

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Úklid staveniště – součást komplexní podpory  
pozemní výstavby

Bc. Radek Benetka

2019

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ondřej Štrup

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 6.1.2019

.....  
Jméno a příjmení diplomanta

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Ondřeji Štrupovi za odborné vedení, ochotu konzultovat na dálku při studiu v zahraničí a věcné připomínky, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval své zahraniční vedoucí Mukaddes Darwish, Ph.D. za konzultace a pomoc s nastudováním zahraničních zdrojů.



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Benetka</u>	Jméno: <u>Radek</u>	Osobní číslo: <u>406189</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Úklid staveniště - součást komplexní podpory pozemní výstavby</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Cleaning of a construction site - part of complex support of a building construction</u>	
Pokyny pro vypracování: Problematika úklidu v průběhu výstavby v rámci zajištění zázemí. Služby bezprostředně související s úklidem staveniště. Problematika BOZP a PO v rámci zajištění staveniště související s úklidy. Shrnutí doporučení pro přípravu a provoz staveniště související s úklidy.	
Seznam doporučené literatury: Legislativa Ondřej Štrup - Základy Facility Managementu - Professional Publishing (2014) ČSN EN 15221 (1. - 7. díl, Facility management) ISO 41000 (41001, 41011, 41012, Facility management)	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Ondřej Štrup, IFMA Fellow</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>1.10.2018</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>6.1.2019</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
..... Podpis vedoucího práce	..... Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*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“.*

..... Datum převzetí zadání	..... Podpis studenta(ky)
--------------------------------	------------------------------

## **ABSTRAKT**

Cílem práce je komplexně prozkoumat problematiku úklidu na staveništi jako podpůrnou činnost při zhotovování stavby a vliv čistoty, pořádku na bezpečnost, kvalitu práce a samotný výkon pracovníků. Další část se zaměřuje na odpadové hospodářství v ČR a nakládání se stavebním a demoličním odpadem. Práce se také věnuje problematice Stavebnictví 4.0 - nástupu automatizace a robotizace při úklidech, využití prostředí BIM ke snížení vzniku stavebního odpadu a vlivu ratingových systémů např. LEED na nakládání s odpady na stavbě. Praktická část popisuje způsoby a požadavky na úklid v průběhu technologických etap a navrhuje opatření pro možná rizika.

### **Klíčová slova**

Úklid, staveniště, stavební a demoliční odpad

## **ABSTRACT**

The aim of the thesis is to comprehensively examine the issue of cleaning of construction site as a supporting activity in the production of buildings and the influence of tidiness, order on safety, quality of work and performance of the workers themselves. Next part focuses on waste management in the Czech Republic and on the disposal of construction and demolition waste. The thesis also deals with Construction 4.0 - the onset of automation and robotization in the field of cleaning, the use of BIM to reduce the production of construction waste and the impact of rating systems, eg. LEED, on waste management on site. The practical part describes the cleaning procedures and requirements during the technological stages and proposes precaution for possible risks.

### **Keywords**

Cleaning, construction site, construction and demolition waste

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Facility management (FM)</b> .....	<b>12</b>
2.1	Hlavní přínosy FM .....	12
2.2	Hlavní činnost (Core business) .....	12
2.3	Podpůrná činnost .....	13
2.4	Formy zajištění FM služeb .....	13
2.5	Smluvní zajištění FM služeb .....	14
2.6	FM služby staveniště .....	16
2.6.1	Odpadové hospodářství .....	16
2.6.2	Zimní údržba a úklid sněhu .....	17
2.6.3	Pravidelný úklid a denní úklid .....	17
2.6.4	Úklid staveniště .....	17
<b>3</b>	<b>Bezpečnost práce</b> .....	<b>18</b>
3.1	Pořádek na staveništi jako podmínka bezpečné práce .....	18
3.2	Účastníci výstavby a jejich vliv na bezpečnost staveniště .....	19
3.2.1	Stavebník .....	20
3.2.2	Zhotovitel .....	20
3.2.3	Autorský dozor projektanta .....	21
3.2.4	Technický dozor stavebníka .....	21
3.2.5	Koordinátor BOZP .....	22
3.3	Technická řešení .....	23
3.4	Technologická řešení .....	23
3.5	Doba výkonu .....	24
3.6	Shazování materiálu a předmětů .....	25
3.7	Požární ochrana (PO) .....	25

<b>4</b>	<b>Úklid.....</b>	<b>27</b>
4.1	Úklid staveniště v rámci technologických etap.....	27
4.2	Zásady organizace výstavby .....	28
4.3	Rekonstrukce a demolice .....	28
4.3.1	Plastová skluzná potrubí.....	29
4.3.2	Mobilní skluzná potrubí .....	29
4.3.3	Skluzné žlaby .....	29
4.3.4	Záchytné sítě .....	29
4.4	Skladování materiálu.....	30
<b>5</b>	<b>Odpady .....</b>	<b>31</b>
5.1	Odpadové hospodářství.....	32
5.1.1	Plán odpadového hospodářství.....	33
5.1.2	Metodický návod.....	33
5.2	Odpady ze stavební činnosti .....	34
5.2.1	Zeminy a výkopové materiály .....	34
5.2.2	Stavební suť.....	35
5.2.3	Odpadní materiály .....	35
5.2.4	Stavební odpady ze staveniště.....	35
5.2.5	Recyklace stavebního odpadu .....	36
5.2.6	Nejběžnější recykláty .....	37
5.3	Katalog odpadů .....	38
5.4	Obaly .....	39
<b>6</b>	<b>Trendy .....</b>	<b>41</b>
6.1	Ratingové systémy a předpisy.....	41
6.1.1	LEED.....	41
6.1.2	International Green Construction Code (IgCC) .....	44



6.1.3	Dallas Green Construction Code.....	44
6.1.4	Dallas – Plán pro nakládání s odpadem .....	44
6.2	BIM a jeho využití pro úklid a odpadové hospodářství.....	45
6.2.1	BIM .....	46
6.2.2	Chyby z projektování .....	46
6.2.3	Měření spotřeby materiálu .....	47
6.2.4	Plánování.....	47
6.2.5	Plán nastavení staveniště.....	48
6.2.6	Prefabrikace.....	48
6.3	Průmysl 4.0 .....	48
6.3.1	Stavebnictví 4.0.....	49
6.3.2	Roboty a budovy .....	50
6.3.3	Květa 001 .....	50
<b>7</b>	<b>Úklid staveniště.....</b>	<b>55</b>
7.1	Předvýrobní fáze .....	55
7.2	Zemní práce a bourání.....	55
7.3	Základy.....	58
7.4	Spodní stavba a vrchní stavba.....	58
7.5	Zastřešení .....	59
7.6	Provádění příček a rozvodů instalací .....	59
7.7	Provádění vnitřních omítek a podkladních vrstev podlah.....	59
7.8	Provádění podlah, kompletace povrchů a technologie.....	60
7.9	Kompletace rozvodů instalací a vnitřních prací.....	60
7.10	Vnější úpravy .....	60
7.11	Kontrola kvality a převjímká .....	61
7.12	Rizika a opatření .....	61

<b>8 Závěr</b> .....	<b>64</b>
<b>Citovaná literatura</b> .....	<b>65</b>
<b>Právní předpisy</b> .....	<b>72</b>
<b>Seznam použitých obrázků</b> .....	<b>73</b>
<b>Seznam použitých tabulek</b> .....	<b>74</b>

# 1 Úvod

V současné době, kdy se Česká republika nachází v období ekonomické konjunktury, čelí podniky většímu konkurenčnímu tlaku. O úspěchu a neúspěchu firmy rozhodují výkony a schopnosti zaměstnanců, jejich efektivita je však přímo závislá na vhodně vytvořených a udržovaných pracovních podmínkách.

Staveniště je velmi specifické pracovní prostředí a nelze k němu úplně přistupovat stejně jako ke kancelářskému prostoru v administrativní budově. V průběhu výstavby se mění jednotlivá pracoviště v návaznosti na technologickou etapu, povětrnostní a světelné podmínky. Jedno mají však společné, pracovníci jsou přímo závislí na podpůrných činnostech, které jim zaručí již zmíněné kvalitní pracovní prostředí. Jednou z takových činností může být např. úklid pracoviště a zpracování odpadu, praní pracovního oblečení, zajištění stravování atd. Pro tuto práci jsem si zvolil komplexní rozbor úklidu a odpadového hospodářství staveniště.

Práce má za úkol zkoumat oblast úklidu z několika pohledů. V první řadě se zaměří se na oblast Facility managementu staveniště a podpůrných činností. Dále na vliv čistoty a pořádku na bezpečnost práce a požární ochranu, jakým způsobem lze staveniště uklízet a jaké jsou legislativní požadavky na čistotu staveniště. Nedílnou součástí úklidu je nakládání s odpady a obaly. Práce rozebere odpadové hospodářství ČR a jak nakládat se stavebním a demoličním odpadem.

Teoretická část se také bude věnovat nově vznikajícím trendům v oblasti stavebnictví, vlivu ratingových systémů na nakládání s odpady na stavbě, použití prostředí BIM ke snižování vzniku stavebního odpadu, nástupu robotizace do stavebnictví a projektu autonomního uklízacího robota Květa 001.

V rámci praktické části bude vytvořen přehled požadavků na úklid a odpadové hospodářství staveniště v průběhu jednotlivých technologických etap, který bude sloužit pro přípravu a realizaci staveb.

## 2 Facility management (FM)

V rámci stavebního procesu se vyskytuje široké množství podpůrných činností, které je nutné předem zajistit a připravit. Já jsem se především zaměřil na úklid v průběhu stavebních činností a nakládání s odpadem. Ve specifických situacích se z podpůrné činnosti může stát činnost hlavní, tzv. „core business“ příkladem mohou být rekonstrukce a demolice budov.

Co vlastně znamená Facility management (dále FM)? Podle International Facility Management Association (dále IFMA) je definován jako obor tvořený z několika disciplín a slouží k zajištění funkčnosti, pohodlí, bezpečnosti a efektivitě zastavěného prostředí integrováním lidí, místa, procesu a technologie (1). Norma ČSN EN 15221 uvádí definici FM: V rámci organizace Facility management integruje činnosti pro zajištění a rozvoj domluvených služeb podporujících efektivitu základní činnosti.

### 2.1 Hlavní přínosy FM

Cílem a přínosem FM pro organizaci by mělo být zjednodušení práce s řešením problémů podpůrných činností, aby se mohla soustředit na svojí hlavní činnost, která tvoří zisky. Zároveň se FM pokouší o propojení a zefektivnění 3 oblastí nazývaných 3P – Pracovníci, Procesy, Prostředí.

Zavedení integrovaného FM do spravování služeb má především přinášet snížení provozních nákladů. Přináší často profesionálnější pohled na věc, kvalitnější provedení prací, snižuje počet zaměstnanců a tím uvolní prostor na pracovištích. Dále s kvalitními službami se i úměrně zvyšuje výkonnost a produktivita pracovníků. Jde tak o výrazný synergický efekt, o který by se měly všechny firmy v současné době snažit. (2)

### 2.2 Hlavní činnost (Core business)

IFMA (3) definuje core business jako „hlavní předmět podnikání“. Hlavní činnost je tvořena procesy, které jsou klíčové pro daný podnik a určují jeho know-how. Organizace musí hlavně naplnit účel svého založení a tím je vytváření zisku. Všechny zdroje a úsilí musí směřovat do core businessu.

Pro každé odvětví a firmu je hlavní předmět podnikání jiná činnost. Například firmy v bankovním sektoru se zabývají poskytováním finanční služeb,

ale potřebují podpůrné činnosti např. správu IT systému a na to si najmou IT firmu, která má za svou hlavní činnost správu IT systémů. Pro kvalitní a výdělečné řízení podniku, musí vedení být schopné identifikovat svou hlavní činnost a zajistit vhodnou integraci podpůrných činností pomocí in/outsourcingu.

V případě stavební společnosti – je hlavním předmětem podnikání výroba stavebních objektů. Vede to k výrobě produktu, který staví na základě smlouvy o dílo pro svého zákazníka. Mezi podpůrné činnosti se pak řadí úklid staveniště, doprava dělníků na stavbu atd. Avšak v případě demolice stavby je pro stavební firmu hlavním předmětem podnikání demolice, úklid a třídění odpadu na staveništi. (4)

### **2.3 Podpůrná činnost**

Cílem podpůrných procesů je podporovat hlavní procesy (core business), především správně alokovat zdroje v požadované kvalitě a množství, aby docházelo k dodržování konstantní kvality služeb a fungování organizace. Samotný obor Facility Management se věnuje integraci a správě těchto služeb. Je možné je provozovat několika způsoby (5):

- Insourcing – začleněním útvaru do organizační struktury
- Outsourcing – externím zaměstnancem, firmou
- Kombinací obou způsobů

Způsob se volí na základě analýzy stávajícího stavu společnosti a je pak na vedení jakou formu zvolí. Úklid a nakládání s odpadem na staveništi se v českém prostředí provádí převážně s využitím vlastních pracovníků.

V současné době nastupuje nová celosvětová norma ISO 41000 „Facility management“, která vstoupí do platnosti jako partnerské norma k ISO 9000. Norma by měla sloužit k auditování a zlepšování systému řízení organizace a pomocí ní bude možné nastavit systém integrace podpůrných služeb v rámci organizace. (6)

### **2.4 Formy zajištění FM služeb**

Na všechny činnosti, kromě těch, které společnost nepokládá za své základní podnikání, lze uplatnit FM sjednocený přístup při jejich zajišťování –

jedná se o tzv. podpůrné procesy. V současné době je však v ČR tento přístup ojedinělý a převážně převládá nejednotné řízení jednotlivými úseky a řediteli. Dalším trendem v českých firmách je nerozvážený outsourcing těchto podpůrných služeb. Hlavním argumentem pro outsourcing se stává snížení počtu zaměstnanců a tím i nákladů na ně. Majitel firmy se zbavuje i dalších nákladů na kanceláře, energie, školení atd. Na druhou stranu však toto řešení může ohrozit bezpečnost firmy či jejího know-how, kdy se externí zaměstnanec z důvodu vykonávání své činnosti dostává k interním informacím společnosti. (7)

Volba formy zajištění služby vychází z vyhodnocení zmíněné analýzy. Klient musí stanovit své požadavky. Norma ČSN EN 15221 obsahuje dokument – Service Level (SL) - na základě kterého je možné specifikovat požadavky. Definiují se hlavně cíle, požadavky na průběh, předmět činnosti a parametry kvality (KPI a CPI).

Insourcing		Outsourcing	
Klady	Zápory	Klady	Zápory
Bezpečně zajištěné know-how	Vyšší náklady na personál	Omezení počtu zaměstnanců	Komunikace klient – poskytovatel
Přímé a snazší řízení	Podcenění vzdělání a rozvoje	Efektivní využití techniky	Nepřímý monitoring úkonů
Zastupitelnost pracovníků	Použití zastaralých FM postupů	Využití kvalitních prostředků	Velmi přesná specifikace potřeb
Snížení rizika vynesení informací	Personální rezervy pro případ výpadku	Přehlední náklady na FM	Horší kontrola rizik

Tab. 1: Porovnání forem zajištění FM. Zdroj: (5)

Pokud se vedení podniku rozhodne pro zajištění pomocí insourcingu, zaměstná Facility manažera a vytvoří si FM oddělení, které bude zajišťovat daný soubor služeb. Při volbě outsourcingu si zvolí vlastního Facility manažera či celé FM oddělení, které připraví výběrové řízení a bude dohlížet na externího poskytovatele služeb. Existuje varianta, kdy lze zajistit dodávku služeb pomocí více firem. Jsou zde však vysoké požadavky na vlastní FM oddělení, které musí všechny tyto činnosti koordinovat. (5)

## 2.5 Smluvní zajištění FM služeb

Druhá část normy ČSN EN 15221 poskytuje návod po vytvoření FM smluv mezi klientem a poskytovatelem služby. Klíčový bodem pro kvalitní provedení služby je časová posloupnost vzniku těchto smluv.

