

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Popis a zhodnocení současného stavu zpracování a využití
vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými
látkami**

Bakalářská práce

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

Autor práce: Kamil Černý

PRAHA 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kamil Černý

Technika a technologie zpracování odpadů

Název práce

Popis a zhodnocení současného stavu zpracování a využití vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami

Název anglicky

The description and evaluation of current situation of processing and utilization of the selected construction waste contaminated with petroleum substances

Cíle práce

Seznámit se s problematikou zpracování a využití vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami a zhodnotit používané metody.

Metodika

Metodika práce

Na základě literárního rozboru oblasti odpadového hospodářství, která se zabývá zpracováním a využitím vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami, provést popis používaných technologických linek a zřízení a zhodnocení jednotlivých používaných metod.

Osnova práce

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Charakteristika vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami
5. Metody a zařízení používané při zpracování vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami
6. Možnosti využití vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami
7. Závěr a diskuze
8. Seznam literatury
9. Přílohy

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran

Klíčová slova

Odpadové hospodářství, stavební odpad, drtič, třídíč, technologická linka, ropné látky

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

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2018

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2019

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Popis a zhodnocení současného stavu zpracování a využití vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami 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.“

Datum

Podpis studenta

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především své rodině za trpělivost a zajištění výborných podmínek pro psaní závěrečné práce. Dále bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Petru Vaculíkovi, Ph.D. za odborné vedení a rady při zpracování této bakalářské práce. Také bych rád poděkoval zaměstnancům všech společností, které mi poskytly cenné informace při orientaci v dané problematice.

Abstrakt: Tato bakalářská práce je sumarizuje problematiku stavebních a demoličních odpadů (SDO) kontaminovaných ropnými látkami do jednoho celku. Její první část se zabývá teorií danou právními předpisy EU a ČR a blíže specifikuje vlastnosti ropných látek. Ve druhé části je uveden postup dekontaminace stavebních a demoličních odpadů kontaminovaných ropnými látkami pomocí vhodných technologií a techniky. V poslední části závěrečné práce se nachází statistické údaje zpracování stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami.

Klíčová slova: stavební a demoliční odpad, ropné látky, dekontaminace, recyklace SDO, využití SDO

The description and evaluation of current situation of processing and utilization of the selected construction waste contaminated with petroleum substances

Summary: This bachelor thesis summarizes the issue of construction and demolition wastes (CDW) contaminated with petroleum substances into one document. In their first part is the theory assigned by EU and Czech legislation and specifies the properties of oil substances. The second part describes the procedure for decontamination of construction and demolition wastes contaminated with petroleum substances by using suitable technologies and techniques. In the last part of the thesis there are statistical data processing of construction and demolition waste contaminated with oil substances.

Key words: construction and demolition waste, petroleum substances, decontamination, recycling od CDW, using of CDW

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	3
3	Metodika práce	4
4	Charakteristika vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami	5
4.1	Právní předpisy ve vybrané oblasti odpadového hospodářství.....	5
4.1.1	Evropské právní předpisy	6
4.1.2	Právní předpisy ČR.....	6
4.1.3	Technické právní předpisy.....	7
4.1.4	Ostatní právní předpisy.....	8
4.2	Zařazení vybraného odpadu dle Katalogu odpadů.....	8
4.3	Základní pojmy a definice	9
4.4	Odpadní ropné látky.....	10
4.4.1	Definice ropy	10
4.4.2	Chemické složení ropných látek.....	11
4.4.3	Možné úniky ropných látek do životního prostředí.....	11
4.4.4	Vliv ropných látek na zdraví	12
4.4.5	Biologický rozklad ropných látek	12
4.5	Vybrané druhy stavebních a demoličních odpadů kontaminované ropnými látkami	14
4.5.1	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky	14

4.5.2	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné.....	14
4.5.3	Kovový odpad znečištěný nebezpečnými látkami.....	15
4.5.4	Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky	15
4.5.5	Jiné izolační materiály, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky	15
4.6	Přeprava NO	15
4.6.1	Odesílatel NO	16
4.6.2	Dopravce NO.....	16
4.6.3	Příjemce NO	16
5	Metody a zařízení používané při zpracování vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami	18
5.1	Technologie zpracování stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami.....	18
5.1.1	Hrubé třídění (v místě sanace).....	19
5.1.2	Drcení a třídění	19
5.1.3	Biodegradační plocha	20
5.1.4	Skládka NO	21
5.1.5	Termická likvidace	23
5.2	Technika zpracovávající stavební a demoliční odpad kontaminovaný ropnými látkami	24
5.2.1	Drtiče	25
5.2.2	Třídíče.....	29

5.3	Příklad zpracování a využití vybraných stavebních a demoličních odpadů na dané lokalitě	31
5.3.1	Geografické poměry lokality a využívání areálu.....	32
5.3.2	Lokalizace kontaminace a předpokládané množství demolovaných stavebních konstrukcí	32
5.3.3	Demolice bývalé dokončovny	32
5.4	Množství stavebního odpadu po demolici bývalé dokončovny, jeho rozdělení a zpracování ostatního odpadu	33
5.4.1	Stavební a demoliční odpad.....	33
5.5	Přeprava nebezpečných odpadů v rámci sanace zájmového areálu.....	34
5.6	Zpracování stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami v rámci sanace zájmového areálu	35
5.6.1	Hrubé třídění materiálu in-situ	35
5.6.2	Drcení a třídění materiálu ex-situ	36
5.6.3	Biodegradace na biodegradační ploše	37
6	Možnosti využití vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami	39
7	Závěr.....	42
8	Seznam použitých zdrojů.....	43

Seznam tabulek

Tabulka 1: Nebezpečné vlastnosti odpadů [9].....	9
Tabulka 2: Spektrum SDO z demolice bývalé dokončovny.....	34
Tabulka 3: Nakládání s SDO za rok 2017 [62]	40
Tabulka 4: Proukce SDO v roce 2017 [62]	41
Tabulka 5: R kódy charakterizující možnosti využití odpadů [64]	41

Seznam obrázků

Obrázek 1: Silážní žlab transformovaný na biodegradační plochu [soukromá sbírka fotografií]	21
Obrázek 2: Konstrukce skládky na rovině a na svahu [53]	23
Obrázek 3: Boční řez čelistovým drtičem [58]	26
Obrázek 4: Řez 3D modelem kuželového drtiče [58]	27
Obrázek 5: Boční řez úderovým–dynamickým drtičem [59]	28
Obrázek 6: Sestava válcových drtičů [58]	29
Obrázek 7: Vibrační třídič [60]	29
Obrázek 8: Válcový (bubnový) třídič při práci [61].....	30
Obrázek 9: Princip práce vodního třídiče [58]	31
Obrázek 10: Pásového rýpadla Caterpillar 325B LN v akci [soukromá sbírka fotografií]	35
Obrázek 11: Mobilní drtící jednotka na pásovém podvozku RESTA 900x600 [soukromá sbírka fotografií].....	36
Obrázek 12: Kontejnerová třídící jednotka RESTA TK7 [soukromá sbírka fotografií]	37
Obrázek 13: Celková produkce odpadů za rok 2017 [62]	40

Seznam příloh

Příloha č.1: Zařazení SDO do katalogu odpadů

Příloha č.2: Limitní hodnoty jednotlivých látek při využívání odpadu na povrchu terénu

Příloha č.3: Limitní hodnoty jednotlivých tříd vyluhovatelnosti odpadů, při jeho ukládání na skládky odpovídajících skupin

Příloha č.4: Bodový postup provedených demoličních prací na modelové lokalitě

Příloha č.5: Technické parametry pásového rypadla Caterpillar 325B LN

Příloha č.6: Technické parametry mobilní drtící jednotky na pásovém podvozku RESTA 900x600

Příloha č.7: Technické parametry kontejnerové třídící jednotky RESTA TK7

1 Úvod

Ropné látky jsou jedním z nejčastějších kontaminantů životního prostředí v ČR. Ve druhé polovině 20. století se rychle stupňovalo zhoršování kvality životního prostředí, které bylo způsobeno především státními podniky používajícími nešetrných technologií a chemických látek a zanedbávajícími bezpečnost práce a bezpečnost nakládání s chemickými látkami. Po roce 1989 ČR přijala odpovědnost za znečištěné lokality a bylo rozhodnuto na jejich vyčištění použít část prostředků z výnosu privatizace. To byl hlavní impuls pro nové majitele, aby staré ekologické zátěže svých podniků řešili. Začala tak etapa likvidace starých ekologických zátěží, která extrémně navýšila produkce stavebního a demoličního odpadu, v tomto případě kontaminovaného. Tento stav přetrvává dodnes, kdy při územním a stavebním rozvoji dochází k odstraňování různých starých průmyslových staveb, kontaminovaných zemin a skládek odpadů.

S rostoucí stavební činností roste i produkce stavebních odpadů. Odvětví stavebnictví a demoličních prací patří z hlediska objemu k největším zdrojům odpadu v Evropě. Podle analýz tzv. Plánu odpadového hospodářství představují stavební a demoliční odpady přibližně 59 % celkové produkce odpadů v ČR. Mezi lety 2015–2016 dosahovala celková produkce SDO v ČR 21,9 milionů tun ročně. Stavební a demoliční odpady (SDO) jsou zásadním zdrojem druhotných surovin, které mohou být po procesu recyklace opětovně využity jako stavební materiály. Míra opětovného použití a recyklace se v rámci EU značně liší, podle dosavadních zkušeností se dá říct, že hranice recyklace (či jiného zpětného využití stavebních a demoličních odpadů) se může blížit k 90 %. [1]

Recyklace SDO je podporována povinným cílem pro celou EU, avšak pokud má být nakládání s odpady v tomto odvětví zefektivněno, musí být ještě vyřešeny konkrétní problémy. Například se z odpadu vždy nepodaří vytřídit nebo získat cenné materiály. [2]

Problematika zpracování SDO kontaminovaných ropnými látkami nemá v českém prostředí jasnou a ucelenou metodiku nakládání s nimi. Při procesu nakládání s tímto typem odpadu je nutné použít obecné předpisy o odpadech, což někdy může způsobovat nejasnost a nejednotnost postupu různých institucí a společností. Tato bakalářská práce si klade za dílčí cíl dané informace sumarizovat a posloužit jako ucelený návod pro nakládání se stavebními a demoličními odpady. Práce shrnuje nejen celek právních předpisů a povinností, ale i použitých technologií a techniky běžně užívaných pro zpracování stavebních a demoličních odpadů kontaminovaných ropnými látkami.

Ačkoli je v zadání této bakalářské práce použit pouze termín stavební odpad, je logické přidat i druhý termín – demoliční, protože stavební a demoliční odpad je ustáleným slovním spojením a řádnou skupinou odpadů pojmenovanou v Katalogu odpadů.

2 Cíl práce

Seznámit se s problematikou zpracování a využití vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami a zhodnotit používané metody.

3 Metodika práce

Metody používané při zpracování této bakalářské práce jsou následující:

- definování pojmu stavební a demoliční odpad (SDO), který se nenachází v nejdůležitějších pojmech zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech,
- definice nejdůležitějších pojmů ze zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech,
- vlastnosti charakterizující SDO kontaminovaný ropnými látkami,
- klíčové technologie a technika, při recyklaci SDO kontaminovaného ropnými látkami
- základní technické parametry recyklačních linek,
- využití dekontaminovaného recyklátu,
- závěr.

4 Charakteristika vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami

Tato kapitola se zabývá právními předpisy vybrané oblasti odpadového hospodářství, zařazením vybraného druhu odpadu do Katalogu odpadů, základními pojmy a definicemi z oblasti zpracování kontaminovaného SDO, původem a vlastnostmi SDO kontaminovaného ropnými látkami, vlastnostmi kontaminantů a povinnostmi subjektů podílejících se na přepravě NO.

4.1 Právní předpisy ve vybrané oblasti odpadového hospodářství

Evropské právní předpisy upozorňují na problematiku nejasného zařazování stavebních a demoličních odpadů, kdy mělo být jasné definováno, kdy jsou vedlejší produkty stále odpadem, a kdy nikoliv a také představuje plán zvýšení podílu recyklovatelné složky stavebních a demoličních odpadů do roku 2020 minimálně na 70 %, pro zpětné materiálové využití, a to ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic.

