

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Posouzení demoliční fáze projektu ČZU FTZ

JMÉNO STUDENTA: Štěpán Kandl
STUDIJNÍ PROGRAM: Stavební inženýrství
STUDIJNÍ OBOR: Příprava, realizace a provoz staveb

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Michal procházka, Ph.D.

ROK: 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kandler	Jméno: Štěpán	Osobní číslo: 427067
Zadávající katedra: (K122) Katedra technologie staveb		
Studijní program: (N3607) Stavební inženýrství		
Studijní obor: (3607T045) Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Posouzení demoliční fáze projektu ČZU FTZ	
Název diplomové práce anglicky: Assessment of the demolition phase of the project at CZU FTA	
Pokyny pro vypracování: <ul style="list-style-type: none">- Vypracování rešerše na téma možností demolice budov z pohledu technologického, ekonomického a ekologického- Návrh a posouzení 3 variant demolice z pohledu technologického- Posouzení výše zmíněných variant z pohledu ekonomického- Posouzení výše zmíněných variant z pohledu ekologického- Zhodnocení nejhodnější varianty	
Seznam doporučené literatury: <ul style="list-style-type: none">- Normy: ČSN EN ISO 7518 (013439) - Výkresy pozemních staveb - Kreslení demolice a přestavěb- Zákon č. 183/2006 Sb. Stavební zákon- Zákon č. 185/2001 Sb. O odpadech ve znění pozdějších předpisů- Vyhláška č. 381/2001 Sb. kterou se stanoví Katalog odpadů	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Michal Procházka, Ph. D.	
Datum zadání diplomové práce: 25.9.2020	Termín odevzdání diplomové práce: 3.1.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma Posouzení demoliční fáze projektu ČZU FTZ, jsem vypracoval samostatně. Veškeré použité informační zdroje jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne 1.10.2020

.....
podpis studenta

Poděkování

Především bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Michalovi Procházkovi Ph.D. za odborné vedení a pomoc při jejím zpracování. Také bych chtěl poděkovat firmám a zaměstnancům firem AZS 98 s.r.o., VS-EKOPRAG s.r.o. a Dřevošrot a.s., kteří mi pomohli s pochopením problematiky nakládání se stavebně demoličním odpadem a poskytli mi informace k vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a kamarádům za projevenou podporu a trpělivost po celou dobu studia na vysoké škole.

Posouzení demoliční fáze projektu ČZU FTZ

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na návrh a posouzení tří variant demoliční fáze projektu ČZU FTZ z pohledu technologického, ekonomického a ekologického. Výsledkem práce je zhodnocení nejvhodnější varianty z výše zmíněných.

Klíčová slova

Bourání, demolice, beton, zdivo, ČZU, bourací stroje, recyklace odpadu, recyklační linka, odpad

Abstract

The diploma thesis is focused on the design and assessment of three variants of the demolition phase of the CULS FTZ project from the technological, economic and ecological point of view. The result of the work is the evaluation of the most suitable variant of the above.

Keywords

Demolition, demolition, concrete, masonry, CZU, demolition machines, waste recycling, recycling line, waste

OBSAH

3.1 Co je to demolice	11
3.2 Demolice v číslech	12
3.3 Materiály k recyklaci	13
3.3.1 Recyklace kovů	16
3.3.2 Recyklace zdiva	16
3.3.3 Recyklace betonu	17
3.3.4 Recyklace dřeva	18
3.3.5 Recyklace azbestu	18
3.4 Legislativní prostředky pro nakládání s odpady	19
3.4.1 Legislativa České republiky	19
3.4.2 Legislativa Evropské unie	19
3.5 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	19
3.6 Způsob postupu demolice	20
3.6.1 Ruční demolice	20
3.6.2 Demoliční koule	21
3.6.3 Demoliční nůžky	22
3.6.4 Hydraulické kladivo	23
3.6.5 Explosivní demolice	23
3.6.6 Další technologie	24
3.7 Recyklace SDO	24
3.7.1 Recyklační linka mobilní a semimobilní	25
3.7.2 Recyklační linka stacionární	26
3.8 Ekonomická hlediska	28
3.9 Ekologická hlediska	29
4.1 Popis prostředí stavby	30
4.1.1 Umístění a popis stavby	30
4.1.2 Zařízení staveniště - část demolice	30
4.1.3 Staveništní vjezdy a výjezdy	31
4.2 Pasport demolovaných objektů	32
4.2.1 Kácení zeleně	32
4.2.2 Objekt 18 - Garáže a sklady	32
4.2.3 Objekt 16 - Aritma	34
4.2.4 Objekt 17a - Údržba	35
4.2.5 Drobné demolované objekty	36
4.2.6 Podzemní objekty	38
4.2.7 Zpevněné plochy	39
4.2.8 Inženýrské sítě	40
4.3 Pasport dotčených objektů	40
4.3.1 Sousedící objekt 1	41
4.3.2 Sousedící objekt 2	42
4.3.3 Objekt skleníků	43
4.3.4 Objekt institutu tropů a subtropů	44
4.3.5 Pasport příjezdové trasa	45
4.4 Návrh variant z hlediska technologického	46
4.4.1 Odvoz a předání osobě oprávněné - V1 - Skládka	46
4.4.2 Recyklace na místě stavby - V2 - Recyklační linka	50
4.4.3 Recyklace mimo stavbu - V3 - Recyklační centrum	54
4.5 Návrh variant z hlediska ekonomického	57

4.5.1	Odvoz a předání osobě oprávněné - V1 - Skládka.....	58
4.5.2	Recyklace na místě stavby - V2 - Recyklační linka.....	58
4.5.3	Recyklace mimo stavbu - V3 - Recyklační centrum.....	58
4.6	Návrh variant z hlediska ekologického.....	59
4.6.1	Legislativa nákládání s odpady	59
4.6.2	Odvoz a předání osobě oprávněné - V1 - Skládka.....	64
4.6.3	Recyklace na místě stavby - V2 - Recyklační linka.....	65
4.6.4	Recyklace mimo stavbu - V3 - Recyklační centrum.....	67
4.7	Diskuse výsledků a výběr vhodné varianty	69
5.1	Vývoj recyklace v budoucnosti.....	70

1 ÚVOD

Ve své diplomové práci se věnuji návrhu a posouzení tří variant demoliční fáze projektu FTZ ČZU z pohledu technologického, ekonomického a ekologického. Ve své diplomové práci vycházím z vlastní zkušenosti z této stavby, jelikož jsem byl na pozici stavbyvedoucí – asistent. Dostupná dokumentace mi byla poskytnuta k vypracování diplomové práce firmou Zlínstav a.s.

2 Cíle práce

Cílem předložené práce je vypracování tří variant demoliční fáze projektu FTZ ČZU z pohledu technologického, ekonomického a ekologického různým postupem při demolici a následným využitím stavebního odpadu, jeho uskladněním a možným převozem k dalšímu využití.

V praktické části je cílem navrhnout a posoudit navržené varianty demolice a vybrat nejvhodnější variantu.

3 Teoretická východiska

3.1 Co je to demolice

Úvod do problematiky demolice

V úvodu mé práce bych se chtěl zaměřit na pojem demolice a blíže ho ujasnit a specifikovat. Demolice je termín, který se vyznačuje pojmy jako odstranění konstrukce, části objektu nebo celé budovy. SDO byl po dlouhou dobu brán jako odpad nebo sutiny v budoucnu s žádným možným využitím ve stavebnictví nebo jiném odvětví. Převážně se takto vygenerovaný odpad využíval k zásypu skládek komunálního odpadu, nebo zavážení stavebních jam, které měly být srovnány s terénem nebo zasypány.

Jediný SDO, který byl pro případnou recyklaci zajímavý hlavně z hlediska ekonomického byl kovový šrot, který se dal rychle a jednoduše zpeněžit v recyklačních zařízeních na odběr kovového šrotu. [2] [3]

Přístup světa k demolicím

Koncem 20. století se ochránci životního prostředí, kteří se dosud zajímali jen odpadem, který byl zřetelně vidět veřejností jako papír nebo PET lahve začali zaobírat stavebním a demoličním odpadem. Jelikož v tomto období se začali provádět po celém světě studie charakterizace odpadu (audit skládek). Po prvních auditech skládek se zjistilo, že stavební úlomky, demoliční odpad a sutiny z demoličních procesů zaujímají velké procento skládek. Tím se začala debata o možném využití tohoto odpadu jako možného recyklátu, který by mohl být dále využit zpět ve stavebnictví.

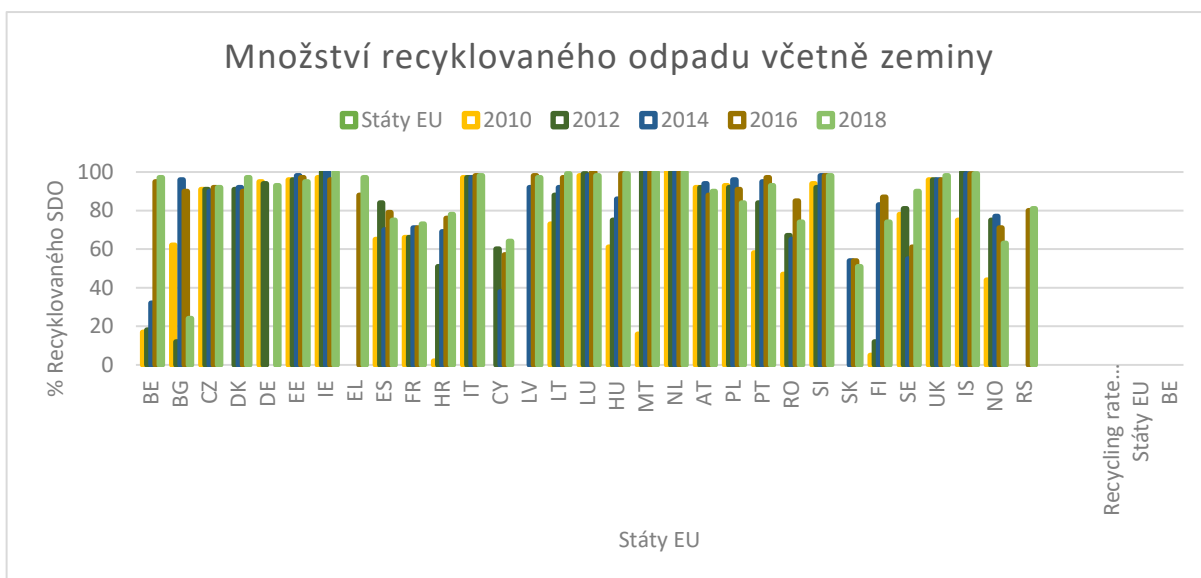
Dalším důsledkem a podpory této debaty bylo zhodnocení ekonomického faktoru dopravy a spotřeby lomového kamene užívaného na výrobu různých druhů betonů. Skládky v oblastech s vysokým nárůstem stavební činnosti (zejména v metropolích) se nacházeli daleko od nově postavených budov. Ceny paliva vrostly na takovou míru, že stavitelé, aby udrželi ekonomiku stavby v kladných číslech, tak museli začít uvažovat o ekonomickém využití veškeré mimostaveništní dopravy a zkrátit vzdálenosti nákladní dopravy na minimum.

Praxe v průběhu let ukázala, že správné a kvalitní recyklace demoličního odpadu mají za následek přeorientování podnikatelského sektoru na využívání recyklovaných materiálů jako jsou například: kamenivo, asphalt, beton, sádrokartonový odpad nebo dřevní šrot.

Tyto podněty měli za následek rychlý vzestup ekologického stavění, včetně americké rady pro zelené budovy a normy certifikace LEED. [2]

3.2 Demolice v číslech

Statistiky odpadu v EU



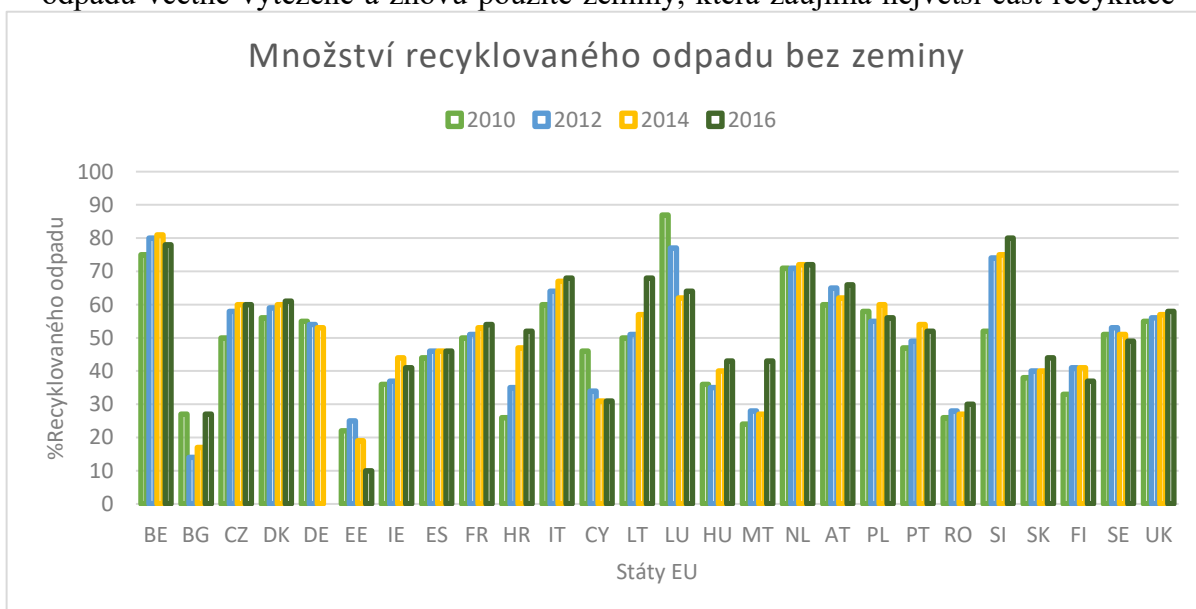
Graf 1 - Množství recyklovaného odpadu včetně zeminy

Zdroj

1

https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/mapToolClosed.do?tab=map&init=1&plugin=1&language=en&pcode=cei_wm040&toolbox=types

V této kapitole se zaměřuji na množství a poměry stavebního odpadu pro představu o jak velké množství se jedná oproti jiným odpadům jak z pohledu ČR, EU nebo světa. Pokud se zaměříme na tento problém globálněji s ohledem na EU, tak u obrázku 1 můžeme vidět jaký je procentuální poměr recyklace veškerého stavebního odpadu včetně vytěženého a znovu použité zeminy, která zaujímá největší část recyklace



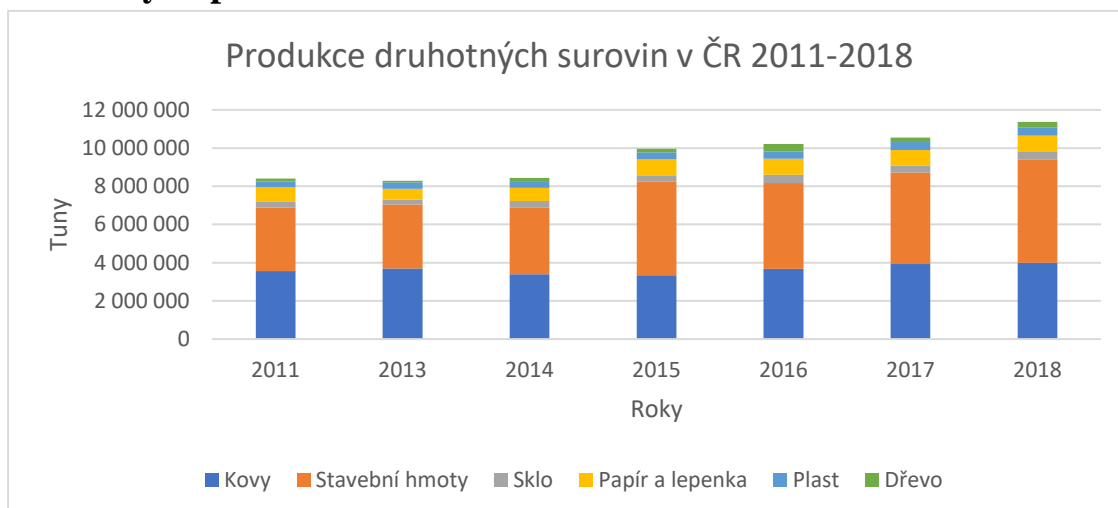
Graf 2 - Množství recyklovaného odpadu bez zeminy

v jednotlivých státech EU v období 2010–2018.

Zdroj 2 - https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/mapToolClosed.do?tab=map&init=1&plugin=1&language=en&pcode=cei_wm040&toolbox=types

Proto se může zdát, že tento výstup lze brát pozitivně z pohledu recyklace, ale když se zaměříme přímo na SDO bez obsahu zeminy, tak se čísla poměrně liší což můžeme vidět u grafu 2.

Statistiky odpadu v ČR



Graf 3 - Produkce druhotných surovin v ČR 2011-2018

Zdroj 3 - <https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2018>

Množství odpadů v ČR se za posledních let v období 2011-2018 stále zvyšuje. Jak je vidět na grafu 3, tak v tomto ohledu zaujímají první místo v produkci odpadu stavební hmoty s hodnotami od 39% - 49%. Oproti jiným odpadům se tento druh odpadu stále navyšuje. Proto je jeho využití jako druhotné suroviny pomocí recyklace stává aktuální otázkou jak z pohledu ekonomického, tak i ekologického.

Z pohledu recyklace odpadu nás velice zajímá i kontaminace SDO, jelikož lze ekonomicky recyklovat jen SDO neznečištěný od nátěrů, spojů, lepidel dále třeba azbest. Tyto druhy kontaminace lze dekontaminovat na základě laboratorních zkoušek a následné dekontaminaci specializovanou firmou. V tabulce 1 lze vidět že kontaminace se nachází zhruba u 1,09-6,38 případů SDO. Lze narazit v ojedinělých případech na více kontaminované povrchy, ale to se stává ojediněle.

	Celkem (t)	Nebezpečné (t)	Ostatní (t)	Poměr (%)
Beton, cihly, tašky a keramika	2 724 127	29 642	2 694 485	1,09 / 98,91
Asfalt a dehet	734 974	11 887	723 086	1,62 / 98,38
Zemina	9 944 896	304 592	9 640 304	3,06 / 96,64
Jiné stavební a demoliční odpady	390 221	24 914	365 307	6,38 / 96,94

Tabulka 1 - Produkce minerálních stavebních a demoličních odpadů v roce 2018

Zdroj 4 - <https://www.czso.cz/documents/10180/91605329/280020-1910.pdf/350fdcc2-e391-4051-a651-cad51834f682?version=1.0>

3.3 Materiály k recyklaci

Charakteristika stavebních odpadů

Podle Vyhlášky č. 294/2005 Sb. Lze stavební a demoliční odpad určený k recyklaci charakterizovat takto: „v) *recyklátem ze stavebního a demoličního odpadu – materiálový výstup ze zařízení k využívání a úpravě stavebních a demoličních odpadů kategorie ostatní odpad a odpadů podobných stavebním a demoličním odpadům, spočívající ve změně zrnitosti a jeho rozřídění na velikostní frakce recyklovaného umělého kameniva v zařízeních k tomu určených*“. [6]

V níže uvedené tabulce podívat na rozdělení odpadů, dle Příloha k vyhlášce č. 93/2016 Sb. Katalogu odpadů [7]

křivka 17	STAVEBNÍ A DEMOLIČNÍ ODPADY (VČETNĚ VYTĚŽENÉ ZEMINY Z KONTAMINOVANÝCH MÍST)
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika
17 01 01	Beton
17 01 02	Cihly
17 01 03	Tašky a keramické výrobky
17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06
17 02	Dřevo, sklo a plasty
17 02 01	Dřevo
17 02 02	Sklo
17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu
17 03 01*	Asfaltové směsi obsahující dehet
17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01
17 04	Kovy (včetně jejich slitin)
17 06 01*	Izolační materiál s obsahem azbestu
17 08	Stavební materiál na bázi sádry
17 08 02	Stavební materiály na bázi sádry neuvedené pod číslem 17 08 01
17 09	Jiné stavební a demoliční odpady
17 09 04	Směsné stavební a demoliční odpady neuvedené pod čísly 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03

Tabulka 2 - Katalog odpadů [7]

Dále se v této kapitole se zaměřuji na poměry a množství SDO, materiály, které se dají recyklovat, jaký způsob recyklace je pro ně vhodný, a jak se dají následně využít v dalším procesu. V tomto ohledu jsem se zaměřil na období roku 2013-2017 z databáze CENIA dle zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. jak lze detailně vidět u obrázku 4.

Popis materiálů a jejich recyklace je popsána v této kapitole v návaznosti na danou stavbu FTZ ČZU, kde se při demoliční fázi tyto materiály objevili a bylo s nimi nakládáno jako se SDO.

Skupina	Odpad	rok	rok	rok	rok	rok
		2013	2014	2015	2016	2017
		[kt]	[kt]	[kt]	[kt]	[kt]
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika	3 249	3 688	4 458	4 412	4 502
17 01 01	Beton	1 292	1 422	1 985	1 755	1 845
17 01 02	Cihly	757	745	840	889	905
17 01 03	Tašky a keramické výrobky	12	16	14	15	15
17 01 07	Směsi neuvedené pod č. 17 01 06	1 172	1 473	1 580	1 716	1 651
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výr. z dehtu	510	573	897	756	783
17 03 02	Asfalt. směsi neuvedené pod č. 17 03 01	508	568	891	752	777
17 05	Zemina, kamení a vytěžená hlušina	9 966	11 128	15 650	12 320	12 150
17 05 04	Zem. a kam. neuvedené pod č. 17 05 03	9 442	10 619	13 916	11 006	10 802
17 05 06	Vyt. hlušina neuvedená pod č. 17 05 05	130	102	850	527	667
17 05 08	Štěrky ze železničního svršku neuvedené pod číslem 17 05 07	80	112	578	399	305
17 06	Izol. a staveb. materiály s azbestem	61	66	62	54	58
17 06 04	Izol. mat. neuv. pod č. 170601 a 03	35	40	42	36	40
17 08	Stavební materiál na bázi sádry	9	11	14	17	13
17 08 02	Materiály neuvedené pod č. 17 08 01	9	11	14	17	13
17 09	Jiné stavební a demoliční odpady	609	451	722	547	605
17 09 04	Sm. SDO neuv. pod č. 170901, 02, 03	590	441	709	535	605
	CELKEM	14 404	15 916	21 891	18 106	18 111
	z toho 1701 + 170302 + 170904	4 330	4 665	6 019	5 662	5 890
	což z celkového SDO činí [%]	30 %	29 %	27 %	31 %	33 %

Tabulka 3 - Produkce stavebních a demoličních odpadů v letech 2013 až 2017 [4]

V obrázku 5 je možno vidět kolik je SDO využito, skládkováno a recyklováno.

Popis	rok	rok	rok	rok	rok	rok	rok	rok	rok
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Produkce SDO celk. [kt]	14 883	15 210	13 239	13 447	14 004	15 916	21 479	18 106	18 111
Využití N [kt]	9 363	6 732	6 978	6 906	7 269	9 080	11 554	9 351	9 104
Skládkováno D1 [kt]	690	565	413	487	361	362	276	235	279
Recyklace R05 [kt]	2 503	2 475	2 647	3 300	3 797	4 110	6 698	6 654	7 784

Tabulka 4 - Přehled nakládání se SDO v letech 2009 až 2017 [4]

Množství produkce stavebního kamene a štěrkopísku stoupá lineárně s větší potřebou výroby betonu, jelikož tyto materiály tvoří větší částí betonové směsi. Pro představu lze tyto hodnoty vidět v rozmezí let 2009-2017 v obrázku 6, které vycházejí z hodnot literatury pod označením [5].