Základ smlouvy o službě tvoří tzv. Service Level (SL), kterou si musí připravit klient sám a vyspecifikovat zde konkrétní požadavky na danou službu (často se stává, že ji připravuje FM poskytovatel a tím se klient staví do nevýhodné pozice). Dle normy v ní musí být obsaženo:

- Cíl FM služby
- Závazné parametry
- Požadované parametry služby
- Předpokládané parametry klientem
- Technické parametry služby
- Organizační a časové parametry
- Způsob komunikace mezi klientem a poskytovatelem
- Nastavení KPI – klíčový ukazatel výkonnosti slouží k vystupňování a nastavení kvality prováděné služby
- Nastavení CPI – kritický ukazatel výkonnosti popisuje hranici kvality, pod kterou když klesne, může dojít k ukončení smlouvy s poskytovatelem
- Vybavení a materiál

Na základě Service Level se pak podnik může rozhodovat, zdali přistoupí k in nebo outsourcingu služby. SL slouží také pro tvorbu servisní smlouvy (SLA), která může být jak pro interní, tak i pro externí zadání. Pokud se firma rozhodne pro integrovaný outsourcing několika služeb na základě SLA smluv, musí vytvořit ještě FM smlouvu, která slouží pro výběr poskytovatele služeb a schopnost integrovat služby do podniku. (4)

Pro výběr poskytovatele je zapotřebí mít všechny technické dokumenty, což v případě staveniště znamená zajistit projektovou dokumentaci a vypracovat SLA smlouvu pro jednotlivé činnosti. Postup a implementování musí stát na těchto podmínkách:

- Požadavky na kvalitu práce KPI a CPI
- Ceny součástí SLA smlouvy

- Postupné zavádění FM dodávek v několika fázích: mobilizační (ověřování funkčnosti), provozní (vlastní zajištění – pravidelně ověřováno), demobilizační (ukončení služeb a převedení na jiného poskytovatele) (5)

## 2.6 FM služby staveniště

Zařízení staveniště slouží k zajištění bezproblémové a úspěšné realizaci stavby. Skládá se z prostorů výrobních (dílen, technologických zařízení, míst pro míchání směsí atd.), provozních (komunikace, kanceláře, sklady atd.), sociálních a hygienických (šatny, toalety, jídelny atd.). Staveniště a jeho zařízení tak obsahuje velké množství podpůrných služeb.

Kategorizací služeb Facility managementu se zabývá 4. část normy ČSN EN 15221. Služby dělí do 3 skupin:

- Strategické
- Prostorové a infrastrukturální – nepřímá podpora pracovníků, zaměřená na správu budov a areálů
- Lidé a organizace – přímá podpora pracovníků

Z oblasti zařízení staveniště se sem řadí následující služby:

Prostorové a infrastrukturální služby	Lidé a organizace
Help desk včetně správce	Zdraví a bezpečnost
Média a odpad	Ochrana osob a majetku
Energie	Stravování a prodejní automaty
Nakládání s vodou	Pracovní oděv a další textil
Odpadové hospodářství	Služby IT
Pozemek, staveniště, parkoviště	Kancelářské potřeby
Zimní údržba a úklid sněhu	Správa dokumentů
Pravidelný úklid	Interní pošta
Denní úklid	Stěhování – lidé a nábytek
Speciální úklid	Mobilita
Úklid staveniště	Správa vozového parku
Management prostorů	Přepravní služby

Tab. 2: Rozdělení podpůrných služeb zařízení staveniště. Zdroj: ČSN EN 15221

### 2.6.1 Odpadové hospodářství

Oblast odpadového hospodářství je v české legislativě pečlivě popsána a ošetřena, pro netřídění tak hrozí zhotoviteli nebo facility manažerovi vysoké pokuty. Prostory staveniště proto musí být vybaveny sběrnými koši či kontejnery pro možnost třídění odpadu a následného odvezení. Firmy, které se starají o



odvoz odpadu, jsou převážně najímané jako subdodavatelská firma (jedná se tedy o outsourcing služby).

### **2.6.2 Zimní údržba a úklid sněhu**

Jedná se o sezonní činnost, která zahrnuje: zimní údržbu chodníků a komunikací okolo staveniště, shoz nadbytečného sněhu ze střech za dodržování požadavků na BOZP či odvoz nadlimitního množství sněhu.

### **2.6.3 Pravidelný úklid a denní úklid**

Úklid na stavbě se v průběhu jednotlivých technologických etap diametrálně liší. Při zemních pracích jsou jiné požadavky na kvalitu (snížení prašnosti či neroznášení bláta na komunikaci) než v průběhu kompletace konstrukcí, kdy dochází k finalizaci a konstrukce se již nesmí ušpinit nebo dokonce poškodit.

V českém prostředí se na staveniště o tuto činnost starají většinou zaměstnanci zhotovitele nebo subdodavatelská firma, která má dané pracoviště na starost. Vlastní zaměstnance je zapotřebí v dané oblasti vyškolit a dbát na dodržování kvality úklidu. Požadavky na subdodavatelskou firmu se musí jasně specifikovat v uzavřené smlouvě a je nezbytné uvést odpovědnou osobu.

### **2.6.4 Úklid staveniště**

Po ukončení výstavby novostavby se musí (po hrubém úklidu provedeném zhotovitelem) provést první úklid facility provozovatelem. Jedná se o jednorázovou službu, která bývá součástí harmonogramu projektu a slouží k přípravě budovy na pronájem a fit out (stavební úprava) provedený novým nájemcem. (5)

### **3 Bezpečnost práce**

Staveniště dlouhodobě patří mezi nejrizikovější prostředí pro pracovníky a vzniká zde nejvíce fatálních úrazů. Většina se stává při následujících činnostech: Uklouznutí, zakopnutí a následný pád ve stejném podlaží, zranění při držení, zvedání a nošení materiálu, pád z výšky a zasažení letícím objektem (např. náradím, materiálem atd.). Dle statistiky EUROSTAT (8) má stavebnictví podíl na všech pracovních úrazech 21,4 % a staví ho tak na vrchol v roce 2015. Tento dlouholetý fenomén tlačí na přijímání nové a přísnější legislativy pro jednotlivé činnosti na staveništi.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci (dále jen BOZP) je v české legislativě ukotvena zákonem č. 309/2006 Sb., který upravuje další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a pracovněprávních vztazích (naposledy novelizovaný z. č. 88/2016 Sb). Dále také nařízením vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, novelizováno č. 136/2016 Sb. Obsahem této kapitoly jsou náležitosti, které je nutné dodržovat v rámci úklidu a nakládání s odpady a jakým bezpečnostním problémům lze předejít dodržováním čistoty při práci na staveništi.

#### **3.1 Pořádek na staveništi jako podmínka bezpečné práce**

Jedním z hlavních faktorů, které mají kladný vliv na výkon a chování pracovníků, je pořádek. Pokud zhotovitel není schopen nebo není možné zajistit pořádek na staveništi, je nutné urychleně omezit činnost působící nepořádek a pokud by docházelo k ohrožení pracovníka, je nutné činnosti úplně zastavit. Omezení tohoto vlivu na pracovníky lze dosáhnout úpravou pracovních podmínek, dobou výkonu činností, zavedením technických a technologických opatření nebo zřízením kontrolovaných pásem. (9)

V § 3 zákona č. 309/2006 Sb., je uvedeno, že zaměstnavatel, který provádí stavbu nebo se na ní podílí jako zhotovitel na činnostech stavebních, stavebně montážních, udržovacích či bouracích, je povinen v rámci bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na přípravě projektu a realizaci stavby:

- Udržovat pořádek a čistotu na staveništi
- Určit a upravit plochy pro uskladnění, zvláště nebezpečných látek, přípravků a materiálů
- Dodržovat skladování, manipulaci, odstraňování, odvážení odpadu a zbytků materiálů
- Splnit podmínky pro odstraňování a odvoz nebezpečných odpadů
- Zajistit spolupráci s ostatními osobami a činnostmi
- Předcházet rizikům při vzájemném spolupůsobení činností

Podle § 4 zákona č. 309/2006 Sb. musí zaměstnavatel zajistit, aby stroje, dopravní prostředky, technická zařízení a nářadí byly v rámci BOZP vhodné pro používanou práci. Musí být:

- Uzpůsobeny, aby odpovídaly ergonomickým požadavkům
- Vybaveny zařízeními, která budou chránit zaměstnance
- Zajištěna jejich pravidelná údržba, kontrola a revize

§ 5 upravuje povinnost zaměstnavatele organizovat práci a stanovovat pracovní postupy tak, aby bylo zajištěno dodržování zásad bezpečného chování na pracovišti. Zaměstnanci nesmí:

- Vykonávat jednotvárnou a jednostrannou činnost, která by zatěžovala organismus.
- Být ohroženi padajícími předměty nebo materiály
- Být ohroženi staveništní dopravou
- Pracovat osamoceně na pracovištích se zvýšeným rizikem, pokud není ochrana zaručena jiným způsobem
- Manipulovat s břemeny, která by mohla poškodit zdraví
- Pracovat ve výškách bez ochrany proti zřícení nebo pádu

§ 6 upravuje povinnosti zaměstnavatele o umístění bezpečnostního značení a značek na pracovištích, na kterých se vykonávají práce, při kterých může dojít k poškození zdraví.

### **3.2 Účastníci výstavby a jejich vliv na bezpečnost staveniště**

Jak by měla vypadat opatření pro zamezení vzniku nepořádku, se má řešit již při přípravě projektové dokumentace. Nejčastěji se tomu však věnuje až

samotný zhotovitel při přípravě prováděcí dokumentace. Zatímco u malých zakázek lze vycházet dle zkušeností z předcházejících realizací, u větších či velmi specifických projektů je nutné se touto problematikou zabírat velmi podrobně a navrhovat koncepčně již od začátku. (9)

### **3.2.1 Stavebník**

Osoba, která žádá o stavební povolení nebo ohlašuje provedení stavby dle stavebního zákona, se nazývá stavebník. Stavebníkem se většinou rozumí investor nebo objednatel stavby, může se však také jednat o osobu, která realizuje stavbu jako stavební podnikatel.

Povinností objednatele stavby či investora je ohlásit zahájení prací oblastnímu inspektorátu práce (nejpozději 8 dnů před předání staveniště zhotoviteli), a to v případě, kdy realizace stavby:

- Přesáhne 500 pracovních dnů přepočítaných na jednu osobu
- Trvá déle než 30 dnů, ve který současně 20 pracovníků vykonává činnost alespoň 1 pracovní den

Dále podle podmínek v zákoně č. 309/2006 Sb. musí zvolit koordinátora BOZP a dle stavebního zákona č. 183/2006 Sb. technický dozor stavebníka. Tyto osoby mají pak přímý vliv na zabezpečení pořádku a čistoty staveniště.

Může své požadavky na úklid a nakládání také zapracovat do smlouvy o dílo, kterou uzavírá se zhotovitelem. Po předání stavby se účastní kontrolních dnů a zde může vznášet své připomínky.

### **3.2.2 Zhotovitel**

Zhotovitel jako právnická či fyzická osoba s oprávněním k provádění staveb provádí, na základě smlouvy o dílo se stavebníkem/investorem, stavbu daného projektu. Zhotovitel je na stavbě zastoupen hlavním stavbyvedoucím, stavbyvedoucími pro jednotlivé úseky a mistry. Ti všichni dle zákona č. 309/2006 Sb., přímo zodpovídají za udržování čistoty a pořádku na staveništi. Pod kontrolou technického dozoru stavebníka, koordinátora BOZP a autorského dozoru tím předchází bezpečnostním problémům, možnému ohrožení života, snížení kvality díla a snížení pracovní morálky, což má přímý vliv na výkon a

tím i na normohodiny. Zhotovitel má dle stavebního zákona povinnost vést stavební deník.

Musí se starat o to, jakým způsobem bude uskladněn materiál, manipulaci s ním, jak se bude odstraňovat a kam bude odpad odvezen.

Zhotovitel musí informovat koordinátora BOZP o technologických a pracovních postupech, které pro tuto stavbu zvolil, nejpozději 8 dnů před zahájením stavby. Musí ho dále informovat o opatřeních a řešeních, které přijal proti vzniku bezpečnostních rizik.

### **3.2.3 Autorský dozor projektanta**

Autorský dozor projektanta musí být dle stavebního zákona přítomen u staveb financovaných z veřejného rozpočtu a zajistí ho stavebník. V soukromém sektoru je však standardní takovou osobu určit.

Autorský dozor slouží k vysvětlení jednotlivých vazeb a detailů projektové dokumentace pracovníkům zhotovitele. Dále kontroluje průběh stavby a může dělat zápisy do stavebního deníku. Například když zjistí nedostatky na stavbě, zapíše návrh na jejich odstranění a jakým způsobem by k odstranění mělo dojít, nabízí návrhy pro plynulost výstavby, posuzuje požadavky zhotovitele na změnu či odchylku v projektu. (9)

### **3.2.4 Technický dozor stavebníka**

Plnit řádně povinnosti investora předepsané stavebními a dalšími předpisy je často odborně a administrativně náročné, proto je nezbytné, aby investor zřídil pozici technického dozoru stavebníka. Shodně jako autorský dozor projektanta, musí být přítomný u staveb financovaných z veřejných rozpočtů a zajišťuje ho stavebník. Ve stavebním zákonu však není upravena právní forma výkonu, to znamená, že zde nejsou žádné požadavky na vzdělání, autorizaci a zkušenosti. Pouze v případě, kdy se jedná o odborný dozor u stavby stavěné svépomocí, musí mít ukončené vzdělání ze stavební střední školy či vysoké školy se stavebním nebo architektonickým zaměřením. K tomu ještě 3 roky praxe v oboru.

Podobně jako autorský dozor má technický dozor na starost kontroly průběhu realizace ve prospěch stavebníka. Pro zajištění důkladné kontroly, se musí nacházet na stavbě v návaznosti na složitost a rozsah projektu. U opravdu

rozsáhlých projektů je standartní, že se na stavbě pohybuje několik technických dozorů a každý má odpovědnost za jiný úsek.

Technický dozor zodpovídá za realizování dle smlouvy o dílo, kontroluje kvalitu díla, zúčastňuje se kontrolních dnů a kolaudací. Je to přesně ta osoba, která může mít rozhodující vliv na pořádek a čistotu na stavbě. Zhotovitel se vždy řídí snahou ušetřit. Proto v případech, kdy nebudou prováděny práce dle plánu či nebude dostatek peněz, zkrátí doby úklidu, omezí počty pracovníků na tuto činnost nebo je úplně zruší. V této situaci pak technický dozor musí být tou klíčovou osobou, která se domluví se zhotovitelem na napravení pořádku na staveništi. (10)

### **3.2.5 Koordinátor BOZP**

Koordinátor BOZP je definován v části III. z. č. 309/2006 Sb. a jsou zde uvedeny podmínky za jakých je povinností ho mít na stavbě:

- Pokud vzniká povinnost doručení oznámení o zahájení prací
- Když se stavba nestaví svépomocí
- Když je požadováno mít stavební povolení nebo ohlášení o stavbě

Zajištění koordinátora je úkolem stavebník, musí se jednat o odborně způsobilou osobu a nikdy nesmí být spolupracovníkem či zaměstnancem zhotovitele stavby. Zhotovitel informuje koordinátora o technologických a pracovních postupech 8 dní před zahájením prací na staveništi.

Koordinátor se účastní projektu již v přípravné fázi, kdy zpracovává plán BOZP pro staveniště spolu s projektantem a později i se zhotovitelem, zpracovává právní předpisy o rizicích stavby a posuzuje zajištění BOZP pracovních postupů. Zajišťuje ohlášení stavby na Inspektorátu práce. Již v této fázi má velký vliv na pořádek na stavbě, kde budou stavební materiály uloženy, při pracovních postupech, jaká zvolit technologická řešení.

V realizační fázi je jeho úkolem koordinovat bezpečnost práce při spolupráci zhotovitelů a pracovníků, zajišťuje kontrolu zabezpečení staveniště, sleduje dodržování zpracovaného plánu BOZP, připravuje organizaci kontrolních dnů pro BOZP a vyhledává nedostatky a přichází s návrhy na jejich odstranění. Stejně jako technický dozor stavebníka má velký vliv na to, jak se bude stavba udržovat v čistotě a pořádku. V rámci zajištění bezpečnosti může

pracovníkům (zhotovitele) nakázat náprava dané situace, či navrhnout úpravu technologických postupů. Pokud toto nepomůže, musí provést zápis do stavebního deníku. (11)

### **3.3 Technická řešení**

K zajištění pořádku může posloužit jakékoliv vhodně použité technické opatření. V této situaci může zapůsobit osoba koordinátora BOZP, která ve spolupráci s projektantem doplní do projektové dokumentace technická opatření, která by zajistila bezpečné provádění práce, především údržby staveniště.