Problematiku nakládání s NO řeší evropské právní předpisy obecněji a detailní náležitosti nakládání s SDO nechávají na právních předpisech jednotlivých členských států EU. Dále obsahuje poznámku, že klasifikace odpadu jako NO by měla vycházet mimo jiné z právních předpisů Společenství o chemických látkách a ukládá povinnost vedení evidence záznamů o nakládání s NO. [3]

Nakládání se stavebními a demoličními odpady není předmětem základních pojmů v zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. a o změně některých dalších zákonů. Detailnímu rozdělení a zařazení stavebních a demoličních odpadů se věnuje vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů (viz příloha č.1). Dalším podstatným dokumentem, který specifikuje cíle, zásady a opatření v rámci nakládání se stavebními a demoličními odpady je nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024. [4,5,6]

Pojem NO patří mezi základní definice zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. V tomto zákoně je specifikováno hodnocení nebezpečných vlastností odpadů a jeho zařazování, kde se zákon odkazuje na vyhlášku Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady specifikuje povinnosti při nakládání s NO, včetně jejich přepravy. [4,5,7]

Právní předpisy ČR neřeší stavební a demoliční odpady kontaminované ropnými látkami jako jeden celek. Pro přesnou identifikaci je potřeba rozdělit právní předpisy ČR zvlášť pro stavební a demoliční odpady a pro nakládání s NO. Správné nakládání se stavebními a demoličními odpady kontaminovanými ropnými látkami tedy musí splňovat jak právní předpisy první skupiny, tak i skupiny druhé. Jedinou výjimkou, kdy je kontaminovaný SDO řešen jako celek v rámci jednoho právního předpisu ČR, je vyhláška č. 294/2005 Sb., 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. V následujícím výčtu právních předpisů se nacházejí dokumenty, které se týkají SDO, NO anebo obou zmíněných skupin. [8,7]

4.1.1 Evropské právní předpisy

- Sdělení Evropské komise Sdělení komise evropskému parlamentu, radě, evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů – Uzavření cyklu – akční plán EU pro oběhové hospodářství [2]
- Uzavření cyklu – akční plán EU pro oběhové hospodářství
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic [3]
- Nařízení komise (EU) č. 1357/2014, kterým se nahrazuje příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic [9]

4.1.2 Právní předpisy ČR

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů [4]
- Zákon č. 225/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony [10]
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady [7]
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb., Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu [8]
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků [11]

- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů [12]
 - Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů [5]
 - Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů [13]
 - Vyhláška č. 387/2016 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláška 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů [14]
- Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024 [15]

4.1.3 Technické právní předpisy

Technické právní předpisy jsou dokumenty, kde jsou jednotlivé prvky nakládání s SDO popsány velmi detailně a jsou nad rámec bakalářské práce. Nicméně se daným tématem zaobírají, proto jsou uvedeny v kompletní podobě.

- ČSN 01 5111 Vzorkování sypkých a zrnitých materiálů [16]
- ČSN 06 3090 Zařízení pro termické zneškodňování odpadů [17]
- ČSN 26 0002 Manipulace s materiálem. Názvosloví [18]
- ČSN 26 9015 Skladování. Základní názvosloví [19]
- ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin [20]
- ČSN 72 9101 Drtiče. Názvosloví [21]
- ČSN 72 9201 Mlýny. Názvosloví [22]
- ČSN 72 9301 Třídíče. Názvosloví [23]
- ČSN 75 6551 Odvádění a čištění odpadních vod s obsahem ropných látek [24]
- ČSN 77 0050 Označování nákladů. Společná ustanovení [25]
- ČSN EN 13965-2 Charakterizace odpadů – Názvosloví – Část 2: Názvy a definice vztahující se k nakládání s odpady [26]
- ČSN 83 8030 Skládání odpadů – Základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek [27]
- ČSN 83 8032 Skládání odpadů – Těsnění skládek [28]

- ČSN 83 8033 Skládkování odpadů – Nakládání s průsakovými vodami ze skládek [29]
- ČSN 83 8035 Skládkování odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek [30]
- ČSN 83 8036 Skládkování odpadů – Monitorování skládek [31]
- ČSN 83 8039 Skládkování odpadů – Provozní řád skládek [32]
- ČSN EN 12461 Biotechnologie – Velkovýroba a výroba – Pokyny pro manipulaci, inaktivaci a zkoušení odpadu [33]
- ČSN EN 12740 Biotechnologie – Laboratoře pro výzkum, vývoj a analýzu – Pokyny pro nakládání s odpady, jejich zneškodňování a zkoušení [34]
- ČSN EN 12766-1 (65 6205) Ropné výrobky a upotřebené oleje – Stanovení PCB a příbuzných výrobků – Část 1: Separace a stanovení vybraných PCB kongenerů plynovou chromatografií (GC) použitím detektoru elektronového záchyty (ECD) - nahrazuje normu, která má stejné číslo a jmenuje se Ropné výrobky a použité oleje. [35]

4.1.4 Ostatní právní předpisy

- Metodický návod odboru odpadů MŽP pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi, Věstník MŽP č. 9/2018 [36]
 - Sdělení Evropské komise č. 2018/C 124/01 o technických pokynech pro klasifikování odpadu [37]
 - Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí k plnění povinnosti ohlašování přepravy nebezpečných odpadů podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění a vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění, od 1. ledna 2017. [38]
- Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí k označování nebezpečných odpadů [39]

4.2 Zařazení vybraného odpadu dle Katalogu odpadů

Katalog odpadů je dle vyhlášky č. 93/2016 Sb. podle § 5 odst. 3 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, závazným řídicím dokumentem, podle kterého původce odpadu nebo oprávněná osoba zařazují odpady pod šestimístná katalogová čísla druhů odpadů uvedená v Katalogu odpadů. První dvojčíslí označuje skupinu odpadů, druhé dvojčíslí podskupinu odpadů a třetí dvojčíslí druh odpadu. V případě, že se odpad skládá z více složek, které jsou v Katalogu odpadů uvedeny pod samostatnými katalogovými čísly, má přednost

přiřazení k takovému druhu odpadu, který je z hlediska škodlivých účinků na člověka a na životní prostředí nejvíce nebezpečný. [5]

Dle Katalogu odpadů se stavební a demoliční odpad kontaminovaný ropnými látkami řadí do skupiny č. 17. Skupina č. 17 Katalogu odpadů má osm podskupin. Názorné zařazení stavebního a demoličního odpadu do Katalogu odpadů je uvedeno v příloze č.1.

4.3 Základní pojmy a definice

- Odpad – každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. včetně dodatků a poslední novelizace č. 225/2017 Sb. [4]
- Nebezpečný odpad (NO) – odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů. Vlastnosti odpadů, které je činí nebezpečnými, jsou označeny symboly HP 1 – HP 14 (hazard properties) viz Tabulka 1. Obsahuje-li odpad jednu nebo více látek, které lze přiřadit alespoň jednu vlastnost ze standardních vět o nebezpečnosti, tento odpad se klasifikuje jako nebezpečný na základě vlastnosti HP 15, pokud není v takové formě, která nebude za žádných okolností vykazovat výbušné nebo potenciálně výbušné vlastnosti. [9]

Tabulka 1: Nebezpečné vlastnosti odpadů [9]

Symbol	Slovní význam	Symbol	Slovní význam	Symbol	Slovní význam
HP 1	Výbušné	HP 6	Akutní toxicita	HP 11	Mutagenní
HP 2	Oxidující	HP 7	Karcinogenní	HP 12	Uvolňování akutně toxického plynu
HP 3	Hořlavé	HP 8	Žíravé	HP 13	Senzibilizující
HP 4	Dráždivé – dráždivé pro kůži a pro oči	HP 9	Infekční	HP 14	Ekotoxický
HP 5	Toxicita pro specifické cílové orgány / Toxicita při vdechnutí	HP 10	Toxické pro reprodukci	HP 15	Odpad schopný vykazovat při nakládání s ním některou z výše uvedených nebezpečných vlastností, kterou v době vzniku neměl

- Stavební a demoliční odpad – není definován zákonem o odpadech č. 185/2001 Sb. Stavební a demoliční odpad vzniká zřizováním, údržbou, rekonstrukcemi a odstraňováním staveb a je pro něj vyčleněna skupina 17 v Katalogu odpadů. [40]
- Kontaminant – látka, jejíž vysoká koncentrace v daném médiu (zeminy, voda, vzduch) má negativní vliv na životní prostředí, konkrétně na zdraví živých organismů. Kontaminantem se také rozumí jakákoliv potenciálně nežádoucí látka (fyzikální,

chemická nebo biologická). Obvykle se jedná o látku vzniklou antropogenní činností. [41]

- Biodegradace odpadů – proces, který lze použít při úpravě odpadu využitím schopnosti určitých aktivovaných mikroorganismů postupně enzymaticky štěpit organické sloučeniny za přístupu / částečného přístupu / nepřístupu vzduchu, kdy organické látky slouží mikroorganismům jako zdroj uhlíku. [42]
- Dekontaminace – veškeré postupy, které umožní, aby zařízení, objekty a materiály obsahující kontaminanty mohly po prokázání nepřítomnosti kontaminantů znovu používány, recyklovány nebo odstraněny podle zákona o odpadech č. 185/2001 Sb., novelizace č. 225/2017, a také ve znění vyhlášky č. 381/2001 Sb. [40]
- Recyklát – materiálový výstup z úpravy stavebního a demoličního odpadu, spočívající ve změně granulometrie původního odpadu a jeho roztřídění na velikostní frakce v zařízeních k tomu určených, který může být uváděn na trh jako výrobek v souladu se zvláštními právními předpisy nebo využit jako upravený odpad na povrchu terénu v souladu se zákonem o odpadech č. 185/2001 Sb. a vyhláškou č. 294/2005 Sb. [43]

4.4 Odpadní ropné látky

V této kapitole je věnován prostor specifikaci kontaminantům, na které se tato práce zaměřuje (ropným látkám). Je zde obecně definováno, co je to ropa, jaké chemické složení mohou mít ropné látky, jakými způsoby může dojít k úniku ropných látek do životního prostředí, jaký mohou mít vliv na zdraví a jakými způsoby je lze degradovat.

4.4.1 Definice ropy

Ropa je přirozeně se vyskytující, olejovitá, hořlavá kapalina, která je převážně přítomna pod povrchem země a značně se liší v závislosti na chemickém složení. Obvykle se jedná o černou nebo tmavě hnědou kapalinu (ačkoli může být i nažloutlá nebo nazelenalá). Pro určení kvality ropy pro průmyslové účely se využívá klasifikace API, dle které se vyjadřují základní parametry ropy jako je její hustota nebo obsah síry. Ropa může být považována za „lehkou“, pokud má nízkou hustotu nebo „těžkou“, pokud má vysokou hustotu. Ropa s relativně malým obsahem síry se nazývá „sladká“ ropa, pokud obsahuje značné množství síry, nazývá se „kyselá“ ropa. [44]

4.4.2 Chemické složení ropných látek

Ropa představuje směs velkého množství (tisíců) organických látek, zejména uhlovodíků, s příměsí organických sloučenin obsahujících kyslík, dusík, síru a některých anorganických složek, tj. kovů. Uhlovodíky mohou být přímé nebo rozvětvené, nasycené nebo nenasycené alifatické, alicyklické, aromatické a polyaromatické sloučeniny. Ropa získaná z různých ložisek se značně liší ve složení a fyzikálních vlastnostech. [44]

Jsou směsí uhlovodíků různé struktury a sloučenin obsahujících síru, dusík, kyslík, příp. jiné heteroatomy. Podle struktury ropné uhlovodíky obsahují n-alkany, isoalkany, cyklany a alkylycyklany, aromáty a alkylaromáty, polyaromáty a složité molekuly, v nichž jsou v různém poměru zastoupeny některé z výše uvedených uhlovodíků. [45]

U lehčích frakcí ropných látek je možno provést podrobný rozbor až na jednotlivé izomery. Se stoupajícím bodem varu frakce však roste počet přítomných izomerů, počet sloučenin majících cykloalkanické či aromatické kruhy, zvětšuje se obsah heteroatomů, a tím i množství heterosloučenin v těchto frakcích. Koncentrace jednotlivých sloučenin pak obvykle klesá s rostoucí teplotou varu frakce. U těžších frakcí není možné stanovit jejich přesné složení a ani by to nemělo velký význam, protože by se pracně a s velkými náklady zjistilo, že dané sloučenina z těžké frakce ropy je zastoupena např. v koncentraci 0,0001 % hm. U frakcí s vyšším bodem varu se proto obvykle provádí skupinová analýza a strukturně-typová analýza. [46]

4.4.3 Možné úniky ropných látek do životního prostředí

K únikům ropných látek do životního prostředí dochází při těžbě ropy, zpracování ropy v petrochemickém průmyslu, při manipulaci s ropnými látkami (např. plnění skladových nádrží), skladování v podzemních nebo nadzemních nádržích v důsledku jejich netěsnosti, při dopravě ropných produktů, ať už se jedná o ropovody, nebo úniky z cisteren během dopravy po železnici či automobily.

Stavební konstrukce silně znečištěné ropnými látkami vznikají hlavně při provozu, údržbě či generálních opravách dopravních prostředků, zemědělské a těžební strojní mechanizace. Dalším významným zdrojem kontaminace ropnými látkami je strojírenství, zejména pak opracování kovů, kdy se používá nejrůznějších chladících emulzí při vrtání soustružení, frézování, broušení aj. [47]

Ropné látky při úniku kontaminují nejen stavební konstrukce, ale i zeminu, která se pod nimi nachází a také povrchové a podzemní vody.

