

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Ježek** Jméno: **Lukáš** Osobní číslo: **477510**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Management a ekonomika ve stavebnictví**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Ekonomická významnost volby obvodového zdiva**

Název bakalářské práce anglicky:

**The Economic significance of the perimeter walls material's choice**

Pokyny pro vypracování:

Nosné systémy obvodového zdiva  
Vlastnosti jednotlivých systémů  
ekonomické vyhodnocení

Seznam doporučené literatury:

SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Stanislav VITÁSEK, Lucie BROŽOVÁ a Iveta STŘELCOVÁ. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-06748-2.  
NOVOTNÝ, Marek. Tepelné izolace a stavební tepelná technika. Praha: ARCH, 1994. ISBN 80-901608-0-8.  
Střechy, fasády, izolace. Ostrava: Nakladatelství Mise, 1998-. ISSN 1212-0111.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Lucie Brožová, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **19.02.2021** Termín odevzdání bakalářské práce: **16.05.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

Ing. Lucie Brožová, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.  
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_ Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_ Podpis studenta

**Ekonomická významnost volby materiálu obvodového zdiva**

**The Economic significance of the perimeter walls material's choice**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Lukáš Ježek**

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: E

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lucie Brožová, Ph.D.

**Praha, 2021**

## Anotace

Tato bakalářská práce bude posuzovat význam volby materiálu obvodového pláště na novostavbě rodinného domu z hlediska ceny, pracnosti, hmotnosti a součinitele tepelné vodivosti. V teoretické části budou popsány jednotlivé zkoumané části obvodového pláště. Praktická část bude založena na popsání jednotlivých zvolených variant spolu s ohodnocením možností na základě rozpočtů z programu KROS. Cílem této bakalářské práce je vyhodnocení zvolených variant a výběr nejvhodnějšího druhů materiálu pro obvodové zdivo dle předem stanovených kritérií.

## Summary

This bachelor thesis will examine the importance of chosen material of perimeter wall on a new family house in terms of price, laboriousness, weight and thermal conductivity. In the theoretical part, the individual tested materials of the perimeter shell will be described. The practical part will be based on the description of individual selected options with the evaluation of options based on budgets from the KROS4 program. The goal of this bachelor thesis is to evaluate the chosen variants and based on it to choose the type of material for the perimeter masonry.

Klíčová slova:

Technologický proces, zdění, rozpočet, součinitel tepelné vodivosti

Key words:

Technological process, masonry, budgeting, coefficient of thermal conductivity

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Ekonomická významnost volby materiálu obvodového zdiva** zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne ...

.....  
Lukáš Ježek

## Poděkování

Děkuji Ing. Lucii Brožové, Ph.D. za její odborné vedení a užitečné rady při zpracování bakalářské práce.

|   |           |
|---|-----------|
| Úvod.....   | 10        |
| <b>1. Oceňování stavební produkce .....</b>               | <b>11</b> |
| 1.1. Princip rozpočtování .....                           | 11        |
| 1.2. Stavební rozpočet .....                              | 11        |
| 1.3. Cenové soustavy .....                                | 12        |
| 1.4. Kalkulační vzorec .....                              | 13        |
| <b>2. Obvodový plášť.....</b>                             | <b>14</b> |
| 2.1. Základní funkce .....                                | 14        |
| 2.2. Konstrukční požadavky.....                           | 14        |
| 2.3. Tepelně technické požadavky .....                    | 15        |
| .....   | 17        |
| 2.4. Dělení .....   | 18        |
| 2.5. Osvětlení .....                                      | 20        |
| <b>3. Požární bezpečnost .....</b>                        | <b>21</b> |
| <b>4. Akustika .....</b>                                  | <b>21</b> |
| <b>5. Zateplení .....</b>                                 | <b>22</b> |
| <b>6. Omítky .....</b>                                    | <b>23</b> |
| <b>7. Popis objektu.....</b>                              | <b>25</b> |
| 7.1. Zateplení .....                                      | 26        |
| 7.2. Zastřešení .....                                     | 26        |
| <b>8. Porovnání stavebních konstrukcí .....</b>           | <b>26</b> |
| 8.1. Zdící systém POROTHERM.....                          | 27        |
| 8.2. Zdící systém STAVSI .....                            | 32        |
| 8.3. Zdící systém Ytong .....                             | 35        |
| 8.4. Zdící systém ztraceného bednění VELOX.....           | 38        |
| 8.5. Železobeton .....                                    | 42        |
| <b>9. Porovnání a vyhodnocení zvolených variant .....</b> | <b>46</b> |
| 9.1. Popis hodnocení.....                                 | 46        |
| 9.2. Součinitel tepelného prostupu.....                   | 47        |
| 9.3. Celková pracnost.....                                | 48        |
| 9.4. Cenový ukazatel.....                                 | 49        |
| 9.5. Hmotnost .....                                       | 50        |
| 9.6. Celkové vyhodnocení.....                             | 51        |
| <b>Závěr .....</b>  | <b>53</b> |



|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zdroje a použitá literatura .....</b>                   | <b>54</b> |
| <b>10. Seznam použitých grafů, obrázků a tabulek .....</b> | <b>56</b> |
| <b>10.1. Grafy .....</b>                                   | <b>56</b> |
| <b>10.2. Obrázky .....</b>                                 | <b>57</b> |
| <b>10.3. Tabulky .....</b>                                 | <b>58</b> |
| <b>11. Přílohy.....</b>                                    | <b>59</b> |

## Úvod

Cílem bakalářské práce je poskytnout informace o možných materiálových variantách obvodového pláště s ohledem na tepelné vlastnosti, pracnost, hmotnost a výslednou cenu výstavby. Znalost těchto informací může být důležitá nejen pro investora, ale také pro zhotovitele.

V teoretické části bude stručně popsán základní princip tvorby rozpočtu a parametry, které je při návrhu obvodového pláště nutné zohlednit.

V první části praktické části budou popsány srovnávané materiály, jejich vlastnosti dle zvolené skladby a celková cena, ze které na základě celkové plochy obvodového pláště bude v následující části vytvořena agregovaná cena.

Druhá část bude obsahovat ohodnocení a porovnání variant dle jejich tepelně technických vlastností a agregovaná ceny, pracnosti a hmotnosti s celkovým vyhodnocením.

## **Teoretická část**

### **1. Oceňování stavební produkce**

Cena je obecně jedním z hlavních faktorů, který ovlivňuje poptávku po zboží, a to platí i u stavebnictví s tím, že každá zakázka je specifická, jelikož je potřeba se řídit požadavky investora, dotčených orgánů a dalších „účastníků stavebního řízení“. Z tohoto důvodu je potřeba každý objekt důkladně a individuálně nacenit.<sup>1</sup>

#### **1.1. Princip rozpočtování**

Základním úkolem rozpočtování je sestavit výčet všech nákladů, které jsou spojeny se stavební činností a zařadit je do skupin tak, aby byly přehledné pro účastníky stavebního řízení.

K tomu, aby rozpočet byl efektivním a komunikačním prostředkem mezi dodavatelem a odběratelem, se používají pro sestavení rozpočtu známé a respektované oceňovací podklady, které jsou nejčastěji reprezentovány cenovými systémy.<sup>2</sup>

#### **1.2. Stavební rozpočet**

Obecně by se dalo říct, že se jedná o seznam všech nákladů, které vznikají v souvislosti se stavební činností. Stavební rozpočet lze dělit dle způsobu využití na nabídkový, realizační a kontrolní.

---

<sup>1</sup> SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Stanislav VITÁSEK, Lucie BROŽOVÁ a Iveta STŘELCOVÁ. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-06748-2. str.9

<sup>2</sup> ÚRS, KROS4[software], asistent rozpočtáře. Co je rozpočtování

Kontrolní rozpočet je sestavován za účelem kontroly soupisu prací za použití směrných cen. Investor tak na základě tohoto rozpočtu získává přesnější odhad nákladů.

Nabídkový rozpočet se sestavuje v předrealizační fázi, kdy možný dodavatel na základě firemních cen vytváří cenovou nabídku pro investora.

Realizační rozpočet je vytvářen investorem i zhotovitelem po dokončení a předání díla a vykazuje skutečně vynaložené náklady realizace. Podkladem k jeho vytvoření jsou účetní výkazy.<sup>3</sup>

Jelikož každý rozpočet je ojedinělý, tak ho nelze vytvořit bez dokumentů specifikujících daný projekt. Do těchto dokumentů patří stavební dokumentace, oceňovací podklady, technické normy, legislativa.

### 1.3. Cenové soustavy

Mezi základní cenové databáze patří ÚRS, RTS, které jsou primárně určené pro potřeby pozemního stavitelství a OTSKP, který se používá u liniových staveb. Definovat by se tyto cenové soustavy daly jako databáze, které obsahují informace o montážích a stavebních pracích, hmotách a produktech, které jsou zatříděné do položek. Jednotlivé položky jsou tvořené popisem, kódem, měrnou jednotkou a cenou. Následně jsou doplněny o technické údaje a zatříděny do oddílů.

Hodnoty uváděné v cenové soustavě jsou získány statickými metodami ve struktuře kalkulačního vzorce jako základní rozpočtové náklady složené z nákladů na hmoty, mzdy, odvody, stroje, režie výrobní a správní a zisk.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Stanislav VITÁSEK, Lucie BROŽOVÁ a Iveta STŘELCOVÁ. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-06748-2. str.45

<sup>4</sup> SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Stanislav VITÁSEK, Lucie BROŽOVÁ a Iveta STŘELCOVÁ. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-06748-2. str.40.

## 1.4. Kalkulační vzorec

Náklady ve stavebnictví se dělí na základní rozpočtové náklady (ZRN) a vedlejší rozpočtové náklady (VRN).

ZRN jsou nejdůležitějšími náklady, a proto jsou podrobně sledovány na úrovni jednotlivých stavebních prací a konstrukcí. Jsou zpravidla tvořeny položkami rozpočtu z oddílu hrubé stavební výroby (HSV), přidružené stavební výroby (PSV) či z montáží technologických zařízení (M). Charakteristické jsou tím, že jsou pro všechny práce či konstrukce totožné a nejsou závislé na umístění stavby, okolí či provozu. Což znamená, že se jedná o náklady, do kterých není zahrnuta jedinečnost stavby.