Příkladem může být oplocení staveniště. Nařízením vlády č. 591/2006 Sb. je dáno, že v zastavěném území se na hranici staveniště musí nacházet oplocení do výšky minimálně 1,8 m, aby staveniště bylo zajištěno proti vstupu nepovolaných osob. Je však nutné si uvědomit, že se pro spojení jednotlivých dílců se nedá použít pouze tenký vázací drát, jak se často stává. Proto musí být spojeny systémovými spojkami, aby oplocení bylo správně spojeno a kvalitně zavětrováno.

Dále je potřeba zajistit, aby lešení, které se bude používat při technologické etapě vnějších prací, bylo správně zakryto prodyšnou sítí proti prachu. Zaručí se jak ochrana okolního prostředí a jeho znečištění, tak i snížení množství nepořádku na samotném staveniště.

Nastat může i situace, kdy projektant nedostatečně vyřeší možnosti pohybu osob po střeše po dokončení stavby. Může tak způsobit nebezpečné a často neřešitelné situace, kdy nelze čistit okna, starat o střešní vpusti, starat se o osvětlovací světlíky, revidování komínů, revizi bleskosvodů či odstraňování sněhu atd. (9)

### **3.4 Technologická řešení**

Pořádek na stavbě lze zajistit mnoha způsoby. Nejčastěji však dodržováním úzkostlivé čistoty na stavbě. Další možností je zvolení kvalitně vytvořeného technologického postupu či vhodného technologického opatření. To má na starost zhotovitel stavby, popřípadě koordinátor BOZP, který by měl upozornit zhotovitele, pokud něco není v souladu s technologických postupem nebo s bezpečností.

Podmínky bývají v situacích, kdy se staveniště nachází na území obcí a převážně na území měst s vysokou hustotou zástavby a obyvatel, velice stísněné. Proto je nutné pečlivě zajistit okolí staveniště tak, aby nejen kolemjdoucí chodci, ale i projíždějící automobily nebyli ohroženi probíhající stavbou.

Například čerpadlo na betonovou směs umístěné na chodníku, musí být obedněno, označeno a dále zde musí být vytvořena zabezpečená náhradní cesta tak, aby nedošlo k ohrožení chodců.

Dále pokud přívody energií musí vést přes frekventované místo, je nutné, aby byly vedeny v ochranném krytu nebo přikryté ochranným obložním či vyvěšeny do výšky.

Při demoličních pracích je nutné nově vybouranou suť okamžitě odstraňovat z jednotlivých patek např. uzavřenými skluzy, aby nedocházelo k přetěžování vodorovné nosné konstrukce. Zbytky stavebních materiálů, které se nepoužijí, je zapotřebí urychleně odstranit ze staveniště. Není možné, aby docházelo k hromadění, odpad se pak snadno roznese po stavbě a vznikne nepořádek – nebezpečné prostředí. Jak nakládat s odpadem v souladu s legislativou se věnuji ve 5. kapitole – Odpady.

Pro jednotlivé pomocné stavební prvky, které se na stavbě využívají déle než jednou, je zapotřebí mít vyhrazené místo na jejich odkládání. Příkladem mohou být bednicí prvky pro železobetonové konstrukce. Je to z důvodu, aby nedocházelo ke vzniku úrazů a zamezilo se přetěžování odbedněné konstrukce. Vzniklé otvory ve vodorovné konstrukci, které přesahují 0,25m ve všech směrech, se musí zajistit poklopy s dostatečnou únosností a zajistit proti posunutí.

(9)

### **3.5 Doba výkonu**

Při změnách počasí je nutné upravovat harmonogram plánovaných činností. Například není možné při silném větru realizovat kontaktní zateplovací systém. Při řezání polystyrenových desek snadno dojde ke znečištění staveniště, čerstvě nalepené desky se mohou uvolnit a ohrožovat okolí staveniště. Zhotovitel s těmito neočekávanými situacemi musí počítat již v přípravě projektové dokumentace pro provádění stavby a připravit si v projektu dostatek



náhradních dnů, či zajistit výjimky ve smlouvě o dílo se stavebníkem o možnosti překročení daných termínů z důvodu nepřízně počasí.

V rámci omezování zdrojů nepořádku, by zhotovitel měl mít se subdodavatelem jasné nastavená pravidla ve smlouvě o finančních postizích za nedodržování pravidel třídění, poškození práce předchozích profesí, či předání neuklizeného pracoviště další profesi. Jen tak lze na stavbě zabránit vzniku nepořádku a následným bezpečnostním pochybením. (9)

### **3.6 Shazování materiálu a předmětů**

Shazování materiálu a předmětu do ohroženého prostoru je specifikováno v nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. Jedná o prostor, nad kterým se provádí práce, při kterých může dojít k pádu předmětů či materiálu z výšky.

Kontrolované shazování lze provádět pouze za předpokladu, že:

- Ohrožený prostor je zabezpečený proti vstupu osob
- Okolí je připravené na možný odraz či rozstřík materiálu
- Jedná se o předměty, u kterých lze bezpečně předpokládat místo dopadu
- Nemůže dojít ke stržení zaměstnance z výšky

K tomu, aby místo dopadu bylo zajištěné, lze použít osobu střežící prostor, úplně přerušit provoz v této oblasti, použít zachytnou konstrukci pod místem práce či přistavit ochrannou konstrukci do úrovně pracovní činnosti. Většinou se však používá kombinace ohrazení prostoru a osoby hlídající prostor. K ohrazení lze použít pevnou bariéru o minimální výšce 1,1 m či výstražnou pásku pevně upevněnou. Ke shazování sypkých a prašných materiálů je vhodně vždy využít uzavřený shoz, zamezí se tak vzniku prašného a hlučného prostředí. (12)

### **3.7 Požární ochrana (PO)**

Hlavním cílem požární ochrany (dále PO) je požární prevence a snižování míry požárního rizika. Nejčastěji se o požární prevenci hovoří u bezpečnosti staveb a schopnosti omezovat možnosti vzniku a šíření požáru.

Preventivní požární ochrana vychází v české legislativě ze zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně v posledním znění. Dalšími zvláštními požadavky na požární bezpečnost staveb jsou vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti v posledním znění a vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb v posledním znění, které vytváří podmínky pro zpracování požárně bezpečnostního řešení v rámci projektové dokumentace stavby.

Při provádění stavby je zhotovitel povinen postupovat dle schválené projektové dokumentace, která je ověřena stavebním úřadem. Stejná povinnost platí pro stavbyvedoucí a stavební dozor. (13)

V rámci požární prevence na staveništi a zajištění úklidu je zapotřebí:

- Celoročně udržovat volné příjezdové komunikace a nástupní cesty o šířce 3 m pro příjezd požární techniky
- Zajistit volné únikové cesty
- Zajistit přístup k nouzovým východům, rozvodům a uzávěrům energií
- Pravidelně kontrolovat dodržování požadavků předpisů a odstraňovat závady

Stavba musí být vybavena zařízeními, které signalizují a detekují požár. Dále zde musí být dostupné přenosné hasící přístroje především v místech pravděpodobnosti vzniku požáru. (14)

## 4 Úklid

Jedná se o pracovní činnost prováděnou za účelem obnovování čistoty a pořádku. Dle České asociace úklidu a čištění (15) byla oblast úklidu v minulosti podceňována a přistupovalo se k ní bez odpovídajícího respektu a pozornosti jako k profesionálnímu oboru. V poslední době se však tento trend mění a zjišťuje se, že úklid a převážně čistota má obrovský vliv na kvalitu a výkon práce, ale také na bezpečnost v prostředí pracoviště. Aby bylo možné definovat, co čistota a pořádek znamená, je zapotřebí si určit prostor, v kterém chceme čistoty a pořádku dosáhnout. V případě staveniště vše závisí na technologické etapě stavby.

### 4.1 Úklid staveniště v rámci technologických etap

Mezi velmi specifické typy úklidu patří právě uklízení a vytváření pořádku na staveništi. Požadavky na něj se mění v závislosti na technologické etapě, počasí, zdali se činnost provádí venku nebo uvnitř budovy atd. Vznik nepořádku na staveništi přímo souvisí s postupem výstavby a s naskladňováním nových stavebních materiálů a prvků. Dále vzniká při rekonstrukcích a demoličních pracích, dodatečném upravování a zpracovávání surovin přímo na staveništi. (9)

Úklid při zemních pracích je přímo závislý na stavu počasí. V době sucha se musí dávat pozor, aby suchá zemina nebyla rozfoukávána do přilehlého okolí. Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí určuje, jaké množství koncentrace prachu se může nacházet ve vzduchu. Doporučený průměrný roční limit je max. 40 mg/m<sup>3</sup>. Období deště zase vytváří problém se vznikem bláta, ztížení pracovních podmínek a musí tak docházet k čištění všech automobilů, které vyjíždí na pozemní komunikaci. Dle vyhlášky 104/1997 Sb., o pozemních komunikacích musí ten, kdo znečistil vozovku, ji bez průtahů uvést do původního stavu. Jedná se tak převážně o typ hrubého úklidu. (16)

Opačné to pak je v etapě dokončovacích prací, kdy se na stavbě objevuje více druhů pracovníků, kteří musí být dobře zkoordinovaní, ale také se při úklidu musí postupovat daleko pečlivěji např. dřevěné odřezy musí být zamety, aby nedošlo k poškození podlah.

Problematicke úklidů, v rámci technologických etap při pozemní výstavbě, se blíže věnuji v praktické části.

## **4.2 Zásady organizace výstavby**

Hlavní požadavkem na úklid stavby je nešíření znečištění do okolí. Další podstatou úklidu na stavenišťe je udržení pořádku, který je přímo úměrný finálnímu provedení díla. Je nutné začít s přípravou již v předvýrobní fázi. Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb (v posledním znění) specifikuje požadavky pro základní koncepci zařízení stavenišťe tzv. zásady organizace výstavby (Dále ZOV). ZOV lze použít pro vypracování smlouvy o dílo a obsahuje informace o pokynech pro umístění stavby. Stanovuje požadavky na vypracování technické zprávy, která obsahuje informace o stavbě, napojení na síť, BOZP stavby, ale také se věnuje podmínkách pro stanovení ochrany životního prostředí při výstavbě. Kde se specifikují způsoby úklidu v průběhu výstavby, požadavky na nakládání se stavebním odpadem. Do výkresové části zařízení stavenišťe pak je možné zavést sběrná místa pro odpad, skladovací prostory. (17)

## **4.3 Rekonstrukce a demolice**

Nejpoužívanějším vybavením při bouracích a demoličních pracích jsou skluzná potrubí. Jedná se o nejúčinnější a nejrychlejší způsob vertikální dopravy sutin z nadzemních pater, kde by mohlo docházet k porušení konstrukce nadměrným zatěžováním, do stavenišťního kontejneru. Pracovník se při vhazování do trychtýře shozu nachází na volném okraji. Musí být chráněn buď osobními ochrannými pracovními prostředky (dále OOPP) nebo pomocí kolektivní ochranou např. zábradlím. Pokud nelze zajistit bezpečné provedení ani jedním z uvedených způsobů, lze shoz vyměnit za méně efektivní způsob přepravy např. elektrický vrátek, jeřáb, či stavební výtah. (18)

Shozy se vyrábí z plastu, pryže a kovu a používají se jako mobilní či stacionární.

Typy skluzných potrubí:

- Plastová skluzná potrubí
- Skluzné žlaby
- Mobilní skluzná potrubí

#### **4.3.1 Plastová skluzná potrubí**

Plastová skluzná potrubí se nejčastěji vyrábí z polyetylenu vyztuženého žebrováním, které chrání potrubí proti oděru. Pokud práce probíhají v několika podlažích zároveň, je možné podle potřeby přidat speciální odbočkový díl se shozovým trychtýřem. V oblasti vsypu se nachází další vyztužení z důvodu vyššího opotřebení. Potrubí lze umístit na fasádu či na lešení. U lešení je nutné tuto skutečnost započítat do statického návrhu dle způsobu uchycení. Při montáži potrubí se využívá většinou stavebního vrátku, tento typ potrubí může dosahovat výšky až 40 m. Jednotlivé části jsou spojeny pozinkovanými řetězy, poslední část potrubí vedoucí ke kontejneru je upevněna vodícím prstencem. (18)

#### **4.3.2 Mobilní skluzná potrubí**

Mobilní potrubí se skládá z kusů, které do sebe teleskopicky zapadají. Dosah potrubí se pohybuje obvykle mezi 9 - 16,5 m.

#### **4.3.3 Skluzné žlaby**

U skluzných žlabů se jedná o otevřený typ potrubí tvaru U. Jejich nejběžnější využití je pro přepravu materiálu ze šikmých střech, aby bylo možné ho dostat k svislému potrubí. Z důvodu vysoké hmotnosti se nejběžněji vyrábějí z hliníku, jeden dílec váží 11 kg, měří 1500 mm a spojují se navzájem pomocí řetězů.

#### **4.3.4 Záchytné sítě**

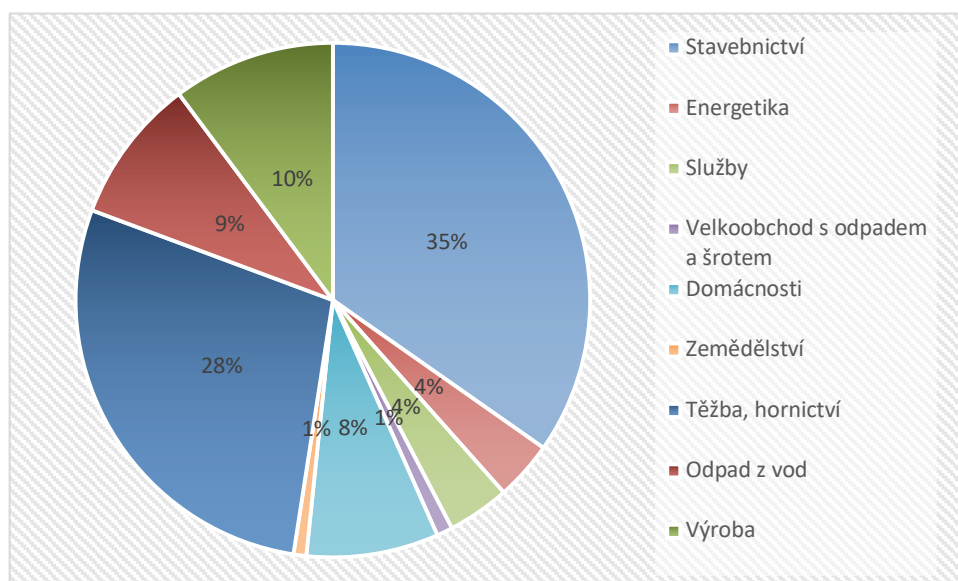
K ochraně před padajícím materiálem a předměty lze použít záchytné sítě. Jedná se o vhodné řešení pro rekonstrukce i pro novostavby. Lze je doplnit ochrannými plachtami, a zamezí se tak propadávání i drobných materiálů, kusů betonu či suti. (18)

#### **4.4 Skladování materiálu**

Jedná převážně o způsoby vhodného skladování, zacházení se stavebními hmotami. Všechny zásady, jak zacházet se stavebními materiály, musí být vždy uvedeny v bezpečnostních listech. Skladovat nebezpečné látky je možno pouze v prostorách k tomu určených. Ke společnému skladování stavebních hmot může docházet jen u látek, které spolu nereagují. Například malířské a natěračské materiály se musí skladovat v dobře uzavíratelných nádobách ve větraných a suchých prostorech. Skladovat v otevřených původních nádobách či jiných není možné, docházelo by tak k zamořování prostor zápachem z materiálů a při jejich zvrhnutí k znečištění. (9)

## 5 Odpady

Problematika odpadů a nakládání s nimi je v současné době celospolečensky jedno z nejzásadnějších témat a měla by se mu věnovat nutná dávka pozornosti. Převážně se však poukazuje pouze na komunální odpad a jak se třídí. V České republice, dle statistik EUROSTAT za rok 2016, se na jednoho občana vyprodukuje 339 kg komunálního odpadu, a to staví zemi na 3. místo s nejnižším množstvím v Evropské unii (19). Však pouhých 26,7 % z tohoto objemu bylo znovu použito (recyklováno) a 16,3 % materiálu se použilo na výrobu energie. V první statistice to řadí ČR na 12. místo a v druhé na 15. místo v EU dle statistiky nakládání s odpadem (19). Následující graf (Obr. č. 1) ukazuje rozdělení produkce odpadů v EU dle ekonomických činností a produkce komunálního odpadu zastává 8,3 %. Produkce odpadu ze stavební činnosti činí více než 34 % z celkového objemu produkovaného odpadu a staví jí to na vrchol této statistiky. Je proto nutné se touto problematikou daleko více zabývat (20).



