



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

## IMPLEMENTACE STRATEGIE ESG DO STAVEBNÍHO PODNIKU

IMPLEMENTATION OF THE ESG STRATEGY IN THE CONSTRUCTION COMPANY

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

**Bc. Nikola Lipiaková**

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**doc. Ing. Eva Vítková, Ph.D.**

**BRNO 2025**

# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav stavební ekonomiky a řízení
Studentka:	<b>Bc. Nikola Lipiaková</b>
Vedoucí práce:	<b>Ing. Eva Vítková, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2024/25
Studijní program:	N0732A260021 Stavební inženýrství – management stavebnictví

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Implementace strategie ESG do stavebního podniku

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zadání práce:

1. Vývoj stavebnictví
2. Charakteristika a fungování stavebního podniku
3. Definování systému ESG na evropské úrovni a v České republice
4. Případová studie

Výstupem diplomové práce bude případová studie zahrnující deskripci zavedení systému ESG ve vybraném stavebním podniku a příp. stanovení návrhů ke zlepšení funkčnosti tohoto systému.

### Cíle a výstupy diplomové práce:

Cílem diplomové práce je popsat problematiku zavádění strategie udržitelnosti a stanovení konkrétních cílů ESG (environmental, social, governance) do stavebnictví.

### Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Březinová, Hana; ESG a účetní souvislosti, Wolters Kluwer, 2023, ISBN: 978-80-7676-723-2.
2. Soukupová, Veronika; ISO a ESG pro udržitelný růst organizace, Wolters Kluwer, 2023, ISBN: 978-80-7676-796-6.
3. Veber, Jaromír a Lenka ŠVecová; Udržitelnost a udržitelný management, Grada, 2023, ISBN: 978-80-271-0897-8 .
4. webové stránky Českého statistického úřadu, [www.czso.cz](http://www.czso.cz)
5. webové stránky Ministerstva průmyslu a obchodu, [www.mpo.cz](http://www.mpo.cz)

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 1. 2024

L. S.

---

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

Ing. Eva Vítková, Ph.D.  
vedoucí práce

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c. děkan

## ABSTRAKT

Táto diplomová práca sa zaoberá implementáciou stratégie ESG (Environmental, Social, Governance) v stredne veľkej stavebnej spoločnosti s hlavným dôrazom na aspekt ekológie. Teoretická časť skúma legislatívny rámec upravujúci problematiku odpadového hospodárstva na úrovni Európskej únie a Českej republiky, ako aj všeobecné otázky spojené so stavebným a demolačným odpadom. Praktická časť práce sa zaoberá konkrétnymi postupmi pri nakladaní s odpadom, ktoré spoločnosť uplatňuje v praxi. Analyzované sú procesy spojené s demoláciou priemyselného areálu a následné spracovanie stavebného odpadu, vrátane separácie, recyklácie a opätovného využitia materiálov. Prípadová štúdia skúma možnosti recyklácie a opätovného využitia stavebných a demolačných materiálov v rámci princípov cirkulárnej ekonomiky. Práca hodnotí odpadové hospodárstvo nielen z pohľadu zákonných požiadaviek, ale aj z pohľadu udržateľnosti a praktického uplatnenia.

## KLÚČOVÉ SLOVÁ

ESG stratégia, odpadové hospodárstvo, stavebný priemysel, stavebné a demolačné odpady, cirkulárna ekonomika, recyklácia, opätovné využitie, udržateľnosť, životné prostredie

## ABSTRACT

This Master's thesis deals with the implementation of the ESG (Environmental, Social, Governance) strategy in a medium-sized construction company with the main emphasis on the aspect of ecology. The theoretical part examines the legislative framework regulating the issue of waste management at the level of the European Union and the Czech Republic, as well as general issues related to construction and demolition waste. The practical part of the thesis deals with specific waste management procedures that the company applies in practice. The processes associated with the demolition of the industrial area and the subsequent processing of construction waste, including separation, recycling, and reuse of materials, are analysed. The case study examines the possibilities of recycling and reuse of construction and demolition materials within the framework of circular economy principles. The thesis evaluates waste management not only from the point of view of legal requirements, but also from the point of view of sustainability and practical application.

## KEY WORDS

ESG strategy, waste management, construction industry, construction and demolition waste, circular economy, recycling, reuse, sustainability, environment

## Bibliografická citace

LIPIAKOVÁ, Nikola. *Implementace strategie ESG do stavebního podniku*. Online, diplomová práce. Eva VÍTKOVÁ (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2025. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/160301>. [cit. 2025-01-16].

Prohlášení o původnosti závěrečné práce:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Implementace strategie ESG do stavebného podniku* zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.01.2025

.....  
Nikola Lipiaková  
autor

## Pod'akovanie

Na prvom mieste by som chcela vyjadriť svoju hlbokú vd'aku celej mojej rodine, ktorá mi svojou láskou, trpezlivosťou a vierou vo mňa vytvorila pevné základy nielen pre vzdelanie, ale aj pre život. Bez ich obetavosti, podpory a povzbudzujúcich slov by som túto cestu nedokázala zvládnuť. Ďakujem tiež svojim verným priateľom, ktorí stáli pri mne počas tohoto obdobia, dodávali mi odvahu a vždy verili v moje schopnosti, aj keď som o nich sama občas pochybovala. V týchto ťažkých chvíľach sa mi často vybavili slová: „*This is for everybody going through tough times. Believe me, been there, done that. But every day above ground is a great day, remember that.*“ [Armando Christian Pérez, 2014], ktoré ma vždy dokázali postaviť na nohy. Veľké pod'akovanie patrí aj mojej vedúcej práce, doc. Ing. Eve Vítkovej, Ph.D., za jej cenné rady, odborné vedenie a trpezlivosť počas celého procesu tvorby tejto práce. Jej odborné poznatky a skúsenosti sa stali pre mňa nielen inšpiráciou, ale aj neoceniteľnou pomocou. Napokon, ďakujem všetkým kolegom, ktorí akýmkoľvek spôsobom prispeli k tejto práci, či už odbornými poznatkami, skúsenosťami alebo svojím povzbudzujúcim slovom.

Táto diplomová práca je výsledkom nielen môjho úsilia, ale aj podpory a pomoci všetkých tých, ktorí pri mne stáli. Z celého <3 ďakujem!

## Obsah

1	Úvod .....	10
2	ESG rámec .....	11
2.1	Základné princípy ESG rámca.....	12
2.2	Environment .....	12
2.3	Social .....	12
2.4	Governance.....	13
3	Cirkulárna ekonomika.....	14
3.1	Druhové suroviny .....	15
4	Odpadové hospodárstvo .....	16
4.1	Hierarchia odpadového hospodárstva .....	16
4.2	Odpadové hospodárstvo v Českej republike .....	17
4.2.1	Klasifikácia odpadov .....	18
5	Stavebný a demolačný odpad.....	19
5.1	Produkcia stavebného a demolačného odpadu.....	21
5.2	Nebezpečný stavebný a demolačný odpad .....	24
6	Nakladanie s odpadmi.....	26
6.1	Nakladanie s nebezpečným odpadom .....	29
6.2	Recyklácia odpadov.....	31
6.2.1	Technológie recyklácie z pohľadu umiestnenia výroby.....	31
6.2.2	Technológia recyklácie z pohľadu opätovného využitia odpadu .....	32
6.2.3	Recyklácia stavebných a demolačných odpadov .....	32
6.3	Tepelné spracovanie odpadu.....	33
6.3.1	Energetické využívanie odpadov .....	34
6.4	Skládkovanie odpadov .....	35
6.4.1	Skládky v podzemných priestoroch .....	36
6.4.2	Urban mining .....	37
7	Ekologické certifikáty v stavebníctve.....	38
7.1	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).....	38
7.2	Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) .....	39
7.3	WELL Building Standard .....	39

7.4	Sustainable Building Tool CZ (SBToolCZ) .....	39
8	Prípadová štúdia.....	40
8.1	Charakteristika stavebnej spoločnosti.....	40
8.2	Charakteristika zákazky .....	42
8.2.1	Popis územia stavby.....	42
8.2.2	Technický opis objektov .....	43
8.3	Predpoklady demolácie predmetnej zákazky .....	47
8.4	Realizácia demolačných prác .....	51
8.5	Materiálové zhodnotenie demolačných prác .....	54
8.5.1	Násypové teleso pod podlahu.....	54
8.5.2	Nakladanie s ostatnými demolačnými odpadmi .....	55
8.6	Alternatívne riešenia .....	58
8.6.1	Betónovo-tehlové násypové teleso pod podlahu .....	58
8.6.2	Zemina upravená hydraulickými spojivami .....	60
9	Možnosti ďalšieho zhodnotenia stavebného a demolačného odpadu na predmetnej zákazke .....	63
9.1	Recyklácia expandovaného polystyrénu .....	63
9.2	Efektívna technológia recyklácie betónu .....	65
10	Záverečné zhodnotenie .....	67
10.1	Demolačné práce.....	67
10.2	Príprava územia a hrubé teréne úpravy .....	68
10.3	Alternatívne riešenie .....	69
11	Manažment odpadového hospodárstva „Spoločnosti ABC“ .....	70
11.1	Plánovanie .....	70
11.2	Zákonné a administratívne požiadavky.....	70
11.3	Projektový manažment .....	71
11.4	Realizácia a prevádzka.....	71
11.5	Účtovníctvo .....	71
11.6	Controlling.....	71
12	Záver .....	73
13	Zoznam použitých zdrojov.....	74
14	Zoznam skratiek.....	78

15	Zoznam tabuliek.....	79
16	Zoznam grafov a tabuliek.....	80
17	Zoznam príloh.....	81

## 1 Úvod

Implementácia stratégie ESG do podnikania patrí medzi dôležité kroky na ceste k udržateľnému rozvoju. V stavebnom sektore, ktorý patrí medzi najväčších spotrebiteľov prírodných zdrojov a producentov emisií, sa zavádzanie ESG princípov stáva nevyhnutnosťou. Cieľom tejto stratégie je podpora udržateľného rozvoja a zlepšenie environmentálnych, sociálnych a riadiacich aspektov podnikových procesov.

Globálne výzvy, ako je klimatická zmena, rastúca produkcia odpadu a vyčerpávanie prírodných surovín, vytvárajú čoraz väčší tlak na zavádzanie udržateľných riešení v stavebných podnikoch. ESG stratégia poskytuje rámec na dosiahnutie tohto cieľa a zároveň zohľadňuje vplyv všetkých svojich aktivít na životné prostredie. Osobitný dôraz je kladený na problematiku odpadového hospodárstva, ktorá patrí medzi najnaliehavejšie oblasti environmentálnej udržateľnosti v stavebníctve. Recyklácia a opätovné využívanie materiálov predstavujú perspektívne riešenia, ktoré znižujú záťaž na skládky, šetria prírodné zdroje a podporujú cirkulárnu ekonomiku.

Táto diplomová práca sa zameriava predovšetkým na environmentálnu zložku ESG modelu, ktorý v kontexte stavebného priemyslu zahŕňa efektívne nakladanie so zdrojmi, minimalizáciu odpadu, recykláciu stavebných materiálov a redukciu emisií. Prípadová štúdia analyzuje konkrétnu zákazku, ktorá spočíva v demolácii starých priemyselných objektov. Tento projekt je jedinečný tým, že sa v rámci neho využíva drvený betónový recyklát na tvorbu násypového telesa pod podlahy. Práca sa sústreďuje na detailnú analýzu procesu, od počiatkových plánov a prípravy, cez realizáciu prác, až po vyhodnotenie výsledkov a identifikáciu odporúčaní pre budúce projekty.

Práca sa snaží poukázať na možnosti zlepšenia environmentálnej efektívnosti prostredníctvom zodpovedného prístupu k odpadom a recyklácii. Zároveň kladie dôraz na potrebu zavádzania inovatívnych technológií a stratégií, ktoré prispievajú k udržateľnému rozvoju stavebného odvetvia.

## 2 ESG rámec

ESG rámec, poskytuje komplexný pohľad na udržateľnosť organizácií, spájajúci environmentálne (environmental), sociálne (social) a riadiace (governance) aspekty. Jeho viacrozmerná štruktúra umožňuje identifikovať a manažovať rôzne zmeny a príležitosti, od klimatických zmien až po sociálne nerovnosti. ESG analýza tak ponúka cenný nástroj pre strategické rozhodovanie, umožňuje nielen finančné rozhodovanie, ale aj pochopenie širších spoločenských súvislostí. [1]

Zatiaľ čo finančné ukazovatele tradične dominovali pri rozhodovaní investorov, ESG kritéria prinášajú nový rozmer, ktorý zohľadňuje širší dopad podnikov na spoločnosť a životné prostredie. Týmto spôsobom sa prispieva k dlhodobému udržateľnému rozvoju a investori sú schopní lepšie identifikovať príležitosti a riziká spojené s nefinančnými faktormi. [1]

V kontexte európskej politiky sa v posledných rokoch výrazne posilnila pozícia ESG rámca. Tento rámec je úzko spojený s cieľmi EÚ, ako je Európska zelená dohoda z roku 2019, ktorá zaväzuje všetky členské štáty dosiahnuť klimatickú neutralitu do roku 2050 alebo Agenda 2030, ktorej kľúčovou súčasťou je 17 cieľov udržateľného rozvoja. Reakciou na rastúci význam ESG bolo zavedenie záväzných dokumentov, ktorú členské štáty musia začleniť do svojich národných legislatív. Kľúčovým dokumentom v tejto oblasti sa stala *Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2022/2464* pod názvom *Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)*, ktorá zavádza požiadavky na reportovanie nefinančných informácií o udržateľnosti, čím sa zvyšuje transparentnosť, spoľahlivosť a porovnateľnosť údajov, ktoré uľahčia rozhodovanie všetkých zainteresovaných strán. [2, 3]

Od začiatku roka 2024 musia spoločnosti, na ktoré sa táto povinnosť vzťahuje, pravidelne zverejňovať správy o udržateľnosti. Povinnými subjektmi sa stávajú organizácie, ktoré spĺňajú aspoň dve z nasledujúcich troch podmienok: [1]

1. má viac ako 250 zamestnancov
2. má čistý obrat minimálne 1 mld. Kč (40 mil. eur)
3. aktíva v rozvahe sú vyššie ako 500 mil. Kč (20 mil. eur) [4]

Povinnosť vykazovať sa vzťahuje aj na organizácie s cenným papiermi, s ktorými je obchodované na regulovaných trhoch, s výnimkou mikro podnikov, a na subjekty verejného záujmu. Report budú musieť realizovať aj materské spoločnosti veľkých skupín, ktoré môžu využiť konsolidované správy, pričom dcérske spoločnosti sa môžu odkázať na údaje materského podniku. Administratívna záťaž sa tak znižuje, no povinnosť monitorovania dát ostáva. [2]

## 2.1 Základné princípy ESG rámca

Vykazované informácie by mali odpovedať na všetky relevantné otázky týkajúce sa udržateľnosti v oblasti životného prostredia, sociálnej sféry a riadenia. Tento prístup zahŕňa tzv. **dvojitú hľadisko materiality** (materiality assessment), ktoré zohľadňuje vplyv organizácie na vonkajšie prostredie. Prvý pohľad sa týka rizík a príležitostí, ktoré sú spojené s vonkajšími faktormi a toho, ako môžu vplývať na finančnú výkonnosť a dlhodobú udržateľnosť organizácie. Druhý pohľad sleduje dopady činností organizácie na životné prostredie a spoločnosť. Organizácie musia vyhodnotiť svoje pozitívne a negatívne dopady, ako aj riziká a príležitosti, a na základe týchto zistení rozhodnúť, ktoré oblasti ESG sú pre nich vhodné. [2]

Dôležité je aj zohľadnenie **náležitej starostlivosti** (due diligence), ktorá zahŕňa postupy na odhalenie negatívnych dopadov, ich rýchle a účinné riešenia a zavádzanie opatrení proti ich opakovaniu. [2]

Dopady činností organizácie nezahŕňajú iba tie, ktoré sama spôsobuje, ale aj tie, ku ktorým prispieva svojimi aktivitami, alebo ktoré vznikajú v súvislosti s jej **hodnotovým reťazcom**. Z tohto dôvodu môžu veľkí zákazníci vyžadovať od organizácií, ktoré nie sú povinnými subjektmi, report špecifických údajov. [2]

## 2.2 Environment

Environmentálne kritéria, označované písmenom „**E**“, predstavujú jednu z troch základných oblastí nefinančného reportu. Tieto kritéria analyzujú dopad spotreby zdrojov a činnosti podniku na životné prostredie. Medzi hlavné ciele environmentálnej politiky patrí: znižovanie emisií skleníkových plynov a uhlíkovej stopy, efektívne využívanie energií a dôrazom na čisté zdroje energie, optimálne nakladanie s odpadom a minimalizácia tvorby odpadu. [5]

V kontexte narastajúceho spoločenského a právneho nátlaku na ochranu životného prostredia sa environmentálne faktory stávajú nevyhnutnou súčasťou podnikovej stratégie. Relevantné údaje z ESG reportu sú kľúčové nielen pre investorov či obchodných partnerov, ale aj pre samotné podniky, ktoré môžu optimalizovať svoje procesy napríklad znižovaním negatívnych dopadov na životné prostredie či využívaním recyklovaných materiálov. [6]

## 2.3 Social

Sociálna zložka, označovaná písmenom „**S**“, sa zameriavajú na hodnotenie ľudských vzťahov podniku. Tieto kritériá reflektujú vplyv na miestne komunity, zaobchádzanie so zamestnancami, ale aj vzťahy s dodávateľmi a zákazníkmi. Konkrétne sa môžu týkať pracovných podmienok, bezpečnosti a zdravia pri práci, rovnosti príležitostí, boja proti diskriminácii, ochrany osobných údajov a dodržiavania ľudských práv. [7]

Sociálny segment si kladie za cieľ podporiť pozitívne vnímanie podniku zo strany investorov a obchodných partnerov. Implementácia sociálne zodpovedných postupov môže prispieť nielen k vyššej spokojnosti zamestnancov, ale aj k zlepšeniu dobrého renomé podniku na trhu a posilneniu jeho konkurencieschopnosti. [5]

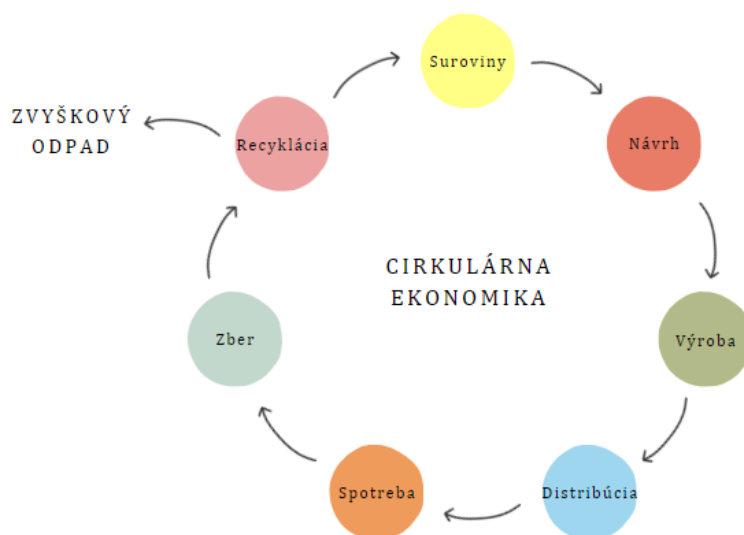
#### **2.4 Governance**

Správa a riadenie podniku, označované písmenom „G“, predstavuje posledný z pilierov ESG. Tento aspekt sa zameriava na nastavenie transparentných pravidiel a procesov v organizácii, ktoré sú základom pre dôveryhodné vzťahy s akcionármi, zamestnancami, investormi a s ďalšími týkajúcimi sa stranami. Riadenie podniku zahŕňa viacero kľúčových tém, medzi ktoré napríklad patrí diverzita v riadiacich orgánoch, čiže zohľadnenie rodovej, etnickej a odbornej rozmanitosti, finančná transparentnosť či stratégie riadenia rizík. [5]

Správne nastavené riadiace mechanizmy vytvárajú základy pre dlhodobý úspech podniku. Nedostatky v tejto oblasti, bývajú často dôsledkom zlyhania organizácie. Naopak podniky so silným riadiacim systémom dokážu lepšie zvládať výzvy, minimalizovať konflikty a udržiavať si dôveru verejnosti. [1]

### 3 Cirkulárna ekonomika

Pojem cirkulárna ekonomika vychádza z princípu minimalizácie využívania primárnych zdrojov a maximalizácie zavádzania cirkulárnych výrobných reťazcov. Na rozdiel od tradičného lineárneho výrobného modelu: „surovina – výrobok – odpad“, kde produkty po skončení životnosti končia ako odpad, sa v rámci obehového hospodárstva preferuje model v podobe: „surovina – výrobok – sekundárna surovina“. Ide teda o zabezpečenie opätovného využívania materiálov, či už jednorazovo alebo opakovane, s cieľom ich neustáleho návratu do výrobného procesu. Tento prístup zároveň prispieva k znižovaniu environmentálnej záťaže a podporuje dlhodobú udržateľnosť. Cieľom je teda vytvoriť udržateľný systém, kde sa zdroje využívajú čo najefektívnejšie a odpad sa stáva skôr výnimkou, nie pravidlom. [7, 8]



Obrázok 1 – Model cirkulárnej ekonomiky, [9] vlastné spracovanie

Obrázok č. 1 znázorňuje proces cirkulárnej ekonomiky začínajúcej práve získaním **surovín**, ktoré môžu byť nové alebo už recyklované. Na základe týchto surovín sa **navrhujú** a **vyváraajú** produkty a tie sa následne **distribuuujú** spotrebiteľom na ich **spotrebu**. Po skončení životnosti produktu sa tento produkt **zbiera** a **recykluje**. Vďaka recyklácii sa získavajú nové suroviny, ktoré sa opäť využívajú vo výrobe. Týmto spôsobom sa materiály a produkty neustále využívajú a vracajú späť do výroby, čím sa minimalizuje množstvo odpadu a šetria sa prírodné zdroje. Ak daný materiál už nemožno ďalej opätovne využívať, vzniká **zvyškový odpad**. Práve ten je nevyhnutné minimalizovať a následne energeticky zhodnotiť.

Koncept cirkulárnej ekonomiky úzko súvisí s princípmi udržateľného rozvoja, to znamená, že sa zameriava na uspokojovanie potrieb súčasných generácií bez toho, aby bola ohrozená schopnosť budúcich generácií naplňať tie svoje. Prostredníctvom

inovatívnych riešení, akými sú opravy, recyklácia a využívanie obnoviteľných zdrojov, umožňuje cirkulárna ekonomika ochranu prírodných zdrojov a zároveň podporuje hospodársky rast a vytvára nové pracovné príležitosti. [3]

### **3.1 Druhovú suroviny**

Druhovú suroviny – recykláty, zohrávajú kľúčovú úlohu v cirkulárnej ekonomike. Umožňujú udržiavať materiály v obehú, čím prispievajú k minimalizácii odpadu a efektívnemu využívaniu zdrojov. Ich využívanie patrí medzi priority, pretože materiály a výrobky po ukončení svojho životného cyklu je možné úpravou opäť spracovať a použiť v ďalších výrobných procesoch, čím sa znižuje závislosť od ťažby prírodných zdrojov. Tento prístup prispieva k udržateľnému nakladaniu so surovinami, obmedzuje závislosť na ich dovoze a podporuje obehové hospodárstvo. [10]

Význam druhových surovín spočíva najmä v znižovaní energetickej náročnosti výroby vo všetkých odvetviach priemyslu a v redukcii emisií z priemyselnej činnosti. Materiály tak prechádzajú viacerými životnými cyklami, od produkcie výrobkov cez ich prepracovanie na druhovú surovinu, až po opätovné použitie ako vstupnej suroviny na výrobu nových produktov. [11]

V druhových surovinách sa stále nachádza značný a stále nevyužitý potenciál. Naplnenie spomínaného potenciálu závisí od podpory výskumu a inovácií v oblasti technológií zameraných na ich získavanie, spracovanie a opätovné využitie. V Českej republike patrí tento priemysel medzi tradičné odvetvia hospodárstva. Medzi významné druhy suroviny v krajine patrí železný šrot, odpad z neželezných kovov, zberný papier, sklenené črepy, použitie textílie, drevo a posledných rokoch čoraz viac aj plasty. [11]

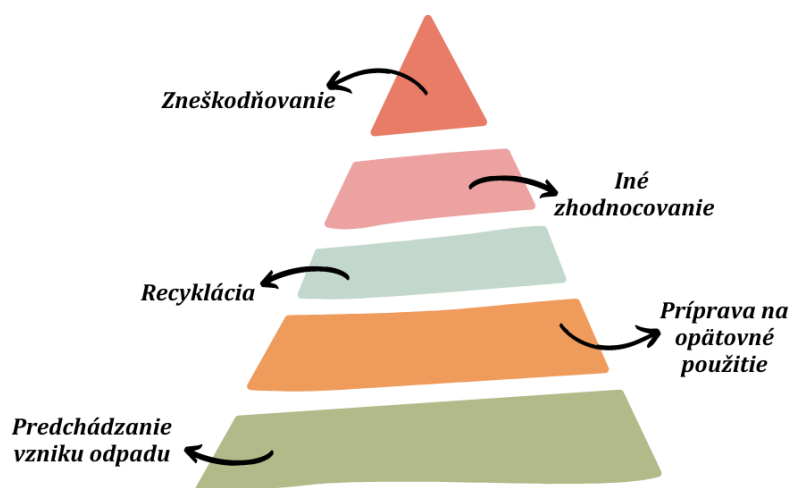
## **4 Odpadové hospodárstvo**

Odpadové hospodárstvo predstavuje kľúčovú oblasť environmentálnej politiky, zameranú na efektívne nakladanie s odpadom v súlade s princípmi trvalo udržateľného rozvoja. Moderné odpadové hospodárstvo zohráva dôležitú úlohu pri ochrane životného prostredia a zdravia obyvateľstva. Zároveň prispieva k obehovému hospodárstvu, čím podporuje znižovanie spotreby primárnych surovinových zdrojov. Dôležitým nástrojom tejto oblasti je legislatíva, ktorá stanovuje pravidlá a povinnosti pre jednotlivcov, podniky a verejnú správu. [12]