Oproti tomu vedlejší rozpočtové náklady sledují náklady, které nemají přímý vztah se stavebními pracemi či konstrukcemi, ale které vznikají při nebo před realizací. Jsou tedy pro každou stavbu ojedinělé a zohledňují například územní či provozní vlivy, přípravu a zařízení staveniště a náklady spojené s umístěním stavby.<sup>5</sup>

| CELKOVÁ CENA STAVBY         |                          |  |                       |                                   |                                  |                                 |   |   |  |     |
|-----------------------------|--------------------------|--|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|---|--|-----|
| Základní rozpočtové náklady |                          |  |                       |                                   |                                  | Vedlejší rozpočtové náklady     |   |   |  |     |
| Přímé náklady               |                          |  | Hrubé rozpětí         |                                   |                                  | Inženýrská a projektová činnost | Náklady spojené s umístěním stavby (NUS)  | Finanční a ostatní náklady  |  | DPH |
| Hmoty                       | Zpracovací náklady       |  |                       |                                   |                                  | Zisk dodavatele                 | Průzkumné, geodetické, projektové práce<br>Dozory, zkoušky, revize<br>Kompletační činnost, rozpočtování | Příprava a zařízení staveniště<br>Přeložky konstrukcí<br>Územní vlivy, provozní vlivy | Pojistné, rezerva, záruky, kauce, náklady spojené s pozemkem |     |
| Hmoty                       | Přímé zpracovací náklady |  |                       | Nepřímé náklady                   |                                  |                                 |   |   |  |     |
| Hmoty                       | Mzdy                     | Stroje   | Ostatní přímé náklady | Režie výrobní                     | Režie správní                    |                                 |   |   |  |     |
| náklady na přímý materiál   | náklady na přímé mzdy    | náklady na provoz stavebních strojů a zařízení | odvody z mezd         | náklady spojené s provozem stavby | náklady spojené se správou firmy |                                 |   |   |  |     |

Obrázek 1: Kalkulační vzorec

Zdroj obr. 1: ÚRS, KROS4[software], asistent rozpočtáře

<sup>5</sup> ÚRS, KROS4[software], asistent rozpočtáře, náklady ve stavebnictví

## 2. Obvodový plášť

### 2.1. Základní funkce

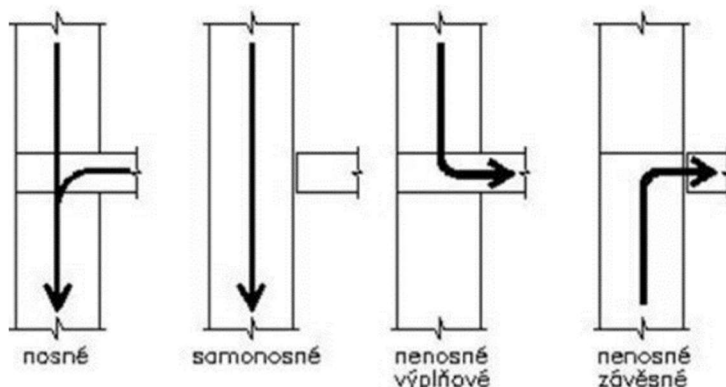
Obvodový plášť by měl spolehlivě splňovat řadu funkcí. Mezi ně patří například:

- přenášení sil konstrukce do základů,
- splnění tepelně izolačních a zvukově izolačních požadavků,
- dostatečná požární odolnost,
- ochrana celé konstrukce před vlivy počasí,
- zajištění bezpečnosti při užívání,
- osvětlení přírodním slunečním svitem

### 2.2. Konstrukční požadavky

Jedním ze základních požadavků, jenž je kladen na konstrukce staveb, je jejich mechanická odolnost a stabilita, jak plyne z předchozího výčtu funkcí.

Obvodový plášť musí být vždy schopen přenést zatížení vyvolané vlastní tíhou, jež je závislá na použitých materiálech, a zamezit vzniku poruch či deformací.



Obrázek 2: Statické dělení konstrukcí

Zdroj obr.2: 1. Tepelně technické požadavky na obvodové pláště. 302 Found [online]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialv/ps3/1.html>

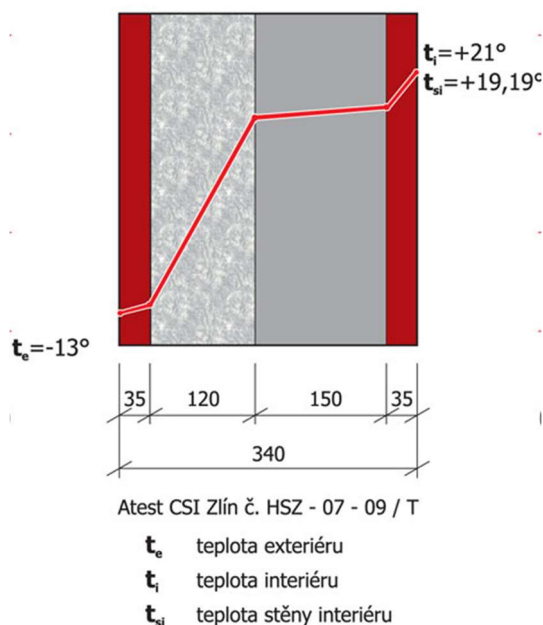
Dále je nutné, aby vykazoval potřebnou tuhost a stabilitu tak, aby odolal účinkům stálých, nahodilých i předpokládaných mimořádných zatížení.

Ze statického hlediska vztáženého k celé konstrukci lze rozdělit svislé konstrukce dle toho, jsou-li přitěžovány jinými konstrukcemi a to na:

- a) nosné, které tvoří nosný konstrukční systém a jsou zatěžovány nejen vlastní tíhou, ale také klimatickými vlivy a stropními konstrukcemi
- b) samonosné, které jsou zatěžovány pouze vlastní tíhou a klimatickými vlivy
- c) nenosné výplňové, které tvoří pouze výplň prostoru mezi svislými a vodorovnými nosnými konstrukcemi a přenášejí pouze vlastní tíhu
- d) nenosné závěsné, které nejsou přitěžovány žádnou konstrukcí, jelikož jsou předsazeny a zavěšeny na nosné konstrukci<sup>6</sup>

### 2.3. Tepelně technické požadavky

Jelikož spotřeba energií na vytápění budovy představuje největší část z celkových nákladů na provoz budovy, tak tepelně technické vlastnosti obvodového pláště jsou významnými faktory ovlivňujícími cenu. Kvůli tomu také vzešly požadavky na snížení energetické náročnosti budovy.



Obrázek 3: Prostup teplem konstrukcí Velox

Zdroj obr.3: O systému VELOX. Stavební firma pasivních a rodinných domů Hoffmann Chrudim [online]. Dostupné z: <https://hoffmann.cz/o-systemu-velox>

<sup>6</sup> 1. Tepelně technické požadavky na obvodové pláště. [online]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

Tyto požadavky zohledňují šíření tepla, vzduchu a vlhkosti konstrukcí spolu s prostupem tepla. Dodržení těchto požadavků nejenže zamezí vzniku tepelně technických vad, ale také pomáhá zajistit tzv. tepelnou pohodu uživatelů objektu.

### 2.3.1. Součinitel prostupu tepla U

Součinitel prostupu tepla vyjadřuje tepelnou výměnu mezi jednotlivými prostory oddělenými od sebe danou konstrukcí. A jelikož cílem návrhu obvodové schránky je zamezení proudění tepla mezi interiérem a exteriérem, tak čím je tato veličina nižší, tím lepší tepelně izolační vlastnosti bude konstrukce mít. Oproti tomu tepelný odpor R, jenž je převrácenou hodnotou součinitele U, vyjadřuje odpor konstrukce k výměně tepla mezi prostory, a tudíž čím je tepelný odpor R vyšší, tím lepší tepelně-technické vlastnosti bude konstrukce mít.<sup>7</sup>

Prostup tepla je hodnocen dvěma způsoby současně. Zprvu jednotlivě pro dané konstrukce (jako jsou například stěna, okno, dveře...), a dále pro konstrukci jako celek (například typu obvodového pláště), kde nelze předpokládat homogenní tepelně-technické vlastnosti po celé ploše.

Výsledný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$  je vypočten na základě průměru dílčích součinitelů U konstrukce. Tyto hodnoty jsou následně hodnoceny a rozděleny do tří kategorií, a to do požadovaných, doporučených a hodnot pro pasivní domy. Pravidlem ale je, že pro splnění normou daných požadavků, je zapotřebí, aby těmto hodnotám vyhověly oba součinitelé prostupu tepla.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup>Tepelné izolace – katalog tepelných izolací, veškeré info o zateplení a izolacích | Izolace-info.cz [online].

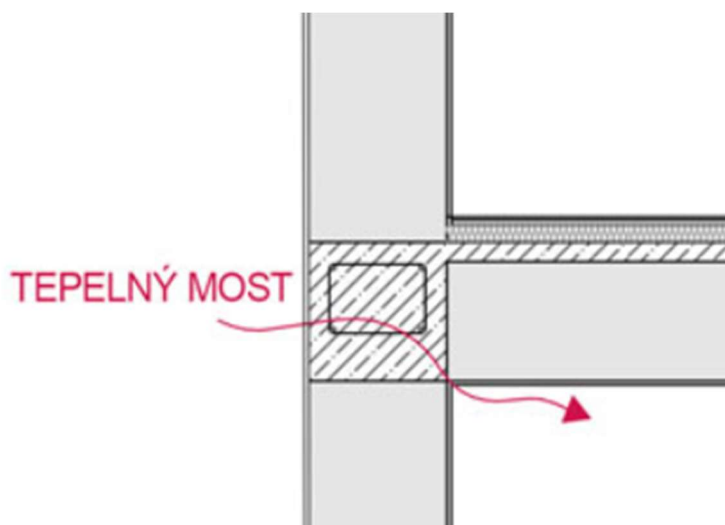
Dostupné z: <https://www.isolace-info.cz/technicke-informace/vypocet-prostupu-tepla>

<sup>8</sup> 2. ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov-část 1:Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 56 s. Třídící znak:89012.



### 2.3.2. Tepelné mosty

Tepelný most je pojem vyjadřující každé místo v obálce budovy, kde dochází k rychlejšímu prostupu tepla z vnitřního do vnějšího prostředí ve srovnání s jinými místy dané stavby, a tím zvyšuje energetickou náročnost stavby. Únik tepla, jež je zapříčiněn tepelným mostem a způsobuje ochlazení vnitřního líce konstrukce, což může zapříčinit kondenzaci vody, tvorbu plísní a s tím spojenou i rychlejší degradaci stavby.<sup>9</sup>



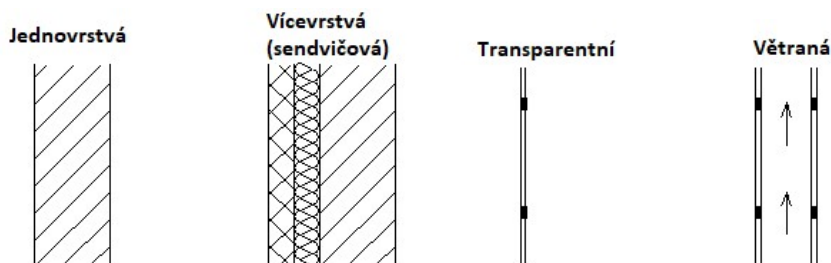
Obrázek 4: Tepelný most

Zdroj obr.4 Tepelné mosty – stavba domu a rekonstrukce. Venkovský dům – projekty a stavební knihy [online]. Dostupné z: <http://www.venkovskydum.cz/tepelný-most/>

<sup>9</sup> Co je tepelný most, kde a jak vzniká - ESTAV.cz. ESTAV.cz - Architektura. Stavba. Bydlení. [online]. [cit. 29.04.2021]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/5952.co-je-tepelny-most-kde-a-jak-vznika>

## 2.4. Dělení

### 2.4.1. Dle skladby



Obrázek 5: Druhy obvodových konstrukcí

Zdroj obr.5: 12. Obvodové stěny z hlediska stavební tepelné techniky. 302 Found [online]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/12.html>

#### *Jednovrstvý obvodový plášť*

Tento typ je složen pouze z jednoho materiálu, a tedy bez dodatečného zateplení. Mezi základní zástupce patří například systém Ytong, Porotherm či plné cihly, u kterých ale nelze zaručit splnění všech požadavků.