Obr. 1: Graf-rozdělení produkovaného odpadu v EU r. 2014. Zdroj: (20)

Odpad je chápán jako věc, která je nepotřebná, nevyužívaná, bezvýznamná a my se jí nějakým způsobem musíme zbavit. V předchozím odstavci jsem zmínil, že stavební a demoliční práce jsou nejobjemnějším původcem odpadu v Evropské unii. V České republice je podíl stavební činnosti na produkci odpadu nadprůměrný, jedná se o 40,2 % z celkového množství a řadí jí to na 9. místo z 28 států (20). Dle statistiky Ministerstva životního

prostředí je celkem 98 % z celkové množství znovu využito. To je v porovnání s recyklací v oblasti komunálního odpadu diametrální rozdíl (21).

Stát	Celkové množství odpadu [mil. t]	Stavební a demoliční odpad [%]
<b>Belgie</b>	65,6	40,2
<b>Bulharsko</b>	179,7	0,7
<b>Česká republika</b>	23,4	40,2
<b>Dánsko</b>	20,1	52,6
<b>Estonsko</b>	21,8	3,1
<b>Finsko</b>	96	17
<b>Francie</b>	324,5	70,2
<b>Chorvatsko</b>	3,7	16,6
<b>Irsko</b>	15,2	12,4
<b>Itálie</b>	159,1	32,5
<b>Kypr</b>	2,1	31
<b>Litva</b>	6,2	7
<b>Lotyšsko</b>	2,6	17,3
<b>Lucembursko</b>	7,1	84,5
<b>Německo</b>	387,5	53,3
<b>Nizozemsko</b>	133,2	68,1
<b>Maďarsko</b>	16,7	20,7
<b>Malta</b>	1,7	74,5
<b>Polsko</b>	179	9,5
<b>Portugalsko</b>	14,6	10,3
<b>Rakousko</b>	55,9	72,1
<b>Rumunsko</b>	175,6	0,6
<b>Řecko</b>	69,8	0,7
<b>Slovensko</b>	8,9	15,6
<b>Slovinsko</b>	4,7	17,4
<b>Španělsko</b>	110,5	18,5
<b>Švédsko</b>	167	5,3
<b>Velká Británie</b>	251	48

Tab. 3: Podíl stavebního a demoličního odpadu v r. 2014. Zdroj: (22)

## 5.1 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství je technologický obor, které je součástí všech stupňů výrobních a spotřebních cyklů. Odpadové hospodářství je definováno komplexem faktorů, které vypovídají o úrovni nakládání se surovinovými vstupy a o péči o životní prostředí. Proto má významný vliv na celé národní hospodářství. Problematika odpadů je primárně definována Zákonem o odpadech č. 185/2001 Sb., v posledním z. č. 225/2017 Sb. Hlavní cíle odpadového hospodářství jsou definovány v Plánu odpadového hospodářství ČR. (23)



### **5.1.1 Plán odpadového hospodářství**

Plán odpadového hospodářství ČR je tvořen pod vedením Ministerstva životního prostředí, nastavuje jím dlouhodobá strategie nakládání s odpady a slouží jako nástroj pro řízení odpadového hospodářství ČR. V současné době je v platnosti Plán schválený vládou v roce 2014 na období 2015–2024, je prováděn podle vládního nařízení č. 352/2014 Sb. Povinnost zpracování tohoto nařízení vychází ze směrnice o odpadech Evropské Rady a Evropského parlamentu 2008/98/ES, čl. 28.

Jedná se o fundamentální dokument realizace dlouhodobé strategie pro nakládání s odpady, obalovými odpady a výrobky se skončenou životností. Hlavním cílem tohoto dokumentu je předcházet tvorbě odpadu, většímu materiálovému využití a zvýšení recyklace. Plán nastavuje strategii, která vede k odklonu odpadu ze skládek. (24)

Strategické cíle Plánu odpadového hospodářství jsou:

- Snížení vzniku odpadu a snížení produkce odpadu
- Snížení nepříznivých účinků, která vznikají při tvorbě odpadu
- Přibližovat se „evropské recyklační společnosti“ a zajistit udržitelný vývoj
- Maximalizovat využití odpadních materiálů na úkor využití primárních zdrojů – nazývá se to „oběhové hospodářství“

Stavební a demoliční odpady jsou jedním z nejvýznamnějších zdrojů druhotných surovin. Cílem Plánu odpadového hospodářství je do roku 2020 zvýšit nejméně na 70 % hmotnostní míru přípravy k opakovanému použití a také míru recyklace stavebních odpadů. Cíl vychází z Evropské směrnice 2008/98/ES, o odpadech. Význam této směrnice je v zabezpečení přednostního používání stavebních a demoličních odpadů oproti novým materiálům a výrobkům a pro zabezpečení této směrnice byl vydán Metodický návod pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi. (21)

### **5.1.2 Metodický návod**

Metodický návod je vytvořen Ministerstvem životního prostředí za účelem naplnění těchto cílů:

- Snížení množství nebezpečných odpadů, které vznikají při zajišťování, údržbě, změnách (přístavby, nástavby a stavební úpravy) a odstraňování staveb
- Sjednocení procesu přiřazování kategorie odpadu u nově vznikajících stavebních odpadů (nebezpečný nebo ostatní odpad)
- Snížení rizika při práci se stavebním odpadem
- Zajištění přednostního používání stavebních odpadů a jednotného vytvoření podmínek pro přebírání odpadů do zařízeních pro použití

Metodický návod slouží osobám, které vykonávají a řídí činnosti při přípravě a provádění staveb (projektant, stavebník, stavbyvedoucí) a také slouží pracovníkům veřejné správy. Návod je primárně zaměřen na oblast vzniku odpadů z údržby, rekonstrukce a demolice staveb. Metodický návod poskytuje doporučené postupy, které by měly být dodrženy při přípravě projektové dokumentace stavby a při samotném provádění stavby (projektantem, stavbyvedoucím, stavebním dozorem, stavebníkem a dalšími), výsledkem bude vyšší úroveň ochrany zdraví lidí při práci s odpady, dojde ke snížení možnosti znečištění a ohrožování životního prostředí. (25)

## 5.2 Odpady ze stavební činnosti

Každou stavební činností vzniká kromě stavebních objektů i mnoho vedlejších nežádoucích produktů – emise, znečištění vody a ovzduší, a hlavně stavební odpad. Stavební odpad je definován jako odpad, který vzniká při zřizování staveb, jejich údržbě a odstraňování staveb zařazovaných do skupiny 17 dle Katalogu odpadů (viz. Kapitola 5.4). Stavební odpady se dělí podle jejich doby vzniku a druhu materiálu. Rozdělují se na odpady z pozemní, dopravní a inženýrské výstavby a jejich provozů. (23)

### 5.2.1 Zeminy a výkopové materiály

Největší složku stavebních odpadů tvoří *zeminy* a *výkopové materiály*. Jedná se převážně o inertní materiály, a proto je jejich další využití ve stavební činnosti snadné a jednoduché. Případně lze rovnou využít na dané stavbě např. pro násypy u zemních prací nebo zásypy výkopových prací. Ne často používanou ale vhodnou variantou jsou terénní valy a protihlukové valy kolem komunikací. (23)

### 5.2.2 Stavební sut'

Bouráním pozemních staveb vzniká další podstatná složka stavebního odpadu a tou je *stavební sut'*. Nejčastěji obsahuje v různých podobách tyto materiály: cihlové zdivo, keramické materiály, prostý beton nebo beton s výztuží, vápenopískové materiály, sádku, maltu, kovy, plasty, dřevo, asfalt, lepidla, barvy a další. Složení stavební suti závisí na stáří, druhu a provedení stavby, proto je její další zpracování ekonomicky výhodné pouze tehdy, když mohou vzniknout konkurenceschopné a hodnotné výrobky. Příkladem může být využití cihelné a betonové drti jako přísadu do betonové směsi, je však nutné před tím, než se tak stane, materiály dostatečně protřídit. (23)

### 5.2.3 Odpadní materiály

Demoličními pracemi pozemních staveb vznikají různé druhy *odpadních materiálů*, který se neřadí do kategorie stavební suti, ale stojí samostatně a lze je také vhodně využít. Do této skupiny lze řadit: stavební dřevo, stavební sklo, zlomkové cihly z demolic, stavební a betonářská ocel, plasty a další materiály. Součástí pozemní stavby bývá komunikace pro chodce i dopravní prostředky a při její demolici vznikají odpadní materiály např.: na bázi asfaltu, hydraulického pojiva, obsahují štěrk, písek, dlažební kostky, zeminu a další. Často se tento typ stavebního odpadu používá jako spodní vrstva komunikace nebo k vylepšení spodní komunikace dále také bez úprav jako sypaný materiál pro protihlukové valy. (23)

### 5.2.4 Stavební odpady ze staveniště

Zbytky, které vznikají v průběhu výstavby, provozem nových staveb a asanací staveb, jsou označovány jako *stavební odpady ze staveniště*. Nejčastěji je tvoří plastové nebo papírové obaly od použitých stavebních prvků, maleb, malty, lepidla. Z provozu a asanací to je také písek, zemina, kamenivo a zbytky betonu. Většina staveništního odpadu nebývá ekologicky nebezpečná, jelikož neobsahuje toxické a zdraví škodlivé látky, je však nutné tyto odpady pečlivě třídit již na staveništi, aby nedošlo ke kontaminaci s některými nebezpečnými materiály. Prodlužuje se tím doba jejich zpracování. Některé odpady mohou být kontaminované asbestem, dehtem nebo dalšími chemickými látkami. (23)

### 5.2.5 Recyklace stavebního odpadu

Dříve se stavební odpady vyvážely na skládku s dalšími odpady bez dalšího využití. V současné době je velký tlak jak z Evropské unie, tak i od veřejnosti na třídění a znovuvyužití materiálů v rámci udržitelného vývoje našich životů na Zemi. Předpokladem pro toto použití je však, že technická kvalita znovupoužitých materiálů odpovídá novým stavebním výrobkům. Další nutnou složkou je efektivita celého procesu, která je přímo úměrná kvalitě provedení demoličních prací, převážně je nutné třídit materiály přímo v místě vzniku v návaznosti na demolice. Recyklací stavebního odpadu je myšleno nejen zdrobňování, třídění a oddělování stavební suti od stavebního odpadu, ale také postupy, které vedou přímo k znovu využívání celých stavebních dílců a prvků. (23) (26)

Všechny stavební odpady si udržují společnou vlastnost a to, že převážnou většinu z nich je možno recyklovat. Při demoličních pracích lze zvolit několik způsobů pro naložení se vznikajícím odpadem. Pokusit se o znovupoužití již postavených celých stavebních prvků a dílců např. monolitických sloupů. Je však nutné dopředu znát v jakém stavu se konstrukce nachází a zdali zde bylo vše provedeno dle schváleného technologického postupu. Za nejběžnější variantu však stále platí rozebrání původní konstrukce na menší kusy, které se roztřídí na základě obsahovaných materiálů a následně jsou v třídírnách přeměněny na recyklát. Nezbytnou součástí demoličních prací musí být důkladné třídění (v rámci dalšího využívání stavební suti). Tříděním přímo na stavbě dochází k levnějšímu a účinnějšímu řešení, než kdyby se k tomu přistupovalo až následně v třídírně. Další výhoda se nachází v jednodušším oddělení cizorodých materiálů (dřevo, plasty, kovy, sádrokartony, lepenky atd.) od minerálních sutí. (27)

Asociace pro rozvoj recyklace stavebních materiálů v ČR uvádí pro třídění stavebních odpadů tento postup (28):

1. Oddělení nekontaminovaných materiálů od kontaminovaných

2. Oddělení minerálních sutí od cizorodých materiálů (výše uvedených) a vytvoření logistického třídícího systému, kdy se budou tyto materiály skladovat v oddělených kontejnerech. Především se doporučují oddělit tyto materiály: Organické materiály (např. použité dřevo), minerální látky (maltoviny, kamenivo), kovy, ostatní – především nebezpečné odpady (azbesty, nátěrové hmoty atd.)
3. Rozdělení inertních materiálů minimálně do těchto skupin: Cihelná stavební suť, betonová suť, živičná suť a výkopová zemina

Odpad, vznikající pak v průběhu výstavby stavebních objektů, se především skládá z obalových materiálů a zbytků stavebních materiálů jako odřezky dřeva, odštěpky cihel či betonu. Staveništní odpad se shromažďuje při pravidelných úklidech jednotlivých pracovišť a musí docházet k důslednému roztrídění pracovníky přímo na staveništi – do kontejnerů či odpadních pytlů. K zaručení takového postupu nadefinuje investor ve smlouvě o dílo srozumitelně povinnosti zhotovitele (viz. KPI kapitola FM) pro nakládání s odpady a jejich evidenci na základně platné legislativy.

Pro úpravu a třídění stavebního odpadu je možné použít *stacionární* nebo *mobilní* úpravny. Výhodou *stacionárních úprav* je jejich velikost a schopnost zpracovávat velké objemy odpadu a přípravu kvalitních výrobků. *Mobilní úpravny* mohou třídít přímo na staveništi a v tom tkví jejich největší výhoda. Lze v nich zpracovávat asfalt, cihly, zlomky betonu a suť z demolice. (23)

### **5.2.6 Nejběžnější recykláty**

V rámci stavebního odpadu se nejedná o recyklaci, jak jsme zvyklí z komunálního odpadu. Ze starého betonového výrobku a jeho následným rozdrčením nový nezískáme. Pouze můžeme tyto druhotné produkty využít pro jiné účely. Je nutné dbát i na rentabilitu recyklace stavebního odpadu. Získaný recyklát musí splňovat normy, být kvalitní a prodejný. (29)

*Cihelné recykláty* se nejběžněji používají jako zásypový materiál pro stabilizaci podkladu vrstvy vozovek, pro rozvody energií. Při správném a pečlivém třídění je možné recyklát využívat na daleko vyšší úrovni. Příkladem může být výroba stavebních směsí jako plniva do malty, výroba cihlobetonu jako

výplňového zdiva pro monolitické konstrukce anebo pro prefabrikovaných prvků, které slouží k výrobě speciálních tvárníc. (26)

*Asfaltové recykláty* se využívají v procesu rekonstrukce starých živičných směsí z vozovky. Technologie používá studenou emulzi, případně kombinuje s cementem, kdy dochází k zakrytí ekologicky problematických částí a tím se snižuje ohrožení obklopujícího prostředí. Tento materiál lze využít ke stavění cyklostezek a málo vytižených cest. Dále také pro stavbu protihlukových stěn. (30)

*Betonové recykláty* se používají jako podsyp silnic, parkovišť železnic, mostů a betonových konstrukcí. Lze jej používat pro opravu živičných vozovek. Vhodně upravený recyklovaný beton je možné používat místo přírodního kameniva (plniva) k výrobě konstrukčního betonu – beton nižší třídy. Samozřejmě záleží na kvalitě vstupního betonového výrobku. (30)

*Výkopová zemina* je zjednodušeně řečeno zemina, která se stává odpadem pouze v případě, kdy provozoval stavby pro ni nemá další využití. V tom případě se zemina odváží na skládku, kde se uloží a čeká se na další využití. Ve většině se však zemina zachovává po dobu stavby, pro zásypy, vyrovnávání terénních nerovností a různé druhy podsypů. (26)

### **5.3 Katalog odpadů**

Katalog odpadů je legislativně ukotven vyhláškou č. 93/2016 Sb., která je stanovena zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech. Vyhláška stanovuje, jakým způsobem oprávněná osoba musí odpady třídit, katalogizovat. Katalogové číslo odpadu je složeno ze tří dvojčíslí. První dvojčíslí (1-20) definuje odvětví nebo technologický postup, kterým tento odpad vznikl. Druhým dvojčíslem je označena podskupina odpadu a třetí označuje druh odpadu. Pokud není možno odpad zařadit, je nutné se obrátit na příslušný obecní úřad s rozšířenou působností.

Stavební a demoliční odpad jsou definovány skupinou 17 v Katalogu odpadů a rozděluje odpady na dvě skupiny ostatní odpady „O“ nebezpečné odpady „N“ podle vyhlášky č. 93/2016 Sb.

