS.

Bude vybudována nová místní kabelizace, sdělovací zařízení vč. informačního systému a dispečerská řídicí technika. Bude rekonstruován stávající a vybudován nový kabelovod v celkové délce 3 549 m. Budou rekonstruovány trafostanice, které budou osazeny novou technologií.

Z důvodu ochrany obytné zástavby před hlukem způsobeným železniční dopravou budou vybudovány protihlukové stěny o celkové délce 442 m a u vybraných obytných domů budou provedena individuální protihluková opatření.

Začátek a konec stavby:

km 83,022 ve směru na Českou Třebovou – začátek stavby

km 83,416 ve směru na Českou Třebovou – začátek kolejových úprav

km 204,851 ve směru na Přerov – konec kolejových úprav

km 204,825 ve směru na Přerov – konec stavby

Celková délka stavby: 4,865 km

Trat'ové koleje:

Kolej typu UIC60, betonové pražce, pružné upevnění: 8 153m

Kolej typu S49, betonové pražce, pružné upevnění: 3 055 m

Užitý svršek, typ R65, betonové pražce, pevné upevnění: 4 776 m

Užitý svršek, typ S49, betonové pražce, pevné upevnění: 793 m

Nové výhybky soustavy UIC60: 44 ks

Nové výhybky soustavy S49: 39 ks

Užité, regenerované výhybky soustavy S49: 7 ks

Užité, regenerované výhybky soustavy R65: 6 ks

Trat'ová rychlost:

do 160 km/hod - v přednádraží

do 140 km/hod – v osobním nádraží

do 120 km/hod pro vlaky nákladní dopravy

Podchody pro pěší:

1. stávající podchod – rekonstrukce
2. stávající podchod, který propojuje přednádražní prostor a městskou část Hodolan
- úprava výstupů z podchodu na ostrovní nástupiště. Dokončení předpřipraveného výstupu z podchodu na nové 5. ostrovní nástupiště, osazení nového výtahu.

Mosty:

Rekonstrukce železničních mostů 2 ks

Rekonstrukce silničního nadjezdu 1 ks

Rekonstrukce kabelového mostu 2 ks

Propustky:

Rekonstrukce železničního propustku: 1 ks

Zrušení zbytku mostního objektu – propustku: 8 ks

Protihlukové stěny: 442 m [17].

Zahájení stavby: 9/2013,

předpokládané ukončení: 8/2016;

zhotovitel projektu stavby a autorský dozor: MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.;

celkové schválené náklady projektu: 3 005 280 472 Kč

Zhotovitel stavby: sdružení firem OHL ŽS, a.s. a ALPINE Bau CZ, s.r.o. - sdružení vykonává činnost pod názvem „Sdružení REŽOL“. Vedoucím účastníkem sdružení je společnost OHL ZS, a.s. Práce je zaměřena pouze na činnosti vykonávané vedoucím členem sdružení.

Akciová společnost OHL ŽS, a.s. je přímým nástupcem státního podniku Železniční stavitelství Brno. Tento podnik vznikl v roce 1952 a jeho posláním bylo zajišťovat stavební práce pro tehdejší Československé státní dráhy, tedy výstavbu, rekonstrukce a opravy železničních tratí a budov. V roce 1971 byl podnik začleněn do výrobně-hospodářské jednotky „Železničné stavebníctvo" se sídlem v Bratislavě. V polovině roku 1991 byla tato jednotka zrušena a po devíti měsících fungování samostatného podniku byl státní podnik Železniční stavitelství Brno ke dni 1. dubnu 1992 transformován na akciovou společnost. Ta po ukončení první vlny kupónové privatizace získala své první vlastníky. V roce 1992 měla společnost okolo 4200 vlastníků, v současné době jich má 533. Majoritním vlastníkem je španělská stavební skupina OHL, která vlastní 97,71 % akcií OHL ŽS, a.s., částečně přímo a hlavně prostřednictvím české stavební společnosti ŽPSV a.s. [13].

V současné době je OHL ŽS, a.s. pátou největší stavební firmou v České republice, která zaměstnává kolem 1 400 zaměstnanců, provádějící stavby nejen v Česku a na Slovensku, ale i v Bulharsku, Černé Hoře, Chorvatsku, Bosně a Hercegovině, Srbsku, Maďarsku, Polsku, Rusku, Kazachstánu a Ázerbájdžánu [13].

Společnost má od roku 2001 zavedený a certifikovaný systém dle normy ČSN EN ISO 14001 Systémy environmentálního managementu - Požadavky s návodem pro použití. Od roku 2004 je registrována a v programu EMAS podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1221/2009, ze dne 25. listopadu 2009 o dobrovolné účasti organizací v systému Společenství pro environmentální řízení podniků a audit (EMAS) a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 761/2001, rozhodnutí Komise 2001/681/ES a 2006/193/ES.