Materiál	rok	rok	rok	rok	rok	rok	rok	rok	rok
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Stavební kámen [m ³ .10 ³]	15 297	13 800	13 599	12 050	12 389	13 323	14 911	13 793	14 027
Štěrkopísky [m ³ .10 ³]	13 319	10 737	11 902	10 436	9 643	9 816	10 859	10 185	11 027
Stavební kámen *) [kt]	40 537	36 570	36 037	31 933	32 831	35 306	39 514	36 551	37 172
Štěrkopísky **) [kt]	25 306	20 400	22 614	19 828	18 322	18 650	20 632	19 352	20 951
Celkem [kt]	65 843	56 970	58 651	51 761	51 153	53 956	60 146	55 903	58 123

Tabulka 5 - Produkce stavebního kamene a štěrkopísku v letech 2009 až 2017 [4]

Lze vidět, že se vzrůstající produkcí přírodních nerostných surovin (štěrkopísku a přírodního kamene) a rozvíjející se recyklačního průmyslu na stavební a demoliční

odpad je zřejmě více než trojnásobné zvýšení produkce recyklátu ze SDO v roce 2009-2017. [5]

Popis	rok 2009	rok 2010	rok 2011	rok 2012	rok 2013	rok 2014	rok 2015	rok 2016	rok 2017
Měrná produkce recyklátů [%]	3,80	4,35	4,51	6,38	7,42	7,62	11,14	11,90	13,76

Tabulka 6 - Produkce recyklátů ze SDO vůči těžbě staveb. kamene a štěrkopísků - 2009 až 2017 [4]

3.3.1 Recyklace kovů

Recyklace kovů patří do takzvané „Recyklace prvního řádu“, což znamená, že tento materiál lze po recyklaci získaného kovového šrotu roztavit na základní materiál a vyrobit z něj znova výrobek stejné kvality. Již od začátku demolice a recyklace materiálů je pro firmy, které provádí demolice a nakládání se SDO z pohledu možného zisku a časové náročnosti nejzajímavější položkou.

Společnosti, které se zabývají výkupem kovového šrotu mají většinou vysoké nároky na čistotu materiálu, a tím se zvyšuje poměr ruční práce k dostatečnému očištění kovového šrotu na potřebnou úroveň. [1] [2] [3]

3.3.2 Recyklace zdiva

Recyklace zdiva a betonu se řadí do „Recyklace druhého řádu“ což znamená, že v této době neexistuje praktický způsob jak zdivo nebo beton rozložit na základní suroviny (cement, vody, písek a kamenivo), ale pokud se beton nebo zdivo recykluje na (RBK) nebo (RDB) lze ho následně použít jako náhradu přírodního štěrku.

„The potential of RCC/RCA differs according to the local market. If natural gravel is cheap, the demand for recycled concrete is low. If no natural resources exist (e.g. the Netherlands) the potential is high and the possibilities for recycling are also high.“

Co lze volně přeložit jako: „Potenciál RDB/RBK se liší podle místního trhu. Pokud je přírodní štěrk levný, poptávka po recyklovaném betonu je nízká. Pokud neexistují žádné přírodní zdroje (např. Nizozemsko), je zde vysoký potenciál a také vysoké možnosti recyklace.“ [1]

Za zdivo se dají považovat cihly, keramické tvárnice, malty nebo omítky a lze je recyklovat různými způsoby jako jsou:

- Opětovné použití
- Kamenivo do betonu do 20MPa
- Silniční materiály
- Zásypy a zavážení skládek

Ve své podstatě je cihelný recyklát velmi obtížně uplatitelná komodita, kvůli svým nevýhodným vlastnostem jako jsou nízká pevnost a nasákavost. Při recyklaci zdiva a podobných výrobků je nutné určité znečištěné materiály odstranit:

- Komínové zdivo
- Znečištěná střešní krytina
- Zásypy a podkladní vrstvy podlah
- Zdivo ze špinavých technologických procesů
- Zdivo obsahující jedovaté nebo škodlivé látky

3.3.3 Recyklace betonu

Stejně jako zdivo lze i beton rozdrtit a roztřídit na kamenivo o různých frakcích, které lze použít ihned na místě stavby jako:

- Základ pro betonovou dlažbu
- Základ pro asfaltovou dlažbu
- Zásyp drenážního
- Betonové dílce
- Výplňové betony
- Konstrukční betony
- Prostý a slabě vyztužený beton

Kamenivo v betonu zaujímá přibližně 80% hmotnosti betonu. Z tohoto důvodu je dobré použít recyklovaný beton nebo železobeton jako kamenivo do betonu a tím snížit využití nově vytěženého kameniva.

Oproti zdivu je opětovné použití betonu a betonového recyklátu problematictější, jelikož může obsahovat pruty z ocelové výztuže, pletivo, nebo jiné ocelové části použité v železobetonu demolované konstrukce.

V některých případech a po schválení projektantem a architektem projektu mohou být betonové desky nebo panely zakopány na místě stavby jako podkladní deska pro novou stavbu nebo ochranná vrstva inženýrských sítí. To může mít za následek zvýšení ziskovosti projektu, jelikož se ušetří za případnou recyklaci daných betonových panelů nebo desek, a tyto materiály najdou znovu se využití na tom samém místě. [2] [3]

Obecné poznatky

Nejznámější a nejrozšířenější poznatky po použití betonového recyklátu jsou:

- Vhodný tvarový index
- Hrubá frakce neovlivňuje zpracovatelnost čerstvého betonu
- Jemná frakce zpracovatelnost zhoršuje
- Velikost maximálního zrna 16-22mm
- Pevnost v tlaku a modul pružnosti nižší o 10-20%
- Součinitel dotvarování je vyšší o 50%



Obrázek 1 - Recyklace betonu

Zdroj 5 - [https://www.thebalancesmb.com/thumb/N_S8yj1QboaJU3IkEdAkGhoIiAI=/1024x576/smart/filters:no_upscale\(\)/concrete-recycling-zappowbang-57a559d45f9b58974acb9055.jpg](https://www.thebalancesmb.com/thumb/N_S8yj1QboaJU3IkEdAkGhoIiAI=/1024x576/smart/filters:no_upscale()/concrete-recycling-zappowbang-57a559d45f9b58974acb9055.jpg)

3.3.4 Recyklace dřeva

Recyklace dřeva se řadí do „Recyklace třetího řádu“, který se týká tepelného využití dřevěných výrobků v elektrárnách. Pokud není možnost spalování dřevěných výrobků, kvůli znečištění jediná možnost je skládkování. [1]

Dřevo se může brát jako odpadní dřevo, kvalitní staré dřevo nebo architektonicky zajímavé dřevo. Většina starších dřevěných výrobků může být znovu použita, jelikož jsou vyrobeny z vysoce kvalitního dřeva a mohou být nadále využívány k rekonstrukci starších domů. Tento druh využití starého dřeva je zajímavý spíše pro soukromý sektor trhu než pro velké podniky.

Při výběru dřeva k opětovnému použití je nutné se zaměřit na viditelná poškození jako jsou například:

- Napadení hnilobou nebo houbami
- Kontaminace chemikáliemi
- Strukturální poškození trhlinami
- Hřebíky

Možné využití odpadového neznečištěného dřeva může být v podobě:

- Výroba dřevotřískových nebo dřevovláknitých desek
- Spalování
- Bednění, staveništní zábradlí, zakrytí otvorů, pomocné bednění [3]



Obrázek 2 - Recyklace dřeva

Zdroj 6 - https://www.mariuspedersen.cz/img/edee/_generated/detail-photogallery-11280/gallery-service/sluzby/53/gallery1/17_5.jpg

3.3.5 Recyklace azbestu

Azbest byl do 60. let velmi oblíbený materiál hlavně ve stavebnictví jako ohnivzdorný izolační materiál, pevnost v tahu a odolnost vůči chemikáliím. Pro představu z něj byly vyráběny pro stavebnictví tyto produkty:

- Azbestocementové desky
- Komínové roury
- Cementová potrubí

Po zjištění, že azbest při vdechnutí způsobuje smrtící plicní onemocnění, byl azbest a všechny produkty z něj vyrobené klasifikovány jako karcinogenní látka a nebezpečný odpad. Celkově 55 ze 195 zemí světa zakázalo nebo omezilo používání azbestu.

Samotná recyklace azbestu předchází kvalitní azbestový průzkum, který je cenově srovnatelný s běžným stavebně technickým průzkumem. Následná demolice objektu, kde se azbest nachází je oproti běžným demoličním pracím časově i finančně náročnější a nákladnější. [1]

3.4 Legislativní prostředky pro nakládání s odpady

3.4.1 Legislativa České republiky

- Vyhláška MŽP č.381/2001 Sb., Katalog odpadů
- Vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečnosti odpadů
- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 237/2002 Sb., o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich používání na povrchu terénu
- Vyhláška č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů
- Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. Nařízení vlády o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024
- Obecně závazná vyhláška města Prahy č. 5/2007, kterou se stanoví systém shromažďování, sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů vznikajících na území hlavního města Prahy a systém nakládání se stavebním odpadem (vyhláška o odpadech).
- Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- Vyhláška č. 93/2016 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů
- Zákon č. 541/2020 Sb. Zákon o odpadech

3.4.2 Legislativa Evropské unie

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 98/2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic

3.5 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Dodržování BOZP na stavbě je jedním z hlavních úkonů stavebníka a dává se na něj velký důraz hlavně při provádění demolic, jelikož je větší pravděpodobnost úrazu či pádu. Proto zde vyzdvihneme ty nejdůležitější předpisy z legislativy BOZP, které by se měly vždy dodržovat.

- Ustanovení o bezpečnosti práce obsažené v Zákoníku práce (č.262/2006 Sb.)
- Zákon č. 309/2006 Sb. (O zajištění dalších podmínek BOZP)
- Zákon č. 133/85 Sb. (O požární ochraně)
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. (O bližších minimálních požadavcích na BOZP na staveništích)
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. (O zajištění prací ve výškách)

- Vyhláška č. 48/1982 Sb. (Základní požadavky k zajištění BOZP a technických zařízení)

Všichni zaměstnanci a lidé na staveništi musí být s těmito předpisy seznámeni před zahájením prací a mají povinnost je dodržovat.

3.6 Způsob postupu demolice

V této době je mnoho možností, jak danou demolici provést. Při výběru varianty je nutné zohlednit několik aspektů demolovaného objektu, jako jsou:

- Půdorysné rozměry objektu
- Výška objektu
- Přístup k objektu
- Materiálové složení objektu
- Obsah kontaminujících složek
- Statika objektu
- Okolní zástavba

Po zhodnocení všech těchto základních faktorů se v další části této kapitoly zaměřuji na výběr technologie demolice. Demolice se může provádět mnoha různými postupy. Podle výše uvedených faktorů se zvolí ten nejúčinnější, nejrychlejší, nejbezpečnější a z finančního hlediska adekvátní postup demolice objektu.

	Ruční demolice	Demoliční koule	Demoliční nůžky	Hydraulické kladivo	Explozivní demolice
EFEKTIVNOST	Efektivní	Velmi efektivní	Efektivní	Vysoko-pevnostní beton, tenké konstrukce	Vysoké a masivní objekty
KONTROLA	Vysoká	Malá	Vysoká kontrolovatelnost, dekonstrukce	Vysoká	Vysoká
SEPARACE	Vysoká	Nemožná separace	Vysoká	Nemožná separace	Nemožná separace
PRACH	Nízký	Střední	Střední	Střední	Vysoký (krátkodobý)
HLUK	Nízký	Vysoký	Nízký	Vysoký	Vysoký (krátkodobý)
OMEZENÍ	Časová náročnost	Vedlejší budovy	Výška a čas	Výška	Okolní zástavba

Tabulka 7 - Srovnání technologií demolice [3]

3.6.1 Ruční demolice

Popis technologie

Postup ruční demolice je ze shora dolů. Dále musíme dbát zvýšené pozornosti konstrukcím předsazeným, které musí být správně zajištěny a podepřeny při provádění demolice, aby nedošlo k jejich náhlému zřícení. Ruční rozebírání objektu je někdy jedinou možností.

- Jedná se o částečnou demolici
- Není na stavbě dost místa k nasazení těžké techniky
- Není v lokalitě dostatečná technologická kapacita k nasazení těžké techniky [2]

Ruční demolice se provádí ručním nářadím poháněné elektřinou, pneumatickými nebo hydraulickými čerpadly jako jsou.

- Manuální ruční nářadí
- Elektrické ruční nářadí
- Hydraulická kladiva
- Hydraulická pikovací kladiva
- Hydraulická vrtací kladiva
- Hydraulické jádrové vrtačky
- Hydraulické kotoučové pily
- Hydraulické vytahovače pilotů
- Pneumatická kladiva
- Pneumatická vrtací kladiva



Obrázek 3 - Ruční demolice

Zdroj 7 -

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/NsOL_Mp9GZBblbgVRbUqHqTfJNhc057RWc8tXfmIttU6MFMNiCVÉijWoP0xHE_rkvk6ZZOyJ325NWBetDGcf0eO6xThLSnjfuPNuzYaIEx4RtBk9cGhYBWNb5-W9u1nJ-p8n19M0qkpneX7fzj8_apV3b3g

Ruční demolice je nejpomalejším způsobem demolice z pohledu času,

ale zároveň nejpreciznějším způsobem. Práce tohoto typu se dají lépe koordinovat a v této době lze využít mnoho specializovaných demoličních ručních nástrojů.

3.6.2 Demoliční koule

Popis technologie

Tato technologie se používá již od 50.-60. let 20.století a v roce 1999 byla popsána jako jedna z nejnebezpečnějších forem hrubé demolice.

„Moderní demoliční koule měly mírné nové tvarování, přičemž kovová koule se změnila na hruškovitý tvar s odráznutou částí horní části. Tento tvar umožňuje snadnější vytažení míče přes střechu nebo betonovou desku poté, co prorazí. Demoliční koule se pohybují v rozmezí od asi 450 liber do asi 5400 kg. Koule je vyrobena z kované oceli, což znamená, že ocel není odlévána do formy v roztaveném stavu; spíše se tvoří za velmi vysokého tlaku, zatímco ocel je žhavá (měkká, ale ne roztavená), aby ji stlačila a posílila.“ [9]

Provádí se tři postupy demolice. Při prvním postupu se koule vytáhne co nejvýše pomocí výložníku, přímo nad konstrukci, kterou budeme demolovat. Následně se dané závaží uvolní pomocí spojky lanového bubnu a nechá se volně spadnout na konstrukci. Tento typ se provádí k demolici trámů nebo rozrušení stropních konstrukcí.

Druhý postup se použije při boční demolici, kdy se závaží na primárním lanu výložníku umístí do přesné polohy k demolující části objektu a sekundární lanu přitáhne demoliční koulí směrem ke kabině jeřábu. Následně po dosažení správné polohy se demoliční koule uvolní a pomocí principu kyvadla narazí do části objektu určené k demolici. Užívá se primárně k demolici stěn objektu.

Ke třetímu postupu je nutná vysoká zkušenost obsluhy jeřábu s výložníkem, jelikož se jedná o využití kinetické energie. Výložník jeřábu se musí otočit tak, aby se lano s demoliční koulí zhouplo v kolmém směru k demolované části s využitím co největší kinetické energie. Tento typ je velmi nebezpečný z pohledu BOZP a postupně se přestává provádět. [9]

Demolice pomocí demoliční koule se řadí k těm více rizikovým, jelikož se jedná o druh práce, u které je nutná vysoká zkušenost obsluhy jeřábu řídící demoliční koulí. V případě jen malé odchylky při řízení demoliční koule může mít tato odchylka v konečném důsledku fatální následky. S úbytkem provádění této technologie při demolicích se snižuje i počet pracovníků s dostatečnými zkušenostmi s touto technologií

a firmy se obrací na méně nebezpečné technologie, u kterých lze zaměstnat méně kvalifikovanou obsluhu, ale zároveň zvýšit bezpečnost provádění demolice.

Nejhorší scénáře, které mohou nastat při provádění demolice pomocí demoliční koule jsou:

- Uvolnění koule z jeřábu
- Zpětný švih demoliční koule (náraz do výložníku jeřábu)

Tento druh demolice může znamenat možné nebezpečí pro okolní zástavbu nebo nadzemní inženýrské sítě, které by mohly být v dráze demoliční koule. Tento postup je spojen s velkou prašností, hlukem a vibracemi, které pocházejí s nárazů koule do demolovaného objektu. Třídění materiálu je u této metody nemožné, a proto musí být po ukončení prací zapojené i jiné technologie k dodatečnému roztrídění materiálu. [1]



Obrázek 5 - Demoliční koule – hruškovitý tvar

Zdroj
<https://www.timeshighereducation.com/sites/default/files/orange-wrecking-ball-demolishing-building-wall.jpg>



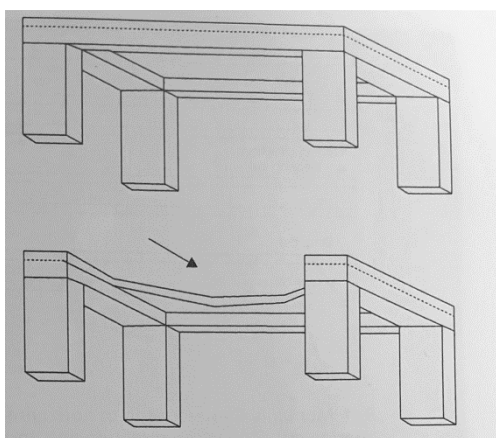
Obrázek 4 - Demoliční koule – kulatý tvar

Zdroj- https://www.renomag.cz/static/_user/uploads/galerie/0/demolicni-koule-renomag-drop-ball-renomag-fallkugel-renomag-demolacna-gula-renomag-4.2q28x.jpg

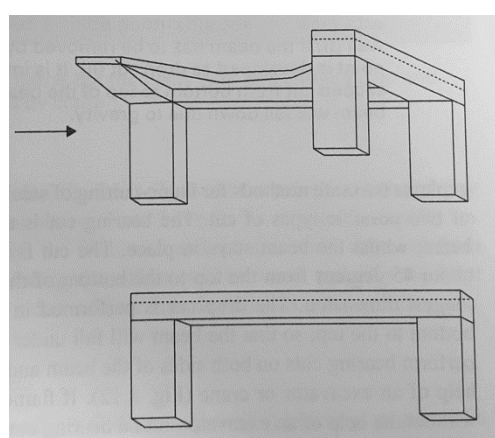
3.6.3 Demoliční nůžky

Popis technologie

Způsob demolice pomocí demoličních nůžek je jedním z nejrozšířenějších na celém světě pro svou dobrou kontrolovatelnost pracovního procesu. Díky možnosti výměny nástavce za demoliční nůžky a různých délek výložníku bagru na pásovém dopravníku, které mohou dosahovat 15-40m tak lze tímto způsobem demolovat i budovy poměrně vysoké. Na druhou stranu se zvyšováním výšky násady bagru se snižuje



Obrázek 6 - Postup demolice nůžkami 1 [1]



Obrázek 7 - Postup demolice nůžkami 2 [1]

únosnost násady stroje a tím i ke snižování účinnosti nůžek. Postup demolice je obrácený k postupu výstavby objektu. Jedná se o typ demolice ze shora dolů, kdy se vodorovné

konstrukce jako stropy demolují jako první anosné stěny a sloupy demolují jako poslední což si lze představit pod obrázky 6 a 7.

3.6.4 Hydraulické kladivo

Popis technologie

Hydraulické kladivo se používá převážně k drcení podzemních objektů, nebo k dodatečnému rozdrčení prvků po použití demoličních nůžek nebo demoliční koule kvůli vysoké účinnosti síly kladiva do jednoho bodu. Nevýhodou je velká váha hydraulického kladiva, která omezuje rozsah práce ve výškách a vysoká hlučnost při provádění. [1]

3.6.5 Explozivní demolice

Popis technologie

Demolice pomocí trhaviny je poslední možností při výběru technologie demolice. Principem demolice odstřelem je narušení statiky a tuhosti demolovaného objektu. Oproti předešlým typům technologií je demolice pomocí trhavin časově nejnáročnější na přípravu a zároveň nejrychlejší na provedení.

Tento typ demolice se užívá převážně u objektů jako jsou: komíny, mosty, výškové budovy nebo objemné stavby v intravilánu velkých měst.

Před samotným odstřelem se musí odstranit všechny materiály, které by se mohly proměnit na odletující nebezpečné úlomky jako jsou:

- Potrubní rozvody
- Sklo
- Tepelná izolace
- Nenosné příčky
- Sádrokarton

Po odstranění všech materiálů, které by mohly být nebezpečné se přejde k přípravě samotného odstřelu. Rozmístění trhavin může provádět jen pracovník s odborností technický vedoucí odstřelu, který postupuje dle technického projektu odstřelu s výpočtem spotřeby trhavin a rozněcovadel. Do předem vybraných nosných prvků konstrukce se navrtají dutiny v přesně daných místech. Poté se naplní trhavinou dle technologického postupu ve správném množství a veškeré trhaviny se navzájem propojí a místa kde jsou trhaviny se zakryjí dostatečně gumovými rohožemi, nebo jiným materiálem který dokáže zmírnit tlak rázové vlny od výbušniny a ochránit okolí exploze od případných úlomků. Nakonec se celá oblast demolice uzavře a provede se odpálení náloží z bezpečné vzdálenosti.

Demolice odstřelem má tři základní nebezpečí. Prvním je nebezpečí zásahem odletujících úlomků při explozi. Druhým je, když se část objektu nezřítí podle plánu dostane se do náklonu a svalí se jiným směrem, než bylo plánováno z důvodu nevybuchlých náloží. Třetím nebezpečím je rázová vlna, která vzniká při explozi a která se při ideálních podmínkách šíří všemi směry a největší síla výbuchu se rozptýlí do oblohy. V tomto ohledu musíme dávat pozor i na počasí, jelikož pokud při explozi je obloha zahalena mraky, velice to omezuje šíření rázové vlny směrem vzhůru a tomo

důsledku může dojít ke zvýšení síly rázové vlny v úrovni terénu a poničit okolní zástavbu.

Při úspěšném ukončení exploze a správném zřícení budovy vzniká velké množství prachu, hluku. Následně přichází selektivní demolice zbylého SDO dále případné rozdělení a další recyklace materiálů. [10] [11]



Obrázek 8 - řízená demolice trřavinou

Zdroj-

<https://www.researchgate.net/publication/340613524/figure/fig1/AS:881091737038858@1587080048983/Demolition-of-buildings-by-the-explosion.ppm>

3.6.6 Další technologie

Technologie v této kapitole jsou stále ještě ve vývoji i když mají nízkou hladinu hluku a prachu, tak stále je technologie finančně náročná na pořízení i provoz.

- Elektrický ohřev železných tyčí
- Elektrická indukce
- Laser CO₂
- Mikrovlny

3.7 Recyklace SDO



Obrázek 9 - Druhy ekonomik

Zdroj

https://www.startupjobs.cz/uploads/newsroom/Circular_economy.png

Recyklace stavebních odpadů se prováděla již od starověku. Praktické ukázky recyklace stavebních materiálů je patrná na mnoha stavbách na světě svojí různorodostí stavebních materiálů v použitých v konstrukcích budov.

Největší rozkvět a uvědomění si jaké využití může mít recyklace SDO byla v období po druhé světové válce, kdy vzniklo vlivem válečných konfliktů a bombardování průmyslových i občanských staveb velké množství SDO, a jeho využití bylo ekonomicky výhodné, jelikož byla zničena infrastruktura, byl nedostatek strojní technologie a vzdálenosti k přírodním zdrojům surovin na výrobu nových materiálů byly velmi vzdálené.

V minulosti se o SDO v rámci životního cyklu budovy uvažovalo jako o lineární ekonomice, kdy se po ukončení životního cyklu budovy odvezl veškerý SDO na skládku bez myšlenky tento SDO jakkoli využít jako druhotnou surovinu.

V dnešní době se lineární ekonomika mění na cirkulární ekonomiku. To znamená, že po ukončení životního cyklu budovy se SDO neodvážá na skládku, ale co největší procento se ho snaží recyklovat a použít znova buď na té samé stavbě nebo s ním

nakládat jako s druhotnou surovinou k dalšímu použití ve výrobě. Dále recyklaci nahrává že společnost více odolává zakládání nových skládek, těžba základních surovin se stala nákladnější a na trh přicházejí stále nové materiály vyráběné z recyklovaných materiálů. Všechny tyto aspekty nahrávají k recyklaci SDO. [3]

3.7.1 Recyklační linka mobilní a semimobilní



Obrázek 10 - Mobilní recyklační linka



Obrázek 11 - Semimobilní recyklační linka

Pro umístění recyklační linky na místě stavby je dobré mít vyřešenou logistiku materiálu na stavbě i mimo ni a dále jestli existuje trh na s těmito odpady. Dále je výhoda, že dané zařízení může obsluhovat pouze jedna osoba a může zpracovávat různé druhy SDO.

