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

VLIV POUŽITÍ EKOLOGICKÝCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ NA NÁKLADY STAVEBNÍHO DÍLA

INFLUENCE OF USING ECOLOGICAL BUILDING MATERIALS ON BUILDING COSTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. Hana Rutarová
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3656 Městské inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program
Studijní obor	3656T025 Městské inženýrství
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Hana Rutarová
Název	Vliv použití ekologických stavebních materiálů na náklady stavebního díla
Vedoucí práce	doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

doc. Ing. Jana Korytárová, Ph.D. Vedoucí ústavu	prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc. Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. TICHÁ A., MARKOVÁ L., PUCHÝŘ B.:Ceny ve stavebnictví I,

URS s.r.o., Brno 1999

2. TICHÁ A. a kol.: Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě,

díl I, Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno. 2004.

ISBN 80-214-2639-X

3. MARKOVÁ a kol.: Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě,

díl II. Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno.2004.

ISBN 80-214-2639-X

4. ÚRS PRAHA : Příručka rozpočtáře. Rozpočtování a oceňování stavebních prací. Brno 2018. ISBN 978-80-7369-791-4

5. Aktuální publikační zdroje k danému tématu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce je porovnat technické a ekonomické parametry stavebního díla při využití tradičních a ekologických stavebních materiálů.

Rámcová osnova:

1. Úvod

2. Základní pojmy

3. Konkrétní stavební objekt - základní charakteristika

4. Rozpočet stavebního objektu navrženého z tradičních materiálů

5. Výběr vhodných ekologických materiálů a jejich zhodnocení

6. Rozpočet stavebního objektu navrženého z vybraných ekologických materiálů

7. Porovnání nákladů navrhovaných variant stavebního objektu

8. Závěr

9. Publikační zdroje

Výstupem práce bude porovnání technických a ekonomických parametrů stavebního díla při využití tradičních a ekologických stavebních materiálů.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

V této diplomové práci bude řešena problematika ekologických stavebních materiálů a jejich použití při tradiční výstavbě. První část bude věnovaná seznámení se s terminologií a teorií vybraných tradičních a ekologických stavebních materiálů.

Druhá část bude věnovaná praktickému řešení dané problematiky, tedy tvorbě analýzy SBToolCZ, která bude vyhotovena ve dvou variantách – v první podle původní projektové dokumentace a ve druhé podle její pozměněné podoby s použitím ekologických stavebních materiálů. Ve druhé kapitole praktické části práce bude sestaven položkový rozpočet pro ty oddíly, kterých se změna použitých materiálů dotkne. Obě varianty projektové dokumentace tak budou cenově porovnány.

Klíčová slova

Rodinný dům, ekologické stavební materiály, SBToolCZ analýza, položkový rozpočet, cena

Abstract

This diploma thesis will focuses with the issue of environmental building materials and their use in traditional construction. The first part is devoted to the terminology and theory of selected traditional and ecological building materials.

The second part is devoted to the practical solution of the issue – creation of an analysis of SBToolCZ, which will be done in two variants – the first according to its altered form using environmental building materials. In the second chapter of the practical part of the work, an item budget will be drawn up for those sections affected by the Change in the materials used. The two variants of the project documentation will be compared on a price basis.

Key words

Family house, environmental building materials, SBToolCZ analysis, itemized budget, price

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

RUTAROVÁ, Hana. *Vliv použití ekologických stavebních materiálů na náklady stavebního díla*. Brno, 2020. 73 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vliv použití ekologických stavebních materiálů na náklady stavebního díla* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Hana Rutarová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vliv použití ekologických stavebních materiálů na náklady stavebního díla* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 7. 1. 2020

Bc. Hana Rutarová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, paní doc. Ing. Aleně Tiché, Ph.D. za její odborné a cenné rady a připomínky a také za její vstřícnost a milý přístup, který projevovala po celou dobu zpracování této práce.

Obrovské poděkování patří také mé rodině, která mi byla po celou dobu studia oporou.

OBSAH

OBSAH 5

1 ÚVOD 7

2 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE 8

3 NÁKLADY 9
3.1.1 Druhy nákladů 9

4 ROZPOČET STAVBY 11

5 TRVALE UDRŽITELNÝ ROZVOJ VE STAVEBNICTVÍ 12

6 TECHNICKÉ PARAMETRY VYBRANÝCH ALTERNATIVNÍCH MATERÁLŮ 13

6.1 Kontaktní zateplení fasády 13
6.1.1 Expandovaný polystyren 13
6.1.2 Ovčí vlna 19

6.2 Střešní krytina 24
6.2.1 Pálená střešní taška 24
6.2.2 Břidlicové kameny 28

6.3 Vnitřní omítky 32
6.3.1 Vápenocementová omítka 32
6.3.2 Hliněná omítka 34

7 CERTIFIKACE 38

7.1 SBToolcz 38
7.1.1 Popis certifikačního systému 38
7.1.2 Proces certifikace pro rodinné domy 38
7.1.3 Typy certifikátů a úrovně certifikace 39
7.1.4 Budovy SBToolCZ v České republice 40

7.2 LEED 43
7.2.1 Popis certifikačního systému 43
7.2.2 Proces certifikace 44
7.2.3 Typy certifikátů a úrovně certifikace 45
7.2.4 Budovy LEED v České republice 46

7.3 BREEAM 49
7.3.1 Popis certifikačního systému 49
7.3.2 Proces certifikace 50
7.3.3 Typy certifikátů a úrovně certifikace 50
7.3.4 Budovy BREEAM v České republice 51

8 VÝSLEDKY ANALÝZY SBTOOLCZ PRO OBJEKT RODINNÉHO DOMU ... 55

8.1 VARIANTA A 55

8.1 VARIANTA B 59

9 CENOVÉ SROVNÁNÍ 63

10 ZÁVĚR 65

11 POUŽITÁ LITERATURA 66

SEZNAM TABULEK 69

SEZNAM OBRÁZKŮ 70

SEZNAM GRAFŮ 71

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ 72

SEZNAM PŘÍLOH 72

1 ÚVOD

Tématem této diplomové práce je využití alternativních stavebních materiálů při tradiční výstavbě rodinného domu. V posledních několika letech sice dle údajů ČSÚ dochází k mírnému poklesu objemu stavební produkce, za posledních několik desetiletí však můžeme sledovat obrovský nárůst objemu stavebních zakázek jak ve veřejném, tak soukromém sektoru. S touto stavební činností je pochopitelně spjata i nemalá produkce stavebního odpadu, který negativně ovlivňuje životní prostředí. Téma ekologických variant tradičních stavebních materiálů se tak stává stále aktuálnějším.

Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou. V teoretické části práce jsou krátce vysvětleny termíny a témata věcně související s tématem práce. Stěžejní část teoretického výkladu pak tvoří popis tradičních stavebních materiálů navržených v projektové dokumentaci předmětného rodinného domu a jejich ekologických ekvivalentů. Popsány budou jejich vlastnosti, proces výroby nebo způsoby jejich použití na stavbě. Všechny tyto informace budou doplněny grafickými zobrazeními jednotlivých stavebních konstrukcí, ve kterých budou tyto materiály použity.

V praktické části práce bude provedena analýza SBtoolCZ a to ve dvou vyhotoveních – poprvé se vstupními údaji, které budou převzaty z původní projektové dokumentace, vstupními daty pro druhé vyhotovení pak budou údaje převzaté z pozměněné projektové dokumentace, ve které budou tradiční stavební materiály nahrazeny jejich ekologickými ekvivalenty. Na závěr praktické části pak bude sestaven položkový rozpočet těch oddílů, do kterých se změna stavebních materiálů promítne. Oba variantní návrhy tak budou cenově porovnány a bude zhodnocen přínos ekologických ekvivalent pro životní prostředí.

2 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE

V této kapitole jsou vysvětleny základní pojmy věcně související s tématem diplomové práce.

Stavební dílo

Stavebním dílem je každý výsledek stavební činnosti, který tvoří prostorovou ucelenou nebo alespoň technicky samostatnou část stavby. Nejběžnější formou stavebního objektu je budova (dům) nebo přehrada, dálnice. [1, s. 69]

Náklady stavebního díla

Náklady stavebního díla vznikají v souvislosti s výkonem stavební činnosti a jsou to *penězi vyjádřená spotřeba výrobních činitelů*. [1, s. 34]

Rodinný dům

Rodinným domem se rozumí *stavba pro bydlení, která svým stavebním uspořádáním odpovídá požadavkům na rodinné bydlení a v níž je více než polovina podlahové plochy místností určena k bydlení; rodinný dům může mít nejvýše tři samostatné byty, dvě nadzemní a jedno podzemní podlaží a podkroví*. [2, s. 6]

Novostavba objektu

Za novostavbu objektu lze označit *nově budovaný stavební objekt, mající charakter hmotného investičního majetku a tvořící ucelenou nebo alespoň technicky samostatnou část budovy*. [3]

Ekologický stavební materiál

Jedná se o stavební materiály, které jsou tvořeny hmotami rostlinného či živočišného původu a jejich užití ve stavebním díle se pojí s nulovým nebo téměř nulovým zásahem do životního prostředí v průběhu celého životního cyklu tohoto materiálu. [4]

3 NÁKLADY

Náklady jsou ekonomickou kategorií, která vzniká v souvislosti s realizací nějaké produkce nebo činnosti vyvolané podnětem ze strany nabídky nebo ze strany poptávky. Zjednodušeně lze tedy říci, že náklady jsou v penězích vyjádřená spotřeba výrobních činitelů, přičemž je snaha dosáhnout maximálního ekonomického prospěchu, tzn. minimalizovat náklady. [1, s. 34]

3.1.1 Druhy nákladů

Náklady lze třídit podle určitých kritérií vyplývajících z potřeb plánování, evidence, řízení a kalkulací v produkčním procesu. Označení jednotlivých druhů nákladů je tedy přímo podmíněné odvětvím a potřebami realizované produkce. [1, s. 35]

Zde uvádím členění nákladů z vybraných hledisek:

Ekonomické hledisko:

- celkové náklady (TC) – všechny náklady vynaložené na realizaci určitého objemu produkce;
- průměrné náklady (AC) – náklady vynaložené na realizaci jednotky produkce;
- mezní náklady (MC) – náklady potřebné na rozšíření objemu produkce o danou jednotku. [1, s. 35]

Hledisko zahrnující potřeby řízení a tvorby hospodářského výsledku:

- náklady výkonů – vyjadřují užitečnost spotřebovaných ekonomických zdrojů vázanou v těchto zásobách až do okamžiku, kdy dojde v jejich přeměnu v jinou formu zásob vytvořených vlastní činností (například přímý materiál, výrobní režie atd.);
- náklady období – představují spotřebu ekonomických zdrojů, jež svou užitečnost vyčerpaly v průběhu období (například odbytová režie, správní režie atd.). [1, s. 36]

Druhové hledisko:

- materiálové náklady – zahrnují materiál spotřebovávaný pro výrobu, pomocný materiál, spotřebu energie, paliv a pohonných hmot a náklady na dopravu;
- náklady na nakupované výrobky – zahrnují náklady na opravy a údržbu a služby nemateriální povahy;
- odpisy – jedná se o odpisy základních prostředků a předmětů postupné spotřeby;

- mzdové a ostatní náklady – náklady na vynaložené mzdy a náklady na odměny;
- finanční náklady – zahrnují placené úroky z úvěrů, poplatky státu (daň z objemu mezd), pojistné, pokuty, penále a manka. [1, s. 36]

Kalkulační třídění nákladů:

- přímé náklady – jedná se o náklady, které je možné zjistit a vztáhnout na kalkulační jednici a tyto přímo souvisí s objemem produkce daného výrobku (materiál, práce, služby);
- nepřímé náklady – náklady, jejichž objem nelze vztáhnout přímo na jednici výroby, a proto se musí stanovit nepřímo pomocí přirážky k předem zvolené rozvrhové základně. Nepřímé náklady dále dělíme do těchto dvou skupin:
    - odvoditelné – nepřímé náklady, které lze přidělit jednotlivým jednotkám (např. odpisy zařízení sloužícího více druhům činnosti);
    - neodvoditelné – nepřímé náklady, které lze rozdělit velmi obtížně (např. náklady na reklamu, správní režie). [1, s. 36, 37]

Hledisko zahrnující podmínky hospodaření:

- jednicové náklady – takové náklady, které se mění současně se změnou množství jednic sledované produkce;
- režijní náklady – náklady, které souvisí s určitým rozsahem produkce, v rámci tohoto rozsahu se nemění a mohou vzniknout již před zahájením vlastního výrobního procesu. Tyto náklady se mohou vztahovat jak k jednomu druhu činnosti nebo výrobku, tak i k více druhům například u nestejnorodé produkce. [1, s. 37]

Hledisko zahrnující potřeby formulování a řízení výrobního procesu:

- variabilní náklady – jsou to náklady závislé na množství vyprodukovaných výrobků nebo na poskytnutých službách. Jejich objem je pak přímo úměrný danému množství vyprodukovaných výrobků nebo služeb. Jedná se například o cenu materiálu nebo spotřebu lidské práce, potřebnou na produkci jednotlivého výrobku nebo služby.
- fixní náklady – jsou to náklady, které se nemění přímo s objemem výroby. Mění se v čase a k jejich změně dochází skokem. Například jde o náklady na pořízení a provoz budov, strojů, informačních technologií apod. [1, s. 37]

4 ROZPOČET STAVBY

Cena stavby se sestává z množství různých nákladů, jež musí investor vynaložit. Vzhledem k velkému množství těchto nákladů vzniká potřeba jejich utřídění. To vede ke vzniku tzv. rozpočtu stavby. Ten je tedy soupisem (rozpisem) položek, tj. prací (montážních, zemních, inženýrských, služeb atp.) a dodávek materiálů a technologických zařízení, potřebných pro provedení stavby. Struktura rozpočtu závisí především na těchto vlastnostech:

- účelu, pro který je rozpočet zpracován;
- míře podrobnosti dokumentace stavby;
- použitých oceňovacích podkladech.

Z hlediska účelu je rozpočet zpracován zpravidla:

- pro dodavatele jako nabídková cena stavebního objektu včetně vedlejších nákladů;
- pro investora jako orientační předběžná cena (poptávková) stavebního objektu včetně vedlejších nákladů, která vstupuje do souhrnného rozpočtu (propočtu) a ovlivňuje další náklady investora. [1, s. 98]

V praktické části této práce bude sestaven tzv. položkový rozpočet. Jedná se o druh rozpočtu, který se vyhotovuje ve fázi projektu stavby a tvoří jej jasně specifikované rozsahy jednotlivých prací, které vychází z výkazů výměr oceněných dle ceníků stavebních prací a dodávek.

Každá položka tohoto rozpočtu obsahuje kód položky, název položky, měrnou jednotku, výměru, jednotkovou a celkovou cenu.

Každý takto vytvořený rozpočet většinou bývá velice rozsáhlý a složitý. Z tohoto důvodu je vhodné jej zpracovat a spravovat prostřednictvím moderního rozpočtového programu. Moderní rozpočtový program by měl být schopen propojit jednotlivé fáze a oblasti výstavby v jeden stavebně-ekonomický celek (projekt) a stává se tak zároveň informačním systémem pro komplexní řízení výstavby. [34]

5 TRVALE UDRŽITELNÝ ROZVOJ VE STAVEBNICTVÍ

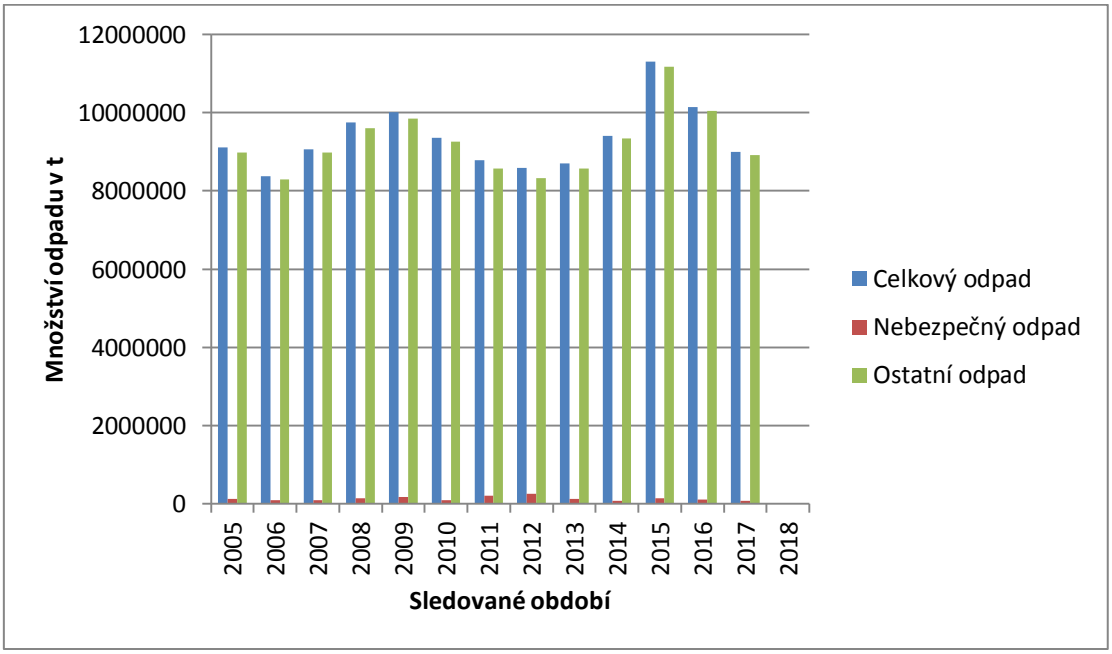
Ač stavební produkce má na území České republiky v období let 2005 a 2018 v průměru spíše tendenci klesající, stále platí, že tento obor zažívá během posledních desítek let vzhledem k rostoucí populaci rozmach. Negativní ekologické dopady těchto aktivit jsou přitom zřejmé. Dle údajů Českého statistického úřadu producentem 43 % odpadu vzniklého v České republice v roce 2018 bylo právě stavebnictví. V celosvětovém měřítku pak tento podíl tvoří 41 %.