Toto technologické odvetvie je relatívne nové a bezprostredne zasahuje do všetkých fáz výrobného a spotrebného cyklu. Zahŕňa procesy od ťažby surovín, tiež výrobu, dopravu a spotrebu produktov, až po ich likvidáciu, keď po ukončení ich doby životnosti menia na odpad. Odpadové hospodárstvo je hierarchicky usporiadaný systém, ktorého prioritou je prevencia vzniku odpadu, prípadne jeho minimalizácia, recyklácia a až nakoniec zneškodnenie. Odpady, ktoré napriek tomu vzniknú, by mali byť prioritne spracované ako druhotné suroviny, pričom iba nevyužitelná časť by mala byť bezpečne zneškodnená s ohľadom na životné prostredie. [11]

### **4.1 Hierarchia odpadového hospodárstva**

Hierarchický systém odpadového hospodárstva je základom európskej legislatívy o odpade a zohľadňuje princípy obehového hospodárstva. V Českej republike je podľa *Zákona o odpadoch č. 541/2020 Zb.* odpadové hospodárstvo hierarchizované a jasne definuje preferovaný postup pri nakladaní s odpadmi. Táto postupnosť predstavuje usporiadaný systém priorít pri spracovaní odpadov, podľa ktorého je cieľom minimalizácia množstva odpadu a maximalizácia jeho opätovného využívania. [10, 13]



Obrázok 2 - Hierarchia odpadového hospodárstva, [14] vlastné spracovanie

Na prvom mieste je **prevencia vzniku odpadu**, čiže prijatie opatrení ešte predtým, ako sa materiál alebo výrobok odpadom stanú. Tieto opatrenia znižujú množstvo odpadov ich opakovaným použitím, predlžujú životnosť a zabraňujú vzniku nepriaznivých dopadov na životné prostredie a zdravie ľudí. V prípade, ak nebolo možné zabrániť vzniku odpadu, možno hovoriť o **príprave na opätovné využitie**, kde sa výrobky a materiály, ktoré sa stali odpadom kontrolujú, očisťujú a opravujú na ich znovu-použitie bez akéhokoľvek predbežného spracovania. **Recyklácia** je činnosťou znehodnocovania, pri ktorej sa odpadové materiály premieňajú na nové výrobky, materiály alebo látky s rovnakým alebo podobným využitím ako bol pôvodný materiál. Energetické zhodnocovanie predstavuje proces, pri ktorom sa z odpadu vyrába energia, a tak hovoríme o **inom zhodnocovaní**. Týmto spôsobom sa odpad využíva ako náhrada za iný materiál alebo látku a plní ich funkciu. Konečnou fázou nakladania s odpadmi je **zneškodňovanie**, ktoré by malo byť vždy poslednou možnosťou, pretože nepredstavuje zhodnocovanie, hoci môže dochádzať k vedľajšiemu získavaniu materiálov a energie (napr. skládkovanie, spaľovanie). [15]

#### 4.2 Odpadové hospodárstvo v Českej republike

Česká republika sa v oblasti odpadového hospodárstva riadi nielen národnou legislatívou, ale aj európskymi smernicami. Európska únia prijala viacero rámcových smerníc, ktorých cieľom je regulácia tokov odpadu a znižovanie negatívnych vplyvov na životné prostredie. *Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/851* predstavuje právny základ pre moderné recyklačné a odpadové hospodárstvo. Jasne definuje, čo možno považovať za odpad, a určuje kritériá, podľa ktorých sa môžu materiály klasifikovať buď ako vedľajšie produkty, výrobky, ktoré vznikli ako vedľajší výsledok výrobného procesu, alebo strácajú štatút odpadu pri splnení určitých podmienok. Dôležitým aspektom tejto smernice je definovanie zhodnocovania a uznania možného prínosu odpadu. [16, 17, 18]

V českej legislatíve je odpadové hospodárstvo primárne upravované už spomínaným *Zákonom o odpadoch č. 541/2020 Zb.*, ktorý delí odpady iba do dvoch základných kategórií – ostatné a nebezpečné. Spolu so *Zákonom č. 545/2020 Zb., o obaloch* a ďalšími súvisiacimi právnymi predpismi upravujú všetky aspekty nakladania s odpadmi, od ich vzniku až po konečnú likvidáciu. Stanovujú prísne požiadavky na triedenie, zber, recykláciu a likvidáciu odpadov, tým pádom je ich cieľom minimalizácia negatívnych vplyvov odpadov na životné prostredie, podpora recyklácie a opätovného využitia a zároveň stanovenie jasných pravidiel pre nakladanie s nimi. [16, 19, 20, 21]

Podľa zákona o odpadoch majú povinnosť pôvodcovia odpadov a osoby oprávnené k podnikaniu s odpadmi zasielať hlásenie o ročnej produkcii a nakladaní s odpadmi príslušnému obecnému úradu obce s rozšírenou povinnosťou. Tieto údaje sú vkladané do celoštátnej databázy ISOH2 a následne sú posielané Európskej komisii. [20]

#### **4.2.1 Klasifikácia odpadov**

Klasifikácia odpadov je nevyhnutná na účely ich správneho zhodnocovania a nakladania s nimi. Odpad sa rozdeľuje podľa viacerých kritérií, akými sú pôvod, zloženie a nebezpečnosť. Z hľadiska pôvodu sa odpady delia napríklad na komunálne, priemyselné, stavebné, poľnohospodárske a zdravotnícke. Podľa nebezpečnosti rozlišujeme nebezpečný odpad, ktorý obsahuje škodlivé látky ohrozujúce zdravie alebo životné prostredie a odpad bežný, ktorý nepredstavuje významné riziko. Zložkové členenie zahŕňa organické, anorganické, kovové, plastové, sklenené či biologicky rozložiteľné odpady. [11, 16]

Dôležitým dokumentom pre klasifikáciu odpadov je *Vyhľadka o Katalógu odpadov a posudzovaní vlastností odpadov č. 8/2021 Zb.*, ktorá obsahuje podrobný zoznam všetkých druhov odpadov a ich zaradenie do jednotlivých kategórií. Odpady sú priradené pod šesťmiestne katalógové čísla druhov odpadov, pričom prvé dvojčíslenie (1 – 20) označuje odvetvie, v ktorom odpad vznikol. Druhé dvojčíslenie určuje podskupinu a posledné dvojčíslenie určuje druh odpadu. Od roku 2024 sa niektorým odpadom priradujú osemmiestne katalógové čísla, v závislosti od ich poddruhu. Číselné označenie jednotlivých skupín a podskupín, vrátane označenia nebezpečných odpadov, umožňuje presnú identifikáciu a zaisťuje správne nakladanie s odpadmi. [19, 22]

## **5 Stavebný a demolačný odpad**

Stavebné a demolačné odpady (SDO) sú tzv. odpadmi z výrobných činností. Vznikajú pri používaní výrobkov a pri ich odstraňovaní po uplynutí doby životnosti. Tieto odpady tvoria významnú časť celkového množstva odpadu, a preto predstavujú významný environmentálny problém. Odpady zo stavebných činností sú produkované pri výstavbe nových budov, rekonštrukciách, ale taktiež pri demoláciách starých budov. Riešením tejto problematiky je vynaložiť snahu o zníženie množstva odpadu a jeho následné využitie či už v stavebnom, alebo inom odvetví.

Vo Vyhláške č. 8/2021 Zb. sa stavebné a demolačné odpady nachádzajú v 17. skupine *Katalógu odpadov* a sú rozdelené do 8 základných skupín, ktoré sú ďalej členené do podskupín. [22]

<p><b>17 01 Betón, tehly, tašky a keramika</b>  17 01 01 Betón  17 01 02 Tehly  17 01 03 Tašky a keramické výrobky  17 01 06* Zmesi alebo oddelené frakcie betónu, tehál, tašiek a keramických výrobkov obsahujúcich nebezpečné látky  17 01 07 Zmesi alebo oddelené frakcie betónu, tehál, tašiek a keramických výrobkov neuvedené pod číslom 17 01 06</p>
<p><b>17 02 Drevo, sklo a plasty</b>  17 02 01 Drevo  17 02 02 Sklo  17 02 03 Plasty  17 02 04* Sklo, plasty a drevo obsahujúce nebezpečné látky alebo nebezpečnými látkami znečistené</p>
<p><b>17 03 Asfaltové zmesi, decht a výrobky z dechtu</b>  17 03 01* Asfaltové zmesi obsahujúce decht  17 03 02 Asfaltové zmesi neuvedené pod číslom 17 03 01  17 03 03* Uhoľný decht a výrobky z dechtu</p>
<p><b>17 04 Kovy (vrátane ich zliatin)</b>  17 04 01 Meď, bronz, mosadz  17 04 02 Hliník  17 04 03 Olovo  17 04 04 Zinok  17 04 05 Železo a oceľ  17 04 06 Cín  17 04 07 Zmiešané kovy  17 04 09* Kovový odpad znečistený nebezpečnými látkami  17 04 10* Káble obsahujúce ropné látky, uhoľný decht a iné nebezpečné látky  17 04 11 Káble neuvedené pod číslom 17 04 10</p>
<p><b>17 05 Zemina (vrátane vyťaženej zeminy z kontaminovaných miest), kamenivo, vyťažená jalová hornina a hlušina</b>  17 05 03* Zemina a kamenivo obsahujúce nebezpečné látky  17 05 04 Zemina a kamenivo neuvedené pod číslom 17 05 03  17 05 04 01 Sedimenty vyťažené z korýt vodných tokov a vodných nádrží  17 05 05* Vyťažená jalová hornina a hlušina obsahujúca nebezpečné látky  17 05 06 Vyťažená jalová hornina a hlušina neuvedená pod číslom 17 05 05  17 05 07* Štrk zo železničného zvršku obsahujúca nebezpečné látky  17 05 08 Štrk zo železničného zvršku neuvedený pod číslom 17 05 07</p>
<p><b>17 06 Izolačné materiály a stavebné materiály s obsahom azbestu</b>  17 06 01* Izolačný materiál s obsahom azbestu  17 06 03* Iné izolačné materiály, ktoré sú alebo obsahujú nebezpečné látky  17 06 03 01* Izolačné materiály na báze polystyrénu obsahujúce nebezpečné látky  17 06 04 Izolačné materiály neuvedené pod číslami 17 06 01 a 17 06 03  17 06 04 01 Izolačné materiály na báze polystyrénu s obsahom POPs vyžadujúce špecifický spôsob nakladania s ohľadom na nariadení o POPs  17 06 04 02 Izolačné materiály na báze polystyrénu  17 06 05* Stavebné materiály obsahujúce azbest</p>
<p><b>17 08 Stavebné materiály na báze sadry</b>  17 08 01* Stavebné materiály na báze sadry znečistené nebezpečnými látkami  17 08 2 Stavebné materiály na báze sadry neuvedené pod číslom 17 08 01</p>
<p><b>17 09 Iné stavebné a demolačné odpady</b>  17 09 01* Stavebné a demolačné odpady obsahujúce ortuť  18 09 02* Stavebné a demolačné odpady obsahujúce PCB (napr. tesniace materiály obsahujúce PCB, podlahoviny na báze živíc obsahujúce PCB, utesnené zasklené dielce obsahujúce PCB, kondenzátory obsahujúce PCB)  17 09 03* Iné stavebné a demolačné odpady (vrátane zmiešaných stavebných a demolačných odpadov) obsahujúce nebezpečné látky  17 09 04 Zmiešané stavebné a demolačné odpady neuvedené pod číslami 17 09 01, 17 09 02 a 17 09 03</p>

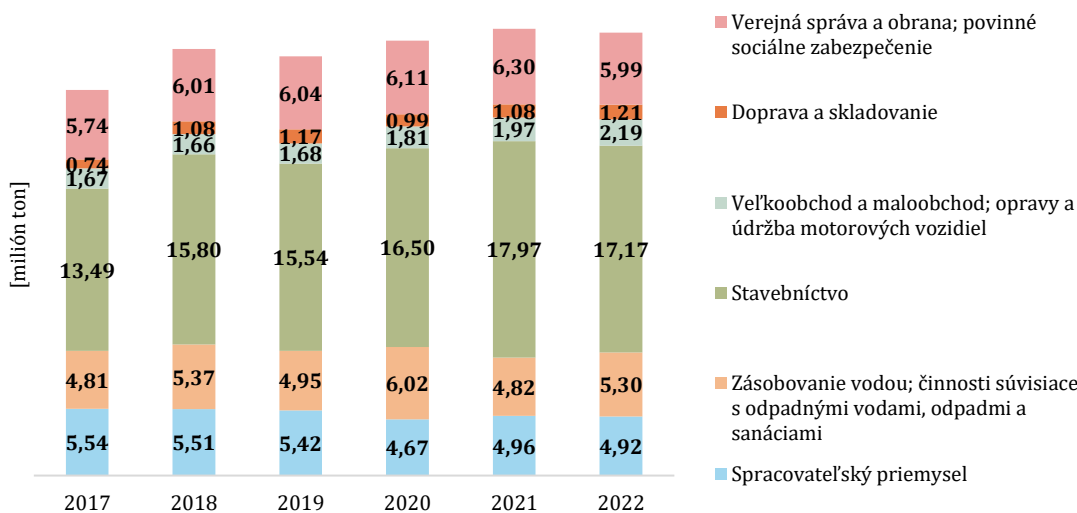
**Tabuľka 1 – Kategória stavebných a demolačných odpadov v Katalógu odpadov,  
[22] vlastné spracovanie**

Okrem 17. skupiny odpadov sa pri stavebných činnostiach pracuje aj s odpadovou skupinou č. **15 Odpadné obaly, absorpčné činidla, čistiace tkaniny, filtračné materiály a ochranné odevy inak neurčené**. Odpadové obaly sa v stavebníctve využívajú hlavne počas výstavby a slúžia na jednoduchší prenos, skladovanie a ochranu materiálov. Z kategórie odpadov 15. skupiny je najdôležitejšia podskupina **15 01 Obaly**, ktorá zahŕňa papierové, kartónové, plastové, drevené a kovové obaly. Tieto obaly sa využívajú napríklad pri balení vriec s cementom, omietkou či keramických obkladov a dlažieb. [22]

## 5.1 Produkcia stavebného a demolačného odpadu

Stavebný odpad pozostáva z rôznorodých materiálov vznikajúcich pri stavebných činnostiach, ktorých množstvo a zloženie závisí od povahy objektu a použitých materiálov. Tento odpad zahŕňa všetko od betónu a tehál, cez drevo, kovy až po rôzne druhy izolačného materiálu, ktoré sú často kontaminované farbami, lepidlami, či inými látkami. Zvýšená stavebná aktivita, modernizácia a obnova infraštruktúry prispievajú k tomu, že objem tohto odpadu každoročne narastá. Odhaduje sa, že celosvetovo ročne vzniká miliarda ton stavebného odpadu. Demolačný odpad vzniká pri likvidácii stavieb, či už z dôvodu renovácií, prírodných katastrof alebo plánovanej likvidácii.

Prevažnú zložku odpadov zo stavebnej činnosti tvoria zeminy a iné materiály z výkopových prác. Ekologická záťaž výkopovej zeminy spočíva najmä v možnosti uvoľňovania ťažkých kovov do pôdy a podzemných vôd, v dôsledku zvetrávania a pôsobenia ťažkých dažďov. Tieto kontaminanty môžu predstavovať vážnu hrozbu pre životné prostredie a ľudské zdravie. Hlušina a kamenivo sú ďalšími typmi odpadov, ktoré vznikajú pri úprave nerastných surovín. Ich zloženie a stupeň kontaminácie závisia od druhu spracovávaného minerálu a použitých technológií. Často obsahujú zvyšky ťažkých kovov. Tieto látky sa môžu uvoľňovať do okolia a znečisťovať pôdu, vodu a ovzdušie. Okrem toho, hlušina a kamenivo môžu obsahovať rádioaktívne látky, čo zvyšuje ich ekologickú záťaž. [16, 23]

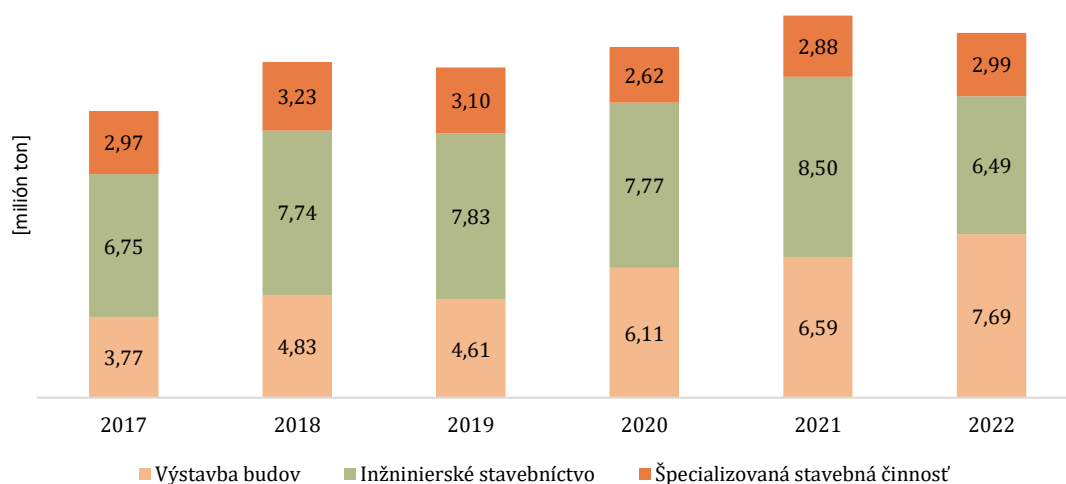


Graf 1 – Produkcia odpadov v rokoch 2017 – 2022 za sekcie CZ-NACE, [24] vlastné spracovanie

Tvorba odpadov v Českej republike, podobne ako v iných vyspelých krajinách, predstavuje významný environmentálny problém. Napriek snahám o zvýšenie recyklácie a zníženie množstva odpadu, stále dochádza k jeho značne vysokej tvorbe. V rokoch 2017 – 2022 bola priemerná celková produkcia odpadu 37,87 miliónov ton. Z hľadiska celkového odpadu produkovaného z ekonomickej

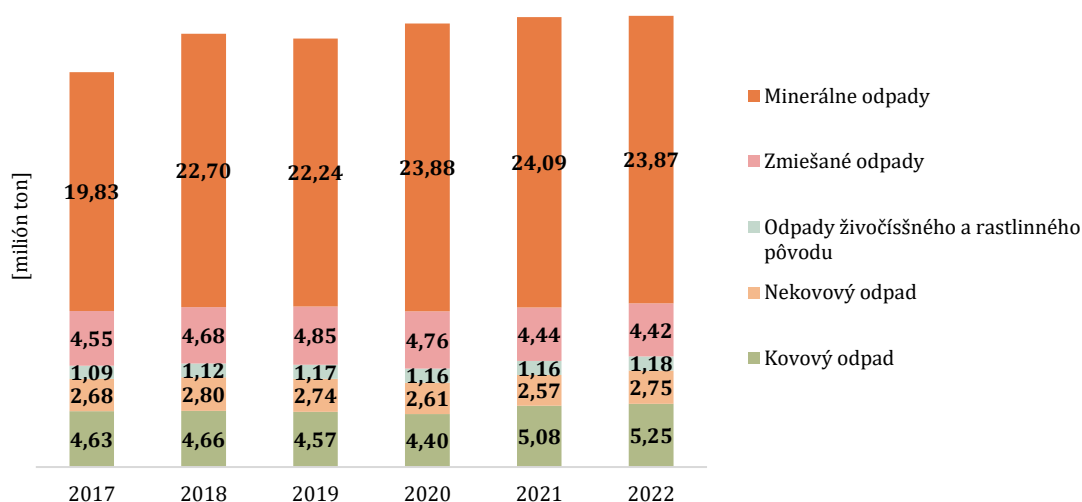
činnosti je najväčším producentom stavebníctvo (oddiely 41 – 43 podľa klasifikácie CZ–NACE), ktorá vyprodukovala v priemere 16,08 miliónov ton odpadu, čo predstavuje skoro 42,37 % z celkového množstva. Na druhom mieste sa nachádza verejná správa a obrana, vrátane povinného sociálneho zabezpečenia, s viac ako 6 miliónmi odpadu (15,94 %). Tretí najväčší podiel na celkovej produkcii odpadu majú činnosti spojené s odpadnými vodami, odpadmi a sanáciami, ktoré v rokoch 2017 – 2022 vyprodukovali 5,21 miliónov ton odpadu (13,76 %). Skupinu s najväčšími znečisťujúcimi odvetvami uzatvára spracovateľský priemysel, ktorý z celkového množstva odpadov vyprodukoval 13,70 % odpadu.

Summa summarum graf č. 1 ukazuje, že stavebníctvo zohráva dominantnú úlohu v tvorbe odpadu, zatiaľ čo iné sektory, ako napríklad doprava či veľkoobchod a maloobchod, majú relatívne menší vplyv. Trendy naznačujú stabilitu v rozdelení podielov medzi sektormi, avšak s miernym nárastom tvorby odpadu v kľúčových odvetviach, akým je stavebníctvo.



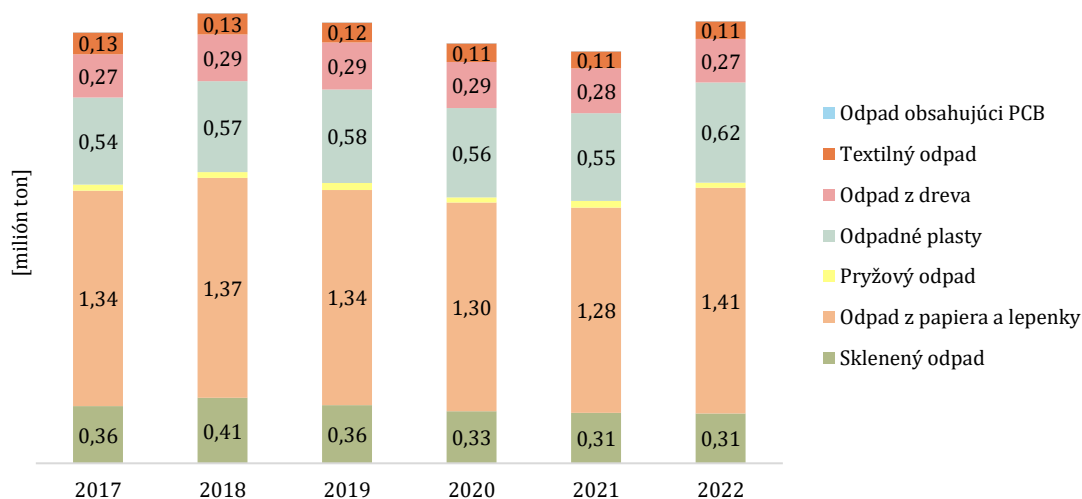
**Graf 2 – Produkcia stavebného odpadu v rokoch 2017 – 2022 za sekcie CZ-NACE, [24] vlastné spracovanie**

V rokoch 2017 – 2021 tvorilo približne polovicu odpadu zo stavebnej činnosti (48,77 %) inžinierske stavebníctvo, v ktorom prevažuje odpad vzniknutý pri výstavbe ciest, mostov a iných dopravných stavieb. Jedine v roku 2022 majú najväčšie zastúpenie odpady spojené s výstavbou budov. Táto skutočnosť je spôsobená komplexnosťou stavebných procesov, častými demoláciami a zmenami v projektoch v priebehu výstavby. Zvyšok odpadu, znázornený v grafe č. 2, je tvorený špeciálnou stavebnou činnosťou (18,61 %) a zahŕňa odpady z čiastkových prác na budovách, čo predstavuje menšie stavebné úpravy a opravy.



**Graf 3 – Produkcia odpadov v rokoch 2017 – 2022 podľa medzinárodnej klasifikácie EWC-STAT, [24] vlastné spracovanie**

Na grafe č. 3 je znázornená materiálová skladba odpadov v rokoch 2017 až 2022. Dominantnú zložku v každom roku tvoria minerálne odpady (22,77 mil. t), ktorých podiel sa v priebehu sledovaných rokov mierne zvýšil, ale zostáva stabilne najvýraznejší. Nasledujú kovové odpady (4,77 mil. t), ktorých množstvo má postupne rastúci trend. Podiel zmiešaných odpadov (4,62 mil. t), nekovového odpadu (2,75 mil. t) a odpadov živočíšneho a rastlinného pôvodu (1,18 mil. t) sa medzi jednotlivými rokmi výrazne nemení, pričom ich zastúpenie v celkovej štruktúre odpadov je podstatne nižšie. Celkovo graf poukazuje na dominanciu minerálnych odpadov, ktoré významne ovplyvňujú celkovú produkciu odpadov.



**Graf 4 – Produkcia minerálnych odpadov v rokoch 2017 – 2022 podľa medzinárodnej klasifikácie EWC-STAT, [24] vlastné spracovanie**

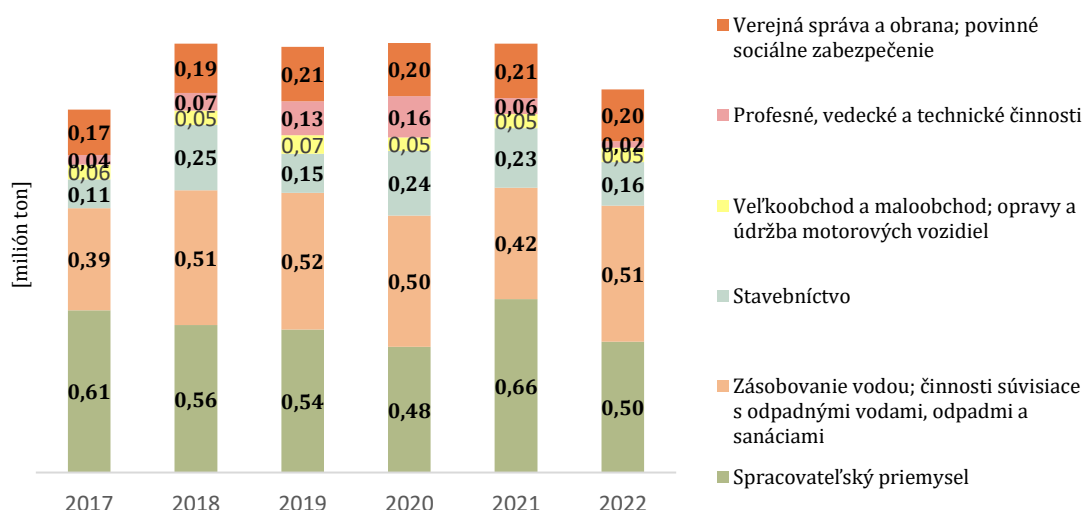
Jedným z najvýraznejších prejavov konzumného spôsobu života je neustále zvyšovanie produkcie obalových odpadov. V časovom horizonte 2017 – 2022 je v ČR

viditeľný rast tohto druhu odpadu (graf č. 4). Z hľadiska materiálového zloženia obalových odpadov dominujú papierové a lepenkové obaly, ktoré tvoria najväčší podiel (49,72 %), nasledujú plastové (21,15 %), sklenené (12,81 %) obaly a odpad z dreva (10,48 %). Zvyšková časť nekovového odpadu obsahovala gumu, textilný odpad a odpady, ktoré sú klasifikované ako nebezpečné. Tento trend poukazuje na potrebu efektívnych opatrení v oblasti odpadového hospodárstva, predovšetkým v oblasti recyklácie a minimalizácie vzniku obalového odpadu.