Recyklační linka umístěná v místě stavby se dá rozdělit do dvou kategorií:

- Semimobilní recyklační linka – tento druh zařízení je opatřen ližinami a závěsným hákem, díky kterému je možno zařízení pomocí zvedacího zařízení umístěném např. na nákladním voze lehce přemístit viz. Obrázek 11
- Mobilní recyklační linka – tento druh zařízení je postaven na pojízdném podvozku pásovém nebo kolovém, což má za následek, že se dá po stavbě lehce převážet pomocí operátora dálkovým ovládním a tím je umožněno nakládání SDO do zařízení přímo při demolici objektu bez nutnosti dalšího transportu SDO po staveništi. Viz. Obrázek 10. [12] [13]

Výhodou umístit recyklační linku přímo na stavbě je snížení nutné transportní kapacity na mezideponie nebo do recyklačních center, jelikož již vytríděný materiál se dá znovu použít na stavbě nebo rovnou zužitkovat jako druhotnou surovinu ve výrobě nových produktů, dále je jejich výhodou pohyblivost a operativnost v rámci stavby. Na druhou stranu jejich nevýhodou jsou náklady na přesun a montáž. Při zvolení této metody recyklace je dobré zaměřit se na pár bodů, které dokáží předcházet problémům a zvýšit účinnost této metody, kterými jsou:

- Bezpečný přístup z hlavní komunikace k recyklační lince
- Dostatek prostoru pro manévrování s kontejnery na odvoz recyklovaného materiálu
- Dostatek prostoru u části, kde se vkládá surový materiál
- Zvolit správnou velikost kontejnerů
- Zvolení místa pro případnou mezideponii s čistým povrchem, v případě vysoké účinnosti recyklační linky
- Zabezpečit kontejnery s recyklovaným materiálem proti krádeži a znečištění
- Udržovat stejnou kvalitu povrchů staveništní dopravy
- Správně a dostatečně označit recyklované kontejnery, aby nedošlo k jejich kontaminaci [3]

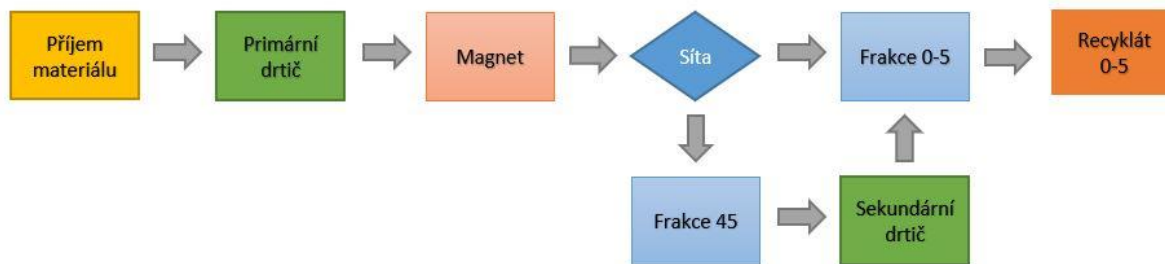
3.7.2 Recyklační linka stacionární

Tento typ recyklační linky je charakteristický svým technickým uspořádáním, druhem zpracovaného materiálu a kvalitou výsledného recyklovaného materiálu. Zařízení se skládá z řady drtičů, sít, magnetů, vodních či větrných a přepravníků, který materiál zpracují a rozdělí na dané frakce k dalšímu použití dále se vyznačují dvouступňovým systémem drcení SDO. Tyto zařízení zvládají přísun materiálu kolem 100 000 t za rok. Většina těchto zařízení má vlastní laboratoře a kontroly kvality. Tato kontrola se stále opírá o kontrolu vizuální z vyvýšeného místa, detailnější kontrola škodlivin se neprovádí, jelikož ji deklaruje původce odpadu. Samotné umístění takové linky má určitá omezení, kterými jsou. Dostatečná vzdálenost od zástavby, oplocený, zpevněný a neprášný pozemek, větrné podmínky směr větru a dostatečný přístup k užitkové vodě, který navazuje na technologii hospodárnosti s technologickou vodou a umístění sedimentačních, cirkulačních a nebezpečných odpadů a kalů. Veliký důraz se dává snižování hluchnosti např. pomocí valů nebo protihlukových stěn a také snižování velké prašnosti kropením nebo mlžícími tryskami. [13] [14]

Stacionární recyklační linky se dají rozdělit do kategorií podle jejich technologického rozdělení sestavy a použitých technologií:

- Jednoduché linky

Tento základní typ po příjmu materiálu přechází materiál k prvnímu drcení na primární drtič. Následně se z materiálu vytřídí kovový materiál pomocí magnetu a poté



Obrázek 12 - Schéma jednoduché stacionární recyklační linky

přepadá na síta, kde se rozdělí na dvě frakce. Větší frakce, která neprošla prvním sítem pokračuje do sekundárního drtiče, ze které pak finální recyklát i s menší frakcí pokračuje na haldu recyklovaného materiálu viz obrázek 12. [13]

- Linky se suchým způsobem recyklace a tříděním na několik frakcí

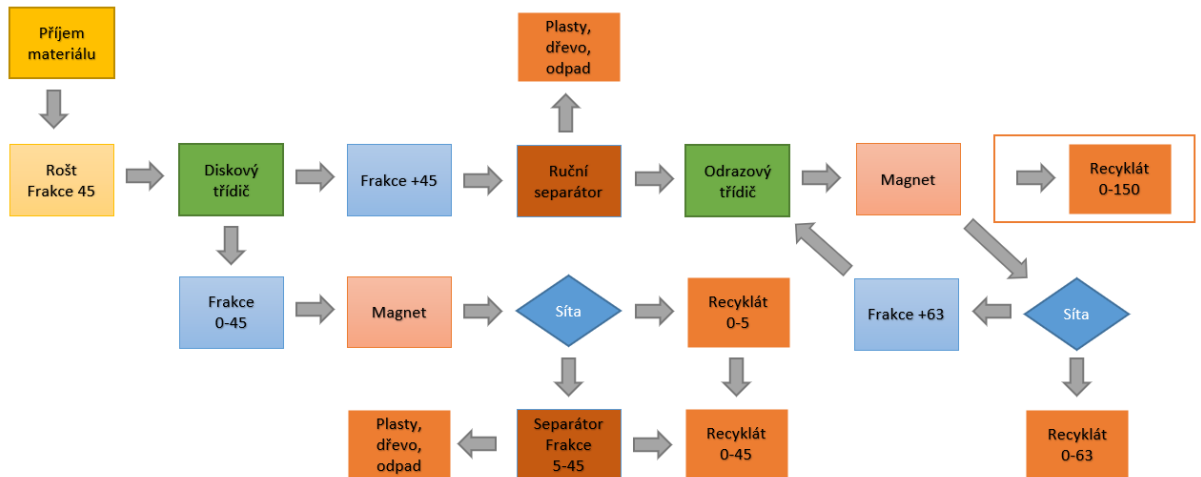
Největší předností těchto linek přeměna SDO na kvalitní recyklát při vysokém výkonu linky oproti mobilním nebo semimobilním linkám. možným rozdělením recyklátu až na 3 frakce až do frakce 0–150mm.

Postup této linky začíná u příjmu materiálu, který propadá na rošt, dále pokračuje dále na diskový třídič, za kterým se materiál rozděluje do dvou směrů.

První směr frakce 0-45mm pokračuje přes magnet k odstranění kovového šrotu z frakce následně postupuje na síta kde se SDO rozdělí na dva proudy. První proud je čistá frakce 0-5mm a druhý vede do separátoru s frakcí 5-45mm ze které je odstraněn veškerý nežádoucí materiál, který následně pokračuje po dopravníku s frakcí 0-5mm na haldu a vytvoří frakci 0-45mm.

Druhý směr frakce + 45mm vede do ručního separátoru, kde se odstraní nežádoucí materiál a pokračuje do odrazového třídiče a následně pokračovat k odstranění kovového

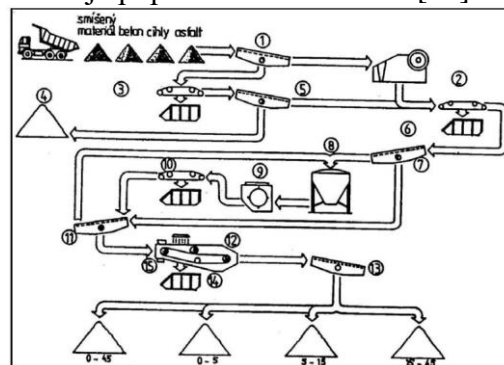
šrotu z frakce pomocí magnetu. V tuto chvíli nastává rozhodnutí, jakou frakci potřebujeme. Jak je vidět na obrázku 13, tak první možností je pokračovat dopravníkem přímo na haldu a vytvořit frakce 0–150mm nebo 2. možnost za magnetem umístit síto s frakcí 0-63mm, poté nadsítné opětovně nasměrujeme do odrazového třídiče a proces opakujeme do té doby, dokud se veškerý SDO nepřemění na podsítné a lze ho odvádět pomocí dopravníku na haldu frakce 0-63mm.



Obrázek 13 - Schéma recyklační linky stacionární se suchým způsobem recyklace a tříděním na několik frakcí

- Linky s kombinovaným způsobem suchého i mokrého třídění.

Tyto linky jsou vylepšené o používání mokrého procesu oproti linkám jen se suchým procesem. Používají se v případě vysokých nároků na čistotu recyklátu nebo k rozdělení na více frakcí o vyšší kvalitě možného recyklátu. Schéma podobného zařízení s mokrým i suchým procesem je popsáno v obrázku 14. [13]



Vysvětlivky k obrázku:

- 1 - prosévací zařízení, 2 - čelistový drtič, 3 - elektromagnet I., 4 - výplňová směs, 5 - odloučení písku,
- 6 - elektromagnet II., 7 - síto, 8 - zásobník, 9 - rázový drtič s vlhčením, 10 - elektromagnet III.,
- 11 - síto, 12 - recirkulace odpadní vody, 13 - jemné prosévání, 14 - organické složky, 15 - aquamator.

Obrázek 14 - Schéma recyklační linky stacionární s mokrým a suchým procesem [13]

3.8 Ekonomická hlediska

Ekonomie je zásadní parametr ve stavebnictví a má vliv na veškeré kroky a postupy při provádění demolice. Je mnoho způsobů, jak ekonomické parametry ovlivnit. Musí se zhodnotit základní parametry, které nejvíce ovlivňují cenu demolice, kterými jsou:

- Náklady na práci lidí a techniky
- Náklady na transport SDO
- Možnost zpracování SDO pomocí skládkování nebo recyklace
- Snížení dojezdové vzdálenosti správným výběrem místa k nakládání se SDO
- Možnost zhodnocení SDO po recyklaci ke znovupoužití nebo prodeji

Ke zlepšení, aby se SDO nebral jako odpad, ale jako druhotná surovina, která se dá znovu použít či zpeněžit napomáhají i možnost certifikace budov jako například LEED.

V této době se již RBK dá recyklovat ve vysoké kvalitě, a i přesto je stále RBK v některých zemích považováno za podezřelé oproti kamenivu přírodnímu, i když splní dané specifikace k použití, tak stále hlavním faktorem pro upřednostnění RBK bude cena.

Pokud se podíváme na z ekonomického hlediska na suroviny potřebné k výrobě betonu jako jsou písek, štěrk a kamenivo. Můžeme si všimnout, že pokud je dopravní vzdálenost z místa kde se dané suroviny těží do místa kde se tyto produkty zužitkovávají (např. Betonárny) menší než místo, kde se dané suroviny získávají pomocí recyklace, tak cena surovin i s dopravou je stále ještě výhodnější než použití surovin recyklovaných. Pokud by se tato dojezdová vzdálenost dostala na určitou úroveň už by se tato výhoda k odběru přírodních surovin stala ekonomicky nezajímavou a recyklovaný materiál by se stal surovinou konkurenceschopnou.

Jedním z hlavních faktorů k využívání je hustota obyvatelstva. Tento faktor určuje životaschopnost trhu s recyklovanými materiály, jelikož je závislý na stabilním příjmu SDO. Tam kde je vysoká hustota obyvatelstva je i vysoká poptávka po stavební činnosti a tím pádem i větší množství SDO.

Dalším faktorem upřednostňující recyklaci SDO je nedostatek přírodních zdrojů, nebo špatný přístup k nim, kterým se vystihuje město Amsterdam v Nizozemsku, které má velkou síť recyklačních linek, které vyrábí kamenivo o vysoké kvalitě a téměř žádné přírodní zdroje surovin. Na druhou stranu má vysokou hustotu obyvatelstva a vysoký zájem o životní prostředí.

Faktorem, který taky ovlivňuje je úroveň industrializace území. Jedním příkladem by mohl být indický Bangladěš, kde město leží velmi daleko od zdroje přírodních surovin a hlína pálená ve městě se vypaluje na cihly, které jsou následně použity k výrobě kameniva. V tomto hledu by se recyklační zařízení na SDO vyplatilo hned ze dvou důvodů. Tím prvním by bylo dostatek materiálu, který by byl přijímán z demoliční činnosti a následně by bylo odlehčeno a částečně vyřešen problém se skládkou Dacca. Za druhé, kvůli častým povodním, které zapříčiní ničení silnic by se takto získaný

materiál z recyklačních center dal použít na obnovu těchto silnic a zároveň snížit používání cihel jako základního stavebního materiálu silnic. [2]

V praktické části diplomové práce se zaměřuji na ekonomickou stránku projektu z pohledu transportu SDO, množství a náklady na provedenou demolici a nakládání se SDO.

3.9 Ekologická hlediska

Na ekologii se dá ve stavebnictví koukat z mnoha různých pohledů, ať je to produkce emisí CO₂, hlukové emise, recyklace SDO, omezení odpadů, plánu logistiky dopravy, spotřeba paliva a určitě bychom našli i jiné. V posledních 15 letech se téma ekologie více a více řeší v každém odvětví. Jelikož je stavebnictví jedním z největších producentů CO₂ na světě je potřeba se na tento problém zaměřit a snažit se ho jakkoli omezit.

„The US Green Building Council (USGBC) estimates that up to 95 percent of waste on a typical construction site can be recycled. “

Což lze volně přeložit jako: „Americká rada pro zelené budovy (USGBC) odhaduje, že až 95 procent odpadu na typickém staveništi lze recyklovat.“ [3]

Z pohledu globální ekologie nás mohou zajímat tyto dvě hlavní hlediska ekologie, která jsou náklady a energie.

Když se na ekologii podíváme z pohledu nákladů tak spalovny odpadu a skládky jsou z pohledu ekonomie a ekologicky nesmysly. Skládky odpadu vyžadují monitorování skládkového plynu a jeho odvádění v podobě bioplynu k dalšímu využití. Spalovny vyžadují veliké investice a nepřetržitý přísun odpad, aby byly spalovny ekonomicky únosné. K tomu ještě spalovny do ovzduší vypouštějí v určité míře látky jako kadmium nebo olovo. [3]

Pokud se na ekologii zaměříme z pohledu energie. Tak recyklace jakéhokoli odpadu zapříčiňuje snižování čisté vynaložené energie na výrobu surovin, které lze nahradit surovinami recyklovanými.

Ukázkový příklad pro představu, jaké množství surovin se dá ušetřit při recyklaci jsem vyhledal v knize *Recycling Construction & Demolition Waste, A LEED-Based Toolkit*, který zní:

„For example, for every one million tons of aluminium material recycled, Americans save the equivalent of 35 million barrels (5.6 million m³) of oil. For every million tons of PET or HDPE plastic recycled, U.S. consumers save approximately 9 million barrels (1.4 million m³) of oil. “

Což lze volně přeložit jako: „Například na každý milion tun recyklovaného hliníkového materiálu Američané ušetří ekvivalent 35 milionů barelů ropy (5,6 milionu m³). Na každý milion tun recyklovaného PET nebo HDPE plastu ušetří američtí spotřebitelé přibližně 9 milionů barelů ropy (1.4 milionu m³). [3]

V praktické části diplomové práce se zaměřuji na vzniklý hluk, prašnost a využití SDO, který vznikl v průběhu demolice, množství využití strojů a mechanizace vůči vlivu na životní prostředí.

4 Praktická část

4.1 Popis prostředí stavby

4.1.1 Umístění a popis stavby

Budoucí stavba Pavilonu FTZ v areálu ČZU se nachází na ulici Kamýcká 129 na Suchdole v Praze 6. Nyní se v prostředí budoucí stavby nachází několik objektů, které byly schváleny k celkové demolici:

- Kacení zeleně
- Objekt 18 - Garáže a sklady
- Objekt 16 - Aritma
- Objekt 17a – Údržba
- Drobné demolované objekty
- Podzemní objekty

Pro lepší představu objektů lze nahlédnout do Přílohy 7 a 8.

4.1.2 Zařízení staveniště - část demolice

Informace o rozsahu a stavu staveniště

Kvůli stísněným podmínkám a velkému objemu stavebních prací se zařízení staveniště omezí na nejnútnejší prvky jako jsou řešení staveništních rozvodů vody, elektro, oplocení a osvětlení staveniště, zřízení zpevněných ploch, provozní a sociální zařízení.

V prostoru navrhované novostavby se nachází stará zástavba, kterou je nutné kompletně zbourat. Staveniště se nachází v areálu ČZU a s ohledem na omezené časové možnosti projektu, má staveniště omezené možnosti rozsahu.

Staveništní komunikace

Během bouracích prací se zbudují zpevněné plochy pro provizorní komunikace po staveništi z původních silničních panelů. Veškeré zpevněné plochy, které na staveništi budou, se provedou z recyklovaného šterku a silničních panelů. U výjezdu ze staveniště budou položeny silniční panely a ocelové pláty.

K částečnému očištění vozidel bude sloužit výjezd ze stavby a bude provedeno ručním mechanickým čištěním, čištěním vodní hadicí a blokovým čištěním příjezdové komunikace pomocí čistícího vozu. Investor zajistí, aby komunikace byla udržována v čistotě během provádění bouracích prací.

Určení záborů

Během stavby se počítá se zábořem, který bude od pěší část ulice k Transformátoru až popříjezdovou komunikaci k objektu skleníků. Stávající areálová doprava nebude přerušena.

Splašková kanalizace

Splaškové vody budou napojeny na stávající kanalizační síť v JZ části staveniště.

Vodovod

Vodovodní přípojka bude zřízena ze stávajícího pavilonu údržby. Napojena na zařízení staveniště a dále rozvedena po staveništi. Druhé místo k odběru vody bude

sloužit hydrant na západní straně staveniště, s možností napojení vysokotlaké hadice. Odběrná místa budou osazena vodoměrem.

Přípojka elektro

Přípojka bude zřízena ze stávajícího pavilonu údržby. Napojena na zařízení staveniště a dále rozvedena po staveništi pomocí staveništních rozvaděčů.

Uspořádání a bezpečnost staveniště

Pro zabezpečení staveniště bylo nutné provést kolem celého areálu zařízení staveniště oplocení proti vniknutí nepovolaným osobám pomocí neprůhledného oplocení výšky 2,0m.

Bude docházet k omezení chodců a v dopravě okolí stavby. Stavební činnost bude probíhat tak, aby cesty pro dopravu zůstaly zachovány.

Práce na staveništi budou prováděny dle technologických postupů dané činnosti. Činnosti, které vyžadují speciální průkazy a osvědčení, budou provádět osoby, které prokáží svojí kvalifikaci pro tyto práce.

Vliv na životní prostředí

Stavbou zařízení staveniště nedojde k narušení podmínek pro ochranu životního prostředí. Nedojde poměrně k žádné prašnosti, hluku ani zápachu. Stavbou nebudou dotčeny žádné vodní zdroje. Na stavbu se nepožadují žádná zvláštní opatření pro ochranu životního prostředí.

4.1.3 Staveništní vjezdy a výjezdy

Na staveništi jsou navrženy tři vjezdy, které budou zároveň sloužit jako výjezd. Veškerý pohyb na a ze staveniště bude evidován v buňce stavbyvedoucího, která je umístěná u vstupu. Před výjezdem ze staveniště je umístěna plocha pro mechanické dočištění vozidel stavby. Nejdříve se provede mechanické čištění, případně čištění vodní hadicí.

Doprava uvnitř a vně staveniště

Staveniště je navrženo jako průjezdné, není možné navrhnout prostor pro otáčení vozidel. Z důvodu omezených skladovacích možností staveniště je nutné organizovat dopravu a zásobení materiálem tak, aby nedošlo ke kolizi.

Skladovací a pracovní plochy

Vzhledem ke stísněnému řešení staveniště a omezených ploch pro zařízení staveniště budou skládky omezené na minimum a dodávky materiálu na stavbu budou probíhat postupně a to tak, aby nedocházelo ke zbytečnému skladování materiálu, který není potřeba a k jeho vystavování klimatickým podmínkám.

Na staveništi bude také místo pro tříděný a komunální odpad. Jejich umístění

Provozní a sociální buňky staveniště

Sociální zařízení bude realizováno pomocí sanitární buňky SB5 a SB7 (P1 a P2). Kontejnery budou stohovatelné a budou se spojovat do větších prostorových celků. K horní řadě bude osazeno ocelové schodiště se vstupní plochou. Schodiště a plocha musí být opatřeny zábradlím výšky 1,0m.

Buňky jsou typizované a navrženy výrobcem dle platných norem a certifikátů. Manipulace s buňkami bude prováděno za pomoci auto jeřábu.

Osvětlení staveniště

Staveniště se nachází areálu ČZU. Osvětlení vnitřního prostoru stavby je řešeno staveništním osvětlením, které se nachází v prostoru buňkoviště, popřípadě může být dále rozšířeno po území staveniště. Po ukončení demoličních prací a hrubé stavby bude osvětlení uvnitř stavby doplněno o umělé osvětlení.

Hlídání staveniště a oplocení

Z hlediska akustické ochrany a ochrany třetích osob bude staveniště oploceno s výjimkou vjezdu a výjezdu ze staveniště bude použito neprůhledné oplocení s minimální výškou 2,0 m na betonových blocích (hluk šířený ze staveniště do okolního prostoru nepřekročí limit hluku $L_{Aeq} = 65$ dB). Na oplocení u vjezdu na staveniště budou osazeny výstražné tabulky a cedule, jenž upozorňují na probíhající stavební práce, zákazy a BOZP

Oplocení

Stavební pozemek je částečně oplocen. Oplocení bude zbouráno a veškerá výstavba bude probíhat v dočasně oploceném a jižní strany, které budou opatřeny uzamykatelnými brankami.

4.2 Pasport demolovaných objektů

Pasport demolovaných staveb byl vypracován na základě dostupné dokumentace objektů, vlastních fotografií pořízených při demoličních pracích na objektech k demolici určených, vlastních poznatků, které vznikly důsledkem demolice objektů a použitím technických zpráv demolovaných objektů. Ve výpočtech je zastoupen veškerý SDO vyprodukovaný daným objektem.

Výsledné množství SDO se může vůči opravdovému množství SDO mírně lišit odhadem v rozmezí +/- 15% objemu.

4.2.1 Kácení zeleně

Mezi první akce před samotnou demolicí přichází na řadu kácení zeleně, které slouží k uvolnění pracovního prostoru pro samotnou demolici a k lepšímu pracovního prostoru pro pracovní techniku.

V příloze 8 - Situace umístění dřevin je zvýrazněno, které stromy a křoviny se budou odstraňovat i s pařezy. Jen stromy pod číselným označením 32, 37 a 38 budou ponechány a ochráněny proti poškození stavebními pracemi. Veškerá zeleň a křoviny budou recyklovány pomocí průmyslového štěpkovače/drtiče nebo použity jako palivo pro spalovny nebo soukromé subjekty. [22]

4.2.2 Objekt 18 - Garáže a sklady

Objekt je obdélníkového půdorysu o rozměrech 42,29 x 11,0m o 1NP. Dříve objekt sloužil pro potřeby údržby areálu a také jako sklad a garáže vozidel údržby. Objekt je rozdělen na dvě části severní a jižní.

Jižní část objektu – sklady

Základy jsou železobetonové monolitické, a po demolici objektu kdy byly základy odhaleny se zjistilo, že základy jsou tvořeny základovými pasy pod vnějšími nosnými stěnami o rozměrech 0,6 x 1,4m o celkovém objemu 46,2m³.

Vrchní stavba objektu je zděná. Vnější nosné zdivo je zděné o tl. 0,35m a na východní straně objektu tl. 0,39m. a vnitřní nenosné zdivo též zděné z cihelného zdiva tl. 0,25m.