### **Stavební a demoliční odpady řazené do kategorie ostatní odpady „O“ a použitelné k recyklaci:**

Do této kategorie spadají stavební odpady, které je možno v současné nebo následující výrobě znovu použít. Nebo je lze přeměnit na jiný výrobek či surovinu. Odpady, které neprošly procesem recyklace, není možné použít na povrchu terénu, protože nelze prokázat, že neobsahují škodliviny. Jedinou výjimkou je podskupina 15 05 00 – Zemina vytěžená z kategorie „O“. (27)

### **Stavební a demoliční odpady řazené do kategorie nebezpečné odpady „N“:**

Z této kategorie vyplývá, že stavební odpad může obsahovat komponenty s nebezpečnými vlastnostmi. Takový odpad bude zařazen mezi nebezpečné odpady a bude s ním tak nakládáno. Aby nedošlo ke smíchání nebezpečného odpadu s ostatním odpadem (např. při demolicích), který by mohl být použit na recyklaci, je vhodné provést průzkum a vytvořit si demoliční plán před započítáním prací. (31)

## **5.4 Obaly**

Problémy, které musí být řešeny v souvislosti s odpadem, se pochopitelně týkají i obalů. Ty by měly splňovat zásady spojené s ochranou životního prostředí. K tomuto určení je nutné zhodnotit celý systém vzniku obalu od získání suroviny, výrobu, použitelnost a následné odstranění či recyklaci. (30)

Skupina přepravních obalů je řešena v rámci odpadového hospodářství pro nakládání s odpady, povinnosti určuje zákon č. 477/2001 Sb., o obalech. Jednotlivé kategorie obalů specifikuje Katalog odpadů ve skupině 15:

### **Dle vyhlášky č. 93/2016 Sb. skupina ostatní odpady „O“:**

15 01 01 Papírové a lepenkové obaly

15 01 02 Plastové obaly

15 01 03 Dřevěné obaly

15 01 04 Kovové obaly

15 01 05 Kompozitní obaly

15 01 06 Směsné obaly

15 01 07 Skleněné obaly

15 01 09 Textilní obaly

**Nebezpečné odpady „N“.**

15 01 10 Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné

15 01 01 Kovové obaly obsahující nebezpečnou výplňovou hmotu (např. azbest) včetně prázdných tlakových nádob

Firmy produkující stavební materiály se v současnosti na základě tlaku Evropské komise snaží snižovat množství používaných obalů pro stavební materiály. Základem je plánovat při objednávání materiálu, být v kontaktu s poskytovatelem a požadovat po zaměstnancích pečlivé třídění.

Samotné staveniště patří mezi velké odběratele obalů. Všechny stavební materiály přichází na stavbu vždy v určitém typu obalu např. zdící prvky jsou umístěny na dřevěných paletách zabalených v plastovém obalu, malty plastových nádobách atd. Proto je nezbytné, aby se stejně jako u stavebního odpadu třídilo přímo na staveništi. Sníží se energetická náročnost následovného třídění a zvyšuje se pravděpodobnost, že dojde k úspěšné recyklaci všech obalů.

(32)



## **6 Trendy**

Poslední dekáda stavebního průmyslu se nesla především ve znamení rychlého rozvoje moderních technologií a zlepšování kvality materiálů. Docházelo k vývoji robotických zařízení, umělé inteligence a změn v prostředí programů na navrhování. Všechny tyto složky by mělo být do budoucna možno spojovat i s výrazy udržitelný a ekologický. Kapitola popisuje trendy a vize pro vývoj v oblasti odpadového hospodářství staveniště a jeho samotného úklidu.

### **6.1 Ratingové systémy a předpisy**

V návaznosti na energetickou krizi v 70. letech minulého století v západních zemích došlo ke změně myšlení ohledně spotřeby energií a vlivu člověka na životní prostředí. Například ve Spojených státech amerických residenční a komerční sektor spotřebuje z celku 39 % a je tak největším konzumentem energie ze všech oblastí (33). To vyústilo v 90. letech ke vzniku různých ratingových systémů sloužících k hodnocení produktů ohledně jejich udržitelnosti a vlivu na životní prostředí. Celosvětově největším takovým systémem pro hodnocení budov je LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design), vytvořený seskupením USGBC (U.S. Green Building Council). Dále jedním z nejznámějších jsou britský BREEAM či japonský CASBEE (34). I když jsou tyto ratingové systémy velmi rozšířené, stále jsou jen dobrovolné a pro většinu lidí/investorů finančně nedosažitelné. Způsob, kterým lze dosáhnout komplexního rozšíření navrhování staveb dle udržitelných norem, je vytvoření povinných stavebních předpisů. Tyto předpisy byly v poslední době vyvinuty a města a státy je začaly přijímat (35). Příkladem může být město Dallas ve Spojených státech amerických, které s lehkými úpravami přijalo International Green Construction Code do svých městských předpisů (36).

#### **6.1.1 LEED**

Jedná se o dobrovolný systém sloužící k navrhování zdravých, vysoce účinných a úsporných zelených budov. Přípraven je tak, aby sloužil, pro co nejširší škálu budov a čtvrtí. Uchazeč o certifikát LEED si vybírá z 6 oblastí na základě toho o jaký projekt jde:

- BD+C – Projektování a výstavba budov
- ID+C – Návrh a konstrukce interiéru
- O+M – Provoz a údržba budov
- ND – Rozvoj čtvrtí
- Homes – Domy
- Cities and Communities – Města a obce

Jednotlivé oblasti jsou pak rozděleny do kategorií např. Projektování a výstavba budov (BD+C) do 8 kategorií:

- LT – Umístění a doprava
- SS – Udržitelnost oblastí
- WE – Účinné využití vody
- EA – Energie a atmosféra
- MR – Materiály a zdroje
- EQ – Vnitřní kvalita prostředí
- IN – Inovace
- RQ – Regionální požadavky

V každé kategorii pak žadatel může získávat body tzv. kredity za splnění jednotlivých požadavků. Některé kategorie také obsahují tzv. prerekvizity sloužící jako minimální požadavek, který pokud není splněn, žadatel automaticky ztrácí možnost získat certifikaci. Pokud projekt splní všechny minimální požadavky, pak v návaznosti na kredity je mu udělena certifikace. Lze získat 4 stupně ohodnocení:

- Platinum 80–110
- Gold 60–79
- Silver 50–59
- Certifikovaný 40–49

Na získání certifikace má vliv nejenom příprava projektu, ale pak také samotná realizace projektu. Je vhodné, aby stavbyvedoucí a pracovníci provádějící stavbu, měli zkušenost s LEED projekty. Několik oblastí v rámci LEED posouzení je spojeno se stavebními službami, kterou mohou sloužit k získání kreditů či splnění prerekvizit:

- Staveništní odpadový plán
- Kontrola eroze a sedimentů
- Limitování ekologické dopadu staveništních procesů
- Kvalita vnitřního vzduchu

Jednou z kategorií, která se počítá jako nezbytné minimum, je naplánování zpracování stavebního a demoličního odpadu na staveništi. Zaměřuje se na snížení množství stavebních a demoličních odpadů uložených na skládkách pomocí opětovným použitím a recyklací.

Pro splnění požadavku je potřeba vypracovat a provést plán nakládání s odpady:

- Stanovit minimálně 5 materiálových kategorií rozdělení odpadu (strukturálních i nestrukturálních). Cílem je zjistit procentuální podíl roztríděného stavebního odpadu za celý projekt.
- Určit, zda budou materiály oddělené nebo zamíchané, a popsat strategie odklonu plánované pro daný projekt. Popsat, kam budou materiály odvezeny a jak bude odpad zpracován.

Na závěr musí stavba poskytnout závěrečnou zprávu, která podrobně popisuje všechny hlavní vzniklé toky odpadů včetně množství likvidace a poplatky za vytrídění. (37)

Jednou z možností, jak získat kredity v oblasti nakládání se stavebním odpadem na staveništi je recyklování a znovupoužití materiálů místo toho, aby byly odvezeny na skládku nebo do spalovny.

Požaduje se přesné zaznamenání objemu nekontaminovaného stavebního a demoličního odpadu. Z výpočtu se vynechají zeminy a další materiálu z výkopu. Pro získání 1 kreditu je zapotřebí rozdělit alespoň 50 % všech odpadů na minimálně 3 materiálové skupiny.

Pokud se projekt chce ucházet o 2 kredity musí splnit minimálně 75 % rozděleného materiálu a vytvořit nejméně 4 materiálové skupiny. Nebo musí snížit množství generovaného odpadu pod 12 kg na m<sup>2</sup> stavební plochy. (38)

### **6.1.2 International Green Construction Code (IgCC)**

IgCC je stavební předpis zpracovaný seskupením International Code Council (v Čechách ho zastupuje Česká rada pro šetrné budovy), který nemá tak přísné požadavky jako LEED a je psán v povinné formě, aby ho bylo možné jednoduše implementovat do legislativy jednotlivých zemí či měst. Hlavním účelem této normy je vytvořit podklad pro projektanty a stavbyvedoucí na základě, kterého lze navrhovat a stavět zelené a udržitelné stavby (39).

### **6.1.3 Dallas Green Construction Code**

Město Dallas (Texas, USA) rozhodlo, že se do roku 2030 stane uhlíkově neutrálním. Získalo tak statut jednoho z nejudržitelnějších měst ve Spojených státech. Za tímto účelem zavedlo do svého stavebního řádu řadu ekologických norem na třídění staveništního odpadu či na znovuvyužití stavebních materiálů. Od roku 2008 do roku 2013 probíhala postupná implementace do jednotlivých stavebních segmentů, až se nakonec normy staly povinné pro obytné i pro komerční budovy (40).

Všechny nové projekty musí splnit jeden z následujících požadavků, aby získaly stavební povolení v Dallasu:

- Minimální požadavky z Dallas Green Construction Code
- LEED certifikovatelný
- Green Built Texas certifikovatelný

Stavební předpis Dallasu se odkazuje přímo na International Green Construction Code vytvořený seskupením ICC, s lehkými modifikacemi. Dallas vynechal kapitolu 6 o poskytování energie a místo toho zachoval původní energetické standardy. Rovněž byla vynechána kapitola o uvádění do provozu a normách pro rekonstrukci stávajících budov. Dallas dále schválil možnost hodnocení projektů třetích stran a kontrolu projektů se zelenými stavebními programy. (36)

### **6.1.4 Dallas – Plán pro nakládání s odpadem**

Na základě 4. části zeleného stavebního předpisu města Dallas, plán odpadového hospodářství staveniště musí být zaveden způsobem, aby bylo

znovu využito více než 50 % vykopaných zemin a suti. Odpad obsahuje převážně kameny, stromy, vegetaci atd. Plán také musí splňovat všechny tyto požadavky:

1. Specifikovat všechny materiály, které budou použity pro recyklaci nebo opětovné použití na staveništi
2. Zničení a likvidace invazních druhů rostlin
3. Znat místo a způsob odstraňování kontaminované půdy
4. Znat objem nebo hmotnost vytríděného materiálu
5. Udržovat veškerou dokumentaci související s tříděním materiálů

Tab. 4: Požadavky na nakládání s odpadem na staveništi města Dallas. Zdroj: (41)

V 5. části se popisuje výběr materiálu pro stavbu budovy. Více než 45 % z celkového množství použitých materiálů by mělo pocházet z těchto kategorií:

1. použité materiály a součástky,
2. stavební materiály s recyklovaným obsahem,
3. recyklovatelné stavební materiály a stavební komponenty,
4. bio materiály,
5. domorodé materiály. (41)

Domnívám se, že by bylo užitečné, kdyby si Česká republika vzala příklad z podobných projektů a začlenila takové novinky do stávající legislativy – stavebního zákona nebo do stavebních předpisů jednotlivých měst. Problém však může vzniknout s ochránci památek, se kterými by bylo nutné dojít k jistému konsensu a například v historických centrech k podobným řešením nepřistoupit. Největší výhodou v aplikaci zelených předpisů vidím především v povinnosti recyklovat materiály a recyklovat odpad přímo na místě. Opakované použití materiálu přispívá i ke snížení stavebních nákladů.

## 6.2 BIM a jeho využití pro úklid a odpadové hospodářství

V kapitole o odpadovém hospodářství jsem již zmiňoval, že stavebnictví produkuje nejvíce odpadu ze všech průmyslových odvětví. Z dlouhodobého hlediska lze stavební činnost popsat jako plynulý a neustále se opakující proces: stavba, přestavba a demolice. Tímto způsobem dochází k přestavbě vesnic na města, měst na velkoměsta a tím k většímu zahuštění a množení odpadu. Ke generování stavebního odpadu dochází z následujících důvodů:

- Nevhodným projektováním
- Špatným plánováním a výběrem dodavatelů
- Neefektivním zpracováním stavebních materiálů
- Vznikem zbytků ze zpracovávání surovin
- Nečekanými změnami v průběhu výstavby

Jak těmto problémům předcházet bylo popsáno v předchozích kapitolách. Jedná se převážně o integrovaný design, zlepšení plánování a managementu stavby. K tomuto zlepšení lze využít nově nastupující prostředí pro plánování a správu budov BIM.

### **6.2.1 BIM**

Building Information Management je prostředí obsahující všechna data o stavebním projektu. S pomocí různých programů (pro projektování, rozpočtování, výpočet spotřeby tepla atd.) je možné data zadávat i pomocí nich informace získávat. BIM nabízí celé množství možností pro zlepšení přípravy a plánování projektu. Příkladem může být přesný příjezd pracovníků, materiálu či vybavení. Dále lze zajistit snížení množství pevných odpadů, zlepšením kvality, přesnosti projektování či výstavby, lze se tak vyhnout projektovým chybám, předělávkám a nečekaným změnám (42). V současné době však neexistuje žádné technické řešení či nástroj, který by sloužil přímo pro minimalizaci vzniku stavebního odpadu. Možnou cestou, jak docílit minimalizování stavebního a demoličního odpadu, je užitím systémů pracujících s BIM.

### **6.2.2 Chyby z projektování**

Mnoho chyb, s kterými se zhotovitel musí potýkat na stavbě, vzniká proto, že se na přípravě celkové projektové dokumentace podílí několik profesí: architekt, projektant, statik, projektant TZB atd. Tyto chyby pak vedou k předělávkám a zvyšování množství stavebního a demoličního odpadu. Pomocí programu pracujícího na základě BIM (např. Autodesk Navisworks) lze detekovat projektové vady, průniky konstrukcí či průniky vzduchotechniky s konstrukcí a eliminovat je.

Pro zjišťování průniku mezi jednotlivými prvky se využívá procesu nazvaného „Clash detection“, při kterém se porovnávají uživatelem předem v specifikované 3D modely. Příkladem může být 3D model nosné konstrukce a prvků vnitřního vodovodu. Vybere se množina prvků nosné konstrukce a množina prvků nutných pro vnitřní vodovod. Pokud jsou požadavky na prvky správně specifikovány podle předepsaných norem např. minimální vzdálenosti potrubí od konstrukce, tento systém odhalí, zda projektant nebo osoba projektující tuto část udělala chybu a lze jí tak zachytit a vyřešit ještě před

začátkem stavby. Jedná se o jednu z hlavních předností využití BIM. Další výhodou je online schvalovací proces, z kterého je zřetelně vidět kdo a jak daný problém vyřešil či schválit. Je tak snadno dohledatelné, kdo se na daném problému podílel. Sníží se tím množství předělávek, projektových chyb a změn. To vede i mj. ke snížení množství stavebního odpadu, který by vznikl při nutných úpravách projektu v průběhu stavby. (43)

### **6.2.3 Měření spotřeby materiálu**

Stavební odpad vzniká neefektivním zpracováním stavebních materiálů, špatným plánováním a výběrem dodavatelů (44) (42). Proto je nutné, co nejpřesněji, odhadnout množství materiálů požadovaných na staveništi za účelem snížení nepotřebného materiálu a zlepšení ceny zakázky. BIM model může poskytnout přesná množství potřebná pro stavbu a navrhnout možné modifikace pro ušetření času. BIM zabraňuje nadprodukcí nepotřebných materiálů. Na základě poskytnutých informací lze materiál objednávat v reálném čase. (43)

Použit ho lze i u rekonstrukci a demolicí pod podmínkou, že projekt je převeden do 3D modelu. Je možné tak poměrně přesně spočítat množství vzniklého odpadu, poplatky za odvoz odpadu na skládku, a především množství potřebné techniky. (45)

### **6.2.4 Plánování**

Plánování založené na integrování harmonogramu prací do BIM modelu umožňuje efektivně plnit jednotlivé činnosti, lze pozorovat postup prací, požadavky na prostory pro pracoviště a požadavky na stavenišť. Integrovaní BIM modelu do plánování množství pracovníků, materiálu a vybavení zvýší efektivitu v jejich využití, zabrání střetu činnosti na stejném pracovišti. Pokud je projekt právně naplánovaný a dobře provedený, sníží se množství chyb, víceprací, a to zajistí méně stavebního odpadu.