4.4.4 Vliv ropných látek na zdraví

Účinky na zdraví způsobené vystavením ropným látkám závisí na mnoha faktorech jako je typ chemických sloučenin v ropných látkách, jak dlouho expozice probíhala a množství látek, se kterými se přišlo do kontaktu. O toxicitě mnoha sloučenin ropných látek je doposud známo jen velmi málo. Sloučeniny v jednotlivých frakcích ropných látek ovlivňují tělo různými způsoby. Některé sloučeniny, zejména menší sloučeniny jako benzen, toluen a xylen (které jsou přítomné v benzínu), mohou ovlivnit lidský centrální nervový systém. Dýchání toluenu při koncentracích vyšších než 100 ppm, po dobu delší, než několik hodin může způsobit únavu, bolest hlavy, nevolnost a ospalost. Když je krátkodobá expozice těmto ropným látkám zastavena, příznaky zmizí. Pokud je však kontakt dlouhodobější, může dojít k trvalému poškození centrálního nervového systému.

Požítí některých ropných produktů, jako je benzín a petrolej, způsobuje podráždění hrdla a žaludku, otřes centrálního nervového systému, potíže s dýcháním a pneumonii. Sloučeniny v některých frakcích ropných látek mohou také negativně ovlivňovat krvetvorbu, imunitní systém, játra, slezinu, ledviny, plíce nebo poškozovat vyvíjející se plod a. Některé sloučeniny ropných látek mohou dráždit kůži a oči. Jiné sloučeniny jako například některé minerální oleje, nejsou příliš toxické a používají se v potravinách. [48]

4.4.5 Biologický rozklad ropných látek

Rozklad ropných látek může probíhat ve dvou variantách, a to při aerobních a při anaerobních podmínkách. Z hlediska vyšší efektivity rozkladu ropných látek a technologické využitelnosti se však používá výhradně aerobní varianty. Hlavním důvodem je mnohonásobně vyšší rychlost degradace ropných látek a také nejasné metabolické cesty při anaerobním rozkladu (anaerobní biotransformaci). Konečným produktem aerobních biologických procesů je oxid uhličitý, voda a mikrobiální biomasa. [40]

Pro zvýšení účinnosti a celkovému zrychlení degradace ropných látek v kontaminovaném materiálu se většinou využívá technologický postup, kdy je kontaminant inokulován vybranými bakteriálními kmeny. Touto inokulací se v některých případech docílí podstatného zkrácení tzv.

lag-fáze, tj. doba mezi aplikací mikrobiálního biopreparátu a začátkem samotného odbourávání kontaminantu. [40]

Aplikace mikrobiálního biopreparátu se však neobejde bez řádné přípravy samotného inokulačního média. V první řadě je nutné bakterie, které degradují ropné látky rozmnožit ve vodě, která se následně použije k rozstříku po kontaminovaném materiálu. Vzhledem k tomu, že se jedná o živé organismy, je možné jejich správný vývoj podpořit a obohatit vhodnými makrobiotickými prvky jako jsou především dusík, fosfor a draslík. Dále je potřeba zachovat stále prostředí vody v rámci fyzikálně-chemických parametrů, jako je výška pH, teplota, vodivost a koncentrace kyslíku ve vodě.

Při samotné aplikaci mikrobiálního biopreparátu je nezbytné stále zajišťovat dodávku kyslíku, aby nedošlo ke zpomalení, případně úplnému zastavení, biodegradace kontaminantu. Aerobní procesy mohou probíhat jak v tekutém stavu, v suspenzi, tak i v pevném nebo plynném stavu (biofiltrace). V současné době se využívají všechny tyto systémy, jejich výběr však závisí na vlastnostech vzniklého odpadu a na kontaminující ropné látce. [40]

4.5 Vybrané druhy stavebních a demoličních odpadů kontaminované ropnými látkami

Podle charakteru demolovaného objektu může vzniknout velmi rozmanité spektrum stavebních a demoličních odpadů. Všechny tyto odpady jsou pojmenovány v Katalogu odpadů a v této bakalářské práci se jejich seznam nachází v příloze č.1.

Kontaminace SDO ropnými látkami je specifická tím, že ve většině případů vzniká nevhodnou manipulací s ropnými látkami, tudíž primárně bývají kontaminovány podlahy a boční stěny objektu a také technická zařízení, která se v bouraném objektu nacházela a případně i zemin. V této kapitole budou popsány druhy SDO, které se běžně během demolice vyskytují, a které mohou být potencionálně kontaminovány ropnými látkami.

4.5.1 Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky

Demolice betonový cihlových ploch je typická získáváním kusového odpadu, mnohdy o velkých průměrech a hmotnostech. Zastižená kontaminace ropnými látkami je u této skupiny SDO charakteristická tmavými oky v nasáklých místech zdiva, betonů nebo podlah. Podle povahy kontaminantu je přítomen typický zápach (ropa, benzin, nafta, oleje, aj.)

Snaha zpracovatelů této směsi SDO je především ve zpětném využití v oblasti stavebnictví (úprava tvaru terénu, podsyp staveb, aj.) ve formě betonového nebo cihelného recyklátu. Získanou směs SDO je potřeba nejprve zpracovat a poté dekontaminovat (viz. kapitola 5).

4.5.2 Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné

Sklo se v rámci SDO většinou vyskytuje spolu s dalším materiálem, jako je dřevo nebo plast. Typickým případem jsou okna, která se demontují ještě před demolicí daného objektu. Pokud je sklo kontaminované ropnými látkami, tak pouze povrchově a nános nečistoty stačí omýt. Kontaminace ropnými látkami hrozí především okenních rámců, které jí mohou být nasáklé. Sklo z okenních tabulí se recykluje ve speciálních recyklačních centrech pro recyklaci oken.

Dřevo se v rámci SDO vyskytuje i jako krovní konstrukce nebo u starších objektů jako prvek nosné a podlahové konstrukce.

Dřevo či plast se štěpkuje nebo nadrtí a dle míry kontaminace se s ním nakládá buď jako s palivem v zařízeních na spoluspalování odpadu nebo se ukládá do tělesa skládky NO

4.5.3 Kovový odpad znečištěný nebezpečnými látkami

Kovový odpad je cenná surovina, protože se výhodně vykupuje ve sběrných dvorech. Její recyklace z SDO je tou první, protože se jedná o okamžitý peněžní zisk. Získávání kovových odpadů z SDO je popsáno dále (viz. 5.1). V případě výraznější kontaminace ropnými látkami je kovový odpad ve zpracovatelských firmách tříděn, následně jsou z něj odstraněny škodlivé látky, posléze je znovu separován na jednotlivé druhy. Připravený a roztříděný materiál se taví při teplotách 1 700 °C v kovohutích, aby z něho vznikl nový kovový produkt.

4.5.4 Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky

Dle M. Kuraše se zemina a kamení podílí na celkovém množství SDO asi z 65–75 %. Zemina a kamení je získávána především z demolic pozemních staveb, kde slouží jako materiál pro podsyp. V případě kontaminace této skupiny SDO ropnými látkami je míra znečištění daná nejen množstvím uniklé kontaminující látky, ale také charakterem podložní zeminy horniny, kdy má zcela zásadní vliv na šíření kontaminace propustnost půdního a horninového podloží.

Vytěžená zemina a kamení obsahující nebezpečné látky se ukládá na biodegradační plochy (viz. 5.1.3, kde dochází k odstraňování kontaminantu, aby se daný materiál mohl znovu použít ve stavebnictví. [43]

4.5.5 Jiné izolační materiály, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky

U izolačních materiálů je zcela zásadní odhalit jejich složení, protože mohou obsahovat azbest. Azbest je pro lidský organismus nebezpečný z důvodu jeho vláknité struktury. Mikroskopická velmi ostrá vlákna uvolněná do ovzduší snadno pronikají do lidského těla, především do plic. Zde mohou způsobit azbestózu (zaprášení plic azbestem a jejich zjizvení) a dokonce rakovinotvorné bujení.

S azbestovými odpady je nutno nakládat tak, aby bylo zamezeno uvolňování a úniku azbestových vláken do ovzduší. Proto je nutné azbestové odpady ošetřit, zabalit do PE obalů, označit informační tabulkou upozorňující na obsah azbestu a shromažďovat je v uzavřeném kontejneru. Azbestové odpady musí být ukládány na skládku typu S-NO. [49]

4.6 Přeprava NO

Přeprava NO je důležitá součást procesu zpracování NO. Díky správné evidenci přepravy NO a jasným povinnostem účastníků se subjektů je velmi omezena možnost korupce v tomto

oboru. Povinnosti jednotlivých subjektů při přepravě NO vychází ze zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. Dne 2.5.2018 byl zahájen oficiální online provoz Systému evidence přepravy nebezpečných odpadů (SEPNO) dle §40 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech. V rámci systému SEPNO jsou definovány nové povinnosti jednotlivých účastníků přepravy nebezpečných odpadů. V jednotlivých podkapitolách budou ony povinnosti jednotlivých subjektů uvedeny. [50]

4.6.1 Odesílatel NO

Odesílatelem NO se rozumí původce odpadu nebo oprávněná osoba, která odpad odesílá ze své provozovny nebo zařízení. Odesílatel NO je povinen každou přepravu NO ohlásit před jejím zahájením, a to v rozsahu ohlašovacího listu, což je předmětem přílohy č. 26 vyhlášky 383/2001 Sb. Ke každé zásilce NO je navíc povinen přiložit doklad v listinné podobě, který obsahuje informace podle ohlašovacího listu. Dále je povinen případně zrušit ohlášení přepravy nebezpečných odpadů do tří pracovních dnů ode dne ohlášeného zahájení přepravy, v případě, že převoz NO se koná v jiný termín, než je prostřednictvím SEPNO nahlášen [50]

4.6.2 Dopravce NO

Dopravce, přepravce zprostředkovává transport NO mezi odesílatelem a příjemcem. V první řadě musí dopravce (řidič i přepravovací technika) disponovat osvědčením možnosti přepravovat odpad v režimu ADR, což je evropská dohoda o přepravě nebezpečných materiálů. Jedná se o speciální režim bezpečnosti formou bezpečnostních norem, které je nutné dodržovat. [50]

4.6.3 Příjemce NO

Příjemcem NO je buď původce NO, pokud ho přepravuje mezi svými provozovnami či zařízeními nebo se jím rozumí provozovatel zařízení, kam je NO uložen po dokončení jeho přepravy. Jeho hlavní povinností je nejpozději do tří pracovních dnů v online systému SEPNO potvrdit přijetí NO. Jakmile ale dojde k potvrzení převzetí NO, přestane být záznam o dané přepravě editovatelný a zamkne se jeho případná dodatečná oprava. Další povinností je ohlásit a zadat do systému SEPNO odesílatelem neohlášenou přepravu NO, v rozsahu ohlašovacího listu, taktéž do tří pracovních dnů od ukončení přepravy. Příjemce NO také ruší ohlášení přepravy NO v případě, že jeho přeprava bude probíhat mimo ohlášený termín. Příjemce NO

má tři pracovní dny od ukončení přepravy vstupovat do údajů o přepravených a přepravovaných nebezpečných odpadech, pokud mezi existuje rozdíl mezi ohlášenými a skutečnými údaji. [50]

5 Metody a zařízení používané při zpracování vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami

Tato kapitola se zabývá zpracováním SDO z hlediska použitých technologií, pomoci technických zařízení a strojů. Dále je zde popsán postup skutečného zpracování SDO kontaminovaného ropnými látkami na modelové lokalitě.

5.1 Technologie zpracování stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami

Zpracování stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami je nutné rozdělit do dvou souvisejících, provázaných apod. celků – nakládání s ostatními odpady (stavební a demoliční odpad) a nakládání s NO (kontaminace ropnými látkami). Povrchové úpravy terénu však nelze provádět neupraveným nebo surovým stavebním a demoličním odpadem, ač nekontaminovaným, bez předchozích mechanických úprav, protože stavební a demoliční odpad tvoří širokospektrální směs materiálů

V první řadě je tedy nezbytné stavební a demoliční odpad homogenizovat, a to jak typu materiálu, tak i do velikosti frakce. Následně se tento odpad podrobí dekontaminaci v certifikovaném koncovém zařízení pro zpracování NO, pokud samotná dekontaminace má ekonomicky smysl. V této kapitole bude popsán obecný postup při zpracovávání ostatního stavebního a demoličního odpadu a odpadu kontaminovaného ropnými látkami.