## 5.2 Nebezpečný stavebný a demolačný odpad

Nebezpečné odpady predstavujú riziko pre ľudské zdravie a životné prostredie, preto je nevyhnutné venovať im zvýšenú pozornosť. K ich negatívnemu vplyvu môže dôjsť počas vzniku, prepravy alebo spracovania, najmä však pri odstraňovaní nebezpečného odpadu. [25]

Nebezpečné odpady sú definované ako odpady uvedené v zozname nebezpečných odpadov alebo také, ktoré vykazujú niektoré z nebezpečných charakteristík (označené písmenami HP a číslom) špecifikovaných v *Nariadení Komisie Európskej únie č. 1357/2024*, ktorá celkovo identifikuje 15 nebezpečných vlastností (HP 1 – HP 15). Odpad môže byť zaradený do kategórie nebezpečný aj v prípade, ak je kontaminovaný alebo zmiešaný s látkami, ktoré mu dodávajú nebezpečné vlastnosti, alebo ak je kombinovaný s iným nebezpečným odpadom. O tom, či odpad spadá do kategórie nebezpečných odpadov (teda či vykazuje jednu alebo viac nebezpečných vlastností), rozhoduje jeho pôvodca alebo osoba oprávnená nakladaním s týmto odpadom. [26]



Graf 5 - Produkcia nebezpečných odpadov v rokoch 2017 - 2022 za sekcie CZ-NACE, [24] vlastné spracovanie

Na grafe č. 5 je znázornený podiel nebezpečného odpadu podľa sektorov v rokoch 2017 až 2022. Najväčší podiel na produkcii patrí spracovateľskému priemyslu (0,56 mil. t), pričom jeho charakter je kolísajúci. Nasleduje sektor zásobovania vodou (0,47 mil. t), ktorý vykazuje relatívne stabilný podiel v celom sledovanom období. Stavebníctvo (0,19 mil. t) prispieva k produkcii nebezpečného odpadu menším, ale stále celkom výrazným množstvom, zatiaľ čo podiel ostatných sektorov, akými sú verejná správa (0,19 mil. t), aktivity spojené s vedeckou činnosťou (0,08 mil. t) či veľkoobchod a maloobchod (0,06 mil. t), je výrazne nižší a takmer zanedbateľný.

Demolačné odpady môžu obsahovať radu nebezpečných látok, napríklad olovo z farieb, ortuť z výbojok, azbest, batérie a ďalšie toxické látky, ktoré predstavujú skryté riziko pre životné prostredie. Napriek tomu, že je ich ukladanie na skládky často zakazované, ich separácia priamo na stavbe je náročná a veľakrát sa v skutočnosti ani nerealizuje. V dôsledku toho sa nebezpečné látky z týchto odpadov môžu uvoľňovať do pôdy a podzemných vôd, čím znečisťujú životné prostredie. Ročne vzniká obrovské množstvo nebezpečných demolačných odpadov, a preto je dôležité pred ich ďalším spracovaním dôkladne odstrániť všetky nebezpečné látky, aby sa minimalizoval ich negatívny dopad na životné prostredie.

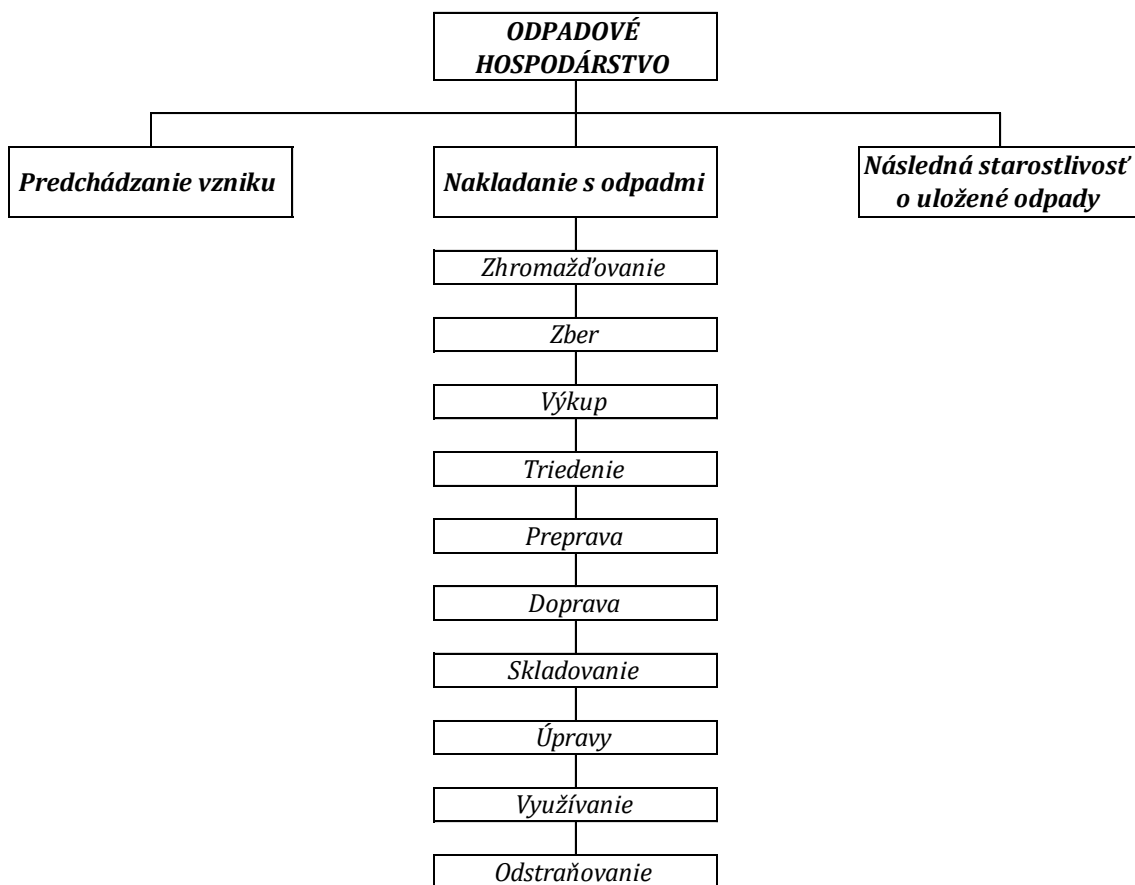
## 6 Nakladanie s odpadmi

Rastúca spotreba prírodných zdrojov a s ňou spojené environmentálne problémy vyžadujú urgentné zmeny v nakladaní s odpadmi. Nerastné suroviny sú, doslova aj obrazne, základným stavebným kameňom pre celý priemysel a ich vyčerpanie predstavuje vážnu hrozbu nielen pre stavebníctvo. Na zmiernenie tohto problému je potrebné sa zamerať na udržateľné stavebníctvo. To znamená, viacnásobné využívanie stavebných materiálov a navrhovanie budov s ohľadom na ich budúcu recykláciu po skončení životnosti. [27]

V snahe nájsť udržateľné riešenie tejto problematiky prijala Česká republika množstvo legislatívnych opatrení. *Vyhláška č. 273/2021 o podrobnostiach nakladania s odpadmi* predstavuje jeden z najnovších komplexných právnych nástrojov v tejto oblasti. Táto vyhláška upravuje podrobnosti o zaobchádzaní o odpadmi, vrátane vedenia evidencie, označovania odpadov a spôsobu ich prepravy. Okrem toho, definuje povinnosti pôvodcom odpadov a zariadení, ktoré s odpadmi nakladajú, s dôrazom na správne zaobchádzanie, najmä s nebezpečnými odpadmi. Cieľom tejto legislatívy je zabezpečiť ekologické a bezpečné nakladanie s odpadom a podporiť recyklačné a zhodnocovanie procesy v súlade s princípmi udržateľného rozvoja. [28]

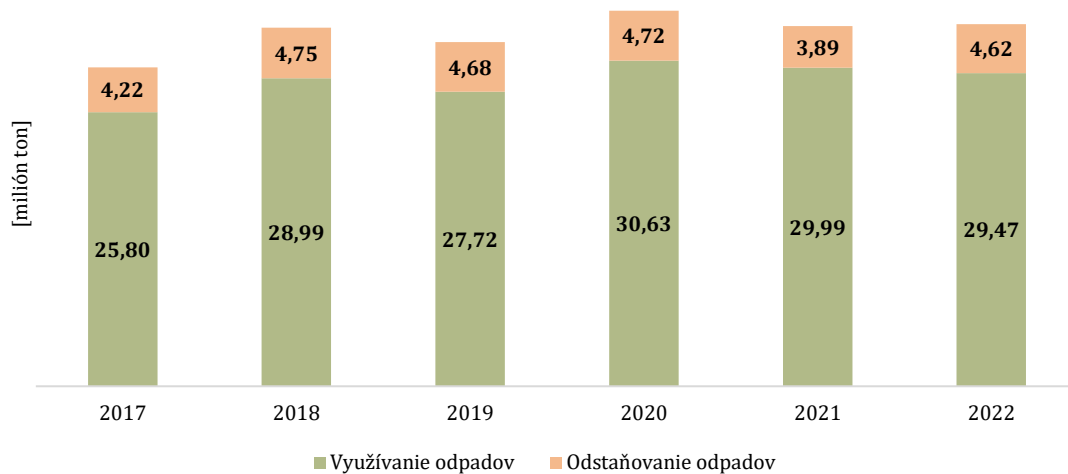
Stavebníctvo zaťažuje životné prostredie energetickou náročnosťou výroby, ťažbou prírodných surovín, prepravou a emisiami zo stavebných prác, no zároveň ho môže aj odľahčiť. Je to možné práve využitím stavebných odpadov, čo predstavuje istú alternatívu k prírodným materiálom. [23]

Správne nakladanie so stavebným a demolačným odpadom závisí od dôkladného plánovania stavby a predbežnej prípravy, vrátane triedenia materiálov a identifikácie častí obsahujúcich škodliviny. So vzniknutými odpadmi je možné nakladať dvojakým spôsobom – využitím alebo odstránením. Zákon o odpadoch jasne definuje základnú schému nakladania s odpadmi (obrázok č. 3). [16]



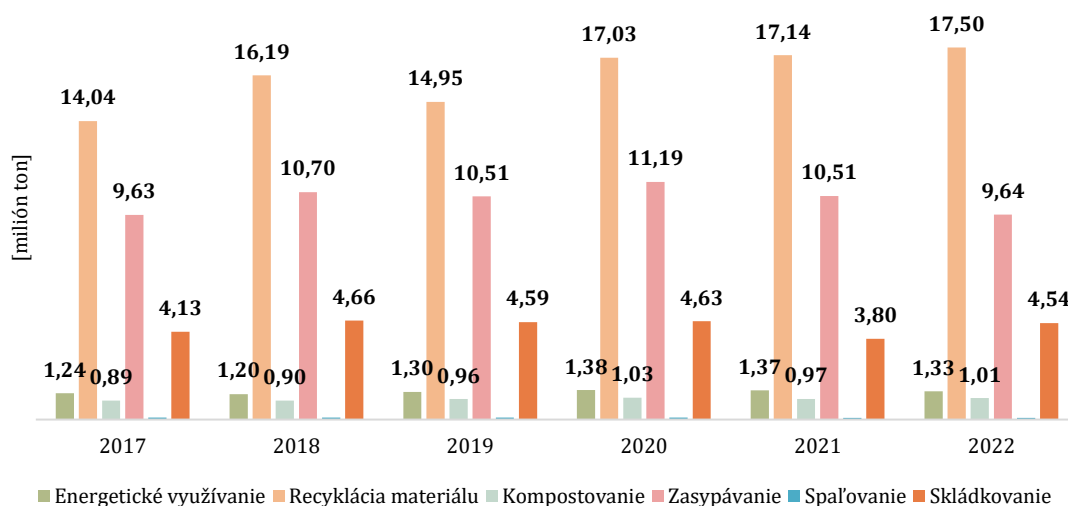
Obrázok 3 - Základná schéma nakladania s odpadmi, [28], vlastné spracovanie

Štruktúra nakladania s odpadmi je rozdelená na tri hlavné oblasti: **Predchádzanie vzniku odpadu**, ktorá je zameraná na opatrenia a stratégiu, ktorých cieľom je minimalizovať tvorbu odpadu už pri zdroji. Ide o prevenciu, ktorá je kľúčová pre zníženie zaťaženia životného prostredia. **Proces nakladania s odpadmi** začína zhromažďovaním a zberom, pokračuje triedením a úpravou odpadu, následne prebieha jeho preprava a skladovanie, po ktorom nasleduje využitie odpadu alebo jeho odstránenie. Tento cyklus je doplnený o **následnú starostlivosť o miesta uloženia odpadu**, ktorá zahŕňa monitorovanie a manažment miest, kde bol odpad uložený, s cieľom zamedziť jeho negatívnym dopadom na životné prostredie, akými sú kontaminácia pôdy, vôd alebo emisie do ovzdušia.



**Graf 6 – Nakladanie s odpadmi v rokoch 2017 - 2022, [24] vlastné spracovanie**

Z grafu č. 6 je zrejmé, že v sledovanom období je popredí trend využívania odpadov nad ich odstraňovaním. V roku 2020 dosiahlo využívanie odpadov svoj vrchol, kedy bolo využitých 30,63 t odpadu, čo predstavuje 86,65 % z celkového objemu nakladania s odpadmi. Naopak v roku 2017 bolo využitých najmenšie množstvo odpadov, len 25,80 t (85,94 %) a odstránených 4,22 t (14,06 %). V porovnaní s grafom č. 1 je možné sledovať, že sa skoro s 90 % vyprodukovaného odpadu ďalej nakladá, napriek tomu každoročne ostáva určitá časť odpadu nevyužitá. Tento rozdiel poukazuje na potenciál pre zlepšenie v oblasti zberu, recyklácie a spracovania odpadu, aby sa minimalizovalo množstvo odpadu, ktorý nie je riadne spracovaný.



**Graf 7 – Spôsoby nakladania s odpadmi v rokoch 2017 - 2022, [24] vlastné spracovanie**

Graf č. 7 zobrazuje štruktúru nakladania s odpadmi v sledovanom období, z ktorého vyplýva, že energetické využívanie a recyklácia predstavujú dominantné spôsoby

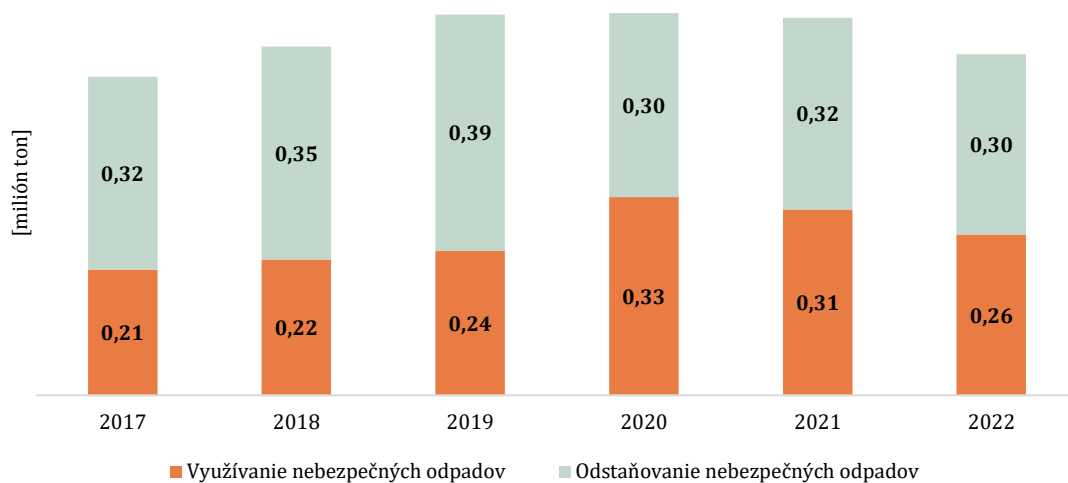
nakladania s odpadmi. Obidva tieto spôsoby zaznamenali mierny nárast, čo naznačuje posun smerom k cirkulárnej ekonomike. Naopak, podiely kompostovania, zasypávania a spaľovania bez energetického využitia sa mierne znížili. Najvýraznejší pokles zaznamenalo skládkovanie, čo má pozitívny charakter, ktorý svedčí o úspešnosti opatrení znižovania množstva odpadu ukladaného na skládkach.

### **6.1 Nakladanie s nebezpečným odpadom**

Nakladanie s nebezpečným odpadom predstavuje významnú súčasť odpadového hospodárstva, pričom prioritou by malo byť predchádzanie jeho vzniku. Táto zásada však nie je vždy možná, a preto sa v rámci nakladania s týmto druhom odpadu preferuje jeho využitie. Jeho odstránenie alebo likvidácia predstavuje krajné riešenie v inak neriešiteľných prípadoch.

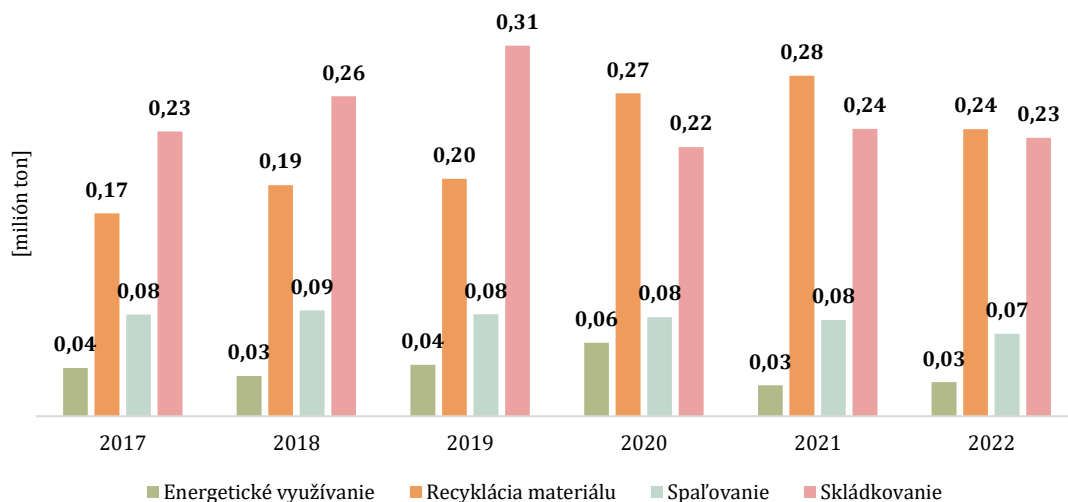
Nakladanie s nebezpečným odpadom je rovnako ako pri ostatných odpadoch podrobne regulované legislatívou, ktorá stanovuje prísne pravidlá na zabezpečenie bezpečnosti a ochrany životného prostredia. Držiteľ alebo pôvodca nebezpečného odpadu je povinný tento odpad odovzdať výlučne do zariadení určených na nakladanie s konkrétnym druhom nebezpečného odpadu. Nebezpečný odpad musí byť riadne označený, vrátane výstražných grafických symbolov, a vybavený identifikačným listom nebezpečného odpadu, ktorého obsahové náležitosti špecifikuje *Vyhláška č. 273/2021 Zb.* [28, 29]

V prípadoch, keď nie je možné nebezpečný odpad efektívne využiť, pristupuje sa k jeho zneškodňovaniu. Nebezpečné odpady sa najčastejšie likvidujú buď trvalým uložením na skládky alebo ich spaľovaním. Pred uložením tohto odpadu na skládku je potrebné stabilizovať jeho fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti. Zastabilizovaním týchto vlastností sa zníži riziko, ktoré tento odpad predstavuje pre životné prostredie a zdravie ľudí, a pripraví ho na bezpečné uloženie, prípadne ďalšie spracovanie. Spaľovanie nebezpečného odpadu je preferovanou metódou najmä v prípadoch, keď je potrebné znížiť jeho infekčnosť, získať tepelnú energiu alebo minimalizovať priestorové nároky na uloženie odpadu. [30]



**Graf 8 – Nakladanie s nebezpečným odpadom v rokoch 2017 – 2022, [24] vlastné spracovanie**

Graf č. 8 znázorňuje pomer medzi využívaním a odstraňovaním nebezpečného odpadu v rokoch 2017 – 2022. Počas sledovaného obdobia bol podiel využívania, v priemere len 44,06%, tohoto odpadu nižší ako podiel ich odstránenia (55,94 %). Porovnanie týchto údajov s celkovou produkciou nebezpečný odpadov z grafu č. 5 je zrejmé, že len s malou časťou týchto odpadov je ďalej nakladané, priemerne len s 35,26 %. Táto skutočnosť naznačuje, že významná časť nebezpečných odpadov zostáva mimo procesov jeho spracovania, čo vyžaduje potrebu zvýšenia efektivity v tejto oblasti.



**Graf 9 – Spôsoby nakladania s nebezpečným odpadom v rokoch 2017 – 2022, [24] vlastné spracovanie**

Na grafe č. 9 zobrazuje vývoj jednotlivých spôsobov nakladania s nebezpečným odpadom v rokoch 2017 – 2022. Opäť dominuje recyklácia a energetické využitie, pričom ich podiely v sledovanom období mierne kolíšu. Podiely spaľovania a skládkovania sa pohybujú na nižšej úrovni a vykazujú menšie kolísanie

v porovnaní s recykláciou a energetickým využitím. Tento trend naznačuje preferenciu zhodnocovania nebezpečného odpadu pred jeho konečným zneškodnením.

## **6.2 Recyklácia odpadov**

Recyklácia stavebného a demolačného odpadu predstavuje kľúčový prvok cirkulárnej ekonomiky v stavebníctve, pretože výrazne znižuje tlak na ťažbu nových surovín. Pri efektívnom spracovaní týchto odpadov je možné dosiahnuť až 100 % opätovného využitia týchto materiálov vo výrobe, čím sa recyklácia stáva najefektívnejším spôsobom nakladania s týmto odpadom. Ide o environmentálne výhodnú alternatívu oproti spaľovaniu či skládkovaniu.

Recyklácia zahŕňa procesy, ktoré vracajú odpad späť do výrobného cyklu, či už ako surovinu pre nové výrobky alebo ako zdroj energie. Rozhodujúce je pritom znížiť environmentálne vplyvy, ako je záber pôdy, prašnosť, hlučnosť a iné. Nevyhnutnou podmienkou efektívnej recyklácie je, že recyklovaný materiál musí byť konkurencieschopný, voči primárnym surovinám. [31]

Recyklácia je najčastejšie využívaná pri homogénnych materiáloch, akými sú betón, železobetón, stavebné sutiny, drevo, sklo, zemina a asfaltové zmesi. Vzniká spracovaním pôvodného materiálu, jeho triedením a zmenou zrnitosti v recyklačných zariadeniach. Tento materiál môže byť uvedený na trh ako výrobok podľa legislatívy alebo použitý na terénne úpravy v súlade so *Zákomom o odpadoch*. [32]

### **6.2.1 Technológie recyklácie z pohľadu umiestnenia výroby**

Kvalita druhej suroviny a efektivita recyklačného procesu sú priamo závislé od kvality demolačných prác, používanej technológie, organizácie práce a triedenia materiálov priamo na mieste ich vzniku. Tým sa zabraňuje miešaniu bežného a nebezpečného odpadu.

#### **6.2.1.1 In-situ recyklácia**

Recyklácia realizovaná priamo na mieste vzniku odpadu – in-situ, často využíva mobilné recyklačné zariadenia. Výhodou tohto typu recyklácie je nízka nákladovosť na transport za uloženie odpadu, ako aj možnosť okamžitého využitia druhej suroviny. Tento typ recyklácie má však aj negatívne aspekty: je nutné mať náležité povolenia; je nevyhnutné zabezpečiť prostredie proti prašnosti a hlučnosti; a určite tu vzniká aj riziko nevyužitia recyklátu priamo na stavbe. [31, 33, 34]

#### **6.2.1.2 Off-situ recyklácia**

Druhým pohľadom umiestnenia recyklácie je off-site, ktorá prebieha v recyklačných centrách mimo miesta vzniku odpadu. Tento spôsob umožňuje spracovanie rôznorodých materiálov vo veľkých objemoch a je vhodný najmä v mestských aglomeráciách. Výhodami sú ekologická likvidácia odpadu a minimalizácia

priestoru potrebného na jeho skladovanie. Nevýhody spočívajú v nákladoch na prepravu a jeho spracovanie. [31, 33, 34]

### **6.2.2 Technológia recyklácie z pohľadu opätovného využitia odpadu**

Z hľadiska využívania odpadov vo výrobnom procese sa technológie recyklácie delia na *primárne*, *sekundárne* a *terciárne*. Primárne technológie recyklácie predstavujú bezodpadové postupy. Odpad sa pri nich priamo na mieste jeho vzniku vracia do výrobného procesu buď neupravený, alebo čiastočne upravený. *Sekundárne technológie* využívajú odpadové materiály z iných výrobkov, čím pomáhajú znižovať potrebu nových prírodných surovín a minimalizovať zábery pôdy pre skládky. *Terciárne technológie* sa zameriavajú na spracovanie spotrebovaných výrobkov s ukončeným životným cyklom, ako je železný šrot či starý papier, pričom pomáhajú šetriť nerastné zdroje a energiu. [31]

### **6.2.3 Recyklácia stavebných a demolačných odpadov**

Pri nakladaní so stavebnými odpadmi je prioritou ich opätovné použitie lebo recyklácia. Betónové, železobetónové, drevené, sklenené, plastové a kovové materiály môžu byť buď opätovne použité na pôvodné účely, alebo recyklované v špecializovaných zariadeniach. Drevo a plasty sa môžu tiež energeticky využiť, pričom odpad obsahujúci škodlivé látky, ako napríklad ošetrované drevo či azbest, vyžaduje špeciálne zaobchádzanie a likvidáciu na skládke nebezpečného odpadu.