Konstrukce střechy je dle dokumentace popsána v souhrnné technické zprávě takto: „*zastřešená železobetonovými panely*“ [21]. Při provádění demoličních prací bylo zjištěno, že tato informace byla mylná, jelikož se stropní konstrukce skládá ze sbíjených příhradových pultových vazníků o výšce 1,3m na západní straně objektu a 1,0m u východní strany objektu čímž je určen spád střešní konstrukce k odvodu dešťové vody. Nosníky jsou podélně zavětrovány pomocí dřevěných prken. Skladba střešní konstrukce je provedena pomocí natavených asfaltových pásů v jedné vrstvě na podkladu z dřevěných prken. Na západní a východní části objektu je provedeno plechové oplechování pomocí vlnitého plechu ve výšce střešní konstrukce. Jižní a severní strana objektu je provedena pomocí zděné atiky o výšce 1,5m.

Povrchové konstrukce podlah jsou provedeny z litého betonu o tl. 0,08m, v části sociálního zázemí objektu je použito PVC. Podhled je dle souhrnné technické správy proveden z materiálu Lignát.

Při detailním prozkoumání jižní části objektu byly odebrány vzorky pro laboratoř na zjištění možného výskytu azbestu v konstrukci. Bylo zjištěno, že v podhledu pod vazníky byly nalezeny prvky azbestu, což mělo za příčinu povolání specializované firmy na jeho odstranění, i když se v souhrnné technické zprávě o možném výskytu nepředpokládalo. [21]

Severní část objektu – garáže

Železobetonová deska je o tl. 0,2m. Základy jsou železobetonové monolitické, a po demolici objektu kdy byly základy odhaleny se zjistilo, že základy jsou tvořeny základovými pasy 0,6 x 1,4m o celkovém objemu 41,72m³.

Nosná složka objektu je z ocelové konstrukce doplněna výplňovým cihelným zdivem o tl. 0,15m. Sloupy ocelové nosné konstrukce jsou z válcované obdélníkové oceli o rozměrech 0,1 x 0,2m. střešní konstrukce je tvořena trubkovou soustavou s prostorovým uspořádáním diagonál s odhadem trubkových prvků o vnějším rozměru 0,05m.

Skladba střešní konstrukce je provedena pomocí natavených asfaltových pásů v jedné vrstvě na podkladu z trapézového plechu a betonového potěru jako ztraceného bednění. Podhled je z trapézového plechu v místnosti 005.

Na západní a východní části objektu je provedeno plechové oplechování pomocí vlnitého plechu ve výšce střešní konstrukce. Severní strana objektu je provedena pomocí zděné atiky o výšce 1,12m.

Povrchové konstrukce podlah jsou provedeny z litého betonu. Objekt je osazen dřevěnými okny a ocelovými vraty. [21]

Popis objektu

Plocha objektu	399m ²
Obestavěný prostor	1920m ³
Výška objektu	4,79m
Orientační cena bouracích prací	1 500 000 Kč



Obrázek 15 - Pohled na Objekt 18 - Garáže a sklady [21]

4.2.3 Objekt 16 - Aritma

Objekt byl postaven v 70. letech 20. století. Jedná se o budovu se 2NP, dříve objekt sloužil katedře jazyků pedagogické fakulty a byl tvořen učebnami a pracovny pro výuku.

Základy jsou železobetonové monolitické, a po demolici objektu kdy byly základy odhaleny se zjistilo, že základy jsou tvořeny železobetonovými patkami 1,25 x 1,25 x 0,8m o celkovém objemu 45m³ a základovými pasy napojenými na patky 0,65 x 0,4m o celkovém objemu 29,0m³. Železobetonová deska je o tl. 0,2m s vrstvou vyrovnávací také z betonu o tl. 0,1m.

Vrchní stavba objektu je prefabrikovaná skeletová ze sloupů o rozměrech 0,45 x 0,45m. Výplňové vnější zdivo je tvořeno cihelnými bloky o tloušťce 0,35m. Zdivo mezi místnostmi je zděné o tl. 0,2 a 0,3m, zdivo mezi místnostmi a chodbou je o tl. 0,1m.

Vodorovné konstrukce jsou železobetonové. V 1.NP jsou odhadovány desky tl. 0,19m, ve 2.NP je v místnostech tl. Vodorovné konstrukce pomocí panelů tl. 0,25m a na chodbě desky tl. 0,15m. Sloupy jsou propojeny železobetonovými průvlaky o rozměrech 0,25 x 0,35m.

Konstrukce střešní krytiny je dle dokumentace popsána v souhrnné technické zprávě takto: „Spádová konstrukce ploché střechy je ze sbíjených příhradových vazníků“ [20]. Při provádění demoličních prací bylo zjištěno, že tato informace byla mylná, jelikož se stropní konstrukce skládá z železobetonových stropních panelů o tl. 0,19m, spádovou betonovou vrstvou ve tvaru sedlové střechy od středu střechy s příčným sklonem 4,5%, polystyrenové izolace tl. 0,1m a dvojitě izolace z asfaltových pásů, kdy první vrstva je provedena lepením pomocí hořáku a druhá vrstva pomocí lepidla na pěnové bázi. Tato konstrukce byla mylná, jelikož dle podkladů objekt prošel stavební úpravou, která spočívala v zateplení střešní části objektu a osazení plastových oken v roce 2012.

Povrchové konstrukce podlah jsou z dřevěných parket lepeny pomocí dehtu, převážně v místnostech učeben, dále bylo použito PVC podlah a na chodbě, schodišti a sociálním zařízení bylo použito dlažby a obkladu stěn do výšky 2,0m v sociálních zařízeních.

Objekt je vybaven sociálním zařízením, otopnou soustavou, ocelovými zárubněmi dveří, dveřmi a dřevěnými okny, která budou před demolicí odstraněny. [20]

Popis objektu

Plocha objektu	316,3m ²
Obestavěný prostor	2000m ³
Výška objektu	6,3m
Orientační cena bouracích prací	1 400 000 Kč



Obrázek 16 - Pohled na Objekt – Aritma [20]

4.2.4 Objekt 17a – Údržba

Jedná se o budovu se 2NP, dříve objekt sloužil jako pracoviště údržby. V 1.NP se nachází chodba dále prostor dílen a skladů. Ve 2.NP se nacházejí dvě místnosti archivů, kancelář a denní místnost, sociální zázemí a chodba.

Základy jsou železobetonové monolitické pasy s odhadem rozměrů 1,0 x 1,0m pod vnějšími nosnými prefabrikovanými panely a 0,65 x 1,0m.

Vrchní stavba objektu je prefabrikovaná skeletová. Obvodový plášť budovy je z prefabrikovaných stěnových panelů tl. 0,32m. Vnitřní nenosné příčky jsou z cihel dutých tl. 0,1m a 0,15m. dále se v objektu nachází dvouramenné železobetonové schodiště.

Vodorovné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými prefabrikovanými dutinovými panely o tl. 0,25m a betonovou vyrovnávací vrstvou o tl. 0,08m, na kterou je následně pokládána skladba podlahy.

Konstrukce střešní krytiny je jednoplášťová pomocí asfaltových pásů, které jsou položeny na prefabrikovaných železobetonových panelech tl. 0,25m.

Povrchové konstrukce podlah v 1.NP je použita dlažba v celém rozsahu podlaží, která dále pokračuje na schodiště a do chodby 2.NP. Ve 2. NP je v místnostech použito PVC, výjimku tvoří jen sociální zázemí ve 2.NP, kde je použita dlažba a obklad do výšky 2,0m.

Objekt je vybaven sociálním zařízením, otopnou soustavou, ocelovými zárubněmi dveří, dveřmi, dřevěnými okny a únikovým žebříkem, který bude před demolicí odstraněn. [19]

Popis objektu

Plocha objektu	246,23m ²
Obestavěný prostor	1905,87m ³
Výška objektu	7,9m
Orientační cena bouracích prací	1 600 000 Kč



Obrázek 17 - Pohled na Objekt 17a [19]

4.2.5 Drobné demolované objekty

Oplocení

Objekt oplocení slouží k ohrazení území, kde stojí stávající objekty. Nosná konstrukce oplocení je tvořena betonovými sloupky v betonových patkách. Vlastní oplocení je ze standardního pletiva, nebo z vlnitých plechů. Brány ocelové konstrukce s výplní hladkým plechem. [22]

Jedna část oplocení výšky 2,0m je ze sloupek z ocelových profilů I 160 po rozpětí 1,5m. Prostor mezi sloupky je vyplněn prostým betonem. Základy jsou železobetonové o rozměrech 1,2 x 0,9m o délce 25m.

Popis objektu

- Celková délka oplocení 260,0m
- Výška oplocení 2,0m
- Rozměry základů 1,2 x 0,9m

Konstrukce oplocení bude vybourána včetně základových konstrukcí

Objekt – Garáž s přístřeškem

Objekt slouží ke garážování 2 osobních automobilů a dále jako dílna pro objekt skleníků. Kombinace zděné a ocelové nosné konstrukce. Střecha z vlnitého plechu.

Základové konstrukce betonové, monolitické. Vybouráno včetně základových konstrukcí. Před bouráním odpojit objekt od veškerých inženýrských sítí. Viz. Příloha 7

Popis objektu

Garáž

- Půdorysné rozměry 8,6 x 6,3m
- Zastavěná plocha 48,0m²
- Výška 2,5m
- Obestavěný prostor 120,0m³

Přístřešek

- Půdorysné rozměry 6,3 x 5,7m
- Zastavěná plocha 37,0m²
- Výška 2,5m
- Obestavěný prostor 112,0m³



Obrázek 18 - Přední strana objektu
Zdroj - Příloha 7



Obrázek 19 - Zadní strana objektu
Zdroj 8 - Příloha 7

Objekt – Unimobuňky a plechový sklad

Objekty sloužili jako sklady materiálů pro objekt skleníků. Na zpevněné ploše vedle Objektu 18 - Sklady a garáže, jsou umístěny dvě unimobuňky a plechový sklad.

Popis objektu

2 unimobuňky

- Objekt o půdorysných rozměrech 2,7 x 6,0m
- Výška 3,4m
- Zastavěná plocha obou buněk 52,0m²

Plechový sklad u severní strany objektu údržby

- Objekt o půdorysných rozměrech 2,7 x 9,7m
- Výška 3,0m
- Zastavěná plocha 26,2m²
- Obestavěný prostor 78,0m³

Vybouráno včetně betonové zpevněné plochy pod objekty. Viz. Příloha 7



Obrázek 20 - Unimobuňky a plechový sklad

4.2.6 Podzemní objekty

Potrubní kanál 1 (Objekt 8)

Řešený podzemní objekt byl zařazen do demoličních výkresů na základě poskytnutých informací z dochované dokumentace, kdy po následném odhalení zeminy v místě možného potrubního kanálu nebyl daný objekt nalezen.

Popis objektu

Železobetonový, monolitický kanál tvaru „U“ se zakrytím železobetonovými prefabrikovanými deskami, izolací z asfaltových pásů a ochrannou vrstvou z prostého betonu.

- Kanál se předpokládá vnitřního průřezu 1,0 x 1,0m
- Tloušťka konstrukce 0,2m
- Strop kanálu cca 1,0m pod terénem
- Předpokládaná hloubka výkopu 2,5m
- Délka bouraného úseku 51,0m

Oba konce stávajícího kanálu budou zazděny-plná cihla tl. 30 cm na MC (popřípadě zabetonovány) s doplněním hydroizolace z modifikovaných asfaltových pásů. Inženýrské sítě v kanále budou přeloženy. [22]

Potrubní kanál 2 (Objekt 9)

Tento potrubní kanál spojuje dva objekty údržby a vedou ním kabely NN, kabely slaboproudu, potrubí pitné vody.

Popis objektu

Železobetonový, monolitický kanál tvaru „U“ se zakrytím železobetonovými prefabrikovanými deskami, izolací z asfaltových pásů a ochrannou vrstvou z prostého betonu.

- Kanál se předpokládá vnitřního průřezu 1,0 x 1,0m
- Tloušťka konstrukce 0,2m
- Strop kanálu cca 1,0m pod terénem
- Předpokládaná hloubka výkopu 2,5m
- Délka 43,5m

V místě zaústění kanálu do stávajícího objektu bude čelo zazděno-plná cihla tl. 30cm na MC (popřípadě zabetonováno) s doplněním hydroizolace z modifikovaných asfaltových pásů. [22]

Potrubní kanál 3 (Objekt 11)

Vybourání podzemního potrubního kanálu zaústěný do objektu katedry jazyků, který bude vybourán (Objekt 16 - Aritma). Řešený podzemní objekt byl zařazen do demoličních výkresů na základě poskytnutých informací z dochované dokumentace, kdy po následném odhalení zeminy v místě možného potrubního kanálu nebyl daný objekt nalezen. [22]

Popis objektu

Železobetonový, monolitický kanál tvaru „U“ se zakrytím železobetonovými prefabrikovanými deskami, izolací z asfaltových pásů a ochrannou vrstvou z prostého betonu.

- Kanál se předpokládá vnitřního průřezu 1,8 x 1,0m
- Tloušťka konstrukce 0,20m
- Strop kanálu cca 1,0m pod terénem
- Předpokládaná hloubka výkopu 2,5m
- Délka 9,5m

Čelo kanálu bude zazděno-plná cihla tl. 30cm na MC (popřípadě zabetonováno) s doplněním hydroizolace z modifikovaných asfaltových pásů. Inženýrské sítě v kanále budou zrušeny. [22]

4.2.7 Zpevněné plochy

Zpevněné plochy asfaltové

Asfaltové povrchy, které budou demolovány vedou podél severní hranice staveniště od křižovatky tvaru „T“ z ulice K Transformátoru k Objektu skleníků.

Popis objektu

- Plocha vybouraného asfaltového povrchu je 250,0m²
- Výška vybouraného povrchu a podkladní vrstvy v tl. 0,3m

Zpevněné plochy betonové

Betonové plochy se nachází v místě stavby. Jedná se o několik druhů betonových povrchů:

- | | |
|-------------------|----------------------|
| • Litý beton | 372,0m ² |
| • Dlažba | 1633,0m ² |
| • Silniční panely | 1159,0m ² |

Plochy budou demolovány včetně podkladních šterkových vrstev do tl. 0,2m [22]

4.2.8 Inženýrské sítě

Před započítím bouracích prací je nutno zaměřeni jednotlivých sítí správci těchto sítí. Je nutné předpokládat s odchylkami od projektové dokumentace.

Ve výkopu se nacházejí inženýrské sítě:

- Kabely VN a NN
- Potrubí pitné vody
- Potrubí kanalizační

Veškeré inženýrské sítě budou v místě výkopu odstraněny, zaslepeny, popřípadě přeloženy mimo hranu výkopu v rámci řešení dle projektové dokumentace. [22]

4.3 Pasport dotčených objektů

Pasport objektů slouží při demoliční fázi projektů ke zhodnocení stávajícího stavu objektů, které mohou být narušeny nebo poškozeny demoliční činností na staveništi. Dále slouží jako ochrana stavebníka, kdyby došlo k jakémukoli poškození objektu třetí osobou nebo jinou činností, která nebyla způsobena činností na stavbě v případném nařčení nebo soudně-právního vztahu.



Obrázek 21 - Situace pasportizace 1

4.3.1 Sousedící objekt 1

Objekt pasportizace se nachází v SV části hranic staveniště v ulici K Transformátoru 636/4, kde vede hlavní mimostaveništní komunikace pro



Obrázek 22 - Pohled na pasportovaný objekt 1 [15]

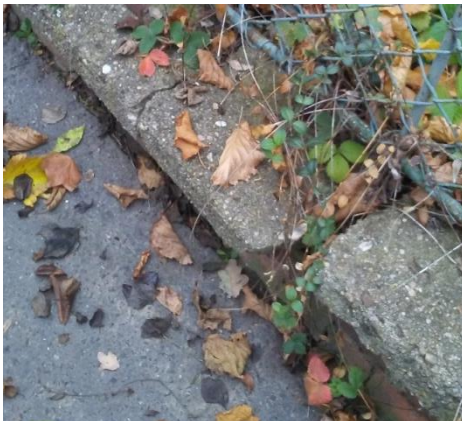
příjem/odvoz materiálu v blízkosti daného objektu. K danému objektu byl provedena fotodokumentace k jasnému znázornění vad objektu. Jedná se o rodinný dům se dvěma nadzemními podlažními a přilehlou zahradou. Objekt již v době pasportizace jeví známky poškození jako jsou:

- Trhliny ve zdivu
- Propadlé chodníky
- Plot objektu

Pasportizace objektu a fotodokumentace byla pořízena se souhlasem majitele objektu. [15]



Obrázek 25 - Poškozený plot [15]



Obrázek 23 - Poškozený plot 2 [15]



Obrázek 24 - Trhlina ve zdivu [15]

4.3.2 Sousedící objekt 2

Objekt pasportizace se nachází v SV části hranic staveniště v ulici K Transformátoru 636/3, kde vede hlavní mimostaveništní komunikace pro příjem/odvoz materiálu v blízkosti daného objektu. K danému objektu byl provedena fotodokumentace k jasnému znázornění vad objektu. Jedná se o rodinný dům se dvěma nadzemními podlažími a přilehlou zahradou. Objekt již v době pasportizace jeví známky poškození jako jsou:

- Trhliny ve zdivu
- Propadlé chodníky
- Nerovnoměrné napojení anglických dvorků na dlažbu

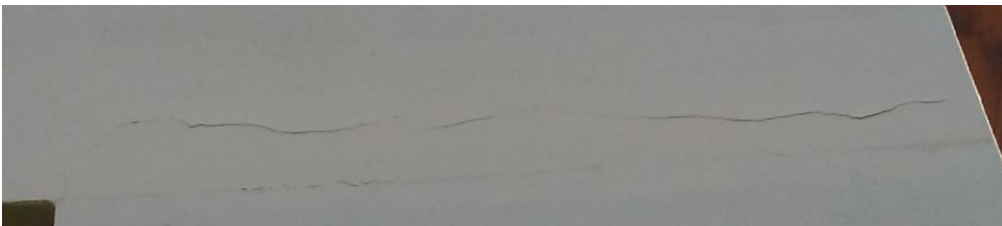
Pasportizace objektu a fotodokumentace byla pořízena se souhlasem majitele objektu.



Obrázek 28 - Pohled na pasportovaný objekt 2 [16]



Obrázek 27 - Napojení dlažby [16], Obrázek 26 - Propadlá dlažba [16]



Obrázek 29 - Trhlina ve zdivu [16]

[16]

4.3.3 Objekt skleníků

Objekt pasportizace se nachází v SZ části hranic staveniště v ulici Kamýčká, kde vede hlavní mimostaveništní komunikace pro příjem/odvoz materiálu v blízkosti daného objektu. K danému objektu byl provedena fotodokumentace k jasnému znázornění vad objektu. Jedná se o objekt sloužící jako technologické zázemí pro skleníky. Objekt již v době pasportizace jeví známky poškození jako jsou:

- Trhliny ve zdivu
- Poškozené zdivo
- Díry v omítce
- Opadající omítka

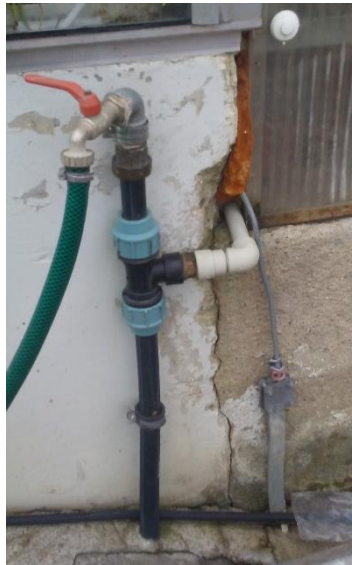
Pasportizace objektu a fotodokumentace byla pořízena se souhlasem majitele objektu.



Obrázek 33 - Objekt skleníků [17]



Obrázek 32 - Trhlina ve zdivu
[17]



Obrázek 31 - Díry v omítce [17]



Obrázek 30 - Opadající omítka
[17]

4.3.4 Objekt institutu tropů a subtropů

Objekt pasportizace se nachází v JZ části hranic staveniště a sousedí s objektem skleníků. K danému objektu byl provedena fotodokumentace k jasnému znázornění vad objektu. Objekt slouží jako výzkumné centru katedry tropického zemědělství. Objekt již v době pasportizace jeví známky poškození jako jsou:

- Poškozené obrubníky
- Poškozené zdivo

Pasportizace objektu a fotodokumentace byla pořízena se souhlasem majitele objektu. [18]



Obrázek 36- Pohled na objekt [18]



Obrázek 35 - Poškozené obrubníky [18]



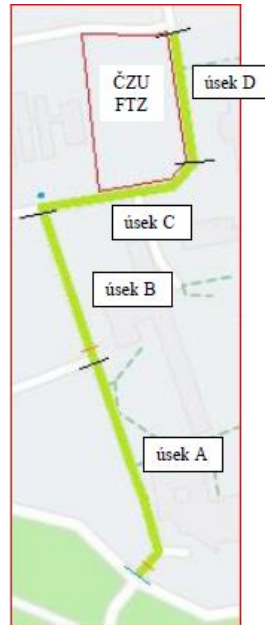
Obrázek 34 - Poškozená dlažba [18]

4.3.5 Pasport příjezdové trasa

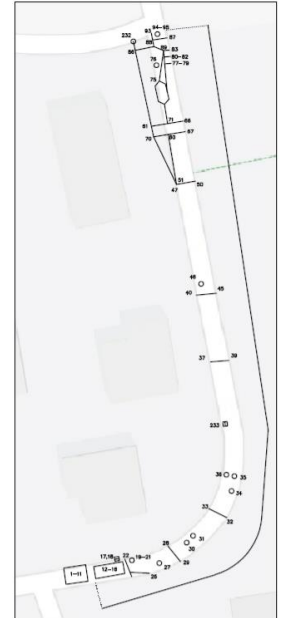
Pasportizace se zabývá příjezdovou komunikací od vstupu do areálu až po vjezd na stavenišť. Pro velkou řadu vad a velký záběr pasportizace byla komunikace rozdělena do 4 úseků. Objekt již v době pasportizace jeví známky poškození jako jsou:



Obrázek 39 - Označení místa příjezdové trasy [23]



Obrázek 38 - Příjezdová trasa ke staveništi [23]



Obrázek 37 - Detailní situace Úseku D [23]

- Trhliny ve vozovce
- Poškozené obrubníky
- Propadlé poklopy kanalizace
- Popraskané spáry ve styku opravené a stávající vozovky
- Díry ve vozovce
- Otláčeniny ve vozovce
- Znečištěné obrubníky od pneumatik [23]



Obrázek 43 - Propadlý poklop kanalizace [23]



Obrázek 40 - Poškozený obrubník [23]



Obrázek 41 - Používaný zpomalovací práh [23]



Obrázek 42 - Trhlina ve vozovce [23]

4.4 Návrh variant z hlediska technologického

V této kapitole se zaměříme na projekt z pohledu technologického. K vytvoření technologického harmonogramu použijeme program MS Project 2013, dále hodnoty z databáze RTS, technologické listy strojů a vlastní zkušenost ze zmíněné stavby v podobě fotografií a zápisů ze stavebního deníku. Rozhodneme o množství a specifikaci strojů a pracovníků nutných k provedení demolice veškerých objektů k tomu určených. Pro každou variantu bude rozdílné použití strojů s ohledem na průběh demolice a použití případné recyklační technologie. Veškerý postup prací bude rozkreslen a znázorněn pomocí výkresů rozdělených do jednotlivých variant 1-3 a jednotlivé varianty do etap 1-7. Kompletní dokumentace provedení demolice s technickými listy použitých strojů budou přiloženy v samostatné příloze 1.

4.4.1 Odvoz a předání osobě oprávněné - V1 - Skládka

Tento způsob nakládání se SDO bude zaměřen na principu bez recyklace a uvažován v co největší míře dle skutečného provedení. Kromě odpadové oceli, železa a dřeva ze stromů a křovin, které se dá zpeněžit ve sběrnách kovů se veškerý ostatní SDO odveze přímo na skládku osobě oprávněné. Technologický postup je rozdělen do 2 fází. První fáze demolice se zabývá odstraněním vnitřního vybavení jako je sociální zařízení, PVC podlahy, radiátory, potrubí topenářské, výplně otvorů dveří, oken a vrat objektů a zpracováním dřeva ze stromů a křovin. Ve 2. fázi se přejde k samotné demolici veškerých objektů a odvozu SDO na skládku pomocí nákladních automobilů.

Technologický postup

V této variantě se uvažuje s 1 strojem CAT 324E LN a pracovníků na manuální práce s využitím základního nářadí na demolice a motorových pil. Dále nákladních automobilů Volvo FMX 8x6, štěpkovače Eschelboeck Biber 84 na podvozku MAN 6x6, nákladního auta s hydraulickou rukou MAN 26.414 FNL, tahač s posuvnou podlahou a tahač klanicový.