Pomocí BIM modelu lze přesně sledovat použití jednotlivých kusů materiálu a na základě toho objednat přesné množství materiálu v daný moment. Zamezí se tak zbytečnému dlouhodobému skladování materiálu, zbytečnému přesouvání, degradaci vlivem počasí, což by mohlo způsobit další vznik stavebního odpadu. Přesným plánováním se sníží požadavky na velikost

stavenišťe, sníží se pravděpodobnost poškození instalovaných prvků, ale také to umožní mít přehled o množství stavebního odpadu, který lze znovu využít na stavbě např. zemina na zásyp. (43)

### **6.2.5 Plán nastavení staveniště**

Na základě BIM 4D modelu lze nastavit, jakým způsobem bude staveniště rozmístěné, aby bylo maximalizováno jeho využití. Je možné přesně spočítat množství, místo a čas, v kterém bude muset dojít k přesunu materiálu nebo bude možné znovu použít stavební odpad na stavbě či k jeho odvozu na skládku. Například nadměrné přesouvání materiálu na staveništi je jednou z hlavních příčin, při které zcela zbytečně vzniká stavební odpad. Je vhodné předem nastavit plán pro přesun materiálu, zamezí se tím mnohokrát několikanásobné přesouvání jednoho prvku. Přímou se tak sníží použití materiálu. Staveniště bude čisté, lépe organizované a takové prostředí má pak přímý vliv na výkon pracovníků. (46)

### **6.2.6 Prefabrikace**

Prefabrikace a modulární konstrukce se po útlumu v 90. letech a prvních letech nového tisíciletí znovu vrací s nástupem nových technologií – 3D tisk a BIM. Jejich použití je vysoce efektivní, šetří náklady a čas (kratší technologické přestávky) a snižuje množství vznikajícího odpadu. Tím, že je možné si konstrukci prohlédnout ve 3D, se snižuje pravděpodobnost vzniku chyb při projektování tak i samotném umístění na stavbu (47). Informace získané z BIM modelu slouží výrobcům prefabrikátů k řízení přesného automatizovaného procesu. Digitální prefabrikace založená na BIM umožňuje efektivní práci s konstrukcí a snižuje počet manipulací s materiálem na místě (43). Použitím prefabrikovaných prvků lze snížit množství stavebního odpadu až o 52 % (48).

## **6.3 Průmysl 4.0**

Cílem 4. průmyslové revoluce nazývané Průmysl 4.0 je transformace průmyslové výroby prostřednictvím digitalizace a využívání potenciálu nových technologií. Vzhledem k rychlému vývoji počítačového hardwaru a softwaru v posledních několika desetiletích došlo k významnému posunu a je tak možné začít plně využívat potenciálu nových technologií a koncepcí, jakými jsou:



- Dostupný vysokorychlostní internet a IoT – internet věcí
- Integrace technických procesů a obchodních procesů ve firmách
- Smart továrna zahrnující smart prostředky průmyslové výroby a smart výrobky
- Digitální mapování a virtualizace reálného světa

Důležitými prvky koncepce Průmyslu 4.0 jsou interoperabilita a propojitelnost. Vytvoří se nepřetržitý tok informací mezi zařízeními a komponentami, interakce mezi počítači (M2M – Machine to Machine). Tímto se stroje, výrobky a továrny mohou připojit a komunikovat prostřednictvím IoT – internetu věcí (většinou založeného na bezdrátové síti).

V Průmyslu 4.0 mají výrobní prvky vedle svého fyzického provedení, také virtuální identitu tzv. datový objekt, který je uložen v datovém cloudu. Tato virtuální identita může zahrnovat celou řadu dat a informací o produktu, od dokumentů až po 3D modely, jednotlivé identifikátory, aktuální údaje o stavu, informace o historii a údaje o měření. (49)

### **6.3.1 Stavebnictví 4.0**

Stupeň automatizace ve stavebnictví je však daleko méně rozvinutý než v jiných průmyslových odvětvích. Výsledkem je tak nízká produktivita práce a vysoké riziko vzniku chyb (50). Na uplatnění automatizace a robotizace ve stavebnictví lze nahlížet z hlediska zvyšování výkonnosti stavebních projektů, které mají sloužit klientovi a životního prostředí. Robotizace a automatizační systémy ve stavebnictví mohou přispět k následujícím změnám:

- Vyšší bezpečnost pracovníků i veřejnosti prostřednictvím vývoje a zavádění strojů pro nebezpečné práce
- Jednotná kvalita s vyšší přesností, než jakou poskytuje kvalifikovaný pracovník
- Zlepšení pracovního prostředí, protože objem klasické manuální práce se sníží na minimum, pracovníci tak budou osvobozeni od nepříjemných pracovních pozic
- Omezení stížností na hluk a prach v souvislosti s různými druhy prací např. čištění, příprava či odstraňování povrchů

### 6.3.2 Roboty a budovy

V rámci provozu budov se už začínají objevovat robotické prvky či robotická zařízení sloužící pro úklid prostoru. V domácnostech již běžně slouží robotické luxy či robotická zařízení pro vytírání. Dále se přechází od klasického mytí oken k robotickým uklízečům. Jedná se o velmi efektivní a levné řešení pro úklid těžko přístupných míst, příkladem mohou být fasády u výškových budov (Obr.2).



*Obr. 2: Robotický uklízeč skleněných fasád. Zdroj: (51)*

Podobná zařízení se využívají také pro úklid bazénů či na sekání trávy okolo budov. Podle článku „Robots: The Future of Cleaning?“ (52) se jedná o segment, kde bude člověk brzy nahrazen roboty a robotickými zařízeními přesnějšími než člověk a s neomezenou pracovní dobou.

### 6.3.3 Květa 001

V loňském roce jsem se na katedře technologie staveb ČVUT s kolegy Bc. Jakubem Volfem a Bc. Jakubem Starostou zúčastnil povinně volitelného předmětu Ing. M. Kovaříka, kde jsme se věnovali robotice a 3D tisku ve stavebnictví. V rámci semestrální práce jsme zde přišli s návrhem autonomního čistícího robota, který by sloužil pro staveništní potřebu a blízké okolí. Koncept zaznamenal úspěch v mezinárodní soutěži „Stavebnictví zítřka“ pořádané firmou VINCI Construction, kde jsme si s pomocí Bc. Lucie Stupkové nejdříve

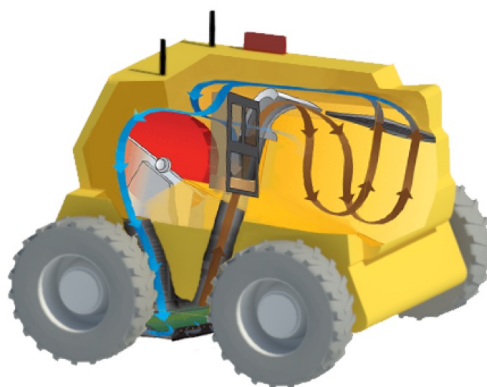
připsali vítězství v česko-slovenském kole a v pařížském finále jsme obdrželi cenu Leonard, která nám zajistila další spolupráci na projektu v pařížském inkubátoru projektů Leonard.



*Obr. 3: Robotický uklízeč staveniště Květa 001. Zdroj: Archiv autora*

Jedná se o koncept plně autonomního a automatizovaného robotického zařízení, které slouží k úklidu staveniště a přilehlých oblastí. Robot by měl být schopný úklidu základních stavebních odpadů: písek, hlína, štěrk, kusy betonu či polystyrenu. Využívá k tomu rotující kartáče a vodní trysky (pro lepší zpracovatelnost) a pomocí sacího systému nasává odpad do vnitřního prostoru. Jakmile se robot naplní, odveze náklad do dokovací stanice a zde svůj obsah vyloží. Bude nutné na stavbě zavést osobu koordinátora robotických zařízení, která bude mít ve správě jednotlivá zařízení a bude se starat o jejich koordinaci. Koordinátor robotických zařízení staveniště obdrží notifikaci z aplikace, že se

odpadový prostor blíží 100 % naplnění a je nutné objednat odvoz odpadu. Velkou výhodou tohoto dokovacího portu je schopnost třídit odpadu do několika kategorií podle hustoty materiálu. Dokovací stanice dále slouží i pro nabíjení robota, který je zde uzamčen v době, kdy nevykonává činnost. Stanice se nabíjí primárně ze solárních panelů, ale je sekundárně jištěna elektrickým přívodem ze staveništních zdrojů.



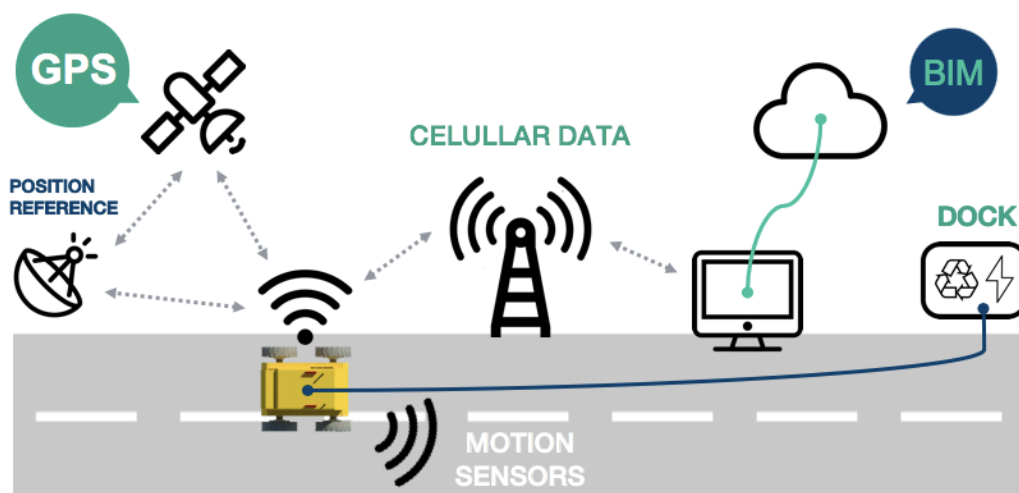
*Obr. 4: Robot Květa 001 a jeho sací systém. Zdroj: Autor práce*

Robot může mít různá nastavení pro určení, kdy se ze své dokovací stanice vydá na úklid staveniště. Může k tomu docházet periodicky dle nastavení koordinátora nebo když na stavbě dochází k větší produkci odpadu z tzv. nárazové činnosti může být pomocí aplikace robot povolán. Další variantou je možnost využití dronu pro skenování staveniště, na jehož základě může robot mít přesné informace o tom, kam se na stavbě vydat.

Autonomní robot pohybující se v tak komplikovaném prostředí, jakým je staveniště, musí mít velmi dobře připravený detekční systém pro ochranu svého okolí a sama sebe. Pohyb a kontrolu robota zajišťují 3 základní složky:

- GPS signál
- Snímací sensory
- Mobilní data

Koordinátor robotických zařízení nahraje mračno bodů, které vymezuje oblast staveniště a tím určí, kam se může robot pohybovat. V kombinaci s GPS přijímačem je pak zajištěn pohyb na stavbě. Pomocí aplikace v chytrém zařízení a s využitím mobilních dat má pracovník na stavbě přesné a aktuální informace o umístění zařízení, stavu baterií, množství sebraného odpadu a mnoho dalších nezbytných informací. Jejich pomocí je také schopen robotu upravovat nastavení či ho uzamknout v dokovací stanici. Snímací sensory slouží jako ochrana okolí i samotného zařízení. Pomocí sensorů získá potřebné informace k vytvoření obrazu prostředí, v kterém se nachází. Na základě typu staveniště (pozemní, liniová výstavba) lze pak upravovat jaké může být maximální přiblížení robota k překážce či k pracovníkovi. S vývojem programů pro prostředí BIM by bylo možné přejít na 3D model staveniště, v kterém by se robotickému čističi jednodušeji pohybovalo.



Obr. 5: Robot Květa 001 a spolupráce se systémy. Zdroj: Autor práce

V době psaní diplomové práce se o vývoji konceptu jedná a připravuje se podnikatelský záměr projektu. Zařízení by bylo vhodným doplněním stavebního procesu především v této době, kdy se hovoří o 4. průmyslové revoluci – Stavebnictví 4.0. Pro úspěch projektu je nyní zapotřebí úsporný vývoj recyklační jednotky pro rozpoznání typu materiálu tak, aby docházelo automaticky k třídění a nebylo zapotřebí pak odpad externě recyklovat. V současnosti takové robotické zařízení není schopné nahradit pracovníky ekonomicky, kdy vývoj zařízení a samotný nákup požaduje vysoké náklady. Na druhé straně v současné době, kdy se Česká republika nachází v ekonomickém růstu a pracovní kapitál je téměř vyčerpán, se zde objevuje příležitost

k rychlejšímu přechodu na automatizaci stavebního procesu. Projekt může mít větší využití než pouze pro stavebnictví, příhodná by byla také jeho implementace do zajištění úklidu měst jako součást „Smart cities“.

<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Autonomní zařízení	Náklady na pořízení
Použitelnost 24 hodin každý den v každém počasí	Kvalifikovaná osoba pro správu
Minimální náklady na provoz	Požadavek na kvalitní přípravu projektu
Úklid zajištěn periodicky	Chybí legislativa

*Tab. 5: Porovnání výhod a nevýhod projektu.*

## **7 Úklid staveniště**

### **7.1 Předvýrobní fáze**

Cílem předvýrobní fáze má být nalezení shody mezi investorem a zhotovitelem na podnikatelském záměru. Dále se musí určit optimální technologie realizace, stanovit základní představu staveništního provozu a dalších realizačních podmínek. V oblasti úklidu je zapotřebí specifikovat způsob hodnocení kvality provedení v jednotlivých fázích a kdo z pracovníků bude mít za oblast zodpovědnost. Vše musí být předem určeno ve smlouvě o dílo. V rámci technologických postupů pro jednotlivé činnosti se určí, jaký typ úklidu a za jaké situace musí být proveden. Musí se nastavit KPI tak, aby zodpovědná osoba věděla, co musí být bezpodmínečné, co dostačující a kam až kvalita úklidu pracoviště nesmí klesnout. V návaznosti na KPI se musí nastavit také sankce za neplnění požadavků. Do plánu zařízení staveniště se navrhne umístění jednotlivých sběrných míst pro odpad pro každou fázi dle činnosti, která zde budou v určitý moment realizována.

### **7.2 Zemní práce a bourání**

V případě technologické etapy zemních prací se hlavním problémem stává roznášení zeminy do okolí staveniště. Jedná se o hrubý úklid větších kusů nečistot. V období sucha se musí zajistit, aby nedocházelo k rozfoukávání prachu do okolí např. kropením, kvalitně provedeným oplocením. Pokud se provádí zemní práce v průběhu dešťů je zapotřebí zajistit, aby všechny automobily vyjíždějící ze stavby měly čistá kola. K tomuto čištění se na menších stavbách využívají pracovníci s ručními vysokotlakými čističi, kterými omývají jednotlivá kola (Obr. 6).



*Obr. 6: Pracovník s ručním vodním čističem. Zdroj: Autor práce*

Pro větší stavby se používají mobilní mycí linky. Jejich výhodou je nižší spotřeba vody, firma KMB Stavební servis s.r.o. uvádí, že jejich myčka spotřebuje 30 litrů vody na 1 nákladní vozidlo. Jedná se však o dražší řešení než ruční myčka, ale při velkém objemu aut je finančně výhodnější a snižuje spotřebu vody na stavbě. Pokud se například projekt uchází o certifikaci LEED, je spotřeba vody velmi zásadním tématem při plánování. V tento moment i mobilní myčka může mít příliš velkou spotřebu a projekt by tratil množství potřebných bodů k získání certifikace. Proto lze přistoupit i k lehce nestandardnímu řešení: překládání zeminy mezi nákladními auty operujícími na staveništi a auty, které stojí na pozemní komunikaci (podobné řešení se využilo při budování stavby The Main Point Karlin).

Důležité je také udržovat čisté staveništní komunikace (Obr. 7). Nejběžněji se přistupuje k vysypání hlavních cest kamenivem (např. štěrkem o frakci 32 mm), nebo pokud stavba bude probíhat v delším časovém úseku, lze



komunikace sestavit z betonových prefabrikátů. Jedná se však o finančně nákladné řešení.



*Obr. 7: Staveništní komunikace bez úpravy. Zdroj: Autor práce*

K přepravě demoličního odpadu se nejčastěji používají shozy umístění na fasádě budovy. Blíže jsou specifikovány ve 4. kapitole – Úklid. Před započítím demolice nebo rekonstrukce je zapotřebí obeznámit se s projektem a se složením jednotlivých konstrukcí. Na základě této analýzy lze pak připravit plán pro třídění odpadu přímo do oddělených kontejnerů na staveništi.