Dále je nezbytné zamezit šíření kontaminace, takže samotné zpracování SDO by mělo probíhat v zabezpečených místech, kde nehrozí kontaminace půdy, podzemní a povrchové vody a vzduchu. Základem je situovat pracoviště na nepropustné zpevněné plochy (např. betonové), ideálně v místech, kde je půdní profil charakteristický nepropustným jílem, aby se zamezilo infiltraci a navázání kontaminantu na podzemní vodu. To lze eliminovat vyspádováním povrchu pracoviště směrem k záchytné jíince kontaminované vody. Tato voda se pravidelně vyvážá a zpracovává v průmyslové ČOV.

5.1.1 Hrubé třídění (v místě sanace)

Hrubým prvotním tříděním se rozumí rozdělení daného materiálu na část nekontaminovanou a část kontaminovanou. Ačkoli je někdy tato separace v praxi časově náročná, nedojde díky ní k promíchání obou složek odpadu a zamezí se tak šíření kontaminace, a tím podstatným zvyšováním provozních nákladů z důvodu speciálního nakládání s NO.

Dílčím úkolem hrubého třídění odpadů v místě sanace je rozdělit celkovou směs stavebních a demoličních odpadů na jednotlivé elementární odpady (sklo, dřevo, beton, kovy, aj.), které se z místa sanace následně mohou rovnou transportovat k dalšímu zpracování. Zamezí se tím dalšímu zbytečnému překládání materiálu. Další možností je elementární odpady v daném místě rovnou zpracovat, aniž by to negativně ovlivnilo životní prostředí.

Hrubé třídění v místě sanace se primárně provádí stejným technickým zařízením, které se podílelo na samotné demolici daného objektu.

5.1.2 Drcení a třídění

Cílem drcení je zmenšení velikosti částic na takovou velikost, která je vhodná pro další využití a zpracování drceného materiálu. Drcení a třídění jsou prašné a hlučné činnosti. Drcení a třídění NO (SDO kontaminovaný ropnými látkami) probíhá obdobně jako u ostatního odpadu s tím rozdílem, že musí probíhat na technologicky zabezpečené ploše, aby nedocházelo k únikům kontaminantu do okolního prostředí nebo aby byl snadno zachytitelný. Třídíče a drtiče je po skončení etapy zpracování NO nutné řádně vyčistit, aby případné zbytky zpracovaného kontaminovaného odpadu nekontaminovaly odpady, které se budou drtit a třídit v budoucnu. Obsluha drtičů a třídíčů by měla být navíc vybavena vhodnými pracovními pomůckami respektující povahu kontaminantu. V případě ropných látek to jsou: respirační rouška s filtrem, protiskluzová obuv, ochranné brýle a nepromokavé pracovní rukavice, aj.

Zmenšení velikosti částic při drcení odpadu je doprovázeno zvětšením jejich specifického povrchu, což může být výhodné pro řadu následných procesů jako jsou např. chemické reakce. Technicky drcení může probíhat namáháním mezi tvarově různě uspořádanými pracovními členy nebo dynamickým účinkem vyvolaným nárazem na pevnou plochu, resp. nárazy mezi částicemi navzájem. [51]

Třídění SDO je proces, kterým se rozděluje rozdrcená směs SDO na několik velikostních skupin (frakcí). Počet velikostních frakcí je závislý na počtu třídících elementů, kterými jsou

především síta o různé velikosti ok. Třídění SDO zpravidla plynule navazující na proces drcení tak, aby nevznikaly další ekonomické náklady a časové prostoje při homogenizaci SDO. Třídění je důležité z hlediska dalšího zpracování a posléze i využití SDO, protože každá vytříděná velikostní frakce recyklátu má své specifické využití, a tím pádem lze materiálově pokrýt široké spektrum stavebních činností.

Kontaminovaný SDO nelze ihned po mechanickém zpracování zpětně využít jako stavební materiál. Nejprve je nutné z něj kontaminant odstranit, pokud to charakter kontaminace umožňuje.

5.1.3 Biodegradační plocha

Cílem zpracování homogenizovaného stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami by primárně mělo být zpětné využití tohoto recyklátu pro povrchové nebo podpovrchové úpravy terénu, případně jiné stavební činnosti. To by však při nadlimitní kontaminaci nebylo možné. Recyklát je nutné nejprve dekontaminovat.

Vhodným místem pro dekontaminaci se v současnosti jeví silážní žlaby v zaniklých zemědělských družstvech, právními předpisy „posvěcené“ a transformované na biodegradační plochu (viz Obrázek 1). Jednotlivé typy získaného recyklátu se v těchto žlabech tvarují do kupek, ideálně tvaru komolého jehlanu. Biodegradace NO zde probíhá za pomoci inokulace mikrobiálním biopreparátem.

Daná technologie je založena na schopnosti vybraných půdních bakterií, selektovaných přírodní cestou, rozkládat alifatické, alicyklické i aromatické uhlovodíky; tj. např. nepolární extrahovatelné látky (NEL), ropné uhlovodíky, deriváty ropných uhlovodíků, včetně aromatických látek typu BTEX, fenoly, kresoly; a dále polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), např. naftalen, antracen, fenantren, acenaften, acenaftylen, fluoren. Jednotlivé kontaminanty a jejich směsi jsou použity jako jediný zdroj uhlíku pro vybrané kmeny bakterií, z nichž je po provedených testech biodegradace sestaven biopreparát, specificky a účinně štěpící dané kontaminanty, přítomné v kontaminovaných materiálech.

Použité kmeny mikroorganismů v mikrobiálním biopreparátu nesmí být vystaveny mutagenním zásahům (chemickými mutageny, UV záření, apod.), ani genetickým manipulacím jakéhokoli druhu a také nesmí obsahovat uměle vnesenou cizorodou genetickou informaci.

Inokulant se do NO dávkuje dle charakteru a intenzitě kontaminace, obecně 1x za 3 měsíce. Inokulovaný materiál je nutno provzdušňovat (obracením a promícháváním kupek kontaminovaného materiálu) a „dokrmovat“ živinami (N, P, K, aj.). Úroveň kontaminace se pravidelně monitoruje a při jejím snížení pod mez danou vyhláškou č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu (viz. příloha č.2) lze recyklát zpětně využít pro povrchové úpravy terénu. [52]

Obrázek 1: Silážní žlab transformovaný na biodegradační plochu [soukromá sbírka fotografií]



5.1.4 Skládka NO

Typ skládek NO se označuje S-NO. Technické technologické požadavky na S-NO a podmínky skládkování NO shrnuje vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. Technické požadavky na skládky odpadů včetně podmínek pro jejich umístění, technické zabezpečení provozu skládek, těsnění, monitorování a podmínek jejich uzavření a rekultivace se pokládají za splněné, odpovídají-li vybraným Technickým normám ČSN.

Dle vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, může být skládkován pouze ten odpad, který nelze za současné technické a ekonomické úrovně využít nebo zneškodnit jiným vhodnějším způsobem. Ukládání odpadů na skládky musí být provedeno tak, aby nemohlo dojít k jejich nežádoucímu úniku a následně k jejich nežádoucí vzájemné reakci za vzniku škodlivých látek, ani k narušení stability, těsnosti a konstrukce skládky. Navíc se musí skládkovaný materiál monitorovat a podrobovat analytickým analýzám v akreditovaných laboratořích.

Základní podmínky založení S-NO definuje ČSN 83 8030 Skládání odpadů – Základní podmínky pro navrhování, výstavbu a provoz skládek. Založení skládky S-NO má přísnější podmínky, než je tomu u jiných typů skládek. Skládka S-NO může být budována pouze v místech, kde se hladina podzemní vody nachází nejméně 1 m pod úrovní nejnižšího těsnicího prvku skládky. V odůvodněných případech může být hladina podzemní vody snížena meliorací, jejíž funkčnost musí být zajištěna po celou dobu existence skládky. Skládka S-NO musí mít dvě těsnící bariéry – geologickou a technickou. V případě nedostatečné mocnosti a kvality geologické bariéry musí být tento nedostatek doplněn umělou navezenou vrstvou, která dané podmínky splňuje (mocnost 5 m a koeficient filtrace $1 \cdot 10^{-9}$ m/s, který značí nepatrně propustné půdní prostředí a materiálově odpovídá např. ulehlému jílu). Technickou bariérou se rozumí fóliové těsnění. Požadavky na geologickou i technickou bariéru musí být splněny na celé ploše, ve které se těleso skládky stýká s terénem. [27]

Skládka S-NO musí být vybavena vnitřním drenážním systémem, který odvádí průsakové vody mimo těleso skládky do sběrných jímek. Drenážní systém se pokládá na těsnění skládky a je obvykle tvořen páteřním systémem z trubkových drénů. Drenážní systém musí být navržen tak, aby odolal namáhání při “sedání” skládky. Dalším technickým technologickým prvkem, kterým by měla být moderní skládka S-NO vybavena je zařízení na čerpání skládkového plynu, který vzniká v průběhu skládkování v tělese skládky. Podmínky nutné pro tvorbu plynu obsahujícího methan jsou stejné jako u anaerobních reaktorů. Jedná se o přítomnost vody, přítomnost reagujících substrátů, nepřítomnost kyslíku a dostatečnou teplotu. Systémy pro odplynění skládky jsou následující:

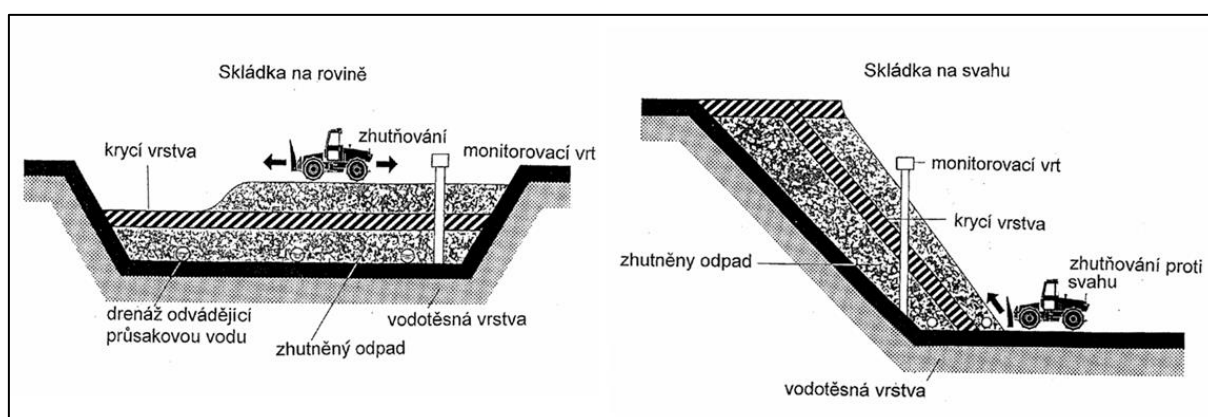
- vertikální – vrty, sběrné studny
- horizontální – drenáže, horizontální vrty
- kombinované – drenáže, vertikální vrty nebo studny

Skládkový plyn lze využít jako palivo jednak přímým spalováním (sušárny, skleníky), jednak v plynových motorech pro výrobu elektřiny nebo jako náhradní zemní plyn (SNG – Substitute natural gas). Získaný skládkový plyn je pro efektivní využití nejprve nutné odvodnit, což se provede zchlazením po odčerpání ze skládky. [27]

Ukládání odpadů na skládku typu S-NO probíhá na aktivní ploše skládky. Velikost této plochy určuje provozovatel skládky v závislosti na množství ukládaných odpadů. Aktivní plocha skládky by měla být co nejmenší a její velikost musí být uvedena v provozním řádu

sklárky. Denní ukládka odpadů musí být u skládek S-NO překrývána materiály pro technické zabezpečení sklárky o výšce překryvné vrstvy minimálně 20 cm s tím, že konečná výška sklárky musí být volena s ohledem nejen na technické parametry (plocha základu, stabilita svahů), ale také na vizuální dopady v kontextu s okolní krajinou. Popis konstrukce sklárky a postup při ukládání odpadu na sklárku znázorňuje Obrázek 2. [27]

Obrázek 2: Konstrukce sklárky na rovině a na svahu [53]



Možnost ukládání NO na sklárku NO ukládá vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na sklárky a jejich využívání na povrchu terénu. Konkrétním řídicím dokumentem je příloha č. 2, tabulka 2.1 – nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy vyluhovatelnosti. Aby mohl NO na sklárku uložen, musí splňovat stanovené limity třídy vyluhovatelnosti IIb (viz. příloha č.3) [8]

5.1.5 Termická likvidace

Termické zpracování odpadu je proces, kdy na odpadní materiál působí teplota přesahující mez jeho chemické stability. Termické zpracování (spalování) odpadu s sebou nese výhody ve formě jednorázového zpracování velkého množství heterogenní směsi netříděného nebo i NO za vzniku tepla a dalších produktů (plyn, popel, struska, aj.).