Technologický postup - rozdělení do Etap

1. Etapa

- Kácení dřevin - zpracování a odvoz dřeva
- Unimobuňky a plechový sklad - odvoz

2. Etapa

- Garáže a sklady - 1. fáze - odstranění azbestu
- Aritma - 1. fáze - Dekonstrukce objektu
- Drobné demolované objekty - 1. fáze - Pletivo + sloupky, opěrné zídky

3. Etapa

- Garáže a sklady - 1. fáze - Dekonstrukce objektu
- Aritma - 2. fáze - Demolice objektu

4. Etapa

- Garáže a sklady - 2. fáze - Demolice objektu
- Údržba 17a - 1. fáze - Dekonstrukce objektu
- Garáž s přístřeškem - 1. fáze - Dekonstrukce objektu

5. Etapa

- Údržba 17a - 2. Fáze - Demolice objektu
- ŽB oplocení - 1. Fáze - Demolice objektu
- Zpevněné plochy - 1. Fáze - Demolice a odvoz

Technologický postup - rozdělení do Fází

1. Fáze

V první fázi dojde k odstranění křovin, stromů, dále dekonstrukce a odstrojování objektů od vnitřního vybavení, výplní otvorů dveří a oken, odstranění podlah, střešních krytin a klempířských prvků. Následně budou tyto materiály uloženy do přistavených kontejnerů a následně odváženy na skládku nebo k dalšímu využití. Následně dojde ke zřízení zařízení staveniště, jelikož jako dočasné zařízení staveniště slouží objekt údržby 17a.

Kácení dřevin

Po předání staveniště stavebníkovi se začne s kácením zeleně a křovin na pozemku pomocí těžké techniky a pracovníků s motorovými pilami kvůli vyčištění místa stavby a zvětšení prostoru pro ukládání materiálu a následnému zřízení zařízení staveniště.

Veškerý odpad z kácení a stromů a křovin bude pomocí těžké techniky umístěn v jižní a západní části staveniště za objektem garáží a skladů kde bude následně zpracováván pracovníky na menší kusy, štěpkován pomocí mobilní štěpkovací linky Eschelboeck Biber 84 na podvozku MAN 6x6 dále bude nakládán na tahač s posuvnou podlahou a následně odvážen tahačem klanicovým k dalšímu zpracování. Zpracování a odvoz bude na náklady zpracovatele, více rozvedeno v ekonomické části 4.5.1. Po odstranění veškerých křovin a stromů bude zřízeno zařízení staveniště podél východní části stávajícího pavilonu údržby, na který bude napojeno zařízení staveniště ze severní části na vodu a elektřinu potřebnou pro staveniště. Následně se odvezou unimobuňky a plechový sklad nacházející se u severní strany objektu garáží a skladů na skládku jako odpad a železo pomocí nákladního automobilu MAN 26.414 FNL.

Objekt 16 Aritma

Demolice začne na objektu Aritma v SV části staveniště postupným rozebíráním od střechy až po 1.NP. Ze střešní konstrukce se odstraní asfaltové pásy a EPS izolace do oddělených kontejnerů, které budou umístěny u západní části objektu, následně budou odstraněny ze střechy veškeré klempířské prvky. Při započítání dekonstrukčních prací na objektu Aritma zároveň začne i odstranění azbestu v jižní části objektu skladu a garáží specializovanou firmou.

Dekonstrukce dále pokračuje ve 2.NP kde dojde též k základnímu dělení demoličního odpadu. Odstraní se ocelové zárubně dveří, PVC podlahy, dřevěné parkety lepeny dehtem, plastová okna včetně skleněných výplní a vnitřní vybavení v podobě sociálního zařízení a ocelové radiátory včetně potrubí. Takto proběhne i dekonstrukce v 1.NP. Kontejnery na odpad, který vznikne po dekonstrukci budou umístěny u severního vchodu do objektu, kde se bude třídít železo, SDO a dřevo, které budou průběžně odváženy na skládku.

Objekt 18 Garáže a sklady

Po odstranění azbestu z objektu garáží se bude postupovat obdobně jako u objektu Aritma. Dekonstrukce začne odstraněním vnitřního vybavení jako je sociální zařízení, PVC podlahy, radiátory, potrubí topenářské, výplně otvorů dveří, oken a vrat. Odpad z vnitřního vybavení bude roztříděn do kontejnerů u objektu. Odpad z odstranění asfaltového povrchu střechy bude ukládán do kontejneru na východní straně objektu garáží a skladů. Následně se odstraní oplechování. Dále se pokračuje odstojením jižní části objektu. Postupuje se systematicky od střechy objektu, kde se odstraní asfaltové pásy, následně dřevěný podklad z prken. Po odstranění vrchní části střešního pláště pomocí těžké techniky dojde k odstranění sbíjených dřevěných nosníků.

Objekt Údržby 17a

Následně se přechází k dekonstrukci posledního většího objektu určeného k demolici, objekt údržby 17a. Postupuje se obdobně jako u ostatních objektů, jako první se odstojí střešní konstrukce od asfaltových pásů a oplechování atiky a ocelového žebříku na severní části objektu. Následně se provede odstranění vnitřního vybavení 2.NP a následně 1.NP od sociálního zařízení, PVC podlah, radiátorů, potrubí topenářského, výplně otvorů dveří, oken a vrat. Veškerý odpad se roztřídí do kontejnerů umístěných u vchodu do objektu, kde se bude třídít železo, SDO a dřevo, které budou průběžně odváženy na skládku.

Drobné demolované objekty

Poslední objekty kde bude použita převážně manuální práce jsou objekty drobné. Jedná se o objekty oplocení, které se skládá z pletiva a nosných ocelových sloupků, vjezdových vrat k objektu skleníků, které se nachází v SZ rohu staveniště. Jako celek se bude dekonstruovat objekt garáž s přístřeškem v SZ rohu stavby. Veškerý odpad se bude umisťovat do kontejnerů u objektu garáže a sklady.

2. Fáze

Druhá fáze plynule navazuje na fázi první, kdy po odstranění veškerého odpadu, který mohl být odstraněn manuální prací pracovníků s použitím ručního nářadí nebo lehké mechanizace jako hydraulických kladiv, motorových pil či řezných nástrojů přichází na řadu demolice nosné i nenosné konstrukce objektů pomocí těžké techniky s použitím nástavců jako jsou demoliční nůžky a hydraulické bourací kladivo a následný odvoz materiálu pomocí nákladních automobilů na skládku. Pro 2. fázi bude vybudována nová staveništní komunikace ze silničních panelů umístěných na stavbě, kdy vjezd na stavbu byl zvolen brána číslo 3 a pro výjezd ze stavby byl zvolen brána číslo 2.

Objekt 16 Aritma

Jako první objekt který bude demolován je objekt Aritma. Objekt bude postupně demolován od jižní strany směrem ke straně severní postupným stříháním konstrukce demoličními nůžkami od středu k vnějším stěnám. Při práci bude přivedena voda z hydrantu umístěném na západní hraně staveniště a ke snížení prašnosti při provádění demolice bude místo demolice kropeno pracovníkem pomocí požární hadice s proudnicí. Po demolici objektu bude materiál odvezen na skládku jako směs betonu, cihel, tašek pod označením 17 01 07. Po odvezení materiálu se bude pokračovat v demolici ŽB

základů a ŽB desky stavby pomocí hydraulického kladiva. Následně bude odpad odvezen na skládku pod označením 17 01 01.

Objekt 18 Garáže a sklady

Další objekt, který se bude demolovat je severní část objektu garáží a skladů. Po odstrojení objektu v první fázi se jako první odstraní výplňové zdivo ocelové konstrukce pomocí těžké techniky s lopatou způsobem stržení severní stěny taháním a postupného vybourání ostatního výplňového zdiva pomocí lopaty. Po odstranění výplňového zdiva se taháním pomocí zaklínění do ocelové konstrukce střechy demoličními nůžkami strhne konstrukce jako celek k zemi směrem na sever. Následně bude ocelová konstrukce roztrhávána pomocí demoličních nůžek na menší celky a situována na jednu kupu a po složení kontejneru na již vyčištěné místo od sutí z objektu bude ocel vložena do kontejneru k odvozu do sběrný kovů.

Dále se bude demolovat jižní část objektu skladu a garáží, která byla již v první fázi dekonstruována a byl z ní odstraněn azbest specializovanou firmou. Pomocí těžké techniky bude objekt demolován směrem dovnitř pomocí demoličních nůžek. Po odvezení materiálu se bude pokračovat v demolici ŽB základů a ŽB desky stavby pomocí hydraulického kladiva. Následně bude odpad odvezen na skládku pod označením 17 01 01.

Objekt Údržby 17a

Posledním velkým objektem určeným k demolici je objekt k údržby 17a, který ze začátku stavby do doby než se zprovoznilo stálé zařízení staveniště sloužilo jako přechodné zařízení staveniště. Objekt se bude demolovat z jižní strany směrem dovnitř a ven k panelům vnějším, tak aby nedošlo k zasažení zařízení staveniště troskami z demolice. Po demolici objektu bude materiál odvezen na skládku jako směs betonu, cihel, tašek pod označením 17 01 07. Po odvezení materiálu se bude pokračovat v demolici ŽB základů a ŽB desky stavby pomocí hydraulického kladiva. Následně bude odpad odvezen na skládku pod označením 17 01 01.

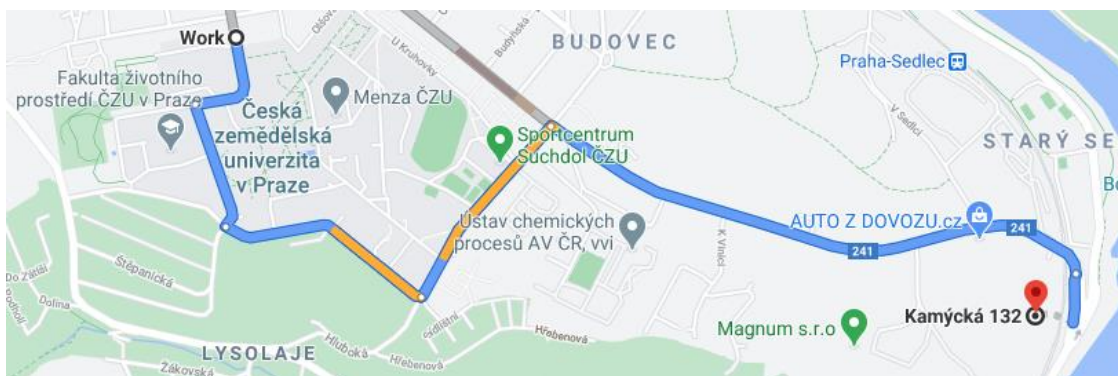
Zpevněné plochy - betonové a asfaltové

Po ukončení demolice budou silniční panely odvezeny na skládku, nebo uloženy na stavbě k dalšímu využití jako staveništní komunikace pro nákladní dopravu, a následně odvezeny též na skládku. Asfaltové povrchy budou rozebrány a nahrazeny povrchem novým v části konečných úprav stavby z důvodu možného poškození nákladní dopravou při stavbě.

- Výkresy 1. a 2. Fáze po objektech viz přílohy

Dopravní trasa - odvoz na skládku

Veškerý SDO se odváží v této variantě na skládku, která byla určena i v realitě pro uložení a další nakládání se SDO, jedná se o skládku „Deponie Sedlec“ firmy Lupa demolice s.r.o. vzdálenou 3,9 km od místa stavby.



Obrázek 44 - Dopravní trasa - Deponie Sedlec

4.4.2 Recyklace na místě stavby - V2 - Recyklační linka

Tento způsob nakládání se SDO bude zaměřen na principu recyklace na místě stavby pomocí mobilní recyklační linky v podobě třídiče CHIEFTAIN 1400 a drtiče SANDVIK QJ241. První fáze demolice se zabývá odstraněním vnitřního vybavení jako je sociální zařízení, PVC podlahy, radiátory, potrubí topenářské, výplně otvorů dveří, oken a vrat objektů a zpracováním dřeva ze stromů a křovin. Ve druhé fázi se zabýváme vybouráním nenosného zdiva ve všech objektech a přesunem do recyklační linky umístěné vedle severní části objektu garáží a skladů. Ve 3. fázi se zaměříme na demolici nosných konstrukcí objektů z oceli, železobetonu, betonu a následnou recyklaci na recyklační lince a prodejem recyklátu a ocelového šrotu ve sběrně kovů. Veškerý recyklovaný SDO se uvažuje v této variantě 70% Sdo bude prodáno a 30% SDO bude odvezeno na skládku pod označením 17 01 07 Směsi a nebo oddělené frakce.

Technologický postup

V této variantě se uvažuje s 1 strojem CAT 324E LN, s 1 kolovým nakladačem 926M a pracovníky na manuální práce s využitím základního náradí na demolice a motorových pil. Dále minibagru C08 POWER, minidumperu ViO12-2A a nákladních automobilů Volvo FMX 8x6, štěpkovače Eschelboeck Biber 84 na podvozku MAN 6x6, nákladního auta s hydraulickou rukou MAN 26.414 FNL, tahač s posuvnou podlahou a tahač klanicový.

Technologický postup - rozdělení do Etap

1. Etapa

- Kácení dřevin - zpracování a odvoz dřeva
- Unimobuňky a plechový sklad - odvoz
- Garáže a sklady - 1. Fáze - odstranění azbestu
- Garáž s přístřeškem - 1. Fáze - Dekonstrukce objektu
- Drobné demolované objekty - 1. Fáze - Pletivo + sloupky

2. Etapa

- Garáže a sklady - 1. Fáze - dekonstrukce objektu
- Garáže a sklady - 2. Fáze -demolice objektu SEVER

3. Etapa

- Garáže a sklady - 2. Fáze -demolice objektu JIH

- Údržba 17a - 1. Fáze - Dekonstrukce objektu
- Umístění recyklační linky

4. Etapa

- Údržba 17a - 3. Fáze - Demolice objektu - zdivo
- Aritma - 1. Fáze - Dekonstrukce objektu

5. Etapa

- Aritma - 2. Fáze - Demolice objektu - zdivo
- Údržba 17a - 3. Fáze - Demolice objektu - ŽB

6. Etapa

- Přesun recyklační linky
- Aritma - 3. Fáze - Demolice objektu - ŽB
- Garáže a sklady - 3. Fáze - Demolice objektu - ŽB základy

7. Etapa

- Přesun recyklační linky
- Drobné demolované objekty - 1. Fáze - Opěrné zidky, ŽB oplocení
- Zpevněné plochy - 1. Fáze - Demolice a odvoz

Technologický postup - rozdělení do Fází

1. Fáze

Technologický postup v rozsahu 1. fáze bude stejný jako v předchozí kapitole 4.4.1. kde dojde k postupnému odstrojení objektů od střešních konstrukcí a vnitřního vybavení. Následně bude veškerý tento odpad umístěn do kontejnerů a odvezen na skládku nebo k dalšímu využití či prodeji.

2. Fáze

Druhá fáze plynule navazuje na fázi první, kdy po odstranění veškerého odpadu, který mohl být odstraněn manuální prací pracovníků s použitím ručního náradí nebo lehké mechanizace jako hydraulických kladiv, motorových pil či rezných nástrojů přichází na řadu demolice nenosné konstrukce objektů pomocí lehké techniky jako jsou bourací kladiva, minidumperu, minibagru a ručního náradí. Vybouraný materiál nenosného zdiva, obkladů, dlažeb a omítek se následně bude převážet pomocí kolového nakladače do drtiče a po roztrídění na frakce v třídíči bude naložen na nákladní automobily a odvezen k dalšímu využití. Z důvodu použití recyklační linky se v první řadě bude třídit zdivo a po přetřídění a odvozu recyklátu ze zdiva se začne třídit beton a ŽB.

Objekt 18 Garáže a sklady

V případě severní části objektu po odstrojení ve fázi jedna můžeme pokračovat demolicí výplňového zdiva a následně ze severní strany objektu se bude pokračovat stržením a roztřiháním ocelové konstrukce a odvezením velkoobjemovými kontejnery do sběrný kovů.

Jižní strana objektu se po odstrojení ve fázi jedna již nemusí dále demolovat ručním náradím nebo lehkou mechanizací, jelikož v tento moment se v objektu nachází jen zdivo nosné a nenosné, které bude zdemolováno směrem dovnitř pomocí těžké techniky. Následně bude odvezeno do recyklační linky po roztrídění bude nákladními automobily odvezen k dalšímu využití.

Objekt Údržby 17a

Dalším objektem určeným k demolici je objekt k údržby 17a, který ze začátku stavby do doby než se zprovoznilo stálé zařízení staveniště sloužilo jako přechodné zařízení staveniště.

Po odstrojení objektu ve fázi 1 se stejně jako u předchozích objektů použije lehká mechanizace a odstraní se nenosné vnitřní zdivo, obklady a dlažby a veškerý materiál se bude shazovat do ohraničeného a zabezpečeného prostoru při západní straně budovy, dále budou zablokovány a zamčeny ocelová vrata za západní straně objektu v 1.NP. Tato strana ke shozu materiálu byla zvolena kvůli dostatečnému prostoru k dopadu materiálu, místem nevede staveništní komunikace a v budově se již nenachází ZS. U jižní strany objektu bude zřízeno dočasné oplocení, aby se zamezilo pohybu osob kolem dopadového místa sutí, dále bude místo dopadu opáskováno a zřetelně označeno.

Veškerý takto vzniknutý SDO bude odvezen pomocí kolového dumperu do místa umístění mobilní recyklační linky, která se nachází u severní strany objektu 18 Garáží a skladů, odkud bude následně odvážen k dalšímu využití.

Objekt 16 Aritma

Objekt bude postupně demolován pomocí lehké mechanizace v podobě minidumperů a minibagrů v součinnosti s manuálními pracovníky s bouracími kladivy a ručním nářadím. Bude se postupovat od jižní strany k severní. Lehká mechanizace se použije k demolici nenosných příček a jejich odvozu. Bourací kladiva a ruční nářadí k odstranění omítek, obkladů a dlažeb veškerý odpad bude situován k severní části objektu. Kvůli nebezpečí úrazu bude severní vstup do budovy zablokován pomocí dřevěných desek, tak aby nebyl umožněn průchod a ke vchodu do objektu. V místě schodiště u okenního otvoru na severní straně objektu, který bude využíván ke shozu materiálu bude zřízen provizorní ochranný prostor, aby nedošlo ke zranění pracovníků padající sutí z místa shozu při pohybu na schodišti. Bude vybudován nový vchod na jižní straně objektu v místě okenního otvoru v chodbě objektu, další východ z objektu se může využívat vchod na východní straně objektu.

Po ukončení prací v 2. NP bude probíhat stejným způsobem i demolice 1.NP. Dojde k odbednění vchodu na severní straně objektu. Postupná demolice bude probíhat od jižní strany objektu k severní části objektu. Veškerý SDO bude situován u severní části objektu ve vzdálenosti cca 5 m od vchodu do objektu, kvůli dostatečné manipulaci s lehkou technikou.

Veškerý takto vzniknutý SDO bude odvezen pomocí kolového dumperu do místa umístění mobilní recyklační linky, která se nachází u severní strany objektu 18 Garáží a skladů, odkud bude následně odvážen k dalšímu využití.

3. Fáze

V poslední 3. fázi se přejde k samotné demolici. 3. fáze navazuje na 2. fázi kdy byla odstraněna nenosná část objektů a zůstala jen nosná část objektů jako je ŽB skelet, stěnové a stropní panely a základy. V poslední řadě přecházíme k demolici nosné konstrukce objektů pomocí těžké techniky s použitím nástavců jako jsou demoliční nůžky a hydraulické bourací kladivo a následný odvoz materiálu na recyklační linku

pomocí kolového dumperu a po drcení a následném roztřídění pomocí nákladních automobilů k dalšímu využití.

Objekt Údržby 17a

Prvním objektem určeným k demolici je objekt Údržby 17a který bude demolován z jiho-východního rohu objektu směrem dovnitř od vnitřních nosných panelů k vnějším nosným panelům směrem dovnitř s velkým důrazem na bezpečnost, jelikož se ve vzdálenosti 7,4 m od jižní strany objektu nachází nově zbudované ZS. Po zdemolování nosné části objektu a odvezení na recyklační linku se přejde k ŽB základům a desky budovy. Základy budou rozdraceny pomocí hydraulického kladiva na menší kusy, rozdraceny a roztříděny recyklační linkou a následně odvezeny pomocí nákladních aut k dalšímu využití.

Objekt 18 Garáže a sklady

U tohoto objektu dojde už jen k demolici ŽB základů objektu pomocí pásového bagru s použitím bouracího kladiva, a následně drcení a třídění recyklační linkou a odvozem nákladními automobily k dalšímu využití.

Objekt 16 Aritma

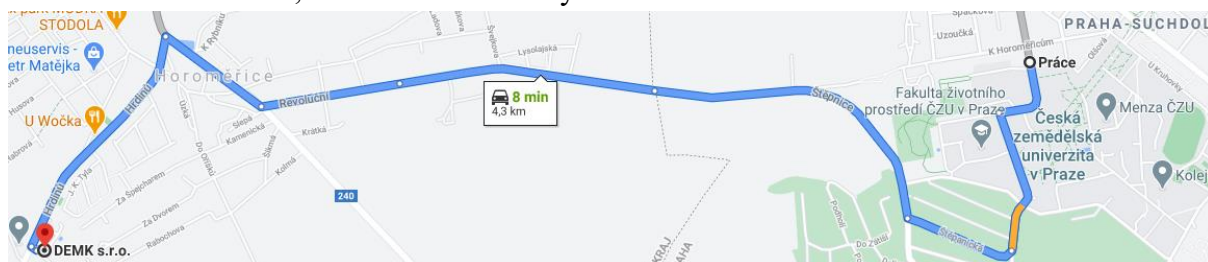
Demolice objektu bude probíhat od jižní strany směrem k severní od středu ke stranám postupným stříháním konstrukce pomocí hydraulických demoličních nůžek. Po demolici nosného skeletu objektu se větší kusy rozbourají pomocí hydraulického kladiva. Následně se takto upravený odpad odveze kolovým nakladačem do drtiče a po následném třídění pomocí nákladních automobilů k dalšímu využití. Po vyčištění od odpadu vzniklého demolicí skeletu se pokračuje demolicí ŽB základů a desek pomocí hydraulického kladiva a následnému drcení a třídění na recyklační lince. Poté bude materiál odvezen pomocí nákladních automobilů k dalšímu využití.

Drobné demolované objekty

Výplň ŽB oplocení bude demolována těžkou technikou pomocí demoličních nůžek. Ocelové I profily budou odštípnuty stejným nástavcem a ŽB základy oplocení a zídek budou rozbity pomocí hydraulického kladiva. Následně proběhne drcení v místě ŽB oplocení a odvoz kolovým nakladačem k drcení a třídění na recyklační lince. Poté bude materiál odvezen pomocí nákladních automobilů k dalšímu využití.

Dopravní trasa - odvoz recyklátu na skládku

Veškerý SDO se odváží v této variantě na skládku, která byla určena pro uložení a další nakládání s recyklátem. Jedná se o skládku „Horoměřice“ firmy DEMK, s.r.o. Horoměřice. vzdálenou 4,3 km od místa stavby.



Obrázek 45 - Dopravní trasa - Deponie Horoměřice

4.4.3 Recyklace mimo stavbu - V3 - Recyklační centrum

Tento způsob nakládání se SDO bude zaměřen na principu recyklace mimo stavbu v recyklačním centru. Kromě odpadové oceli a železa, které se dá zpeněžit ve sběrnách kovů se veškerý ostatní SDO po zpracování na potřebný rozměr převeze do recyklačního centra pro další využití.

Technologický postup

V této variantě se uvažuje se 2 stroj CAT 324E LN, se 2 kolovými nakladači 926M a pracovníky na manuální práce s využitím základního nářadí na demolice a motorových pil. Dále minibagru C08 POWER, minidumperu ViO12-2A a nákladních automobilů Volvo FMX 8x6, štěpkovače Eschelboeck Biber 84 na podvozku MAN 6x6, nákladního auta s hydraulickou rukou MAN 26.414 FNL, tahač s posuvnou podlahou a tahač klanicový.