Pokud bude zemina skladována na deponii staveniště, musí být provedena tak, aby byla zajištěna stabilita a nedošlo k nečekanému sesuvu.

### 7.3 Základy

Technologická etapa základy se často časově prolíná s etapou zemních prací. V menší míře zde dochází k výjezdům nákladních aut ze stavby, přesto je nutné zachovat myčky na očištění aut či překládání zeminy do čistých vozů.

Samotný úklid je nutný v případě betonování základů, kdy pro dodržení požadované kvality konstrukce musí být očištěna od všech nečistot a nesoudržných částí betonu, v případě zimního období od sněhu a námrazy. Dále se musí zajistit skladování bednicích prvků a výztuže na předem vyznačených místech ve výkresech zařízení staveniště.



*Obr. 8: Vrtná soustava – vliv počasí na stavenišť. Zdroj: Autor práce*

### 7.4 Spodní stavba a vrchní stavba

Obě technologické etapy mají většinu stavebních činností společných v průběhu vertikálního postupu stavby. Betonují se nosné konstrukce – zdi, sloupy a stropy, platí zde stejně jako u budování základů dodržování čistoty při betonáži – očištění od všech nečistot a nesoudržných částí betonu, v případě zimního období od sněhu a námrazy. Pokud jsou nosné konstrukce ze zděných prvků, musí se odřezky z kusového zdiva a odpad z malt a lepidel zamést a vytřídit do příslušných kontejnerů. Hrozilo by pak pracovníkům uklouznutí a

pád. Zvyšují se tak požadavky na čistotu jednotlivých pracovišť, přesto se stále jedná o typ hrubého úklidu.

Rozdílnou oblastí je izolování proti vodě a teplu, ke kterému dochází pouze u spodní stavby. Extrudovaný polystyren nelze recyklovat a jeho odpadní zbytky tak budou skladované zvlášť.

## **7.5 Zastřešení**

Většina stavebních činností se opakuje z etapy vrchní stavby – betonáž, zdění atd. Je nutné dbát na zvýšené opatrnosti při úklidu odpadu z podlah, aby nedošlo k uklouznutí pracovníka a pádu z výšky. Množí se druhy odpadů ze stavby střešní konstrukce. Pokud bude dřevěná vznikají odřezky dřeva a piliny, pokud monolitická musí se dodržovat již zmíněná čistota při betonáži.

Pečlivost a čistota se musí dodržet hlavně při kladení hydroizolace a pojistné hydroizolace, aby nedošlo k jejímu propíchnutí zbytkovým odpadem (např. hřebíkem). Mohlo by se snížit funkčnosti konstrukce a ochraně před povětrnostními podmínkami.

## **7.6 Provádění příček a rozvodů instalací**

V této etapě dochází k uzavírání pracovního prostoru a snižuje se množství hrubé práce. Kumuluje se množství stavebního odpadu – především odřezků, úlomků, stavební suti. Na stavbě se zvyšuje počet subdodavatelských firem provádějících jednotlivá řemesla. Je proto důležité, aby hlavní zhotovitel a technický dozor pečlivě kontrolovali jednotlivá pracoviště, zdali splňují požadavky na čistotu na uklizenost. Nejedná se už pouze o hrubý úklid, některá místa jako šachty se musí blížit finálnímu úklidu. Dále je potřeba zajistit koordinace jednotlivých činností, aby nevznikaly kolize a případně poškození práce předchozí čty pracovníků.

## **7.7 Provádění vnitřních omítek a podkladních vrstev podlah**

Na stavbě působí v této fázi nejvíce pracovníků a jejich koordinace je proto nezbytná. Při finalizace povrchů se musí dodržovat maximální pozornost při úklidu, aby nedocházelo k znečištění či poškození omítek. Následné opravy by zvyšovaly náklady a zdržovaly stavbu. Před kladení podkladních vrstev se povrch nosné konstrukce musí perfektně vyčistit, aby zde nebyly žádné

nerovnosti. Následně se položí podkladní vrstva podlahy a po dobu technologické přestávky na ní nikdo nesmí vstoupit a jakkoliv ji znečistit.

Skladování stavebních materiálů se musí přesunout kompletně do vnitřních prostor budovy. Při používání se musí dodržovat bezpečnostní list a technologický postup, který určuje, jakým způsobem lze s materiály manipulovat.

## **7.8 Provádění podlah, kompletace povrchů a technologie**

S finální kompletací povrchů podlah a dalších povrchů se na stavbě udržuje maximálně možná úroveň čistoty a pořádku. Znečištění či poškození kompletní konstrukce přináší zvýšení nákladů a také časové posuny, které si zhotovitel projektu už nemůže v harmonogramu dovolit. Finalizace povrchů má poměrně dlouhou technologickou přestávku, a proto je nutné, aby jednotlivé dodavatelské firmy dodržovali koordinační plán činností. Materiál by se měl uchovávat ve skladech mimo stavbu nebo na pracovištích, které ještě nejsou hotová a nemůže dojít k poškozením např. rozlitím barvy. Při instalaci technologií se musí postupovat maximálně obezřetně, aby nevznikly viditelné otěry, neopravitelné škody atd.

## **7.9 Kompletace rozvodů instalací a vnitřních prací**

Jedná se o poslední fázi prováděnou uvnitř objektu, kdy je už většina prací hotová, a proto pracovníci musí provádět dokončovací činnost s maximální opatrností. Nesmí dojít k poškození finálních povrchů, snížit funkčnost zapojených technologií. Po dokončení činnosti je potřebné provést finální úklid pracoviště, odnést všechna používaná zařízení a nepoužitý materiál mimo objekt. Po dokončení prací zhotovitel provede finální úklid pro předání objektu.

## **7.10 Vnější úpravy**

Finalizace vnějších povrchů požaduje stejnou preciznost jako u vnitřních povrchů. Nesmí dojít k otěrům, ušpinění či poškození fasády. Pracovníci musí být především opatrní při skládání venkovního lešení. Zhotovitel vyklízí zařízení staveniště a místo něj dokončuje sadové úpravy. Jedná se o poslední fázi, kdy probíhají stavební činnosti a vše musí dotážené do finální podoby pro předání majiteli.

## 7.11 Kontrola kvality a převímka

Všechny stavební činnosti jsou dokončené, zhotovitel provedl poslední finální úklid a předává stavbu majiteli a novému provozovateli stavby. Poskytovatel FM, pro daný objekt vybraný majitelem, provede první úklid, aby mohl začít nabízet prostory k pronájmu/prodeji klientům. Pokud se jedná o administrativní budovu, nový nájemce si v prostorech bude sám provádět stavební úpravy tzv. fit out.

Pro zhotovitele práce nekončí, měl by si projít zápisy ze stavby a porovnat si je se smlouvami o dílo, zdali jednotliví dodavatelé či vlastní zaměstnanci dodržovali nastavené KPI pro úklid v jednotlivých fázích výstavby. Pokud všichni splnili klíčové ukazatele výkonnosti, a přesto docházelo k problémům či dokonce k úrazům z důvodu nepořádku, měl by se nastavený systém úklidu upraven před dalším projektem.

## 7.12 Rizika a opatření

Následující tabulka (Tab. 6) obsahuje rizika, která se vyskytují v průběhu jednotlivých etapových procesů a jsou spojena s nepořádkem, čistotou, skladováním materiálu a nakládáním s odpadem na staveništi. Některé situace se opakují napříč celým stavebním procesem např. uklouznutí či pád z výšky a jsou proto uvedeny na počátku. Pro každé riziko je zde uvedené opatření, které by mělo problému zamezit. V pravé části jsou přiřazeny činnosti, při kterých dané riziko může nastat.

Etapové procesy: 0 – Zemní práce a demolice, 1 – Základy, 2 – Spodní stavba, 3 – Vrchní stavba, 4 – Zastřešení, 5 – Provádění přiček a rozvodů instalací, 6 – Provádění vnitřních omítek a podkladních vrstev podlah, 7 – Provádění podlah, kompletace povrchů a technologií, 8 – Kompletace rozvodů instalací a vnitřních prací, 9 – Vnější úpravy.

<b>Etapový proces</b>	<b>Rizika</b>	<b>Opatření</b>	<b>Činnosti</b>
Platí po celou dobu	Uklouznutí a pád v úrovni s vykonávanou činností	Zajistit bezpečný stav pracovní plochy – hrubý úklid	Vytyčování, bourání, manipulace s materiály

<b>Etapový proces</b>	<b>Rizika</b>	<b>Opatření</b>	<b>Činnosti</b>
Platí po celou dobu	Uklouznutí a pád z výšky	Zajistit bezpečný stav pracovní plochy – hrubý úklid, OOPP a zábrana proti propadu	Práce ve vyšších patrech, práce nad výkopem
Platí po celou dobu	Roznesení prachu do okolí větrem	Kropení prašných povrchů, spojitě ohrazení staveniště	/
Platí po celou dobu	Zasíťování staveniště	Všechny rozvody energií musí být pod zemí nebo v ochranném krytu	Zdroj energie
0	Zavalení, zasypaní demoličním odpadem	Skladování odpadu mimo okraj, zajištění proti sesuvu	Demolice, rekonstrukce
0	Zavalení pracovníka zeminou	Zajistit zeminy proti sesuvu	Pažení, těžení, hloubení, hutnění, podsypy, odkopávky
0,1	Roznesení zeminy do okolí	Očištění kol u automobilů před výjezdem	Doprava staveništní, mimo stavbu
1	Snížení funkčnosti izolace proti vodě a teplu	Očištění od nečistot a zbytků materiálů před upevněním na konstrukci	Montáž izolace proti vodě a tepelná
1,2,3,4	Snížení kvality při provádění monolitické konstrukce	Očištění od nečistot a zbytků materiálů	Bednění, armování, betonáž
1,2,3,4	Snížení kvality při provádění prefa konstrukce	Očištění od nečistot a zbytků materiálů před spojením	Montáž prefa prvků
2,3,4	Snížená kvalita zděné konstrukce	Očištění od nečistot a zbytků materiálů v průběhu postupu	Zdění
4	Ohrožení funkčnosti střešního pláště	Očištění od nečistot a zbytků materiálů před položením další vrstvy	Pokrývačské práce, izolačské práce
5	Uzavírání prostorů, zvýšená prašnost	Pravidelné větrání, zvýšení kvality úklidu	Zdění příček, tesařské a truhlářské práce
5	Zvýšení množství vznikajícího odpadu	Rozdělené kontejnery na staveništi pro snadné třídění	Tesařské, truhlářské, izolačské, zámečnické práce
5	Vznik požáru od odskočené jiskry	V těchto prostorech pečlivý úklid před začátkem činnosti	Svařování a řezání potrubí
6	Znečištění, poškození omítky	Zvýšená opatrnost pohybujících se pracovníků na pracovišti	Omítání
6	Poškození podkladní vrstvy před ztuhnutím	Zákaz vstupu pracovníkům, nesmí zde být skladován materiál	Provádění podkladních vrstev podlaha

<b>Etapový proces</b>	<b>Rizika</b>	<b>Opatření</b>	<b>Činnosti</b>
6, 7, 8	Doprava materiálu v patrech – poškození dokončených ploch	Opatrnost pohybujících se pracovníků, vyznačené cesty	Doprava materiálu
7	Poškození finálního povrchu	Opatrnost pohybujících se pracovníků, skladovat materiál mimo dokončenou dlažbu	Kladení dlažeb a obkladů
7	Poškození finálního povrchu v době technologické přestávky	Omezit prašnost v této oblasti, zákaz vstupu a skladování materiálu v této místnosti	Podlahy z PVC a syntetických pryskyřic
7	Znečištění, poškození SDK příček	Opatrnost pohybujících se pracovníků na daném pracovišti	Montáž SDK příček
7	Znečištění, poškození	Opatrnost pohybujících se pracovníků, okolo zařízení finální úklid	Montáž technologických zařízení
7	Znečištění konstrukcí rozlitím barev	Skladovat materiál, aby nedošlo k rozlití, opatrnost pohybujících se pracovníků	Malířské a natěračské práce
8	Poškození finálního povrchu v době technologické přestávky	Zákaz vstupu a skladování materiálu v této místnosti, úklid v průběhu činnosti	Dřevěné, laminátové a textilní podlahy
8	Poškození okolních hotových povrchů a technologií	Opatrnost pohybujících se pracovníků, úklid v průběhu činnosti	Kompletace rozvodů instalací
8	Nekoncepční úklid v průběhu kompletací	Průběh úklidu – z nejvyššího patra vertikálně dolů	Finální vnitřní úklid
9	Poškození finálního povrchu	Opatrnost pohybujících se pracovníků, skladovat materiál mimo dokončenou dlažbu	Kladení venkovních dlažeb a obkladů
9	Znečištění, poškození omítky	Zvýšená opatrnost pohybujících se pracovníků na lešení	Omítání fasády
9	Znečištění fasády	Po dokončení instalace očistit fasádu	Montáž elektro
9	Poškození finální venkovních povrchů a sadových úprav	Opatrnost pohybujících se pracovníků a úklid svých pracovišť	Komunikace, sadové úpravy
9	Prodloužení předání, poškození díla	Opatrnost pohybujících se pracovníků a včasný začátek úklid	Úklid staveniště

Tab. 6: Rizika a opatření – úklid staveniště.

## 8 Závěr

V diplomové práci jsem se zaměřil na oblast úklidu staveniště pozemních staveb a nakládání se stavebním odpadem, protože se jedná o velmi specifické pracovní prostředí, se kterým se nepořádek a nečistota často pojí. Cílem bylo zmapovat problematiku zajištění úklidu jako podpůrné služby, jednotlivých postupů a definování nezbytných požadavků na okruhy osob pohybujících se na stavbě a přinést tak ucelený přehled.

V teoretické části jsem se proto zaměřil na úklid z pohledu Facility managementu, jeho vliv na bezpečnost práce a požární ochranu. Dále jsem se věnoval odpadovému hospodářství v ČR a nakládání se stavebním a demoličním odpadem, s obaly od stavebnin a způsobům recyklace přímo na staveništi.

Podstatnou část práce tvoří kapitola o nových trendech ve stavebnictví a nástupu robotizace. Během studia v zahraničí jsem se věnoval ratingovému systému LEED a dalším nově vznikajícím předpisům, které se zabývají nakládáním s odpady na staveništích a jejich omezování. Domnívám se, že některé části by bylo vhodné zakomponovat i do české legislativy.

V samostatné kapitole jsem se věnoval popisu projektu autonomního robotického uklízeče staveniště Květa 001, na kterém jsem se podílel s kolegy v rámci soutěže The Trail by VINCI Construction a který se stal hlavní motivací pro zmapování této oblasti.

Praktická část obsahuje rozbor požadavků na úklid a nakládání se stavebními odpady pro jednotlivé fáze pozemní výstavby. Pro každou fázi jsou popsána rizika, ke kterým může dojít z důvodu nepořádku a navržená opatření.

Práce se zabývala problematikou, která dosud nebyla v centru pozornosti a při výběru tématu jsem neměl tušení o jak širokou oblast jde. Vidím zde možnost pokračování v navazujícím výzkumu, například využitím prostředí BIM jako prostředku pro snižování množství stavebního odpadu.

Rostoucí požadavky na ochranu životního prostředí a zvyšování produktivity práce ve stavebnictví podporují názor, že je účelné se této problematice trvale věnovat a sledovat i aktuální vývoj v zahraničí.