#### *Vícevrstvý obvodový plášť*

Klasicky jsou vícevrstvé stěny sestavovány jako tzv. „sendvič“. Ze strany interiéru je vždy nosná vrstva a z exteriéru vrstva povrchová.

Mezi vícevrstvé lze zařadit i stěny, jež jsou dodatečně zatepleny kontaktním způsobem (ETICS), kde je izolační deska přilepena na stěnu a následně talířovými hmoždinkami zajištěna do konstrukce.

### *Zdvojený obvodový plášť (větraná)*

Zdvojením konstrukce dochází ke vzniku vzduchové mezery, která odděluje vnitřní nosnou část od vrstvy izolace, resp. od jiné konstrukce oddělovaného materiálu.



Obrázek 6: Provětrávaná fasáda

Zdroj obr.6: Princip provětrávaných fasád u obkladů dřevostaveb, přináší celé stavbě mnoho zásadních benefitů | Dřevostavby, časopis o bydlení - DřevoStavby. Dřevostavby - Portál | Dřevostavby, časopis o bydlení - DřevoStavby [online]. Copyright © 2021 Kladenská 107, Praha 6 [cit. 07.05.2021]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/fasady/6128-princip-provetravanych-fasad-u-obkladu-drevostaveb-prinasi-cele-stavbe-mnoho-zasadnich-benefitu>

### *Dvojité obvodové pláště*

Základním představitelem dvojitého pláště jsou průhledné (transparentní) prosklené předsazené stěny, které chrání konstrukci před klimatickými vlivy a zdokonalují klimatizaci a větrání vnitřních prostor.<sup>10</sup>

#### **2.4.2. Podle akumulace tepla**

Množství akumulovaného tepla je úzce spjato s plošnou hmotností, jelikož lze předpokládat, že materiály s vyšší hmotností (nad 100 kg/m<sup>2</sup>) budou akumulovat teplo

<sup>10</sup> 2. Obvodové pláště budov. [online]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/2.html>

více nežli lehké fasády (méně jak 100 kg/m<sup>2</sup>). A tudíž se jejich doporučené hodnoty součinitele tepla  $U_n$  pro vnější stěny liší. A to tak, že pro lehké je stanovena maximální hodnota na 0,2 W/m<sup>2</sup>K. Oproti tomu těžké konstrukce jsou na tom o něco lépe a jejich maximální hodnoty mohou dosahovat 0,25 W/m<sup>2</sup>K.

Požadované hodnoty jsou pro obě varianty stejné, a to  $U_n=0,3$  W/m<sup>2</sup>K.<sup>11</sup>

## 2.5. Osvětlení

Osvětlení je zajištěno skrze tzv. osvětlovací otvory, jejichž návrh by měl být takový, aby byl z hlediska denního osvětlení co nejúčinnější. Tedy aby při co nejmenší ploše zasklení byly splněny požadavky na úroveň a kvalitu osvětlení.

Ve vnitřních trvale obydlených prostorech je nutné v souladu s jejich funkcí využít denní osvětlení v maximální možné míře, jelikož je pro člověka nenahraditelné. Ostatní vnitřní prostory by měly toto osvětlení využít tam, kde je to možné a hospodárné.

Cílem návrhu objektu by mělo být zabezpečení tzv. „zrakové pohody“ co nejekonomičtějším způsobem. A to tak, že je nutné ji zajistit nejen při zatažené nebo polojasné obloze, ale i u přímého slunečního svitu.<sup>12</sup>

### Návrh

Návrh denního osvětlení vnitřních prostor se posuzuje dle různých hledisek. Mezi ty základní patří:

- a) *úroveň denního osvětlení,*

---

<sup>11</sup> 2. Obvodové pláště budov. [online]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/2.html>

<sup>12</sup> 1. ČSN 73 0540-1. Tepelná ochrana budov-část 1: Terminologie. Praha: Český normalizační institut, 2005, 68 s. Třídící znak:72308.

- b) *rovnoměrnost osvětlení,*
- c) *oslnění,*
- d) *rozložení světelného toku a převažující směr světla,*
- e) *výskyt dalších jevů ovlivňujících zrakovou pohodu.*

Maximální hodnoty těchto kritérií však nejsou konstantní pro všechny obytné místnosti, jelikož se bere v úvahu funkční vymezení činností, pro které jsou prostory navrženy, a jejich předpokládané zrakové využití.

V místech, kde lze uvažovat s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou, zejména při nadmořských výškách nad 600 m n.m., je potřeba brát v potaz i odraz světla od okolí.<sup>13</sup>

### **3. Požární bezpečnost**

Jako každá část konstrukce i obvodový plášť je posuzován na požární odolnost. A to z důvodu, aby zamezil šíření požáru z jednoho požárního úseku do jiného požárního úseku téhož objektu, nebo případně i na jiný objekt.<sup>14</sup>

Obecně by se dalo říct, že požární odolnost stavebních konstrukcí je vyjádřena jako schopnost konstrukce odolávat účinkům požáru a zachovat tak svou nosnost, celistvost a izolační schopnosti.<sup>15</sup>

### **4. Akustika**

Hlavním předpokladem pro splnění požadavků na ochranu před hlukem v budovách je splnění normových požadavků na neprůzvučnost mezi místnostmi a na

---

<sup>13</sup> ČSN 73 0540-1. Tepelná ochrana budov-část 1: Terminologie. Praha: Český normalizační institut, 2005, 68 s. Třídící znak:72308.

<sup>14</sup> ČSN 73 0802.Požární bezpečnost staveb-Nevýrobní objekty. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2020, 128 s. Třídící znak:510825

<sup>15</sup> ČSN 73 0810.Požární bezpečnost staveb-Společná ustanovení. Praha: Úřad pro technickou normalizace, 2016, 64 s. Třídící znak:500067

obvodový plášť. Tyto požadavky jsou ověřeny zkouškou kročejové a vzduchové neprůzvučnosti.

Požadavky na obvodový plášť jsou závislé nejen na tzv. ochranném pásmu a na hladině akustického tlaku 2 m před konstrukcí, ale i na době měření. Jelikož v nočních hodinách (22:00-6:00) je požadována vyšší zvuková neprůzvučnost nežli v denních hodinách.

## 5. Zateplení

System zateplení lze dělit dle materiálu nebo dle konstrukčního hlediska.

Mezi standardní materiály, které se používají pro zateplení objektu, patří pěnový polystyren EPS, extrudovaný polystyren XPS či minerální vata. Oproti tomu nestandardními jsou například tepelně-izolační desky z korku či celulózová vlákna.

Z konstrukčního hlediska je zřejmě nejpoužívanější systém kontaktního zateplení, při kterém se desky lepí buď celoplošně či bodově s ohledem na použitý materiál. Následně jsou ukotveny talířovými hmoždinkami v závislosti na podkladu.

Dalším systémem, který se v dnešní době začíná více používat, je tzv. provětrávaná fasáda. Desky tepelného izolantu se v tomto případě již nelepí přímo na obvodové zdivo, nýbrž jsou ukotveny na odsazené samostatné konstrukci, díky čemuž vznikne proluka mezi obvodovým zdivem a samotnou izolací. Základní výhodou této varianty je fakt, že díky provětrávané vzduchové mezeře, která zajišťuje neustále odvětrávání stěn, je zajištěno klesání difúzního odporu směrem k interiéru, čímž se zamezí kondenzaci vodní páry v konstrukci.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> SAG a.s., Provětrávané fasády-jedinečné řešení opláštění a zateplení budov. Střechy, fasády, izolace. Ostrava – Vítkovice: Nakladatelství Mise,2008; č.10; str.22-23, ISSN: 1212-0111

Další variantou, která je na vzestupu, jsou především cihelné bloky s již integrovaným tepelně izolačním materiálem v dutinách. Mezi ně patří například Heluz Family, Porotherm s výplní z minerální vaty, či systém Velox s integrovanou izolací EPS do bednění a nebo systém SUPER IZO.



Obrázek 7: Heluz Family 25 2in1 broušená

Zdroj obr.7: 12. HELUZ – cihly, překlady, komíny, stropní systémy pro stavbu rodinného domu [online]. Copyright © 2021, HELUZ cihlářský průmysl v.o.s. [cit. 02.05.2021]. Dostupné z: <https://www.heluz.cz/cs/vyrobek/heluz-family-25-2in1-brousena-1>

## 6. Omítky

Obecně je omítka tvořena pojivem (vápno, sádra či cement), přísadami a vodou. Krom toho je omítka tvořena tzv. plnivý (písky, kamenné drže nebo perlitové hmoty)., Podle použitého pojiva na cementové, vápenné, sádrové, vápenosádrové či modernější varianty, jako jsou například silikonové, silikátové, silikon silikátové nebo akrylátové.

Omítky lze dělit z různých hledisek. Základní dělení je na vnitřní/vnější, jednovrstvé/dvouvrstvé. Dále je můžeme dělit dle použitého pojiva, jejich pevnosti, technologie nanášení (ruční/strojní), ale i dle úpravy povrchu (hladké, hrubé, jemné, stříkané či škrábané).

U omítání běžného zdiva, u kterého nelze zcela zajistit rovinatost, je vhodné použít vícevrstvou omítku skládající se z postříku, jádrové omítky a vrchní jemné omítky. Oproti tomu u rovně vyzděného zdiva s minimálními spárami je příhodné použít jednovrstvé omítky, jež slučují funkce dílčích vrstev do jedné. Tím jsou jednodušší a rychlejší při realizaci.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Rozdělení a charakteristika exteriérových omítek | HOME. HOME – byt/dům/styl/zahrada [online]. Copyright © 2020 [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://homebydleni.cz/dum/stavebni-materialy/rozdeleni-a-charakteristika-exteriorovych-omitek/>



## Praktická část

### 7. Popis objektu

Název stavby: Rodinný dům B

Využití stavby: Trvale obydlená stavba užívaná jako rodinné bydlení



Obrázek 8: Pohled na objekt

Zdroj obr.8: Projektová dokumentace

Jedná se o rodinný dům, jehož projektová dokumentace na přání projektanta není součástí této bakalářské práce. Objekt je navržen jako dvoupodlažní, nepodsklepený rodinný dům obdélníkového půdorysu, který je ze severní a západní strany v přímém kontaktu se zemí, a to do výšky 1,35m od čisté podlahy prvního patra.

| Popis                 | Mn.     | M.J. |
|-----------------------|---------|------|
| Obestavěný prostor    | 649,509 | m3   |
| Celková užitná plocha | 146,8   | m2   |
| Užitná plocha         | 128,2   | m2   |
| obytná plocha         | 95,5    | m2   |
| Podlahová plocha      | 163,68  | m2   |

Tabulka 1: Plochy objektu

Zdroj tab.1: Vlastní tvorba

Vstup do objektu je zajištěn skrze vstupní dveře a také skrze balkonovou sestavu celkové délky 6,85 m, podepřenou osamoceným sloupem, která spojuje

terasu a obývací pokoj, jehož plocha v prvním patře převažuje oproti ostatním místnostem.