Obrázek 12 Rozsah území stavby [24]

5.2 Druhy stavebních odpadů vznikajících v rámci stavby a podmínky nakládání s nimi

V následujícím textu jsou specifikovány druhy vznikajících odpadů na hodnocené stavbě a způsoby nakládání s nimi.

17 01 01 Beton, kategorie „O“

17 01 02 Cihly, kategorie „O“

17 01 03 Tašky a keramické výrobky, kategorie „O“

Odpady vznikající při demolicích objektů, určené k recyklaci. Betonový recyklát určený k použití v podkladních konstrukčních vrstvách, cihelný recyklát určený k použití v dočasných konstrukcích, např. přístupové cesty ke stavebním objektům z důvodu nižší kvality recyklátu.

17 02 01 Dřevo, kategorie „O“

Vznik odpadu při demolicích stávajících objektů, určený k energetickému využití v příslušném zařízení.

17 02 02 Sklo, kategorie „O“

17 02 03 Plasty, kategorie „O“

Vznik odpadu zejména při demolicích objektů, vznik odpadu 17 02 03 při přeložkách VN, NN a veřejného osvětlení. Odpad využit jako druhotná surovina v příslušném zařízení nebo k energetickému využití v příslušném zařízení.

17 02 04 Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné, kategorie „N“

Vznik odpadu zejména při demolicích objektů. Odpad uložen na skládce typu S-NO.

17 03 01 Asfaltové směsi obsahující dehet, kategorie „N“

Vznik odpadu při souvisejících úpravách komunikací, železničních mostů, apod. Odpad uložen na skládce typu S-NO.

17 03 02 Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01, kategorie „O“

Odpad po úpravě v recyklačním zařízení použit na stavbě jako materiál konstrukčních vrstev vozovek.

17 04 01 Měď, kategorie „O“

17 04 02 Hliník, kategorie „O“

17 04 05 Železo a ocel, kategorie „O“

17 04 07 Směsné kovy, kategorie „O“

17 04 11 Kabely neuvedené pod číslem 17 04 10, kategorie „O“

Vznik odpadů při demolicích objektů, rekonstrukcích mostů, odstraňování a úpravách železničního svršku apod. Část odpadu (kolejnice, výhybky) byla předána investovi stavby jako výzisk tj. zpět získaný materiál, pro další použití ve stavbách nižšího významu. Ostatní odpad předán do příslušného zařízení jako druhotná surovina.

17 04 09 Kovový odpad znečištěný nebezpečnými látkami, kategorie „N“

Vznik odpadu při kolejových úpravách (části výhybek znečištěné mazadly). Odpad uložen na skládce typu S-NO.

17 05 04 Zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03, kategorie „O“

17 05 03 Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky, kategorie „N“

Vznik odpadu při výkopových pracích v rámci celé stavby. Výkopová zemina není odpadem v případě, že je využita v přirozeném stavu v místě stavby. To znamená, že na povrchu terénu byla ukládána, pokud splňovala požadavky Přílohy č. 10 k vyhlášce 294/2005 Sb. V případě zjištěné kontaminace nebezpečnými látkami (zejména uhlovo-

díky C₁₀ – C₄₀) byl odpad převezen k biodegradaci případně uložen na skládce typu S-NO.

17 05 07 Štěrka ze železničního svršku obsahující nebezpečné látky, kategorie „N“

17 05 08 Štěrka ze železničního svršku neuvedený pod číslem 17 05 07, kategorie „O“

Vznik odpadu v rámci rekonstrukce kolejového lože. Lokálně docházelo k výskytu kontaminací štěrkového lože, především v oblastech zhlaví v železniční stanici, pod výhybkovými výměnami a v místech stání hnacích jednotek kolejových vozidel, případně na odstavných kolejích. Nekontaminovaný štěrka byl zpracován v recyklačních zařízeních přímo na stavbě (fotodokumentace v Příloze č. 4) a následně využit do nově zřizovaných konstrukčních vrstev. Kontaminovaný štěrka byl uložen na skládkách typu S-NO.

5.3 Vyhodnocení výsledků zkoušek

V následující kapitole jsou popsány výsledky prováděných kontrolních zkoušek recyklovaného materiálu. Výsledky byly vyhodnocovány pro ověření technické kvality recyklovaných materiálů a jeho ekologické nezávadnosti.

5.3.1 Zkoušky kvality recyklátu

Prováděný recyklační a regenerační proces části objemu vyzískaného kolejové lože využívá nejkvalitnějších zrn horninového materiálu, která odolala procesu zvětrávání a mechanickému opotřebení. Recyklací dojde k řízenému zkvalitnění vyzískaného materiálu tak, že splňuje požadované parametry kameniva frakce 32/63 mm – železniční štěrka do kolejového lože, resp. frakce 0/32 mm – štěrka do konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku.