Zemina sa odporúča využiť na mieste vzniku v podobe zasypávania výkopov alebo tvorby násypov pri zemných prácach alebo ju odovzdať na recykláciu. Ďalšie možnosti zahŕňajú použitie zeminy pri vytváraní protihlukových bariér pozdĺž komunikácií alebo na formovanie terénnych úprav. Tieto alternatívy sú však využívané len zriedka. Materiály na báze sadry sa môžu recyklovať alebo uložiť na špeciálnych skládkach. Pre materiály s obsahom dechtu a asfaltových povrchov platí povinnosť potrebného spracovania pred ďalším použitím. [35]

Ak nie je možné odpad opätovne využiť či recyklovať, môže byť za určitých podmienok odovzdaný na skládku alebo do zberného dvora. Každý druh odpadu má špecifické postupy spracovania a možnosti likvidácie.

V Českej republike sa recykluje približne 56 % stavebného odpadu, čo je porovnateľné s vyspelými krajinami EÚ. Recyklačné linky sú väčšinou mobilné a prispôbené na efektívne spracovanie odpadu priamo na mieste. Rozšírenejšiemu používaniu recyklátov v stavebníctve bránia príliš reštriktívne normy, ktoré kladú vysoké a často zbytočne podrobné nároky na kvalitu a vlastnosti recyklovaných surovín. Prioritou by však mala byť kvalita výsledného produktu, jeho ekologická šetrnosť, úžitkové vlastnosti a bezpečnosť v priebehu celej doby životnosti. [24, 27, 36]

### 6.3 Tepelné spracovanie odpadu

Napriek úsiliu o prevenciu a minimalizovanie odpadov, množstvo odpadu vzrástlo z 34,68 t v roku 2017 na viac ako 39,19 t v roku 2022, čo znázorňuje graf č. 1. V minulosti boli praktiky odpadového hospodárstva spájané s množstvom environmentálnych problémov, akými sú nekontrolovateľné skládky a spaľovne produkujúce toxické emisie. Postupne však došlo k výraznému zlepšeniu legislatívnych opatrení, ktoré zaviedli prísnejšie normy pre spaľovne aj skládky. Podľa súčasnej európskej legislatívy (smernica 851/2018) je spaľovanie odpadu za splnenia určitých podmienok považované skôr za využívanie než len za odstránenie odpadu. Moderné odpadové hospodárstvo kombinuje materiálové využitie, biologické spracovanie (napr. kompostovanie) a tepelné spracovanie odpadu. . [17]

Tepelné spracovanie stavebného a demolačného odpadu predstavuje jednu z ďalších efektívnych metód na znižovanie objemu odpadu a jeho opätovné využitie. Tento proces zahŕňa vystavenie odpadu vysokým teplotám (850 – 1100 °C) s cieľom zmeniť jeho fyzikálne a chemické vlastnosti. Na zaistenie plynulého a efektívneho procesu je potrebný dostatočný prísun kyslíka a úprava odpadu, jeho drvením a miešaním, aby bolo zabezpečené rovnomerné chemické zaťaženie a stabilná výhrevnosť. Ak pri tomto procese dochádza k uvoľňovaniu tepla, je možné ho využiť pre výrobu tepla a elektriny. [37]

Moderné spaľovne sú navrhované tak, aby minimalizovali environmentálne dopady a maximalizovali využitie odpadov. Sú často umiestňované v husto osídľovaných oblastiach s nedostatkom priestoru na umiestnenie skládok, čo umožňuje efektívne využívanie tepla na centrálné vykurovanie. Prísne emisné limity a vývoj technológií prispeli tomu, že sú považované za ekologicky bezpečné, pričom ich emisie dosahujú úroveň plynových kotolní. Spaľovne vybavené pokročilými čistiacimi systémami na spaliny sú vybavené kontinuálnym systémom na meranie emisií a umožňujú nielen redukciu odpadu, ale aj výrobu energie, čím môžu čiastočne nahradiť neobnoviteľné zdroje, akým je napríklad zemný plyn. Nedostatkom tejto technológie nakladania s odpadmi sú vysoké investičné a prevádzkové náklady, potreba kvalifikovanej obsluhy a dôsledné sledovanie emisií. [11]

Bezpečnosť spaľovacích zariadení je prioritou a zahŕňa zavedenie ochranných systémov na prevenciu porúch a elimináciu dopadov na životné prostredie. Spaľovanie odpadov v moderných zariadeniach je považované za environmentálne zodpovedné riešenie, ktoré kombinuje efektívne nakladanie s odpadmi s výrobou energie.

Tento spôsob nakladania je vhodný pre väčšinu druhov odpadov všetkých skupenstiev, predovšetkým pre odpady, ktoré nie je možné recyklovať ako druhové

suroviny. Spaľovanie stavebných a demolačných odpadov nie je štandardnou metódou práce s týmto typom odpadu, pretože väčšina stavebných materiálov – betón, tehly alebo keramika, nie je horľavá. Avšak niektoré časti stavebného odpadu obsahujú horľavé materiály, ktoré sa dajú spaľovať. Drevo, ktoré nie je použiteľné na recykláciu z dôvodu napríklad hniloby, môže byť spálené v priemyselných spaľovniach, kde slúži ako alternatívne palivo. Izolačné materiály na báze organických látok, penový polystyrén alebo polyuretán, môžu byť spracované spaľovaním v prípade, že neobsahujú škodlivé látky. [38]

### **6.3.1 Energetické využívanie odpadov**

Premena odpadu na energiu je kľúčovým prvkom moderného odpadového hospodárstva, ktoré podporuje energetickú sebestačnosť a udržateľné nakladanie s odpadmi. Napriek tomu, sa stále uprednostňuje zamedzenie vzniku odpadu a recyklácie pred energetickým využitím, ak tomu nebránia ekonomické dôvody.

V dnešnej dobe je zatiaľ hlavným zdrojom energetického zhodnocovania komunálny odpad, ktorý sa často spracováva bez predchádzajúcej úpravy. V Európskej únii sa spaľuje približne 23 % komunálneho odpadu, pričom v niektorých krajinách, ako je Švédsko a Švajčiarsko, je tento podiel výrazne vyšší. V Českej republike a iných novších členských štátoch EÚ je podiel energetického zhodnocovania odpadu relatívne nízky. [39, 40]

Tento proces umožňuje efektívne znižovať objem odpadu určeného na skládkovanie, nahrádza fosílna palivá a výrazne znižuje emisie skleníkových plynov. Moderné zariadenia typu Waste-to-Energy ponúkajú ekologicky výhodnú alternatívu k fosílnym palivám využívaným v tradičných elektrárňach. Spaľovaním jednej tony odpadu sa zabráni emisiám približne jednej tony oxidu uhličitého a vzniká približne 550 kWh energie, pričom odpad je svojou energetickou hodnotou porovnateľný s tradičnými palivami, akými sú uhlie alebo zemný plyn. Emisie CO<sub>2</sub> z týchto zariadení sú nižšie ako z elektrární spaľujúcich tradičné fosílna palivá. Okrem výroby elektriny a tepla, umožňuje táto technológia aj recykláciu kovového odpadu a využívanie zvyškov zo spaľovania v stavebníctve. [16]

Odpad je svojou energetickou hodnotou porovnateľný s uhlím, zemným plynom alebo ropou, čo umožňuje jeho využitie miesto neobnoviteľných zdrojov. *Zákon o podporovaných zdrojoch energie č. 165/2012 Zb.* definuje obnoviteľné zdroje energie ako nefosílna prírodné zdroje, medzi ktorými má biomasa významné postavenie. Energetické využívanie odpadov, hlavne biomasy, je možné považovať za obnoviteľný energetický zdroj, pretože z odpadov ako sú skládkový plyn alebo bioplyn je možné získať energiu. Ich obnoviteľný charakter spočíva v ich ľahkej dostupnosti a schopnosti prirodzenej obnovy. [16, 41]

Kvalita výsledného paliva je určená obsahom horľavín, popolovín a vody. Výhrevnosť komunálneho odpadu sa pohybuje medzi 4 000 až 10 000 kJ/kg, zatiaľ čo priemyselné odpady môžu dosahovať hodnoty od 15 000 do 45 000 kJ/kg v závislosti od ich zloženia. [16]

#### 6.4 Skládkovanie odpadov

Skládkovanie sa považuje za jednoduchú a lacnú metódu nakladania s odpadmi, avšak moderné stratégie odpadového hospodárstva ho vnímajú ako posledný krok v hierarchii nakladania s odpadmi. Negatívami skládkovania sú stratu zdrojov (pôdy a materiálu), riziko kontaminácie podzemných vôd a emisie skleníkových plynov a organických látok, ktoré môžu spôsobovať požiare či výbuchy. Ukladanie odpadu na skládky je spôsob jeho odstraňovania, pri ktorom sa odpad systematicky ukladá na skládku, zhutňuje a pravidelne prekrýva inertným materiálom. Napriek rozvoju technológií, akými sú recyklácia a regenerácia, skládkovanie zostáva dominantným spôsobom nakladania s odpadmi, a to najmä z dôvodu nižších nákladov oproti alternatívnym metódam. V Českej republike aj v mnohých ďalších Európskych krajinách sa skládkovanie považuje za menej žiadúcu formu, no stále tvorí významnú časť spracovania odpadu, pričom približne 23 % komunálneho odpadu v EÚ končí na skládkach. [39]

Skládky sa podľa technického zabezpečenia delia na: **skládky inertného odpadu**, ktoré slúžia na ukladanie materiálov bez ovplyvnenia životného prostredia. Najčastejšie vyskytujúci sa druh skládok sú **skládky ostatného odpadu**, ktoré sa delia podľa špecifických požiadaviek na odpad na ďalšie podskupiny. **Skládky nebezpečného odpadu** umožňujú bezpečné ukladanie odpadu s potenciálnymi rizikami. Moderné skládky, využívajú viacbarierové systémy na minimalizáciu environmentálnych rizík, no ich účinnosť je časovo obmedzená. Dlhodobé dopady na životné prostredie, najmä emisie skládkových výluhov a plynov, predstavujú vážny problém. Ich eliminácia je možná predúpravou odpadov (mechanickou, biologickou, termickou). [40]

Skládku odpadu je možné prirovnať k obrovskému nekontrolovateľnému bioreaktoru, v ktorom po dovezení a zhutnení odpadu prebiehajú biologicky rozkladné procesy v niekoľkých fázach. Na začiatku, ešte počas zberu a krátko po uložení, prevládajú **aeróbne procesy**, ktoré rýchlo ustupujú v dôsledku nedostatku kyslíka v hĺbke skládky. Následne nastáva **kyselinotvorná fáza**, v priebehu ktorej sa zložité organické látky rozkladajú na jednoduchšie zlúčeniny. Tento proces je sprevádzaný tvorbou kyselín a oxidu uhličitého. Ak je skládka dostatočne hlboká a dobre zhutnená, nastupujú **metanogénne procesy**. V tejto fáze sa produkty predchádzajúc procesov premieňajú na metán a oxid uhličitý, čo sú hlavné zložky skládkového plynu. S postupom metanogenézy sa zvyšuje pH

prostredia a zlepšuje sa kvalita priesakových vôd. Zloženie skládkového plynu je premenlivé a závisí od mnohých faktorov, najmä od stupňa rozkladu organických látok. Typicky obsahuje približne 63 – 65 % metánu a zvyšok tvorí prevažne oxid uhličitý. [42]

Dôležitou súčasťou skládky je zariadenie na spracovanie odpadu. Toto zariadenie prostredníctvom mechanického stlačania zníži objem odpadu na danej skládke. Hlavným cieľom tejto úpravy je maximalizácia využitia kapacity skládky, vytvorenie vhodných aeróbných podmienok, ako aj obmedzenie úletu ľahkých frakcií odpadu pri poveternostnom počasí. Na zvýšenie bezpečnosti prevádzky skládky slúži monitorovací systém. Tento monitorovací systém sleduje kvalitu podzemných vôd potencionálne ohrozených skládkou, sleduje aj kvalitu a množstvo výluhových vôd, ďalej kvalitu a produkciu skládkového plynu, ako aj stabilitu skládky a jej podložia. Podľa normy *ČSN 83 8034 Skládkovanie odpadov – Odplynenie skládok* musia byť skládky vybavené systémami na zachytávanie a odvádzanie skládkového plynu, čo minimalizuje ich únik do okolia. [40, 43]

Emisie zo skládok, ktoré zahŕňajú plynné zložky (skládkový plyn a kvapalné zložky (skládkových výluh), predstavujú významnú hrozbu pre životné prostredie. Kvapalné emisie kontaminujú pôdu a podzemné vody v okolí skládok, zatiaľ čo plynné emisie prispievajú k znečisteniu ovzdušia a globálnemu otepľovaniu. Okrem toho, plynné emisie môžu mať aj lokálne dôsledky, ako je poškodenie rastlínstva a riziko explózie. [42]

Aj keď skládkovanie predstavuje ekonomicky výhodnú možnosť, je považovaná za environmentálne menej vhodnú. Na skládkach často končia materiály, ktoré by mohli byť recyklované alebo inak využité. Európska únia preto smeruje k obmedzeniu skládkovania, najmä biologicky rozložiteľného odpadu, a podporuje ekologickejšie alternatívy.

#### **6.4.1 Skládky v podzemných priestoroch**

Využitie podzemných priestorov, hlavne tých, ktoré vznikli pri hlbinnom baníctve, sa stáva stále atraktívnejšou možnosťou na spoľahlivé a efektívne odstránenie špecifických druhov odpadov a zvyškových materiálov. Tento prístup, známy aj ako skládkové baníctvo, umožňuje bezpečné skladovanie materiálov a môže významne prispieť k ochrane životného prostredia. Rovnako aj pri ťažbe ložísk nerastných surovín vznikajú voľné a podzemné priestory, ktoré sa z bezpečnostných aj ekologických dôvodov niekedy vyplňajú banským alebo priemyselným odpadom, čím sa znižuje jeho negatívny dopad na životné prostredie. Podzemné priestory sa využívajú aj na dlhodobé ukladanie toxických a rádioaktívnych látok, pričom bezpečnosť je zabezpečená systémom viacerých geologických a technických bariér.

Takéto skladovanie môže byť realizované buď s možnosťou budúceho využitia materiálov, alebo bez nej. [44]

Využitie podzemných priestorov na ukladanie zvyškových materiálov závisí od konkrétnych banských priestoroch a od charakteru materiálu na uloženie. Rozsah využitia sa pohybuje od používania aktívnych častí baní cez uzatvorené prevádzky až po výstavbu nových skládkových zariadení, pričom s narastajúcou komplexnosťou riešení rastú aj náklady. Pri výstavbe podzemných priestorov na ukladanie odpadu kľúčové zohľadniť dlhodobú bezpečnosť, nielen množstvo ukladaného materiálu. Dôležitú úlohu zohrávajú optimálne priestorové parametre, ktoré sú závislé od štruktúry materiálu a techniky jeho ukladania. [16, 44]

Rastúca potreba bezpečného a ekologického nakladania s odpadom posilňuje význam skládkového baníctva. Tento prístup predstavuje inovatívny spôsob, ako riešiť problémy spojené s odpadovým hospodárstvom a zároveň podporovať udržateľný rozvoj. Kombináciou klasických baníckych technológií s modernými princípmi sa otvárajú nové možnosti ochrany životného prostredia a efektívne využitie prírodných zdrojov.

#### **6.4.2 Urban mining**

Súčasná hospodárska situácia a nedostatok primárnych surovín prirodzene smerujú k efektívnejšiemu využívaniu odpadu uloženého na skládkach. Koncept urban mining-u predstavuje revolučný prístup nakladania s odpadom, ktorý spočíva v získavaní cenných surovín a energie z komunálneho, priemyselného alebo poľnohospodárskeho odpadu uloženého na skládkach.

Výsledkom doterajšieho neefektívneho nakladania s odpadmi je, že sa skládky stali zásobárňami cenných materiálov, ako je oceľ, plasty či súčiastky obsahujúce drahé a vzácne kovy. Tieto materiály sú často uložené v neporušenom stave, čo umožňuje ich efektívne spracovanie. Napriek vysokým nákladom na ťažbu zo skládok tohto materiálu, rastúci nedostatok primárnych surovín robí tento prístup ekonomicky výhodným. Urban mining sa však netýka len odpadu na skládkach, významným zdrojom cenných materiálov sú aj vyradené vozidlá a pneumatiky. Spracovanie týchto odpadov umožňuje získať veľké množstvo železa, gumy a ďalších surovín. [16]

Zámer urban mining-u predstavuje významný krok k prechodu na cirkulárne hospodárstvo a vytvára tak udržateľný prístup k materiálovým a energetickým zdrojom.

## 7 Ekologické certifikáty v stavebníctve

Koncept udržateľnej výstavby opierajúci sa o tri základné piliere – ekologické, sociálne a ekonomické aspekty – vyžaduje komplexné hodnotenie budov a ich dopadov na životné prostredie. Zatiaľ čo donedávna bola pozornosť sústredovaná predovšetkým na energetickú náročnosť stavieb, súčasný prístup kladie dôraz na hodnotenie celého životného cyklu budov. To zahŕňa nielen fázu výstavby a užívania, ale aj získavanie materiálov a finálnu demoláciu. Kľúčovými kritériami hodnotenia je spotreba vody a energií, nakladanie s odpadmi, kvalita vnútorného prostredia a schopnosť budovy uspokojovať potreby užívateľov, vrátane aspektu lokality a dostupnosti. Environmentálne certifikáty predstavujú dôležitý nástroj podpory udržateľného stavebníctva. [45]

S cieľom objektívneho porovnania budov z pohľadu udržateľnosti vznikajú v 90. rokoch 20. storočia environmentálne certifikáty. Tieto nástroje hodnotia budovy z hľadiska ich vplyvu na okolie, taktiež z hľadiska kvality, ktorú poskytujú. V súčasnosti existuje celá rada certifikačných systémov, pričom v jednotlivých krajinách, vrátane Českej republiky, sa uplatňujú rôznorodé škály hodnotiacich metodík. [45]

Environmentálne certifikáty predstavujú nezávislý audit, ktorý hodnotí budovy v rôznych fázach ich životného cyklu. Certifikácia môže byť udelená ako novým, tak aj existujúcim budovám, pričom medzi týmito certifikátmi sú isté rozdiely. Pri nových budovách je proces hodnotenia zameraný predovšetkým na fázy návrhu a výstavby. To umožňuje aktívne ovplyvňovať radu parametrov, napr. ekologické materiály, energetické zdroje alebo implementáciu stavebných postupov. Naopak, pri už existujúcich budovách sa certifikácia sústreďuje na hodnotenie súčasného stavu a prebiehajúcich procesov. [45]

### 7.1 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

Certifikát LEED je globálne uznávaný systém environmentálneho hodnotenia budov na základe siedmich kategórií, akými sú udržateľná lokalita, hospodárenie s vodou, energiami, ovzduším, materiálmi, atď.. Certifikát má štyri úrovne – *certifikovaný, strieborný, zlatý a platinový* – s možnosťou získania 100 bodov + 10 bonusových bodov. LEED hodnotí nové aj existujúce budovy s rôznym využitím, dokonca aj rekonštrukcie týchto budov. Proces certifikácie zahŕňa posúdenie návrhu a realizácie s dôrazom na preukázanie splnenia získaných kreditov. LEED je dynamický systém s pravidelnou aktualizáciou, reflektujúci európske normy. Využíva pokročilé dynamické počítačové modelovanie na presné vyhodnotenie energetickej náročnosti budov. Tým umožňuje certifikovať projekty v rôznych štádiách realizácie. [46]

## **7.2 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)**

Certifikát BREEAM je celosvetovo najrozšírenejší systém hodnotenia vplyvu budov na životné prostredie. Posudzuje energetickú účinnosť, environmentálne dopady, použité materiály, manažment výstavby, odpadové hospodárstvo a ďalšie aspekty celkovo v desiatich kategóriách s ďalšími podkategóriami. Certifikácia prebieha v troch fázach – od predbežného hodnotenia cez posúdenie návrhu až po kontrolu realizácie. Výsledné hodnotenie závisí od kvality splnenia požiadaviek, pričom certifikát má päť úrovní – od „*PASS*“ (prešiel) po „*OUTSTANDING*“ (vynikajúci). Systém BREEAM je dynamický, pravidelne aktualizovaný, aby reflektoval najnovšie trendy a predpisy. [47]

## **7.3 WELL Building Standard**

Certifikát WELL je medzinárodný certifikačný systém zameraný na hodnotenie kvality vnútorného prostredia budov z hľadiska zdravia a komfortu ich užívateľov, tým sa odlišuje od certifikátov LEED a BREEAM, ktoré kladú dôraz len na trvalú udržateľnosť. Hodnotenie prebieha v siedmich kategóriách: vzduch, voda, výživa, svetlo, fitness, komfort a myslenie. Certifikácia zahŕňa 40 povinných a 60 voliteľných kritérií a na základe ich splnenia sa určuje výsledná úroveň – *SILVER*, *GOLD* a *PLATINUM*. Tento systém je plne kompatibilný s certifikáciami LEED a BREEAM, ktoré dopĺňa o aspekt zdravého vnútorného prostredia. [48]

## **7.4 Sustainable Building Tool CZ (SBToolCZ)**

SBToolCZ je národný certifikačný systém určený na hodnotenie kvality budov v súlade s princípmi udržateľnej výstavby. Tento systém vychádzajúci z medzinárodnej schémy SBTool, je prispôsobený špecifikám českého stavebníctva, legislatívy a miestnych klimatických podmienok. Cieľom je podporiť znižovanie energetickej náročnosti, minimalizovať negatívne dopady stavieb na životné prostredie, vytvoriť zdravé vnútorné prostredie a optimalizovať návrhy budov tak, aby zodpovedali princípom udržateľnej výstavby. Hodnotenie zahŕňa lokalitu, environmentálne, sociálne a ekonomické kritéria, pričom výsledné body určujú úroveň certifikácie – *certifikovaná*, *bronzová strieborná* a *zlatá*. SBToolCZ slúži ako nástroj na zvýšenie kvality budov, ich trhnej hodnoty a na podporu udržateľného stavebníctva. [49]

## 8 Prípadová štúdia

V tejto časti diplomovej práce je prezentovaná analýza, ktorá sa venuje porovnaniu predpokladaného množstva odpadu na zákazke s reálne vykázaným a sú uvedené aj možné dôvody vzniku tejto odchýlky. Ako už bolo spomínané stavebný priemysel patrí medzi najväčších producentov odpadu, čo kladie dôraz na efektívne plánovanie, správu a následne využitie týchto materiálov.

Prípadová štúdia sa zameriava na konkrétnu zákazku realizovanú nemenovanou stavebnou spoločnosť so sídlom v Juhomoravskom kraji, ktorej hlavnou činnosťou je realizácia bytových a občianskych objektov. V tejto práci je táto firma označovaná ako „Spoločnosť ABC“. Táto spoločnosť má bohaté skúsenosti v oblasti stavebníctva, čo ju robí vhodným subjektom na skúmanie procesov spojených s odpadmi v tomto odvetví.

Cieľom štúdie je identifikovať rozdiely medzi plánovanými a skutočnými objemami odpadu a analyzovať faktory, ktoré tieto rozdiely ovplyvnili. Pozornosť sa venuje technologickým postupom, kvalite plánovania, efektivite práce a možnostiam separácie a recyklácie na stavbe. Dôležitou súčasťou analýzy je skúmanie využitia vzniknutého odpadu, pričom sa hodnotí, či boli dodržané princípy cirkulárnej ekonomiky a minimalizované množstvo odpadu ukladaného na skládky.

Výsledky tejto analýzy môžu poskytnúť cenné poznatky o možnostiach zefektívnenia nakladania s odpadmi v stavebnom priemysle. Okrem teoretického prínosu ponúka práca aj praktické odporúčania na zlepšenie procesov odpadového hospodárstva, ktoré môžu byť užitočné pre budúce stavebné projekty.

### 8.1 Charakteristika stavebnej spoločnosti

„Spoločnosť ABC“ je špecializovaná stavebná firma poskytujúca komplexné služby v oblasti návrhu, poradenstva a realizácie prefabrikovaných železobetónových konštrukcií. Tieto konštrukcie sa využívajú predovšetkým pre skladové a výrobné haly, administratívne budovy, obchodné centrá a parkovacie domy. Firma disponuje aj strediskom generálnych dodávok, ktoré realizuje kompletne stavby na kľúč bytových či rodinných domov, administratívnych budov a priemyslových hál. Ponúka rekonštrukcie elektroinštalácií, podláh, fasád, vzduchotechniky a ďalších stavebných prvkov. Okrem toho spoločnosť vykonáva aj doplnkové činnosti, akými sú dopravné služby, prenájom žeriavov a montážnych plošín a v menšej miere aj zámočnícke a opravárske práce.

Firma vznikla v roku 1994 a má právnu formu spoločnosti s ručeným obmedzeným. Na trhu pôsobí ako stredná stavebná firma, ktorá realizuje zákazky po celej Českej republike. Štatutárnym orgánom spoločnosti sú traja konatelia, ktorí konajú menom

spoločnosti spoločne, pričom na platnosť ich rozhodnutí je potrebná spoluúčasť minimálne dvoch konateľov.