Objekt je navržen tak, že první patro slouží jako zázemí pro rezidenty budovy. Vyskytují se v něm totiž pouze prostory, které by šly definovat jako společné pro všechny obyvatele.

Oproti tomu je druhé patro navrženo tak, že poskytuje místnosti jednotlivým osobám. Na patře jsou dva pokoje a jedna ložnice, která jako jediná je spojená s koupelnou, toaletou, šatnou a terasou.

### **7.1. Zateplení**

U většiny variant je zateplení objektu řešeno jako kontaktní zateplovací systém (KZS) s tenkovrstvou omítkou. U systému Velox se ale tento postup nevyužívá, jelikož se používají cementotřískové bednicí desky s již integrovanou tepelnou izolací.

### **7.2. Zastřešení**

Střecha objektu je navržena jako nepochozí jednoplášťová plochá střecha. Odvodnění je řešeno prostřednictvím 2 vpustí, kdy jedna z nich je situovaná v rohu objektu a ta druhá přibližně v polovině. Spád do těchto vpustí je zajištěn spádovými klíny se spádem 2 %.

## **8. Porovnání stavebních konstrukcí**

Materiály obvodové konstrukce, jenž budou v této práci porovnávány, jsou zvoleny tak, aby byly nejen materiálově, ale také technologicky co nejrozmanitější.

Porovnávané varianty:

- i. Stavsi*
- ii. Porothem Dryfix*
- iii. Porothem Profi*
- iv. Velox*
- v. Železobeton*
- vi. Ytong*

Na této konstrukci budou oceněny nosné části obvodového pláště spolu s povrchovými úpravami. Oproti tomu zde nebudou zohledněny části konstrukce, které by byly u všech variant totožné. To jsou například náklady na lešení, ztracené bednění a izolace proti vodě. Výsledkem bude vytvoření agregované ceny za jeden m<sup>2</sup>.

Krom jednotkové, respektive celkové ceny v jednotlivých variantách, budou porovnávány součinitelé tepelné vodivosti  $\lambda$ , celkové pracnosti (Nh/Mj) a hmotnosti. Tím bude vytvořen dostatečný počet kritérií, na základě kterého bude možné konečné zhodnocení všech variant.

## **8.1. Zdící systém POROTHERM**

### **Vlastnosti**

Mezi základní systémy zdění patří zdění na klasickou maltu či zdění na pěnu. Oba tyto systémy mají v základu obdobné vlastnosti. A to například odolnost, jednoduchost řešení při stavění v systému Porothem a vysokou trvanlivost.

| Vlastnosti obvodového pláště                 |        |
|--|--------|
| <b>Porotherm P+D 30 Profi<br/>Dryfix P10</b> |        |
| Plošná hmotnost (kg/m <sup>2</sup> )         | 300,7  |
| Celková pracnost (Nh)                        | 648,41 |
| Ploušťka<br>(m)                              | 0,432  |
| R<br>( m <sup>2</sup> K/W)                   | 4,406  |

Tabulka 2: Vlastnosti Porotherm Dryfix

Zdroj tab.2: Vlastní tvorba

| Vlastnosti obvodového pláště        |        |
|-------------------------------------|--------|
| <b>Porotherm P+D 30 Profi P10</b>   |        |
| Plošná hmotnost(kg/m <sup>2</sup> ) | 300,7  |
| Celková pracnost(Nh)                | 684,98 |
| Ploušťka<br>(m)                     | 0,432  |
| R<br>( m <sup>2</sup> K/W)          | 4,406  |

Tabulka 3: Vlastnosti Porotherm Standard

Zdroj tab.3: Vlastní tvorba

### Základy technologie provádění

Prvním krokem je natavení izolačních pásů na podklad v místech budoucí stěny. Dále se zaměří nejvyšší bod základu, od kterého se poté nastaví požadovaná tloušťka maltového lože, kterou je potřeba udělat tak, aby byla vodorovná a souvislá.

Následně se začne zdít první řada směrem od rohů konstrukce. Podél zednické šnůry se posléze ukládají jednotlivé bloky s průběžným vyrovnáváním v obou směrech.

Postup u zdění druhé a každé další řady závisí na volbě systému.

U systému Dryfix se zdí na polyuretanovou pěnu, která se 20x protřepe a nanese se ve 2 pásech ve vzdálenosti 5 cm od okrajů, do kterých se ukládají cihelné bloky, se kterými se již nesmí manipulovat.



Obrázek 9: Aplikace pěny Porotherm Dryfix

Zdroj obr.9: Svěpomocí.cz - Zdění obvodových zdí na pěnu. Svěpomocí.cz - Svěpomocí.cz [online]. Copyright © 2009 [cit. 02.05.2021]. Dostupné z: <https://www.svepomoci.cz/clanek/2968-video-zdeni-obvodovych-zdi-na-penu>

V případě použití koncových cihel, celých či polovičních, například v místech otvorů se pěna nanese i na hladkou stranu, kde tedy vznikne styčná spára. Oproti tomu u klasického zdění se cihelné bloky pokládají na zdící maltu tloušťky 1 mm u broušených cihel či 10 mm u nebroušených bloků.<sup>18</sup>

Je také nutné zmínit klasické zdění Porotherm, kde je použita zdící malta, která je nanášena celoplošně nebo na žebra tvarovek a do ní jsou následně ukládány cihelné bloky.

## Výhody

Obecně jsou cihelné bloky Porotherm energeticky velmi efektivní, jelikož dobře izolují a mají vysoké tepelně akumulční vlastnosti, s tím že uchovávají tzv. vnitřní pohodu v zimních i letních obdobích. Krom jejich tepelně izolačních vlastností chrání interiér před hlukem z vnějšího prostředí.

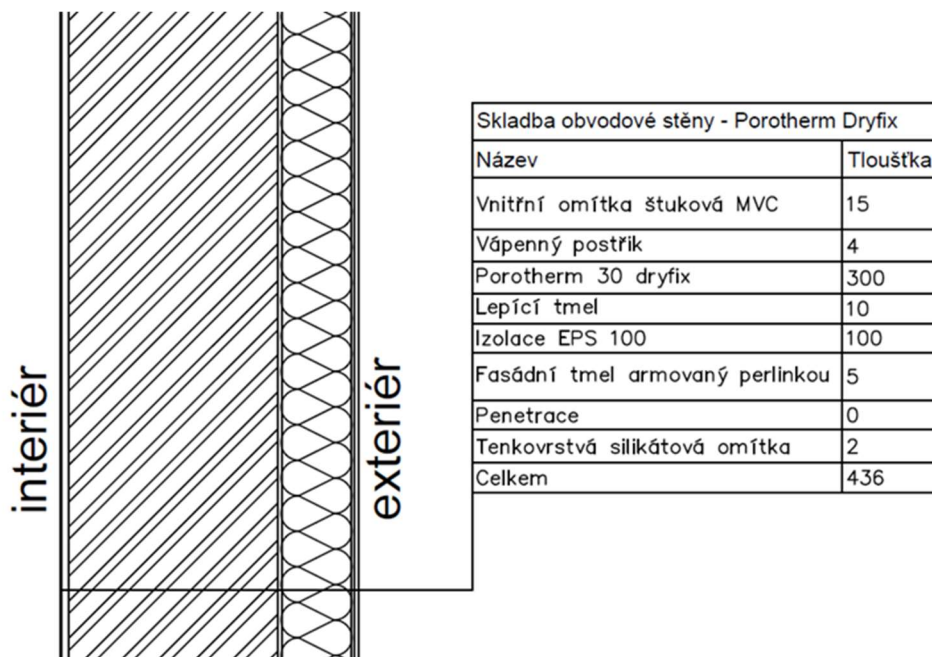
Vedle jejich technických vlastností je jejich další výhodou také vysoká trvanlivost, která při správném návrhu přesáhne i 100 let.

Navíc u systému zdění na pěnu Dryfix je možné zdít i při nízkých teplotách 5 °C a 50 % pevnosti pěny je dosaženo již po 20 minutách.

---

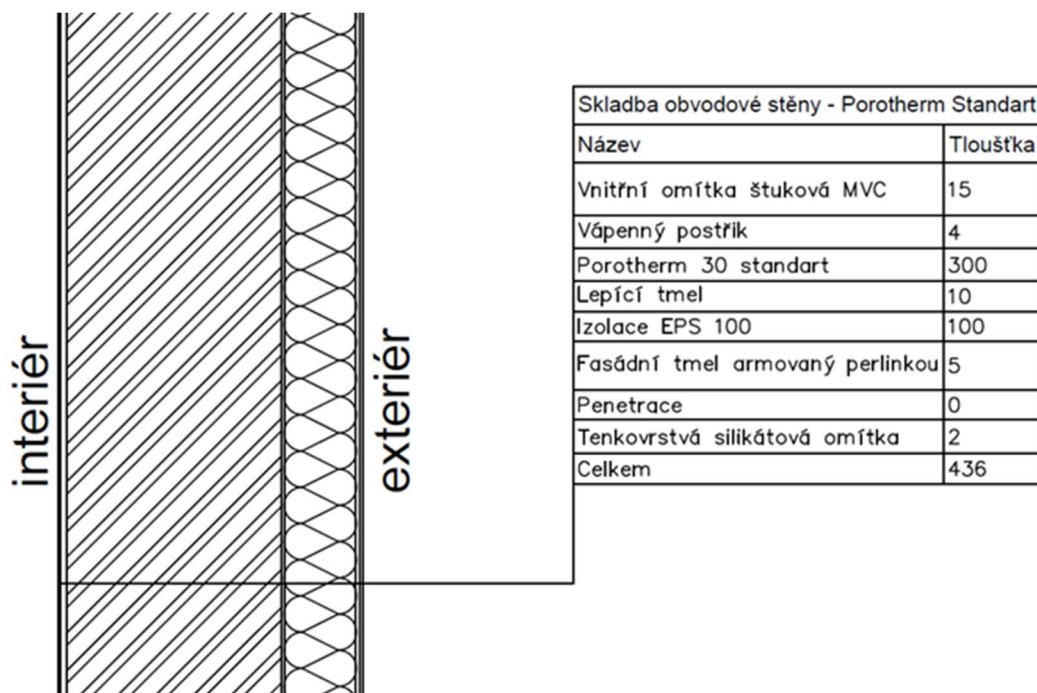
<sup>18</sup> Zdění na pěnu je rychlé, bezpečné a úsporné – CSČM. CSČM – Cihlářský svaz Čech a Moravy [online]. Copyright © 2020 [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://www.cscm.cz/zdeni-na-penu-je-rychle-bezpecne-a-usporne/>

## Skladba



Obrázek 10: Skladba Porotherm Dryfix

Zdroj obr.10: Vlastní tvorba



Obrázek 11: Skladba Porotherm Standard

Zdroj obr.11: Vlastní tvorba

## Rekapitulace

Objekt:

**02 - porotherm 30 Profi Dryfix**

Místo:

Datum: 24. 11. 2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

| Kód dílu - Popis | Cena celkem [CZK] |
|------------------|-------------------|
|------------------|-------------------|