Takto zpracovaný odpad se dle zákona č. 201/2012, o ovzduší řadí do skupiny energeticky využitelných odpadů. Obecně lze říci, že aby se termicky zpracovávaný odpad stal energeticky využitelným, musí splňovat zásadní podmínku, a to že získaný energetický přebytek spalováním odpadu bude skutečně využit jako tepelná nebo elektrická energie. Dle zákona č. 201/2012, o ovzduší se spalovaný odpad může označit jako energetický, pokud ke svému zapálení nepotřebuje podpůrné palivo. [50]

Termické zpracování NO v jednotlivých spalovnách a zařízení schválených pro spoluspalování odpadu podléhá Integrovanému povolení (IPPC), což je pokročilým způsobem

regulace vybraných průmyslových a zemědělských činností při dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku. Vyššího stupně ochrany životního prostředí je dosahováno použitím tzv. nejlepších dostupných technik (BAT), které představují výrobní postupy nejvíce šetrné k životnímu prostředí, které jsou aplikovatelné za standardních technických a ekonomických podmínek. [54]

Postup termického zpracování NO je vysvětlen na modelovém případu zařízení schváleného pro spalování odpadu v dalším odstavci.

V současnosti má toto zařízení schváleného pro spalování odpadu poloautomatický nebo zcela automatický provoz. Skladování tuhého NO je umístěno v zabezpečeném prostoru, kvůli potenciálnímu šíření kontaminace, zpravidla pod úrovní terénu (v tzv. pitu). V tomto prostoru je jeřáb, který tuhý NO dávkuje do násypky na základě impulsu od zásobníku před hlavní rotační pecí a v případě potřeby doplnění paliva jeřáb naplní násypku, odkud tuhý NO propadáva na pásový dopravník a putuje před rotační pec. Žárovou hlavou pece prochází hlavní hořák rotační pece, který umožňuje spalování nejen tuhých NO, ale zároveň i odpadů kapalných, které ovšem do prostoru pece přichází odlišnou cestou. Teplota v peci se pohybuje okolo 1200 °C. Teplo vzniklé při spalování NO je dostatečné pro druhotných surovin. V daném zařízení se uvažuje o výstavbě kogenerační jednotky, která by v obdobích malého odbytu druhotných surovin sloužila k výrobě elektrické energie. [55]

Termické využití NO, ale není pokaždé konečným způsobem jeho odstranění. Dle vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, se mohou popílky ze spaloven a zařízení schváleného pro spalování NO ukládat pouze v odděleném sektoru skládky po jejich předchozí úpravě. [8]

5.2 Technika zpracovávající stavební a demoliční odpad kontaminovaný ropnými látkami

Na zpracování SDO kontaminovaného ropnými látkami se podílí stejná technika, která zpracovává odpad nekontaminovaný. V této kapitole budou popsány základní principy fungování vybraných typů technických strojů a zařízení, kterými je SDO zpracováván. Přítomnost kontaminace s sebou však nese zpřísnující podmínky, které je nutné během manipulace s NO dodržet.

Úvodním krokem při zpracování SDO je jeho nakládka do drtiče. Samotná nakládka probíhá pomocí klasické techniky jako jsou čelní lopatové nakladače, teleskopické nakladače, frézové a drapákové nakladače, aj. Celkový výčet techniky, kterou lze směs SDO nakládat je obrovský a je nad rámec této bakalářské práce.

5.2.1 Drtiče

a) Drtiče čelist'ové

Čelist'ové drtiče se dělí na jednovzpěrné a dvouvzpěrné. Jednovzpěrné drtiče jsou obecně menší a mají jednodušší konstrukci než drtiče dvouvzpěrné. Od dvojevzpěrných drtičů se liší hlavně tím, že pohyblivá čelist je přímo otočná na výstředníku a má jen jednu vzpěrnou desku. Čelist opisuje šikmou nakloněnou elipsu. Tyto drtiče mají menší ústí tlamy a tím i její spodní šterbiny na výstupu z čelistí. Drtící čelisti mají jemnější a hustší rýhování. [56]

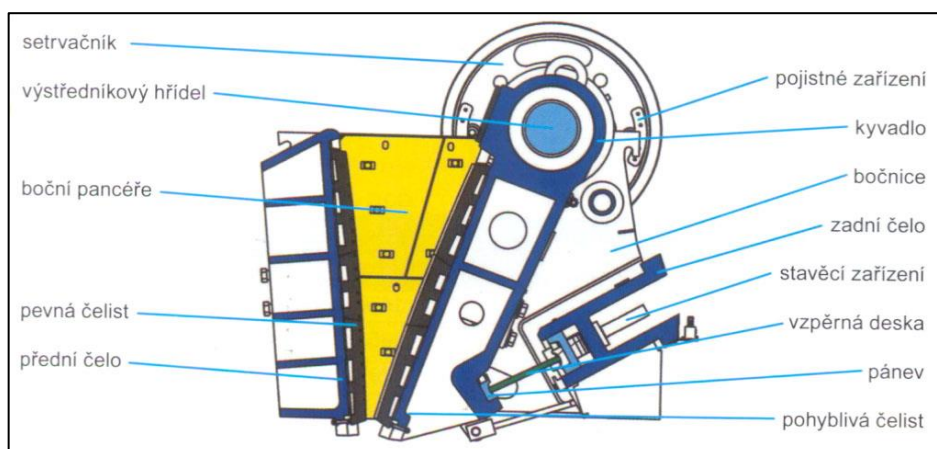
Akt drcení materiálu v čelist'ovém drtiči začíná vsypáním materiálu do prostoru násypky drtiče. Díky intenzivním vibracím se vsypaný materiál horizontálně posouvá směrem k ústí mezi vzpěrami. Přitom prochází přes síto, kde se separují zbytky zeminy, které mohly ulpět na stavebním a demoličním odpadu. Tato zemina je speciálním pásovým dopravníkem odváděna pryč od materiálu, který je následně drcen.

Pohybem čelisti, která má trajektorii nakloněné elipsy se drcený materiál vertikálně posouvá do útrob drtící jednotky, mezi čelisti, kde vzniká tlak více než 300 MPa. Tento tlak je dostatečně vysoký na to, aby byl vsypávaný materiál drcen na drobnější kusy. Čelisti jsou vybaveny ohýbačem železa, který zabezpečuje, aby zbytkové armovací tyče z betonu, které se nepodařilo vytrdit během hrubého třídění materiálu in-situ, pronikly hladce na dopravníkový pás pod čelistmi.

Dopravníkový pás, který transportuje nehomogenní nadrcenou směs se zbytky železných drátů směrem k třídění je kolmo křížován dalším pásovým dopravníkem s hrubým povrchem. Tento pás obíhá okolo konstrukce, v jejímž nitru se nachází magnet. Ten z nehomogenní drcené směsi vybírá zbytky železa (především armovacích tyčí z betonů). Díky hrubému povrchu se zachycené železo tohoto dopravníkového pásu dotýká pouze na několika místech a při rotaci probíhajícího pásu okolo osy na jeho konci vzroste odstředivá síla zachyceného kusu železa natolik, že převyší sílu magnetickou. Tím pádem zachycené železo odpadne. Nadrcená nehomogenní směs ze stavebního a demoličního odpadu (betony, cihly, tašky, aj.) pokračuje

pásovým dopravníkem k roztřídění na jednotlivé velikostní frakce. Boční řez čelistovým drtičem znázorňuje Obrázek 3: [57, 58]

Obrázek 3: Boční řez čelistovým drtičem [58]

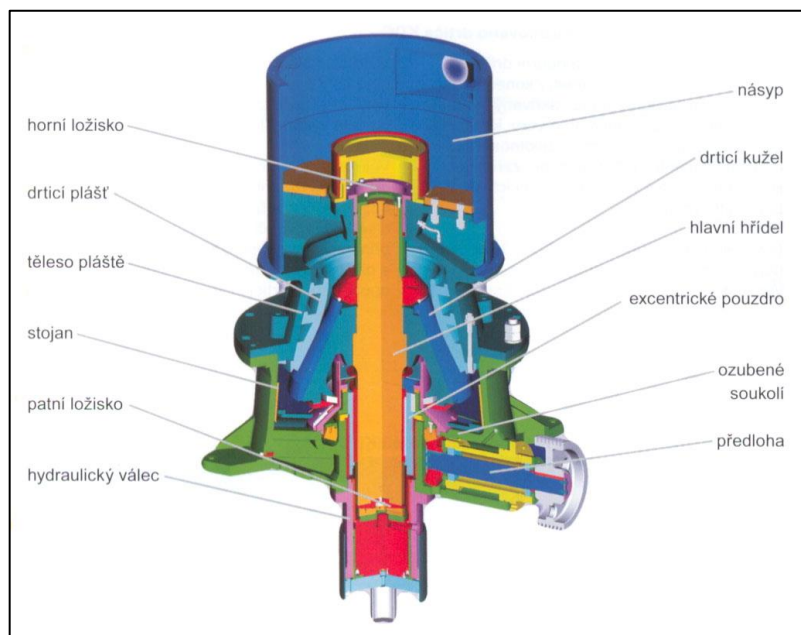


b) Drtiče kuželové

Kuželové drtiče se skládají z vnějšího pevného prstencového pláště a z vnitřního otočného komolého kužele. Vnější kuželový plášť je neotáčivý a má svislou osu, jeho vnitřní povrch je obložen litinovými deskami. Vnitřní kužel je otáčivý a jeho osa je odkloněna o 2–5° od osy vnějšího pláště, jeho povrch je opatřen rýhováním. Kužel je na horním konci kloubově uložen a dolní konec mimostředně rotuje. [58]

K drcení dochází mezi pláští těchto kuželů. Při mimostředním otáčení se na jedné straně mezera zmenšuje a dochází tím k drcení materiálu, na druhé straně se mezera zvětšuje a rozdrcený materiál touto mezerou propadává. Drcení podporuje vtlačování zrn do rýhování otáčivého kužele. Zrna takto drceného kamene jsou ostrohranná. Tento typ drtiče se používá pro primární drcení. Na dalším obrázku (viz Obrázek 4) je řez 3D modelu kuželového drtiče [58]

Obrázek 4: Řez 3D modelem kuželového drtiče [58]



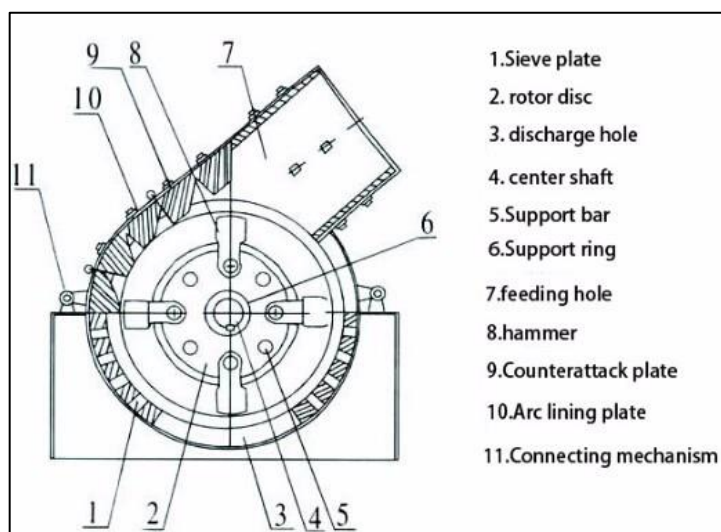
c) Drtiče úderové – dynamické

Tyto drtiče se dělí na kladivové a odrazové. Úderové drtiče se využívají převážně k jemnému drcení měkčích materiálů a výsledným produktem drcení je větší množství jemných frakcí materiálu. Princip drcení na úderovém drtiči vychází z velikosti obvodové rychlosti a pevnostních charakteristik drceného materiálu vůči samotným částem drtiče. U obou drtičů dochází k rozpojování materiálu vlivem rázového namáhání, které vzniká nárazy mezi úderovými prvky (kladivy nebo odrazovými deskami) a vstupujícím materiálem, které je pro rozpojování materiálu dominantní, dále nárazem materiálu do pláště drtiče a také nárazy mezi částicemi.

Základní rozdílem mezi kladivovým a odrazovým drtičem je ten, že u kladivového drtiče slouží kladiva přímo k drcení, zatímco u odrazového drtiče je rotor vybaven lopatkami, kterými urychluje pohyb částic vsypávaného materiálu směrem odrazovým deskám.