Tyto negativní dopady na životní prostředí se však neprojevují pouze přímo cestou popsanou výše, tj. při samotných realizacích, ale také při ve fázi návrhu, kdy nehospodárným technickým řešením objektu se tento stává velmi škodlivým ke svému okolí v celé provozní fázi. Dle IPCC (International Panel for Climate Change) 40 % energie na světě vyprodukované je spotřebováno v budovách. Celkově jedna třetina skleníkových plynů je dle IPCC spojována se stavebnictvím.

Všechno tyto negativní dopady může zkušený stavební inženýr do jisté míry zmírnit svým šetrným návrhem. Já bych se v této práci ráda zaměřila na snížení ekologické stopy stavby pomocí využití ekologických materiálů při samotné realizaci.

Následující graf zobrazuje produkci jednotlivých druhů stavebního odpadu v rozmezí let 2005 až 2018.

Graf 1: Produkce stavebního odpadu v ČR v období let 2005 až 2018



6 TECHNICKÉ PARAMETRY VYBRANÝCH ALTERNATIVNÍCH MATERÁLŮ

6.1 KONTAKTNÍ ZATEPLENÍ FASÁDY

V původním návrhu projektu se uvažuje s kontaktním zateplením rodinného domu s využitím fasádního pěnového polystyrenu EPS 70F tloušťky 150 mm. Jedná se o nejčastější volbu při zateplování stavebních objektů. Výhody tohoto materiálu spočívají především v nízké ceně, která je v porovnání s alternativními stavebními materiály až několikanásobně menší, nízké hmotnosti, dobré opracovatelnosti a nízké nasákavosti. Kromě těchto předností je ale nutno říci, že výroba nejen pěnového polystyrenu, ale všech syntetických tepelných izolantů, je technologicky a finančně náročná a nemálo zatěžuje životní prostředí. [5] [9]

6.1.1 Expandovaný polystyren

Historie

Styren byl objeven v roce 1839 berlínským lékárníkem Eduardem Simonem. Později, v roce 1866, bylo zjištěno, že zahříváním styrenu začíná polymerace, která končí zrozením makromolekuly. A právě tato výsledné látka byla pojmenována polystyren. Prvního praktického využití se polystyren dočkal v roce 1931, kdy jej začala společnost IG Farben průmyslově vyrábět, za účelem nahrazení tehdy rozšířeného zinku.

Patent na výrobu expandovaného polystyrenu (EPS) získala německá agrochemická společnost BASF roku 1949, ale masového použití na zahraničním trhu se polystyren dočkal až v roce 1954. V České republice se EPS vyrábí od roku 1963, historicky první závod byl postaven v Kralupech nad Vltavou.

Český trh s pěnovým polystyrenem zaznamenal v uplynulých letech významný nárůst výroby i spotřeby. Ve stavebnictví se bílé a šedé desky aplikují nejen jako izolační materiál na fasádách domů, ale také při výstavbě mostů, železničních tratí nebo vozovek. V České republice se od roku 2008 spotřeba EPS pohybuje mezi padesáti až šedesáti tisíci tunami ročně. [5] [6]

Výroba

Výroba expandovaného polystyrenu, tak jak ho známe ze stavební praxe, probíhá v několika fázích. Nejprve je pomocí vícestupňové úpravy ropy získáván surový styren, který je dále za přítomnosti dalších přísad polymerizován do tvaru tzv. perel, jejichž velikost

se pohybuje v intervalu od 0,3 do 2,8 mm. V dalších fázi výroby je objem těchto perel působením syté vodní páry zvětšen na dvaceti až násobek své původní hodnoty. Během této fáze zároveň uvnitř každé perle vznikne buněčná struktura. V další fázi následuje meziuskladnění v provzdušňovaných silech. V čerstvě vypěněných perlách se totiž během chlazení vytvoří podtlak, který způsobuje vysokou citlivost na mechanické poškození. Difuzí vzduchu do buněk perlí se podtlak vyrovnává, perle získávají větší mechanickou pružnost a současně se suší. Závěrečnou fází výroby je tvarování ve formách. Forma v požadovaném tvaru s parními tryskami ve stěnách se vyplní perlami a vystaví se opět působení syté vodní páry. Perle změknou a dále se nafouknou. V uzavřeném prostoru se vzájemně svaří a vytvoří kompaktní výrobek. V případě bloku se rozřeže teplým drátem na desky požadovaných rozměrů. Struktura takto vyrobené desky je tvořena uzavřenými mnohostěnovými buňkami polystyrenu, které tvoří asi 2 % objemu výrobku, zbytek tvoří vzduch. [6]

Vlastnosti

Polystyren je velmi tvrdá, ale také velmi křehká plastická hmota, která dobře odolává kyselinám a zásadám. Neodolává však organickým rozpouštědlům, zejména benzenu, aldehydům a ketonům. Je také citlivý vůči UV záření a málo odolný vůči teplotě – bez dodatečného mechanického zatížení snese pěnový polystyren krátkodobé teploty do 100 °C. Vlivem nepatrné tepelné vodivosti polystyrenu zůstává hloubka průniku vysokých teplot relativně malá, což působí tím příznivěji, čím má EPS větší tloušťku. Pokud je však polystyren mechanicky zatěžován, pak je schopný odolávat, v závislosti na jeho objemové hmotnosti, teplotám 75 °C až 80 °C. Při vystavení polystyrenu vyšším teplotám nastává jeho měknutí. Samotná teplota varu polystyrenu je 145 °C – to znamená, že pokud by byl výrobek z tohoto materiálu vystaven stejné nebo vyšší teplotě došlo by k varu styren, což by mělo za následek uvolnění toxických a karcinogenních zplodin.

Vzhledem k tomu, že zpěňovatelný polystyren je nerozpustný ve vodě a jeho buněčná struktura je uzavřená, nepohlcují vzduchem naplněné buňky prakticky žádnou vodu. Pokud by byly výrobky z polystyrenu jejímu dlouhodobému působení vystaveny, jejich mechanické ani tepelně izolační vlastnosti by se výrazně nezměnily. Na rozdíl od vody ale vodní páry, které jsou obsaženy ve vzduchu, mohou procházet mezi stěnami buněk a tím i vrstvou izolace. Rychlost difuze vodních par závisí na tloušťce izolační vrstvy a na faktoru difuzního odporu dotyčného výrobku.

Tepelně izolační materiály vyrobené z polystyrenu jsou velmi lehké. Jak již bylo uvedeno výše, 98 % objemu polystyrenového výrobku nejčastěji užívaného ve stavebnictví – desky EPS, tvoří vzduch. O vzduchu je obecně známo, že je po vakuu nejlepším tepelným izolantem. Vzduch obsažený v buňkách nemá šanci úniku, proto se tepelně izolační vlastnosti časem nezhoršují.

Polystyren nemá pouze tepelně izolační vlastnosti, ale díky speciální úpravě zvané elastifikace, vyniká i v útlumu kročejového hluku. Princip elastifikace spočívá ve stlačení polystyrenových bloků v lisu o dvě třetiny – při uvolnění tlaku se bloky vrátí na čtyři pětiny svého původního rozměru. Desky nařezané z takto upravených bloků se používají do skladeb plovoucích podlah.

Nejčastěji udávaná životnost polystyrenu je přibližně 30 let, reálná životnost zateplení EPS je však minimálně dvojnásobně vyšší. Při stárnutí polystyren křehne a vytvářejí se v něm praskliny. [6] [8] [10]

Základní fyzikální vlastnosti desek EPS jsou následující: [6]

- Součinitel tepelné vodivosti: λ = 0,035-0,042 W/mK
- Faktor difuzního odporu: μ =20-60
- Objemová hmotnost: ρ = 10-60 kg/m3
- Třída reakce na oheň: E

Montáž

Při zateplování objektu deskami z EPS by teplota podkladu a okolního vzduchu neměla klesnout pod +5 ° C. Nejprve je vhodné podklad pro izolant zbavit všech nečistot a mastnot a-v případě, že je zateplován objekt při rekonstrukci, je nutné opravit případné trhliny nebo praskliny. Také případné nesoudržné nebo uvolněné části fasády musí být odstraněny.

V první fázi je třeba provést penetrační nátěr, který zajistí spojení mezi podkladní a lepící vrstvou. Následuje montáž zakládacích soklových lišt, které se osadí kolem obvodu domu. Montáž těchto zakládacích profilů se provádí od rohů. Pro vytvoření rohů se předem upraví zakládací profil podle úhlu rohu stavby. Mezi takto osazené rohové profily se doplní rovné díly.

Dalším krokem je lepení fasádního izolantu pomocí lepící hmoty. Ta slouží k upevnění tepelného izolantu k podkladu a také k zajištění polohy desky ve vrstvě. Nanášení lepící

hmoty se provádí ručně vždy po obvodu desky v nepravidelném pásu a středem desky min. ve třech terčích. Je nutné, aby plocha desky spojená s podkladem lepením tvořila minimálně 40 % celkové plochy izolační desky. Při lepení (následně ani při stěrkování) se nesmí lepící ani stěrková hmota dostat na boční stěny izolantu. Tepelný izolant vždy lepíme od spodu nahoru od zakládacích lišt a to ve vodorovných řadách na vazbu (obdobně jako se staví z cihel). Desky se dále ukotvují univerzálními zatloukacími fasádními hmoždinkami s ocelovým trnem. Hmoždinky zajistí stálý přítlak izolačních desek na lepící tmel. Také se snižuje smykové zatížení izolantu a tím jeho možné posunutí do všech stran. Počet hmoždinek se urči dle výpočtu.

Úprava nároží, parapetů, podhledů se provádí pomocí rohových lišt PVC s výztužnou tkaninou. Tyto lišty zajistí pevné spojení s další ochrannou vrstvou a také chrání nejvíce namáhaná místa proti poškození, všechny rohy.

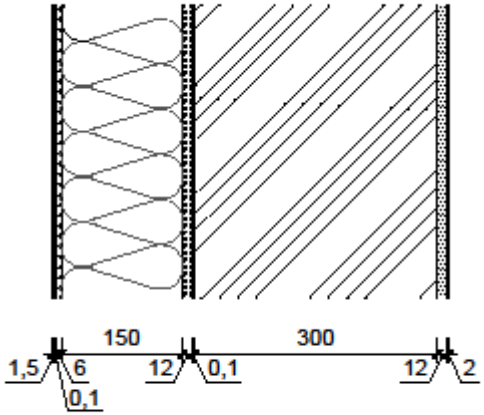
Dalším krokem je nanesení stěrkového tmelu plastovou zubovou stěrkou na vytvořenou plochu z izolačních desek. Vrstva se obvykle provádí v tloušťce o síle 10 mm a to směrem shora dolů. Tato stěrková vrstva zajistí spolupůsobení vrstvy izolantu, výztužné tkaniny a povrchové úpravy nové fasády. Výztužná tkanina, tzv. perlinka, se vtlačí do připravené krycí stěrkové hmoty. Perlinka musí být z obou stran touto hmotou krytá, tedy musí být vně stěrkové hmoty celkově ponořená. Vzájemně jsou jednotlivé vrstvy výztužné tkaniny překládány. Při napojování jednotlivých pruhů perlinky je nutno dodržovat překrytí minimálně 100 mm. Na zvláště namáhaných místech fasády se provádí dvojnásobné překrytí, jedná se o místa, kde předpokládáme větší ohrožení tlaky z vně fasády.

Po důkladném vyschnutí výztužné vrstvy, stěrky se nanáší penetrační vrstva, podklad pro omítku. Teprve poté se provádí osazení nových klempířských prvků, jako jsou parapety, oplechování a další takové komponenty. Dále osazení nových prodloužených kotevních želez u hromosvodů z důvodu odstupu kvůli nové fasádě.

Následně je nutné zatmelit prostory spáry kolem oken a to doporučenými pružnými akrylátovými tmely. Konečným krokem je povrchová úprava bílou omítkou. Omítka tvoří finální okrasnou vrstvu a především ochranu pláště fasády proti povětrnostním vlivům.

Recyklace

Pokud chceme zpěňovatelný polystyren recyklovat, lze pro to využít kontejnery žluté barvy, tedy ty na plastové odpady. Vhodné je vhazovat ho rozdělený na menší kusy. Na dotřiďovacích linkách, kam obsah kontejneru zamíří, je polystyren rozdělován dle stupně jeho znečištění. Ten, který je vyhodnocen jako vhodný pro recyklaci, je po roztřídění komprimován na objemovou hmotnost 700 až 800 kg/m^3, následně je transportován, rozdrcen a znovu využit. Recyklovaný polystyren je možné využít pro výrobu nových obalů nebo desek, výjimkou je však opětovná výroba desek kontaktního zateplení ETICS, kde je použití cizího recyklátu vyloučeno. Znečištěný polystyrenový odpad, který není vhodný pro recyklaci je pak použit jako zásypový materiál, přísada do lehčeného betonu nebo izolačních omítek, využívá se také pro vylehčení zahradního substrátu nebo při výrobě pálených cihel. Tímto způsobem je tak zaručeno využití velkého podílu odpadního polystyrenu. [7] [8]



FUNKCE	CHAR. VLASTNOSTI	NÁVRH	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TLOUŠŤKA
-POVRCHOVÁ ÚPRAVA	MALBA BÍLÁ	CEMIX	NANESENO VÁLEČKEM	2 MM
-POVRCHOVÁ ÚPRAVA	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ HRUBÁ CEMIX 082h+ VNITŘNÍ VÁPENOCEMENTOVÝ ŠTUK CEMIX 033	CEMIX	OMÍTNUTO A FILCOVÁNO, 10+2 MM	12 MM
-NOSNÁ STĚNA	YTONG SILKA, VÁPENCOPÍS. TVÁRNICE 300x248x248, TENKOVRSTVÁ ZDÍCÍ MALTA	YTONG SILKA	VYZDĚNO	300 MM
-PENETRAČNÍ VRSTVA	SOKRAT - VYSOKÁ PŘILNAVOST	DEN BRAVEN	NANESENO VÁLEČKEM	0,1 MM
-LEPÍCÍ VRSTVA	LEPÍCÍ A STĚRKOVÁ HMOTA BASIC	CEMIX	PLOŠNĚ NANESENO NA MV	12 MM
-TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	FASÁDNÍ POLYSTYREN EPS 70F, λ = 0,039 W/M.K	ISOVER	PŘILEPENO A KOTVENO, 6 KS/M^2	150 MM
-ARMOVACÍ VRSTVA	STĚRKOVÁ HMOTA + SKLOTEXTILNÍ SÍŤOVINA, 3+3 MM	VERTEX	NANESENO ZUBOVOU STĚRKOU, POTÉ VLOŽENA SÍŤOVINA A PLOŠNĚ UTAŽENA HLADITKEM	6 MM
-PENETRAČNÍ VRSTVA	FASÁDNÍ PENETRACE	CEMIX	NANESENO VÁLEČKEM	0,1 MM
-POVRCHOVÁ ÚPRAVA	SILIKÁTOVÁ TENKOVRSTVÁ OMÍTKA BÍLÁ	CEMIX	PLOŠNĚ NANESENO HLADÍTKEM	1,5 MM

6.1.2 Ovčí vlna

Ovčí vlna je obnovitelný a zdravotně nezávadný tepelně izolační materiál. Při získávání tohoto materiálu se nesnižuje stav žádného přírodního zdroje, v posledních letech je dokonce zaznamenán jeho značný přebytek. Navíc při samotném zpracování vlny na formu izolačních pásů je zapotřebí velmi nízký vklad energie, navíc odpad z těchto pásů je téměř stoprocentně recyklovatelný. [12]

Získávání a zpracování

Na světě v současné době žije přibližně 1,2 miliardy ovcí, přičemž každá ročně vyprodukuje 2,5 až 5,0 kg vlny. Hmota je však získávána pouze ze zdravých zvířat, která před zpracováním prošla kontrolou příslušné veterinární správy. V první fázi je nutné zbavit vlnu všech nečistot opakovaným praním ve vodním roztoku, který vytvoříme smícháním 0,5 g pracího prostředku a 1 g sody na jeden litr vody, o teplotě 40 °C. Tím docílíme separace lanolinu (tuk s obsahem voskového podílu – skládá se z 65 % vosku, 15 % parafinového oleje a 20 % vody) a nečistot, které se ve vlně nacházejí.