### 1) Náklady ze soupisu prací **511 446,73**

|  |            |
|--|------------|
| HSV - Práce a dodávky HSV                      | 511 446,73 |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce              | 216 973,59 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 279 972,32 |
| 998 - Přesun hmot                              | 14 500,82  |

### 2) Ostatní náklady **25 572,34**

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Zařízení staveniště | 25 572,34 |
|---------------------|-----------|

### **Celkové náklady za stavbu 1) + 2) 537 019,07**

Tabulka 4: Rekapitulace Porotherm Dryfix

Zdroj tab. 5: ÚRS, KROS4[software], ÚRS2021

Objekt:

**03 - porotherm 30 Profi**

Místo:

Datum: 24. 11. 2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

| Kód dílu - Popis | Cena celkem [CZK] |
|------------------|-------------------|
|------------------|-------------------|

### 1) Náklady ze soupisu prací **524 682,24**

|  |            |
|--|------------|
| HSV - Práce a dodávky HSV                      | 524 682,24 |
| 1 - Zemní práce                                | 0,00       |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce              | 230 209,10 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 279 972,32 |
| 998 - Přesun hmot                              | 14 500,82  |

### 2) Ostatní náklady **26 234,11**

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Zařízení staveniště | 26 234,11 |
|---------------------|-----------|

### **Celkové náklady za stavbu 1) + 2) 550 916,35**

Zdroj tab. 4: ÚRS, KROS4[software], ÚRS 2021

Tabulka 5: Rekapitulace Porotherm Standard

## 8.2. Zdíci systém STAVSI

### Vlastnosti

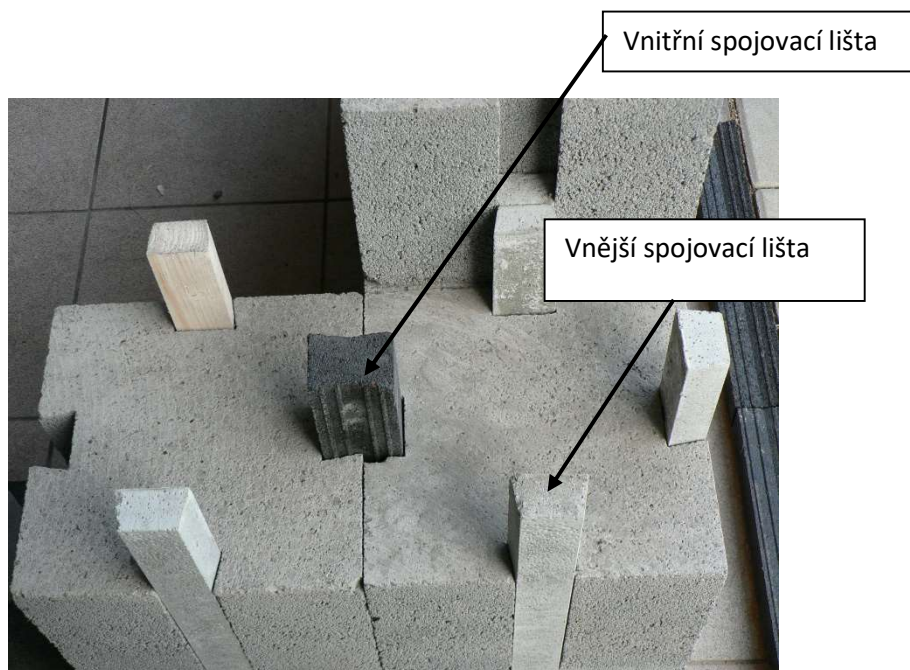
Tvárnice STAVSI jsou vyráběny z liapor betonu, tedy betonu lehčeným keramzitem, a tudíž jejich základní vlastnosti jsou skvělé tepelně-izolační vlastnosti, oproti ostatním materiálům nižší objemová hmotnost a dostatečná vodotěsnost. Také je tento materiál žáruvzdorný a mrazuvzdorný, ale tyto vlastnosti závisí také na volbě typu spojovacích lišt.

| Vlastnosti obvodového pláště         |        |
|--------------------------------------|--------|
| Stavsi                               |        |
| Plošná hmotnost (kg/m <sup>2</sup> ) | 274,2  |
| Celková pracnost (Nh)                | 641,99 |
| Tloušťka<br>(m)                      | 0,432  |
| R<br>( m <sup>2</sup> K/W)           | 5,052  |

Tabulka 6: Vlastnosti STAVSI

Zdroj tab. 6: Vlastní zdroj

### Základy technologie provádění



Obrázek 12: Spojovací lišty STAVSI

Zdroj obr. 12: Stavební materiál | Stavební systém suchého zdění STAVSI | Praha [online]. Copyright © [cit. 02.05.2021].  
Dostupné z: <https://www.stavsi.cz/wp-content/uploads/2020/04/P1030507.jpg>



Pro vyrovnání nerovností se první řada ukládá na betonové či maltové lože o tloušťce okolo 5 mm na hydroizolačním pásu.

V rámci postupu se nejdříve usadí rohové tvárnice, mezi kterými se provázkem určí hrany budoucích stěn. Dále dojde k položení tvárnic bočními hranami maximálně k sobě spolu s průběžným kontrolováním ložných ploch a pravých úhlů. Po uložení celé první řady se do vnitřních drážek na styku 2 tvárnic zasunou vnitřní spojovací lišty o délce 100 mm a do každé druhé vnější drážky vnější spojovací lišty délkou také 100 mm, čímž se založí první řada. Pro následující řady se vždy začíná v rozích tak, že se tvárnice uloží bočními hranami maximálně k sobě a následně se do vnitřních i vnějších drážek zasunou lišty o délce 300 mm pro druhou řadu a 400 mm pro každou další řadu, tak aby lišty po zasunutí končily v polovině tvárnice pro zajištění svislé vazby v řadách nad sebou.<sup>19</sup>

## Výhody

Mezi základní výhody tohoto systému patří jednoduchá a rychlá výstavba dle výrobcem dodaného kladečského plánu za užití pouze ručního náradí, díky čemuž je tento systém vhodný i pro výstavby „svépomocí“, jelikož zde není nutná vysoká specializace pracovníka.

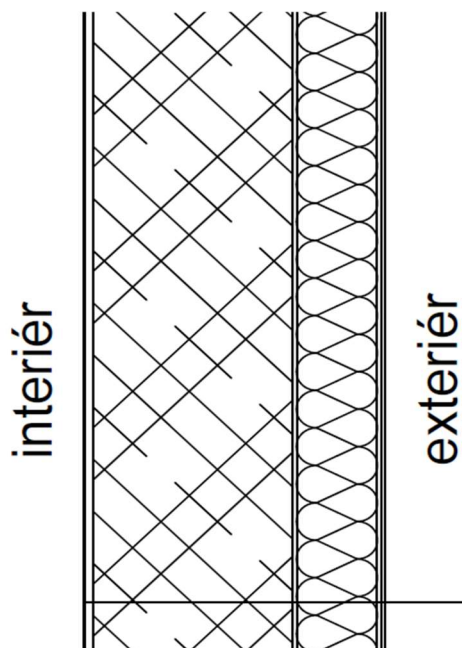
Další výhodou je také možnost přerušení výstavby v jakémkoliv zvoleném čase, jelikož montáž probíhá zcela bez mokrých procesů, tedy se tohoto systému netýkají technologické lhůty.

Nad to se zde převážně nemusí navrhovat klasické ztužující železobetonové věnce, ale pouze montované kotvené výztuže. I pod strop je dostačující distanční pryžový koberec, díky čemuž se oproti klasickému zdění sníží náklady a výstavba se urychlí.

---

<sup>19</sup> Jak založit stavbu | STAVSI [online]. Dostupné z: <https://www.stavsi.cz/wp-content/uploads/2020/05/Jak-zalo%C5%BEit-stavbu.pdf>

## Skladba



| Skladba obvodové stěny -Stavsi  |            |
|---------------------------------|------------|
| Název                           | Tloušťka   |
| Vnitřní omítka štuková MVC      | 15         |
| Vápenný postřik                 | 4          |
| Stavsi L10                      | 250        |
| Lepicí tmel                     | 10         |
| Izolace EPS 100                 | 100        |
| Fasádní tmel armovaný perlínkou | 5          |
| Penetrace                       | 0          |
| Tenkovrstvá silikátová omítka   | 2          |
| <b>Celkem</b>                   | <b>386</b> |

Obrázek 13: Skladba STAVSI

Zdroj obr.13: Vlastní tvorba

## Krycí list

Objekt:

**01 - stavsi**

Místo:

Datum: 24. 11. 2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Kód dílu - Popis

Cena celkem [CZK]

### 1) Náklady ze soupisu prací 646 457,22

|  |            |
|--|------------|
| HSV - Práce a dodávky HSV                      | 646 457,22 |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce              | 331 062,99 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 301 827,74 |
| 998 - Přesun hmot                              | 13 566,49  |

### 2) Ostatní náklady 32 322,86

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Zařízení staveniště | 32 322,86 |
|---------------------|-----------|

### **Celkové náklady za stavbu 1) + 2) 678 780,08**

Tabulka 7: Rekapitulace STAVSI

Zdroj tab. 7: ÚRS, KROS4[software], ÚRS2021

### 8.3. Zdící systém Ytong

Pórobetonové tvárnice Ytong jsou jedním ze zdících prvků, u kterých by šlo říct, že jejich vlastnosti jsou homogenní, tedy že ve všech směrech jsou stejné jak statické, tak tepelně technické. To omezuje důsledky technologické nekázně spolu s odpadem na stavbě, jelikož zjednodušeně by se dalo říct, že skoro vše se dá zabudovat, včetně „odřezů“.

| Vlastnosti obvodového pláště         |        |
|--------------------------------------|--------|
| <b>Ytong</b>                         |        |
| Plošná hmotnost (kg/m <sup>2</sup> ) | 160,2  |
| Celková pracnost (Nh)                | 714,98 |
| Tloušťka<br>(m)                      | 0,432  |
| R<br>(m <sup>2</sup> K/W)            | 5,517  |

Tabulka 8: Vlastnosti YTONG

Zdroj tab. 8: Vlastní tvorba

#### Základy technologie provádění

Technologický postup pokládání obvodové zdi Ytong začíná nanesením zakládací tepelněizolační malty pro první řadu, jejíž tloušťka se může měnit v závislosti na rovinosti desky, ale neměla by být menší než 10 mm.

Následně se jako u každé řady začne v rozích. Bloky se poklepáním gumovou paličkou usadí do zakládací malty a napne se mezi nimi zednická šňůra. Podél této šňůry se usadí zbývající část první řady.



Obrázek 14: Nanášení malty na Ytong

Zdroj obr. 14: Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz [online]. Copyright © [cit. 02.05.2021]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz/cs/docs/ytong-prirucka-pro-projektovani.pdf>

Každá další řada má způsob zdění obdobný, ale místo zakládací malty se používá zdící malta Ytong. Ta se pomocí zdící lžice, která zajistí potřebnou vrstvu malty, celoplošně rozprostře a do ní se usazují tvárnice.<sup>20</sup>

### Výhody

Největší výhodou systému Ytong je možnost úpravy rozměru tvárnic za použití pily určené pro systém Ytong bez ohledu na vlastnosti statické i tepelněizolační.