## Citovaná literatura

1. **International Facility Management Association.** What is Facility Management? *IFMA*. [Online] 2018. [Citace: 19. Listopad 2018.] <https://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>.
2. **Beránková, Eva.** Základy Facility managementu. *tzb-info*. [Online] 24. Červen 2013. [Citace: 19. Listopad 2018.] <https://www.tzb-info.cz/facility-management/10072-zaklady-facility-managementu>.
3. **International Facility Management Association.** FM v heslech. *IFMA*. [Online] 2018. [Citace: 23. Prosinec 2018.] <http://ifma.cz/index.php/facility-management/fm-v-heslech/167-slovnicek-fm>.
4. **Gütterová, Petra.** Znamenají KPI konec předraženým a nepřehledným službám v Čechách? *tzb-info*. [Online] 17. Květen 2011. [Citace: 20. Prosinec 2018.] <https://www.tzb-info.cz/epc-energy-performance-contracting/7461-znamenaji-kpi-konec-predrazenym-a-neprehlednym-sluzbam-v-cechach>.
5. **Štrup, Ondřej.** *Základy Facility Managementu*. 1. vydání. Praha : Kamil Mařík - Professional Publishing, 2014. 978-80-7431-143-7.
6. **Štrup, Ondřej.** Význam ISO 41000 pro další rozvoj facility managementu. *TZB-Info*. [Online] 19. Listopad 2018. [Citace: 25. Prosinec 2018.] <https://www.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-facility-management/18240-vyznam-iso-41000-pro-dalsi-rozvoj-facility-managementu>.
7. **Vondráková, Monika.** *Outsourcing podpůrných služeb*. Praha : ČVUT v Praze, 2010.
8. **EUROSTAT.** Fatal and non-fatal accidents at work. *EUROSTAT*. [Online] 2015. [Citace: 15.. Prosinec 2018.] [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Fatal\\_and\\_non-fatal\\_accidents\\_at\\_work\\_by\\_NACE\\_section,\\_EU-28,\\_2015\\_\(%25\\_of\\_fatal\\_and\\_non-fatal\\_accidents\)-AAW2018.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Fatal_and_non-fatal_accidents_at_work_by_NACE_section,_EU-28,_2015_(%25_of_fatal_and_non-fatal_accidents)-AAW2018.png).

9. **Barták, Kamil.** Pořádek na staveništi jako podmínka bezpečné práce. *ASB-Portal*. [Online] 24. Leden 2017. [Citace: 3. říjen 2018.] <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/stavebni-technika/poradek-na-stavenisti-jako-podminka-bezpecne-prace>.
10. **Veselý, Karel.** Technický dozor stavebníka. *Časopis stavebnictví*. [Online] Červenec 2007. [Citace: 24. Říjen 2018.] [https://www.casopisstavebnictvi.cz/technicky-dozor-stavebnika\\_N243](https://www.casopisstavebnictvi.cz/technicky-dozor-stavebnika_N243).
11. **Bezpečnostpráce.info.** Kdo je koordinátor BOZP na staveništi, a kdy ho budete potřebovat. *Bezpečnostpráce.info*. [Online] 27. Březen 2014. [Citace: 24. Říjen 2018.] <https://www.bezpecnostprace.info/koordinace-bozp/kdo-je-koordinator-bozp-na-stavenisti-a-kdy-ho-budete-potrebovat/>.
12. **Mráz, Vojtěch.** Bezpečná práce při stavebních pracích. *Výzkumný ústav bezpečnosti práce*. [Online] 2010. [Citace: 19. Říjen 2018.] <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjU3bnegL7fAhXQ-KQKHfFTC5oQFjAMegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fmapis.vubp.cz%2FPR%2FShowDokument.aspx%3Fguid%3D4d0a81b7-aa2a-4266-8c8f-b9719ea99499&usg=AOvVaw0l4tidTinoO->
13. **Hošek, Zdeněk.** Požární ochrana staveb z hlediska požární prevence. *Časopis stavebnictví*. [Online] Květen 2009. [Citace: 29. Prosinec 2018.] [https://www.casopisstavebnictvi.cz/pozarni-ochrana-staveb-z-hlediska-pozarni-prevence\\_N2309](https://www.casopisstavebnictvi.cz/pozarni-ochrana-staveb-z-hlediska-pozarni-prevence_N2309).
14. **Skanska a.s.** Požární ochrana. *Skanska*. [Online] [Citace: 29. Prosinec 2018.] <https://www.skanska.cz/4a6ec4/siteassets/kdo-jsme/udrzitelnost/bezpecnost/pozarni-ochrana.pdf>.
15. **Česká asociace úklidu a čištění.** Česká asociace úklidu a čištění. *cac-clean*. [Online] 2017. [Citace: 20. Prosinec 2018.] <http://www.cac-clean.cz/o-nas>.
16. **Barták, Kamil.** Omezení prašnosti na staveništi. *ASB-Portal*. [Online] 14. Listopad 2016. [Citace: 25. Listopad 2018.] <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/stavebni-technika/omezeni-prasnosti-na-stavenisti>.

17. **Koordinacebozp.** Zásady organizace výstavby (ZOV) ve vztahu k BOZP. *Koordinacebozp.* [Online] 27. Červenec 2018. [Citace: 26. Prosinec 2018.] <https://www.koordinacebozp.cz/aktuality/zasady-organizace-vystavby/>.
18. **Barták, Kamil.** Bezpečné shazování materiálu a předmětů na staveništi. *ASB-Portal.* [Online] 24. Leden 2018. [Citace: 15. Říjen 2018.] <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/stavebni-technika/bezpecne-shazovani-materialu-a-predmetu-na-stavenisti>.
19. **EUROSTAT.** Municipal waste by waste management operations. *EUROSTAT.* [Online] 2016. [Citace: 23. září 2018.] [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK\\_DS-150766\\_QID\\_-10D4575B\\_UID\\_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;WST\\_OPER,L,Z,0;UNIT,L,Z,1;INDICATORS,C,Z,2;&zSelection=DS-150766WST\\_OPER,GEN;DS-150766UNIT,KG\\_HAB;DS-150766INDICATORS,OBS\\_FLAG](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-150766_QID_-10D4575B_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;WST_OPER,L,Z,0;UNIT,L,Z,1;INDICATORS,C,Z,2;&zSelection=DS-150766WST_OPER,GEN;DS-150766UNIT,KG_HAB;DS-150766INDICATORS,OBS_FLAG).
20. **EUROSTAT.** Statistika odpadů. *EUROSTAT.* [Online] 2014. [Citace: 24. září 2018.] [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics/cs#Dal.C5.A1.C3.AD\\_informace\\_z\\_Eurostatu](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/cs#Dal.C5.A1.C3.AD_informace_z_Eurostatu).
21. **Ministerstvo životního prostředí.** MŽP Stavební a demoliční odpady. *MŽP.* [Online] 2018. [Citace: 2. Říjen 2018.] [https://www.mzp.cz/cz/stavebni\\_demolicni\\_odpady](https://www.mzp.cz/cz/stavebni_demolicni_odpady).
22. **EUROSTAT.** Waste generation by economic activities and households. *EUROSTAT.* [Online] 2014. [Citace: 24. září 2018.] [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/4/45/Waste\\_generation\\_by\\_economic\\_activities\\_and\\_houseolds%2C\\_2014\\_YB17.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/4/45/Waste_generation_by_economic_activities_and_households%2C_2014_YB17.png).
23. **Voštová, Věra a Fries, Jiří.** *Zpracování pevných odpadů.* 1. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2003. 80-01-02672-8.
24. **Ministerstvo životního prostředí.** Plán odpadového hospodářství ČR. *MŽP.* [Online] 2018. [Citace: 2. Říjen 2018.] [https://www.mzp.cz/cz/plan\\_odpadoveho\\_hospodarstvi\\_cr](https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr).

25. **Ministerstvo životního prostředí.** Metodický návod odboru odpadů Ministerstva životního prostředí pro řízení vzniku stavebních a demoličních odpadů a pro nakládání s nimi. *MŽP*. [Online] Srpen 2018. [Citace: 2. Říjen 2018.]  
[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodika\\_stavebni\\_odpady/\\$FILE/OODP-metodicky\\_navod\\_SDO-20180904.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodika_stavebni_odpady/$FILE/OODP-metodicky_navod_SDO-20180904.pdf).
26. **Slivka, Vladimír, Dirner, Vojtech a Kuraš, Mečislav.** *Odpadové hospodářství I: praktická příručka*. 1. vydání. Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2006. 80-248-1245-2.
27. **Škodová, Alžběta.** Jak správně nakládat se stavební sutí a dalším stavebním a demoličním odpadem? *Envi Web*. [Online] 4. Duben 2013. [Citace: 20. Prosinec 2018.] <http://www.enviweb.cz/95314>.
28. **Asociace pro rozvoj recyklace stavebních materiálů ČR.** Podstata recyklace stavebních odpadů. *ARSM*. [Online] 2012. [Citace: 20. Prosinec 2018.] <http://www.arasm.cz/podstata.php>.
29. **Tříděníodpadu.cz.** JAK SE RECYKLUJÍ STAVEBNÍ A DEMOLIČNÍ ODPADY. *Tříděníodpadu.cz*. [Online] Tříděníodpadu.cz, 2018. [Citace: 3. říjen 2018.] <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-stavebni-odpad>.
30. **Kuraš, Mečislav, a další.** *Odpadové hospodářství*. 1. vydání. Chrudim : Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s r.o., 2008. 978-80-86832-34-0.
31. **Hlavatá, Miluše.** *Odpadové hospodářství*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. 80-248-0737-8.
32. **Filip, Jiří.** *Odpadové hospodářství*. 1. vydání. Brno : Mendelova Zemědělská a Lesnická Univerzita v Brně, 2002. 80-7157-608-5.
33. **U.S. Energy Information Administration.** How much energy is consumed in U.S. residential and commercial buildings? *eia*. [Online] 3. Květen 2018. [Citace: 12. Listopad 2018.]  
<https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=86&t=1>.
34. **U.S. Green Building Council.** LEED v4. *USGBC*. [Online] 2018. [Citace: 26. October 2018.] <https://www.usgbc.org/guide/bdc>.

35. **Burt, Lane, a další.** “Green” Codes and Rating Systems: A Framework for Evaluating the Tools and the Measuring Sticks to Create Better Buildings. *aceee.org*. [Online] 2012. [Citace: 26. Říjen 2018.]  
<https://aceee.org/files/proceedings/2012/data/papers/0193-000069.pdf>.
36. **Kaplow, Stuart.** Green Building is Now the Law in Dallas. *Green Building Law Update*. [Online] 17. Říjen 2013. [Citace: 28. Listopad 2018.]  
<https://www.greenbuildinglawupdate.com/2013/10/articles/leed/green-building-is-now-the-law-in-dallas/>.
37. **Kibert, Charles J.** *Sustainable Construction: green building design and delivery*. 4. vydání. Hoboken : John Wiley & Sons Inc., 2016. 978-1-119-05517-4.
38. **U.S. Green Building Council.** Construction and demolition waste management. *USGBC*. [Online] 2018. [Citace: 1.. Prosinec 2018.]  
<https://www.usgbc.org/node/2601031?return=/credits>.
39. **International Green Council.** International Green Construction Code. *icc*. [Online] 2018. [Citace: 27. Říjen 2018.] <https://www.iccsafe.org/codes-tech-support/international-green-construction-code-igcc/international-green-construction-code/>.
40. **Sustainable Business.** Dallas puts finishing touches on green building code. [Online] 31. Říjen 2013. [Citace: 29. Listopad 2018.]  
<https://www.greenbiz.com/blog/2013/10/31/dallas-puts-finishing-touches-green-building-code>.
41. **Dallas city hall.** Dallas Green Construction Code. *Dallas city hall*. [Online] 19. Prosinec 2016. [Citace: 25. Listopad 2018.]  
[https://dallascityhall.com/departments/sustainabledevelopment/buildinginspection/DCH%20documents/pdf/BI\\_2015%20Dallas%20Green%20Construction%20Code.pdf](https://dallascityhall.com/departments/sustainabledevelopment/buildinginspection/DCH%20documents/pdf/BI_2015%20Dallas%20Green%20Construction%20Code.pdf).
42. **Poon, Chi Sun, Yu, Ann.T.W. a Jaillon, Lara.** *Reducing Building Waste at Construction Sites in Hong Kong*. In: Journal of Construction Management and Economics, 2004, Sv. 22, stránky 461-470.

43. **Cheng, Jack C.P., Won, Jongsung a Das, Moumita.** Construction and demolition waste management using BIM technology. In: *Conference: the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 2015. stránky 381-390.
44. **Formoso, Carlos T., a další.** Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. In: *Journal of Construction Engineering and Management*, 2002, stránky 316-325.
45. **Cheng, Jack C.P. a Ma, Lauren Y.H.** A BIM-Based System for Demolition and Renovation Waste Estimation and Planning. In: *Waste Management magazine*, stránky 1539-1551.
46. **Minicks, William R. a Johnston, Hal.** *Construction Jobsite Management*. 4. vydání. Albany : Delmar Cengage Learning, 2016. 978-1305081796.
47. *Leveraging BIM in the prefabrication space* [Online]. Construction Dive, 18. Červen 2018. [Citace: 12. Listopad 2018.]  
<https://www.constructiondive.com/news/leveraging-bim-in-the-prefabrication-space/525811/>
48. **Jaillon, Lara, Poon, Chi Sun a Chiang, Yat Hung.** Quantifying the Waste Reduction Potential of Using Prefabrication in Building Construction in Hong Kong. In: *International Journal of Integrated Waste Management, Science and Technology*, 2008, Waste Management, stránky 309-320.
49. **Rojko, Andreja.** *Industry 4.0 Concept: Background and Overview*. In: *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 2017, International Journal of Interactive Mobile Technologies, Sv. 5.
50. **Kim, Mi Jeong, a další.** Automation and Robotics in Construction and Civil Engineering. In: Springer Science+Business Media, 2015.
51. **StartupDelta.** Robots cleaning windows where humans dare to reach. *StartupDelta*. [Online] 18. Prosinec 2015. [Citace: 13. Listopad 2018.]  
<https://www.startupdelta.org/robots-cleaning-windows-where-humans-dare-not-reach/>.

52. **Curcio, Katharine.** Robots: The Future of Cleaning? *Services Magazine*. [Online] 19. Červen 2017. [Citace: 13. Listopad 2018.] <https://servicesmag.org/online-digital-magazine/digital-archives/item/291-robots-the-future-of-cleaning>.
53. **EUROSTAT.** Municipal waste by waste management operations. *EUROSTAT*. [Online] 2016. [Citace: 23. září 2018.] <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>.
54. **Eastman, Chuck, a další.** *BIM Handbook - a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. 2.vydání. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Inc., 2011. 978-0-470-54137-1.
55. **Gavilan, Rafael M. a Bemold, Leonhard E.** Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction. In: *Journal of Construction Engineering and Management*, 1994, stránky 536-555.
56. **Robotics online.** Robotics in the Construction Industry. *Robotics*. [Online] 8. Srpen 2017. [Citace: 13. Listopad 2018.] <https://www.robotics.org/blog-article.cfm/Robotics-in-the-Construction-Industry/54>.
57. **Ministerstvo životního prostředí.** Veřejné informace o produkci a nakládání s odpady. *VISOH*. [Online] 2014. [Citace: 23. září 2018.] <https://isoh.mzp.cz/VISOH>.

## **Právní předpisy**

Zákon č. 88/2016 Sb., který mění zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Zákon č. 149/2017 Sb., který mění zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů

Zákon č. 169/2018 Sb., který mění zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu

Zákon č. 225/2017 Sb., který mění zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně

Zákon č. 225/2017 Sb., který mění zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí

Zákon č. 225/2017 Sb., kterým mění zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů

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

Vyhláška č. 208/2018 Sb., která mění vyhlášku č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích

Vyhláška č. 221/2014 Sb., která mění vyhlášku č. 246/2001 Sb., o požární prevenci

Vyhláška č. 268/2011 Sb., která mění vyhlášku č. 23/2008 Sb., o technických a technických podmínkách požární ochrany staveb

Vyhláška č. 405/2017 Sb., která mění vyhlášku 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

Nářízení vlády č. 136/2016 Sb., které mění NV č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

Nářízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

Nářízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024

ČSN EN 15221: Facility management

ISO 41000: Facility management

ISO 9000: Systém managementu jakosti



## **Seznam použitých obrázků**

Obr. 1: Rozdělení produkovaného odpadu v EU r. 2014 .....	31
Obr. 2: Robotický uklízeč skleněných fasád .....	50
Obr. 3: Robotický uklízeč staveniště Květa 001 .....	51
Obr. 4: Robot Květa 001 a jeho sací systém .....	52
Obr. 5: Robot Květa 001 a spolupráce se systémy .....	53
Obr. 6: Pracovník s ručním vodním čističem .....	56
Obr. 7: Staveništní komunikace bez úpravy .....	57
Obr. 8: Vrtná soustava – vliv počasí na staveniště .....	58

## **Seznam použitých tabulek**

Tab. 1: Porovnání forem zajištění FM.....	14
Tab. 2: Rozdělení podpůrných služeb zařízení staveniště .....	16
Tab. 3: Podíl stavebního a demoličního odpadu v r. 2014.....	32
Tab. 4: Požadavky na nakládání s odpadem na staveništi města Dallas .....	45
Tab. 5: Porovnání výhod a nevýhod projektu .....	54
Tab. 6: Rizika a opatření – úklid staveniště .....	63