V další fázi je vlna ošetřena „aviváží“ – 10% roztokem fotostabilního syntetického pyrethroidu (obchodní název Molantin SP). Jedná se o čirou kapalinu jantarového zbarvení se slabým zápachem po butanolu neionogenního charakteru. Díky tomu se živočišná vlákna vlny stávají vláčnějšími a poddajnějšími, navíc jsou účinně chráněny proti poškození hmyzem a především před moly. Výsledná izolace obsahuje 0,2 až 0,3 % tohoto přípravku.

V závěrečné fázi, tedy při samotném zpracování ovčí vlny na tepelně izolační materiál, postupujeme technologií kolmého kladení mykaného ovčího rouna bez použití jakýchkoliv pojiv. Po vyprání se vlna zformuje do vlnovek, které jsou mechanicky přichyceny k armovací mřížce. [12]

Obr. 1: Ovčí vlna před odstraněním nečistot

Zabudování izolačních pásů

Před zabudováním je nutno materiály z ovčí vlny uskladnit na suchém místě a chránit před účinky vlhkosti. K samotné montáži izolace nejsou potřebné žádné ochranné pomůcky, neboť vlna je příjemná na dotyk, na kůži nezpůsobuje žádná poranění ani žádným způsobem nedráždí dýchací cesty.

Pásy izolace se dělí nejčastěji vhodným nožem nebo speciálním řezacím zařízením. V případě jejich použití pro vrstvu vnějšího zateplovacího systému, kdy je tato vrstva upevňována na tvárnicové zdivo, volíme její uchycení do předem připravené rámové konstrukce z dřevěných hranolů nebo pomocí sponek nebo hrotů s maximální roztečí 400 mm. Uchycení můžeme podpořit sponkovačkami, hřebíkovačkami nebo oboustranně lepicí páskou. Finální vrstva je poté vyvázána. V případě potřeby lze izolaci stlačit na menší tloušťku, čímž se její tepelné izolační vlastnosti ještě zvýší. [12]

Vlastnosti

Jak již bylo řečeno výše, při zpracování a výrobě výsledných produktů je potřeba v porovnání s ostatními izolačními materiály jen minimální vklad energie. Navíc se jedná o materiál monokomponentní, tzn. při výrobě nejsou použita žádná pojiva nebo syntetické příměsi. [12]

Organická struktura, která ovčí vlnu tvoří, má rozsáhlý měrný povrch. Díky tomu je izolace z ní tvořená schopna rychle a ve velké míře sorbovat a naopak desorbovat vodní

páru obsaženou v okolním vzduchu. Celkově je ovčí vlna schopna absorbovat vodu až v rozsahu 30 až 35 % vlastní hmotnosti, tzn. 0,30 až 0,35 kg vody na jeden kg suché vlny. Pro srovnání izolace z minerálních vláken jsou schopné absorpcí zachytit vlhkost v rozsahu jen 1 až 1,5 % vlastní hmotnosti. Navíc při sorpci vlhkosti se uvolňuje sorpční teplo – ovčí vlna má v suchém stavu schopnost sorpcí uvolnit na 1 kg své hmotnosti přibližně 960 kJ tepelné energie. K tomuto jevu dochází především v zimních měsících, kdy je teplota okolního vzduchu nízká, v důsledku čehož se vlna výrazně ochladí a dochází ke zvýšené sorpci vlhkosti. Tato sorpční schopnost vlny může do velké míry omezit riziko případného stékání zkondenzované vody po izolaci.

Naopak v letních měsících, kdy se okolní vzduch výrazně otepluje, se vlna začne ohřívat a následně se z ní absorbovaná vlhkost uvolňuje. V důsledku toho se sorpční teplo spotřebuje na výpary (jako tzv. výparné teplo) a stěna, která je ovčí vlnou izolována stěna se začne ochlazovat. Tímto způsobem pak dochází ke zmenšování tepelných toků dovnitř budovy. V porovnání s budovami, které jsou izolované vrstvou tepelné izolace z alternativních materiálů se stejnou tloušťkou, se v letním období může snížit teplota v interiéru až o několik stupňů. [13]

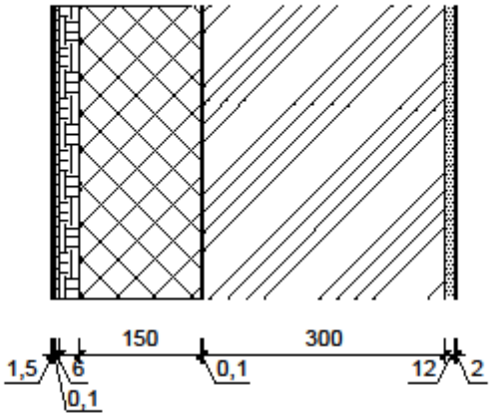
Pokud by byla vlna použita jako vnitřní izolace obvodových stěn, naplno by byla využita i její čistící schopnost. Dle nejnovějších výzkumů je totiž ovčí vlna schopna trvale na sebe vázat některé škodlivé látky, které se často vyskytují v interiéru staveb. Jde především o látky, které dráždí horní dýchací cesty. Takovým typickým příkladem je formaldehyd, který se dlouhodobě uvolňuje z některých dřevotřískových materiálů, koberců a podobně. Kromě toho vlákna vlny účinně pohlcují acetaldehyd, sutyraldehyd a pentanal (jsou složkou různých lepidel, ale i cigaretového kouře) nebo ozón (vzniká např. v kancelářích při činnosti laserových tiskáren a kopírek), dále také benzaldehyd (škodlivina uvolňující se z nátěrů), nitrosamin a styren. Taktéž jsou schopné pohlcovat různé nepříjemné pachy a výpary z prostoru, což může mít význam pro určité skupiny lidí (například pro alergiky). [14]

Vlna má také výbornou vlastnost relaxace. To znamená, že izolace z vlny si udržuje stálou tloušťku, neztrácí objem ani elasticitu. Nezanedbatelná je také její požární bezpečnost, neboť vlna nehoří, ale za vysoké teploty se škvaří a má samozhášecí schopnost. Její požární odolnost je vyšší než požární odolnost celulózy nebo izolační pěnové hmoty. [12] [15]

Základní fyzikální vlastnosti izolace z ovčí vlny jsou následující: [11]

- Součinitel tepelné vodivosti: λ = 0,045 W/mK
- Faktor difuzního odporu: μ = 1–2
- Objemová hmotnost: ρ = 13–30 kg/m^3
- Třída reakce na oheň: E

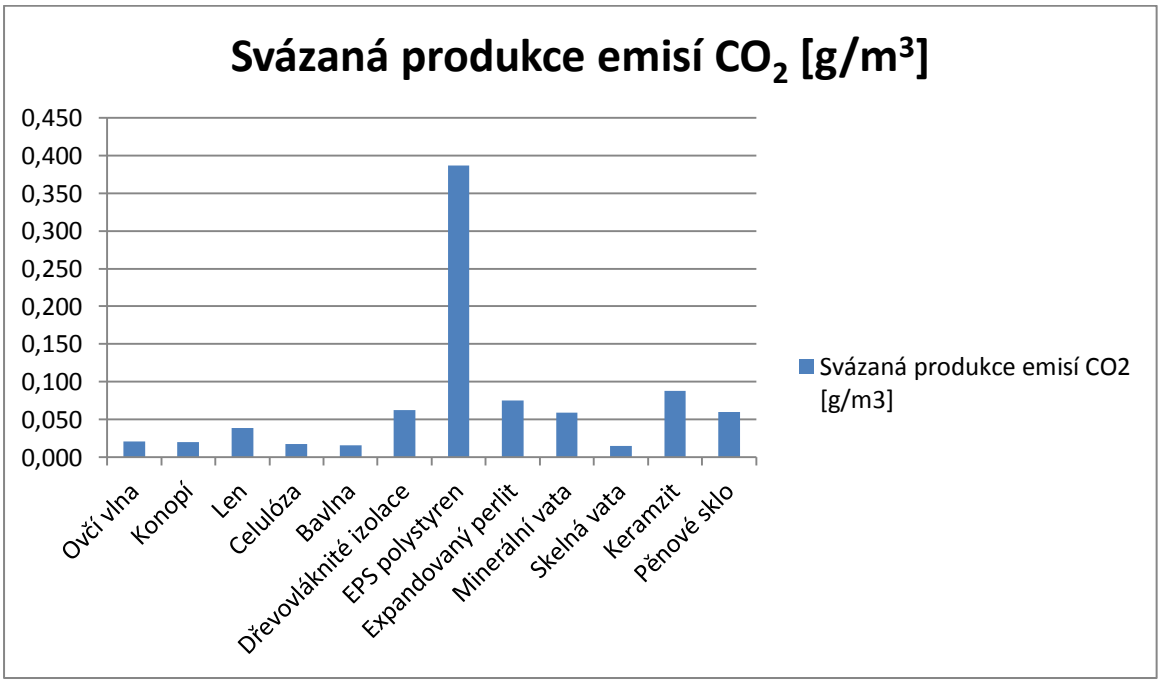
Obr. 2: Pásy pro zateplení z ovčí vlny



FUNKCE	CHAR. VLASTNOSTI	NÁVRH	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TLOUŠŤKA
-POVRCHOVÁ ÚPRAVA	MALBA BÍLÁ	CEMIX	NANESENO VÁLEČKEM	2 MM
-POVRCHOVÁ ÚPRAVA	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ HRUBÁ CEMIX 082h+ VNITŘNÍ VÁPENOCEMENTOVÝ ŠTUK CEMIX 033	CEMIX	OMÍTNUTO A FILCOVÁNO, 10+2 MM	12 MM
-NOSNÁ STĚNA	YTONG SILKA, VÁPENCOPÍS. TVÁRNICE 300x248x248, TENKOVRSTVÁ ZDÍCÍ MALTA	YTONG SILKA	VYZDĚNO	300 MM
-LEPÍCÍ VRSTVA	OBOUSTRANNĚ LEPÍCÍ PÁSKA, 25 MM	DEK	RUČNĚ NANESENO V ROZTEČÍ 400 MM	0,1 MM
-TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	TI Z OVČÍ VLNY A500 NATURWOOL, 1000x10000x150	NATURWOOL	PŘILEPENO A KOTVENO, 0,1 KS/M^2	150 MM
-VYROVNÁVACÍ VRSTVA	DŘEVOŠTĚPKOVÁ OSB DESKA PERODRÁŽKOVÁ, 2500x625x25	DEK	KOTVENO KONVEXNÍMI HŘEBÍKY, 0,64 KS/M^2	25 MM
-ARMOVACÍ VRSTVA	STĚRKOVÁ HMOTA + SKLOTEXTILNÍ SÍŤOVINA, 3+3 MM	VERTEX	NANESENO ZUBOVOU STĚRKOU, POTÉ VLOŽENA SÍŤOVINA A PLOŠNĚ UTAŽENA HLADITKEM	6 MM
-PENETRAČNÍ VRSTVA	FASÁDNÍ PENETRACE	CEMIX	NANESENO VÁLEČKEM	0,1 MM
-POVRCHOVÁ ÚPRAVA	SILIKÁTOVÁ TENKOVRSTVÁ OMÍTKA BÍLÁ	CEMIX	PLOŠNĚ NANESENO HLADÍTKEM	1,5 MM

Na následujícím grafu jsou zobrazeny hodnoty svázané produkce emisí CO_2 pro stavební materiály používané při zateplení. Je patrné, že pěnový polystyren produkuje ze všech materiálů nejvíce emisí CO_2 – konkrétně 0,381 g/m^3, zatímco ovčí vlna produkuje 0,024 g/m^3.

Graf 2: Hodnoty svázané produkce emisí CO_2 pro materiály používané při zateplení



6.2 STŘEŠNÍ KRYTINA

6.2.1 Pálená střešní taška

Pálená střešní taška je tradiční střešní krytinou, která se vyrábí v mnoha profilech a třech základních povrchových úpravách. Mezi její přednosti patří především vysoká životnost (cca 30 let), vodní zámky proti zatékání a nestárnoucí estetická hodnota.

Výroba

Pálené tašky jsou vyrobeny ze směsi cihlářské hlíny a jílu. Obvykle se jedná o materiály těžené v blízkosti samotné výrobny, právě proto mají tašky každého výrobce nepatrně odlišnou barvu i strukturu.

Proces výroby začíná těžbou a odležením materiálu. Poté se hlína a jíl promíchají, pečlivě rozemelou a přidávají se další příměsi. Díky tomu vzniká velmi homogenní materiál bez kvalitativních odchylek. Tato směs se slisuje do nekonečného pásu, který se následně rozděluje do přibližné velikosti tašek. Následně je každý z těchto kusů směsi vyražen do formy a putuje na vypálení do pece. Proces výroby trvá přibližně 3 dny.

Povrchové úpravy

Pálená střešní taška se obvykle provádí ve třech základních povrchových úpravách:

- Režná střešní krytina – jedná se o pálené tašky bez povrchové úpravy. Jejich barva je dána barevností vypáleného cihlářského střepu, obvykle se jedná o oranžovou, červenou nebo hnědou barvu. Jejich nevýhodou je to, že po čase barva zajde, povrch se zašpiní a velmi snadno se na něm zachytávají nečistoty. Kvůli tomu může být i barevnost střechy poměrně nesouměrná.
- Engoba – jedná se o matnou povrchovou úpravu bez lesku. Tzv. engoba je naředěná keramická hmota obohacená o oxidy kovů a různé minerály. Na tašky se nanáší v tekuté formě po jejich vyražení do formy a vysušení. Poté putuje taška do pece, kde je při vypalování střešní krytiny barva zapečena. Právě vypálením dojde ke spojení hlíny tašky s její povrchovou úpravou, proto se nijak neloupe a samovolně neodděluje a je součástí samotné tašky. Engoba dodá povrchu nižší poréznost, a tudíž je odolnější vůči nečistotám.
- Glazura – pálená střešní taška s touto povrchovou úpravou vzniká nanesením tekuté směsi jílů s velkým podílem oxidů křemíku, díky kterým získá krytina lesklý sklovitý povrch. Tašky s touto povrchovou úpravou jsou velmi hladké a mají minimální poréznost. Glazura dobře odolává všem druhům nečistot či růstu lišejníků a mechu. Střecha tak vydrží dlouhá léta jako nová.

Obr. 3: Povrchové úpravy pálené střešní tašky

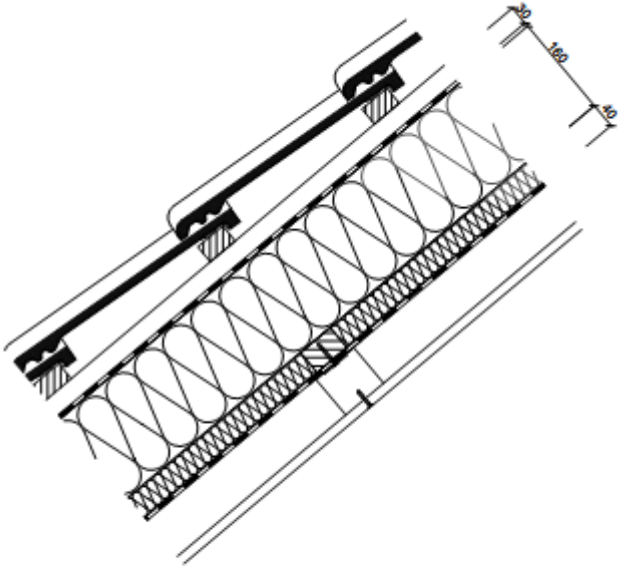
Montáž

Střešní krytinu je možné začít pokládat po dokončení klempířských prací. Montáž pálených střešních tašek se provádí vždy pokládkou na latě. Vzdálenost latí je u každého typu krytiny odlišná a vždy je nutné se řídit údaji výrobce. Většina typů běžně dostupných pálených tašek se pokládá na laťování v rozmezí 300-380 mm. Minimální průřez střešních latí, na které se tašky pokládají, je 50x30 mm. Ve většině případů se dnes používají latě o průřezu 60x40 mm.