Další výhody systému Ytong by se daly rozdělit do dvou kategorií, a to do technologických a do technických.

Mezi technické výhody Ytong patří především jeho vysoké tepelněizolační vlastnosti. Díky těm je snížena potřebná vrstva tepelné izolace pro splnění standardních hodnot součinitele prostupu tepla. Dalším kladem je také jeho výborná požární odolnost.

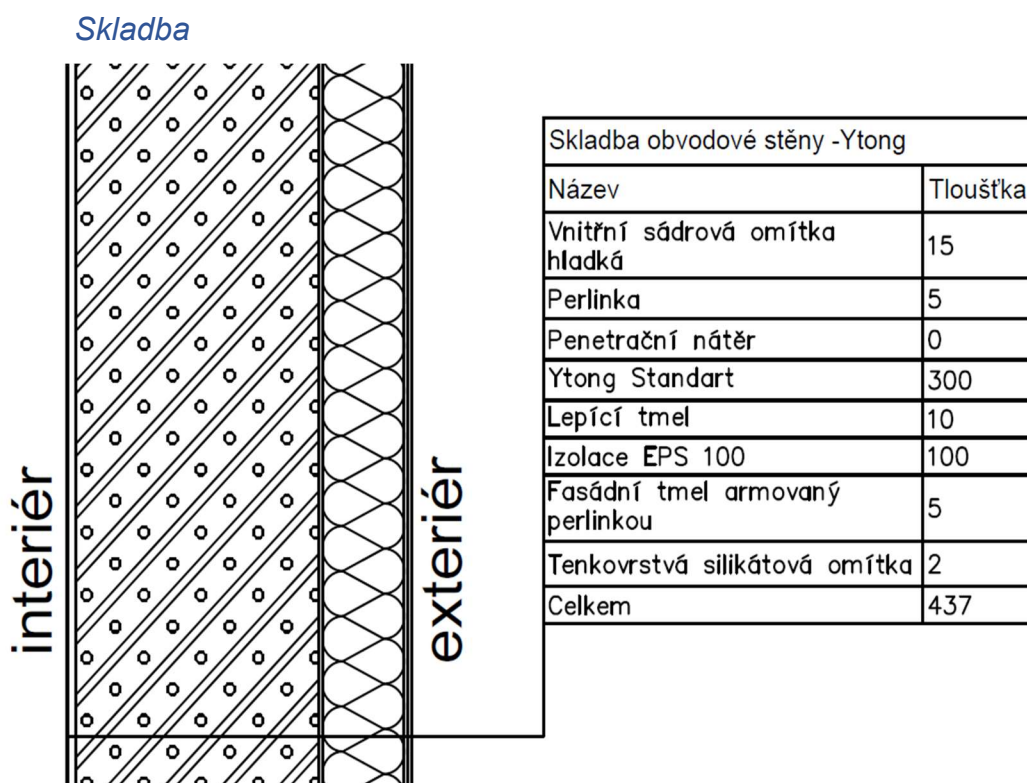
Oproti tomu do technologických výhod patří především jeho nízká objemová hmotnost, která s ohledem na rozměry tvárnic zlehčuje a tím i zrychluje výstavbu.

---

<sup>20</sup> Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz [online]. Copyright © Xella Group. All rights reserved. [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz/jak-na-zdeni-obvodoveho-nosneho-zdiva.php>

## Nevýhody

Horší akustické vlastnosti, nízká akumulace tepla a menší statická pevnost jsou jedny z negativních vlastností systému Ytong. Avšak největší nevýhodou je vysoká nasákavost. Lze totiž říct, že systém Ytong se částečně chová jako houba. Pohlcuje totiž vlhkost nejen z vnějšku ale i z vnitřku. Je tedy nutné jej dostatečně zaizolovat. Jelikož při nedostatečné izolaci hrozí vytvoření různých druhů plísní či hub, které mohou ohrozit nejen zdraví lidí, ale také kvůli navlhnutí materiálu mohou vzniknout praskliny. Tyto praskliny mohou negativně ovlivnit nejen statické ale i tepelně technické vlastnosti zdi.



Obrázek 15: Skladba YTONG

Zdroj obr. 15: Vlastní tvorba

## Krycí list

Objekt:

**04 - Ytong**

Místo:

Datum: 24. 11. 2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

| Kód dílu - Popis                               | Cena celkem [CZK] |
|--|-------------------|
| <b>1) Náklady ze soupisu prací</b>             | <b>555 728,21</b> |
| HSV - Práce a dodávky HSV                      | 555 728,21        |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce              | 235 560,20        |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 310 167,51        |
| 998 - Přesun hmot                              | 10 000,50         |
| <b>2) Ostatní náklady</b>                      | <b>27 786,41</b>  |
| Zařízení staveniště                            | 27 786,41         |
| <b>Celkové náklady za stavbu 1) + 2)</b>       | <b>583 514,62</b> |

Tabulka 9: Rekapitulace YTONG

Zdroj tab. 9: ÚRS, KROS4[software], ÚRS 2021

### 8.4. Zdicí systém ztraceného bednění VELOX

#### Vlastnosti

Systém ztraceného bednění VELOX představuje technologii, při níž se stěny betonují do již připravené „formy“ bednění, která se po vytvrdnutí betonu stává trvalou součástí konstrukce.

Desky Velox, které tvoří onu formu, přebírají vlastnosti dřeva v tom, že jsou nejen dobře opracovatelné ale také v tom, že lze do nich řezat a vrtat. Povrch desek zajišťuje nejen vynikající spojení s omítkou a betonem, ale zároveň má tlumící vlastnosti a pohlcuje hluk.

| Vlastnosti obvodového pláště         |        |
|--------------------------------------|--------|
| <b>Velox</b>                         |        |
| Plošná hmotnost (kg/m <sup>2</sup> ) | 446,9  |
| Celková pracnost (Nh)                | 572,66 |
| Tloušťka<br>(m)                      | 0,432  |
| R<br>( m <sup>2</sup> K/W)           | 5,655  |

Tabulka 10: Vlastnosti VELOX

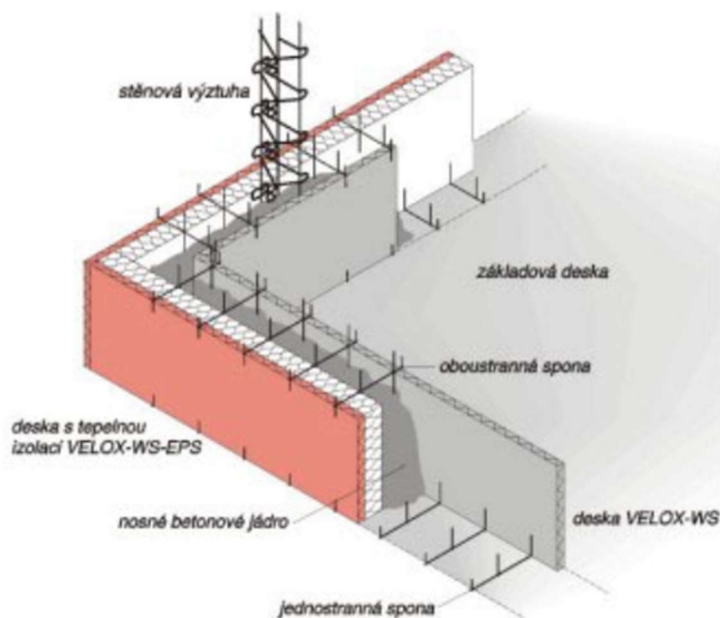
Zdroj tab. 10: Vlastní tvorba

### Základy technologie provádění

Postup výstavby spočívá v tom, že první řada desek se uloží na tzv. jednostranné spony. Po sestavení první řady se horní hrany desek zajistí oboustrannými sponami, které slouží i pro další řadu. Následně se mezi desky vloží ocelové či dřevěné stěnové výztuhy probíhající celou stěnou, které zajišťují svislost stěn při provádění stavby. Po vyrovnání výztuh se provede betonáž první řady do výšky cca. 400 mm s následným zhutněním.

Posléze se sestaví zbývající řady obdobným způsobem. Desky se uloží na oboustrannou sponu z předchozí vrstvy a horní hrana je zajištěna.

Při betonáži druhé a další řady by se měla dodržovat svislá rychlost betonáže 1 m/hod z toho důvodu, aby bednicí prvky byly schopné unést tlak, který na ně čerstvý beton vyvíjí.<sup>21</sup>



Obrázek 16: Pohled do bednění Velox

Zdroj obr.16: VELOX MIKULOV - KONSTRUKCE A POSTUP STAVEB. VELOX MIKULOV [online]. Dostupné z: <http://www.veloxmikulov.cz/index.php?IdKat=>

## Výhody

Základní výhodou systému ztraceného bednění VELOX je jeho dispoziční variabilita. Nejsou zde totiž žádná pravoúhlá a modulová omezení, lze tedy navrhnout téměř jakýkoliv tvar stěny.

Další z hlavních výhod VELOXu je výborná tepelná izolace spolu se zvukovým útlumem. Schopnost tepelné akumulace u tohoto systému zajišťuje tzv. "vnitřní pohodu" jak v horkých letních dnech, tak v zimním počasí.

Další výhodou je jednoduchost spojování desek a jejich možné opracování (řezáním, frézováním či vrtáním). Je také nutné podtrhnout, že pouze okolo 20 %

---

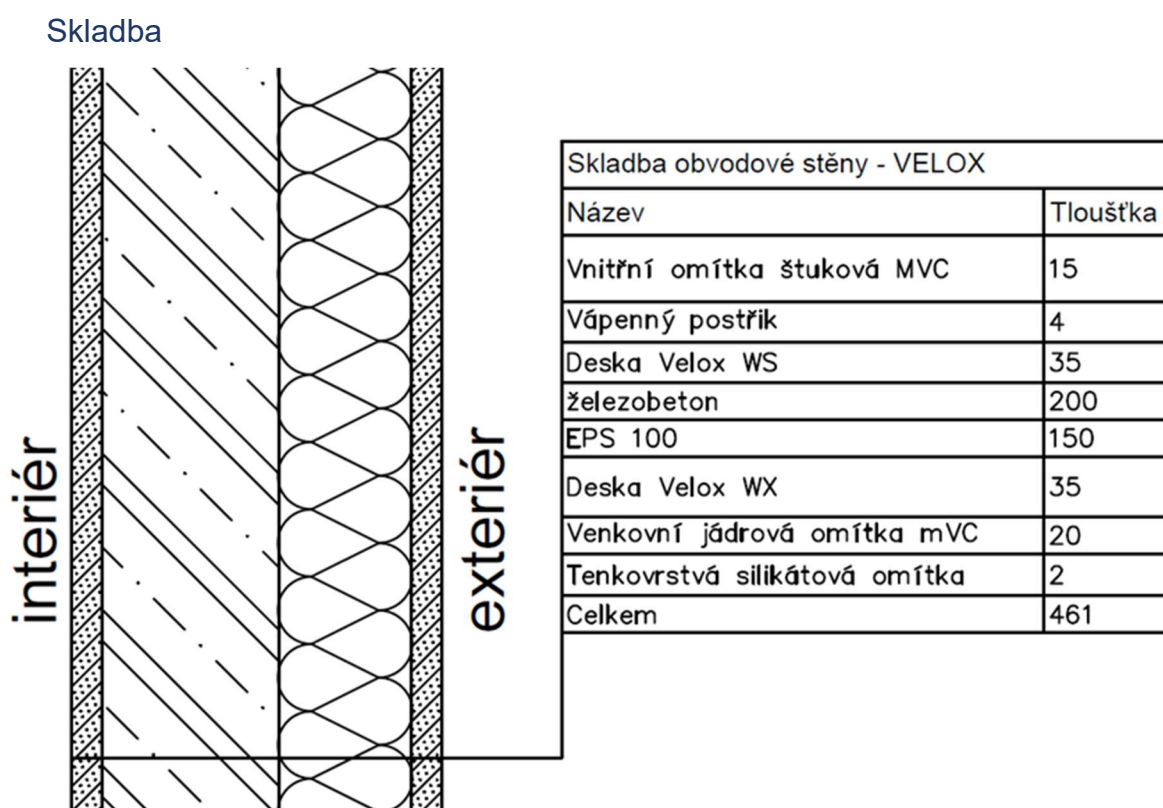
<sup>21</sup> Technologie Velox – David Mencl. David Mencl – Osobní blog Davida Mencla [online]. Copyright © David Mencl [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://davidmencl.cz/technologie-velox/>



celkové hmotnosti stavby je tvořeno ručními pracemi souvisejícími s manipulací cementotřískových desek a zbylých 80 % tvoří beton.