V priebehu rokov spoločnosť investovala značné prostriedky do modernizácie technického vybavenia a zaobstarania nových mechanizmov, čo jej umožnilo usadiť sa na náročnom stavebnom trhu pokrývajúci nie len domácu, ale aj zahraničnú klientelu. Stabilné hospodárske výsledky poskytujú firme kapacitu na realizáciu zákaziek s väčším finančným objemom a flexibilnú reakciu na komplexné požiadavky zákazníkov. V rámci riadenia kvality využíva normu ČSN EN ISO 9001, ktorej hlavným cieľom je dodržovanie vysokých štandardov produktov a služieb, a normu ČSN EN ISO 45001 na ochranu zdravia pri práci s dôrazom na zlepšenie bezpečnostných štandardov, minimalizáciu rizík na pracovisku a vytváranie bezpečného a zdravého pracovného prostredia. Systém bezpečnosti informácií je riadený podľa normy ČSN ISO 27001 zameranej na zaistenie dôveryhodnosti, integrity a dostupnosti informácií. Implementácia tejto normy zabezpečuje ochranu dát pred neoprávneným prístupom, stratou či zneužitím. Dôraz na aplikáciu environmentálneho manažmentu je v stavebnom priemysle kľúčový, keďže ide o odvetvie s vysokou produkciou odpadu a významným dopadom na vyčerpávanie zdrojov. Aj „Spoločnosť ABC“ aplikuje medzinárodne uznávanú normu ISO 14001. Tento štandard zabezpečuje, že firma dokáže efektívne identifikovať, riadiť a minimalizovať negatívne dopady svojej činnosti na životné prostredie. V praxi to znamená, že spoločnosť zavádza opatrenia na znižovanie produkcie odpadu, na efektívne využívanie materiálov a na dodržovanie environmentálnej legislatívy. Implementácia tejto normy potvrdzuje záväzok firmy k trvalo udržateľnému rozvoju a k ochrane životného prostredia. [3, 50, 51, 52]

Firma sa vďaka svojej odbornosti a zameraniu na kvalitu profiluje ako spoľahlivý partner, a tak prispieva k rozvoju regionálnej infraštruktúry. Jej činnosť zahŕňa komplexné riešenia od počiatkových projektových prác až po finálne odovzdanie klientom. Firma dôsledne dodržiava platnú legislatívu a vysoké štandardy kvality, čím si zabezpečuje dlhodobú spokojnosť svojich zákazníkov.

„Spoločnosť ABC“ podľa kritérií stanovených *Zákonom o účtovníctve č. 563/1991 Zb.* na kategorizáciu účtovných jednotiek spadá do kategórie stredných účtovných jednotiek. To znamená, že spĺňa minimálne dve z týchto troch podmienok:

1. Celková suma majetku sa pohybuje v rozmedzí viac ako 100 000 000 Kč, do maximálne 500 000 000 Kč.
2. Čistý obrat dosahuje hodnotu vyššiu ako 200 000 000 Kč, pričom neprekračuje hranicu 1 000 000 000 Kč.
3. Priemerný počet zamestnancov za účtovné obdobie je väčší ako 50 osôb, avšak neprekračuje 250 osôb. [3]

Analyzovaná firma určite nespĺňa potrebné dve z troch stanovených podmienok uvedených v kapitole 2, určených pre povinné zverejňovanie správ o udržateľnosti ESG, keďže tieto podmienky sú identické pre kategóriu veľkej účtovnej jednotky. Zároveň nemá žiadne cenné papiere, s ktorými by obchodovala na regulovaných trhoch a nevzťahuje sa na ňu ani štatút subjektu verejného záujmu. Z týchto dôvodov „Spoločnosť ABC“ nenesie povinnosť zverejňovania ani vykonávať správy o udržateľnosti.

Z charakteristiky „Spoločnosti ABC“ teda vyplýva, že sa v oblasti ESG rámca zameriava predovšetkým na environmentálnu zložku (E). Firma sa riadi spomínanou normou ISO 14001, čím potvrdzuje záväzok k trvalo udržateľnému rozvoju a ochrane životného prostredia. Na ostatné oblasti ESG rámca, ktorými sú sociálna (S) a riadiaca (G) zložka, zatiaľ spoločnosť nekladie veľký dôraz, čo môže byť spôsobené aj tým, že sa na ňu nevzťahuje povinnosť zverejňovať správy o udržateľnosti ESG podľa aktuálnych legislatívnych požiadaviek.

## **8.2 Charakteristika zákazky**

V tejto časti je podrobne predstavená konkrétna zákazka, ktorá sa stala predmetom skúmania v tejto diplomovej práci. Popis územia, na ktorom sa zákazka nachádza, vrátane jeho špecifických vlastností a podmienok je tiež súčasťou tohto opisu. Ďalej je poskytnutý technický opis, ktorý zahŕňa informácie o charaktere priemyselných objektov, použitých technológiách a predpokladanom zložení stavebného odpadu.

### **8.2.1 Popis územia stavby**

Predmetný areál je situovaný v Juhomoravskom kraji, približne 20 km od mesta Brno, s vynikajúcou dopravnou dostupnosťou. Nachádza sa v izolovanej lokalite, vzdialenej od akejkoľvek zástavby, čo minimalizuje potencionálne negatívne vplyvy na okolité prostredie a obyvateľstvo. Budovy nemajú žiadne funkčné, konštrukčné, komunikačné alebo iné väzby na ponechávanú zástavbu, čo umožňuje ich úplné odstránenie bez akýchkoľvek obmedzení. Demolácia neovplyvňuje existujúce odtokové pomery, nakoľko sa nepredpokladá s rozsiahlymi zemnými prácami ani terénnymi úpravami.

Ide o bežnú zástavbu bez zvláštnej historickej, architektonickej alebo inej hodnoty, ktorá v priebehu svojej životnosti zaznamenáva niekoľko rekonštrukcií a čiastkových úprav. Podľa platného územného plánu sa areál nachádza v stabilizovanej zóne určenej pre výrobné a skladovacie plochy. Rovinatý terén, absencia ochranných pásiem, absencia prírodných či kultúrnych pamiatok zjednodušuje realizáciu projektu. Podľa povodňového plánu Ministerstva životného prostredia ČR nie je lokalita ohrozená povodňami ani zosuvmi pôdy.

V rámci areálu sa nachádza vonkajšia trafostanica s nadzemným vedením vysokého napätia. Z tohto dôvodu je nevyhnutné pri demolácii dodržiavať bezpečnostné opatrenia spojené s ochranným pásmom tohto vedenia.

### 8.2.2 Technický opis objektov

Areál pôvodného výrobného závodu pozostáva z viacerých objektov, ktoré tvoria jeden funkčný celok. Ide o objekty postavené približne v 3. štvrtine 20. storočia, ktoré sú z technologického hľadiska zastarané, energeticky neefektívne a už nevyhovujú súčasným požiadavkám na priemyselnú výrobu. Sú postavené z materiálov, ktoré zodpovedali dobe ich výstavby, a nevykazujú zásadné statické poruchy ohrozujúce stabilitu. Napriek tomu sa prejavujú známky degradácie a opotrebovania, najmä pri materiáloch s kratšou životnosťou, akými sú drevené konštrukcie, výplne otvorov, zámočnice a klampiarske prvky či vonkajšie povrchové úpravy. Obvodové konštrukcie nespĺňajú súčasné tepelno-technické ani energetické normy.

Nasledujúci popis stavebných objektov vychádza z projektovej dokumentácie priloženej v prílohe.

1. **Sauna:** Jednopodlažná budova obdĺžnikového pôdorysu s rozmermi 10,2 x 6,05 m a výškou 3,1 m. Nosný systém tvoria obvodové a niektoré vnútorné steny z tehlového muriva, pričom jedna z miestností má steny z drevenej konštrukcie. Stavba je založená na monolitických betónových základových pásoch. Strecha objektu je plochá so spádom smerujúcim do vnútorných vpustí, ktoré sú napojené na odvodňovací systém dažďovej vody. Krytina strechy je vyhotovená z asfaltových pásov. Na streche je osadený sedlový svetlík, ktorý zabezpečuje prirodzené osvetlenie a vetranie miestnosti s drevenou konštrukciou. Vonkajšia fasáda je upravená brizolitom. Sokel je obložený keramickými páskami a časť fasády dopĺňa drevený obklad. Interiérové povrchy sú upravené hladkou štukovou omietkou s maľbou, dreveným alebo keramickým obkladom, v závislosti od účelu jednotlivých miestností. Otvory objektu sú vyplnené drevenými konštrukciami s čírym presklením.
2. **Kamenárska dielňa a výroba armovacích košov:** Prízemná murovaná stavba je tvorená dvoma pozdĺžnymi traktami. Nosná konštrukcia pozostáva z montovaných oceľových priečných rámov, ktoré boli dodatočne obmurované škvarobetónovými tvárniciami. Každý trakt predstavuje jednodňovú halu s rovnakou šírkou, ale rôznou dĺžkou – západný trakt dosahuje dĺžku približne 67,7 m, zatiaľ čo východný trakt má dĺžku len 28,7 m. Výška oboch traktov v hrebeni je rovnaká, a to 4,4 m. Stĺpy rámu sú spojené so strešnými väzníkmi pomocou šraubových spojov, pričom väzníky

majú zalomený tvar, ktorý vytvára spád sedlovej strechy. Ocelové nosné konštrukcie sú kotvené do železobetónových základových pätiiek. Na strešné väzníky sú uložené ocelové väznice, ktoré nesú strešnú krytinu z trapézového plechu. Obvodové a vnútorné steny sú prevažne vyhotovené zo škarobetónových tvárnic, avšak niektoré časti môžu byť z plného tehlového muriva alebo iných materiálov. Západný trakt dopĺňa samostatná prístavba, ktorá má nosný stenový systém a sedlovú strechu krytú vlnitým plechom. Konštrukcie podhládov sú rôzneho prevedenia. Západný trakt má rovné podhlády z betónových panelov zavesených na ocelových nosníkoch. Vo východnom trakte podhlády čiastočne kopírujú tvar strechy. Podlahy sú betónové a súčasťou konštrukcie sú zapustené kanáliky na odvod technologických vôd, ktoré sa zhromažďujú v externých betónových nádržiach. Povrchy interiérových stien sú upravované hladkou vápennou omietkou s maľbou, prípadne keramickým obkladom v priestoroch s mokrymi procesmi. Výplne otvorov majú ocelovú konštrukciu s čírym sklom a parapetmi z brúseného terazza, zatiaľ čo v prístavbe sú použité profilované sklá. Ocelové dvojkrídlové vráta sú čiastočne zateplené, doplnené svetlíkmi. Dvere sú prevažne ocelové, jedнокrídlové a nezateplené. Klampiarske prvky na konštrukcii strechy sú zrekonštruované, vrátane odkvapových žľabov a dažďových zvodov. V úžľabí medzi traktami sú umiestnené vnútorné vpuste, ktoré odvádzajú dažďovú vodu do vnútorného kanalizačného systému.

3. **Sklad betonárskej ocele:** Objekt je jednolod'ová hala obdĺžnikového pôdorysu s rozmermi približne 25,7 x 8,4 m a výškou v hrebene 4,9 m. Nosnú konštrukciu tvorí montovaná ocelová konštrukcia, ktorej rámy sú spojené skrutkovými spojmi. Stabilita konštrukcie je zabezpečená diagonálnymi stužujúcimi nosníkmi. Stĺpy rámov sú ukotvené cez kotevné plechy na železobetónové pätky, ktorých vrchné časti presahujú úroveň terénu, čím je dosiahnutá vyššia svetlá výška objektu. Strešný väzník je tvorený nosníkom zalomeným v hrebene, ktorý vytvára spád strechy. Na strešných väzníkoch sú uložené ocelové strešné väznice, ku ktorým je pripevnená krytina z vlnitého plechu orientovaná v smere spádu strechy. Východné tri krajné polia haly sú otvorené, zatiaľ čo západné dve krajné polia sú po obvode opláštené vlnitým plechom. Opláštená časť je oddelená od otvorenej časti uzamykateľným ocelovým oplotením. Podlaha haly je celoplošne betónová.
4. **Hala betonárskych výrobkov:** Hala sa skladá z viacerých konštrukčne odlišných častí, ktoré tvoria jeden funkčný celok vyvíjajúci sa postupne. Dominantnou časťou je jednolod'ová hala s prefabrikovaným železobetónovým rámom a strešnými väzníkmi. K nej priliehajú murované

objekty, z rôznych stavebných materiálov, ako sú betón, škarobetón a tehla, s rôznymi typmi striech, od ocelových priehradových až po drevené sedlové. Konštrukčné riešenia jednotlivých častí sa líšia v závislosti od doby výstavby a účelu objektu. Základy sú prevažne monolitické železobetónové pásy, prípadne pätky. Všetky objekty majú vonkajšie a vnútorné povrchy upravené hladkou vápennou omietkou s maľbou. Na vybraných miestach sú použité keramické obklady a dlažby. Výplne otvorov pozostávajú z ocelových a drevených okien so zaskleným z číreho skla, časť otvorov je vyplnená sklobetónovými tvárnicami. Dvere a brány sú ocelové alebo drevené. Strechy jednotlivých objektov sú pokryté asfaltovými hydroizolačnými pásmi, trapézovým alebo vlnitým plechom. Všetky strechy majú odkvapové žľaby na odvod dažďovej vody, ktorá je odvádzaná na priľahlé spevnené plochy.

5. **Údržbárska dielňa a sklad:** Objekt je prízemný, nepodpivničený a pozostáva z rôznych menších prístavieb rôzneho veku. Všetky časti objektu majú nosný systém tvorený murovanými stenami z rôznych materiálov v závislosti od doby výstavby – betónových tvárnic, pálených tehál, škarových tvárnic a pórobetónových tvárnic. Podhl'ady sú tvorené stropmi alebo len konštrukciami zavesenými pod strechou. V niektorých častiach objektu je plocha podhl'adu tvorená strešným súvrstvom. Zastrešenie objektu je pultové alebo sedlové. Podlahy sú prevažne betónové, ale v niektorých miestnostiach sú drevené. Okná v celom objekte sú ocelové, so zaskleným čírym sklom. V niektorých prípadoch je výplň okien zo sklobetónových tvárnic. Vráta a dvere sú prevažne ocelové, niektoré so svetlíkom preskleným čírym sklom. V interiéri sú dvere prevažne drevené, vrátane zárubní. Všetky strechy sú zaobstarané odkvapovými dažďovými žľabmi so zvodmi, ktoré odvádzajú zrážkové vody na priľahlé spevnené plochy.
6. **Zastrešený sklad olejov:** Objekt predstavuje malú otvorenú ocelovú halu s pôdorysnou plochou zastrešenia približne 81,48 m<sup>2</sup> a výškou v hrebni 3,9 m. Konštrukčne ide o jednod'ovú halu rozdelenú na dve pozdĺžne polia. Nosná konštrukcia je montovaný ocelový rám. Strešný väzník má tvar, ktorý v hrebni vytvára spád sedlovej strechy. Nosné rámy sú spojené šraubovými spojmi na troch miestach. Ocelová konštrukcia je stužená diagonálnymi stužujúcimi prvkami. Stĺpy rámov sú kotvené do betónových pätiiek pod úroveň terénu. Na strešných väzníkoch sú uložené strešné väznice z ocelových profilov, na ktoré je kotvená v smere spádu strešná krytina z trapézového plechu. Konštrukcia skladu vykazuje známky rôznych zásahov a druhového použitia, ako napríklad úpravy navarenými plechmi v spojoch nosných rámov a chýbajúce stužujúce prvky. Objekt je otvorený, bez opláštenia, pričom časť prístrešku je ohradená ocelovou konštrukciou

s drôteným pletivom a uzatvárateľnou bránou. Plocha objektu je vybetónovaná a betónový sokel je vytvorený z cestných betónových obrubníkov. Manipulačná plocha je vyspádovaná do záchytnej nádrže, pričom dažďové zrážky zo zastrešenej plochy sú zachytávané odkvapovými žľabmi napojenými na dažďové zvody, ktoré odvádzajú vodu na prilahlé betónové plochy.

**7. Hala betónových a terazzo výrobkov:** Priemyslová prízemná budova o pôdorysnej ploche 40,0 x 18,8 m je tvorená dvoma hlavnými časťami – halovou časťou a prístavbou. Nosná konštrukcia jednodňovej halovej časti je skrytá, čo ju robí menej zreteľnou. Obvodové nosné steny sú pravdepodobne tvorené plnými pálenými tehľami. Nosná konštrukcia strechy je tvorená železobetónovými strešnými väzníkmi, pričom spády jeho horného líca tvoria spád strechy. Na strešné väzníky sú uložené prefabrikované strešné dosky, na ktoré je aplikovaná tepelná izolácia a hydroizolačná vrstva z asfaltových pásov. Pod väzníkmi je zavesený podhl'ad zo stropných dosiek opatrený vápennou omietkou. V priestoroch haly je umiestnený manipulačný mostový žeriav s nosnosťou 1 t, ktorého koľaje sú vynášané samotnou ocel'ovou konštrukciou, kotvenou do terénu pomocou ocel'ových stĺpov. Po celej dĺžke haly, 18,8 m, sa rozprestiera prístavba, ktorá má murované obvodové aj vnútorné deliace steny, pričom jej zastrašenie tvorí pultová strecha. Nosná konštrukcia tejto strechy je tvorená priečne uloženými ocel'ovými nosníkmi, na ktoré sú uložené pozdĺžne ocel'ové strešné väzníky, medzi ktoré je vložená tepelná izolácia obojsmerne krytá trapézovým plechom. Objekt je založený na plošných monolitických betónových základoch, predstavujúcich základové pásy a pätky. Vonkajšie aj vnútorné povrchy murovaných stien a konštrukcie podhl'adov sú opatrené vápennou omietkou, ktorá je natretá farbou. Podlahy sú tvorené monolitickými betónovými doskami. Okná sú ocel'ové, zasklené čírym sklom, pričom časť okien v prístavbe je vyplnená sklobetónovými tvárnicami. Vráta a dvere sú ocel'ové, dvojkrídlové a plné.

**8. Prístrešok pre bicykle:** Ocel'ový prístrešok pre bicykle s rozmermi 9,8 x 4,0 m a výškou v hrebeni približne 3,5 m. Konštrukcia je tvorená trojicou priamych rámov, pričom každý rám je tvorený dvojicou stĺpov. Stĺpy priečných rámov nesú zalomený strešný nosník, ktorý vytvára nesymetrickú sedlovú strechu. Vyššia rada stĺpov je umiestnená pod zalomeným strešným väzníkom, čím vytvára hrebeň strechy. Medzi krajnými nižšími stĺpmi je vymurovaná stena z pohľadového muriva z vápenno-pieskových tehál, ktorá súčasne slúži ako ohradenie areálu. Strešná krytina z vlnitého plechu je kotvená k pozdĺžnym strešným väzniciam, ktoré sú upevnené zhora

k zalomeným strešným väzňikom. Prístrešok, s výnimkou murovanej steny, nie je opláštený a zostáva otvorený smerom do areálu. Stĺpy prístrešku sú kotvené pomocou kotevných plechov k železobetónovým monolitickým pätkám. Plocha prístrešku je vybetónovaná.

9. **Administratívna budova:** Administratívna budova umiestnená pri hlavnom vstupe do areálu má jedno nadzemné poschodie a je čiastočne podpivničená. Pôdorys budovy má tvar obdĺžnika s jedným vystupujúcim krídlom, pričom jej maximálne rozmery sú približne 33,0 x 18,0 m. Výška nad terénom je približne 4,5 m. Konštrukčný systém je tvorený nosnými murovanými stenami z tehál, pričom v pivničnej časti sú steny murované, kombinované s betónom. Stropné konštrukcie sú zo železobetónu a realizované ako monolitické. Základy objektu tvoria železobetónové monolitické základové pásy. Budova je zastrešená plochou strechou, ktorá je po obvode ohraničená nízkou atikou. Sklon strechy je vedený k vnútorným vpustom napojených na dažďové zvody. Krytinu strechy tvoria asfaltové hydroizolačné pásy. Nad niektorými vstupmi do objektu sú umiestnené betónové markízy z hladkej drážkovej krytiny z pozinkovaného plechu. Vonkajšie povrchy budovy sú pokryté hladkou omietkou natretou maľbou. Sokel budovy je čiastočne obložený keramickými tehlovými páskami, zatiaľ čo hlavný vstup je obložený kamenivom. V interiéri sú steny aj stropy upravené hladkou štukovou omietkou pokrytou farbou. Z hygienických dôvodov sú v niektorých miestnostiach steny obložené keramickým obkladom. Podlahy sú rôznorodé – v suteréne betónové, keramické dlažby alebo terazzo dlaždice. Vonkajšie schodiskové stupne sú vyrobené z brúseného terazza. Otvory budovy sú vyplnené pôvodnými drevenými alebo ocelovými konštrukciami, osadenými čírym sklom. Drevené výplne tvoria hlavne okná a niektoré vonkajšie dvere, zatiaľ čo ocelové konštrukcie sa objavujú v širokých vstupných dverách, oknách a dverách v suteréne. Vnútorne dvere sú prevažne hladké, drevené, zasadené do ocelových zárubní. Vo vstupnej časti sú vymenené niektoré pôvodné drevené okná za plastové.

### 8.3 Predpoklady demolácie predmetnej zákazky

Z dôvodu neustále sa zvyšujúcich nárokov na moderné výrobné procesy a z dôvodu ekonomických výhod spojených s novou výstavbou, sa demolácia starých priemyselných objektov stáva čoraz častejším riešením. Práve likvidácia predmetného areálu poskytuje príležitosť na uvoľnenie priestoru pre výstavbu nových priemyselných objektov, ktoré budú zodpovedať moderným štandardom. Pri príprave na demoláciu predmetných objektov sa ukazuje, že nie je zachovaná pôvodná projektová dokumentácia. K dispozícii sú len čiastkové záznamy z neskorších úprav, ktoré nezohľadňujú rekonštrukcie striech a ďalšie úpravy realizované v priebehu prevádzky. V rámci predprojektových prác je potrebné

uskutočniť dôkladnú vizuálnu obhliadku, pri ktorej sa hodnotí technický stav a materiálové riešenie viditeľných konštrukcií a prvkov, ako aj geodetické zameranie objektov. Skryté konštrukcie, napríklad základy, vychádzajú z odborných inžinierskych odhadov, pričom je možné, že sa tieto predpoklady v priebehu samostatnej demolácie budú líšiť od skutočného stavu.

Pred demolačnými prácami musí byť vykonaný aj odborný prieskum materiálov, najmä na prítomnosť azbestu a iných nebezpečných látok. Prítomnosť azbestu nie je z prieskumu zistená, avšak vzhľadom na vek objektov je možná prítomnosť azbest-cementových materiálov, najmä v skrytých častiach strešných krytín. V objektoch, ich častiach ani v podlaži sa nepredpokladá prítomnosť žiadnych látok, ktoré by mohli kontaminovať životné prostredie. Tento fakt eliminuje environmentálne riziká a umožňuje bezpečnú realizáciu demolačných prác.

Demolácii predchádza vyprázdnenie objektov, demontáž technológií a dôkladné očistenie všetkých priestorov. Rozsah demolácie zahŕňa odstránenie nadzemných aj podzemných častí stavieb, vrátane infraštruktúry a spevnených plôch s celkovou výmerou približne 7 000 m<sup>2</sup>. Súčasťou areálu sú aj tri kusy otvorených kalových nádrží, dve podzemné betónové a jedna plastová nádrž na splaškové vody a studňa. Inžinierske siete v areáli zahŕňajú rozvody plynu, elektrickej energie a vody, ich presný stav a trasy však nie sú známe. Kanalizačná sieť sa podľa dostupných informácií v areáli nenachádza. Vzhľadom na očakávaný obmedzený rozsah podzemných konštrukcií, nie je pravdepodobné, že vzniknú hlboké priehlbne a celá plocha bude zrovnaná podľa okolitého reliéfu.

Pri odstraňovaní stavieb vzniká značné množstvo demolačných materiálov rôznych druhov, ktoré súvisia s rozsahom a povahou použitých konštrukcií a materiálov. Demolačné práce sú vykonávané postupmi, ktoré maximalizujú opätovné využitie alebo recykláciu vzniknutých materiálov. Dôraz sa kladie na postupnú demontáž a separáciu, čím sa minimalizuje objem nepoužitého odpadu. Výsledným zostatkovým produktom by mala byť stavebná sutina vhodná na recykláciu v stavebníctve.

Vzniknuté odpady objektov sú rozdelené do niekoľkých základných skupín podľa ich charakteru na základe *Katalógu odpadov*. Odhad ich množstva je len orientačný a vychádza z rozsahu plánovaných prác.

Katalógové číslo	Názov odpadu	Kategória	Spôsob nakladania s odpadom	Množstvo [t]
<b>17 01</b>	<b>Betón, tehly, tašky a keramika</b>			<b>7 584,66</b>
17 01 01	Betón	0	Skládka alebo recyklácia	5 976,98
17 01 02	Tehly	0	Skládka alebo recyklácia	1 523,02
17 01 07	Zmesi alebo oddelené frakcie betónu, tehál, tašiek a keramických výrobkov neuvedené pod číslom 17 01 06	0	Skládka alebo recyklácia	84,66
<b>17 02</b>	<b>Drevo, sklo a plasty</b>			<b>27,23</b>
17 02 01	Drevo	0	Materiálové alebo	12,41
17 02 02	Sklo	0	Recyklácia	12,29
17 02 03	Plasty	0	Materiálové využitie	2,53
<b>17 03</b>	<b>Asfaltové zmesi, decht a výrobky z dechtu</b>			<b>3,95</b>
17 03 02	Asfaltové zmesi neuvedené pod číslom 17 03 01	0	Skládka alebo recyklácia	3,95
<b>17 04</b>	<b>Kovy</b>			<b>44,16</b>
17 04 01	Meď, bronz, mosadz	0	Materiálové využitie	0,42
17 04 02	Hliník	0	Materiálové využitie	0,63
17 04 05	Železo a oceľ	0	Materiálové využitie	39,86
17 04 07	Zmiešané kovy	0	Materiálové využitie	1,00
17 04 11	Káble neuvedené pod číslom 17 04 10	0	Materiálové využitie	2,25
<b>17 05</b>	<b>Zemina (vrátane vyťaženej zeminy z kontaminovaných miest), kamenivo, vyťažená jalová hornina a hlušina</b>			<b>1 502,82</b>
17 05 04	Zemina a kamenivo neuvedené pod číslom 17 05 03	0	Skládka	1 502,82
<b>17 06</b>	<b>Izolačný materiál a stavebné materiály s obsahom azbestu</b>			<b>1,25</b>
17 06 04	Izolačné materiály neuvedené pod číslami 17 06 01 a 17 06 03	0	Skládka alebo recyklácia	1,25
<b>17 09</b>	<b>Iné stavebné a demolačné odpady</b>			<b>2,65</b>
17 09 04	Zmiešané stavebné a demolačné odpady neuvedené pod číslami 17 09 01 a 17 09 03	0	Skládka alebo recyklácia	2,65
<b>20 03</b>	<b>Ostatné komunálne odpady</b>			<b>6,44</b>
20 03 01	Zmiešaný komunálny odpad	0	Spaľovňa alebo skládka	4,44
20 03 99	Komunálny odpad bližšie neurčený	0	Spaľovňa alebo skládka	2,00

**Tabuľka 2 – Predpoklady vzniku odpadov pri demolácii priemyselného areálu, vlastné spracovanie**

Stavebná sutina vznikajúca v priebehu demolačných prác, obsahuje materiály vhodné na recykláciu a opätovné využitie v stavebnom priemysle. Vzhľadom na použitie tehlových a betónových konštrukcií pri výstavbe budov je tento druh odpadu objemovo dominantný. Do tejto kategórie spadajú odpady z demolácie základových konštrukcií, železobetónových a betónových konštrukcií, z monolitických betónových podláh, vonkajších schodísk a ďalších plôch. Materiály sú postupne získavané počas demolačných prác a priebežne odvážané z dôvodu zamedzenia ich zhromažďovania. Manipulácia s nimi je realizovaná prevažne strojnou technikou, pričom väčšie kusy je potrebné upraviť na menšie časti vhodnejšie na prepravu. Počas úpravy stavebnej sutiny je potrebné separovať kovové prvky, ako napríklad betonárska výstuž, kovové potrubie či oceľové stužujúce prvky. Zložky ako betón, pálené tehly, malta či obklady a dlažby na báze keramiky alebo betónu budú zaradené do skupiny vhodnej na ďalšiu recykláciu. Základné spracovanie sutiny slúži výhradne na uľahčenie nakládky a prepravy na určené miesto finálneho spracovania. Výsledný recyklovaný materiál je primárne určený na zásypy alebo podsypy.