Odebrané vzorky recyklované štěrka frakce 0/32 mm byly vyhodnocovány dle předpisu SŽDC S 4, příloha 17 – Použití recyklované štěrka do konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku. Výsledky rozboru a jejich srovnání s předepsanými parametry jsou sestaveny v Tabulce 3, pro rok 2014 a Tabulce 4, pro rok 2015. V Grafech 3 a 4 jsou vyneseny křivky zrnitosti, které vyjadřují kumulativní relativní četnosti jednotlivých zrnitostních frakcí, daných jejich podílem na celkové hmotnosti zeminy.

Z tabulek a grafů je patrné, že všechny odebrané vzorky splňují limitní hodnoty požadované OTP SŽDC a recyklovaný materiál je vhodný jako materiál pro zřizování konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku. Protokoly, které byly podkladem pro sestavení tabulek 3 a 4 jsou přiloženy v Příloze č. 2.

Tabulka 3 Kontrolní zkoušky kvality recyklovaného materiálu - geomechanické vlastnosti, rok 2014

síto [mm]	propad sítem [%] ze vzorků odebraných dne						průměrný vzorek	limitní hodnoty dle OTP SŽDC
	20.10.	3.11.	5.11.	18.11.	18.11.	18.11.		
63								100
45	100	100	100	100	100	100	100,00	100
32	100	97,1	97,6	97,4	100	100	98,68	85-100
22	86,3	88,7	88,3	88,6	82,7	87,2	86,97	65-94
16	68,1	75,2	73,4	74,5	70,8	74,2	72,70	52-88
8	42,9	54,5	50	52,7	49,7	52,8	50,43	30-69
4	29,5	39,8	34,8	37,9	37,2	39,2	36,40	17-53
2	23,1	28,9	24,2	27,3	28,9	29,7	27,02	9-42
1	18,7	20,9	17,2	19,8	22,7	22,8	20,35	5-32
0,5	15,4	15,1	12,2	14,5	18,2	18	15,57	4-24
0,25	12,4	10,6	8,5	10,4	13,2	13,5	11,43	3-18
0,125	9,5	7,1	5,3	7,1	10,6	10,5	8,35	2-13
0,063	6,3	5,2	2,8	6,1	9,1	9,1	6,43	0-9
Nadsítné [%]	0	2,9	2,4	2,6	0	0	1,32	max. 15%
Jemné částice [%]	8,1	5	3,7	5,4	8,9	8,8	6,65	max. 9%
Cizorodé částice [%]	0	0	0	0	0	0	0,00	max. 1%
Číslo nestejzrnosti	93	41	40	40	109	91	69,00	min. 15



Graf 3 Křivka zrnitosti recyklovaného materiálu, rok 2014

Tabulka 4 Kontrolní zkoušky kvality recyklovaného materiálu - geomechanické vlastnosti, rok 2015

síto [mm]	propad sítem [%] ze vzorků odebra-												průměrný vzorek	limitní hodnoty dle OTP SŽDC	
	9.3.	10.3	12.3.	13.3.	18.3.	19.3.	9.9.	10.9.	12.9.	14.9.	16.9.	24.9.			
63															100
45	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	100
32	100	100	100	100	100	100	94,8	94,7	97,1	96,1	96,6	95,6	100,00	100,00	85-100
22	92,7	89,5	90,2	87,5	88,6	80,8	80,4	80,1	72,2	83	77,5	78,9	88,22	88,22	65-94
16	72,6	68,5	71,5	69,9	70,4	66,5	69,9	69,7	57,4	66,8	61,9	66,1	69,90	69,90	52-88
8	51,8	48,9	47,3	45	47	41,1	52,6	52,3	41,5	48,2	44,6	48,8	46,85	46,85	30-69
4	38,2	37,1	31,3	29,5	32	27,3	37,7	37,2	32,2	35,4	33,5	35,8	32,57	32,57	17-53
2	29,7	28,6	21,9	20,7	23,5	19,3	28,1	27,4	26,4	27,9	26,8	27,6	23,95	23,95	9-42
1	23,1	22,3	15,9	15,1	18,3	14,6	21,6	20,7	21,8	22,4	21,8	21,7	18,22	18,22	5-32
0,5	16,9	16,7	11,9	11,5	14,3	11,4	17,1	16,1	17,7	17,7	17,3	17,2	13,78	13,78	4-24
0,25	11,8	11,2	8,9	8,8	10,6	8,6	13,1	12,2	13,7	13	13	13,1	9,98	9,98	3-18
0,125	8,7	8,4	6,5	6,5	7,7	6	9,9	8,9	10,5	9,6	9,6	9,9	7,30	7,30	2-13
0,063	7,4	7	5,1	5,1	6,5	4,8	9,3	8,2	9,6	9	9	9,1	5,98	5,98	0-9
Nadsítné [%]	0	0	0	0	0	0	5,2	5,3	2,9	3,9	3,4	3,4	2,01	2,01	max. 15%
Jemné částice [%]	7,4	7	5,1	5,1	6,5	4,8	8,4	7,5	8,7	8,2	8,8	8,8	7,19	7,19	max. 9%
Cizorodé částice [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	max. 1%
Číslo nestejnozrnosti	61	63	42	41	60	41	85	73	139	100	115	100	76,67	76,67	min. 15