Technologický postup - rozdělení do Etap

1. Etapa

- Kácení dřevin - zpracování a odvoz dřeva
- Unimobuňky a plechový sklad - odvoz
- Garáže a sklady - 1. Fáze - odstranění azbestu
- Garáž s přístřeškem - 1. Fáze - Dekonstrukce objektu
- Drobné demolované objekty - 1. Fáze - Pletivo + sloupky

2. Etapa

- Garáže a sklady - 1. Fáze - dekonstrukce objektu
- Garáže a sklady - 2. Fáze -demolice objektu SEVER

3. Etapa

- Garáže a sklady - 2. Fáze -demolice objektu JIH
- Údržba 17a - 1. Fáze - Dekonstrukce objektu

4. Etapa

- Údržba 17a - 3. Fáze - Demolice objektu - zdivo
- Aritma - 1. Fáze - Dekonstrukce objektu

5. Etapa

- Aritma - 2. Fáze - Demolice objektu - zdivo
- Údržba 17a - 3. Fáze - Demolice objektu - ŽB

6. Etapa

- Aritma - 3. Fáze - Demolice objektu - ŽB
- Garáže a sklady - 3. Fáze - Demolice objektu - ŽB základy

7. Etapa

- Drobné demolované objekty - 1. Fáze - Opěrné zidky, ŽB oplocení
- Zpevněné plochy - 1. Fáze - Demolice a odvoz

Technologický postup - rozdělení do Fází

1. Fáze

Technologický postup v rozsahu 1. fáze bude stejný jako v předchozí kapitole 4.4.1. kde dojde k postupnému odstrojení objektů od střešních konstrukcí a vnitřního vybavení. Následně bude veškerý tento odpad umístěn do kontejnerů a odvezen na skládku nebo k dalšímu využití či prodeji.

2. Fáze

Druhá fáze plynule navazuje na fázi první, kdy po odstranění veškerého odpadu, který mohl být odstraněn manuální prací pracovníků s použitím ručního nářadí nebo lehké mechanizace jako hydraulických kladiv, motorových pil či řezných nástrojů přichází na řadu demolice nenosné konstrukce objektů pomocí lehké techniky jako jsou bourací kladiva, minidumperu, minibagru a ručního nářadí. Vybouraný materiál nenosného zdiva, obkladů, dlažeb a omítek se následně bude převážet pomocí kolového nakladače na Deponii 1, kde bude naložen na nákladní automobily a odvezen do recyklačního centra. Z důvodu zachování ekonomické výhodnosti tříděného materiálu se v první řadě bude třídit zdivo a po přetřídění a odvozu roztříděné suti ze zdiva se začne třídit beton a ŽB.

Objekt 18 Garáže a sklady

V případě severní části objektu po odstrojení ve fázi jedna můžeme pokračovat demolicí výplňového zdiva a následně ze severní strany objektu se bude pokračovat stržením a roztříháním ocelové konstrukce a odvezením velkoobjemovými kontejnery do sběrný kovů.

Jižní strana objektu se po odstrojení ve fázi jedna již nemusí dále demolovat ručním nářadím nebo lehkou mechanizací, jelikož v tento moment se v objektu nachází jen zdivo nosné a nenosné, které bude zdemolováno směrem dovnitř pomocí těžké techniky. Následně se bude převážet pomocí kolového nakladače na Deponii 1, kde bude naložen na nákladní automobily s vlekem a odvezen do recyklačního centra.

Objekt Údržby 17a

Dalším objektem určeným k demolicí je objekt k údržby 17a, který ze začátku stavby do doby než se zprovoznilo stálé zařízení staveniště sloužilo jako přechodné zařízení staveniště.

Po odstrojení objektu ve fázi 1 se stejně jako u předchozích objektů použije lehká mechanizace a odstraní se nenosné vnitřní zdivo, obklady a dlažby a veškerý materiál se bude shazovat do ohraničeného a zabezpečeného prostoru při západní straně budovy, dále budou zablokovány a zamčeny ocelová vrata za západní straně objektu v 1.NP. Tato strana ke shozu materiálu byla zvolena kvůli dostatečnému prostoru k dopadu materiálu, místem nevede staveništní komunikace a v budově se již nenachází ZS. U jižní strany objektu bude zřízeno dočasné oplocení, aby se zamezilo pohybu osob kolem dopadového místa suti, dále bude místo dopadu opáskováno a zřetelně označeno.

Veškerý takto vzniknutý SDO bude odvezen pomocí kolového dumperu do místa umístění Deponie 1, která se nachází u severní strany objektu 18 Garáže a skladů, odkud bude následně odvážen do recyklačního centra.

Objekt 16 Aritma

Objekt bude postupně demolován pomocí lehké mechanizace v podobě minidumperů a minibagrů v součinnosti s manuálními pracovníky s bouracími kladivy a ručním nářadím. Bude se postupovat od jižní strany k severní. Lehká mechanizace se použije k demolici nenosných příček a jejich odvozu. Bourací kladiva a ruční nářadí k odstranění omítek, obkladů a dlažeb veškerý odpad bude situován k severní části objektu. Kvůli nebezpečí úrazu bude severní vstup do budovy zablokován pomocí dřevěných desek, tak aby nebyl umožněn průchod a ke vchodu do objektu. V místě schodiště u okenního otvoru na severní straně objektu, který bude využíván ke shozu materiálu bude zřízen provizorní ochranný prostor, aby nedošlo ke zranění pracovníků padající sutí z místa shozu při pohybu na schodišti. Bude vybudován nový vchod na jižní straně objektu v místě okenního otvoru v chodbě objektu, další východ z objektu se může využívat vchod na východní straně objektu.

Po ukončení prací v 2.NP bude probíhat stejným způsobem i demolice 1.NP . Dojde k odbednění vchodu na severní straně objektu. Postupná demolice bude probíhat od jižní strany objektu k severní části objektu. Veškerý SDO bude situován u severní části objektu ve vzdálenosti cca 5m od vchodu do objektu, kvůli dostatečné manipulaci s lehkou technikou.

Veškerý takto vzniknutý SDO bude odvezen pomocí kolového dumperu do místa Deponie 1, která se nachází u severní strany objektu 18 Garáží a skladů, odkud bude následně odvážen do recyklačního centra.

3. Fáze

V poslední 3. Fázi se přejde k samotné demolici. 3. Fáze navazuje na 2. Fázi kdy byla odstraněna nenosná část objektů a zůstala jen nosná část objektů jako je ŽB skelet, stěnové a stropní panely a základy. V poslední řadě přecházíme k demolici nosné konstrukce objektů pomocí těžké techniky s použitím nástavců jako jsou demoliční nůžky a hydraulické bourací kladivo. Sekundární drcení pomocí druhého pásového bagru bude probíhat současně s demolicí objektu pro zrychlení procesu a zkrácení doby demolice a drcení. Následný odvoz materiálu na Deponii 1 pomocí kolového dumperu, poté bude tříděná suť odvezena pomocí nákladních automobilů s vlekem do recyklačního centra.

Objekt Údržby 17a

Prvním objektem určeným k demolici je objekt Údržby 17a, který bude demolován z jiho-východního rohu objektu směrem dovnitř od vnitřních nosných panelů k vnějším nosným panelům směrem dovnitř s velkým důrazem na bezpečnost, jelikož se ve vzdálenosti 7,4m od jižní strany objektu nachází nově zbudované ZS. Při demolování nosné části objektu bude současně docházet k sekundárnímu drcení druhým pásovým bagrem následně se přejde k ŽB základům a desky budovy. Základy budou rozdrčeny pomocí hydraulického kladiva na menší kusy, rozdrčeny a poté bude SDO odvezen na Deponii 1 odvezeny pomocí nákladních aut s vlekem do recyklačního centra.

Objekt 18 Garáže a sklady

U tohoto objektu dojde už jen k demolici ŽB základů objektu pomocí pásového bagru s použitím bouracího kladiva, současně bude docházet k sekundárnímu drcení druhým

pásovým bagrem. Následný odvoz materiálu na Deponii 1 pomocí kolového dumperu, poté bude tříděná suť odvezena pomocí nákladních automobilů s vlekem do recyklačního centra.

Objekt 16 Aritma

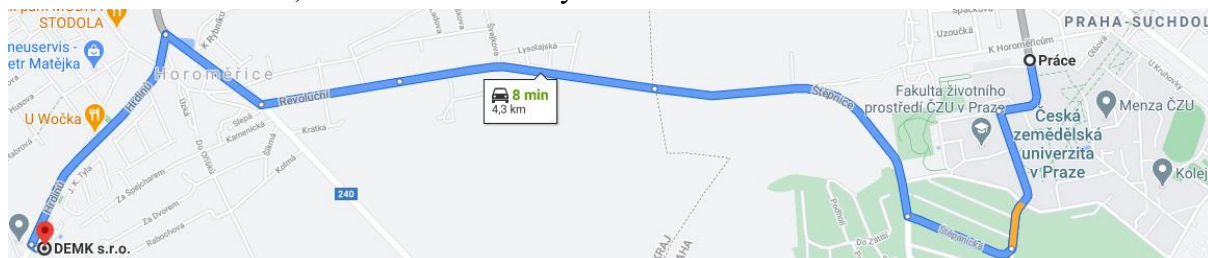
Demolice objektu bude probíhat od jižní strany směrem k severní od středu ke stranám postupným stříháním konstrukce pomocí hydraulických demoličních nůžek. Po demolici nosného skeletu objektu se větší kusy rozbourají pomocí hydraulického kladiva. Následně se takto upravený odpad odveze kolovým nakladačem do drtiče a po následném třídění pomocí nákladních automobilů k dalšímu využití. Po vyčištění od odpadu vzniklého demolicí skeletu se pokračuje demolicí ŽB základů a desek pomocí hydraulického kladiva, současně bude docházet k sekundárnímu drcení druhým pásovým bagrem. Následný odvoz materiálu na Deponii 1 pomocí kolového dumperu, poté bude tříděná suť odvezena pomocí nákladních automobilů s vlekem do recyklačního centra.

Drobné demolované objekty

Výplň ŽB oplocení bude demolována těžkou technikou pomocí demoličních nůžek. Ocelové I profily budou odštípnuty stejným nástavcem a ŽB základy oplocení a zídek budou rozbity pomocí hydraulického kladiva. Následný odvoz materiálu na Deponii 1 pomocí kolového dumperu, poté bude tříděná suť odvezena pomocí nákladních automobilů s vlekem do recyklačního centra.

Dopravní trasa - odvoz roztríděné suti na skládku

Veškerý SDO se odváží v této variantě na skládku, která byla určena pro uložení a další nakládání s recyklátem. Jedná se o skládku „Horoměřice“ firmy DEMK, s.r.o. Horoměřice, vzdálenou 4,3 km od místa stavby.



Obrázek 46 - Dopravní trasa - Deponie Horoměřice

4.5 Návrh variant z hlediska ekonomického

V této kapitole se zaměříme na projekt z pohledu ekonomického. K vytvoření ekonomické rozvahy použijeme program MS Project 2013, dále hodnoty z vytvořených excelů. Dále započítáme zisky z prodeje dřevní štěpky, kmenů stromů, železného šrotu a recyklátu, jelikož tyto položky by se nepřehledně zobrazovaly v celkové rozvaze vytvořené programem MS Project 2013. Porovnáme množství, ceny a specifikace strojů a pracovníků nutných k provedení demolice veškerých objektů k tomu určených z pohledu ekonomického. Pro každou variantu bude rozdílné použití strojů s ohledem na průběh demolice a použití případné recyklační technologie. S cenami mi velice pomohli firmy AZS 98 s.r.o., Dřevošrot a.s., VS-Ekoprag s.r.o., DEMK s.r.o., LUPA demolice s.r.o. a AZBESTOP a.s.

4.5.1 Odvoz a předání osobě oprávněné - V1 - Skládka

V této variantě se veškerý SDO vzniklý při dekonstrukci odváží pomocí velkoobjemových kontejnerů na sběrný dvůr nebo k dalšímu použití či zpeněžení. Velkoobjemový odpad v podobě betonu a zdiva se demoluje jako celek bez dalšího rozdělení. Následně je odvezen pomocí nákladních automobilů bez vleku pod označením 17 01 07 Směs betonu a zdiva a 17 01 01 ŽB kusy na skládku „Deponie sedlec“ viz. Dopravní trasa - odvoz recyklátu na skládku jak je znázorněno v kapitole 4.4.1.. Zbylý SDO jako jsou zpevněné povrchy nebo panely budou odvezeny též na skládku.

Cenové ohodnocení pracovníků bylo určeno dle cenové databáze RTS a podle průměrných hodnot na stránce www.platy.cz. Ceny za stroje byly převzaty z ceníků firem, které se demolicemi zabývají, nebo stroje půjčují na delší dobu.

Ceny za odvoz velkoobjemového SDO a typy vozidel byly převzaty od firmy AZS 98 s.r.o.. Ceny za odvoz SDO pomocí velkoobjemových kontejnerů byl převzat od firmy VS-Ekoprag s.r.o..

Celkové zhodnocení varianty 1 viz Příloha 4.

4.5.2 Recyklace na místě stavby - V2 - Recyklační linka

V této variantě se veškerý SDO vzniklý při dekonstrukci odváží pomocí velkoobjemových kontejnerů na sběrný dvůr nebo k dalšímu použití či zpeněžení. Velkoobjemový odpad v podobě betonu a zdiva se demoluje odděleně a následně drtí a třídí na mobilní recyklační lince umístěné na stavbě. Následně je 30% vzniklého recyklátu odvezeno pomocí nákladních automobilů bez vleku pod označením 17 01 07 Směsi a nebo oddělené frakce na skládku „DEMK - Horoměřice“ viz. Dopravní trasa - odvoz recyklátu na skládku jak je znázorněno v kapitole 4.4.2., zbylých 70% vzniklého recyklátu bude prodáno. Vzniklý železný šrot z vytríděného ŽB se skladuje do velkoobjemových kontejnerů a následně je odvážen do sběrný kovů ke zpeněžení. Zbylý SDO jako jsou zpevněné povrchy nebo panely budou odvezeny též na skládku.

Cenové ohodnocení pracovníků bylo určeno dle cenové databáze RTS a podle průměrných hodnot na stránce www.platy.cz. Ceny za stroje byly převzaty z ceníků firem, které se demolicemi zabývají, nebo stroje půjčují na delší dobu.

Ceny za odvoz velkoobjemového SDO a typy vozidel byly převzaty od firmy AZS 98 s.r.o.. Ceny za odvoz SDO pomocí velkoobjemových kontejnerů byl převzat od firmy VS-Ekoprag s.r.o..

Celkové zhodnocení varianty 2 viz Příloha 5.

4.5.3 Recyklace mimo stavbu - V3 - Recyklační centrum

V této variantě se veškerý SDO vzniklý při dekonstrukci odváží pomocí velkoobjemových kontejnerů na sběrný dvůr nebo k dalšímu použití či zpeněžení. Velkoobjemový odpad v podobě betonu a zdiva se demoluje odděleně a následně bude odvezen pomocí nákladních automobilů s vlekem pod označením 17 01 07 Směsi a nebo oddělené frakce na skládku „DEMK - Horoměřice“ viz. Dopravní trasa - odvoz roztríděné suti na skládku, jak je znázorněno v kapitole 4.4.3.. Zbylý SDO jako jsou zpevněné povrchy nebo panely budou odvezeny též na skládku.

Cenové ohodnocení pracovníků bylo určeno dle cenové databáze RTS a podle průměrných hodnot na stránce www.platy.cz. Ceny za stroje byly převzaty z ceníků firem, které se demolicemi zabývají, nebo stroje půjčují na delší dobu.

Ceny za odvoz velkoobjemového SDO a typy vozidel byly převzaty od firmy AZS 98 s.r.o.. Ceny za odvoz SDO pomocí velkoobjemových kontejnerů byl převzat od firmy VS-Ekoprag s.r.o..

Celkové zhodnocení varianty 3 viz Příloha 6.

4.6 Návrh variant z hlediska ekologického

V první část pohledu na demolici z hlediska ekologického se zaměříme na znění zákonů související s ekologií a nakládání s odpady a povinnosti původce a odpadu a vzniklá omezení. V druhé části se podíváme na porovnání jednotlivých variant z pohledu ekologie a využití odpadu a následného vzniku vedlejších produktů dle Katalogu odpadů a jejich množství, kde jsou barevně zvýrazněné položky k lepší orientaci a pochopení varianty. Černě zvýrazněné položky jsou odvezeny na skládku nebo pomocí velkoobjemových kontejnerů osobě oprávněné, červené položky označují materiály nebezpečné dle Katalogu odpadů, modré značí materiály které se zařazují jako recykláty nebo směsi a jejich následný odvoz k dalšímu zpracování ale již jako roztríděné a zelené jako položky generující zisk v podobě prodeje železa, recyklátu nebo dříví ve formě štěrky nebo palivového dříví. V poslední části zhodnotíme jednotlivé varianty.

4.6.1 Legislativa nakládání s odpady

Zákon č. 185/2001 Sb. - Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů

„§ 9a

Hierarchie způsobů nakládání s odpady

(1) *V rámci odpadového hospodářství musí být dodržována tato hierarchie způsobů nakládání s odpady:*

- a) předcházení vzniku odpadů,*
- b) příprava k opětovnému použití,*
- c) recyklace odpadů,*
- d) jiné využití odpadů, například energetické využití,*
- e) odstranění odpadů.*

(2) *Od hierarchie způsobů nakládání s odpady je možno se odchýlit v případě odpadů, u nichž je to podle posouzení celkových dopadů životního cyklu zahrnujícího vznik odpadu a nakládání s ním vhodné s ohledem na nejlepší celkový výsledek z hlediska ochrany životního prostředí.*

(3) *Při uplatňování hierarchie se zohlední*

- a) celý životní cyklus výrobků a materiálů, zejména s ohledem na snižování vlivu nakládání s odpady na životní prostředí a lidské zdraví,*
- b) technická proveditelnost a hospodářská udržitelnost,*
- c) ochrana zdrojů surovin, životního prostředí, lidského zdraví a hospodářské a sociální dopady.*

§ 10

Předcházení vzniku odpadů

(1) *Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti; odpady, jejichž vzniku nelze zabránit, musí být využity, případně odstraněny způsobem, který neohrožuje lidské zdraví a životní prostředí a který je v souladu s tímto zákonem a se zvláštními právními předpisy.15)*

§ 12

Obecné povinnosti

(1) Každý je povinen nakládat s odpady a zbavovat se jich pouze způsobem stanoveným tímto zákonem a ostatními právními předpisy vydanými na ochranu životního prostředí. Nakládání s nebezpečnými odpady se řídí též zvláštními právními předpisy¹⁶⁾ platnými pro výrobky, látky a přípravky se stejnými nebezpečnými vlastnostmi, pokud není v tomto zákoně nebo prováděcích právních předpisech k němu stanoveno jinak.

(5) Ředění nebo míšení odpadů za účelem splnění kritérií pro jejich přijetí na skládku je zakázáno.

§ 15

Odpadový hospodář

(1) Původce a oprávněná osoba, kteří nakládali v posledních 2 letech s nebezpečnými odpady v množství větším než 100 t nebezpečného odpadu za rok, a provozovatel první a druhé fáze provozu skládky jsou povinni zajišťovat odborné nakládání s odpady prostřednictvím odborně způsobilé osoby (dále jen "odpadový hospodář").

§ 16

Povinnosti původců odpadů

(1) Původce odpadů je povinen

a) odpady zařazovat podle druhů a kategorií podle § 5 a 6,

b) zajistit přednostní využití odpadů v souladu s § 9a,

c) odpady, které sám nemůže využít nebo odstranit v souladu s tímto zákonem a prováděcími právními předpisy, převést do vlastnictví pouze osobě oprávněné k jejich převzetí podle § 12 odst. 3, a to buď přímo, nebo prostřednictvím k tomu zřízené právnické osoby,²²⁾

d) ověřovat nebezpečné vlastnosti odpadů podle § 6 odst. 4 a nakládat s nimi podle jejich skutečných vlastností,

e) shromažďovat odpady utříděné podle jednotlivých druhů a kategorií,

f) zabezpečit odpady před nežádoucím znehodnocením, odcizením nebo únikem,

g) vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s nimi, ohlašovat odpady a zasílat příslušnému správnímu úřadu další údaje v rozsahu stanoveném tímto zákonem a prováděcím právním předpisem včetně evidencí a ohlašování PCB a zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidencí vymezených v § 26. Tuto evidenci archivovat po dobu stanovenou tímto zákonem nebo prováděcím právním předpisem,

h) vykonávat kontrolu vlivů nakládání s odpady na zdraví lidí a životní prostředí v souladu se zvláštními právními předpisy,

i) ustanovit odpadového hospodáře za podmínek stanovených tímto zákonem podle § 15,

j) platit poplatky za ukládání odpadů na skládky způsobem a v rozsahu stanoveném v tomto zákoně.

Odpady z azbestu

§ 35

Povinnosti při nakládání s odpady z azbestu

(1) Původce odpadů obsahujících azbest a oprávněná osoba, která nakládá s odpady obsahujícími azbest, jsou povinni zajistit, aby při tomto nakládání nebyla z odpadů do ovzduší uvolňována azbestová vlákna nebo azbestový prach a aby nedošlo k rozlití kapalin obsahujících azbestová vlákna.

(2) Odpady obsahující azbestová vlákna nebo azbestový prach lze ukládat pouze na skládky k tomu určené. Odpady musí být upraveny, zabaleny, případně po uložení na skládku okamžitě zakryty. Provozovatel skládky je povinen zajistit, aby se částice azbestu nemohly uvolňovat do ovzduší.

EVIDENCE A OHLAŠOVÁNÍ ODPADŮ A ZAŘÍZENÍ

§ 39

Evidence a ohlašování odpadů, zařízení k nakládání s odpady, shromažďovacích a sběrových míst, skladů odpadů, PCB, zařízení obsahujících PCB a odpadů PCB

(1) Původci odpadů a oprávněné osoby, které nakládají s odpady, jsou povinni vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s odpady. Evidence se vede za každou samostatnou provozovnu a za každý druh odpadu samostatně. Způsob vedení evidence pro jednotlivé druhy odpadů stanoví prováděcí právní předpis.

(2) Původci odpadů jsou povinni v případě, že produkuje nebo nakládají s více než 100 kg nebezpečných odpadů za kalendářní rok nebo s více než 100 tunami ostatních odpadů za kalendářní rok, nebo v daném kalendářním roce produkuje nebo nakládají s odpady stanovenými prováděcím právním předpisem bez ohledu na množství těchto odpadů, zasílat každoročně do 15. února následujícího roku pravdivé a úplné hlášení o druzích, množství odpadů a způsobech nakládání s nimi obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností příslušnému podle místa provozovny. Oprávněné osoby jsou povinny v případě, že nakládají v kalendářním roce s odpadem, zasílat každoročně do 15. února následujícího roku pravdivé a úplné hlášení o druzích, množství odpadů a způsobech nakládání s nimi a o původcích odpadů obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností příslušnému podle místa provozovny.“ [26]

Vyhláška č. 93/2016 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů

„Postup pro zařazování odpadu do Katalogu odpadů podle druhů

§ 4

(1) Původce odpadů nebo oprávněná osoba zařazuje odpady pod šestimístná katalogová čísla druhů odpadů uvedená v Katalogu odpadů, v nichž první dvojčíslí označuje skupinu odpadů, druhé dvojčíslí podskupinu odpadů a třetí dvojčíslí druh odpadu.

(2) Podle odvětví, oboru nebo technologického procesu, v němž odpad vzniká, se nejdříve vyhledá odpovídající skupina, uvnitř skupiny potom podskupina odpadu. V dané podskupině se vyhledá název druhu odpadu s příslušným katalogovým číslem; při tom se volí co nejurčitější označení odpadu.

(3) Pokud pro určitý odpad nelze v Katalogu odpadů nalézt odpovídající katalogové číslo odpadu ve skupinách 01 až 12 a 17 až 20, hledá se katalogové číslo pro daný odpad ve skupinách 13, 14 a 15 Katalogu odpadů.

(4) Pokud se nenalezne žádné vhodné katalogové číslo ani ve skupinách 13, 14 a 15, hledá se katalogové číslo pro daný odpad ve skupině 16.

(5) Pokud se nenalezne žádné vhodné katalogové číslo ani ve skupině 16, přidělí se danému odpadu katalogové číslo končící dvojčíslím 99 ze skupiny odpadů vyhledané postupem podle odstavce 2. V názvu odpadu se uvede technický nebo běžně užívaný název. Pokud původce nebo oprávněná osoba zařadí pod jedno katalogové číslo končící na dvojčíslí 99 více druhů odpadů, které se tudíž budou pro účely evidence odlišovat pouze názvem odpadu, nikoliv katalogovým číslem, musí být i tyto odpady v souladu s § 16 odst. 1 písm. e) a § 18 odst. 1 písm. h) zákona o odpadech soustředěny utříděně.