Drevo je v demolovaných stavbách zastúpené v obmedzenom rozsahu, najmä drevenými oknami, dverami, obkladmi a podlahami. Ďalším významným zdrojom dreva sú drevené stropy a zastrešenie niektorých z objektov. Pri demolácií sú drevené prvky dôkladne separované. Časť materiálov, akými sú dverové krídla, okná, obklady, zabudovaný nábytok a truhlárske výrobky, sú odstránené pred začatím samotnej demolácie. Masívne drevené prvky, krovy a stropné trámy sú v priebehu demolačných prác separované mechanickými prostriedkami. Neporušené masívne prvky budú vytriedované na opätovné použitie. Ostatné vhodné drevené materiály sú prednostne určené na energetické zhodnotenie, čím sa znižuje ich environmentálny dopad a umožní sa ich materiálové zhodnotenie.

Odpad zo skla pochádza prevažne z demontáže presklených výplní otvorov, akými sú okná a presklené dvere. V niektorých objektoch sa vyskytujú aj sklobetónové konštrukcie vytvorené zo sklenených štvorcových tvárnic. K sklenenému odpadu môžu patriť aj ďalšie prvky, ak sa v demolovaných objektoch objavia, napríklad kryty svietidiel. Pri triedení tohto druhu odpadu je potrebné dbať na to, aby sa neznečistil odpadom, ktorý nie je vhodný na recykláciu, ako napríklad porcelán alebo sklo obsahujúce nebezpečné látky. Sklený odpad, ktorý je vhodný na recykláciu, je vytriedený a odovzdaný na ďalšie spracovanie ako druhová surovina. Sklo, ktoré nie je možné recyklovať, je bezpečne ukladané na skládky určené pre tento druh odpadu.

Plastové materiály sa v demolovaných budovách vyskytujú v rôznych formách a typoch. Medzi najčastejšie sa vyskytujúce patria plastové okenné rámy, PVC podlahové krytiny, soklové a ochranné lišty, zásuvkové krabice a vnútorné potrubné systémy. V priebehu likvidácie sú plasty separované podľa možnosti ich ďalšieho spracovania. Časť z nich sa využíva na energetické zhodnotenie, zatiaľ čo zvyšok, ktorý nie je recyklovateľný, je uložený na skládku.

Zastúpenie kovov v likvidovaných stavbách je rôznorodé. Prevažujú hlavne železné kovy, predovšetkým oceľ, využívaná vo forme nosných konštrukcií niektorých objektov, výstuže železobetónu, technologických zariadení či rámov dverí. Neželezné kovy, ako hliník a meď, sa vyskytujú v menšom rozsahu, napríklad v lištách, krycích plechoch, v kovaní a elektrických kábloch. Počas demolačných prác sa kovové materiály triedia podľa druhu, pričom nenosné prvky sa odstraňujú pri demontáži a nosné konštrukcie spoločne s výstužou sa separujú zo stavebnej sutiny. Recyklovateľné kovy sa prednostne odovzdávajú na ďalšie spracovanie.

Materiály s obsahom asfaltu sa v demolovaných objektoch nachádzajú najmä vo forme asfaltových hydroizolačných pásach v spodných častiach stavieb

a na strechách, vrátane rôznych druhoch lepeniek a asfaltových náteroch. Tieto prvky sú po separácii ukladané na príslušnú skládku odpadov.

Izolácie z minerálnych vlákien, ako minerálna a sklená vata, vyskytujúce sa v tepelnoizolačných vrstvách stropov, potrubíach a doskových izoláciách, sú rovnako ako materiály s obsahom asfaltu rozobraté a ukladané na skládku, pričom je potrebné overiť prítomnosť azbestu.

Materiály s obsahom azbestu sa pri predbežnej obhliadke nenašli, avšak vzhľadom na vek budov je pravdepodobné, že sa takéto materiály, napríklad azbest-cementové rúry objavia. Zaobchádzanie s nimi musí prebiehať v súlade s legislatívou a špecifickými predpismi na bezpečné odstránenie, manipuláciu a likvidáciu nebezpečného odpadu.

Medzi ostatnými odpadmi, ktoré sa môžu objaviť pri demolácii, sa predpokladá minimálny výskyt prvkov z gumy alebo iných materiálov.

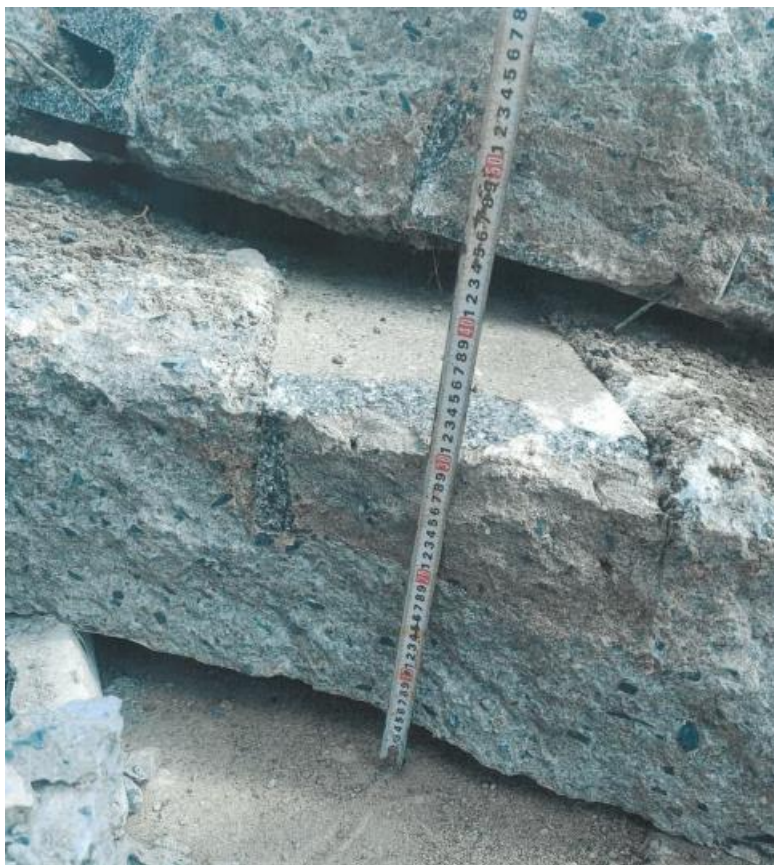
Neočakáva sa výskyt nebezpečného odpadu, okrem už identifikovaných odpadov obsahujúci azbest alebo žiariviek s obsahom ortuti, aj tie len v obmedzenom množstve.

#### **8.4 Realizácia demolačných prác**

Celý proces demolácie je realizovaný špecializovanou subdodávateľskou firmou najatou „Spoločnosťou ABC“. Činnosti tohto dodávateľa zahŕňajú likvidáciu priemyselného areálu s dôrazom na triedenie a recykláciu vzniknutého stavebného odpadu. Súčasne vykonávali aj rozsiahle hrubé terénne úpravy, ktoré začínajú vyčistením a odstránením vegetácie. Po demolácii existujúcich objektov nasledujú výkopové práce v zeminách prvej triedy a tvorba násypov hutnených do vrstiev s hrúbkou 300 mm. Na zhutnenej zemnej pláni s požadovanou nosnosťou je realizované násypové teleso s použitím demolačného recyklátu. Firma ďalej zabezpečuje osadenie káblov do betónového žľabu vrátane jeho zakrytia a vloženie dvoch rezervných chráničiek. Celý proces je ukončený finálnou kontrolou kvality a úpravou povrchu, čím je zabezpečená stabilita a pripravenosť terénu na ďalšiu výstavbu. Napriek odbornému prístupu a využívaniu špecializovanej techniky subdodávateľskej firmy je možné, že sa počas likvidácie objavia potencionálne odchýlky od pôvodných predpokladov.

Najväčším problémom sú vzniknuté rozdiely v objeme získaného recyklovaného materiálu, ktoré sú väčšie než sa očakávalo. Tieto rozdiely sú spôsobené nedostatkom projektovej dokumentácie v prípravnej fáze, čo výrazne obmedzilo presné plánovanie rozsahu prác a odhad množstva materiálov. Hoci kvalita materiálov sa zdá byť v súlade s predpokladmi, vyšší objem si vyžaduje dodatočné

úpravy a zvýšenú náročnosť na logistiku a separáciu, čo spôsobuje navýšenie finančných nákladov. Na tomto fakte sa značne podieľa skutočnosť, že hrúbka 7 000 m<sup>2</sup> vonkajších betónových plôch je výrazne väčšia, než pôvodne odhadovaných 150 mm. Tento odhad je založený na bežných stavebných postupoch a predpokladaných technických požiadavkách na pôvodný areál. V reálnom prevedení však dochádza k výrazným odchýlkam skutočnej hrúbky týchto plôch, ktorá v niektorých miestach presahuje aj dvojnásobok predbežného odhadu.



**Obrázok 4 - Betónový odpad vzniknutý pri demolácii priemyselného areálu, vlastné spracovanie**

Príčinou týchto rozdielov nie je len absencia projektovej dokumentácie, ale aj nepresnosti pri realizácii betónovej plochy, nedostačujúce kontrolné mechanizmy a nedbalejší prístup k dodržiavaniu konštrukčných postupov v minulosti. Hlavným dôvodom tejto skutočnosti je fakt, že priemyselný areál predmetnej zákazky je bývalý areál betonárne, a tak sa na rôznych miestach nachádzajú zvyšky nevyužitého betónu v podobe hrubších betónových plôch alebo rôznych podzemných telies, ktoré nemajú žiadne technické opodstatnenie.

Táto odchýlka nielenže spôsobuje zvýšenie množstva betónového odpadu o skoro 1 884 t, ale stáva sa aj finančne náročnejšou.



**Obrázok 5- Betónový odpad vzniknutý pri demolácii priemyselného areálu, vlastné spracovanie**

Obe tieto fotografie zobrazujú priečne rezy rôznych častí betónových plôch, ktoré odhalili neočakávané viacvrstvé zloženie. Síce sa vrchná vrstva približuje k predpokladanej homogénnej betónovej doske s hrúbkou približne 150 mm, je zreteľné, že konštrukcia pozostávala z ďalších dvoch až troch vrstiev. Na prvom obrázku je zobrazená kombinácia s betónovými dlaždicami, za ktorými nasleduje hrubá vrstva betónovej dosky, ktorá pravdepodobne slúži ako pôvodná nosná konštrukcia.

Poslednú vrstvu predstavuje neidentifikovateľný tmavší a menej súdržný materiál, ktorý vykazuje najväčšie známky degradácie. Na obrázku č. 6 sa pod betónovou doskou nachádza kombinácia rozdielne starých betónových dosiek, na ktorých sú zreteľné dutiny a praskliny, ktoré poukazujú na nesúdržnosť materiálu. Na snímke sa nachádza aj zvislý betónový prvok, ktorý nepredstavuje konštrukciu základu, ale ako už bolo spomenuté, z konštrukčného hľadiska ide o nefunkčný prvok bez akéhokoľvek využitia. Tento prvok mal pomerne zachovalú štruktúru.



**Obrázok 6 - Betónový odpad vzniknutý pri demolácii priemyselného areálu, vlastné spracovanie**

Okrem toho sa objavujú aj menšie výzvy, ako efektívne oddelenie jednotlivých materiálov a riešenie neočakávaných skrytých konštrukcií, akými sú staré základy.

Subdodávateľská firma však v priebehu celej realizácie preukazuje flexibilitu a odborné skúsenosti, čo výrazne pomáha prekonať tieto problémy.

## **8.5 Materiálové zhodnotenie demolačných prác**

Stanovené ciele v oblasti recyklácie a minimalizácie odpadu sú napriek ťažkostiam dosahované, čo potvrdzuje dôležitosť spolupráce s profesionálnou subdodávateľskou firmou pri realizácii demolačných prác.

### **8.5.1 Násypové teleso pod podlahu**

Betón je v súčasnosti najpoužívanejším stavebným materiálom na svete a jeho produkciou sa výrazne prispieva k environmentálnym problémom, akými sú klimatické zmeny a energetická náročnosť. Tento fakt viedol spoločnosť k preskúmaniu možností recyklácie a opätovného využitia betónu z demolovaných objektov a stavebných prvkov, pričom sa zistilo, že stredne veľká frakcia betónového recyklovaného materiálu môže byť využitá ako alternatíva štrku pri realizácii podkladových a podsypových vrstiev. V tomto prípade proces recyklácie zahŕňa drvenie betónového odpadu na sutinu.

Pred začiatkom demolačných prác sa predpokladalo, že sa časť betónovej druhovej suroviny využije pri výstavbe a zvyšné množstvo bude ponechané na pozemkoch investora. Aj napriek vyššiemu množstvu vyprodukovaného betónového odpadného materiálu, sa prekvapivo zistilo, že tento objem nepostačuje na pokrytie všetkých materiálových požiadaviek projektu. Všetok dostupný betónový druhový materiál je následne používaný v rámci stavebných prác ako násypové teleso pod podlahu nového priemyslového objektu, pričom v dôsledku zvýšených nárokov na projekt je potrebné dodatočne dokúpiť kamenivo. Násypové teleso je vytvorené zmiešaním betónovej druhovej suroviny frakcie 0 – 63 mm s drveným kamenivom frakcie 0 – 32 mm používaného ako finálnej vrstvy násypového telesa.

Vzhľadom k prípravám realizácie tohto technologického zámeru je potrebné pripraviť vhodné podložie, a tak zrealizovať geologický prieskum, ktorý zahŕňa štyri vrty s hĺbkou 4 – 12 metrov. V rámci tohto prieskumu sú identifikované dve základné vrstvy. Prvou z nich je vrstva navážok, ktorá nie je vhodná do násypov vzhľadom na ich nerovnomernú hrúbku a zloženie. Z tohto dôvodu je nevyhnutné túto vrstvu odstrániť a nahradiť ju vhodnejším materiálom. Druhá vrstva predstavuje ílovitú pôdu (trieda F6 – CI) s vysokou plasticitou a s nepriaznivými mechanickými vlastnosťami, akými sú vysoká pórovitosť a nebezpečná náchylnosť na mráz. Tento druh zeminy je vhodný do násypov, ale doporučuje sa ich úprava pridaním hydraulického spojiva, prípadne náhrada zeminy vhodným materiálom. Po odstránení nevhodného násypového telesa je nutné zabezpečiť zhutnenie podložia a minimalizovať pohyb ťažkej techniky po odkrytej pláni. Realizácia násypového telesa prebieha postupne po vrstvách so začiatkom od najnižšej časti

predmetného územia. Po vysypaní každej vrstvy sa násyp hutní vibračnými valcami (hmotnosť 10 t) a vibračnými doskami (hmotnosť 0,5 t) pri rýchlosti 2 – 5 km/h, pričom hutnenie prebieha krížovým spôsobom s minimálnym presahom 0,3 m. Každá vrstva je vždy podrobená kontrole zhutnenia statickou zaťažovacou doskou s cieľom dosiahnuť požadovanú hodnotu modulu deformácie  $E_{def.2} \geq 80$  MPa a pomer  $E_{def.2} / E_{def.1} \leq 2,1$ . Záverečné vyrovnanie hrúbky 20 mm je vyhotovené drveným kamenivom.

Uplatnený technologický postup umožňuje dosiahnutie požadovaných parametrov z hľadiska zhutnenia a stability podlahovej konštrukcie. Hutnenie a pravidelná kontrola modulov deformácií v priebehu realizácie zaručujú dlhodobú spoľahlivosť a odolnosť nosných vrstiev podlahy nového priemyslového objektu voči prevádzkovým zaťaženiam.

Jednou z hlavných výhod tohto technologického postupu realizácie násypového telesa je efektívne využitie betónovej druhovej suroviny. Týmto prístupom sa minimalizuje množstvo stavebného odpadu, ktorý by inak skončil na skládkach, a zároveň sa znižuje spotreba ťažby nových prírodných surovín. Opätovné využitie recyklovaného betónu prináša aj ekonomické výhody, ako sú úspory nákladov na likvidáciu odpadu a redukcia poplatkov za správu odpadu. Recyklácia odpadu podporuje princípy obehového hospodárstva a prispieva k znižovaniu uhlíkovej stopy stavebného procesu, najmä ak sú recyklované materiály získavané z lokálnych zdrojov, tak ako je v tomto prípade. Taktiež sú optimalizované zemné práce a stabilizované podložie, čím sa predlžuje životnosť stavby a predchádza sa budúcej sanácii, ktorá by znamenala ďalšie materiálové a energetické nároky. Opätovné použitie recyklovaného betónu prináša aj ekonomické výhody, akými sú úspory nákladov na likvidáciu odpadu a redukciu poplatkov za správu odpadu.

Nevýhodou tohto postupu môže byť rôznorodá kvalita betónového recyklátu, čo si vyžaduje dôslednú kontrolu a testovanie na dosiahnutie požadovaných mechanických vlastností. Okrem toho môže realizácia zemných prác a hutnenia spôsobovať prašnosť a hluk v okolí, čo predstavuje krátkodobý negatívny vplyv.

Napriek týmto nevýhodám je technologický postup vo svojej podstate ekologicky prínosný. Využívanie recyklovaných materiálov znižuje environmentálnu záťaž, podporuje udržateľné nakladanie so stavebným a demolačným odpadom a prispieva k ochrane prírodných zdrojov, čím spĺňa základné ciele moderného odpadového hospodárstva v stavebnom priemysle.

### **8.5.2 Nakladanie s ostatnými demolačnými odpadmi**

Pri demolačných prácach vzniká aj množstvo iných druhov stavebného odpadu, ktoré je potrebné adekvátne spracovať a zlikvidovať v súlade so *Zákomom*

*o odpadoch* a jeho aktuálnymi ustanoveniami. Za zneškodnenie zodpovedá špecializovaná firma, ktorá dodržiava všetky zákonné predpisy a postupy pre bezpečnú likvidáciu nebezpečných odpadov a kontaminácie.

V rámci nakladania s týmito odpadmi sú jednotlivé druhy odpadu spracované v súlade s očakávanými spôsobmi ich likvidácie a ďalšieho využitia, napriek tomu v niektorých prípadoch dochádza k odchýlkam. Podobne ako pri odpade z betónových konštrukčných prvkov, aj pri ostatných materiáloch sa ukazuje, že reálne množstvo odpadu je vyššie, než sa pôvodne predpokladalo, hoci tieto rozdiely nie sú až také výrazné.

V prípade odpadu z tehlových konštrukcií (kód 17 01 02) dochádza k nárastu množstva odpadu oproti pôvodným predpokladom, pričom skutočný objem dosahuje 2,457 t. Nakoľko investor nepočíta s využitím tohto odpadu v rámci realizácie nového objektu, je spracovávaný neštandardným spôsobom. Neznáma špecializovaná stavebná spoločnosť sa zaviazala k odvozu odpadu na vlastné náklady a k jeho následnému materiálovému zhodnoteniu. Tento postup zohľadňuje princípy obehového hospodárstva a prispieva k zvýšeniu recyklácie a opätovnému využívaniu stavebných a demolačných materiálov. Pri nakladaní so zmiešaným stavebným odpadom a oddelenými frakciami betónu, tehál, tašiek a keramických výrobkov (kód 17 01 07) je prioritou opätovné využitie alebo recyklácia. V prípadoch, keď nie je možné jednotlivé zložky odpadu dostatočne oddeliť, je tento odpad ukladávaný na skládku, pričom sa skládkovanie považuje za poslednú možnosť. Tieto prístupy podporujú princípy obehového hospodárstva a minimalizujú environmentálne dopady stavebnej činnosti.

Drevo (kód 17 02 01), vzhľadom na svoju zhoršenú kvalitu, je spaľované bez energetického využitia priamo na stavenisku. Tento spôsob spracovania má za následok stratu potenciálu na materiálové zhodnotenie, zvýšenie emisií skleníkových plynov a narušenie princíпов obehového hospodárstva. Ešte pred samotnou demoláciou sa opatrne demontujú všetky sklenené prvky (okná, dvere), ktoré sa následne uložia na vyhradené miesto do označených kontajnerov. Následne je tento sklenený odpad (kód 17 02 02) odvážaný do zariadení špecializujúcich sa na jeho recykláciu. Plastový odpad (kód 17 02 03), zahrňujúci najmä PVC okná a potrubia, sa identifikuje a vyseparuje už v počiatočných fázach procesu demolácie. Odstránenie prebieha manuálne, aby sa minimalizovalo ich poškodenie a znečistenie inými odpadmi. Oddelený plast na skladuje v označených kontajneroch, odkiaľ sa prepravuje do recyklačných zariadení. Recyklácia skleneného a plastového odpadu nielenže znižuje množstvo odpadu ukladávaného na skládky, ale podporuje aj princípy obehového hospodárstva a plnenia legislatívnych cieľov znižovania environmentálnej záťaže.

Asfaltové zmesi, decht a výrobky z neho (kód 17 03) sú mechanicky odstraňované a zhromažďované na vyhradených miestach z dôvodu zabránenia kontaminácii s inými odpadmi. Potom sa prepravuje do zariadení na recykláciu, kde sa drví, čistí a spracováva. Tento postup podporuje opätovné využitie asfaltových odpadov, čím je minimalizovaná potreba ťažby nových surovín a prispieva sa k maximalizácii využitia existujúcich stavebných materiálov.

Všetky druhy kovového odpadu (kód 17 04) sú materiálovo zhodnocované, čo predstavuje efektívne a environmentálne zodpovedné riešenie. Kovové prvky sa demontujú manuálne alebo mechanicky, pričom je dbané na minimalizáciu ich poškodenia a kontaminácie s inými materiálmi. Oddelený odpad sa skladuje na vyhradených miestach a preváža sa do zariadení na spracovanie tohto odpadu. Recyklácia kovov, napríklad železa, hliníku alebo medi sa stáva kľúčovým faktorom znižovania negatívneho dopadu na životné prostredie a ľudské zdravie. Spracovanie kovového odpadu metódami tavenia je zásadné pre opätovné využitie týchto odpadov a znižovanie spotreby primárnych surovín. Recyklácia kovov nielenže šetrí prírodné zdroje, ale taktiež znižuje emisie ťažkých kovov spojených s ich ťažbou a prvotným spracovaním, čím sa prispieva k udržateľnému priemyselnému rozvoju a ochrane zdravia. [53]

Zemina (kód 17 05) tvorí významnú časť vzniknutého odpadu. Čistá a nekontaminovaná zemina je využitá na spätné zásypy a terénne úpravy. Pred samotným využitím je potrebné zeminu prekátrovať, čo znamená jej preosiatie za účelom odstránenia nežiadúcich častíc, akými sú zvyšky stavebných materiálov, kamene, korene alebo iné nečistoty. Preosiatá zemina má homogénne zloženie a lepšie vlastnosti (zhutniteľnosť, zrnitosť) na ďalšie použitie. Tieto postupy minimalizujú environmentálnu záťaž a umožňujú hospodárne využitie prírodného zdroja, čím prispieva k udržateľnému nakladaniu s odpadom.

Pôvodné odhady týkajúce sa množstva izolačného odpadného materiálu (kód 17 06) sa ukazujú ako nepresné. Skutočné množstvo je o 42,77 t vyššie ako sa očakávalo. Vzhľadom na znečistenie materiálu je nutné uložiť ho na špecializovanú skládku stavebných odpadov. Zaobchádzanie s týmto druhom odpadu musí prebiehať v súlade s prísnyimi environmentálnymi predpismi. Oddelenie, správne označenie a uskladnenie v bezpečných podmienkach sú nevyhnutnými krokmi pre zaistenie ochrany životného prostredia, prípadne ľudského zdravia. Spracovanie tohto odpadu sa realizuje v špecializovaných zariadeniach vybavených technológiami na bezpečné zneškodnenie.

Ostatné zmiešané stavebné a demolačné odpady (kód 17 09 04) sú uložené na skládku pre špecializovaný stavebný odpad. Recyklácia sa v tomto prípade

posudzuje ako nevhodná možnosť spracovania odpadu, z dôvodu náročnej realizácie priamo na mieste demolačných prác. Tento spôsob spracovania si vyžaduje dôkladné triedenie jednotlivých materiálov priamo na stavenisku, čo je časovo aj organizačne náročné, najmä pri zmiešaných odpadoch. Tieto faktory by výrazne predĺžili dobu realizácie likvidácie objektov, a preto je uloženie odpadu na skládku považované ako praktickejšia a rýchlejšia alternatíva, hoci tento spôsob neprispieva k princípom obehového hospodárstva. Pôvodné predpoklady počítali s množstvom 6,44 t tohto odpadu. Avšak v priebehu realizácie demolačných prác dochádza k výraznému navýšeniu objemu odpadu, ktorý nakoniec dosahuje 19,64 t.