Graf 4 Křivka zrnitosti recyklovaného materiálu, rok 2015

5.3.2 Zkoušky ekologické nezávadnosti

Odpady využívané na povrchu terénu nesmí obsahovat vyšší koncentrace škodlivin, než je uvedeno v tabulce č. 10.1 přílohy č. 10 Vyhlášky 294/2005 Sb., vodný výluh musí splňovat požadavky stanovené v tabulce č. 10.2 přílohy č. 10 (Příloha č.1). Na povrchu terénu lze ze stavebních odpadů využívat pouze vytěžené zeminy a hlušiny a upravené odpady v podobě recyklátu ze stavebního a demoličního odpadu nebo stavební a demoliční odpady, ze kterých byly odstraněny nebezpečné složky a lze z nich odebrat vzorek určený ke zkouškám.

Překročení nejvýše přípustných hodnot jednotlivých ukazatelů je tolerováno v případě, že jejich zvýšení odpovídá podmínkám charakteristickým pro dané místo a geologické a hydrogeologické charakteristice místa a jeho okolí, pokud využívané odpady při normálních klimatických podmínkách nepodléhají žádné významné fyzikální, chemické nebo biologické přeměně, která by vedla k uvolňování škodlivin do životního prostředí.

V Tabulce 5 jsou shrnuty výsledky provedených zkoušek koncentrace škodlivin v sušině podsítného a výsledky ekotoxikologických testů. Žádný vzorek nepřekračuje limitní hodnoty Přílohy č. 10, tabulka 10.1 a tabulka 10.2. Jak z tabulky vyplývá ukazatel Arsen (As) se ve všech odebraných vzorcích blíží limitní hodnotě 10 mg/kg sušiny. Tato hodnota může být zapříčiněna atmosférickou depozicí arsenu na území České re-

publiky, přičemž Olomouc leží na severním okraji průmyslové části jižní Moravy, která je podle Sucharové a Suchary jednou z oblastí s vysokou depoziční zátěží [23].

Z tabulky dále vyplývá, že u vzorku z 16. 12. 2014 byla naměřena hodnota uhlovodíků C₁₀ – C₄₀ blížící se limitní hodnotě Přílohy č. 1, tento stav mohl být zapříčiněn lokální kontaminací štěrkového lože.

Tabulka 5 Koncentrace škodlivin v sušině – podsítné

Ukazatel	Jednotka	Datum odběru vzorku					průměrný vzorek	limitní hodnota dle Přílohy č.10, tab. 10.1.
		10.4.2014	8.7.2014	21.7.2014	16.12.2014	9.9.2015		
Arsen (As)	mg/kg	8		9,13	9,65	9,19	8,9925	10
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,34		0,79	0,39	0,2	0,43	1
Chrom celkový (Cr)	mg/kg	30,2		60,4	47,8	43,9	45,575	200
Rtuť (Hg)	mg/kg	0,04		0,16	0,13	0,24	0,1425	0,8
Nikl (Ni)	mg/kg	42,7		59,9	59,9	30,7	48,3	80
Olovo (Pb)	mg/kg	27,3		78	93	37,5	58,95	100
Vanad (V)	mg/kg	27,1		59,4	80,5	47,8	53,7	180
ΣBTEX	mg/kg	0,3		0,4	0,3	0,32	0,33	0,4
PAU (Σuhlovo-díků)	mg/kg	0,7	2,81	4,63	3,96	1,93	2,806	6
EOX	mg/kg	< 1		1	1	1	1	1
Uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	96,6	117	177	286	186	172,52	300
PCB (Σkongenerů)	mg/kg	< 0,02		0,02	0,02	0,02	0,02	0,2
Sušina	%	87,15	86,6	86,32	81,45	86,77	85,658	
Ekotoxicita								
akutní toxicita na rybě		negativní		negativní		negativní		
akutní toxicita na vodním členovci		negativní		negativní		negativní		
inhibice růstu na sladkovodní chlorokokální řase		negativní		negativní		negativní		
inhibice růstu na semenech rostlin		negativní		negativní		negativní		

V Tabulce 6 jsou shrnuty výsledky provedených zkoušek koncentrace škodlivin v sušině betonu a výsledky ekotoxikologických testů. Žádný vzorek nepřekračuje limitní hodnoty Přílohy č. 10, tabulka 10.1. a tabulka 10.2. Jak je patrné z tabulky i v těchto vzorcích lze vysledovat vyšší koncentrace arsenu. Protokoly, které byly podkladem pro sestavení tabulek 5 a 6 jsou přiloženy v Příloze č. 3.