Pokládka tašek na vazbu se správně provedeným laťováním je již poměrně jednoduchá. Tašky se na latě zavěšují za dva výstupky umístěné na zadní straně tašky v horní části (lidově zvané pupky). Pokud je sklon střechy do 45°, není nutné tašky již dále kotvit. Jsou-li tašky pokládány na střechy se sklonem 45-60°, je nutné kotvit každou třetí tašku v ploše pomocí stranové příchytky (nebo vrutu), při sklonu 60-70° je nutné kotvit každou tašku v ploše pomocí stranové příchytky (nebo vrutu), nad 70° se musí kotvit každá taška pouze pomocí vrutu v hlavové části a zároveň pomocí stranové příchytky.

Pokládka tašek na latě se provádí na vazbu nebo na střih. Obecně platí pravidlo, že tašky s vlnou se pokládají na střih (na vazbu by ani do sebe nezapadly), zatímco tašky v pohledové části osově symetrické se pokládají na vazbu. Některé typy tašek je možné pokládat obojím způsobem. Správný způsob pokládky se vždy řídí pokyny výrobce.

Hřebenová část se řeší různě. V dnešní době se hřeben pokládá na sucho. Přes krokevní pole se upevní hřebenová lať, na kterou se umístí plastový větrací pás hřebene (též nazývaný kartáčová lišta). Na nároží se musí vždy použít kovový větrací pás, který je dodáván v rolích. Za pomoci kovových příchytek se k hřebenové lati (přes plastový nebo kovový větrací pás) upevní jednotlivé hřebenáče. Hřebenáče se vždy pokládají po směru převládajících větrů.



FUNKCE	CHAR. VLASTNOSTI	NÁVRH	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TLOUŠŤKA
-SKLÁDANÁ KRYTINA	PÁLENÁ STŘEŠNÍ TAŠKA	TONDACH	POKLÁDKA NA LATĚ	80 MM
-STŘEŠNÍ LATĚ	STŘEŠNÍ LATĚ 40x60 MM	DEK	PŘIPEVNĚNO VRUTY	40 MM
-VZDUCHOVÁ MEZERA	VZDUCHOVÁ MEZERA TVOŘENÁ KONTRALATĚMI VE SPÁDU	DEK	PŘIPEVNĚNO VRUTY	30 MM
-POJISTNÁ HYDROIZOLACE	DIFÚZNĚ PROPUSTNÁ FÓLIE S VĚTRÁNÍM NAD A POD	DEKTEN PRO	PŘICHYCENÍ SPONKOVAČKOU	0,6 MM
-TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	MINERÁLNÍ TI VLOŽENÁ MEZI KROKVE	ROCKWOOL	-	160 MM
-TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	MINERÁLNÍ TI VLOŽENÁ MEZI LATĚ	ROCKWOOL	-	40 MM
-PAROZÁBRANA	PE FÓLIE	DEKFOL N 110 STANDARD	PŘICHYCENÍ SPONKOVAČKOU	0,6 MM
-PODHLED	SÁDROKARTON VČETNĚ NOSNÝCH PROFILŮ	CEMIX	PŘIPEVNĚNÍ VRUTY	12,5 MM

6.2.2 Břidlicové kameny

Využití břidlice jako stavebního materiálu je historicky doložitelné již od starověku, kdy se opracovaný břidlicový kámen využíval právě jako střešní krytina. Největšího rozmachu dosáhl tento materiál v Evropě od roku 1870 do první světové války. Břidlice se používala nejen jako střešní krytina, ale pro obklady, dlažby, jako zdící materiál a díky svým vlastnostem a nízké absorbitě vlhkosti se navíc používala i pro podřezávání a dodatečnou hydroizolaci zdí.

V současné době je břidlice využívána jako obkladový materiál nebo dlažba, často v kombinaci s dalšími materiály. Jako krytinu je možné spatřit břidlici už jen na střechách historických objektů, ve stavební praxi je ale v posledních několika letech zaznamenán opětovný zájem o tento materiál. [33]

Výroba a těžba

Břidlice se těží v hlubinných, ale dnes převážně již i v povrchových dolech. Obrovské vyřezané kamenné bloky se odvážejí z lomů do zpracovny, kde se řežou na malé bloky a ty se pak štípou na jednotlivé tenké desky o síle 6-8mm. Z těchto se následně vysekávají potřebné formáty a tvary. Přes veškerou moderní mechanizaci, je nutný na zpracování a výrobě břidlice stále velký podíl ruční a mnohdy zároveň těžké práce. [33]

Vlastnosti

Břidlice je ušlechtilý materiál a má výborné vlastnosti především pro stavební účely. Jedná se o čistě přírodní surovinu, bez jakýchkoliv chemických barviv či přísad, tedy stoprocentně ekologickou. Kvalitní břidlice se vyznačuje výbornou mechanickou pevností, pružností a dobrou opracovatelností, snadné je jak její štípání či řezání – výsledný střešní kámen se tak díky bohaté formátové a tvarové rozmanitosti přizpůsobí téměř jakémukoliv tvaru střechy, tak třeba vytváření děr pro následné umístění hřebíků při instalaci krytiny.

Přírodní břidlice je převážně tmavá – šedá až černá a má nezaměnitelný hedvábný až sametový lesk. Z pohledu chemického složení, převládají-li v pigmentu oxidy dvojmocného železa, je barva břidlice šedá až černá, ale se vzrůstajícím podílem trojmocného železa se výsledná barva horniny mění na zelenou, pak fialovou až do červena. Případně dochází pak i k prolínání těchto barev. To, jakým chemickým složením břidlice disponuje, závisí na místě výskytu lomu, ve kterém byla vytěžena a také na poloze břidlice v těženém

ložisku. Obecně lze říci, že barevné (zelené, červené, fialové) břidlice se však pro svůj velmi řídký výskyt a tím obtížnou dostupnost a vysokou cenu, používají jen zcela výjimečně. Především na vykrývání ornamentů či podobných prvků, v kombinaci s klasickou šedo-černou.

Díky svému složení je kvalitní břidlice nehořlavá a vysoce mrazuvzdorná, povětrnostním a srážkovým vlivům střecha pokrytá tímto materiálem odolává perfektně. Kvalitní břidlice se vyznačuje dlouhou životností a stálobarevností po celou dobu této životnosti.

Břidlice se skladuje a následně dodává v dřevěných koších, které zajišťují dobré podmínky pro přepravu a manipulaci a rovněž umožňují materiál skladovat na sobě. [33]

Montáž

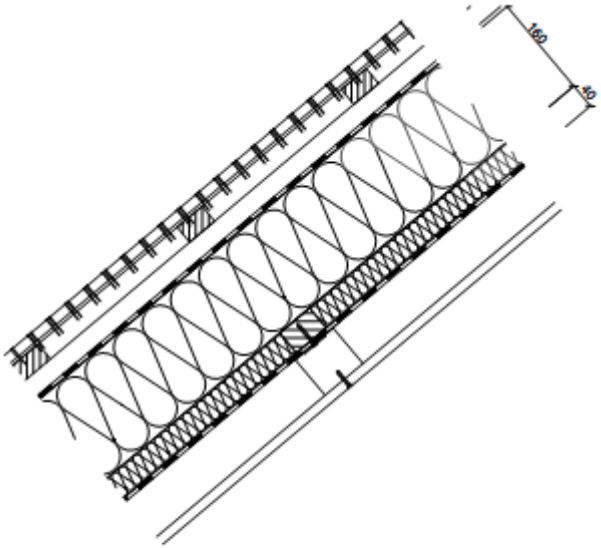
Před instalací samotné břidlicové krytiny je třeba na střešních latích vytvořit rovinný podklad, ke kterému se břidlicové kameny upevňují. Obvykle bývají použity pásy nerezového plechu, které se k latím připevní navrtáním vrutů.

Obr. 4: Instalace podkladní vrstvy na střešní latě

Pokládat střešní krytinu z břidlice na vytvořený podklad lze mnoha způsoby, nejběžnější jsou dva – jednoduché nebo dvojité krytí. Jednoduché krytí se provádí spuštěním paty druhého (horního) kamene přes první (spodní). Naproti tomu u dvojitého krytí překrývají první řadu kamenů další dvě následující. To zajišťuje pak i vyšší pevnost a voděodolnost krytí.

Pro dosažení požadované pevnosti musí být každý břidlicový kámen připevněn minimálně dvěma hřebíky v ploše a třemi až čtyřmi hřebíky v detailech. Na každém běžném kusu kamene jsou vyraženy otvory už z výroby. Pro připevnění je doporučeno zvolit hřebíky měděné či alespoň jinak povrchově upravené proti korozi. To aby nedocházelo k předčasnému ukončení životnosti střechy, kdy břidlice je ještě v pořádku, ale doslouží spojovací materiál, kterým je přichycena. [33]

Obr. 5: Střešní krytina z břidlicových kamenů



FUNKCE	CHAR. VLASTNOSTI	NÁVRH	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TLOUŠŤKA
-STŘEŠNÍ KRYTINA	BŘIDLICE DEKSLATE ČTVEREC 300x300 MM S OBLOUKEM	DEKTRADE	PŘIPEVNĚNÍ HŘEBÍKY	4 MM
-PODKLADNÍ PÁS	PLECH NEREZ 1000x2000 MM	DEKTRADE	PŘIPEVNĚNO VRUTY	0,5 MM
-STŘEŠNÍ LATĚ	STŘEŠNÍ LATĚ 40x60 MM	DEK	PŘIPEVNĚNO VRUTY	40 MM
-VZDUCHOVÁ MEZERA	VZDUCHOVÁ MEZERA TVOŘENÁ KONTRALATĚMI VE SPÁDU	DEK	PŘIPEVNĚNO VRUTY	30 MM
-POJISTNÁ HYDROIZOLACE	DIFÚZNĚ PROPUSTNÁ FÓLIE S VĚTRÁNÍM NAD A POD	DEKTEN PRO	PŘICHYCENÍ SPONKOVAČKOU	0,6 MM
-TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	MINERÁLNÍ TI VLOŽENÁ MEZI KROKVE	ROCKWOOL	-	160 MM
-TEPELNĚIZOLAČNÍ VRSTVA	MINERÁLNÍ TI VLOŽENÁ MEZI LATĚ	ROCKWOOL	-	40 MM
-PAROZÁBRANA	PE FÓLIE	DEKFOL N 110 STANDARD	PŘICHYCENÍ SPONKOVAČKOU	0,6 MM
-PODHLED	SÁDROKARTON VČETNĚ NOSNÝCH PROFILŮ	CEMIX	PŘIPEVNĚNÍ VRUTY	12,5 MM

6.3 VNITŘNÍ OMÍTKY

Vnitřní neboli interiérové omítky plní několik nezastupitelných funkcí. Mezi ty nejzákladnější se řadí ochrana spodní vrstvy, na kterou jsou omítky nanášeny, před mechanickým poškozením, vyrovnání nerovností zdiva, zakrytí případné do zdi nebo stropu vestavěné instalace, zlepšování technických vlastností zmíněné spodní konstrukce a zvyšování kvality celkového estetického dojmu interiéru. Další funkce mohou být akustické, tepelně izolační, protipožární a antistatické.

Téměř jediným způsobem, jakým byly omítky prováděné v minulosti, byl klasický třívrstvý způsob – cementový postřik, nanesení hrubé jádrové omítky a konečná úprava povrchu jemnou – štukovou omítkou. Povrch omítky se následně zušlechťoval nátěrem, malbou, nebo obkladem. Tento způsob je na stavbách v mnoha případech užíván i nyní.

Při volbě typu omítky je třeba zohlednit několik aspektů, jako například materiál, ze kterého jsou zhotoveny konstrukce určené k omítání, požadovaný výsledný vzhled omítky nebo rovinnost podkladu, velmi důležité je ale také znát vlhkostní poměry budovy, ve které budou omítky nanášeny.

U rekonstrukcí starých objektů se nejčastěji setkáváme s cementovou omítkou. Ta díky své neprodyšnosti uzavírání vlhkost ve zdivu budovy a později se začne rozpadat. Je tedy žádoucí tyto omítky oklepat, zdivo nechat vyschnout a nahradit je omítkami vápennými, které jsou více prodyšné.

U novostaveb jsou nejčastější volbou vápenocementové omítky. Ty lze nanášet na všechny obvyklé podklady, navíc oproti vápenným omítkám mají mnohem vyšší pevnost, přídržnost a menší nasákavost. Lze je tak použít i do místností s mokrým provozem (koupelny, prádelny, sušárny atd.) a prostor, ve kterých je omítka vystavena většímu opotřebení (např. schodiště), kde je použití vápenných omítek vyloučeno.

6.3.1 Vápenocementová omítka

Aplikace

Tradiční vápenná omítka se provádí ve třech vrstvách. První z nich tvoří penetrační nátěr ve formě cementového postřiku. Ten je vhodné nanášet na zdivo až po úplném zatvrdnutí malty. Pokud by nedošlo k dodržení tohoto pravidla, vlhkost obsažená v nezatvrdnuté maltě by byla ve zdivu uzavřena a to by následkem toho nedosáhlo požadované pevnosti.

Cementový postřik, lidově také „špric“ je směs cementu, vody, písku a někdy i trochu vápna v takovém poměru, aby vzniklá tekutá směs, která se nahazuje na stěnu a vytváří povrch s hrubou strukturou, která zaručí dobrou adhezi další aplikované vrstvy, kterou je hrubá jádrová omítka. Tloušťka špricu je 3 až 5 mm. Dle tloušťky naneseného špricu se nechá vrstva vytvrdnout. Obvykle platí, že jeden milimetr mm tloušťky cementového postřiku znamená jeden den schnutí.

Ještě před samotnou aplikací hrubé omítky je důležité na všechny rohy kolem stavebních otvorů – oken a dveří, použít systémové rohové lišty s tkaninou, tzv. APU lišty, které eliminují negativní účinky otřesů, vznikajících v důsledku každodenní manipulace s oknem a dveřmi, které by měly za následek vznik prasklin v těchto oslabených místech. Hrubou omítku lze nanášet ručním či strojním způsobem a provádí se od spodu nahoru. V případě ručního omítání se omítka nahazuje takovým způsobem, aby vyplnila každé místo a každou spáru a nevznikaly tak hnízda. Ihned po nahození se omítka strhává latí, kdy pro dosažení roviny je možné použít omítníky, po kterých lať sklouzává. Strhávání probíhá zdola nahoru a střídavě do stran. Vhodné je použití hliníkové latě, která nevytváří nerovnosti ve vrstvě omítky, je lehká a snáze se čistí. Stržená omítka se dále zatahuje kovovým nebo dřevěným hladítkem. Pokud byly použity omítníky, je nutné také vyspravit spáry, které se objeví po jejich vyjmutí – hlubší spáry lze nahodit a zatáhnout hladítkem, mělké lze pouze natáhnout omítkou z hladítka. Doporučená tloušťka hrubé omítky u novostaveb činí 10 až 15 mm.

Po zatvrdnutí a vyschnutí hrubé omítky lze začít nanášet omítku štukovou. Její síla je cca 2 mm a natahuje se pomocí kovového či plastového hladítka, přičemž následné zahlazení se provádí s pomocí plstěného nebo pěnového hladítka krouživými pohyby. Hladítko je třeba neustále namáčet do vody. Hrany se provádí pomocí rovného prkna, které se ke stěně přichytí zednickými skobami nebo háčky. Prkno se ukotví k rohu stěny tak, aby přečnívalo přesně o požadovanou tloušťku omítky a drželo rovinu.

Vlastnosti

Jak již bylo řečeno výše, vápenocementová omítka je vhodná pro použití na všech obvyklých typech podkladů. Platí však, že daná podkladová vrstva musí být pevná, zbavená prachu, nesmí být vodoodpudivá, nesmí se z ní uvolňovat částice a také nesmí obsahovat solné výkvěty. Výsledná správně aplikovaná omítka je pevná, přídržná, paropropustná, se<schopností regulovat vzdušnou vlhkost v interiéru.