Pre ostatný komunálny odpad (kód 20 03) – papier, plastové obaly, textílie, je potrebné zabezpečiť správnu separáciu. Tento odpad je najskôr triedený na mieste vzniku, sa jednotlivé materiály oddeľujú do rôznych nádob alebo kontajnerov. Odpady, ktoré sú vhodné na recykláciu, sa prepravujú do zariadení na ich ďalšie spracovanie. Ak nie je možné odpad separovať, odváža sa na skládku, kde je následne uložený. Tento prístup zohľadňuje potrebu minimalizácie zaťaženia životného prostredia tým, že je skládkovanie zvolené len ako krajné riešenie.

## **8.6 Alternatívne riešenia**

Pri riešení problematiky stavebného odpadu a jeho ďalšieho využitia sa uvažuje aj s alternatívnymi prístupmi, ktoré k danej téme pristupujú rôznorodými spôsobmi. Niektoré z nich sa zameriavajú na maximalizáciu využitia stavebného odpadu, čím môžu nahradiť alebo doplniť využitie betónovej druhovej suroviny. Iné prístupy, v tomto prípade spevnenie zemin hydraulickými spojivami, využívajú úplne nové materiály a technológie, ktoré nie sú založené na opätovnom používaní stavebného odpadu.

Oba prístupy majú svoje výhody a nevýhody, pričom ich výber závisí od špecifických podmienok projektu. Opätovné využitie recyklovaných materiálov je vhodné pre projekty zamerané na udržateľnosť a redukciu odpadu, zatiaľ čo technológia pridania hydraulických spojív do zemin poskytuje univerzálnejšie riešenie pre nepriaznivé geologické podmienky. Táto kapitola predstavuje prehľad dvoch alternatívnych prístupov, s ktorými sa uvažuje pri realizácii predmetnej zákazky. Sú analyzované aj výhody a nevýhody týchto alternatívnych prístupov, ktoré vedú k finálnemu rozhodnutiu.

### **8.6.1 Betónovo-tehlové násypové teleso pod podlahu**

Na začiatku projektu je zvažovaná možnosť využitia betónového recyklovaného materiálu v kombinácii s tehlovým na vytvorenie násypového telesa pod podlahu, čo by prispelo k efektívnemu spracovaniu širšej škály stavebného odpadu a minimalizácie jeho množstva na skládkach.

Recykláciou stavebného odpadu skupiny 17 01 sa získavajú cenné suroviny na výrobu betónových a tehlových zmesí. Norma ČSN EN 206+A2 poskytuje podrobný návod, ako tieto suroviny správne využiť. Definuje totiž nielen minimálny a maximálny podiel druhových surovín v zmesi, ale zároveň stanovuje aj najvyššie prípustné hodnoty zastúpenia jednotlivých materiálov vo výslednej zmesi. Keďže vlastnosti, akými sú pevnosť a pružnosť, sú priamo ovplyvnené podielom a typom použitých recyklovaných surovín, je potrebné ich množstvo aj druh starostlivo zvoliť v závislosti od konkrétneho využitia výslednej zmesi. [54]

Technologický postup realizácie násypového telesa je v zásade rovnaký pri používaní betónovo-tehlovej aj čisto betónovej druhovej suroviny, líši sa iba zloženie zmesi. V prípade kombinácie betónového a tehlového materiálu sa zmes pripravuje zmiešaním 70 % betónového a 30 % tehlového materiálu vo frakcii 0 – 63 mm, pričom na finálnu úpravu sa používa drvené kamenivo frakcie 0 – 32 mm. Pred samotnou realizáciou sa vykonáva odstránenie nevhodného podlažia a jeho nahradenie stabilnejším materiálom, čím je zabezpečená vhodná základová vrstva. Následne sa jednotlivé vrstvy násypu zhutňujú vibračnými valcami a doskami krížovým spôsobom, v priebehu toho sa vykonáva aj priebežná kontrola. Celý proces je zameraný na dosiahnutie požadovaných mechanických parametrov zhutnenia, konkrétne modulu deformácie z druhého zaťažovacieho stupňa statickej zaťažovacej skúšky ( $E_{def,2}$ ) a pomeru modulov deformácie z druhého a prvého stupňa ( $E_{def,2}/E_{def,1}$ ), čo garantuje stabilitu a dlhodobú odolnosť podlahovej konštrukcie voči prevádzkovým zaťaženiám.

Použitie tehlového materiálu ako násypového telesa pod podlahu však so sebou nesie určité riziká, ktoré je potrebné zohľadniť. Medzi tieto riziká patrí najmä nižšia pevnosť a odolnosť voči zaťaženiu a vysoká nasiakavosť tehly, ktorá môže viesť k degradácii materiálu pri kontakte s vlhkosťou. Tehlová surovina je taktiež citlivá na chemické reakcie v prípade nečistôt. Na predídenie týchto problémov je nevyhnutné dôkladné testovanie a triedenie materiálu, správne navrhnuté odvodnenie pozemku, kombinácia s pevnejším materiálom a prípadná stabilizácia hydraulickými spojivami.

Napriek týmto obmedzeniam má technológia využitia betónovo-tehlovej zmesi významné environmentálne a ekonomické výhody. Recyklácia stavebného odpadu prispieva k zníženiu množstva odpadu na skládkach a šetrí prírodné suroviny, čím podporuje princípy cirkulárnej ekonomiky. Zníženie uhlíkovej stopy a nákladov na likvidáciu odpadu zároveň prispieva k udržateľnosti stavebných procesov. Pri dodržaní správnych technologických postupov je možné dosiahnuť stabilné a dlhodobo spoľahlivé nosné vrstvy, ktoré spĺňajú požiadavky na zaťažiteľnosť a odolnosť priemyslových podláh.

Spracovaný odborný posudok potvrdzuje vhodnosť využitia kombinácie týchto materiálov, pričom zdôrazňuje ekologické a ekonomické výhody, ako sú zníženie ťažby prírodných surovín a podpora obehového hospodárstva. Napriek pôvodným úvahám, investor zamietá použitie betónovo-tehlovej druhej suroviny z dôvodu obáv z potencionálne rôznohodej kvality zmesi, a preto je zvolené použitie homogénneho betónového materiálu, ktorý je v jeho očiach spoľahlivejšou alternatívou.

### **8.6.2 Zemina upravená hydraulickými spojivami**

Stabilizácia zemín pomocou hydraulických spojív je druhou zo spomínaných alternatív. Hoci táto metóda umožňuje rýchle a efektívne spevnenie pôdy, jej environmentálne dopady sú horšie ako v prípade opätovného využitia betónového odpadu. V rámci spracovanej štúdie sú analyzované špecifické podmienky predmetného miesta realizovanej zákazky, ako aj geotechnické vlastnosti zeminy. Táto podkapitola sa zameriava na komplexné zhodnotenie technologického postupu úpravy zeminy hydraulickými spojivami, vrátane výhod a nevýhod, ktoré viedli k rozhodnutiu upustiť od jeho realizácie.

Spevnenie zemín hydraulickými spojivami predstavuje modernú a efektívnu metódu, umožňujúcu stabilizáciu a zlepšenie mechanických vlastností zeminy aj v nevyhovujúcich stavebných podmienkach. Táto technológia je založená na úprave pôvodnej zeminy pridaním cementu, vápna alebo iných spojív do pôvodnej zeminy a predstavuje udržateľný prístup k nakladaniu s odpadovou zeminou. Tento technologický postup je komplexným procesom, ktorý zahŕňa viacero krokov, od prípravy pracoviska po konečnú kontrolu kvality.

Proces sa začína geotechnickým prieskumom, z ktorého následne vyplývajú parametre zeminy a optimálne dávkovanie spojiva. Z odobranej vzorky zeminy boli vykonané preukazné skúšky a stanovené dávkovanie spojiva na úpravu zemín. Spojivo sa dávkuje prostredníctvom dávkovača s presnosťou  $\pm 10\%$ , pričom jeho množstvo sa stanovuje laboratórnymi skúškami v závislosti od vlhkosti. Dávkovanie je možné realizovať priamo na mieste ťažby alebo na dočasných skládkach. Pre účinné premiešanie a zhutnenie sa využívajú moderné mechanizmy, vrátane fréz na prekypanie uľahnutej zeminy či vibračných valcov na dosiahnutie homogénnej štruktúry zeminy. Na stanovenie optimálneho počtu a typu pojazdov hutniaceho mechanizmu sa vykonáva na začiatku skúšobná úprava vrstvy.

Pred samotnou úpravou vrstiev je potrebné plochu odvodniť a zabezpečiť, aby zemina dosahovala optimálnu vlhkosť. V prípade vysokej vlhkosti sa zemina suší opakovaným premiešaním, naopak pri nízkej vlhkosti sa zemina zvlhčuje vodou alebo vápenným mliekom. Práce sa nesmú realizovať pri teplotách nižších ako  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aby nedošlo k porušeniu stavu materiálu. Počas realizácie sa priebežne kontroluje

a zhutňuje povrch, pričom sa dbá na prevenciu poškodenia, akými sú vznik priehlbín alebo zhromažďovania zrážkovej vody. Po zhutnení vrstvy nasleduje 48-hodinové zrenie, počas ktorého musí byť celá plocha chránená pred stykom s vodou. Upravované vrstvy musia dosahovať modul deformácie  $E_{def,2} \geq 60$  MPa, čo je kľúčový parameter určujúci kvalitu podložia. Správnosť procesu sa overuje vizuálne, optickými testami či skúškami zrnitosti a rovnomernosti premiešania. Norma ČSN 72 1006 kladie dôraz na dosiahnutie požadovaných hodnôt zhutnenia a pevnosti. [55]

Hlavnými výhodami tejto technológie sú redukcia odpadu a úspora primárnych surovín. Použitím pôvodnej zeminy z dočasnej skládky sa eliminuje potreba likvidácie nevyužiteľného materiálu a zároveň sa znižujú náklady spojené s nákupom a prepravou nového stavebného materiálu. Táto metóda taktiež prispieva k znižovaniu uhlíkovej stopy vďaka minimalizácii dopravy a recyklácii materiálu priamo na mieste. Proces však vyžaduje dôslednú kontrolu kvality a precízne dodržanie technologického postupu, čím sa zabezpečí dosiahnutie požadovaných vlastností materiálu.

Hoci spevnenie zeminy hydraulickými spojivami prináša značné výhody, je potrebné zvážiť environmentálne dopady výroby spojív. Produkcia hydraulických spojív predstavuje významnú environmentálnu záťaž, keďže proces je energeticky náročný a spojený s emisiami CO<sub>2</sub> z výroby cementu alebo iných aktívnych zložiek. Navyše, zmena vlastností pôdy môže mať nepriaznivý vplyv na miestny ekosystém. Tieto dopady môžu čiastočne negovať ekologický prínos technológie, najmä ak je potrebné veľké množstvo spojiva na úpravu zemín.

Úspech tejto technológie závisí od kvality pôvodnej zeminy, ktorá môže byť nevhodná na použitie bez väčšieho množstva úprav, čo zvyšuje náklady a spotrebu spojiva. Okrem toho, je práca s takýmto materiálom citlivá na poveternostné podmienky, ako je mráz alebo nadmerná vlhkosť, a vyžaduje kvalifikovaný personál a špeciálne vybavenie. Ak sa však technologický postup správne realizuje a dodržiavajú sa všetky predpisy, môže ísť o efektívny a ekologický spôsob spracovania odpadovej zeminy v stavebníctve.

Aj keď sa táto technológia považuje za efektívne riešenie zlepšenia mechanických vlastností zeminy, jej environmentálne dopady, predovšetkým vysoká uhlíková stopa spojená s výrobou spojív, ju robia menej priaznivou z hľadiska udržateľnosti. Okrem toho bola táto metóda o 2 mil. Kč nákladnejšia v porovnaní s realizáciou násypového telesa pod podlahu s použitím recyklovaného betónového materiálu. Na základe komplexného zhodnotenia týchto faktorov investor uprednostňuje

zvolené riešenie realizácie násypového telesa z betónového recyklátu, ktoré lepšie vyhovuje nielen environmentálnym, ale najmä rozpočtovým požiadavkám projektu.

## **9 Možnosti ďalšieho zhodnotenia stavebného a demolačného odpadu na predmetnej zákazke**

V stavebnom priemysle zohráva využívanie recyklovaných materiálov kľúčovú úlohu pri znižovaní environmentálnych dopadov a efektívnom nakladaní so zdrojmi. Na základe analýzy predmetnej zákazky a s ohľadom na dostupné technologické možnosti, legislatívne požiadavky a ekonomické faktory sú identifikované oblasti, kde je možné implementovať opatrenia na zvýšenie podielu druhových surovín.

Navrhované možnosti poskytujú praktický rámec na optimalizáciu využitia recyklovaných materiálov, pričom sa kladie dôraz na podporu cirkulárnej ekonomiky v stavebníctve, minimalizáciu stavebného a demolačného odpadu a zníženie uhlíkovej stopy projektu.

### **9.1 Recyklácia expandovaného polystyrénu**

Recyklácia expandovaného polystyrénu (EPS) predstavuje dôležitý aspekt v oblasti udržateľného nakladania s odpadmi, najmä v stavebnom priemysle. EPS je často využívaným materiálom, predovšetkým pre svoje tepelnoizolačné vlastnosti a malú hmotnosť. V dnešnej dobe je dôležitou súčasťou každého stavebného projektu nakladanie s odpadom, preto sa táto kapitola venuje možnostiam recyklácie a ďalšieho využitia EPS odpadu, ktoré môžu byť aplikované aj na predmetnú zákazku.

EPS je 100 % recyklovateľný bez straty pôvodných fyzikálnych vlastností, čo výrazne prispieva k jeho environmentálnej prívetivosti. Mechanická recyklácia predstavuje proces fyzikálneho spracovania materiálu, typicky jeho drvením alebo mletím, s cieľom získať jemný granulát vhodný pre ďalšie využitie. Tento recyklát môže byť následne znovu zavedený do výrobného procesu ako surovina alebo ako prísada do zmesí. V prípadoch, kde mechanická recyklácia nie je vhodná, je potrebné odpad podrobiť ďalšiemu spracovaniu, a to chemickej recyklácii, za účelom získania nového produktu. EPS tak nepredstavuje len efektívne riešenie pre energetickú úsporu budov, ale prispieva aj k udržateľnému využívaniu zdrojov. [56]

Globálna produkcia EPS dosiahla v roku 2021 hodnotu 10,59 milióna ton. Česká republika sa na tomto celkovom objeme podieľala relatívne malým množstvom, a to 62,2 t (0,0006 %). Európsky stavebný priemysel v súčasnosti ročne produkuje približne 0,2 milióna ton odpadu EPS, pričom menej ako 8 % je recyklovaných. Zvyšok končí na skládkach alebo v spaľovniach. Napriek tomu, že EPS predstavuje menší objem odpadu v porovnaní s materiálmi ako sklo alebo papier, stále existuje mnoho výziev spojených s jeho recykláciou. [57]

Počas realizácie stavebných projektov, napríklad zatepl'ovania, vzniká odpad z EPS vo forme odrezkov. Tieto odrezky je potrebné zbierať oddelene v čo najčistejšej forme a následne ich odovzdať na recykláciu. Ročne vzniká približne 1000 až 2000 t takéhoto odpadu vznikajúceho prakticky okamžite v priebehu realizácie. Mechanickým spracovaním stavebných odrezkov sa odpadový EPS drví a pridáva do nových produktov, čo prispieva k udržateľnosti projektu. [58]

Osobitná pozornosť by mala byť venovaná EPS odpadu vznikajúceho pri demoláciách celých stavieb alebo demontážach zatepl'ovacích systémov. Vzhľadom na dlhú životnosť stavebných konštrukcií sa problematika tohto typu stáva relevantnou až po 50 až 100 rokoch od výstavby. Použité EPS dosky musia byť oddelené od ostatných komponentov, akými sú lepidlo, kotviace prvky alebo krycie vrstvy s výstužnou sieťovinou. Po očistení je potrebné tento materiál zhutniť, aby bol pripravený na recykláciu pomocou nových technológií (PolyStyreneLoop), prípadne na energetické spaľovanie. [59]

Izolačný odpad vznikajúci počas demolácie predmetnej zákazky je z dôvodu znečistenia spracovaný formou uloženia na skládku. Tento spôsob likvidácie je síce v súlade s legislatívnymi požiadavkami, avšak z pohľadu udržateľnosti existujú efektívnejšie riešenia. Nie je známe akou látkou je odpad tohto druhu znečistený, no v prípade ak obsahuje látku HBCDD, ktorá zlepšuje protipožiarne vlastnosti a je bežnou súčasťou stavebných polystyrénov používaných v dobe výstavby areálu, je recyklácia takéhoto EPS možná metódou nazývanou ako PolyStyreneLoop. Tento inovatívny prístup na spracovanie odpadového EPS obsahujúci nebezpečné látky spočíva v jeho rozpustení v špeciálnom rozpúšťadle, ktoré selektívne oddelí polystyrén od nečistôt a nebezpečných látok. Po separácii sa čistý polystyrén vyzráža, vysuší a spracuje na nový granulát, vhodný na opätovné použitie pri výrobe EPS produktov. [59]

Recyklácia EPS predstavuje kľúčový krok smerom k udržateľnému nakladaniu s odpadmi v stavebnom priemysle. Implementáciou recyklačných opatrení pri nakladaní s EPS odpadom sa prispieva k zníženiu objemu odpadu končiaceho na skládkach alebo v spaľovniach, a tak sa minimalizujú environmentálne dopady. Využitie recyklátu namiesto materiálu získaného priamo z prvotných surovín bez predchádzajúceho použitia môže dokonca aj znížiť náklady na materiál.

Predpokladaný nárast spotreby EPS materiálov v nasledujúcom desaťročí zdôrazňuje potrebu posilniť recyklačné technológie, vrátane mechanických a chemických procesov, ktoré umožňujú získavanie kvalitného materiálu na ďalšie využívanie.

## 9.2 Efektívna technológia recyklácie betónu

Jedným z najvýznamnejších inovatívnych prístupov v oblasti nakladania so stavebným odpadom je výroba betónových zmesí zo 100 % recyklovaných stavebných materiálov. Spoločnosť ERC-TECH (Effective Recycling Concrete Technology) vyvinula unikátny spôsob výroby betónových zmesí, ktorý nielenže minimalizuje potrebu využívania prírodných surovín, akými sú kamenivo a piesok, ale zároveň zabezpečuje požadovanú kvalitu výsledného produktu porovnateľnú s tradičnými stavebnými materiálmi. Tento prelomový proces je výsledkom dlhoročného vývoja, ktorého výsledkom je recyklovaný betón známy ako Envi-Betón dosahujúci parametre porovnateľné s tradičným betónom z prírodného kameniva. [27]

Technológia umožňuje spracovať rôzne druhy inertného stavebného odpadu, vrátane betónu, tehál, keramiky a nekontaminovaných priemyselných materiálov, napr. zlievarenské piesky. Tento proces je bezodpadový, čím sa eliminuje potreba skládkovania, a zároveň sa šetria prírodné zdroje, ktorých zásoby sa globálne znižujú.

Unikátnosť technológie spočíva v schopnosti plne nahradiť prírodné kamenivo a piesok recyklovanými materiálmi, čo vo svete nemá obdobu. Zatiaľ čo bežné technológie, vrátane tej používanej na predmetnej zákazke, t. j. násypové teleso pod podlahu, využívajú recyklované kamenivo maximálne do 50 %. Technológia ERC-TECH dosahuje 100 % podiel recyklovaných zložiek. Betón vyrobený touto metódou je navyše po ukončení životnosti plne recyklovateľný, čím vytvára uzavretý cyklus materiálového hospodárstva. [60]

Táto technológia nachádza široké uplatnenie v rôznych oblastiach stavebníctva, od výroby transportného betónu cez prefabrikovaných prvky až po monolitické konštrukcie. Transportný betón vyrábaný v betonárkach, je pripravený na prepravu a použitie pri realizácii základov stavieb, panelov, podkladových konštrukcií, protihlukových stien a iných prvkov. Prefabrikované výrobky zahŕňajú dlažby, stratené debnenie, okrasné záhradné prvky, obvodové tvárnice a obklady. Monolitické stavby, realizované pomocou technológie ERC-TECH, sú ideálnym riešením pre výstavbu rodinných domov, kancelárskych budov, skladových hál a ďalších objektov, pričom zabezpečujú vysokú kvalitu a flexibilitu v priebehu celej výstavby. [61]

Technológia sa postupne presadzuje po celom svete, najmä v krajinách, ktoré prejavujú značný záujem ekologických aj ekonomických výhod. V Krajinách s drahými stavebnými materiálmi a vysokými nákladmi na skládkovanie ponúka technológia ERC-TECH významné úspory – od 20 do 50 % v porovnaní s tradičnými

postupmi. Pilotným projektom použitia recyklovaného betónu je výstavba rezidencie na Čertovom vršku v Prahe, ktorý demonštruje zníženie spotreby prírodného kameniva o 8000 ton a využitie 5000 ton recyklátu. [62]

Implementácia tejto technológie sa neustále stretáva s nedôverou, ale rôzne nezávislé laboratórne testy potvrdzujú, že betóny vyrobené z recyklovaných materiálov dosahujú rovnocennú pevnosť, odolnosť a trvácnosť ako betóny z prírodných surovín. Túto technológiu možno využiť pri realizácii predmetného priemyselného areálu v podobe výroby betónových komponentov, akými sú prefabrikované stĺpy, panely a trámy, a tak minimalizovať environmentálny dopad spojený s ťažbou a výrobou betónu. Okrem toho by sa týmto spôsobom znížili náklady na materiál, keďže recyklovaný betón predstavuje cenovo výhodnejšiu alternatívu. Vďaka nižšej hmotnosti výsledných prvkov, ktorá je zredukovaná až o 20 %, sa znižujú náklady na transport. Tento materiál má tiež o 50 % nižšiu tepelnú vodivosť, čo vedie k zníženiu energetickej náročnosti budov. Jeho predĺžený životný cyklus a možnosť opätovného použitia zabezpečujú efektívne využívanie zdrojov v rámci obehového hospodárstva. Výroba recyklovaného betónu je takmer bezodpadová a významne prispieva k zníženiu uhlíkovej stopy, tým že obmedzuje ťažbu a transport prírodného kameniva. Celkovo je implementácia ERC-TECH účinným nástrojom na zvýšenie udržateľnosti a efektívnosti predmetnej zákazky, pričom podporuje ochranu životného prostredia a znižuje množstvo odpadu. [60, 61]

## 10 Závěrečné zhodnotenie

Analýza nákladov demolačných prác a hrubých terénnych úprav predmetnej zákazky je dôležitým krokom pri hodnotení efektívnosti a udržateľnosti nakladania so stavebným odpadom. Tieto práce zahŕňajú širokú škálu činností, od prípravných prác, cez samotnú demoláciu, až po recykláciu a likvidáciu odpadu, ako aj úpravu terénu s využitím betónového recyklátu. Každý z týchto krokov predstavuje samostatnú nákladovú položku, ktorá môže zásadne ovplyvniť celkové finančné nároky projektu. V rámci záverečného zhodnotenia sú porovnané predpokladané náklady jednotlivých činností s nákladmi, ktoré boli skutočne vynaložené počas realizácie projektu.

### 10.1 Demolačné práce

Tabuľka č. 3 znázorňuje porovnanie predpokladaného a skutočného množstva odpadu vzniknutého počas demolácie, vrátane odchýlok v objeme a nákladov spojených s likvidáciou. Ako je uvedené v kapitole „8.3 Predpoklady demolácie predmetnej zákazky“, predpokladané množstvá odpadu sú stanovené na základe dostupných údajov. V skutočnosti však došlo k výrazným odchýlkam v objeme odpadu, čo bolo spôsobené predovšetkým neúplnou projektovou dokumentáciou a nezohľadnením špecifik demolovaného areálu, ktorý bol v minulosti využívaný ako zariadenie na výrobu drobných betónových prvkov. Presné množstvo odpadu nebolo možné zistiť, s výnimkou kategórií 17 06 (52,77 t) a 17 09 (19,64 t), kde sú údaje dostupné z pokladničných dokladov vystavených zariadením po prijatí odpadu na skládku. Pôvodné predpokladané náklady vynaložené na nakladanie s odpadom predstavujú 4 mil. Kč, avšak skutočné náklady dosahujú výšku 5,231 mil. Kč. Z pokladničných dokladov je možné získať aj informácie o skutočných nákladoch, kde uloženie izolačného materiálu predstavuje hodnotu 40 888 Kč a zmiešaného stavebného a demolačného odpadu 20 610 Kč. Zvyšné kategórie odpadu tvoria náklady vo výške necelých 5,17 miliónov Kč.