Tabulka 6 Koncentrace škodlivin v sušíně – beton

Ukazatel	Jednotka	Datum odběru vzorku			průměrný vzorek	limitní hodnota dle Přílohy č.10, tab. 10.1.
		21.11.2013	14.7.2014	8.9.2014		
EOX	mg/kg	< 1,00			1,00	1
ΣBTEX	mg/kg	0,30			0,30	0,4
Arsen (As)	mg/kg	8,93	9,14	2,74	6,94	10
PCB	mg/kg	< 0,02	0,079	0,15	0,08	0,2
PAU (Σuhlovodíků)	mg/kg	0,89	1,81	3,3	2,00	6
Sušina	%	87,35	93,67	90,39	90,47	
uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	50,00		214	132,00	300
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,24			0,24	1
Chrom celkový (Cr)	mg/kg	32,70			32,70	200
Rtuť (Hg)	mg/kg	0,02			0,02	0,8
Nikl (Ni)	mg/kg	20,40			20,40	80
Olovo (Pb)	mg/kg	58,90			58,90	100
Vanad (V)	mg/kg	27,90			27,90	180
Ekotoxicita						
akutní toxicita na rybě		negativní				
akutní toxicita na vodním členovci		negativní				
inhibice růstu na sladkovodní chlorokokální řase		negativní				
inhibice růstu na semelech rostlin		negativní				

5.4 Porovnání variant

Porovnání variant – ekonomické hledisko:

A) Odpad 17 05 08 Štěrk ze železničního svršku neuvedený pod č. 17 05 07

Varianta 1 – demontáž kolejového lože, odvoz odpadu na skládku, nákup nového materiálu, zřízení kolejového lože

Varianta 2 – demontáž kolejového lože, odvoz odpadu na recyklační plochu, recyklace, odvoz nevhodného materiálu na skládku (podsítné), nákup materiálu, zřízení kolejového lože

B) Odpad 17 01 01 Beton

Varianta 1 – demontáž betonových konstrukcí (betonové pražce, demolice objektů, základy trakčních stožárů), odvoz odpadu na skládku, nákup nového materiálu, zřízení ostrovních nástupišť

Varianta 2 – demontáž betonových konstrukcí (betonové pražce, demolice objektů, základy trakčních stožárů), odvoz odpadu na recyklační plochu, recyklace, zřízení ostrovních nástupišť

Tabulka 7 Porovnání variant (šterk) - ekonomické hledisko

Odpad 17 05 08 Šterk ze železničního svršku neuvedený pod č. 17 05 07		
	varianta 1	varianta 2
Vytěžení kolejového lože a odvoz na skládku/recyklační plochu (53 181 t)	6 287 520 Kč	6 287 520 Kč 2 636 000 Kč
Poplatek za skládku	2 659 050 Kč	1 106 350 Kč
Recyklace	---	3571210 Kč
Nákup nového materiálu	8 243 055 Kč	3 429 685 Kč
CELKEM	17 189 625 Kč	17 030 765 Kč

Z Tabulky 7 je patrné, že při vzniku 51 181 t odpadu Šterk ze železničního svršku by náklady na Variantu 1 - demontáž kolejového lože, odvoz odpadu na skládku, nákup nového materiálu, zřízení kolejového lože byly cca 17 mil. Kč. Náklady na Variantu 2 – demontáž kolejového lože, odvoz odpadu na recyklační plochu, recyklace, odvoz nevhodného materiálu na skládku (podsítné), nákup materiálu, zřízení kolejového lože by byly rovněž cca 17 mil. Kč. V tomto případě jsou náklady při obou variantách srovnatelné a pro realizaci byla vybrána Varianta 2 – recyklace.

Tabulka 8 Porovnání variant (beton) - ekonomické hledisko

Odpad 17 01 01 Beton		
	varianta 1.	varianta 2.
demontáž betonových konstrukcí vč. odvozu na skládku/recyklační plochu (11 712 t)	6 635 000 Kč	6 635 000 Kč
Poplatek za skládku	1 464 000 Kč	---
Recyklace	---	370 890 Kč
Nákup a dovoz a uložení nového materiálu	6 390 360 Kč	4 575 000 Kč
CELKEM	14 489 360 Kč	11 580 890 Kč

Z Tabulky 8 je patrné, že při vzniku 11 712 t odpadu Beton by náklady na Variantu 1 - demontáž betonových konstrukcí (betonové pražce, demolice objektů, základy trakčních stožárů), odvoz odpadu na skládku, nákup nového materiálu, zřízení ostrovních nástupišť byly cca 14,5 mil. Kč. Náklady na Variantu 2 – demontáž betonových konstrukcí (betonové pražce, demolice objektů, základy trakčních stožárů), odvoz odpadu na recyklační plochu, recyklace, zřízení ostrovních nástupišť by byly cca 11,5 mil. Kč. V tomto případě jsou náklady na Variantu 2 nižší o cca 3 mil. Kč, a proto byla pro realizaci vybrána tato varianta.