6.3.2 Hliněná omítka

Historie

Hlína je považována za jeden z nejstarších stavebních materiálů. Historie jejího použití sahá do období 8000 let př. n. l., nejstarší hliněné stavby nalezneme na území tehdejší Mezopotámie, Egypta, Číny, Mexika nebo Říma. Jako stavební materiál byla využívána jak pro stavbu královských paláců, tak pro příbytky chudiny. Na našem území se stavby realizovaly převážně ze dřeva. Zlom nastal v období vlády Marie Terezie, konkrétně v roce 1751 spolu s vydáním tzv. ohňového patentu. Ten stanovil, jako reakci na velké množství požárů, které se v té době objevovaly, vůbec první zásady protipožární ochrany na našem území. Mimo jiných nařízení, ukládal majitelům objektů povinnost obalit plášť konstrukce právě hlínou. Osmicentimetrová vrstva tohoto materiálu měla vzhledem ke své nehořlavé povaze zabránit v případě vzniku požáru uvnitř domu jeho šíření na sousední objekty. Tehdy začal rozkvět hlíny jako stavebního materiálu na našem území a ukončen byl až boomem cihlářského průmyslu na počátku 20. století.

U nás se s hlínou jako stavebním materiálem začalo opět počítat po roce 2000, kdy se odvětví hliněného stavitelství začalo rozvíjet a začalo se těšit stále většímu zájmu. Důvodem opětovného zájmu byly projekty, v rámci kterých UNESCO v 80. letech minulého století ve Francii prozkoumávalo možnosti užití hliněného materiálu pro stavbu objektů v tzv. třetím světě. Cílem bylo především prozkoumat vlastnosti hliněného materiálu. Tehdy se získalo velké množství poznatků, které prokázaly, že hliněné stěny a pilíře mají dostatečnou únosnost pro běžnou nízkopodlažní zástavbu a při běžném zatížení se chovají standardně. V současné době se ale pro nosné konstrukce nepoužívají hlavně proto, že cihly mají menší formát a zdění je pracné. Velký boom ale v posledních letech zaznamenávají tzv. hliněné omítky. Ty se v současné době využívají nejen pro rekonstrukci historických budov či starých venkovských domů, ale také do nových nízkoenergetických nebo ekologických domů. Hliněné výrobky začínají být hodnoceny a ceněny nejen z hlediska vlastností technických a ekonomických, ale také ekologických, estetických nebo zdravotních. [19]

Aplikace

Podklad, na který bude omítka aplikována, musí být suchý, pevný, savý, zbavený prachu, mastnot a ostatních nečistot a musí být dostatečně vyzrálý. Většina zdících systémů (mimo zdiva z pálených a nepálených cihel a hliněných nepálených cihel) a hladké betony nejsou vhodné pro přímou aplikaci omítky. Vzhledem ke struktuře hliněných materiálů,

a to i za předpokladu, že bude použit penetrační nátěr, je potřeba nejprve povrch těchto typů podkladů zdrsnit tak, aby byla zajištěna kvalitní přilnavost omítky. Drsnění podkladu docílíme celoplošnou aplikací stavebním lepidlem s perlinkou. Jako ekologický ekvivalent lze použít rohož z rákosu.

Ještě než začneme s aplikací samotné omítky, opatříme zdrsněný podklad, stejně jako při použití klasické omítky, penetračním nátěrem. Nejčastěji používanou penetrací je tzv. jílový přilnavostní nátěr. Jedná se o čistý jíl rozředěný ve vodě a rozmíchaný v kbelíku pomocí ručního míchacího zařízení. Do vody se pomalu přidává suchá směs až do chvíle dosažení optimální konzistence. Tu poznáme tak, že po vytažení čisté rukojetě zednické lžíce, kterou jsme do směsi vložili, na této ulpí hnědá jílovitá hmota. Při nanášení se musí směs průběžně promíchávat, abychom zamezili klesání těžkých částic na dno kbelíku. Nanášení penetrace se provádí pomocí zednické štětky a po natření podkladu se hned aplikuje hliněná omítka do ještě vlhkého nátěru. Pokud nátěr zaschne, je nutné ho navlhčit vodou.

Obr. 6: Zkouška optimální konzistence přilnavostního nátěru

Jako další vrstva je aplikována hrubá hliněná omítka, která se používá k vyrovnání podkladu. Obvykle se nanáší ve vrstvě 1,5 až 2,5 cm. Omítku je možné nanášet ručně (nahazování zednickou lžící) nebo strojově. V případě ručního nanášení, pokud je žádoucí vytvořit rovnou omítku, nahazujeme do připravených dřevěných omítníků. Pokud dá investor přednost nerovným plastickým hliněným omítkám, nahazování probíhá bez omítníků pouze

se zarovnáváním zednickým hoblem o velikosti požadované výsledné plasticity. Hrubá omítka musí být před aplikací jemné omítky dokonale vyschnutá.

Jako finální vrstva je použita jemná hliněná omítka, kterou je vhodné aplikovat na navlhčenou hrubou omítku. Nanášena bývá obvykle pomocí zednického hoblu v tloušťce 3 mm. Na rohy kolem stavebních otvorů je stejně jako v případě aplikace vápenné omítky velmi vhodné použít systémové rohové lišty s tkaninou, tzv. APU lišty, které výrazně eliminují možnosti vzniku prasklin na těchto místech. Tyto profily bohužel nejsou dostupné v žádném alternativním ekologickém provedení, ale pouze jako plastové. Lze však použít plast v hnědé barvě. [16]

Vlastnosti

Hliněná omítka je složena z písku, který má funkci plniva a jílu, který ve směsi působí jako pojivo. Důležitým faktorem, který ovlivňuje kvalitu výsledné směsi, je poměr jílu v jejím složení, který by se měl pohybovat v intervalu 5 až 10 procent. Pokud by byl obsah jílu ve směsi nízký, mohl by způsobit špatnou přídržnost a pojivost omítky, naopak vyšší poměr způsobuje tvorbu smršťovacích trhlin při vysychání. Dalším důležitým parametrem, který kvalitu výsledného produktu ovlivňuje, je druh jílu a zrnitost použitého písku.

Jako doplňková přísada může být použita některá z organických příměsí. Mezi nejčastěji používané patří konopná nebo slaměná řezanka, různé druhy vláken, zvířecí srst nebo piliny. Tyto doplňky výrazně eliminují vznik smršťovacích trhlin, ale při vyšším než potřebném podílu, snižují přilnavost omítky. Jelikož se ale hliněné omítky se nanáší ve stejné skladbě jako komerční omítkové systémy (tzn. postřik/nátěr, jádrová omítka a jemná "fajnová" omítka), mohou být u hrubé hliněné omítky vzniklé trhliny výhodou. Tyto trhliny jsou skryty finální vrstvou, nicméně zároveň zlepšují provázání a přilnavost mezi oběma vrstvami.

Jak již bylo zmíněno výše, hliněné omítky neobsahují žádné hydraulické pojivo ani žádné škodlivé přísady. Jejich zpracování je jednoduché a možnosti tvarování povrchu jsou takřka neomezené. Hliněné omítky jsou taktéž 100% recyklovatelné. Nanášet je lze prakticky na jakýkoliv materiálový druh podkladové vrstvy, ať už se jedná o cihly, hliněnou stěnu, slaměnou stěnu, výplety, beton, OSB desky, komerční materiály Ytong nebo Porotherm aj. Nevhodné je pouze nanášet je na sádrokarton, větší kamenné plochy nebo tapety.

Pokud mluvíme o hydroskopických vlastnostech hliněných omítek, při styku s vodou dochází k jejich degradaci, a proto je nutné mu zabránit. Stykem s vodou je myšleno hlavně

jejich dlouhodobé a plynulé namáčení vodou. Vzdušné vlhkosti jsou omítky schopny velmi dobře odolat, jejich použití v koupelnách či jiných místnostech s mokrým povozem není vyloučeno. Pro vodou exponovaná místa, jako jsou sprchové kouty, nebo v blízkosti umyvadla či vany, je pak vhodné použít marocký štuk (lesklá voděodolná omítka na bázi vápna).

Hliněné omítky mají schopnost pohlcovat škodlivé látky, jako jsou cigaretový kouř, pachy z kuchyně atd., jejich použití je tak výhodné například pro alergiky.

Mezi nevýhody hliněných omítek patří jejich cena – realizace takové omítky je oproti standardním směsím poměrně pracná a problémy jsou také s vysycháním hrubé omítky. Pokud totiž není při vysychání zaručeno dostatečné větrání a venku je vysoká relativní vlhkost vzduchu, může se objevit plíseň. Optimální proces schnutí probíhá při teplotě vzduchu nad 15 °C, při nižších teplotách probíhá vysychání velmi pomalu. Za další nevýhodu hliněných omítek bychom také mohli označit menší odolnost vůči otěru a mechanickému poškození než dnes běžně používané omítky a nátěry z jiných materiálů, což lze v exponovaných místech řešit například dalším nátěrem, marockým štukem nebo nějakou zábranou. [17] [18]

Obr. 7: Výsledná hliněná omítka

7 CERTIFIKACE

V současnosti je environmentální certifikace budov stále se rozvíjející oblastí stavebního průmyslu, neboť tvoří významnou cestu při hledání konkurenční výhody u nových i existujících staveb spadajících jak do veřejného tak do soukromého sektoru. Podle nezávislých studií existuje přímá souvislost mezi realizovanou prodejní cenou budov a faktem, zda byly tyto budovy certifikovány některým ze světových systémů certifikace, resp. jakého stupně certifikace dosáhly. Prodejní cena certifikované budovy je většinou významně vyšší než budovy, která certifikována nebyla a navíc tato cena přímo úměrně roste s dosaženým stupněm certifikace.

7.1 SBToolCZ

SBToolCZ je národní český certifikační nástroj pro vyjádření úrovně kvality budov, a to v souladu s principy udržitelné výstavby. Proces certifikace byl oficiálně představen a uveden do provozu v červnu 2010 a v současné době je stále jediným původním certifikačním nástrojem v České republice. Disponuje tedy některými výhodami oproti zahraničním hodnotícím systémům – respektuje místní klimatické, stavební a legislativní poměry, metodika je v českém jazyce a v neposlední řadě je certifikace také cenově dostupnější. [20]

7.1.1 Popis certifikačního systému

Struktura hodnocených kritérií je rozdělena do třech základních skupin. Tyto skupiny jsou doplněny o čtvrtou skupinu kritérií, která se týkají lokality budovy. Tato skupina se sice hodnotí a výsledek hodnocení se prezentuje, avšak nevstupuje do výsledného certifikátu kvality. Oblasti hodnocení jsou tedy následující: [20]

- Environmentální kritéria,
- Sociální kritéria,
- Ekonomika a management,
- Lokalita.

7.1.2 Proces certifikace pro rodinné domy

Každé kritérium příslušné oblasti je dle předepsaného algoritmu vyhodnoceno, tzn. je stanovena hodnota předepsaného indikátoru. Pokud je předmětem hodnocení kvantitativní kritérium, hodnota indikátoru je číselná. Je-li hodnoceno kvalitativní kritérium,

hodnotu indikátoru nelze číselně specifikovat a jeho hodnocení je slovní. V dalším kroku se pomocí kriteriálních mezí (tzv. benchmarků) hodnota indikátoru (ať už číselná nebo slovní) normalizuje na jednotnou stupnici, což znamená, že se hodnota indikátoru předmětného kritéria převede na stupnici 0 až 10. Hodnocení vyjádřené stupnicí je následující:

- interval 0 až 4 – tato hodnota odpovídá stavu obvyklému v České republice, dosaženo jí je splněním legislativních či normativních požadavků;
- interval 4 až 6 – tato hodnota indikátoru koresponduje s nadstandardní (dobrou) kvalitou;
- interval 6 až 8 - hodnota indikátoru odpovídá vysoké kvalitě;
- interval 8 až 10 - hodnota indikátoru odpovídá nejvyšší (nejlepší) kvalitě, v některých případech také dosažení BAT (tedy nejlepších dostupných technologií), nebo cíleně nastavenému trendu v oblasti udržitelné výstavby.

Výsledné body ze všech kritérií se následně přenásobí váhami, vážené body jednotlivých kritérií se sečtou – tato suma pak tvoří celkový výsledek (opět v rozsahu 0 až 10), jehož hodnota reprezentuje úroveň kvality předmětné budovy a je podkladem pro udělení příslušného certifikátu. [20]

7.1.3 Typy certifikátů a úrovně certifikace

V současné době existují metodiky pro tvorbu analýzy pro následující typy staveb: [20]

- SBToolCZ pro administrativní budovy 2011 – hodnocení kvality návrhu budovy a hodnocení kvality budovy pro novostavby. Pro rekonstrukce je metodiku možné taktéž využít v součinnosti s metodickým vedením vývojového a školícího centra ČVUT;
- SBToolCZ pro bytové domy 2013 – hodnocení kvality návrhu budovy a hodnocení kvality budovy pro novostavby. Pro rekonstrukce je metodiku možné taktéž využít v součinnosti s metodickým vedením vývojového a školícího centra ČVUT;
- SBToolCZ pro rodinné domy 2013 – hodnocení kvality návrhu budovy a hodnocení kvality budovy pro novostavby. Pro rekonstrukce je metodiku možné taktéž využít v součinnosti s metodickým vedením vývojového a školícího centra ČVUT;
- SBToolCZ pro školské budovy 2016 – hodnocení kvality návrhu budovy a hodnocení kvality budovy pro novostavby a rekonstrukce.

Klasifikace v systému SBToolCZ je závislá na počtu dosažených bodů, za jejich celkovou sumu je udělen příslušný certifikát kvality, viz následující tabulka:

Tabulka 1: Klasifikace systému SBToolCZ

Dosažený počet bodů	Certifikát kvality
0 – 3,9	Budova certifikována
4 – 5,9	Bronzový
6 – 7,9	Stříbrný
8 – 10	Zlatý

Na následujícím obrázku jsou zobrazeny vizuální podoby jednotlivých certifikátů: [20]

Obr. 8: Loga jednotlivých certifikátů kvality systému SBToolCZ

7.1.4 Budovy SBToolCZ v České republice

V současné době se v České republice dle Registru certifikovaných budov České rady pro šetrné budovy nachází 8 dokončených staveb s touto certifikací.

Pasivní rodinný dům "Na Podvolání"

Novostavba pasivního rodinného domu získala stříbrný certifikát v roce 2011 s celkovým bodovým hodnocením 7,2 (hodnocení životního prostředí: 7,2; hodnocení sociálních aspektů: 7,5; hodnocení ekonomiky a managementu: 6,7; hodnocení lokality: 4,3) a stala se tak první dřevostavbou u nás, která získala certifikát kvality SBToolCZ. Rodinný dům s celkovou užitnou plochou 123,2 m^2 se nachází ve Frýdku-Místku a celkové náklady na jeho realizaci činily 3,0 mil. Kč.

Základové deska objektu je založená na hutněném štěrkovém polštáři a realizovaná z betonu do systémového bednění. Obvodové stěny jsou dřevěné, založené na dubových prazích. Jako jejich konstrukční systém byl zvolen dvojřadý systém typu „two by four“.

Jedná se o rámový způsob výstavby, která se odehrává přímo na staveništi. Nosnou konstrukci tvoří modřínové sloupky a staticky účinný plášť stabilizující kostru. Dole jsou sloupky ukončeny prahem, nahoře horním rámem, plášť je tvořen OSB deskami

připevněnými k rámům z vnější strany stavby. Mezi sloupky je vložena tepelná izolace – minerální vlna v tloušťce 520 mm, která je obložena deskami i z vnitřní strany – vytvořena tak byla sendvičová stěna. Vnitřní konstrukce jsou zděné z vápencopískové cihly uložené na pěnovém skle, stropy a krovy jsou dřevěné. Střešní krytina je z kaučukové EPDM folie Firestone na které je navrženo vegetační souvrství pro extenzivní zeleň. Obvodová konstrukce je obložena modřínovými prkny kladenými vodorovně a difúzně otevřená, fasáda i střecha jsou provětrávané. Okna objektu jsou dřevohliníková s izolačním trojsklem.

Centrální jednotkou je nerezová akumulační nádrž o objemu 750 litrů s vnořenou nádrží TUV a solárním výměníkem. Větrání objektu, řešené jako řízené se zpětným získáváním tepla a teplovzdušným vytápěním, je zajišťováno jednotkou Duplex RB, která odebírá teplo přímo z nádrže. Zdrojem TUV a TV jsou čtyři ploché solární panely se sklonem 75°, krbová kamna na dřevo nebo pelety a elektrický dohřev v nádrži. [21] [22] [23]

Obr. 9: Pasivní rodinný dům „Na Podvolání“

Obr. 10: Výstavba pasivního rodinného domu „Na Podvolání“

Administrativní komplex PALMOVKA PARK II

Administrativní komplex pražské společnosti Metrostav a.s. získal bronzový certifikát s celkovým hodnocením 5,3 (hodnocení životního prostředí: 4,9; hodnocení sociálních aspektů: 6,2; hodnocení ekonomiky a managementu: 4,6; hodnocení lokality: 6,1) v únoru roku 2014.