Katalógové číslo	Názov odpadu	Predpokladané množstvo [t]	Skutočné množstvo [t]	Odchýlka [t]	Predpokladané náklady [Kč]	Skutočné náklady [Kč]
<b>17 01</b>	<b>Betón, tehly, tašky a keramika</b>	<b>7 584,66</b>	<b>13 909,00</b>	<b>6 324,34</b>	-	-
17 01 01	Betón	5 976,98	11 452,00	5 475,02	-	-
17 01 02	Tehly	1 523,02	2 457,00	933,98	-	za odvoz
17 01 07	Zmesi alebo oddelené frakcie betónu, tehál, tašiek a keramických výrobkov neuvedené pod číslom 17 01 06	84,66	-	-	-	-
<b>17 02</b>	<b>Drevo, sklo a plasty</b>	<b>27,23</b>	-	-	-	-
17 02 01	Drevo	12,41	-	-	-	-
17 02 02	Sklo	12,29	-	-	-	-
17 02 03	Plasty	2,53	-	-	-	-
<b>17 03</b>	<b>Asfaltové zmesi, decht a výrobky z dechtu</b>	<b>3,95</b>	-	-	-	-
17 03 02	Asfaltové zmesi neuvedené pod číslom 17 03 01	3,95	-	-	-	-
<b>17 04</b>	<b>Kovy</b>	<b>44,16</b>	-	-	-	-
17 04 01	Meď, bronz, mosadz	0,42	-	-	-	-
17 04 02	Hliník	0,63	-	-	-	-
17 04 05	Železo a oceľ	39,86	-	-	-	-
17 04 07	Zmiešané kovy	1,00	-	-	-	-
17 04 11	Káble neuvedené pod číslom 17 04 10	2,25	-	-	-	-
<b>17 05</b>	<b>Zemina (vrátane vyťaženej zeminy z kontaminovaných miest), kamenivo, vyťažená jalová hornina a hlušina</b>	<b>1 502,82</b>	-	-	-	-
17 05 04	Zemina a kamenivo neuvedené pod číslom 17 05 03	1 502,82	-	-	-	-
<b>17 06</b>	<b>Izolačný materiál a stavebné materiály s obsahom azbestu</b>	<b>1,25</b>	<b>54,02</b>	<b>52,77</b>	-	<b>40 888,00</b>
17 06 04	Izolačné materiály neuvedené pod číslami 17 06 01 a 17 06 03	1,25	54,02	52,77	-	40 888,00
<b>17 09</b>	<b>Iné stavebné a demolačné odpady</b>	<b>2,65</b>	<b>19,64</b>	<b>16,99</b>	-	<b>20 610,00</b>
17 09 04	Zmiešané stavebné a demolačné odpady neuvedené pod číslami 17 09 01 a 17 09 03	2,65	19,64	16,99	-	20 610,00
<b>20 03</b>	<b>Ostatné komunálne odpady</b>	<b>6,44</b>	-	-	-	-
20 03 01	Zmiešaný komunálny odpad	4,44	-	-	-	-
20 03 99	Komunálny odpad bližšie neurčený	2,00	-	-	-	-
<b>Celkom</b>		<b>9 173,16</b>	-	-	<b>4 000 000,00</b>	<b>5 231 453,07</b>

**Tabuľka 3 – Prehľad druhov demolačného odpadu s predpokladanými a skutočnými množstvami a nákladmi, vlastné spracovanie**

## 10.2 Príprava územia a hrubé teréne úpravy

Tabuľka č. 4 porovnáva predpokladané a skutočné množstvá prác a materiálov spojených s prípravou územia a hrubými terénnymi úpravami, vrátane rozdielov v množstve a nákladoch. Výrazné odchýlky sú dôkazom neočakávaného doplňujúceho množstva materiálov a dodatočných úprav, ktoré nie sú zohľadnené v pôvodnom projekte. Pri odkopávkach I. triedy bolo predpokladané množstvo 2 250 m<sup>3</sup> navýšené o 500 m<sup>3</sup>, čo zvýšilo náklady z pôvodných 236 250 Kč na 288 750 Kč. Pri násypoch hutnených po 300 mm vrstvách došlo k podstatnému nárastu skutočného množstva o necelých 5 060 m<sup>3</sup>, čo spôsobilo navýšenie nákladov o čiastku 1,063 mil. Kč. S položkami nákupu kameniva a úpravy odkopanej pláne sa v prípravnej časti vôbec nepočítalo, takže sú to položky, ktoré vznikli až v priebehu realizácie. Naopak, pri iných činnostiach, napr. pri výrube stromov a inštalácii rezervných chráničiek, sa náklady oproti pôvodným predpokladom nezmenili. Celkovo boli predpokladané náklady na prípravu a HTÚ stanovené na 4,5 mil. Kč, zatiaľ čo skutočné náklady dosiahli hodnotu necelých 5,4 mil. Kč.

Názov činnosti	Predpokladané množstvo [MJ]	Skutočné množstvo [MJ]	Odhýlka [MJ]	Predpokladané náklady [Kč]	Skutočné náklady [Kč]
Odkopávky triedy I	2 250,00 m <sup>3</sup>	2 750,00 m <sup>3</sup>	500,00 m <sup>3</sup>	236 250,00	288 750,00
Násypy hutnené po vrstvách 300mm	2 300,00 m <sup>3</sup>	7 357,92,00 m <sup>3</sup>	5 057,92 m <sup>3</sup>	678 500,00	1 741 385,00
Nedostatok zeminy vyrovnanej z recyklovaných materiálov vzniknutých pri demolácii areálu	650,00 m <sup>3</sup>	-	-	107 900,00	-
Nákup kameniva (vrátane dopravy)	0,00 m <sup>3</sup>	1 913,00 m <sup>3</sup>	1 913,00 m <sup>3</sup>	0,00	1 651 244,21
Úprava odkopanej pláne (prehutnenie, dorovnanie)	0,00 m <sup>3</sup>	13 615,00 m <sup>3</sup>	13 615,00 m <sup>3</sup>	0,00	215 117,00
Príprava a zhutnenie zemnej pláne	13 615,00 m <sup>3</sup>	-	-	1 974 175,00	-
Zeminová doska	6 995,00 m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Výrub stromov	5 ks	-	-	-	bez zmeny
Vloženie kábla do betónového žlabu (vrátane zakrytia)	39,00 bm	-	-	-	bez zmeny
Rezervná chránička	33,00 bm	-	-	-	bez zmeny
Rezervná chránička	135,00 bm	-	-	-	bez zmeny
<b>Celkom</b>	-	-	-	<b>4 500 000,00</b>	<b>5 399 671,21</b>

**Tabuľka 4 – Prehľad činností prípravy územia a HTÚ s predpokladanými a skutočnými množstvami a nákladmi, vlastné spracovanie**

### 10.3 Alternatívne riešenie

Alternatívne riešenie uvedené v tabuľke č. 5 spočíva v úprave zeminy hydraulickými spojivami. Náklady na jeho realizáciu by boli o 2 milióny Kč vyššie ako náklady spojené s realizovaným riešením, ktorým je použitie násypového telesa pod podlahy z betónového recyklátu. Toto navýšenie nákladov odráža špecifickú technológiu a materiály potrebné na realizáciu takéhoto riešenia.

Názov činnosti	Predpokladané množstvo [MJ]	Skutočné množstvo [MJ]	Odhýlka [MJ]	Predpokladané náklady [Kč]	Skutočné náklady [Kč]
Úprava zeminy hydraulickými spojivami	-	-	-	-	+ 2 000 000,00

**Tabuľka 5 – Prehľad alternatívneho riešenia s predpokladaným a skutočným množstvom a nákladmi, vlastné spracovanie**

## 11 Manažment odpadového hospodárstva „Spoločnosti ABC“

„Spoločnosť ABC“ sa ako významný hráč na trhu stavebníctva zameriava na udržateľnosť a efektívnosť svojich projektov. Jedným z hlavných aspektov jej činnosti je riadenie odpadového hospodárstva, ktoré umožňuje minimalizovať negatívne vplyvy stavebnej činnosti na životné prostredie a zároveň optimalizovať náklady. Stavebné projekty tejto spoločnosti často zahŕňajú nielen výstavbu, ale aj demoláciu starších objektov, čo vyžaduje komplexný prístup k spracovaniu a recyklácii stavebného odpadu.

Táto kapitola sa zameriava na konkrétne procesy a postupy, ktoré „Spoločnosť ABC“ využíva pri riadení odpadového hospodárstva. Pozornosť je venovaná v rôznych fázach riadenia projektov – od prípravy a rozpočtovania, cez konkrétne opatrenia na stavenisku, až po controlling. Kapitola zároveň analyzuje, ako spoločnosť zabezpečuje dodržiavanie legislatívnych požiadaviek a využívanie moderných technológií recyklácie stavebných odpadov. Zároveň sú v tejto kapitole predstavené odporúčania k jednotlivým fázam, ktoré sú farebne odlišené tmavočervenou farbou.

Cieľom je prezentovať prístup „Spoločnosti ABC“ ako príklad efektívneho odpadového hospodárstva v stavebníctve, ktorý spája environmentálnu zodpovednosť, ekonomickú efektívnosť a inovatívne riešenia.

### 11.1 Plánovanie

- **Identifikácia druhov odpadu:** Analýza plánovaných činností (demolácia, výstavba) a určenie druhov vzniknutého odpadu.
- **Kvantifikácia odpadu:** Odhad množstva jednotlivých druhov odpadu na základe projektovej dokumentácie.
- **Plánovanie recyklácie:** Vyčlenenie materiálov vhodných na recykláciu a začlenenie recykláciu do projektových cieľov.
- **Náklady na zneškodnenie:** Započítanie nákladov na likvidáciu odpadu (poplatky za skládky, doprava) do rozpočtu.
- **Spolupráca s odborníkmi:** Výber spoľahlivých certifikovaných spracovateľov odpadu, ktorí dodržia environmentálne normy.
- **Rezerva na nepredvídateľné odpady:** Vyčlenenie finančnej rezervy na prípadné neočakávané druhy a množstvá odpadu.
- **Nové využitie odpadov:** Hľadanie nových spôsobov recyklácie a opätovného využitia rôznych odpadov.

### 11.2 Zákonné a administratívne požiadavky

- **Evidencia odpadu:** Vedenie evidencie odpadu podľa *Zákona č. 541/2020 Zb. o odpadoch*.
- **Hlásenia:** Plnenie povinností podávania ročných hlásení o nakladaní s odpadmi na *Ministerstvo životného prostredia*.

- **Environmentálne certifikácie:** Preukázanie ekologického prístupu firmy zavedením systému *ISO 14001*.
- **Implementácia S a G zložiek zo stratégie ESG:** Kľúčovým prvkom pre budovanie udržateľnej a zodpovednej spoločnosti je zavedenie sociálnych a riadiacich aspektov.

### 11.3 Projektový manažment

- **Vzdelávanie zamestnancov:** Školenie zamestnancov v triedení odpadu a environmentálnych postupoch.
- **Implementácia systému:** Zavedenie systému na triedenie odpadu priamo na stavenisku (farebne označené kontajnery)
- **Kontrola na stavbe:** Pravidelné kontroly triedenia odpadu a jeho správneho skladovania.
- **Špecializovaná pozícia environmentálneho manažéra:** Tento odborník by bol zodpovedný za koordináciu všetkých aspektov týkajúcich sa dopadov na životné prostredie v priebehu projektu.

### 11.4 Realizácia a prevádzka

- **Minimalizácia odpadu:** Zabezpečenie efektívneho využívania odpadu a minimalizácie jeho vzniku.
- **Logistika odpadu:** Optimalizácia dopravy odpadu do recyklačných zariadení alebo na skládky (napr. odvoz plných kapacít).
- **Bezpečné ukladanie:** Vytvorenie dočasných úložísk odpadu na stavenisku, ktoré spĺňajú legislatívne požiadavky.
- **Inovácie:** Investovanie do technológií na recykláciu, ako napr. ERC-TECH na spracovanie stavebných odpadov do betónových zmesí.
- **Meranie uhlíkovej stopy:** Sledovanie uhlíkovej stopy každého projektu v reálnom čase a zavádzanie opatrení na minimalizáciu jej vzniku.

### 11.5 Účtovníctvo

- **Sledovanie odpadu:** Vytvorenie špeciálnych položiek v účtovníctve pre odpadové hospodárstvo (doprava, spracovanie, skládka).
- **Dokladanie:** Vedenie evidencie faktúr a potvrdení od „odpadových“ spoločností (potvrdenia o recyklácií, potvrdenia o odovzdaní stavebného odpadu na skládke ).
- **Daňová optimalizácia:** Využívanie možností daňových úľav a dotácií na recykláciu a ekologické spracovanie odpadu.

### 11.6 Controlling

- **Monitorovanie nákladov:** Pravidelné porovnávanie plánovaných a skutočných nákladov na odpadové hospodárstvo.
- **Vyhodnocovanie efektivity:** Sledovanie podielu recyklovaného odpadu a jeho porovnanie s cieľmi projektu.

- **Hodnotenie dodávateľov:** Priebežné kontrolovanie výkonnosti externých dodávateľov z hľadiska nákladov a služieb.
- **Reporting:** Spracovávanie pravidelných reportov o stave odpadového hospodárstva pre vedenie spoločnosti.

## 12 Záver

Implementácia stratégie ESG v stavebnom priemysle je nevyhnutná nielen ako odpoveď na rastúce environmentálne, sociálne a legislatívne požiadavky, ale aj ako kľúčový krok k udržateľnému rozvoju celého odvetvia. Táto diplomová práca zameraná na environmentálnu zložku ESG, analyzuje problematiku odpadového hospodárstva, recykláciu stavebných materiálov a konkrétne možnosti využitia drveného betónového recyklátu pri výstavbe nového priemyselného areálu. Výsledky poukazujú na fakt, že zodpovedné nakladanie so stavebným odpadom, jeho recyklácia a opätovné využitie predstavujú efektívne riešenia na znižovanie ekologickej stopy stavebných podnikov, pričom podporujú cirkulárnu ekonomiku.

Hoci environmentálna (E) zložka ESG zohráva v analyzovanej stavebnej spoločnosti kľúčovú úlohu, jeho implementácia by mala byť len prvým krokom. Odporúča sa postupné rozšírenie stratégie aj o sociálne (S) a riadiace (G) aspekty. Prijatie týchto pilierov môže podniku priniesť viacero významných benefitov. Dôraz na sociálnu dimenziu môže zlepšiť pracovné prostredie, zvýšiť spokojnosť a lojalitu zamestnancov a zároveň posilniť reputáciu podniku na trhu. Riadiaci pilier zdôrazňuje transparentnosť, etické podnikanie a efektívne riadenie rizík, čo vedie k dlhodobej stabilite podniku.

Na príklade konkrétne riešeného projektu je preukázaná efektívnosť využitia recyklovaných materiálov, pričom sa ukázali aj výzvy spojené s ich širšou implementáciou. Medzi tieto výzvy patrí nedostatočná legislatívna podpora, jednoduchosť možnosti skládkovania oproti iným metódam a potreba technologických inovácií. Zmena tejto situácie si vyžaduje zavedenie vyšších poplatkov za skládkovanie, podporu recyklačných centier a šírenie osvety v oblasti využívania recyklátov.

Na záver možno konštatovať, že zavádzanie ESG princípov v stavebnom sektore je nielen výzvou, ale aj obrovskou príležitosťou. Táto práca poukazuje na praktické možnosti a benefity zodpovedného prístupu k stavebnému a demolačnému odpadu a poskytuje možnosti jeho ďalšieho využitia. Udržateľnosť v stavebníctve by nemala byť vnímaná len ako povinnosť, ale ako strategická investícia do budúcnosti, ktorá prináša inovácie, zvyšuje efektívnosť a podporuje dlhodobú konkurencieschopnosť celého sektora.

### 13 Zoznam použitých zdrojov

- [1] BŘEZINOVÁ, H. *ESG a účetní souvislosti*. Praha: Wolters Kluwer, 2023. ISBN 978-80-7676-554-2
- [2] SOUKUPOVÁ, V. *ISO a ESG pro udržitelný růst organizace*. Praha: Wolters Kluwer, 2023. ISBN 978-80-7676-796-6
- [3] VEBER, J. a ŠVECOVÁ, L. *Udržitelnost a udržitelný management*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2023. ISBN 978-271-0897-8
- [4] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1991-563>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [5] <https://www.spolecenskaodpovednost.cz/co-znamenaa-e-v-esg/>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [6] <https://www.peytonlegal.cz/esg-pravni-pohled-na-jeho-obsah/>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [7] <https://csrd.cz/serial-social-dil-1-socialni-pilir-modelu-esg-a-standard-esrs-s1-vlastni-pracovni-sila/>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [8] KISLINGEROVÁ, E. *Cirkulární ekonomie a ekonomika*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2021. ISBN 978-80-271-3230-0
- [9] <https://www.incien.sk/cirkularna-ekonomika/>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [10] <https://mpo.gov.cz/>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [11] KURAŠ, M. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., 2008. ISBN 978-80-86832-34-0
- [12] KUDELOVÁ, K., JODLOVSKÁ, J. a ŠARAPATKA, B. *Odpady*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1999. ISBN 80-244-0046-4
- [13] [https://www.mzp.cz/cz/odpadove\\_hospodarstvi](https://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi). Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [14] <https://arnika.org/odpady/nase-temata/co-s-odpady>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [15] <https://eur-lex.europa.eu/SK/legal-content/glossary/waste-hierarchy.html>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [16] KURAŠ, M. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., 2014. ISBN 978-80-86832-80-7
- [17] <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj?locale=sk>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [18] <https://www.odpady-portal.sk/Dokument/101189/priamy-ucinok-smernice-o-odpade-vedlajsie-produkty-a-stav-konca-odpadu.aspx>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [19] [https://www.mzp.cz/cz/katalog\\_odpadu](https://www.mzp.cz/cz/katalog_odpadu). Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [20] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>. Datum aktualizácie: 30.11.2024

- [21] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-545>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [22] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-8>, Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [23] VOŠTOVÁ, V., ALTMANN, V., FRIES, J. a JEŘÁBEK. K. *Logistika odpadového hospodárství*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1
- [24] <https://csu.gov.cz/domov>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [25] <https://www.mzp.cz/cz/nebezpecne odpady>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [26] <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32014R1357>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [27] ŠKOPÁN, M a kol. *RECYCLING 2020 – Cirkulární ekonomika ve stavebnictví, recyklace a využití druhových stavebních materiálů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2020. ISBN 978-80-214-5894-9
- [28] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-273>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [29] <https://www.komunalniekologie.cz/info/nakladani-s-nebezpecnym-odpadem>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [30] <https://ecoservis.eu/puvod-a-nakladani-s-nebezpecnymi-odpady/>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [31] ŠKOPÁN, M. a kol. *RECYCLING 2005 – Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2005. ISBN 80-214-2875-9
- [32] <http://arism.cz/>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024
- [33] ŠKOPÁN, M. a kol. *RECYCLING 2008 – Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin*. VUT Brno, 2008. ISSN: 1214-6188.
- [34] ŠKOPÁN, M. a kol. *RECYCLING 2011 – Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2011. ISSN 1212-7779
- [35] KURAŠ, M. *Technologie zpracování odpadů*. Praha: VŠCHT, 1993. ISBN 80-7080-195-6
- [36] ŠKOPÁN, M. a kol. *RECYCLING 2012 – Možnosti a perspektivy recyklace stavebních odpadů jako zdroje plnohodnotných surovin*. VUT Brno, 2012. ISBN 978-80-214-4432-4
- [37] TUREKOVÁ, I., OČENÁŠOVÁ D. a RUSKO, M. *MANAŽÉRSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA 2012 – Spaľovanie z pohľadu environmentálnej bezpečnosti*. Žilina: Strix, 2012. ISBN 978-80-89281-5
- [38] <https://www.tretiruka.cz/ruzne/fakta-o-spalovnach/>. Dátum aktualizácie: 30.11.2024

- [39] <https://www.mdpi.com/2313-4321/9/3/42>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [40] KIZLINK, J. *Odpady – sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2014. ISBN: 978-80-7204-884-7
- [41] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [42] <https://old.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/odpady4.htm>. Datum aktualizácie: 30.11.2024
- [43] ČSN 83 8034. *Skládkování odpadů – Odplynění skládek*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018, 20 s. Třídící znak 838034
- [44] SLIVKA, V. a kol. *ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ II – Ukládání odpadů do podzemních prostor*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2007. ISBN 978-80-248-1645-6
- [45] <https://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/22180-environmentalni-certifikace-budov-situace-v-ceske-republice>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [46] <https://www.leed.cz/certifikace-budov/certifikace-leed/>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [47] <https://www.enerfis.cz/sluzby/zelene-budovy/certifikace-budov-breeam-leed-sbtoolcz/certifikace-budov-breeam>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [48] <http://www.zdravabudova.cz/cs/certifikace>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [49] <https://www.sbtool.cz/o-sbtoolcz/>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [50] <https://www.systemovecertifikace.cz/iso-9001-system-managementu-kvality>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [51] <https://www.civop.cz/norma-csn-en-iso-45001-ve-firmach/>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [52] [https://www.dqsglobal.com/cs-cz/certifikace/certifikace-iso-27001?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiA1p28BhCBARIsADP9HrPVmY2FAoYtuf-DciTMU6RMVI-zZwNNIRCV0hdZEGSq7vGTP2F9Y8aAqseEALw\\_wcB](https://www.dqsglobal.com/cs-cz/certifikace/certifikace-iso-27001?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA1p28BhCBARIsADP9HrPVmY2FAoYtuf-DciTMU6RMVI-zZwNNIRCV0hdZEGSq7vGTP2F9Y8aAqseEALw_wcB). Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [53] RITZ, M, BARTOŇOVÁ, L. a KLIKA, Z. SBORNÍK VĚDECKÝCH PRACÍ – *Emise těžkých kovů a polyaromatických uhlovodíků při spalování uhlí v průmyslových a malých topeništích*. Ostrava: Vysoká škola baňská – Technická univerzita, 2003. ISSN 0474-8476
- [54] <https://www.ebeton.cz/pojmy/pruvodce-normou-csn-en-206a2/>. Datum aktualizácie: 11.01.2025
- [55] HUBÁČEK, A. *Využití zlepšování zemin při založení halových objektů* [online]. České Budějovice, 2015 [cit. 2025-01-11]. Bakalářská práce. Vysoká škola technická a ekonomická, Katedra stavební. prof. Ing. Radimír NOVOTNÝ, DrSc. Dostupné z: <https://is.vstecb.cz/th/rz0th/Hubacek+Ales+-+Bakalarska+prace.pdf>

- [56] <https://www.statista.com/statistics/1063653/expandable-polystyrene-production-capacity-globally/>. Dátum aktualizácie: 11.01.2025
- [57] <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-expanded-polystyrene-eps-market>. Dátum aktualizácie: 11.01.2025
- [58] <https://www.foam-expo-europe.com/new-eu-packaging-waste-regulation-nudges-eps-into-circular-supply-chains>. Dátum aktualizácie: 11.01.2025
- [59] <https://www.recyklujemepolystyren.cz/zdroje-odpadu-z-eps/eps-odpad-ze-stavebnictvi>. Dátum aktualizácie: 11.01.2025
- [60] <https://www.ercbeton.cz/>. Dátum aktualizácie: 11.01.2025
- [61] <https://www.businessinfo.cz/clanky/erc-tech-jako-jedini-na-svete-umi-vyrobiť-beton-ze-100-recyklovaného-stavebného-odpadu-video/>. Dátum aktualizácie: 11.01.2025
- [62] <https://www.cirkularnidotace.cz/case-studies/erc-tech>. Dátum aktualizácie: 11.01.2025

## 14 Zoznam skratiek

°C	stupeň Celzia
atď.	a tak ďalej
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
č.	číslo
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
E <sub>def.1</sub>	modul deformácie z prvého zaťažovacieho stupňa statickej zaťažovacej skúšky
E <sub>def.2</sub>	modul deformácie z druhého zaťažovacieho stupňa statickej zaťažovacej skúšky
EN	Európska norma
EPS	expandovaný polystyrén
ERC-TECH	Effective Recycling Concrete Technology
ESG	Environmental-Social-Governance
EÚ	Európska únia
h	hodina
HBCDD	hexabromcyklododekan
ISO	International Organization for Standardization
ISOH2	Informační systém odpadového hospodárství 2
Kč	Koruna česká
kg	kilogram
kJ	kilojoulu
km	kilometer
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
m	meter
m <sup>2</sup>	meter štvorcový
mil.	milión
mld.	miliarda
mm	milimeter
MPa	megapascal
napr.	napríklad
PVC	polyvinylchlorid
SBTool	Sustainable Building Tool
SDO	stavebný a demolačný odpad
t	tona
t. j.	to je
Zb.	Zbierka
tzv.	takzvaný

## 15 Zoznam tabuliek

<i>Tabuľka 1 – Kategória stavebných a demolačných odpadov v Katalógu odpadov, [22] vlastné spracovanie .....</i>	<i>20</i>
<i>Tabuľka 2 – Predpoklady vzniku odpadov pri demolácii priemyselného areálu, vlastné spracovanie.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabuľka 3 – Prehľad druhov demolačného odpadu s predpokladanými a skutočnými množstvami a nákladmi, vlastné spracovanie.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabuľka 4 – Prehľad činností prípravy územia a HTÚ s predpokladanými a skutočnými množstvami a nákladmi, vlastné spracovanie.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabuľka 5 – Prehľad alternatívneho riešenia s predpokladaným a skutočným množstvom a nákladmi, vlastné spracovanie .....</i>	<i>69</i>

## 16 Zoznam grafov a tabuliek

<i>Graf 1 – Produkcia odpadov v rokoch 2017 – 2022 za sekcie CZ-NACE, [24] vlastné spracovanie.....</i>	<i>21</i>
<i>Graf 2 – Produkcia stavebného odpadu v rokoch 2017 – 2022 za sekcie CZ-NACE, [24] vlastné spracovanie .....</i>	<i>22</i>
<i>Graf 3 – Produkcia odpadov v rokoch 2017 – 2022 podľa medzinárodnej klasifikácie EWC-STAT, [24] vlastné spracovanie .....</i>	<i>23</i>
<i>Graf 4 – Produkcia minerálnych odpadov v rokoch 2017 – 2022 podľa medzinárodnej klasifikácie EWC-STAT, [24] vlastné spracovanie.....</i>	<i>23</i>
<i>Graf 5 – Produkcia nebezpečných odpadov v rokoch 2017 – 2022 za sekcie CZ-NACE, [24] vlastné spracovanie .....</i>	<i>24</i>
<i>Graf 6 – Nakladanie s odpadmi v rokoch 2017 - 2022, [24] vlastné spracovanie .....</i>	<i>28</i>
<i>Graf 7 – Spôsoby nakladania s odpadmi v rokoch 2017 – 2022, [24] vlastné spracovanie.....</i>	<i>28</i>
<i>Graf 8 – Nakladanie s nebezpečným odpadom v rokoch 2017 – 2022, [24] vlastné spracovanie.....</i>	<i>30</i>
<i>Graf 9 – Spôsoby nakladania s nebezpečným odpadom v rokoch 2017 – 2022, [24] vlastné spracovanie .....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázok 1 – Model cirkulárnej ekonomiky , [9] vlastné spracovanie .....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázok 2 – Hierarchia odpadového hospodárstva, [14] vlastné spracovanie.....</i>	<i>17</i>
<i>Obrázok 3 – Základná schéma nakladania s odpadmi, [28], vlastné spracovanie.....</i>	<i>27</i>
<i>Obrázok 4 – Betónový odpad vzniknutý pri demolácií priemyselného areálu, vlastné spracovanie.....</i>	<i>52</i>
<i>Obrázok 5- Betónový odpad vzniknutý pri demolácií priemyselného areálu, vlastné spracovanie.....</i>	<i>53</i>
<i>Obrázok 6 - Betónový odpad vzniknutý pri demolácií priemyselného areálu, vlastné spracovanie.....</i>	<i>53</i>

## **17 Zoznam príloh**

*Príloha č. 1: Výkresová dokumentácia pohľadov objektov bývalého priemyselného areálu*