Porovnání variant – environmentální hledisko:

Silné stránky recyklace:

- využití druhotných surovin – stavební a demoliční odpady jsou významnou komoditou zejména s ohledem na vznikající množství. V letech 2010 – 2012 zpracovalo Ministerstvo průmyslu a obchodu Politiku druhotných surovin České republiky a v roce 2013 vláda ČR uložila její předložení do procesu SEA [27];
- úspora neobnovitelných zdrojů;
- úspora energie při získávání a využívání surovin;

- skládkování není konečné řešení – problém je pouze přesouván na příští generace;
- aktivita odpadu po uložení na skládce, povinnost provozovatele skládky zabezpečit následnou péči po ukončení provozu skládky po dobu 30 let;
- zábor krajinného prostoru – skládky významně narušují krajinný ráz a snižují hodnotu území;
- skládkování vede ke snížení hodnoty území – obtěžování zápachem, úlety, nadměrnou dopravou;
- požadavky legislativy – Plán odpadového hospodářství ČR, požadavky EU na recyklaci a Strategie udržitelného rozvoje České republiky jednoznačně podporují materiálové využití odpadu.

Slabé stránky recyklace:

- legislativní předpisy - velmi časté komplikace v souvislosti se zákonem č. 201/2012 o ochraně ovzduší – umístění recyklační soupravy je dle zákona umístění stacionárního zdroje znečištění – vyjmenovaný zdroj, dle Přílohy č.2 zákona (kód 5.12 Příprava stavebních hmot a betonu, recyklační linky stavebních hmot o projektovaném výkonu vyšším než 25m³/den). Z této skutečnosti vyplývají provozovateli povinnosti uvedené v §17 zákona, mimo jiné to znamená provozovat stacionární zdroj pouze na základě a v souladu s povolením provozu a povinnost vypracovat Provozní řád, který musí být schválen příslušným úřadem. Zkušenosti ukazují, že přístupy a výklad jednotlivých krajských úřadů se výrazně liší, přestože vycházejí ze stejné legislativy, tento závěr je v souladu se zjištěními Tomšíkové, která se touto problematikou zabývala [26];
- cena za uložení odpadu – sazba za uložení KO a OO 500 Kč / t, NO 1 700 + 4 500 Kč/t stále není motivující pro jiné způsoby nakládání s odpady;
- obavy investora o kvalitu recyklovaného materiálu – investor má velmi často pocit, že za své peníze v případě použití recyklátu dostává nekvalitní použité materiály;
- doba výstavby – manipulace při recyklaci - odvoz na recyklační plochu, samotná doba recyklace, nutnost koordinace postupu prací tak, aby byl zajištěn dostatečný přísun materiálu pro recyklační soupravu, opětovný návoz na místo uložení,

to všechno jsou faktory, se kterými musí stavebník počítat při přípravě stavby a zahrnout je do harmonogramu výstavby;

- skládkování - nejznámější, vyzkoušená metoda;
- přístup orgánů ochrany přírody – nejednotný výklad legislativních požadavků, a s tím spojené kontroly stavby, stavba je dodatečně zatěžována náklady na vzorkování materiálu nad rámec původně plánovaných odběrů vzorků dle platné legislativy;
- náklady na provádění laboratorních zkoušek – v případě použití novým materiálu odpadá provádění testování materiálu na koncentrace škodlivin v sušině a ekotoxikologických testů.

Přestože měla recyklace stavebních odpadů v posledních letech stagnující tendenci, která souvisela s krizí stavební výroby a celkovým propadem stavebního sektoru, lze jednoznačně říci, že je to jediný správný směr do budoucna. Z výše uvedených výčtu slabých a silných stránek by se mohlo zdát, že slabé stránky převažují. Toto je však pouze krátkodobé hledisko, pokud se podaří vyřešit legislativní překážky a překonat obavy stavebníků, je z dlouhodobého hlediska recyklace jediný možný přístup ke stavebním a demoličním odpadům. Jak zmiňuje Škopán ve Sborníku *Recycling 2014* k pozitivnímu přístupu by mohla přispět Evropská značka kvality recyklovaných materiálů, která je iniciativou Evropské asociace kvality pro recyklaci e. V. V České republice bude certifikaci zajišťovat Asociace pro rozvoj recyklace stavebních materiálů [27]. Neméně důležitým krokem k podpoře recyklace je opatření uvedené v Politice druhotných surovin ČR [28] a to možnost stanovení kvót pro využívání druhotných surovin na stavbách financovaných ze státních prostředků.

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zpracování literárního přehledu o stavebních a demoličních odpadech a o způsobech nakládání s nimi v České republice, se zaměřením na způsob využití recyklovaného štěrku ze železničního svršku a betonu na stavbách SŽDC. V teoretické části byl uveden přehled recyklačních metod používaných ve stavebnictví.

Praktická část diplomové práce byla zaměřena na způsob využití stavebních odpadů na stavbě Rekonstrukce žst. Olomouc, kterou realizuje stavební firma OHL ŽS, a.s.. V práci jsem se zaměřila na porovnání variant nakládání se stavebním odpadem a to jak z ekonomického tak z environmentálního hlediska.