Komplex tvoří tři oblé budovy A, B a C s hranatými nástavbami, postavené nad společným parterem a dvoupatrové podzemní garáže s kapacitou 184 parkovacích míst. Budovy A-B a B-c jsou navzájem propojeny spojovacími krčky. Vstupní hala se třemi vstupy je společná pro všechny tři budovy a tvoří hlavní komunikační tepnu pro celý administrativní komplex. Výškově jsou objekty A a C řešeny jako pětipodlažní, budova B jako čtyřpodlažní. Nástavby na střechách budov jsou jednopodlažní a dvoupodlažní. Celý projekt skýtá celkem 12 400 m^2 kancelářských ploch.

Hlavní fasáda budovy je tvořena jako kombinace pásových oken a parapetních pásů s vnější pohledovou plochou ze sklocementového obkladu. V nadokenní části oken jsou umístěny elektricky ovládané lamelové exteriérové žaluzie.

Dominantním prvkem všech tří věží je předsazená provětrávaná fasáda v neprůhledné parapetní části, kterou tvoří více než 13 000 kusů sklocementových desek. Jedná se o betonový výrobek probarvený ve hmotě, vyztužený skelnými vlákny, který je vyráběný pod názvem Fibre C dodavatelem Rieder. Barva fasádních desek je bílá s hladkým povrchem.

Jednotlivé desky obkladu jsou na fasádě osazeny na vazbu s přesahem poloviny délky desky. Zajímavý efekt na fasádě je dosažen v obloukových částech, kde probíhá stejný princip osazení rovných desek s přesahem na vazbu.

Hlavními přednostmi této budovy jsou především kvalitní denní osvětlení, akumulace a využití dešťové vody, využití zeleně na střechách, zdravé vnitřní prostředí a v neposlední řadě také nízká energetická náročnost – podle energetické náročnosti se celý komplex zařadí mezi úsporné budovy třídy B. Jedním ze zajímavých řešení, dotvářejících šetrný koncept budovy, je využití interiérových vertikálních zahrad (zelených stěn) rozmístěných v různé míře ve všech podlažích. Předpokladem do budoucna je monitoring a ověření projektovaných vlastností s případným provedením certifikace dokončené budovy za opětovného využití metodiky SBToolCZ. [24]

Obr. 11: Administrativní komplex PALMOVKA PARK II

7.2 LEED

Jedním z nejznámějších, mezinárodně uznávaných systémů certifikace budov, je LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), který byl vytvořen neziskovou organizací USGBC (Unites States Green Building Council) ve Spojených státech v roce 1998 a dnes je při hodnocení environmentálních kvalit budov uplatňován ve 130 zemích světa. [25]

7.2.1 Popis certifikačního systému

Obsah certifikačního rámce LEED je rozdělen do sedmi klíčových oblastí, ve kterých budovy ovlivňují životní prostředí a zdraví uživatelů, přičemž každé z nich je přisouzena

určitá váha nebo bodové hodnocení, které se může lišit např. podle typu budovy. Jednotlivé části certifikačního rámce jsou následující:

- bezprostřední dopady na lokalitu (ekologie, doprava apod.);
- hospodaření s pitnou vodou;
- energie a ovzduší (spotřeba energií, vliv na globální oteplování a ozónovou vrstvu)
- materiály a zdroje (obsah recyklátů a recyklovatelnost);
- kvalita vnitřního prostředí (kvalita vzduchu, tepelná a světelná pohoda, regulovatelnost systémů, eliminace škodlivin);
- inovace;
- místní priority. [26]

7.2.2 Proces certifikace

Samotný certifikační rámec má dvě fáze hodnocení – projekční (kontrola projektové dokumentace a dalších vlastností projektu) a realizační (kontrola realizace projektu), přičemž finální certifikaci lze získat až po završení obou fází. U spekulativních staveb (tzv. Core and Shell), kdy je více než 50 % ploch určeno k pronájmu, je zařazen ještě předstupeň, tzv. precertifikace, která je založená na předběžných závazcích vlastníka projektu naplnit jednotlivé kredity. Smyslem precertifikace je poskytnout marketingově využitelnou informaci, která umožní rychlejší prodej nebo pronájem budovy již ve stádiu jejího vzniku.

Pro získání certifikace je nutné zpracování požadavků certifikace – projektové dokumentace, nejrůznějších výpočtů, protokolů a dokladů. Tyto činnosti se obvykle dělí mezi projektanta, dodavatele stavby a specialisty, kteří spolupracují s tzv. koordinátorem certifikace. Ten by měl být přítomný hned od počátku projekční fáze, jeho pozdější zapojení by mohlo ohrozit hladký průběh certifikace. Koordinátor certifikace po celou dobu projekční a realizační fáze projektu vede proces certifikace, tedy interpretuje jednotlivé požadavky a do jisté míry koordinuje práci dalších účastníků projektu. Kromě toho vypracovává potřebné doklady zhruba k jedné třetině bodů. Vzhledem k tomu, že certifikační organizace jsou zahraniční, je nutné zpracovat určité množství dokumentace v anglickém jazyce.

Nejčastěji roli koordinátora zastává osoba LEED Accredited Professional (akreditovaný odborník), obecně však lze říci, že roli koordinátora může zastávat kdokoliv, kdo má potřebné znalosti a zkušenosti (hluboká znalost nejen systému LEED, ale i velkého množství technických požadavků a norem, zejména amerických, o které se LEED opírá). Platí však,

že tato osoba musí zachovat neutralitu, neboť její primární funkcí je posouzení naplňování kritérií certifikace a přidělování bodů. Rozhodnutí o udělení certifikace pak přísluší zcela nezávislé autoritě – Green Building Certification Institute. [26]

7.2.3 Typy certifikátů a úrovně certifikace

Certifikace LEED má mnoho možných podob. Jak již bylo uvedeno výše, certifikovat lze nové budovy včetně jejich vnitřního zařízení (New Construction), ale i spekulativní development, kde se certifikuje pouze obálka budovy a základní technická zařízení, protože budoucí uživatel a jeho nároky nejsou dosud známy (Core and Shell). Certifikace nových budov se neomezuje na komerční budovy, ale lze ji využít i pro stavby soukromého sektoru. U komerčních nemovitostí LEED poskytuje i rámec pro certifikaci budov, jež jsou již v provozu (Existing Building: Operation and Maintenance). Toto schéma se více zaměřuje na facility management a budoucí zlepšení. Certifikovat lze i komerční interiéry samostatně (Commercial Interiors). Následující přehled uvádí typy certifikátů, které lze získat pro evropské stavby: [25]

- New Construction – kancelářské, průmyslové, rezidenční budovy do 4 pater, smíšené budovy v celkovém provedení budovy;
- Core and Shell – kancelářské, smíšené budovy ve spekulativním provedení pro nájemní způsob;
- Retail – obchodní budovy;
- Commercial interiors – kancelářské a obchodní provedení fit-outů;
- Schools – školská zařízení;
- Healthcare – zařízení zdravotní péče;
- Datacentres – datacentra;
- Warehouses and Distribution Centers – logistické stavby;
- Hospitality – ubytovací zařízení;
- Neighborhood Development – urbanistické celky.

Klasifikace v systému LEED je závislá na počtu dosažených bodů, za které je udělen příslušný certifikát, viz následující tabulka: [29]

Tabulka 2: Klasifikace systému LEED

Dosažený počet bodů	Certifikát kvality
< 40	–
≥ 40	Certified (Certifikováno)
≥ 50	Silver (Stříbrný)
≥ 60	Gold (Zlatý)
≥ 80	Platinum (Platinový)

Na následujícím obrázku jsou zobrazeny vizuální podoby jednotlivých certifikátů: [29]

Obr. 12: Loga jednotlivých certifikátů kvality systému LEED

7.2.4 Budovy LEED v České republice

V České republice byl registrovaný pod systémem LEED první projekt v roce 2007, v současné době se u nás dle Registru certifikovaných budov České rady pro šetrné budovy nachází 31 dokončených staveb s touto certifikací.

Galerie Harfa

Jednou z registrovaných budov nacházejících se v České republice je pražské nákupní centrum Galerie Harfa, které certifikaci obdrželo certifikaci LEED Gold v roce 2015 v rámci kategorie LEED for Existing Buildings, neboť komplex byl v době udělení certifikátu již 5 let v provozu. Dosažené bodové ohodnocení je v rámci své kategorie třetím nevyšším na světě – vyšší hodnocení obdržela pouze nákupní centra v Dubaji a Singapuru. Celosvětově obdrželo certifikát v této kategorii 24 nákupních center.

Galerie o užitné ploše 49 000 m^2 nacházející se v pražských Vysočanech, je projektem developera C&R Developments, člena skupiny Lighthouse Group. Jedná se o třípodlažní

objekt poskytující obchodní a zábavní plochy, propojený se sousední O_2 arénou. V zimních měsících je na střeše v provozu kluziště o rozměrech 20 × 30 m.

Zisk certifikátu je ojedinělý v tom smyslu, že projekt nákupního centra nebyl navržen s ohledem na nejnovější technologie a proto společnost před vstupem do procesu získávání certifikátu podnikla rozsáhlá úsporná opatření v oblasti vzduchotechniky, vytápění a chlazení, díky kterým Galerie dosáhla 6,1% úspory energií.

Dosažení úspory znamená nejenom menší zatížení životního prostředí, ale benefit přináší i pro nájemce a zákazníky centra. Nájemci mohou díky nižším nákladům na své obchodní jednotky věnovat více finančních prostředků třeba na zvýšení počtu personálu, zdokonalení interiéru obchodu nebo speciálním cenovým akcím. Certifikace zohlednila v rámci oblasti inovací také speciální prostory a služby jako je rozhlehlá zahrada na terase, zajištění hlídání dětí a řadu sportovních či vzdělávacích aktivit, které Galerie Harfa nabízí svým návštěvníkům a zaměstnancům přilehlého administrativního centra. [30]

Obr. 13: Galerie Harfa

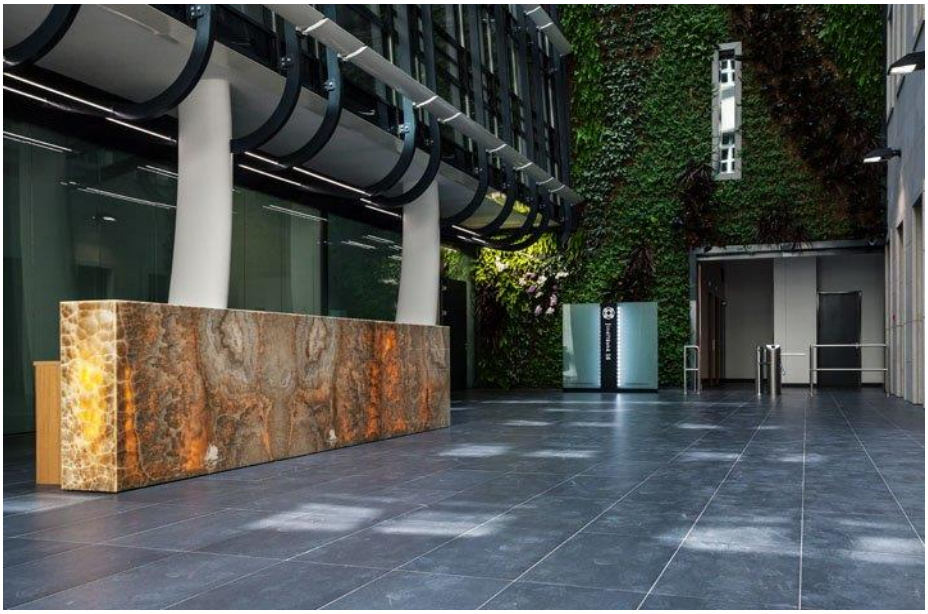
Jindřišská 16

Jedná se o první zrekonstruovanou budovu v historickém centru Prahy s certifikací LEED Gold. Nárožní dům na rohu ulic Jindřišská a Politických vězňů se nachází na území Pražské památkové rezervace UNESCO v centru města. Klasicistně novorenesanční nájemní dům postavený českým stavitelem Františkem Havlem v roce 1870, čítá sedm nadzemních a tři podzemní podlaží. Původně nájemní dům byl však v letech 1922 až 1923 přestavěn podle projektu Františka Kavalíra pro Banku stavebních činností. V 60. letech v budově sídlila

Československá televize, která iniciovala další adaptace. V roce 2014 proběhla rekonstrukce uličních křídel domu a dostavba moderního dvorního křídla. Současná užitná plocha objektu je přibližně 10 000 m^2.

Obr. 14: Jindřišská 16

V přízemí a části suterénu se nachází obchodní plochy, ve zbytku suterénu zakladačové garáže a technické zázemí. Zbylá patra tvoří kancelářské prostory. Ve středu budovy se nachází atrium, které vzniklo zastřešením původního prostoru dvora prosklenou střechou a vytvořilo velkorysý prostor vstupní haly situované mezi historickou část a moderní dostavbu. Dominantou atria, které bylo vystavěno s použitím přírodních materiálů, jako jsou například kámen, sklo nebo onyx, je 30 metrů vysoká vertikální zahrada s 5000 živými rostlinami. Řešení dalších nadzemních podlaží historické budovy je ohleduplné k historickým konstrukcím a detailům (zachovaná jsou obě původní křivoramenná schodiště, štukové stropy a repliky historických oken).



Obr. 15 Interiér stavby Jindřišská 16

Vzhledem k tomu, že se jedná o budovu s převážně kancelářskými prostory a tudíž byl předpoklad, že nájemníci si budou dokončené kanceláře zařizovat podle svých parametrů, byl vybrán hodnotící systém Core and Shell. V roce 2013 projekt Jindřišská 16 úspěšně obdržel precertifikaci na základě rozpracované dokumentace na úrovni LEED Gold. [27] [28]

7.3 BREEAM

Systém hodnocení BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) je standard nejlepších postupů v oblasti navrhování budov s důrazem na trvalou udržitelnost výstavby. Jde o nejstarší a v současnosti také o nejrozšířenější certifikaci v oblasti energeticky úsporných a udržitelných budov, která vznikla na půdě Britské výzkumné společnosti (BRE), která funguje dodnes jako certifikační orgán, v roce 1990. Na celém světě má certifikát BREEAM cca 200 000 objektů, většinou se jedná o rodinné domy ve Velké Británii. Administrativních budov s certifikátem BREEAM je přibližně 6 000. [26]

7.3.1 Popis certifikačního systému

Obsah certifikačního rámce BREEAM je rozdělen do deseti kategorií, ve kterých budovy ovlivňují životní prostředí a zdraví uživatelů, přičemž každé z nich je přisouzena určitá váha nebo bodové hodnocení, které se může lišit např. podle typu budovy. Jednotlivé části certifikačního rámce jsou následující: [26]

- Management – např. environmentální dopady výstavby,

- Zdraví a vnitřní prostředí – denní osvětlení a možnost přirozeného větrání, apod.,
- Energie – energetická účinnost a důraz na zamezení plýtvání energií,
- Doprava – dostupnost veřejnou dopravou a podpora ekologických způsobů dopravy, apod.,
- Voda – např. úsporné spotřebiče a opatření pro detekci úniku vody,
- Materiály – použití materiálů s nízkým dopadem na životní prostředí,
- Odpad – stavební odpady, využití recyklace, apod.,
- Využití půdy a ekologie – zmírnění dopadu na životní prostředí,
- Znečišťující látky – např. použití vhodného chladiva, emise sloučenin NO_x,
- Inovace.

7.3.2 Proces certifikace

Proces získání certifikace BREEAM se skládá ze tří etap. Nejprve je provedeno předběžné hodnocení, které probíhá na samém začátku vývoje projektu. Jeho cílem je zjištění, zda a kolik jednotlivých kreditů je možné získat, a stanovení cílového hodnocení certifikace. Druhou fází je hodnocení návrhu projektu, většinou na základě kompletní dokumentace. Výsledkem je této fáze je certifikace návrhu. V závěrečné fázi certifikace je provedena povinná kontrola skutečného stavu pro posouzení odchylek skutečného stavu od návrhu projektu, případně posouzení reálného stavu budovy. Následně je pak přidělen finální certifikát.