### Nevýhody

Z technického pohledu je hlavní nevýhodou VELOXu fakt, že je to difúzně uzavřená konstrukce, což znamená nemožnost vodních par procházet konstrukcí. Další zápor se zde vyskytne při rekonstrukci. Jelikož jakožto monolitická konstrukce s cementotřískovými deskami je složité například vybourání otvoru.



Obrázek 17: Skladba Velox

Zdroj obr.17: Vlastní tvorba

## Krycí list

Objekt:

**05 - Velox**

Místo:

Datum: 24. 11. 2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

Kód dílu - Popis Cena celkem [CZK]

### 1) Náklady ze soupisu prací 426 330,05

|  |            |
|--|------------|
| HSV - Práce a dodávky HSV                      | 426 330,05 |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce              | 200 220,07 |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 220 913,34 |
| 998 - Přesun hmot                              | 5 196,64   |

### 2) Ostatní náklady 21 316,50

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Zařízení staveniště | 21 316,50 |
|---------------------|-----------|

### Celkové náklady za stavbu 1) + 2) 447 646,55

Tabulka 11: Rekapitulace Velox

Zdroj tab.11: ÚRS, KROS4[software], ÚRS 2021

## 8.5. Železobeton

### Vlastnosti

Beton je hojně využívaný materiál, jelikož se jedná o pevný, libovolně tvarovatelný a trvanlivý materiál, jehož vlastnosti a využití závisí na jeho složení.

| Vlastnosti obvodového pláště         |        |
|--------------------------------------|--------|
| <b>železobeton</b>                   |        |
| Plošná hmotnost (kg/m <sup>2</sup> ) | 542,8  |
| Celková pracnost (Nh)                | 761,16 |
| Tloušťka<br>(m)                      | 0,432  |
| R<br>( m <sup>2</sup> K/W)           | 5,569  |

Zdroj tab.12: Vlastní tvorba

Tabulka 12: Vlastnosti železobeton

Vlastnosti lze totiž modifikovat pomocí cementové směsi, kameniva, přísad a příměsí.

## Základy technologie provádění

Technologie provádění železobetonových monolitických stěn závisí na volbě druhu bednění (rámové, nosníkové, jednorázové) vzhledem k tomu, že u každého typu se postup bednění a odbednění lehce liší. Obecně by se ale dalo říci, že postup je následující:

Nejdříve se bednicí desky očistí od případných nečistot a případně se opatří odbedňovacím prostředkem pro snazší odbednění.

Následně se provede montáž jedné strany bednění. Poté se umístí výztuž, která se „naváže“ na výztuž z předešlého patra či ze základové desky pro zajištění „spolupůsobení“ prvků. U montáže výztuže je nutné dbát na stanovené realizační parametry (vzdálenost jednotlivých vyztužovacích prvků, krycí vrstva, ...).

Posléze se sestaví druhá strana bednění, která se kotevním systémem spojí se stranou první tak, aby vymezila tloušťku budoucí stěny.

Po dokončení bednění obou stran se bednění zajistí vzpěrami, které jsou v závislosti na možnostech oboustranné nebo kotvené.



Obrázek 18: Bednění PERI

Zdroj obr.18: Rámové bednění DOMINO. PERI Česká republika - Bednění Lešení Služby [online]. Dostupné z: <https://www.peri.cz/produkty/bedneni/stenove-bedneni/ramove-bedneni-domino.html>

Po bednění přichází na řadu samotná betonáž, která by měla probíhat plynule, aby se zbránilo vzniku pracovních pár. V průběhu betonáže je nutné dbát i na to, aby

se nepřekročila maximální výška shozu betonu, což je 1,5 m, a aby nedošlo k rozmísení betonové směsi. Po každých 50 cm zalité zdi se provádí hutnění čerstvého betonu.

Po uplynutí technologické pauzy, která je nutná k tomu, aby beton vytvrdl a částečně nabral svou pevnost, je možné odbednění. Bednicí prvky se očistí a řádně uskladní nebo se použijí na další stěnu.<sup>22</sup>

### Výhody

Betonové směsi jako takové mají velkou škálu výhod, a to díky své rozsáhlé variabilitě vlastností, které závisí na použitých přísadách, příměsích, kamenivu a vodním součiniteli. Obecně však mezi základní výhody betonu při dodržení konstrukčních zásad patří jeho trvanlivost nejen na vzduchu ale i ve vodě, pevnost a ohnivzdornost.

Zásadní výhodou, jež závisí na typu použitého bednění, je však vysoká dispoziční variabilita.

### Nevýhody

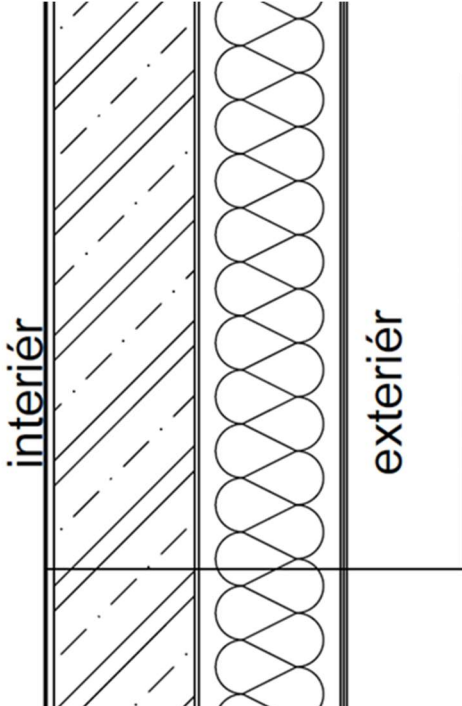
Vysoká hmotnost závisějící na použitém kamenivu není jedinou nevýhodou železobetonových stěn. Mezi další patří například nejen velká tepelná, resp. zvuková vodivost, která závisí na hmotnosti, resp. hutnosti betonu, ale také objemové změny.

Velkou slabinou betonových konstrukcí je také to, že pevnosti betonu v tahu jsou mnohonásobně nižší nežli pevnost v tlaku. Z toho důvodu je nutné použití výztuží, které tato tahová napětí přenáší.

---

<sup>22</sup> Bednění od výběru až po odstranění | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 07.05.2021]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/betonaz/bedneni-od-vyberu-az-po-odstraneni>

## Skladba



| Skladba obvodové stěny - Železobeton |            |
|--------------------------------------|------------|
| Název                                | Tloušťka   |
| Vnitřní omítka štuková MVC           | 15         |
| Vápenný postřík                      | 4          |
| Železobeton C 20/ 25                 | 200        |
| Lepící tmel                          | 10         |
| Izolace EPS 100                      | 200        |
| Fasádní tmel armovaný perlínkou      | 5          |
| Penetrace                            | 0          |
| Tenkvrstvá silikátová omítka         | 2          |
| <b>Celkem</b>                        | <b>436</b> |

Obrázek 19: Skladba železobeton  
Zdroj obr.19: Vlastní tvorba

## Krycí list

Objekt:

**06 - žb**

Místo:

Datum: 24. 11. 2020

Zadavatel:

Projektant:

Zhotovitel:

Zpracovatel:

| Kód dílu - Popis                               | Cena celkem [CZK] |
|--|-------------------|
| <b>1) Náklady ze soupisu prací</b>             | <b>521 598,18</b> |
| HSV - Práce a dodávky HSV                      | 521 598,18        |
| 3 - Svislé a kompletní konstrukce              | 211 455,15        |
| 6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní | 284 966,56        |
| 998 - Přesun hmot                              | 25 176,47         |
| <b>2) Ostatní náklady</b>                      | <b>26 079,91</b>  |
| Zařízení staveniště                            | 26 079,91         |
| <b>Celkové náklady za stavbu 1) + 2)</b>       | <b>547 678,09</b> |

Tabulka 13: Rekapitulace železobeton

Zdroj tab.13: ÚRS, KROS4[software], ÚRS2021

## 9. Porovnání a vyhodnocení zvolených variant

### 9.1. Popis hodnocení

Varianty byly hodnoceny skrze bodovací metodou vícekriteriálního hodnocení, při které byly materiály v každém hodnotícím kritériu seřazeny sestupně a jejich pořadí udávalo bodové ohodnocení.

Následně v celkovém hodnocení byla i hodnotící kritéria sestupně seřazena dle jejich důležitosti a tím jim byla dána váha, která je založena pouze na subjektivním předpokladu.

Výsledné ohodnocení bylo získáno součtem součinů jednotlivých bodových ohodnocení dané varianty a příslušných vah kritérií.