Rotor drtiče je umístěn v rozpojovací komoře, jejíž dno tvoří síto. Síto je výměnné, takže velikostí ok síta lze regulovat velikost drceného recyklátu na výstupu. Obrázek 5 znázorňuje boční řez nákresu úderového – dynamického drtiče. [51,59]

Obrázek 5: Boční řez úderovým–dynamickým drtičem [59]

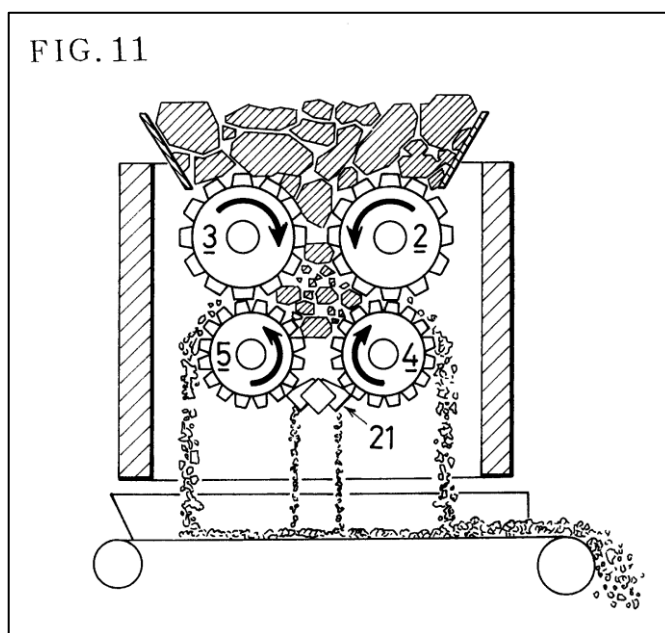


d) Drtiče válcové

Válcové drtiče mohou být buď dvouválcové nebo jednoválcové. Povrch válců může být hladký nebo s vyměnitelnými výstupky. Jednoválcové drtiče mají pevnou protidesku, používají se pro drcení materiálů křehkých s malou pevností a materiálů vláknitých. Dvouválcové drtiče se používají hlavně pro jemné drcení křehkých materiálů. Povrch válců u obou typů drtičů může být hladký, rýhovaný, případně různě upravený.

Dvouválcové drtiče tvoří dva proti sobě se otáčející válce se stejnou nebo rozdílnou úhlovou rychlostí. Do drtící zóny je materiál unášen vlivem třecích sil mezi materiálem a povrchem válců. Velikost částic produktu lze nastavit velikostí mezery mezi povrchem válců. Na následujícím obrázku (viz Obrázek 6) je patrná sestava válcových drtičů [51,58]

Obrázek 6: Sestava válcových drtičů [58]



5.2.2 Třídíče

a) Vibrační třídíče

Tato třídící jednotka funguje na bázi nad sebe horizontálně uložených vibrujících sít, na která je materiál vsypáván. Nejprve je směs nadceného materiálu pásovým dopravníkem z drtiče přepravena do násypky třídící jednotky. Díky intenzivním vibracím se drcený materiál posouvá po sítích a propadává. Největší nadcené kusy ulpívají již na prvním sítu a jsou odváděny svým pásovým dopravníkem na deponii nejhrubšího materiálu. Jemnější nadcený materiál propadává na druhé vibrující síto, kde opět dochází k separaci materiálu, a to na frakci střední velikosti a frakci nejmenší velikosti. Obě tyto velikostní frakce jsou, každá svým pásovým dopravníkem, transportovány na svou vlastní deponii (viz Obrázek 7). [57,60]

Obrázek 7: Vibrační třídíč [60]



b) Válcové (bubnové) tříděče

Tento typ tříděčů se používá pro hrubé třídění. Jsou složeny jsou z nosné konstrukce hnacího zařízení a síti. Velikost tříděných zrn je od 3 do 125 mm.

Nosná konstrukce je tvořena žebrovou ocelovou konstrukcí uchycenou na otočné hřídeli nebo je uložena na podpěrných otočných válcích. Na nosné konstrukci jsou upevněna vyměnitelná síta ve tvaru válce. Na začátku bubnu, kde dochází k nasypávání materiálu, je umístěno síto s nejmenšími otvory. Další síta mají postupně otvory větší. Zpravidla jsou za sebou umístěna dvě až pět sít se zvětšujícími se otvory. Buben je uložen ve spádu a jeho otáčením je zajištěn posun zrn přes jednotlivá síta, jejichž otvory propadávají zrna příslušné velikosti.

Některé bubnové tříděče (viz Obrázek 8) mají první síto s většími otvory a kolem něho je uloženo síto s hustějšími otvory. Tímto způsobem uspořádání dochází ke zvýšení životnosti síta s nejmenšími otvory, které bývá velmi namáhané. [58]

Obrázek 8: Válcový (bubnový) tříděč při práci [61]



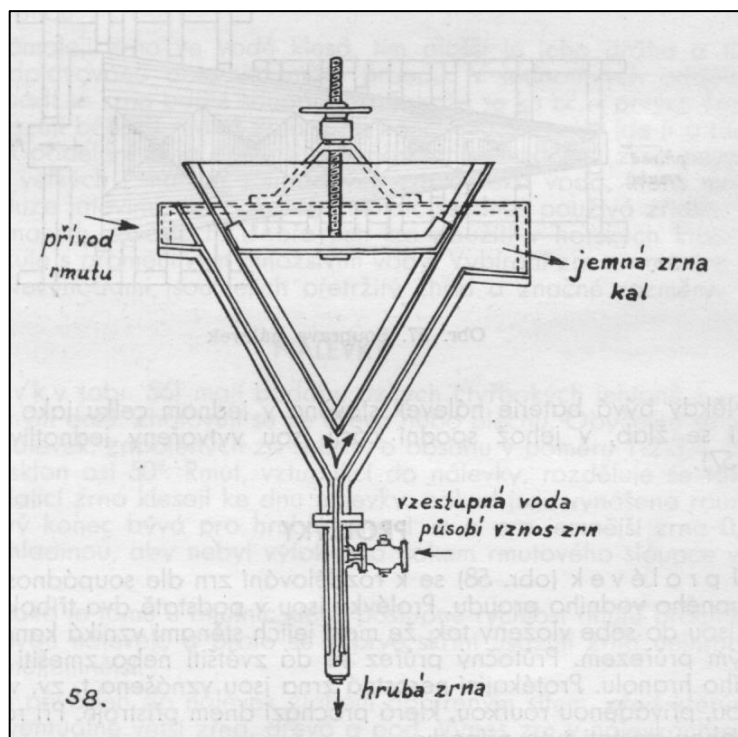
c) Vodní tříděče

Vodní tříděče lze použít pouze pro jednotlivé části směsi SDO, které mají stejnou hustotu materiálu. Touto technikou se třídí materiály o velikosti zrna menším než 3 mm, které již nelze

roztřídit pomocí sít, jelikož síta s otvory menšími, než 3 mm se nepoužívají. Tato nejjemnější frakce se třídí např. pro výrobu malt a injektáže. Třídění této frakce se provádí ve vzestupném vodním proudu.

Vodní třídiče jsou složeny z násypky, třídícího tělesa, trubek pro přívod vody, z nádržky na odvod vody s drobnými zrnky a nádržky na zachytávání větších zrn (viz Obrázek 9). Do spodní části je přiváděna voda, která musí proudit stejným tlakem. Pomocí násypky se přivádí shora materiál pro třídění. Těžká zrna svojí hmotností překonají stoupající proud vody a propadávají spodním otvorem. Lehčí zrna jsou proudem vody vynášena nahoru a společně s ní přepadávají přes horní okraj. Tímto způsobem lze materiál roztřídit pouze na dvě frakce: klesající a vynášenou. Frakce lze ovlivnit proudem vody, ale pokud je třeba získat více frakcí, je nutné použít několik třídičů seřazených za sebou. [58]

Obrázek 9: Princip práce vodního třídiče [58]



5.3 Příklad zpracování a využití vybraných stavebních a demoličních odpadů na dané lokalitě

V této kapitole bude popsáno kompletní zpracování stavebního a demoličního odpadu na modelové lokalitě v zájmovém průmyslovém areálu, kde v současnosti probíhá sanace saturované a nesaturované půdní zóny. V rámci této sanace došlo k demolici chátrající výrobní haly, která byla kontaminována ropnými látkami.

5.3.1 Geografické poměry lokality a využívání areálu

Jedná se o veřejnou zakázku, financovanou Ministerstvem financí ČR. Na základě platné smlouvy mezi zadavatelem a zhotovitelem sanačních prací není povolena užší specifikace polohy zájmové lokality pro využití ve formě publikace dat. Zájmová lokalita se nachází v Ústeckém kraji v podhůří Krušných hor.

Plocha zájmového areálu je cca 6 ha. Pozemky v okolí areálu jsou využívány převážně jako pastviny, část půdy je nevyužitá.

Zájmový areál se specializuje na strojírenskou soustruženou výrobu spojovacích součástí.

5.3.2 Lokalizace kontaminace a předpokládané množství demolovaných stavebních konstrukcí

V jihovýchodní části areálu se nacházel objekt, který byl nazýván jako „bývalá dokončovna“. Nevhodnou manipulací a zpracováním použitých řezných olejů ze soustruhů především v druhé polovině 20. století došlo k rozsáhlé kontaminaci stavebních konstrukcí v bývalé dokončovně a v jejím nejbližším okolí, což bylo ověřeno archivními průzkumy i předsanačním doprůzkumem. Bývalá dokončovna byla dlouhodobě nevyužívána a chátrala, tudíž bylo v rámci úvodních sanačních prací rozhodnuto o její demolici. Zastavěná plocha objektu činila 2 241 m². Celková plocha včetně všech přístavků činila 2 550 m², což byla i plocha uvažovaná pro demolici vodorovných konstrukcí o předpokládané tloušťce 30 cm. Celkový objem stavby byl cca 10 965 m³. Dle hrubého odhadu připadalo 15 % z tohoto objemu na objem stavebních konstrukcí určených k demolici (bez rozlišení materiálu). Uvažovaný objem demolovaných stavebních konstrukcí tedy činil 1 650 m³.

5.3.3 Demolice bývalé dokončovny

Demolice objektu bývalé dokončovny byla rozdělena na dvě fáze – přípravné práce a samotnou demolici. V rámci přípravných prací se zjišťovala poloha a stav zapojení všech inženýrských sítí, na které byla budova bývalé dokončovny napojena. Dále byl obvod pracoviště vyznačen výstražnou fólií. Takto vyznačený obvod byl následně geodeticky zaměřen. Na exponovaných místech (nároží, vstupy na pracoviště) byly umístěny tabulky s výstražným značením.

Samotnými demoličními pracemi se rozumí kompletní odstranění budovy bývalé dokončovny. Bodový postup provedených demoličních prací je v příloze č. 4 této bakalářské práce. Vzhledem k tomu, že část demolovaného materiálu nebyla kontaminována ropnými látkami, byl tento materiál zprvu organolepticky, posléze pomocí laboratorních analýz rozdělen na nekontaminované a kontaminované odpady ropnými látkami. Aby nedošlo ke kontaminaci čistého materiálu, byly tyto složky následně zpracovávány odděleně.

5.4 Množství stavebního odpadu po demolici bývalé dokončovny, jeho rozdělení a zpracování ostatního odpadu

Demolicí bývalé dokončovny v zájmovém areálu vzniklo cca 6684 t stavebního odpadu, z toho 2800 t stavebního a demoličního odpadu bylo kontaminováno ropnými látkami.

5.4.1 Stavební a demoliční odpad

Stavební a demoliční odpad byl při demolici upraven těžkou technikou na manipulovatelné kusy, dále tříděn a upraven drcením. Směsi nebo oddělené frakce stavebních konstrukcí a jiné stavební a demoliční odpady s nadlimitním obsahem ropných látek (dle Katalogu odpadů č. 17 01 06 N) byly v místě demolice průběžně nakládány přímo do přistavených velkokapacitních uzavíratelných kontejnerů a odváženy k úpravě a následnému zpracování

Aby nedocházelo k další zbytečné manipulaci s NO v místě sanačního zásahu v zájmovém areálu, byly směsi nebo oddělené frakce stavebních konstrukcí a jiné stavební a demoliční odpady s nadlimitním obsahem ropných látek hrubě vytríděny a převezeny k dalšímu zpracování do koncového zařízení zpracování odpadů.

Stavební sutě a směsné stavební a demoliční materiály, které nebyly nadlimitně kontaminovány (směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek atd. vzniklé při demolici), byly využity k zásypu výkopů vzniklých v rámci sanačního zásahu. Tyto demoliční materiály byly dočasně uloženy na mezideponii nekontaminovaných materiálů, kde probíhala jejich úprava s využitím mobilní drtící a třídící linky.

Množství vzniklého stavebního kontaminovaného odpadu po demolici bývalé dokončovny bylo 500 t kontaminovaného zdiva a 2300 t kontaminovaných podlahových betonů a základů. Demolicí vzniklo i obdobné množství (2800 t) směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek.

Demolicí bývalé dokončovny vznikl další ostatní odpad, a to odpad kovový, dřevěný a izolační (střešní lepenka). Jejich zpracování proběhlo v souladu s kapitolou 5.