(6) 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.

§ 3

Katalog odpadů “ [27]

17	STAVEBNÍ A DEMOLIČNÍ ODPADY (VČETNĚ VYTĚŽENÉ ZEMINY Z KONTAMINOVANÝCH MÍST)
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika
17 01 01	Beton
17 01 02	Cihly
17 01 03	Tašky a keramické výrobky
17 01 06*	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky
17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06
17 02	Dřevo, sklo a plasty
17 02 01	Dřevo
17 02 02	Sklo
17 02 03	Plasty
17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu
17 03 01*	Asfaltové směsi obsahující dehet
17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01
17 03 03*	Uhelný dehet a výrobky z dehtu
17 04	Kovy (včetně jejich slitin)
17 04 01	Měď, bronz, mosaz
17 04 02	Hliník
17 04 03	Olovo

17 04 04	Zinek
17 04 05	Železo a ocel
17 04 06	Cín
17 04 07	Směsné kovy
17 04 09*	Kovový odpad znečištěný nebezpečnými látkami
17 04 10*	Kabely obsahující ropné látky, uhelný dehet a jiné nebezpečné látky
17 04 11	Kabely neuvedené pod číslem 17 04 10
17 05	Zemina (včetně vytěžená zeminy z kontaminovaných míst), kamení, vytěžená jalová hornina a hlušina
17 05 03*	Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky
17 05 04	Zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03
17 05 05*	Vytěžená jalová hornina a hlušina obsahující nebezpečné látky
17 05 06	Vytěžená jalová hornina a hlušina neuvedená pod číslem 17 05 05
17 05 07*	Štěrky ze železničního svršku obsahující nebezpečné látky
17 05 08	Štěrky ze železničního svršku neuvedené pod číslem 17 05 07
17 06	Izolační materiály a stavební materiály s obsahem azbestu
17 06 01*	Izolační materiál s obsahem azbestu
17 06 03*	Jiné izolační materiály, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky
17 06 04	Izolační materiály neuvedené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03
17 06 05*	Stavební materiály obsahující azbest
17 08	Stavební materiál na bázi sádky
17 08 01*	Stavební materiály na bázi sádky znečištěné nebezpečnými látkami
17 08 02	Stavební materiály na bázi sádky neuvedené pod číslem 17 08 01
17 09	Jiné stavební a demoliční odpady
17 09 01*	Stavební a demoliční odpady obsahující rtuť
17 09 02*	Stavební a demoliční odpady obsahující PCB (např. těsnicí materiály obsahující PCB, podlahoviny na bázi pryskyřic obsahující PCB, utěsněné zasklené dílce obsahující PCB, kondenzátory obsahující PCB)
17 09 03*	Jiné stavební a demoliční odpady (včetně směsných stavebních a demoličních odpadů) obsahující nebezpečné látky
17 09 04	Směsné stavební a demoliční odpady neuvedené pod čísly 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03

Tabulka 8 - Katalog odpadů

Zákon č. 541/2020 Sb. - Zákon o odpadech

„§ 4

Odpad

- (1) *Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje, má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.*
- (2) *Má se za to, že osoba má úmysl zbavit se movité věci, pokud tuto věc není možné používat k původnímu účelu.*
- (3) *Osoba má povinnost zbavit se movité věci, jestliže*
- ji nepoužívá nebo ji není možné používat k původnímu účelu a tato věc současně ohrožuje životní prostředí,*
 - byla vyřazena nebo stažena na základě jiného právního předpisu), nebo*
 - vznikla při výrobě, jejímž prvotním cílem nebyla výroba nebo získání této věci, ale není vedlejším produktem podle § 8 odst. 1.*

§ 5

Původce odpadu

- (1) *Původcem odpadu se rozumí*
- každý, při jehož činnosti vzniká odpad,*
 - právnícká nebo podnikající fyzická osoba, která provádí úpravu odpadů nebo jiné činnosti, jejichž výsledkem je změna povahy nebo složení odpadu, nebo*
 - obec od okamžiku, kdy osoba odloží odpad podle § 59 a 60 na místo obcí k tomuto účelu určenému.*
- (2) *V případě, že odpad vzniká při činnosti více osob nebo při činnosti prováděné na základě smlouvy pro vlastníka věci, ze které se stane odpad, je původcem odpadu osoba, která fyzicky provádí činnost, při které odpad vzniká. Původcem odpadu je jiná osoba podle věty první, pokud tak vyplývá z písemné smlouvy uzavřené mezi těmito osobami. Původce odpadu podle věty první nebo druhé se stává vlastníkem vzniklého odpadu nejpozději v okamžiku jeho vzniku.*

§ 8

Vedlejší produkt

(1) *Movitá věc, která vznikla při výrobě, jejímž prvotním cílem není výroba nebo získání této věci, není odpadem, ale je vedlejším produktem, pokud*

- a) *vzniká jako nedílná součást výroby,*
- b) *je její další využití zajištěno,*
- c) *je její další využití možné bez dalšího zpracování způsobem jiným, než je běžná výrobní praxe,*
- d) *je její další využití v souladu s jinými právními předpisy⁷⁾ nebo přímo použitelnými předpisy Evropské unie⁸⁾ a nepovede k nepříznivým dopadům na životní prostředí nebo zdraví lidí a*
 - e) *jsou splněna kritéria pro jednotlivé materiály pro posouzení splnění podmínek podle písmen a) až d), pokud jsou stanovena prováděcím právním předpisem nebo přímo použitelným předpisem Evropské unie; splnění těchto kritérií je ověřeno vzorkováním a zkoušením nebo jiným způsobem stanoveným prováděcím právním předpisem nebo přímo použitelným předpisem Evropské unie a je vypracována průvodní dokumentace v rozsahu stanoveném prováděcím právním předpisem nebo přímo použitelným předpisem Evropské unie.*

§ 13

Obecné povinnosti při nakládání s odpady

(1) *Každý je povinen*

a) *nakládat s odpadem pouze způsobem stanoveným tímto zákonem a jinými právními předpisy vydanými na ochranu životního prostředí a zdraví lidí pro daný druh a kategorii odpadu; při nakládání s odpady nesmějí být překročeny limity znečišťování stanovené jinými právními předpisy na ochranu životního prostředí a zdraví lidí,*

b) *nakládat s odpadem pouze v zařízení určeném pro nakládání s daným druhem a kategorií odpadu, s výjimkou shromažďování odpadu, přepravy odpadu, obchodování s odpadem a nakládání se vzorky odpadu,*

c) *soustřeďovat odpady odděleně,*

d) *nakládat s odpadem tak, aby jej zabezpečil před odcizením nebo únikem nebo aby nedošlo k jeho znehodnocení, které by zhoršilo možnost nakládání s daným odpadem v souladu s hierarchií odpadového hospodářství, do okamžiku, kdy jej sám zpracuje, pokud je provozovatelem zařízení, nebo do okamžiku předání podle písmene e) a*

e) *odpad, který sám nezpracuje v souladu s tímto zákonem, předat, s výjimkou předání odpadu v rámci školního sběru nebo předání nezbytného množství vzorků odpadu k rozborům, zkouškám nebo analýzám pro účely vědy, výzkumu a vývoje, zjištění přijatelnosti odpadu do zařízení určeného pro nakládání s odpady, zařazení odpadu do kategorie, hodnocení nebezpečných vlastností odpadů a dalším rozborům a zkouškám nezbytným pro zajištění nakládání s odpady v souladu s právními předpisy, v souladu s hierarchií odpadového hospodářství*

1. *přímo nebo prostřednictvím dopravce odpadu pouze do zařízení určeného pro nakládání s daným druhem a kategorií odpadu nebo za podmínek podle § 16 odst. 3 do dopravního prostředku provozovatele takového zařízení,*

2. *obchodníkovi s odpady s povolením pro daný druh a kategorii odpadu, popřípadě dopravci odpadu určenému tímto obchodníkem, nebo*

3. *na místo určené obcí podle § 59 odst. 2 a 5.*

§ 15

Povinnosti původce odpadu

(1) *Na nepodnikající fyzickou osobu, která je původcem odpadu, se vztahují pouze ty povinnosti původce odpadu stanovené v tomto zákoně, u kterých je tak výslovně uvedeno.*

(2) *Původce odpadu je povinen*

a) *zařadit odpad podle druhu a kategorie a nakládat s ním podle jeho skutečných vlastností,*

b) *prokázat orgánům provádějícím kontrolu podle tohoto zákona, že předal odpad, který produkuje, v odpovídajícím množství v souladu s § 13 odst. 1 písm. e); v případě stavebního a demoličního odpadu se tato povinnost vztahuje i na nepodnikající fyzické osoby, s výjimkou případu, kdy množství produkovaného stavebního a demoličního odpadu odpovídá množství stavebního a demoličního odpadu, který může nepodnikající fyzická osoba předat podle § 59 obci,*

f) při odstraňování stavby, provádění stavby nebo údržbě stavby dodržet postup pro nakládání s vybouranými stavebními materiály určenými pro opětovné použití, vedlejšími produkty a stavebními a demoličními odpady tak, aby byla zajištěna nejvyšší možná míra jejich opětovného použití a recyklace.“ [28]

4.6.2 Odvoz a předání osobě oprávněné - V1 - Skládka

Tato varianta je řešena a popsána dle skutečného provedení, kdy se postupovalo v dnešní době klasickým způsobem provedení demolice, což znamená dané objekty co nejrychleji zdemolovat a odvést SDO z důvodu, aby se mohlo začít co nejdříve s výkopovými pracemi pro nově budovaný objekt ČZU FTZ.

Skupina	Název skupiny	Kód odpadu	Název odpadu	N/O	CELKEM (t)	Způsob nakládání /zpracování
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika	17 01 01	Beton	O	3392,49	Odvoz na skládku
		17 01 02	Cihly	O	346,37	Odvoz na skládku
		17 01 03	Keramika	O	8,70	Odvoz na skládku
		17 01 06*	Směs s Směsí nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky	N	0,00	-
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06	O	125,90	Odvoz na skládku
17 02	Dřevo, sklo a plasty	17 02 01	Dřevo	O	163,17	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů, zpracování na štěpku a palivové dříví
		17 02 02	Sklo	O	2,71	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
		17 02 03	Plasty	O	3,02	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
		17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné	N	0,00	-
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	17 03 01*	Asfaltové směsi obsahující dehet	O	0,00	-
		17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01	O	96,85	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
17 04	Kovy (včetně jejich slitin)	17 04 05	Železo a ocel	O	19,87	Prodej do sběrný kovů pomocí kontejnerů
17 06	Izolační materiály a stavební materiály s obsahem azbestu	17 06 01*	Izolační materiál s obsahem azbestu	N	1,98	Likvidace v zařízení tomu určených za podmínek stanovených § 35 a §§ souvisejících zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech
17 09	Jiné stavební a demoliční odpady	17 09 03*	Jiné stavební a demoliční odpady (včetně směsných stavebních a demoličních odpadů) obsahující nebezpečné látky	N	0,00	-

Tabulka 9 - Využití vzniklého SDO u V1 - Skládka

Bourací práce

Při bouracích pracích bylo použito základního ručního náradí a lehké mechanizace v podobě bouracích kladiv k dekonstrukci objektů. Veškerá nosná i nenosná konstrukce byla následně demolována pomocí těžké mechanizace v podobě pásového rypadla. Při demolici těžkou mechanizací vzniká vysoké množství prachu a hluku z důvodu demolice

zděnných a betonových konstrukcí zároveň. Prašnost byla omezena na minimum pomocí pracovníka, který kropí staveništní vodou oblast demolice pomocí proudnice.

Doprava

Ve výše zobrazené tabulce lze vidět, že veškerý vzniklý SDO se odváží na skládku nebo pomocí kontejnerů s výjimkou železa a dříví, které generují zisk. Při této variantě bylo využito nákladních automobilů bez použití vleku, což má za příčinu vyšší využití nákladní dopravy na odvoz SDO a s tím spojenou vyšší spotřebu paliva, prašností a vzniku emisí CO².

Ukládání SDO

Vzniklý SDO se ukládá na skládku za vyšší sazbu jako Směs betonu, zdiva, obkladu za cenu 425 Kč/t a samotný ŽB základů a základových desek za cenu 500 Kč/t. Následně je tento materiál drcen a roztříděn na skládce na dané frakce a pak dále prodáván a využíván jako vedlejší produkt k dalšímu využití, což má za následek další využití mechanizace a větší zatížení životního prostředí emisemi CO².

4.6.3 Recyklace na místě stavby - V2 - Recyklační linka

Tato varianta uvažuje s využitím mobilní recyklační linky umístěné v místě stavby, což ovlivní postup bouracích a demoličních prací. Dále se uvažuje s maximální recyklací a využitím SDO a tím snížení skládkování SDO a jeho možného využití jako vedlejšího produktu ve stavebnictví.

Skupina	Název skupiny	Kód odpadu	Název odpadu	N/O	CELKEM (t)	Způsob nakládání /zpracování
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika	17 01 01	Beton	O	612,02	Odvoz na skládku
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06	O	1946,33	Prodej recyklátu
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06	O	834,14	Odvoz recyklátu na skládku
		17 01 02	Cihly	O	-	-
		17 01 03	Keramika	O	0,56	Odvoz na skládku
		17 01 06*	Směs s Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky	N	0,00	-
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06	O	333,48	Prodej recyklátu
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06	O	142,92	Odvoz recyklátu na skládku
17 02	Dřevo, sklo a plasty	17 02 01	Dřevo	O	163,06	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů, zpracování na štěpku a palivové dříví
		17 02 02	Sklo	O	2,71	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
		17 02 03	Plasty	O	3,02	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
		17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné	N	-	-
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	17 03 01*	Asfaltové směsi obsahující dehet	O	0,00	-
		17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01	O	96,85	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
17 04	Kovy (včetně jejich slitin)	17 04 05	Železo a ocel	O	19,87	Prodej železa do sběrný kovů pomocí kontejnerů
		17 04 04	Železo a ocel - výztuž ze ŽB	O	95,98	Prodej železa do sběrný kovů pomocí kontejnerů
17 06	Izolační materiály a stavební materiály s obsahem azbestu	17 06 01*	Izolační materiál s obsahem azbestu	N	1,98	Likvidace v zařízení tomu učenýchza podmínek stanovených § 35 a §§ souvisejících zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech
17 09	Jiné stavební a demoliční odpady	17 09 03*	Jiné stavební a demoliční odpady (včetně směsných stavebních a demoličních odpadů) obsahující nebezpečné látky	N	0,00	-

Tabulka 10 - Využití vzniklého SDO u V2 - Recyklační linka

Bourací práce

Při bouracích pracích bylo použito základního ručního náradí a lehké mechanizace v podobě bouracích kladiv k dekonstrukci objektů v 1. Fázi. Při demolici ve 2. Fázi. Byli odstraněny veškeré zděnné nosné i nenosné zdi a příčky. Zdivo v objektu Aritma a objektu Údržby bylo demolováno pomocí pracovníků s pomocí lehké mechanizace v podobě minibagru a minidumperu, a následně ukládání vzniklého SDO v místě určených mezideponiích. Veškerá nosná konstrukce byla následně demolována pomocí těžké mechanizace v podobě pásového rypadla ve 3.Fázi. Při demolici těžkou mechanizací vzniká nižší množství prachu a hluku z důvodu demolice betonových konstrukcí, jelikož zděnné konstrukce již byly zdemolovány ve 2. Fázi. Prašnost byla omezena na minimum pomocí pracovníka, který kropí staveništní vodou oblast demolice pomocí proudnice.

Recyklační linka

Umístěná mobilní recyklační linka při svém provozu produkuje značné množství hluku a prachu. Drtič, který byl zvolen k drcení SDO je vybaven příslušenstvím k omezení prašnosti a hlučnosti v podobě rozprašovacích tyčí pro potlačení prachu a dopravníkem s prachovými kryty.

Doprava

Ve výše zobrazené tabulce lze vidět, že veškerý vzniklý SDO se po zpracování na recyklační lince odváží 30% množství do recyklačního centra a 70% prodáno fyzickým osobám přímo z místa stavby. Ostatní vzniklý SDO bude odvážen pomocí kontejnerů s výjimkou železa a dříví, které generují zisk. Při této variantě bylo využito nákladních automobilů bez použití vleku, což má za příčinu vyšší využití nákladní dopravy na odvoz SDO a s tím spojenou vyšší spotřebu paliva, prašností a vzniku emisí CO² oproti využití nákladních automobilů s vlekem, ale zároveň jsme o 70% snížili množství odvezeného odpadu, což má za následek menší zátěž životního prostředí, a zároveň opětovné použití recyklátu ve stavebnictví.

Ukládání SDO

Vzniklý SDO se ukládá v recyklačním centru za nižší sazbu jako Směs frakcí za cenu 295 Kč/t nebo na stavbě k dalšímu prodeji. Tímto způsobem se omezilo další zpracování na skládce nebo v recyklačním centru v podobě sekundárního drcení a třídění recyklační linkou a výsledný recyklát lze přímo prodávat nebo využívat ve stavebnictví různými způsoby.

4.6.4 Recyklace mimo stavbu - V3 - Recyklační centrum

Tato varianta uvažuje s maximálním tříděním SDO již při demolici, kdy se po 1. fázi dekonstrukce bude demolovat zdivo a následně odvážet do recyklačního centra. Po odvezení zdiva se zdemolují veškeré betonové a ŽB konstrukce a následně se odveze ke zpracování do recyklačního centra.

Skupina	Název skupiny	Kód odpadu	Název odpadu	N/O	CELKEM (t)	Způsob nakládání /zpracování
17 01	Beton, cihly, tašky a keramika	17 01 01	Beton	O	-	-
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06		3392,49	Odvoz směsi do recyklačního centra
		17 01 02	Cihly	O	-	-
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06		277,09	Odvoz směsi do recyklačního centra
		17 01 03	Keramika	O	8,70	Odvoz na skládku
		17 01 06*	Směs s Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků obsahující nebezpečné látky	N	0,00	-
		17 01 07	Směsi nebo oddělené frakce betonu, cihel, tašek a keramických výrobků neuvedené pod číslem 17 01 06	O	125,90	Odvoz směsi do recyklačního centra
17 02	Dřevo, sklo a plasty	17 02 01	Dřevo	O	163,06	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů, zpracování na štěpku a palivové dříví
		17 02 02	Sklo	O	2,71	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
		17 02 03	Plasty	O	3,02	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
		17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné	N	0,00	-
17 03	Asfaltové směsi, dehet a výrobky z dehtu	17 03 01*	Asfaltové směsi obsahující dehet	O	0,00	-
		17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01	O	96,85	Odvoz na skládku pomocí kontejnerů
17 04	Kovy (včetně jejich slitin)	17 04 05	Železo a ocel	O	19,87	Prodej do sběrný kovů pomocí kontejnerů
17 06	Izolační materiály a stavební materiály s obsahem azbestu	17 06 01*	Izolační materiál s obsahem azbestu	N	1,98	Likvidace v zařízení tomu učenýchza podmínek stanovených § 35 a §§ souvisejících zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech
17 09	Jiné stavební a demoliční odpady	17 09 03*	Jiné stavební a demoliční odpady (včetně směsných stavebních a demoličních odpadů) obsahující nebezpečné látky	N	0,00	-

Tabulka 11 - Využití vzniklého SDO u V3 - Recyklační centrum

Bourací práce

Při bouracích pracích bylo použito základního ručního nářadí a lehké mechanizace v podobě bouracích kladiv k dekonstrukci objektů v 1.Fázi. Při demolici ve 2.Fázi. Byli odstraněny veškeré zděnné nosné i nenosné zdi a příčky. Zdivo v objektu Aritma a objektu Údržby bylo demolováno pomocí pracovníků s pomocí lehké mechanizace v podobě minibagru a minidumperu, a následné ukládání vzniklého SDO v místě určených mezideponiích. Veškerá nosná konstrukce byla následně demolována pomocí těžké mechanizace v podobě pásového rypadla ve 3.Fázi. Při demolici těžkou mechanizací vzniká nižší množství prachu a hluku z důvodu demolice betonových konstrukcí, jelikož zděnné konstrukce již byly zdemolovány ve 2.Fázi. Prašnost byla omezena na minimum pomocí pracovníka, který kropí staveništní vodou oblast demolice pomocí proudnice.

Doprava

Ve výše zobrazené tabulce lze vidět, že veškerý vzniklý SDO se odváží do recyklačního centra. Ostatní vzniklý SDO bude odvážen pomocí kontejnerů s výjimkou železa a dříví, které generují zisk. Při této variantě bylo využito nákladních automobilů s použitím vleku, což má za příčinu v průměru o 40% nižší využití nákladní dopravy na

odvoz SDO oproti V1 a s tím spojenou nižší spotřebu paliva, prašností a vzniku emisí CO² oproti využití nákladních automobilů bez vleku. Zároveň jsme roztríděním SDO v místě stavby docílili nižší ceny za výkup SDO o hodnotě 295 Kč/t a přeskočení kroku třídění v recyklačním centru, díky kterému nemusí být odpad tříděn v recyklačním centru pomocí těžké mechanizace a tím jsme docílili snížení negativního vlivu na životní prostředí v podobě ušetřené práce a s ní spojené spotřeby paliva, práce a možných emisí CO².

Ukládání SDO

Vzniklý SDO se ukládá v recyklačním centru za nižší sazbu jako Směs frakcí za cenu 295 Kč/t. Tímto způsobem se omezilo další zpracování na skládce nebo v recyklačním centru v podobě sekundárního třídění recyklační linkou.

4.7 Diskuse výsledků a výběr vhodné varianty

V této kapitole zhodnotím jak se od sebe dané varianty liší, kde jsou jejich výhody, nevýhody, omezení či specifika a kterou z variant bych doporučil pro provedení demolice z pohledu technologického, ekonomického a ekologického.

Kritérium	Varianty		
	V1 - Skládka	V2 - Recyklační linka	V3 - Recyklační centrum
Doba trvání	72,88 dnů	75,63 dnů	75,13 dnů
Pracovní hodiny	651 hod	797 hod	830 hod
Množství pracovníků	21	31	31
Množství mechanizace	1	4	4
Drcení SDO	Ne	Ano	Ne
Třídění SDO	Částečné	Ano	Ano
Drcení + třídění SDO	Ne	Ano	Ne
Celková cena	3 088 934,83 Kč	2 688 355,24 Kč	2 595 160,14 Kč
Cena za práci	1 853 172,19 Kč	2 145 921,71 Kč	1 992 949,20 Kč
Cena za odvoz SDO	1 235 762,64 Kč	542 433,53 Kč	602 210,94 Kč
Zisk	146 905,83 Kč	636 116,42	146 905,83 Kč
Celková cena - Zisk	2 942 029,00 Kč	2 052 238,82 Kč	2 448 254,31 Kč
Prašnost	Střední	Vysoká	Nižší
Hluk	Střední	Vysoký	Nižší
Najetá vzdálenost nákl. aut. (km)	2238,6	960,8	1344,2

Tabulka 12 - Výsledné porovnání variant

Při určení nejvhodnější varianty k provedení demolice v tomto rozsahu lze na situaci pohlížet z několika pohledů. Z pohledu ekonomického vychází jako nejvýhodnější varianta V2 po započítání celkového zisku z prodaného recyklátu, železného šrotu a dřeva jak jde vidět u V2 celkový zisk pokryje částku na odvoz SDO, což by se mohlo zdát jako velké pozitivum. Dále jde vidět, že kvůli prodeji recyklátu přímo v místě stavby bez nákladů na jeho dopravu se oproti V1 snížila najetá vzdálenost nákladních automobilů 58% při použití stejných vozidel bez vleku. Pokud bereme další kritérium z pohledu vlivu stavby na okolí stavby a uvědomíme si, že demolice se provádí uvnitř areálu ČZU na Suchdole, kde se přímo u hranic staveniště nachází bytová zástavba a objekty sloužící k výuce studentů je při provedení V2 s mobilní recyklační linkou nutno počítat s vysokou prašností a hlukem při provádění drcení a třídění SDO a také

prováděnou demolicí. Dále se můžeme podívat, že varianta V2 má ze všech 3 variant 2. nejvyšší hodnotu odpracovaných hodin a nejvyšší hodnotu dní nutných k provedení práce, a z toho důvodu je tato varianta nejvíce náchylná na případná neočekávaná zdržení a následné prodloužení konečného termínu bouracích prací. Dalším úskalím by mohla být situace odvozu a prodeje recyklátu, jelikož kdyby nebylo docíleno poměru 70/30 v prodeji a odvozu, navýšila by se cena za odvoz, snížila by se ziskovost varianty a následně by došlo i ke zvýšení času potřebného na odvoz recyklátu do recyklačního centra. Jelikož nebylo možné jakkoli změřit úroveň hluku recyklační linky a jejím vlivu na okolní bytovou zástavbu, tak jako podklad jsem použil hlukovou studii pod označením [29], ve které je posuzována podobná mobilní recyklační linka. Jelikož nejbližší budova od zdroje hluku se nachází do 30m, tak v této vzdálenosti se ve výšce 4m nad terénem při indexu povrchu země $G=1$ činí hodnota 69,9dB. V technické zprávě [19] zjistíme že maximální hodnota hluku se dovoluje 65dB. Na základě těchto skutečností jsem se rozhodl o odstoupení varianty V2 - Recyklační linka.