Závěrem lze říct, že z ekonomického hlediska je, v případě štěrku ze železničního svršku, mezi hodnocenými variantami, tzn. nákup a použití nového materiálu a odvoz odpadu na skládku nebo využití recyklovaného materiálu, zanedbatelný rozdíl. V případě částečného použití recyklovaného betonu do konstrukčních vrstev nástupiště namísto použití výhradně nového materiálu hovoří nepatrný rozdíl ve prospěch použití recyklátu, tento rozdíl se ovšem nejeví jako zásadní, jde o cca 0,1 % ze schválených celkových nákladů projektu. U projektů jako je tento hodnocený je významnější environmentální hledisko a jeho dlouhodobý přínos. Pokud se podaří uspokojivě dořešit slabé stránky recyklace, především sjednotit přístup státní správy a její nejednotný výklad legislativních požadavků a rozptýlit obavy investorů o kvalitu recyklovaných materiálů, například Škopánem zmiňovaným udělováním značky kvality a dodržováním předepsané stavební technologie, je vytvořen reálný předpoklad postupného zvyšování podílu využívání recyklovaných stavebních materiálů.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

Tištěné knihy, časopisy, skripta:

[3] *Životní prostředí: podle stavu k 1. 10. 2015*. 1102. Ostrava: Sagit, 2015. ÚZ. ISBN 978-80-7488-133-6.

[4] MŽP. ČR. Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. In: *Sbírka zákonů ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2005, ročník 2005, 105/2005, 294/2005 Sb.

[5] MPO. ČR. Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In: *Sbírka zákonů ČR*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 1997, ročník 1997, 6/1997, 22/1997 Sb.

[6] MPO. ČR. Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky. In: *Sbírka zákonů ČR*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2002, ročník 2002, 67/2002, 163/2002 Sb.

[7] MŽP. ČR. Nařízení vlády o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024. In: *Sbírka zákonů ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2014, ročník 2014, 141/2014, 352/2014 Sb.

[8] JUNGA, Petr, Tomáš VÍTĚZ a Petr TRÁVNÍČEK. *Technika pro zpracování odpadů I*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-207-6.

[10] *Metodický návod odboru odpadů pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi*. In: Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2008, ročník 2008, číslo 3.

[11] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic. *EUR-Lex* [online]. Brusel: Úř. věst. L

312, 22. 11. 2008, s. 3—30, 2008 [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1456826657777&uri=CELEX:32008L0098>

[12] WINKLER, Greg. *Recycling construction: a LEED-based toolkit*. New York: McGraw-Hill Professional, c2010. McGraw-Hill's GreenSource series. ISBN 00-717-1338-7.

[14] WOJNAROVÁ, Zuzana. *Technické řešení linek pro manipulaci s odpadem*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Mandelova univerzita. Vedoucí práce Jiří Fryč

[15] ČSN EN 933-1 *Zkoušení geometrických vlastností kameniva - Část 1: Stanovení zrnitosti - Sítový rozb.* červen 2012. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

[16] KOLÁŘ, Jan. *Recycling 2015: Nové trendy magnetické separace v recyklaci* [online]. Brno: VUT Brno, 2014 [cit. 2016-04-04]. ISBN 978-80-214-4866-7. Dostupné z: http://www.arasm.cz/dok/RECYCLING_2014_Sbornik.pdf

Internetové zdroje:

[9] ŠKOPÁN, Miroslav. *Recycling 2015: Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin* [online]. Brno: VUT Brno, 2015 [cit. 2016-03-05]. ISBN 978-80-214-5141-4. Dostupné z: http://www.arasm.cz/dok/Sbornik_RECYCLING_2015.pdf

[13] OHL ŽS - Historie společnosti. OHL ŽS, a.s. [online]. © 2001–2014 [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.ohlzs.cz/o-spolecnosti/historie-spolecnosti/>

[17] SŽDC. Rekonstrukce žst. Olomouc. In: *SŽDC: Správa železniční dopravní cesty* [online]. ©2009-2012 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://www.szdc.cz/modernizace-drahy/prehled-staveb/op-doprava/olomouc_specifikace.html

- [18] CENIA. *ZPRÁVA O ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY 2014* [online]. Praha: CENIA, česká informační agentura životního prostředí, 2015 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Zprava%20o%20%20C5%BEivotn%C3%ADm%20prost%C5%99ed%C3%AD%20C4%8CR%202014.pdf>.
- [19] CENIA. *STATISTICKÁ ROČENKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY 2014* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2015 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/rocenka/Rocenka_ZP_CR_2014.pdf.
- [20] Výroba surového železa | STT1. *Strojírenství; engineering* [online]. 2007 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.strojirenstvi.wz.cz/stt/rocnik1/01zelezo.php>.
- [21] HARTL.CZ - Drtiče. *HARTL.CZ* [online]. Chrudim, 2016 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://www.hartl.cz/_old_web/dr.html
- [22] CMP Trade, s.r.o.: KUŽELOVÉ DRTIČE B-SERIE. *Servis a náhradní díly drtičů kamene / CMP Trade, s.r.o.* [online]. Prostějov, 2013 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.cmptrade.cz/kuzelove-drtice-b-serie>
- [23] SUCHAROVÁ, J. a I. SUCHARA. Atmospheric deposition levels of chosen elements in the Czech Republic determined in the framework of the International Bryomonitoring Program 1995. *Science of The Total Environment* [online]. ©Elsevier B.V., 1998, 223(1), 37-52 [cit. 2016-04-17]. DOI: 10.1016/S0048-9697(98)00306-4. ISSN 00489697. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969798003064>
- [26] TOMŠÍKOVÁ, Lenka. *Legislativní aspekty ochrany ovzduší v zařízení k nakládání se stavebním odpadem* [online]. Brno, 2015 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://theses.cz/id/7wfb2/zaverecna_prace.pdf. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Konrád, PhD.