V následující tabulce (viz. Tabulka 2) je znázorněné a dle Katalogu odpadů rozdělené spektrum SDO z demolice bývalé dokončovny a způsob jejich zpracování:

Tabulka 2: Spektrum SDO z demolice bývalé dokončovny

Popis odpadu	Kód odpadu	Kategorie	Množství (t)	Způsob zpracování odpadu
Stavební konstrukce znečištěné ropnými látkami	17 01 06	N	2800	Biodegradace ex-situ, nebo skládka (N)
Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod č. 17 01 06 (nekontaminované materiály)	(17 01 07)	O	2 800	Mezideponie -zpětný závoz,
Železo a ocel	17 04 05	O	800	Sběrné suroviny, kovošrot
Dřevo	17 02 01	O	280	Spalovna, skládka, druhotné využití
Izolační materiály neuvedené pod č.17 06 01 a 17 06 02	17 06 04	O	4	Skládka

5.5 Přeprava nebezpečných odpadů v rámci sanace zájmového areálu

Přeprava nebezpečných odpadů v rámci sanace zájmového areálu probíhala v režimu ADR. Režim ADR (Accord Dangereuses Route) jsou nařizující podmínky pro dopravce, za kterých lze přepravovat NO. Samotné nebezpečné látky jsou v režimu přepravy ADR rozděleny podle nebezpečnosti a označeny Kemlerovým kódem a UN kódem (viz. kapitola 4.6). Přepravu kontaminovaného materiálu zajišťovala lokální společnost, zaměřující se na nákladní přepravu nebezpečných odpadů. K dispozici byla 2 nákladní automobily značky Volvo FM 12, která denně celkem odvezla 6 nákladů. Jeden náklad představoval hmotnost cca 25 tun. Odvoz stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami trval cca 20 pracovních dní.

5.6 Zpracování stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami v rámci sanace zájmového areálu

Ačkoli demolicí daného stavebního objektu vzniklo v zájmovém území cca 2800 tun kontaminovaného stavebního a demoličního odpadu, bylo cílem tento materiál zpracovat tak, aby bylo možné ho po dekontaminaci zpětně využít podpovrchovým nebo povrchovým úpravám terénu.

5.6.1 Hrubé třídění materiálu in-situ

Cílem hrubého třídění materiálu na lokalitě bylo separování ostatního (O) a NO (N). Tato separace nebyla příliš obtížná, protože kontaminovaný materiál se nacházel pouze v podlaze, základových pasech a v bočních zdech do výšky cca 0,5 m. Po odebrání a dočasněho deponování ostatního odpadu (viz. kapitola 5.4) došlo k hrubému třídění kontaminovaného materiálu. Snahou bylo zamezit případné další kontaminaci životního prostředí, proto hrubé třídění probíhalo v místě bývalých kontaminovaných podlah, a to pomocí pásového rýpadla Caterpillar 325B LN (viz Obrázek 10)

Obrázek 10: Pásového rýpadla Caterpillar 325B LN v akci [soukromá sbírka fotografií]



Základové pasy budovy bývalé dokončovny obsahovaly silné ocelové armovací dráty. Jejich recyklace byla také předmětem hrubého třídění kontaminovaného materiálu přímo na lokalitě.

Díky chatrnému stavu bočního přízemního zdiva a podlah budovy bývalé dokončovny, byla demolice těchto materiálu značně zjednodušená. Kusy zdiva a podlažních dlaždic se pod

váhou pohybujícího se pásového rýpadla rozpadaly bloky, které byly rovnou připraveny k přímému transportu, k další úpravě na skládce NO. Problematictější byla demolice základových pasů z poctivého betonu a ocelových armovacích drátů, které musely být rozbity hydraulickým bouracím kladivem.

5.6.2 Drcení a třídění materiálu ex-situ

Drcení a třídění kontaminovaného stavebního a demoličního odpadu probíhalo přímo v zázemí společnosti zpracovávající nebezpečné odpady, v zabezpečených místech proti úniku kontaminantu do půdního horizontu. Drcení a třídění je v této bakalářské práci záměrně uváděno společně v jedné kapitole, protože tyto dva úkony při zpracování stavebního a demoličního odpadu spolu jdou ruku v ruce. To znamená, že drcený materiál je okamžitě dopravníkovým pásem přiváděn k třídění.

Stavební a demoliční odpad kontaminovaný ropnými látkami ze zájmového území byl drcen pomocí mobilní čelist'ového drtiče na pásovém podvozku RESTA 900x600

Obrázek 11: Mobilní drtičí jednotka na pásovém podvozku RESTA 900x600 [soukromá sbírka fotografií]



Použitý drtič byl čelist'ový jednovzpěrný, což znamená, že drcení probíhalo pohybem vibrující desky směrem ke vzpěře. Princip drcení SDO pomocí jednovzpěrného čelist'ového drtiče je popsán v kapitole 5.2.1.

Třídění nadrceného stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami (a zbaveného zbytkových želez a ocelí) bylo provedeno mechanickou kontejnerovou třídící jednotkou RESTA TK7 (viz Obrázek 12). Princip třídění SDO v mechanické kontejnerové třídící jednotce je popsán v kapitole 5.2.2.

Obrázek 12: Kontejnerová třídící jednotka RESTA TK7 [soukromá sbírka fotografií]



Základní velikost štěrbin v sítích, kterými nadrcený materiál v zájmové lokalitě propadával byl následující:

- Frakce nejmenší velikosti: 0–8 mm
- Frakce střední velikosti: 8–32 mm
- Frakce největší velikosti: 32–64 mm

Takto připravený materiál lze označit za recyklát, rozdělený na 3 homogenní deponie byl následně jednotlivě přepraven k dekontaminaci.

5.6.3 Biodegradace na biodegradační ploše

Dekontaminace byla provedena na biodegradační ploše koncového zařízení zpracovatele nebezpečných odpadů. Biodegradační plocha je místo, které je technologicky zabezpečené proti šíření kontaminantu do okolního prostředí.

Použitý biopreparát se jmenoval Bio-Rem III a obsahoval výhradně kmeny bakterií, patřících do tzv. 1. rizikové skupiny, tj. netoxické a nepatogenní mikroorganismy půdní mikroflóry. Kmeny byly vybrány z České sbírky mikroorganismů na základě zkušenosti RNDr.

Ivana Tobka CSc. a deklarovaných biodegradačních schopností na specifické kontaminující látky.

Bakteriální kmeny biopreparátu Bio-Rem III:

- *Alcaligenes denitrificans* (původní číslo dle katalogu CCM 3427)
- *Comamonas acidovorans* (původní číslo dle katalogu CCM 283)
- *Kocuria varians* (původní číslo dle katalogu CCM 2253)
- *Pseudomonas fluorescens* (původní číslo dle katalogu CCM 3656)
- *Pseudomonas pictorum* (původní číslo dle katalogu CCM 284)
- *Ralstonia eutropha* (původní číslo dle katalogu CCM 3726)
- *Rhodococcus erythropolis* (původní číslo dle katalogu CCM 2769)

Mikrobiální biopreparát byl rozmnožen v nádrži s vodou (8 m³) s podporou přidaných živin adekvátního množství NPK (dusík, fosfor, draslík) rozpuštěného ve vodě a kultivován intenzivním provzdušňováním. Akt množení bakteriálních kultur trval cca 7 dní. Poté byl roztok biopreparátu pravidelně aplikován na kontaminovaný recyklát tak, aby vykazoval hodnoty 30–50% max. nasycení vodou. Kropený recyklát byl obrácen a promícháván těžkou technikou a opětovně tvarován do tvaru komolého jehlanu. Promícháváním kropeného recyklátu docházelo k dotaci kyslíku půdním mikroorganismům, což podporovalo jejich metabolickou aktivitu. [52]

V době dopsání závěrečné bakalářské práce biodegradace recyklátu kontaminovaným ropnými látkami stále probíhala a 1x za 3 měsíce byla monitorována její úspěšnost.

6 Možnosti využití vybraných druhů stavebních odpadů kontaminovaných ropnými látkami

SDO se dle Metodického návodu odboru odpadů MŽP pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi dělí do tří skupin podle toho, zda jsou vhodné k recyklaci. Klíčovou roli v tomto rozdělení hraje kontaminace SDO. [36]

a) Odpady, které jsou považovány za SDO vhodné k recyklaci

Jedná se o většinu SDO, které jsou zařazeny do skupiny 17 Katalogu odpadů a jsou klasifikovány jako ostatní odpad. Výjimku z této skupiny tvoří pouze následující podskupiny a druhy ostatních odpadů:

- 17 02 01 – Dřevo
- 17 02 03 – Plast
- 17 04 – Kovy (včetně jejich slitin)
- 17 05 06 – Vytěžená jalová hornina a hlušina neuvedená pod číslem 17 05 05
- 17 06 04 – Izolační materiály neuvedené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03

b) Odpady, které jsou podmíněně vyloučeny recyklace

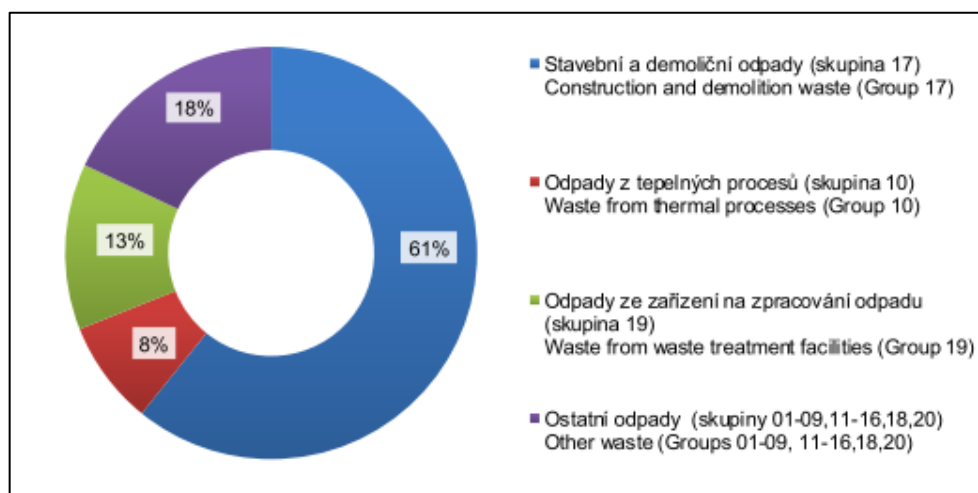
Podmíněně vyloučeny z recyklace jsou odpady obsahující nebezpečné látky (složky). Jejich přijetí do zařízení je možné pouze v případě, že součástí jejich úpravy v zařízení je i oddělení a odstranění nebezpečných látek (složek) z těchto odpadů, které budou následně předány oprávněné osobě podle zákona o odpadech k využití nebo odstranění. V této skupině se nacházejí všechny nebezpečné odpady skupiny 17 Katalogu odpadů vyjma těchto podskupin a druhů:

- 17 03 03 – Uhelný dehet a výrobky z dehtu
- 17 04 – Kovy
- 17 06 01 – Izolační materiál s obsahem azbestu
- 17 06 05 – Stavební materiály obsahující azbest

c) Poslední dva zmíněné druhy odpadů (17 06 01, 17 06 05) spadají do třetí skupiny Odpady, které jsou vyloučeny z přijímání do zařízení k recyklaci. [36]

Nejaktuálnější data o produkci a zpracování SDO poskytuje Český statistický úřad. Jedná se o data za rok 2017, ze kterých je patrné (viz Obrázek 13), že SDO se na celkové produkci odpadu podílí ze 61 %. [62]

Obrázek 13: Celková produkce odpadů za rok 2017 [62]



Následující tabulky (viz Tabulka 3 a Tabulka 4) kvantifikují množství produkovaných jednotlivých podskupin SDO dle Katalogu odpadů a jeho využití v roce 2017. Nicméně se zde nenachází specifikace kontaminantu.