Jako poslední varianty pro posouzení a následný výběr zbyly varianty V1 a V3, které se od sebe liší hlavně nakládáním se SDO a postupem demolice. Pokud se podíváme na obě varianty z pohledu najetých km tak se V3 jeví o 40% účinnější oproti V1 a to z důvodu použití nákladních automobilů s vlekem, a také se liší o 51% cenou za dopravu, díky nižší ceně za skládkovné, protože u V3 je SDO již tříděn na jednotlivé materiály oproti V1. pokud se podíváme na V3 a V1 z pohledu ekologického a vlivu na okolní stavby jeví se V3 jako lepší, kvůli rozdělení demolice na 2. a 3. fázi a tím následné omezení prašnosti při demolici ve 3. fázi těžkou mechanizací. Největší negativum u V3 je, že tato varianta je o necelé 3 dny delší oproti V1 ale na druhou stranu je nasazeno více pracovníků a strojů, což by bylo možné využít pro zrychlení určitých procesů v rámci dekonstrukce nebo demolice. U V1 oproti V2 nemůže nastat problém při nedostatečném prodeji množství recyklátu a navýšení času na nakládku a odvoz recyklátu ze stavby, jelikož se ve V3 o tomto způsobu neuvažuje. Při zachování veškerých ukazatelů a hodnot u variant V1 a V3 můžeme vidět že cena za práci i při nasazení více pracovníků a menší mechanizace cena závratně nestoupá, naproti u využití třídění materiálu při demolici a nákladních automobilů s vyšší nosností a objemem můžeme náklady na dopravu snížit.

Po zhodnocení veškerých aspektů jsem se rozhodl v rámci mé diplomové práce o provedení v rámci varianty Recyklace mimo stavbu - V3 - Recyklační centrum.

5 Doporučení pro další postup

5.1 Vývoj recyklace v budoucnosti

Vývoj v této oblasti stavebnictví se očekává, že v budoucnosti se bude více pohlížet na lepší územní plánování, víceúčelové budovy, materiály s větší podílem recyklovaného materiálu, budovy budou využívány delší dobu, vnitřní životní cyklus budovy se bude měnit častěji a více budeme stávající budovy rozšiřovat a zachovávat než budovy demolovat a stavět budovy nové. I přesto je zde velká část společnosti, která vidí recyklaci surovin ze SDO jako nezajímavou, jelikož věří v nekonečné množství surovin k výrobě stavebních produktů. [3]

Dalším pozitivním aspektem v recyklaci SDO je, že při objemu odpadu 10 000 tun se při jeho spalení může vytvořit 1 pracovní místo, skládkováním takového množství odpadu může poskytnout 6 pracovních míst, ale jeho recyklací 36 pracovních míst. [1]

Vize 2030

Tato vize se opírá o Pařížskou klimatickou dohodu z roku 2015 vydanou OSN pod názvem „Cíle SDG OSN 2030, cíl č.12“, která se vyznačuje body z pohledu stavebnictví: „12.5 Do roku 2030 výrazně snížit produkci odpadů s pomocí prevence, redukce, recyklace a opětovného používání

12.6 Podporovat podniky, zejména velké a nadnárodní společnosti, aby přijaly udržitelné postupy a začlenily informace o udržitelnosti do svých pravidelných zpráv“ [8]

- Dále zvýšit účinnost zdrojů v EU o 30 % se srovnáním v roce 2014
- Bude potřeba brát jako prioritu nakládání se SDO jako s druhotnou surovinou po katastrofách a konfliktech
- Při plánování demolice se již s materiálem bude počítat jako s materiálem vhodným k recyklaci
- Vypracování plánu recyklace s ohledem na minimalizaci nákladů za dopravu
- Plánování a určení míst pro recyklaci po katastrofách
- Použití nejlepších technologií pro odklizení a recyklaci po katastrofách
- Podpora místní nezaměstnanosti při zaměstnávání pracovníků potřebných pro recyklaci po katastrofách
- Bude vytvořen a akceptován trh s recyklovanými zdroji
- Budovy jsou navrženy pro budoucí transformaci
- Recyklace 90% SDO [3]

Vize 2050

Společně vypracovalo několik společností jako OSN, UNDP, UNOCH a mezinárodní plán pro stavební odpad Vize EU 2050

- Do roku 2050 musí být využívání zdrojů v EU udržitelné
- Používání nejlepších technologií a zaměřit se na celý životní cyklus budovy
- Jelikož 90% objektů, které budou stát i v roce 2050 již stojí, zaměřit se na jejich renovaci po skončení životnosti než na jejich demolici
- Zlepšení infrastruktury v návaznosti na selektivní sběr a recyklaci
- Zavedení před demoličních auditů a pokud možno recyklace na místě stavby
- Zvýšit recyklaci betonu
- Rozvoj trhů s druhotnými surovinami
- Rozvoj zelených technologií
- Stavební odpad po katastrofách a konfliktech využívat jako druhotnou surovinu
- Všechny SDO jsou brány jako zdroje k nahrazení zdrojů primárních

Jaké kroky je potřeba provést, aby byla Vize 2050 reálná:

- Kvalitní posouzení před demolicí
- Recyklace betonu na nejvyšší možné úrovni
- Vývoje technologie a norem na dekontaminaci materiálů
- Provádět selektivní demolici na místě stavby [3]

6 Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo rozebrání problematiky demoličních, bouracích a dekonstrukčních prací a nakládání se SDO a možnosti následného použití, prodeje či jeho třídění, recyklace a jeho dalšího použití u nových staveb.

V teoretické části diplomové práce jsem postupoval systematicky a veškeré materiály jsem sháněl jak v tuzemské literatuře v podobě odborných časopisů a knih, tak převážně v literatuře v anglickém jazyce pro její pestrý a odborný výklad z různých pohledů na demolice. V první části jsem se zabýval pojmem demolice co přesně pojem demolice znamená. Dále jsem se zaměřil na demolice z pohledu statistik jak Evropského rozměru tak i z pohledu České republiky. Detailněji jsem se zaměřil na vyprodukované množství stavebních materiálů jako je stavební kámen nebo šterkopísky. V příložených tabulkách lze vyčíst vzrůstající trend využívání SDO ve stavebnictví a stagnující těžbu těchto materiálů i z důvodu tlaku EU na využívání a recyklaci SDO a také z důvodu, že se v ČR již 30 let neotevřel nový lom, čímž jsem dále navázal na materiály, které lze recyklovat a jaké jsou jejich vlastnosti a možnosti využití.

V další části jsem rozebral nejpoužívanější postupy při provádění demolic v ČR i ve světě, zároveň jsem se zaměřil na možná místa a objekty kde jaký postup používat a jaké jsou jejich výhody a nevýhody. Tím jsem navázal na pojem recyklace SDO, co tento pojem znamená a jakými způsoby a technologií se recyklace SDO provádí, jejich rozdíly. Dále jsem rozebral ekonomická a ekologická hlediska recyklace SDO, kde jsem na tyto hlediska pohlížel převážně globálně, jelikož se tyto hlediska navzájem doplňují a jsou vytvářena unikátní řešení propojením ekologie a ekonomie dané oblasti, kde jsem toto propojení vysvětlil na příkladech. V poslední řadě mé teoretické části jsem se zabýval budoucností recyklace SDO ve světě i v Evropě, kde jsem se opíral o poznatky z podkladů vytvořené EU jako je Vize 2020 a Vize 2050.

V mé praktické části jsem se zaměřil na demolici malých a 3 velkých objektů v areálu ČZU, které musely ustoupit novostavbě Fakulty tropického zemědělství. U vstupních podkladů jsem se opíral o harmonogram stavby, hodnoty ze stavebního deníku, fotodokumentaci demolice a vlastní zkušenost.

Demolici jsem posoudil ve 3 variantách, které se liší jak postupem demolice, použitou technologií tak i nakládáním SDO v podobě recyklace nebo prodeje vedlejších produktů. V první variantě jsem se opíral o skutečné provedení demoličních prací. V dalších 2 variantách jsem se snažil co nejpřesněji využít dostupné hodnoty z databáze RTS pro pracovníky a stroje s přihlédnutím k reálnému provedení prací dle zkušeností zaměstnanců firem AZS 98 s.r.o., VS-EKOPRAG s.r.o. a Dřevošrot a.s., kteří mi poskytly interní a odborné informace o technologiích jejich pracnosti, reálné časové a pracovní náročnosti na čas a ekonomickou a technologickou otázku procesů.

Na základě mnou vypracované práce a získaných údajů potřebných k nacenění a provedení demolice u všech 3 variant bych řekl, že nacenění demolic nejde nijak obecně nacenit, z důvodu že každý objekt, který podléhá demolici je originální. Samotné nacenění demolice objektu je zobecněno na základní postupy demolice jako je například postupné rozebírání, demolice pomocí těžké mechanizace a nebo demolice odstřelem. Dále je celkové množství odhadnuto z dostupné dokumentace, pokud tato dokumentace

není dostatečně podrobná, je nutné si množství a druh materiálu domyslet na základě zkušeností a odborného odhadu. Toto tvrzení jsem si ověřil, jelikož vypočítané množství SDO byla vůči výpočtu v oficiálním výkazu výměr o 20% vyšší než mnou vypočítané množství.

V poslední řadě bych chtěl vyzdvihnout, že téma recyklace v posledních letech nabývá na významu ve všech odvětvích ne jen ve stavebnictví, i když stavebnictví je největším producentem odpadu. S příchodem nových technologií a materiálů je možnost vzniklý SDO lépe a více využívat v nových stavbách v různých formách od obsypů, zásypů, výplní či jako plnivo do betonů nebo v nenosných částech konstrukce. Doufám, že postupným zapojením recyklace do oběhu z pohledu lepší legislativy, dostupnějších technologií, větším zájmem producentů odpadu ke změně brát odpad jako odpad, ale jako surovinu, která může být nadále využita, může postupně dojít k zajímavým projektům a k menší zátěži životního prostředí.

Zdroje

Normy

ČSN EN 1991-1-1 - Eurokód 1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní

Literatura

- [1] TORGAL, F. Pacheco. Handbook of recycled concrete and demolition waste. No. 47. Oxford: Woodhead publishing, 2013.
- [2] WINKLER, Greg. Recycling construction & demolition waste: a LEED-based toolkit: a LEED-based toolkit. New York: McGraw-Hill, 2010.
- [3] LAURITZEN, Erik K. a Česká rada pro šetrné BUDOVY. Construction, demolition and disaster waste management: an integrated and sustainable approach: an integrated and sustainable approach. New York; Boca Raton; London: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019.
- [4] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU [online]. Analýza současného stavu vybraných komodit druhotných surovin a jejich zdrojů včetně vize rozvoje daného odvětví. Prosinec 2018. [vid.20.11.2018]. Dostupnost: https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/8/Analyza_materialove-toky_PDS-CR.pdf
- [5] ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. SUROVINOVÉ ZDROJE ČESKÉ REPUBLIKY NEROSTNÉ SUROVINY Ročenka 2018 [online]. 03/9 446-401-19. Česká geologická služba, 2018. Dostupnost: <http://www.geology.cz/extranet/publikace/online/surovinove-zdroje/surovinove-zdroje-ceske-republiky-2018.pdf>
- [24] LOFÍTEK, J.: Možnosti využití vybraných druhů stavebních a demoličních odpadů ve stavební výrobě. Bakalářská práce, Brno 2013, 55 str.
- [10] LUKŠ J., Demolice staveb jako zdroj stavebních surovin. In: *Konference Udržitelná výstavba 2011 - Waste utilization, recycled materials in the building industry Využití odpadních hmot a recyklátů ve stavebnictví, České vysoké učení technické v Praze* [online]. Praha ČVUT v Praze [vid. 2011]. Dostupné z: http://www.udrzitelnavystavba.cz/WP3_papers/03_Luks.pdf
- [12] ŠKOPÁN, Miroslav. *Vývojové trendy v technologiích pro recyklaci stavebních a demoličních odpadů*. Stavební technika [online]. 2007/5 [cit. 12.11.2020]. Dostupný z: <https://www.stavebni-technika.cz/clanky/trendy-v-technologiich-pro-recyklaci-odpadu>
- [13] JUNGA, Petr, Tomáš VÍTĚZ a Petr TRÁVNÍČEK. *Technika pro zpracování odpadů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-207-6.
- [14] SVOBODA, K., *Technologie recyklace stavebních a demoličních odpadů*, ODPADOVÉ FÓRUM, 4. květen 2005, čís. 5, s. 13 – 16. ISSN 1212 7779. Dostupné z: <http://www.odpadoveforum.cz/upload/pageFiles/5-2005-pdf.pdf>
- [29] BRZOBOHATÝ F., *Navýšení kapacity recyklační linky stavební suti - areál MUNA Břeclav*, HLUKOVÁ STUDIE, Brno, duben 2017, s. 10 - 16. Dostupnost: https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX0pITTEzODJfb3puYW1lbm1ET0NfODc3NDYxNTYyNzEwMjkwMzIxMi5wZGY/JHM1382_oznameni.pdf

Technologické podklady

[25] Ing. JELÍNKOVÁ Jitka + kolektiv. *Pavilon FTZ v areálu ČZU: část A – Průvodní zpráva*. Praha: CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o., [05/2017]. (archivní číslo: 16-115-5 /A-00).

Dostupnost:

https://zakazky.czu.cz/contract_display_569.html?fbclid=IwAR3CwOrDy0gL_UjM96Cw-TxQpfWJM2Oex0GpEIhblq0bwjVQGXREwysOpDw

[15] Bc. KANDL Štěpán, *Pasportizace ČZU FTZ 5–K Transformátoru 636_4*. Zlínstav a.s., [9.11.2018].

[16] Bc. KANDL Štěpán, *Pasportizace ČZU FTZ 4–K Transformátoru 636_3*. Zlínstav a.s., [9.11.2018].

[17] Bc. KANDL Štěpán, *Pasportizace ČZU FTZ 3 – Objekt skleníků*. Zlínstav a.s., [9.11.2018].

[18] Bc. KANDL Štěpán, *Pasportizace ČZU FTZ 2 – Objekt institutu tropů a subtropů*. Zlínstav a.s., [9.11.2018].

[19] Ing. ZIMMER Miroslav. *DOKUMENTACE BOURACÍCH PRACÍ OBJEKT ÚDRŽBY 17 a, č.p. 1149 V AREÁLU ČZU PRAHA - SUCHDOL: B - SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA*. Praha., [08/2016].

Dostupnost:

https://zakazky.czu.cz/contract_display_569.html?fbclid=IwAR3CwOrDy0gL_UjM96Cw-TxQpfWJM2Oex0GpEIhblq0bwjVQGXREwysOpDw

[20] Doc. Ing. arch. Antonín Novák. *Dokumentace bouracích prací objektu katedry jazyků*

PEF Aritma, č. p. 1076 na pozemku ČZU v Praze: část B – SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA. Praha: Architektonická kancelář DRNH, [02/2016].

Dostupnost:

https://zakazky.czu.cz/contract_display_569.html?fbclid=IwAR3CwOrDy0gL_UjM96Cw-TxQpfWJM2Oex0GpEIhblq0bwjVQGXREwysOpDw

[21] Ing. VÁLOVÁ Zuzana. *DOKUMENTACE BOURACÍCH PRACÍ - SKLAD: část B - SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA*. Praha.

Dostupnost:

https://zakazky.czu.cz/contract_display_569.html?fbclid=IwAR3CwOrDy0gL_UjM96Cw-TxQpfWJM2Oex0GpEIhblq0bwjVQGXREwysOpDw

[22] STRAKOŠ Petr. *Pavilon FTZ v areálu ČZU, SO 01 Přípravné a demoliční práce: část TECHNICKÁ ZPRÁVA*. Praha: CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o., [03/2017]. (archivní číslo: 16-115-5 /D1-01/01_00).

Dostupnost:

https://zakazky.czu.cz/contract_display_569.html?fbclid=IwAR3CwOrDy0gL_UjM96Cw-TxQpfWJM2Oex0GpEIhblq0bwjVQGXREwysOpDw

[23] Bc. KANDL Štěpán, *Pasportizace ČZU FTZ 1 – Příjezdová areálová komunikace na stavenišťě*. Zlínstav a.s., [14.11.2018].

Normy

- [6] RNDr. Ambrozek: Vyhláška 294/2005 Sb., www.zakonyprolidi.cz [online] 1. Leden 2006. [Citace 10.11.2020], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-294>
- [7] Ministerstvo životního prostředí: Brabec, R.: Vyhláška č. 93/2016 Sb., www.zakonyprolidi.cz. [online] 1. Duben 2016. [Citace: 10.11.2020.], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93/zneni-20160401#p10-1-2>
- [27] Topolánek, M. - Nečas, P.: Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., www.zakonyprolidi.cz. [online] 27. leden 2006. [Citace: 10.11.2020.], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-360>
- [26] Zákon č. 185/2001 Sb., www.zakonyprolidi.cz. [online] 14. červen 2002. [Citace: 10.11.2020.], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185?text=185%2F2001>
- [27] Vyhláška č. 93/2016 Sb., www.zakonyprolidi.cz. [online] 31. březen 2016. [Citace: 10.11.2020.], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93>
- [28] Zákon č. 541/2020 Sb., www.zakonyprolidi.cz. [online] 23. prosinec 2020. [Citace: 24.12.2020.], Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>

Internetové stránky

- Eurostat – Statistiky EU - <https://ec.europa.eu/eurostat>
- Česky statistický úřad – Statistiky ČR - www.czso.cz
- Databáze CENIA - <https://www.cenia.cz/spolecenska-odpovednost/epd/databaze-epd/>
- [8] 12. Zajistit udržitelnou spotřebu a výrobu [online]. Informační centrum OSN v Praze. [UNIC Praha | Informační centrum OSN, Železná 24, 110 00 Praha 1]. Dostupné z: <https://www.osn.cz/sdg-12-zajistit-udrzitelnou-spotrebu-a-vyrobu/>
- [9] Demoliční koule - Wrecking ball [online], poslední aktualizace 25 Červen 2020 06:32 [cit. 12. 11. 2020], Wikipedie. Dostupné z: https://cs.qaz.wiki/wiki/Wrecking_ball
- [11] Demolice [online], poslední aktualizace 28 Říjen 2020 00:26 [cit. 12. 11. 2020], Wikipedie. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Demolition>

Použité programy

- Autodesk AutoCAD 2017 – studentské verze
Microsoft project 2013 - studentská verze

Seznam graf

Graf 1 - Množství recyklovaného odpadu včetně zeminy	12
Graf 2 - Množství recyklovaného odpadu bez zeminy	12
Graf 3 - Produkce druhotných surovin v ČR 2011-2018	13

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Produkce minerálních stavebních a demoličních odpadů v roce 2018.....	13
Tabulka 2 - Katalog odpadů [7]	14
Tabulka 3 - Produkce stavebních a demoličních odpadů v letech 2013 až 2017 [4]	15
Tabulka 4 - Přehled nakládání se SDO v letech 2009 až 2017 [4]	15
Tabulka 5 - Produkce stavebního kamene a šterkopísků v letech 2009 až 2017 [4]	15

Tabulka 6 - Produkce recyklátů ze SDO vůči těžbě staveb. kamene a štěrkopísků - 2009 až 2017 [4]	16
Tabulka 7 - Srovnání technologií demolic [3]	20

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Recyklace betonu	17
Obrázek 2 - Recyklace dřeva	18
Obrázek 3 - Ruční demolice.....	21
Obrázek 5 - Demoliční koule – kulatý tvar	22
Obrázek 4 - Demoliční koule – hruškovitý tvar.....	22
Obrázek 6 - Postup demolice nůžkami 2 [1].....	22
Obrázek 7 - Postup demolice nůžkami 1 [1].....	22
Obrázek 8 - řízená demolice trhavinou	24
Obrázek 9 - Druhy ekonomik.....	24
Obrázek 10 - Mobilní recyklační linka	25
Obrázek 11 - Semimobilní recyklační linka	25
Obrázek 12 - Schéma jednoduché stacionární recyklační linky	26
Obrázek 13 - Schéma recyklační linky stacionární se suchým způsobem recyklace a tříděním na několik frakcí.....	27
Obrázek 14 - Schéma recyklační linky stacionární s mokrým a suchým procesem [13]	27
Obrázek 15 - Pohled na Objekt 18 - Garáže a sklady [21]	34
Obrázek 16 - Pohled na Objekt – Aritma [20]	35
Obrázek 17 - Pohled na Objekt 17a [19].....	36
Obrázek 18 - Přední strana objektu.....	37
Obrázek 19 - Zadní strana objektu.....	37
Obrázek 20 - Unimobuňky a plechový sklad.....	38
Obrázek 21 - Situace pasportizace 1	40
Obrázek 22 - Pohled na pasportovaný objekt 1 [15].....	41
Obrázek 23 - Poškozený plot 2 [15].....	41
Obrázek 24 - Trhlina ve zdivu [15].....	41
Obrázek 25 - Poškozený plot [15].....	41
Obrázek 26 - Trhlina ve zdivu [16].....	42
Obrázek 27 - Napojení dlažby [16].....	42
Obrázek 28 - Pohled na pasportovaný objekt 2 [16].....	42
Obrázek 29 - Propadlá dlažba [16]	42
Obrázek 33 - Opadající omítka [17]	43
Obrázek 32 - Díry v omítce [17].....	43
Obrázek 31 - Trhlina ve zdivu [17].....	43
Obrázek 30 - Objekt skleníků [17].....	43
Obrázek 34- Pohled na objekt [18]	44
Obrázek 35 - Poškozené obrubníky [18].....	44
Obrázek 36 - Poškozená dlažba [18].....	44
Obrázek 37 - Příjezdová trasa ke staveništi [23].....	45

Obrázek 38 - Označení místa příjezdové trasy [23].....	45
Obrázek 39 - Detailní situace Úseku D [23]	45
Obrázek 40 - Poškozený obrubník [23]	45
Obrázek 41 - Používaný zpomalovací práh [23].....	45
Obrázek 42 - Trhlina ve vozovce [23]	45
Obrázek 43 - Propadlý poklop kanalizace [23].....	45
Obrázek 44 - Dopravní trasa - Deponie Sedlec.....	50
Obrázek 45 - Dopravní trasa - Deponie Horoměřice	53
Obrázek 46 - Dopravní trasa - Deponie Horoměřice	57

Seznam zkratek

SDO – Stavebně – demoliční odpad

RBK – Recyklované betonové kamenivo

RDB – Recyklovaný drcený beton

NL – Nebezpečná látka

ŽB - železobeton

ZS - zařízení staveniště

EU - Evropská unie

ČZU FTZ - Česká zemědělská univerzita - fakulta Tropického zemědělství

Seznam příloh

Příloha 1 - Technologický postup - Použitá mechanizace

Příloha 2 - Výpočet SDO

Příloha 3 - Ekonomické zhodnocení - Použité ceníky

Příloha 4 - Ekonomické zhodnocení - V1 - Skládka

Příloha 4.1 - Ekonomické zhodnocení - V1 - Skládka - Harmonogram

Příloha 5 - Ekonomické zhodnocení - V2 - Recyklační linka

Příloha 5.1 - Ekonomické zhodnocení - V2 - Recyklační linka - Harmonogram

Příloha 6 - Ekonomické zhodnocení - V3 - Recyklační centrum

Příloha 6.1 - Ekonomické zhodnocení - V3 - Recyklační centrum - Harmonogram

Příloha 7 - Projektová dokumentace - Demolované objekty

Příloha 8 - Projektová dokumentace - Bourací práce

Příloha 9 - Fotodokumentace - Bourací práce