Stejně jako v případě hodnocení dle systému LEED i při tomto procesu je přítomen koordinátor certifikace, tedy kvalifikovaný a licencovaný odborník, který nejenom že pomáhá investorovi a projekčnímu týmu v celém procesu a vysvětluje jednotlivá kritéria hodnocení, ale především provádí kontrolu a posuzování veškeré dokumentace a následné realizace projektu a taktéž provádí finální kontrolu výsledného díla. [26]

7.3.3 Typy certifikátů a úrovně certifikace

Stejně jako tomu bylo u systému LEED, certifikovat systémem BREEAM lze nové ale i stávající budovy a to jak v soukromém, tak ve veřejném sektoru. V České republice našly uplatnění 3 mezinárodní certifikáty, které se zaměřují na jednotlivé typy projektů. Jsou to:

- International New Construction – nové budovy,
- International Non-Domestic Refurbishment – rekonstrukce budov,
- In-Use International – pro stávající objekty.

Při hodnotícím procesu certifikace BREEAM je zjištěno souhrnné skóre, které je přepočítáváno z počtu získaných bodů a jejich váhy na procento dosažených bodů, za které je udělen příslušný certifikát, viz následující tabulka: [26]

Tabulka 3: Klasifikace systému BREEAM

Procento dosažených bodů	Certifikát
< 30	UNCLASSIFIED (Neklasifikováno)
≥ 30	PASS (Vyhovující)
≥ 45	GOOD (Dobrá)
≥ 55	VERY GOOD (Velmi dobrá)
≥ 70	EXCELLENT (výborná)
≥ 85 %	OUTSTANDING (mimořádná)

7.3.4 Budovy BREEAM v České republice

Rozvoj systémů BREEAM je v České republice v posledních letech značný, některé studie dokonce uvádějí, že právě u nás probíhá nejrychlejší vývoj certifikací budov ze všech zemí EU, a to i přesto, že zde má certifikace malou tradici. Tento prudký vývoj je způsoben především zájmem zahraničních investorů velkých administrativních staveb, které jsou určeny často opět pro zahraniční klienty nebo nájemníky. Ti jsou zvyklí na vysoký standard kvality budovy, vnitřního prostředí, nízké náklady, ale např. i dobrou dostupnost.

V současné době se v České republice dle Registru certifikovaných budov České rady pro šetrné budovy nachází 74 dokončených staveb s touto certifikací.

Spielberk Office Centre, Tower B

Součástí tzv. Spielberk Office Centre nacházejícího se v expandující části Brna, ve čtvrti Štýřice, v ulici Holandská je i dvojice výškových budov – Tower A a Tower B. A právě druhá z těchto budov, 85 metrů vysoká Tower B, je držitelem certifikátu BREEAM na úrovni „Outstanding“, který získala v roce 2012.

Aktuálně druhá nejvyšší budova v Brně a osmá nejvyšší budova v České republice byla dokončena a zkolaudována v polovině března roku 2012 a čítá 21 nadzemních a 3 podzemní podlaží, přičemž typická užitná plocha jednoho podlaží je 829 m2. Podzemní podlaží jsou tvořena garážemi s přibližně 500 parkovacími místy. V přízemí se nachází recepce, odkud se přes turnikety projde k pěti výtahům, které za 30 sekund dovezou cestující až do nejvyššího podlaží. Ve zbylých podlažích se nachází kancelářské prostory, výjimku tvoří pouze poslední

patro budovy, na kterém je umístěna terasa orientovaná na jih a sloužící nájemníkům prostor budovy k odpočinku. V budově se dále nachází dvě schodiště, která slouží k interní komunikaci mezi jednotlivými patry a zároveň fungují v případě potřeby jako únikové cesty.

Důvod záměru certifikovat tuto budovu je ten, že výšková budova Tower B je poslední fází Spielberk Office Centra, vlajkového kancelářského projektu společnosti CTP, která si dlouhodobě klade za cíl stavět udržitelné budovy s ohledem na životní prostředí a ekonomiku. Budova byla stavěna jako kancelářské prostory pro firmy, jejichž zaměstnanci zde tráví převážnou většinu dne. Proto byl záměr investora vytvořit příjemné pracovní prostředí v budově vysoké kvality. Záměr investora byl získat pro budovu certifikaci BREEAM v oblasti International New Construction, již od počátku tedy bylo nutné navrhnout objekt v souladu s principy udržitelné výstavby a šetrných budov, tj. od fasády přes systém vytápění, chlazení, větrání až po osvětlení a nároky na elektroinstalace. Náklady na stavbu objektu byly díky těmto snahám o 15 % vyšší, než při klasické výstavbě. Na druhé straně jsou však náklady na energii o 30 % nižší, což má samozřejmě pozitivní ohlas u nájemníků. Některé studie navíc prokazují, že u lidí pracujících v šetrné budově je o 10 % nižší nemocnost.

Nosný systém budovy je tvořen monolitickým železobetonovým skeletem. Cihlová část fasády z holandských cihel instalovaných na nerezové kotvy je opatřena izolací z minerální vlny o tloušťce 160 mm. Kamenná část fasády je složena z travertinu montovaného na hliníkový rastr s izolací 160 mm a skleněné plochy tvoří kombinace celoprosklených stěn a pásů. Obálka budovy je z velké části prosklená z důvodu maximálního získávání denního světla pro potřeby pracovních míst. Stínění zajišťují mechanické horizontální žaluzie osazené v interiéru. [31]

Obr. 16: Spielberk Office Centre, Tower B

Centrum Černý Most (CČM)

Centrum Černý most je obchodní a zábavní centrum nacházející se na území městské části Praha 14, v katastrálním území Černý most. Otevřeno bylo 30. listopadu 1997, je tedy nejstarším obchodním centrem v České republice. Od svého vzniku prošlo centrum několika rekonstrukcemi, ta poslední byla dokončena 22. března 2013 a právě na jejím základě získala stavba certifikát BREEM s hodnocením „Very good“ v oblasti International Non-Domestic Refurbishment.

Současná užitná plocha centra, na které se nachází 176 obchodních jednotek, je 85 000 m^2. K centru navíc náleží 3000 parkovacích míst. [32]

Obr. 17: Centrum Černý Most (CČM)

8 VÝSLEDKY ANALÝZY SBTooLCZ PRO OBJEKT RODINNÉHO DOMU

V první polovině praktické části této práce jsem zpracovala analýzu SBToolCZ dle metodiky pro bytové stavby ve fázi návrhu pro objekt rodinného domu a to ve dvou variantách – vstupní údaje pro první analýzu nazvanou „varianta A“ tvořila původní projektová dokumentace, dle které je pro výstavbu RD navrženo použití tradičních stavebních materiálů. Druhá analýza, tzv. „varianta B“, vychází z pozměněné projektové dokumentace, kdy některé z tradičních stavebních materiálů jsou nahrazeny jejich ekologickým ekvivalentem. Jedná se o změny popsané v teoretické části práce, zde ještě pro upřesnění uvádím jejich přehled:

- Nahrazení expandovaného pěnového polystyrenu v systému ETICS izolací z ovčí vlny;
- Nahrazení pálené střešní tašky ve skladě střešní konstrukce břidlicovými kameny;
- Nahrazení vápenocementových vnitřních i vnějších omítek ve skladbě vodorovných a svislých konstrukcí hliněnými omítkami;
- Nahrazení tvárnic Ytong Silka ve skladbě vodorovných a svislých konstrukcí tvárnicemi systému Porotherm Profi.

Předmětem hodnocení je návrh rodinného domu. Tento objekt je založen na základových pasech z prostého betonu. Konstrukční systém je stěnový. Svislé nosné konstrukce jsou navrženy z vápencopískových tvárnic Ytong Silka. Obvodové nosné zdivo je opatřeno kontaktním zateplovacím systémem. Vodorovné nosné konstrukce jsou řešeny ze systému Ytong. Schodiště je deskové monolitické ze železobetonu. Střešní konstrukce je navržena jako krovová.

Dispoziční řešení vychází z platných předpisů a norem. V objektu se neuvažuje pohyb osob s omezenou schopností pohybu. Projektová dokumentace je přílohou č. 1 této práce.

8.1 VARIANTA A

Jak bylo zmíněno výše, tato varianta vychází z původní projektové dokumentace rodinného domu. Zpracovaná analýza tvoří přílohu č. 2 této práce, níže jsou uvedeny pouze dosažené výsledky ve čtyřech hodnocených oblastech (celkem 33 kritérií) a celkový dosažený výsledek s příslušným certifikátem.

Celkový dosažený bodový výsledek hodnocení je 3,1303, přičemž za oblast environmentální bylo dosaženo 1,6515 bodů (při zisku 3,3032 vážených bodů), za oblast sociální 1,1526 bodů (při zisku 3,2930 vážených bodů) a za oblast ekonomiky a managementu 0,3261 bodů (při zisku 2,1740 vážených bodů). Poslední skupina kritérií z oblasti lokalita nebyla do hodnocení dle metodiky započítána, uveden je pouze zisk 6,5500 vážených bodů.

Vzhledem k výše uvedenému bodovému zisku, dosáhl objekt rodinného domu hodnocení „Certifikován“. Tento výsledek je zcela dle očekávání, neboť jeho hodnota odpovídá (dle stupnice hodnocení) stavu obvyklému v České republice a dosaženo jí je splněním legislativních a normativních požadavků.

Následující tabulka uvádí přehled bodových zisků jednotlivých kritérií v environmentální oblasti:

Tabulka 4: Bodové zisky analýzy A v environmentální oblasti

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
E.01 Potenciál globálního oteplování	2,11	15%	0,3165
E.02 Potenciál okyselování prostředí	0,0	6%	0,0000
E.03 Potenciál eutrofizace prostředí	0,24	2%	0,0048
E.04 Potenciál ničení ozónové vrstvy	0,0	4%	0,0000
E.05 Potenciál tvorby přízemního ozónu	0,0	4%	0,0000
E.06 Využití zeleně na pozemku	7,39	6%	0,4434
E.07 Využití zeleně na střechách a fasádách	0,0	4%	0,0000
E.08 Spotřeba pitné vody	10,0	7%	0,7000
E.09 Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů	1,51	21%	0,3171
E.10 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě	4,1	12%	0,4890
E.11 Využití půdy	4,0	13%	0,5200
E.12 Podíl dešťové vody zachycené na pozemku	8,54	6%	0,5124
Celkem E	43,0	-	**3,3032**

Následující tabulka uvádí přehled bodových zisků jednotlivých kritérií v sociální oblasti:

Tabulka 5: Bodové zisky analýzy A v sociální oblasti

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
S.01 Vizuální komfort	10,0	10%	1,0000
S.02 Akustický komfort	-	11%	-
S.03 Tepelná pohoda v letním období	-	10%	-
S.04 Tepelná pohoda v zimním období	-	10%	-
S.05 Zdravotní nezávadnost materiálů	0,0	12%	0,0000
S.06 Uživatelský komfort	8,7	9%	0,7830
S.07 bezbariérový přístup	0,0	10%	0,0000
S.08 Zajištění zabezpečení budovy	1,0	5%	0,0500
S.09 Flexibilita využití budovy	0,0	7%	0,0000
S.10 Prostorová efektivita	8,0	7%	0,5600
S.11 Využití exteriéru budovy pro pobyt obyvatel	10,0	9%	0,9000
Celkem S	40,7	-	**3,2930**

Následující tabulka uvádí přehled bodových zisků jednotlivých kritérií v oblasti ekonomiky a managementu:

Tabulka 6: Bodové zisky analýzy A v oblasti ekonomiky a managementu

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
C.01 Analýza provozních nákladů	1,5	43%	0,6450
C.02 Zajištění prováděcí a provozní dokumentace	0,0	12%	0,0000
C.03 Autonomie provozu	4,0	8%	0,1600
C.04 Management tříděného odpadu	3,7	37%	1,3690
Celkem C	9,2	-	**2,1740**

Následující tabulka uvádí přehled bodových zisků jednotlivých kritérií v oblasti lokalita:

Tabulka 7: Bodové zisky analýzy A v oblasti lokality

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
L.01 Biodiverzita	4,6	15%	0,6900
L.02 Dostupnost veřejných míst pro relaxaci	10,0	14%	1,400
L.03 Dostupnost služeb	8,0	14%	1,1200
L.04 Dostupnost veřejné dopravy	10,0	22%	2,2000
L.05 Bezpečnost budovy a okolí	1,0	14%	0,1400
L.06 Živelná rizika	10,0	21%	2,1000
Celkem L	38,6	-	**6,5500**

Následující tabulka shrnuje celkové dosažené bodové hodnocení:

Tabulka 8: Celkové bodové hodnocení analýzy A

Skupina kritérií	Vážené body	Váha	Celkové body
E – Environmentální kritéria	3,3032	50 %	1,6516
S – Sociální kritéria	3,2930	35 %	1,1526
C – Ekonomika a management	2,1740	15 %	0,3261
L – Lokalita	6,5500	0 %	0
Celkem	16,1468	100 %	**3,1303**

Následující tabulka znázorňuje zisk certifikátu:

Tabulka 9: Výsledný certifikát analýzy A

Certifikát kvality budovy	Body
Certifikát	**0 – 3,9**
Bronzový certifikát	4 – 5,9
Stříbrný certifikát	6 – 7,9
Zlatý certifikát	8 – 10

8.1 VARIANTA B

Pro zpracování této varianty analýzy sloužila jako vstupní údaj pozměněné projektová dokumentace, ve které je počítání s využitím ekologických stavebních materiálů. Zpracovaná analýza tvoří přílohu č. 3 této práce, níže jsou uvedeny pouze dosažené výsledky ve čtyřech hodnocených oblastech (celkem 33 kritérií) a celkový dosažený výsledek s příslušným certifikátem.

Celkový dosažený bodový výsledek hodnocení je 4,0679, přičemž za oblast environmentální bylo dosaženo 2,3792 bodů (při zisku 4,7584 vážených bodů), za oblast sociální 1,3626 bodů (při zisku 3,8930 vážených bodů) a za oblast ekonomiky a managementu 0,3261 bodů (při zisku 2,1740 vážených bodů). Poslední skupina kritérií z oblasti lokalita nebyla do hodnocení dle metodiky započítána, uveden je pouze zisk 6,5500 vážených bodů.

Pozměněním projektové dokumentace se hodnocení objektu pozitivně změnilo a rodinný dům získal bronzový certifikát kvality. K vyššímu bodovému zisku došlo v environmentální oblasti (kritéria E.01, E.02, E.04, E.05, E.09 a E.10) a sociální oblasti (kritérium S.05). Celkově došlo k navýšení vážených bodů o hodnotu 1,2286 a celkových bodů o hodnotu 0,9376. Objekt tak v tomto variantním návrhu koresponduje s nadstandardní kvalitou.