[27] ŠKOPÁN, Miroslav. *Recycling 2014: Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin: sborník přednášek 19. ročníku konference* [online]. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2014 [cit. 2016-04-18]. ISBN 978-80-214-4866-7. Dostupné z: www.arasm.cz/dok/RECYCLING_2014_Sbornik.pdf

[28] MPO. Sektorové politiky: Politika druhotných surovin České republiky. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2013 [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument144159.html>

Ostatní zdroje – interní dokumentace:

[1] ŽSD, a.s. *třidiče FINLAY 883 RECLAIMER*, drtiče FINLAY I – 1310 RS Brno, 2016.

[2] ŽSD, a.s. *Pásový mobilní čelistový drtič typ REMAX 1011 E/D - B*. Brno, 2016.

[24] OHL ŽS, A.S. *H A V A R I J N Í P L Á N pro látky závadné vodám při stavbě velkého rozsahu*. Brno, 2013.

[25] KRCHŇAVÝ, Petr. *Recyklace drážních štěrků, ŽSD, a.s.: Schéma recyklace kameniva*. Brno, 2009.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma recyklačního zařízení a jednotlivé procesy při výrobě	24
Obrázek 2 Čelistový drtič	25
Obrázek 3 Odrazový drtič	26
Obrázek 4 Kuželový drtič	26
Obrázek 5 Kladivový drtič	27
Obrázek 6 Závěsný magnetický separátor	28
Obrázek 7 Mobilní třídič FINLAY 883 Reclaimer	30
Obrázek 8 Základní rozměry mobilního třídiče FINLAY 883 RECLAIMER	31
Obrázek 9 Základní popis mobilního drtiče FINLAY I – 1310 RS	33
Obrázek 10 Mobilní čelistový drtič REMAX 1011–E/D–B	35
Obrázek 11 Schéma recyklace kameniva	35
Obrázek 12 Rozsah území stavby	41

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Produkce odpadů podle skupin Katalogu odpadů 2009 - 2014	8
Tabulka 2 Způsoby nakládání s odpady v letech 2012 – 2014	12
Tabulka 3 Kontrolní zkoušky kvality recyklovaného materiálu - geomechanické vlastnosti, rok 2014.....	45
Tabulka 4 Kontrolní zkoušky kvality recyklovaného materiálu - geomechanické vlastnosti, rok 2015.....	47
Tabulka 5 Koncentrace škodlivin v sušině – podsítné.....	49
Tabulka 6 Koncentrace škodlivin v sušině – beton	50
Tabulka 7 Porovnání variant (štěrk) - ekonomické hledisko	51
Tabulka 8 Porovnání variant (beton) - ekonomické hledisko.....	52

10 SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 Struktura celkové produkce odpadů v ČR [%], 2014</i>	<i>9</i>
<i>Graf 2 Struktura materiálového využití odpadů v ČR [%], 2014</i>	<i>13</i>
<i>Graf 3 Křivka zrnitosti recyklovaného materiálu, rok 2014.....</i>	<i>46</i>
<i>Graf 4 Křivka zrnitosti recyklovaného materiálu, rok 2015.....</i>	<i>48</i>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BTEX	suma benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenů
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EOX	extrahovatelné organicky vázané halogeny
ES/EU	Evropské společenství/Evropská unie
KO	komunální odpad
MN	metodický návod
MPO	ministerstvo průmyslu a obchodu
MŽP	ministerstvo životního prostředí
NO	nebezpečný odpad
OHL ŽS, a.s.	stavební společnost
OO	ostatní odpad
PAU	polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	polychlorované bifenoly
SEA	posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí, upraveno zákonem č. 100/2001 Sb.
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
ŽSD, a.s.	stavební společnost
žst.	železniční stanice

12 PŘÍLOHY

Příloha 1: Tabulka č. 10. 1 Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů

Příloha 2: Protokoly o provedených zkouškách geometrických vlastností

Příloha 3: Protokoly o provedených zkouškách na zjištění koncentrace škodlivin
v sušině a ekotoxicity

Příloha 4: Fotodokumentace