Tabulka 3: Nakládání s SDO za rok 2017 [62]

	Vybrané skupiny odpadů dle Katalogu odpadů			
	17 01	17 03	17 05	17 09
Nakládání s SDO celkem (v tunách)	3 748 483	867 617	9 388 850	657 080
z toho využití odpadů (bez využití energie)	2 244 749	573 997	3 088 088	242 747
z toho recyklace	2 197 762	554 751	2 689 570	239 077
zasypávání	768 985	14 894	3 980 176	142 147
skládkování	147 851	10 861	444 068	129 373

Tabulka 4: Proukce SDO v roce 2017 [62]

		Celkem	NO	OO
Produkce stavební a demoličních odpadů (v tunách)		12 700 341	203 295	12 497 046
z toho:				
beton, cihly tašky a keramika	17 01	2 148 924	18 207	2 130 717
asfaltové směs, dehet a výrobky z dehtu	17 03	624 757	8 466	616 292
zemina (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst), kamení a vytěžená hlušina	17 05	7 581 850	123 315	7 458 535
jiné SDO	17 09	322 937	16 197	306 740

Tabulka 4 znázorňuje nakládání s SDO. Je z ní patrné, že v roce 2017 se celkem 1'503'734 tun SDO zpracovalo s využitím energie. [62]

Další dostupná data o celkové produkci SDO a podíl jeho využití jsou k nalezení ve Zprávě MŽP o plnění cílů Plánu odpadového hospodářství ČR za období 2015–2016. V této zprávě se nachází seznam možností využívání odpadů, dle tzv. R kódů (viz Tabulka 5) [63,64]

Tabulka 5: R kódy charakterizující možnosti využití odpadů [64]

R – Využívání odpadů
R1 - Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie
R2 - Získání/regenerace rozpouštědel
R3 - Získání/regenerace organických látek, které se nepoužívají jako rozpouštědla (včetně kompostování a dalších biologických procesů)
R4 - Recyklace/znovuzískání kovů a kovových sloučenin
R5 - Recyklace/znovuzískání ostatních anorganických materiálů
R6 - Regenerace kyselin nebo zásad
R7 - Obnova látek používaných ke snížení znečištění
R8 - Získání složek katalyzátorů
R9 - Rafinace použitých olejů nebo jiný způsob opětovného použití olejů
R10 - Aplikace do půdy, která je přínosem pro zemědělství nebo zlepšuje ekologii
R11 - Využití odpadů, které vznikly aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R10
R12 - Předúprava odpadů k aplikaci některého z postupů uvedených pod označením R1 až R11
R13 - Skladování materiálů před aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R12 (s výjimkou dočasného skladování na místě vzniku před sběrem)

V roce 2016 se SDO podílel na celkové produkci všech odpadů z 52,58 %, z toho se zpětně využilo 98,51 % veškerého SDO. Je však důležité zdůraznit, že mezi zpětné SDO se také počítá uložení odpadu jako technologického materiálu na zajištění skládky, to znamená, že je ve skutečnosti skládkován, takže vypovídající hodnota této statistiky je spíše formální. [63]

7 Závěr

V této bakalářské práci byla shrnuta problematika zpracování a využití vybraných druhů stavebních a demoličních odpadů kontaminovaných ropnými látkami a zhodnoceny používané metody. Práce se zabývala rámcem právních předpisů problematiky, povinnostmi původců odpadu, ale i technologiemi a technikou běžně užívanými pro zpracování SDO kontaminovaných ropnými látkami.

Na základě těchto informací a poznatků z prací na reálné lokalitě pak byl nastíněn postup, jak v praxi nakládat se stavebními a demoličními odpady kontaminovanými ropnými látkami.

V práci byly probrány následující aspekty procesu nakládání SDO kontaminovaných ropnými látkami:

- Nejprve bylo vymezeno legislativní prostředí pro nakládání s kontaminovanými SDO. Byly uvedeny hlavní právní předpisy vybrané oblasti odpadového hospodářství a popsán způsob zařazení vybraného druhu odpadu do Katalogu odpadů. Dále byly vymezeny základní pojmy a definice z oblasti zpracování kontaminovaného SDO, původ a vlastnosti SDO kontaminovaného ropnými látkami, vlastnosti kontaminantů a povinnosti subjektů podílejících se na přepravě NO.
- Dále byly definovány jednotlivé technologie používané při zpracování stavebního a demoličního odpadu kontaminovaného ropnými látkami jako je homogenizace, drcení, biodegradace, termická likvidace apod.
- V další části práce byly popsány typy techniky, které se na technologiích zpracování používají jako jsou drtiče a třídiče.
- Dále byl popsán reálný praktický případ demolice a následné odstraňování stavebního a demoličního odpadu. Na tomto případu byly v praxi demonstrovány poznatky z předchozích částí práce.
- Závěr práce se zabývá současnou situací recyklace a opětovného využití odpadů a jsou zde nastíněny možnosti využití SDO.

8 Seznam použitých zdrojů

použitá literatura:

[40] KIZLINK, Juraj. *Odpady: Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. Brno: Akademické nakladatelství, 2014, 483 s. ISBN 978-80-7204-8847.

[43] KURAŠ, Mečislav. *Odpady jejich zpracování*. Chrudim: Havlíček Brain Team, 2014, 343 s. ISBN 978-80-86832-80-7.

[45] ŠARAPATKA Bořivoj: *Kvalita a degradace půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2002. 246 s. ISBN 80-244-0584-9]

[46] BLAŽEK, Josef a Vratislav RÁBL. *Základy zpracování a využití ropy*. 2.vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2006, 254 s. ISBN 80-7080-619-2.

[47] DVOŘÁK, J., J. ERLEBACH a M. PTÁČEK. *Čištění odpadních vod s obsahem ropných látek*. Praha: Nakladatelství technické literatury, n. p., 1982, 368 s.

[50] *Ohlašovací povinnosti za rok 2018: podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech*. Praha, 2019.

internetové zdroje:

[1] Staré ekologické zátěže. *Česká inspekce životního prostředí* [online]. 2005 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: <http://www.cizp.cz/Stare-ekologicke-zateze.html>

[41] What Are Contaminants?. *Native knowledge* [online]. [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: <http://www.nativeknowledge.org/db/files/aboutcon.htm>

[42] Věstník Ministerstva životního prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2011 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/E74D5399188E8322C12578D2004EC961/\\$file/OVV-Vestnik_7_2011-20110719.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/E74D5399188E8322C12578D2004EC961/$file/OVV-Vestnik_7_2011-20110719.pdf)

- [44] A new look on factors affecting microbial degradation of petroleum hydrocarbon pollutants. *ScienceDirect* [online]. 2017 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830516308113>
- [48] Toxicological profile for total petroleum hydrocarbons (TPH) [online]. 1999, [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp123.pdf>
- [49] Sanace azbestových zátěží. *EnviWeb* [online]. 2013 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/94834>
- [51] Rozpojování. *EnviWeb* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: http://users.fsids.cvut.cz/~jiroutom/vyuka/hmz/hmz13_rv.pdf
- [52] *BIOREMEDIACE KONTAMINOVANÝCH MATERIÁLŮ: (Dekontaminační technologie s využitím biopreparátu Bio-Rem III)*. Praha, 2006
- [53] Skládkování odpadů. *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. Praha, 2002 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/uchop/CDmartin/index.html>
- [54] IPPC - Integrovaná prevence a omezování znečištění. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/ippc>
- [56] Drtiče pro hrubé drcení. *Hornická skripta* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: http://podzemi.solvayovylomy.cz/prirucka/up_rudy/01.htm
- [58] Stroje a zařízení pro přípravu materiálů k výrobě betonové směsi. *Stavební stroje* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: http://tstsw.cz/stavebni_stroj/predmet-bw03/prednaska-4
- [59] China hammer crushing machine, limestone hammer crusher machine. *Alibaba* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: https://www.alibaba.com/product-detail/China-hammer-crushing-machine-limestone-hammer_60392483068.html
- [60] Vibrační třídič. *Třídíčky s.r.o.* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.tridicky.cz/>

[61] Mobilní třídič Zemmler Multi Screen MS 1600. *Profistroje.cz* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: https://www.profistroje.cz/mobilni-tridic-zemmler-multi-screen-ms-1600_4652.html

[62] PRODUKCE, VYUŽITÍ A ODSTRANĚNÍ ODPADŮ: za období 2017. *Český statistický úřad* [online]. Praha, 2018 [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/61546956/28002018.pdf/36b79716-4bee-4e66-96b8-0298993b2276?version=1.3>

[63] Zpráva MŽP o plnění cílů Plánu odpadového hospodářství ČR za období 2015 - 2016: Zprávě MŽP o plnění cílů Plánu odpadového hospodářství ČR za období 2015 - 2016. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/\\$FILE/OODP-Zprava_o_plneni_POH_CR_2015_2016_20170105.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/$FILE/OODP-Zprava_o_plneni_POH_CR_2015_2016_20170105.pdf)

[64] Odpadové hospodářství Libereckého kraje. *Liberecký kraj* [online]. Liberec [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: https://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/odpady/dokumenty/kody_zarizeni.htm

[65] Caterpillar - 325B LN. *Werktuigen* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.werktuigen.nl/machine-specificaties/models/48561/caterpillar-325b-ln.html>

[66] Mobilní drtící jednotka na pásovém podvozku RESTA 900x600. *RESTA Recycling* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.resta.cz/media/2922/resta%20900x600%20na%20p%C3%A1sech%20%20prospekt.pdf>

[67] Kontejnerová třídící jednotka RESTA TK7. *RESTA Recycling* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.resta.cz/vyroba-drticich-a-tridicich-zarizeni/semimobilni-kontejnerove/tridici-jednotky/resta-tk7-1200x30002.aspx>

právní předpisy:

[2] *SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ: Uzavření cyklu –*

akční plán EU pro oběhové hospodářství. In: . Brusel, 2015. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A52015DC0614>

[3] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic, datum účinnosti 1.1.2009

[4] Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. a o změně některých dalších zákonů, datum účinnosti 1.1.2002

[5] Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů, datum účinnosti 1.4.2016

[6] Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024, datum účinnosti 1.1.2015

[7] Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, datum účinnosti 1.1.2002

[8] Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb., Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, datum účinnosti 5.8.2005

[9] Nařízení komise (EU) č. 1357/2014, kterým se nahrazuje příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic, datum účinnosti 1.6.2015

[10] Zákon č. 225/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony, datum účinnosti 1.1.2018

[11] Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků, datum účinnosti 1.5.2006

[12] Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů, datum účinnosti 1.11.2008

[13] Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, datum účinnosti 1.4.2016

- [14] Vyhláška č. 387/2016 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláška 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů, datum účinnosti 1.1.2017
- [15] Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024, datum účinnosti 1.1.2015
- [16] ČSN 01 5111 Vzorkování sypkých a zrnitých materiálů, datum účinnosti 1.6.1974
- [17] ČSN 06 3090 Zařízení pro termické zneškodňování odpadů, datum účinnosti 1.7.2007
- [18] ČSN 26 0002 Manipulace s materiálem. Názvosloví, datum účinnosti 1.5.1983
- [19] ČSN 26 9015 Skladování. Základní názvosloví, datum účinnosti 1.7.1982
- [20] ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin, datum účinnosti 1.7.2015
- [21] ČSN 72 9101 Drtiče. Názvosloví, datum účinnosti 1.12.1976
- [22] ČSN 72 9201 Mlýny. Názvosloví, datum účinnosti 1.2.1977
- [23] ČSN 72 9301 Třídíče. Názvosloví, datum účinnosti 1.5.1978
- [24] ČSN 75 6551 Odvádění a čištění odpadních vod s obsahem ropných látek, datum účinnosti 1.1.2009
- [25] ČSN 77 0050 Označování nákladů. Společná ustanovení, datum účinnosti 1.3.1993
- [26] ČSN EN 13965-2 Charakterizace odpadů - Názvosloví - Část 2: Názvy a definice vztahující se k nakládání s odpady, datum účinnosti 1.6.2011
- [27] ČSN 83 8030 Skládání odpadů - Základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek, datum účinnosti 1.11.2018
- [28] ČSN 83 8032 Skládání odpadů - Těsnění skládek, datum účinnosti 1.8.2018
- [29] ČSN 83 8033 Skládání odpadů - Nakládání s průsakovými vodami ze skládek, datum účinnosti 1.8.2018

- [30] ČSN 83 8035 Skládkování odpadů - Uzavírání a rekultivace skládek, datum účinnosti 1.8.2018
- [31] ČSN 83 8036 Skládkování odpadů - Monitorování skládek, datum účinnosti 1.8.2018
- [32] ČSN 83 8039 Skládkování odpadů - Provozní řád skládek, datum účinnosti 1.7.2018
- [33] ČSN EN 12461 Biotechnologie - Velkovýroba a výroba - Pokyny pro manipulaci, inaktivaci a zkoušení odpadu, datum účinnosti 1.4.2000
- [34] ČSN EN 12740 Biotechnologie – Laboratoře pro výzkum, vývoj a analýzu – Pokyny pro nakládání s odpady, jejich zneškodňování a zkoušení, datum účinnosti 1.7.2000
- [35] ČSN EN 12766-1 (65 6205) Ropné výrobky a upotřebené oleje - Stanovení PCB a příbuzných výrobků - Část 1: Separace a stanovení vybraných PCB kongenerů plynovou chromatografií (GC) použitím detektoru elektronového záchyty (ECD) - nahrazuje normu, která má stejné číslo a jmenuje se Ropné výrobky a použité oleje datum účinnosti 1.7.2003
- [36] Metodický návod odboru odpadů MŽP pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi, Věstník MŽP č. 9/2018
- [37] Sdělení Evropské komise č. 2018/C 124/01 o technických pokynech pro klasifikování odpadu
- [38] Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí k plnění povinnosti ohlašování přepravy nebezpečných odpadů podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění a vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění, od 1. ledna 2017
- [39] Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí k označování nebezpečných odpadů

orální citace:

- [55] ZAMĚSTNANCI. *Zařízení schválené pro spoluspalování odpadu*. 22.1.2019.
- [57] ZAMĚSTNANCI, Šumbor spol. s.r.o. *Recyklační centrum: Středočeský kraj*. 20.3.2019.