Následující tabulka uvádí přehled bodových zisků jednotlivých kritérií v environmentální oblasti:

Tabulka 10: Bodové zisky analýzy B v environmentální oblasti

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
E.01 Potenciál globálního oteplování	3,11	15%	0,4665
E.02 Potenciál okyselování prostředí	2,64	6%	0,1585
E.03 Potenciál eutrofizace prostředí	0,24	2%	0,0048
E.04 Potenciál ničení ozónové vrstvy	8,6	4%	0,3440
E.05 Potenciál tvorby přízemního ozónu	9,09	4%	0,3636
E.06 Využití zeleně na pozemku	7,39	6%	0,4434
E.07 Využití zeleně na střechách a fasádách	0,0	4%	0,0000
E.08 Spotřeba pitné vody	10,0	7%	0,7000
E.09 Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů	3,53	21%	0,7412
E.10 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě	4,2	12%	0,5040
E.11 Využití půdy	4,0	13%	0,5200
E.12 Podíl dešťové vody zachycené na pozemku	8,54	6%	0,5124
Celkem E	43,0	-	**4,7584**

Následující tabulka uvádí přehled bodových zisků jednotlivých kritérií v sociální oblasti:

Tabulka 11: Bodové zisky analýzy B v sociální oblasti

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
S.01 Vizuální komfort	10,0	10%	1,0000
S.02 Akustický komfort	-	11%	-
S.03 Tepelná pohoda v letním období	-	10%	-
S.04 Tepelná pohoda v zimním období	-	10%	-
S.05 Zdravotní nezávadnost materiálů	5,0	12%	0,6000
S.06 Uživatelský komfort	8,7	9%	0,7830
S.07 bezbariérový přístup	0,0	10%	0,0000
S.08 Zajištění zabezpečení budovy	1,0	5%	0,0500
S.09 Flexibilita využití budovy	0,0	7%	0,0000
S.10 Prostorová efektivita	8,0	7%	0,5600
S.11 Využití exteriéru budovy pro pobyt obyvatel	10,0	9%	0,9000
Celkem S	40,7	-	**3,8930**

Následující tabulka uvádí přehled bodových zisků jednotlivých kritérií v oblasti ekonomiky a managementu:

Tabulka 12: Bodové zisky analýzy B v oblasti ekonomiky a managementu

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
C.01 Analýza provozních nákladů	1,5	43%	0,6450
C.02 Zajištění prováděcí a provozní dokumentace	0,0	12%	0,0000
C.03 Autonomie provozu	4,0	8%	0,1600
C.04 Management tříděného odpadu	3,7	37%	1,3690
Celkem C	9,2	-	**2,1740**

Následující tabulka shrnuje celkové dosažené bodové hodnocení:

Tabulka 13: Bodové zisky analýzy B v oblasti lokality

Kritérium	Normalizované body*	Váha	Vážené body
L.01 Biodiverzita	4,6	15%	0,6900
L.02 Dostupnost veřejných míst pro relaxaci	10,0	14%	1,400
L.03 Dostupnost služeb	8,0	14%	1,1200
L.04 Dostupnost veřejné dopravy	10,0	22%	2,2000
L.05 Bezpečnost budovy a okolí	1,0	14%	0,1400
L.06 Živelná rizika	10,0	21%	2,1000
Celkem L	38,6	-	**6,5500**

Následující tabulka shrnuje celkové dosažené bodové hodnocení:

Tabulka 14: Celkové bodové hodnocení analýzy B

Skupina kritérií	Vážené body	Váha	Celkové body
E – Environmentální kritéria	4,7584	50 %	2,3792
S – Sociální kritéria	3,8930	35 %	1,3626
C – Ekonomika a management	2,1740	15 %	0,3261
L – Lokalita	6,5500	0 %	0
Celkem	16,1468	100 %	**4,0679**

Následující tabulka znázorňuje zisk certifikátu:

Tabulka 15: Výsledný certifikát analýzy B

Certifikát kvality budovy	Body
Certifikát	**0 – 3,9**
Bronzový certifikát	4 – 5,9
Stříbrný certifikát	6 – 7,9
Zlatý certifikát	8 – 10

9 CENOVÉ SROVNÁNÍ

Ve druhé polovině praktické části uvádím cenové porovnání varianty A projektové dokumentace při použití tradičních stavebních materiálů a varianty B při použití alternativních stavebních materiálů.

V následující tabulce je zobrazen přehled výsledných cen sestavený dle původní varianty projektové dokumentace. Vybrány byly ty oddíly, do kterých se změna projektové dokumentace promítne. Podrobný položkový rozpočet tvoří přílohu č. 4 této práce.

Tabulka 16: Ocenění vybraných stavebních prací pro variantu A projektové dokumentace

Kód	Popis	Celková cena bez DPH	Celková cena s DPH	Hmotnost celkem	Suť celkem
3	Svislé a kompletní konstrukce	451 725,55	546 587,92	173,82	0,000
713	Izolace tepelné	153 144,19	185 304,47	2,390	0,000
762	Konstrukce tesařské	192 575,12	233 015,90	7,24	0,000
781	Povrchové úpravy vnitřní	391 104,15	473 236,02	17,19	0,000
	Celkem	1 188 549,01	1 438 144,31	200,64	0,000

V následující tabulce je zobrazen přehled výsledných cen sestavený dle pozměněné varianty projektové dokumentace. Podrobný položkový rozpočet tvoří přílohu č. 5 této práce.

Tabulka 17: Ocenění vybraných stavebních prací pro variantu B projektové dokumentace

Kód	Popis	Celková cena bez DPH	Celková cena s DPH	Hmotnost celkem	Suť celkem
3	Svislé a kompletní konstrukce	411 397,49	497 790,96	82,56	0,000
713	Izolace tepelné	202 834,46	245 429,70	7,180	0,000
762	Konstrukce tesařské	307 211,12	371 725,46	6,41	0,000
781	Povrchové úpravy vnitřní	409 660,65	495 689,39	9,41	0,000
	Celkem	1 331 103,72	1 610 635,51	105,56	0,000

Následující tabulka zobrazuje cenové srovnání obou variant projektové dokumentace.

Tabulka 18: Porovnání cen vybraných stavebních prací

Kód	Popis	Celková cena bez DPH	Celková cena bez DPH	Cenový rozdíl v Kč bez DPH	Cenový nárůst v %
3	Svislé a kompletní konstrukce	451 725,55	411 397,49	- 40 328,06	-8,90
713	Izolace tepelné	153 144,19	202 834,46	49 690,27	32,45
762	Konstrukce tesařské	192 575,12	307 211,12	114 636,00	59,53
781	Povrchové úpravy vnitřní	391 104,15	409 660,65	18 556,5	4,74
	Celkem	1 188 549,01	1 331 103,72	142 554,71	11,99

Jak je z výše uvedených dat patrné, alternativa projektové dokumentace s využitím ekologických stavebních materiálů je dle očekávání nákladnější. Je tedy na zvážení každého investora, zda tyto náklady obětuje ve prospěch snížení uhlíkové stopy své stavební činnosti.

10 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo představit ekologické stavební materiály jako náhradu za ty v současné době ve stavební praxi tradičně používané. V teoretické části práce jsem se věnovala materiálům používaným pro kontaktní zateplení objektu, konkrétně expandovanému polystyrenu a jeho ekologické variantě, ovčí vlně. Dále jsem teoreticky popsala materiály využívané jako střešní krytiny – pálenou střešní tašku a břidlicové kameny. Posledním tématem byly vnitřní omítky, konkrétně tradiční vápenocementové a alternativní hliněné. Na závěr teoretické části byly popsány tři nejvýznamnější metodiky pro posuzování ekologických dopadů životního cyklu budov – SBToolCZ, LEED a BREEAM a představeny byly některé stavby, které získaly certifikáty kvality dle příslušných systémů hodnocení.

Prostřednictvím praktické části této práce byla vypracována analýza SBToolCZ pro objekt rodinného domu a to ve dvou variantách – první pro původní záměr použití tradičních stavebních materiálů a druhá pro záměr použití jejich ekologických ekvivalent. V závěrečné části práce byl sestaven položkový rozpočet obou variant pro ty oddíly, kterých se změna materiálů dotýká. Obě varianty pak byly cenově porovnány.

11 POUŽITÁ LITERATURA

[1] TICHÁ, Alena, Leonora MARKOVÁ a Bohumil PUCHÝŘ. *Ceny ve stavebnictví I: Rozpočtování a kalkulace*. Brno, 1999. Skripta. Vysoké učení technické v Brně (VUT).

[2] *Obytné budovy*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2004.

[3] TICHÁ, Alena. *Ceny ve stavebnictví I*. Brno, 2016 [cit. 2017-07-21]. Přednáška, 3.10.2016. Vysoké učení technické v Brně (VUT).

[4] EKOLOGICKÉ STAVEBNÍ MATERIÁLY = TREND SOUČASNOSTI. *REALCITY.CZ* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-06]. Dostupné z: https://www.realcity.cz/magazin/244/stavba-a-rekonstrukceekologicke-stavebni-materialy-trend-soucasnosti/

[5] Polystyren. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Polystyren

[6] O polystyrenu podrobně. In: *Dřevoastavby.cz: informace-realizace-projekty-časopisy* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2291-o-polystyrenu-podrobne

[7] Recyklace polystyrenu. In: *ASSMANN: kontejnery a odpady* [online]. Praha: EasyWeb, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: http://www.assmann.cz/blog-recyklace-polystyrenu-detail-31

[8] Pěnový polystyren. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pěnový_polystyren

[9] Zateplovací systémy ETICS. In: *Tzbinfo* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/303-zateplovaci-systemy-etics

[10] Problematika použití expandovaného polystyrenu (EPS) z hlediska vysokých teplot. In: *Tzbinfo* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/16279-problematika-pouziti-expandovaneho-polystyrenu-eps-z-hlediska-vysokych-teplot

[11] Izolace z obnovitelných surovin (dřevo, celulóza, konopí, ovčí vlna, sláma). In: *Tzbinfo* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/301-izolace-z-obnovitelnych-surovin-drevo-celuloza-konopi-ovci-vlna-slama

[12] OVČÍ VLNA - POUŽITÍ PŘI ZATEPLOVÁNÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ. In: *IZOLACE - INFO: Informace o izolacích a zateplení* [online]. Praha: Copyright, 2018 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.izolace-info.cz/aktuality/20224-ovci-vlna-pouziti-pri-zateplovani-stavebnich-konstrukci-a.html#.XeuTrK_QjIV

[13] Tepelná izolace z ovčí vlny. In: *STAVMAT STAVEBNINY* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zatepleni/tepelna-izolace-zovci-vlny

[14] Ovčí vlna jako izolace: Jak na to? In: *Nazeleno.cz: Chytrá řešení pro každého* [online]. Praha: Narrative Media, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.nazeleno.cz/stavba/izolace-2/ovci-vlna-jako-izolace-jak-na-to.aspx

[15] Tepelná izolace z ovčí vlny - výroba, použití. In: *EnviWeb.cz: zpravodajství životního prostředí již od roku 1999* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: http://www.enviweb.cz/88994

[16] NÁVOD SVÉPOMOCNÉHO OMÍTÁNÍ HLÍNOU. In: *Hlína pro dům* [online]. Praha: Webnode, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.hlinaprodum.cz/chcete-hlinene-omitky-svepomoci-a-z-vlastniho-materialu-/navod-svepomocneho-omitani-hlinou/

[17] Vlastnosti hlíny a hliněné produkty současnosti - 2. část. In: *Ekostavivo: přírodní stavební materiály* [online]. Praha: Copyright, 2014 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: http://www.ekostavivo.cz/vlastnosti-hliny-a-hlinene-produkty-soucasnosti-2-cast/

[18] *Hliněné omítky: Ekologické, estetické a zdravé omítky.* [online]. Praha: CLAYGAR, 2010 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: http://www.hlinene-omitky.cz

[19] Historie a současnost hliněného stavitelství - 1. část. In: *Ekostavivo: přírodní stavební materiály* [online]. Praha: Copyright, 2014 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: http://www.ekostavivo.cz/historie-a-soucasnost-hlineneho-stavitelstvi-1-cast/

[20] Metodika. In: *SBToolCZ: přírodní stavební materiály* [online]. Praha: SBToolCZ, 2018 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.sbtool.cz/cs/metodika

[21] DŘEVĚNÝ RODINNÝ DŮM "NA PODVOLÁNÍ" V PASIVNÍM STANDARTU. In: *Česká komora architektů* [online]. Praha: ČKA, 2014 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.cka.cz/cs/svet-architektury/seznam-architektu/ing-arch-kocych-michael/dreveny-rodinny-dum-na-podvolani-v-pasivnim-standartu

[22] Stavba pasivní dřevostavby. In: *ASB* [online]. Praha: JAGA GROUP, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/jaky-vybrat-dum/stavba-pasivni-drevostavby

[23] Co jsou to rámové dřevostavby? In: *Nazeleno.cz: Chytrá řešení pro každého* [online]. Praha: Narrative Media, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.nazeleno.cz/stavba/drevostavby/ramove-drevostavby-postavene-systemem-two-by-four-jsou-stale-oblibenejsi.aspx

[24] Nová budova Metrostavu získala bronzový certifikát. In: *SBToolCZ* [online]. Praha: SBToolCZ, 2018 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.sbtool.cz/cs/nova-budova-metrostavu-ziskala-bronzovy-certifikat

[25] CERTIFIKACE LEED. In: *EkoWATT* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.leed.cz/certifikace-budov/certifikace-leed/

[26] CERTIFIKACE UDRŽITELNÉ VÝSTAVBY. In: *ATELIER DEK* [online]. Praha: DEK, 2018 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://atelier-dek.cz/breeam-leed-—-certifikace-z-hlediska-udrzitelneho-rozvoje-528

[27] Jindřišská 16: Exkluzivní kancelářské prostory, které pro Vás dýchajíVíce na: https://www.euro.cz/byznys/jindrisska-16-exkluzivni-kancelarske-prostory-ktere-pro-vas-dychaji-1095953#utm_medium=selfpromo&utm_source=euro&utm_campaign=copylink. In: *Euro* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z:

https://www.euro.cz/byznys/jindrisska-16-exkluzivni-kancelarske-prostory-ktere-pro-vas-dychaji-1095953

[28] Jindřišská 16. In: *Česká rada pro šetrné budovy* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.czgbc.org/cs/jindrisska-16

[29] CERTIFIKACE BUDOV PODLE STANDARDU LEED. In: *Enerfis* [online]. Praha: Enerfis, 2017 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.enerfis.cz/sluzby/zelene-budovy/certifikace-budov-breeam-leed-sbtoolcz/certifikace-budov-leed

[30] Galerie Harfa. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Galerie_Harfa

[31] Spielberk Towers. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Spielberk_Towers

[32] Centrum Černý Most získalo nový certifikát BREEAM. In: *IMateriály* [online]. Praha: Business Media, 2017 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/aktuality/prumysl-a-obchod/centrum-cerny-most-ziskalo-novy-certifikat-breeam_104215.html

[33] BŘIDLICE NA STŘEŠE. In: *KRYTINY-STŘECHY* [online]. Praha: Copyright, 2019 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/stresni-krytiny/8058-bridlice-na-strese-a.html#.XeuxHq_QjIW

[34] Rozpočet stavby. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-07-21]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozpočet_stavby

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klasifikace systému SBToolCZ 40
Tabulka 2: Klasifikace systému LEED 46
Tabulka 3: Klasifikace systému BREEAM 51
Tabulka 4: Bodové zisky analýzy A v environmentální oblasti 56
Tabulka 5: Bodové zisky analýzy A v sociální oblasti....57
Tabulka 6: Bodové zisky analýzy A v oblasti ekonomiky a managementu 57
Tabulka 7: Bodové zisky analýzy A v oblasti lokality....58
Tabulka 8: Celkové bodové hodnocení analýzy A....58
Tabulka 9: Výsledný certifikát analýzy A 58
Tabulka 10: Bodové zisky analýzy B v environmentální oblasti....60
Tabulka 11: Bodové zisky analýzy B v sociální oblasti....61
Tabulka 12: Bodové zisky analýzy B v oblasti ekonomiky a managementu 61
Tabulka 13: Bodové zisky analýzy B v oblasti lokality 62
Tabulka 14: Celkové bodové hodnocení analýzy B 62
Tabulka 15: Výsledný certifikát analýzy B 62
Tabulka 16: Ocenění vybraných stavebních prací pro variantu A projektové dokumentace ...63
Tabulka 17: Ocenění vybraných stavebních prací pro variantu B projektové dokumentace ...63
Tabulka 18: Porovnání cen vybraných stavebních prací 64

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Ovčí vlna před odstraněním nečistot 20
Obr. 2: Pásy pro zateplení z ovčí vlny 22
Obr. 3: Povrchové úpravy pálené střešní tašky 25
Obr. 4: Instalace podkladní vrstvy na střešní latě 29
Obr. 5: Střešní krytina z břidlicových kamenů 30
Obr. 6: Zkouška optimální konzistence přilnavostního nátěru 35
Obr. 7: Výsledná hliněná omítka 37
Obr. 8: Loga jednotlivých certifikátů kvality systému SBToolCZ 40
Obr. 9: Pasivní rodinný dům „Na Podvolání“ 41
Obr. 10: Výstavba pasivního rodinného domu „Na Podvolání“ 42
Obr. 11: Administrativní komplex PALMOVKA PARK II 43
Obr. 12: Loga jednotlivých certifikátů kvality systému LEED 46
Obr. 13: Galerie Harfa 47
Obr. 14: Jindřišská 16 48
Obr. 15 Interiér stavby Jindřišská 16 49
Obr. 16: Spielberk Office Centre, Tower B 53
Obr. 17: Centrum Černý Most (CČM) 54

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Produkce stavebního odpadu v ČR v období let 2005 až 2018 12

Graf 2: Hodnoty svázané produkce emisí CO_2 pro materiály používané při zateplení.....24

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČSÚ … Český statistický úřad

TC … celkové náklady [Kč]

AC … průměrné náklady [Kč]

MC … mezní náklady [Kč]

IPCC … International Panel for Climate Change

EPS … expandovaný polystyren

ETICS … vnější tepelněizolační kompozitní systémy

UNESCO … organizace OSN pro vzdělání, vědu a kulturu

ČVUT … České vysoké učení technické v Praze

BAT … Best Available Techniques

LEED … Leadership in Energy and Environmental Design

BREEAM … Building Research Establishment Environmental Assessment Method

SEZNAM PŘÍLOH

1. SBToolCZ analýza – varianta A
2. SBToolCZ analýza – varianta B
3. Položkový rozpočet – varianta A
4. Položkový rozpočet – varianta B
5. Projektová dokumentace rodinného domu