Ve vícekriteriálním hodnocení jsou uvažovány tyto hodnotící kritéria

1. *Součinitel tepelného prostupu*
2. *Agregovaná cena*
3. *Agregovaná hmotnost*
4. *Agregovaná pracnost*

## 9.2. Součinitel tepelného prostupu

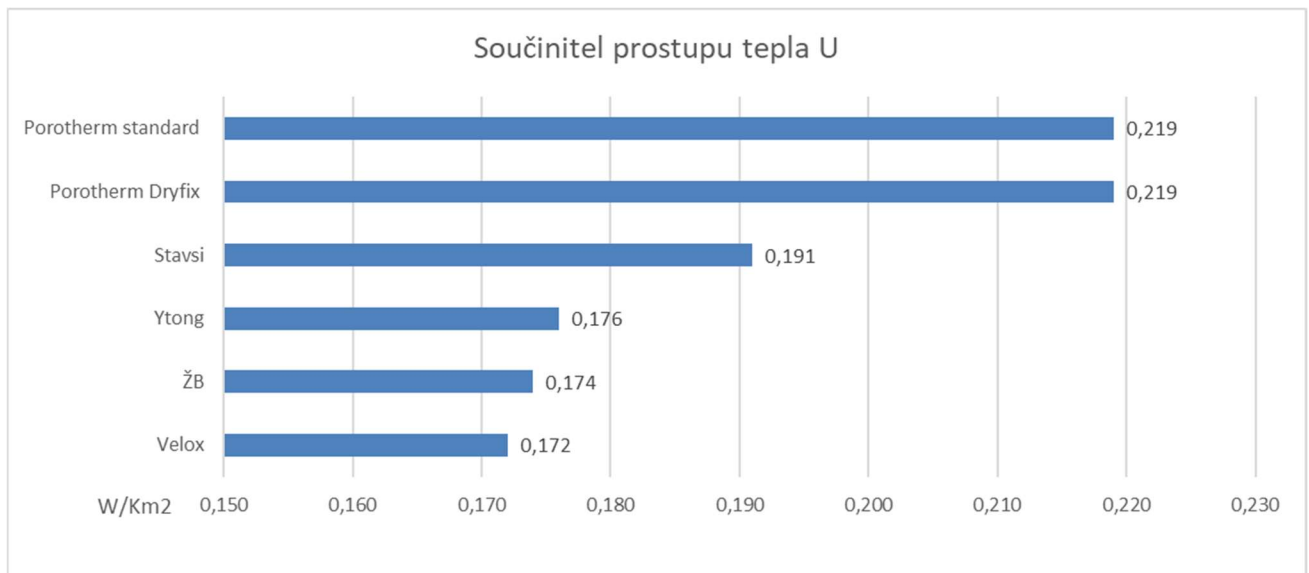
Srovnání tepelného prostupu vychází z hodnot vypočtených na základě jednotlivých skladeb, které byly vloženy do programu Teplo 2017 EDU, jenž následně vypočítal hodnoty tepelného odporu R a součinitele prostupu tepla U.

Nejprve bylo u každé varianty zkoumáno, zda její součinitel prostupu tepla U vyhoví dle normy ČSN 73 0540-2:2011 alespoň doporučeným hodnotám pro těžké stěny, a to  $U_{rec,20} = 0,25 [W/(m^2 \cdot K)]$ . Těm vyhověly všechny zvolené možnosti. Některé varianty dokonce splňují i požadavky pro pasivní budovy, a to  $U_{pas,20} = 0,18 - 0,12 [W/(m^2 \cdot K)]$ .

| Tepelný prostup              |       |       |       |        |                 |                   |
|------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------|-------------------|
|                              | Velox | ŽB    | Ytong | Stavsi | Porothem Dryfix | Porothem standard |
| <b>Bodové ohodnocení</b>     | 6     | 5     | 4     | 3      | 2               | 2                 |
| <b>Součinitel prostupu U</b> | 0,172 | 0,174 | 0,176 | 0,191  | 0,219           | 0,219             |

Tabulka 14: Srovnání součinitelů prostupu tepla

Zdroj tab.14: Vlastní tvorba



Graf 1: Srovnání součinitelů prostupu tepla

Zdroj graf.1: Vlastní tvorba

### 9.3. Celková pracnost

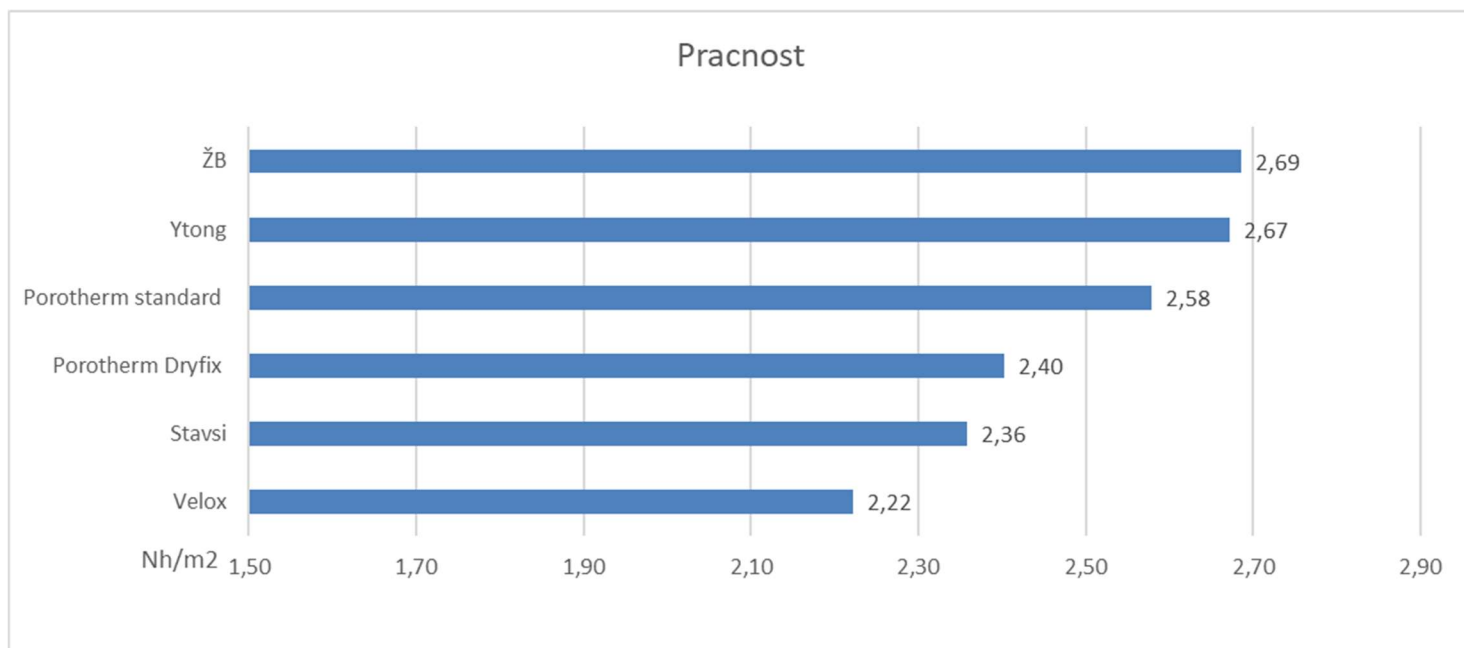
Celková pracnost udávaná v normohodinách (Nh) získaná z rozpočtu programu KROS ukazuje čas práce, jenž je potřebný pro zhotovení dané části díla. Jelikož se ale jedná pouze o sumu jednotlivých časů, a nejsou zde tedy zohledněny návaznosti a technologické přestávky jednotlivých činností, nelze v tomto případě hovořit o celkové době výstavby.

Z Tab.15 lze vidět, že nejnižší časovou náročnost má systém Velox. To může být zapříčiněno eliminací procesu montáže kontaktního zateplovacího systému, jelikož ten je již v bedněni integrován. Oproti tomu nejvíce časově náročnou variantou je železobeton. Od ostatních variant se liší o zhruba 100 Nh - čas potřebný pro zřízení a odstranění bedněni, který je u tohoto systému navíc oproti ostatním srovnávaným

| Pracnosti (Nh/m <sup>2</sup> ) |       |        |                  |                    |       |      |
|--------------------------------|-------|--------|------------------|--------------------|-------|------|
|                                | Velox | Stavsi | Porotherm Dryfix | Porotherm standard | Ytong | ŽB   |
| Bodové ohodnocení              | 6     | 5      | 4                | 3                  | 2     | 1    |
| Pracnosti (Nh/m <sup>2</sup> ) | 2,22  | 2,36   | 2,40             | 2,58               | 2,67  | 2,69 |

Tabulka 15: Srovnání pracnosti

Zdroj tab.15: Vlastní tvorba



Graf 2: Srovnání pracnosti

Zdroj graf.2: Vlastní tvorba



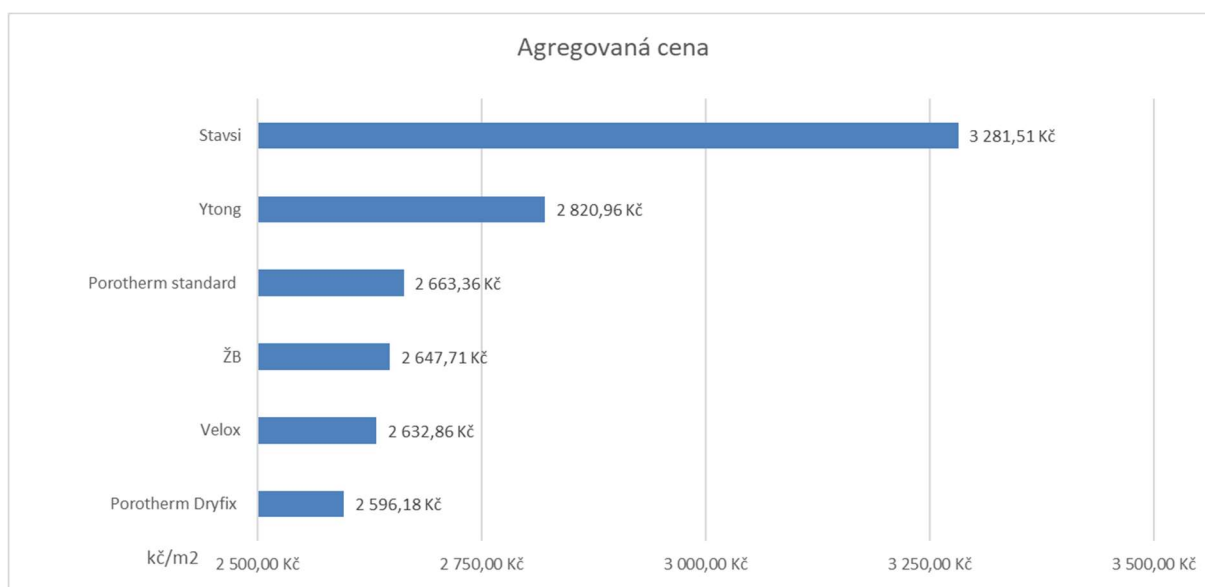
## 9.4. Cenový ukazatel

Cenový ukazatel je vypočten na základě podílu celkové ceny (Kč) k celkové ploše obvodového pláště (m<sup>2</sup>) a udává průměrnou cenu za jeden m<sup>2</sup>. Z tab. 16 je patrné, že nejlevnější variantou je systém ztraceného bednění s již integrovanou izolací EPS. Oproti tomu nejdražší možností je systém suchého zdění STAVSI.

| Cena (kč/m <sup>2</sup> ) |                  |             |             |                    |             |             |
|---------------------------|------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|
|                           | Porotherm Dryfix | Velox       | ŽB          | Porotherm standard | Ytong       | Stavsi      |
| Bodové ohodnocení         | 6                | 5           | 4           | 3                  | 2           | 1           |
| <b>Agregovaná cena</b>    | 2 596,18 Kč      | 2 632,86 Kč | 2 647,71 Kč | 2 663,36 Kč        | 2 820,96 Kč | 3 281,51 Kč |

Tabulka 16: Srovnání jednotkových cen

Zdroj tab.16: Vlastní tvorba



Graf 3: Srovnání jednotkových cen

Zdroj graf.3: Vlastní tvorba

## 9.5. Hmotnost

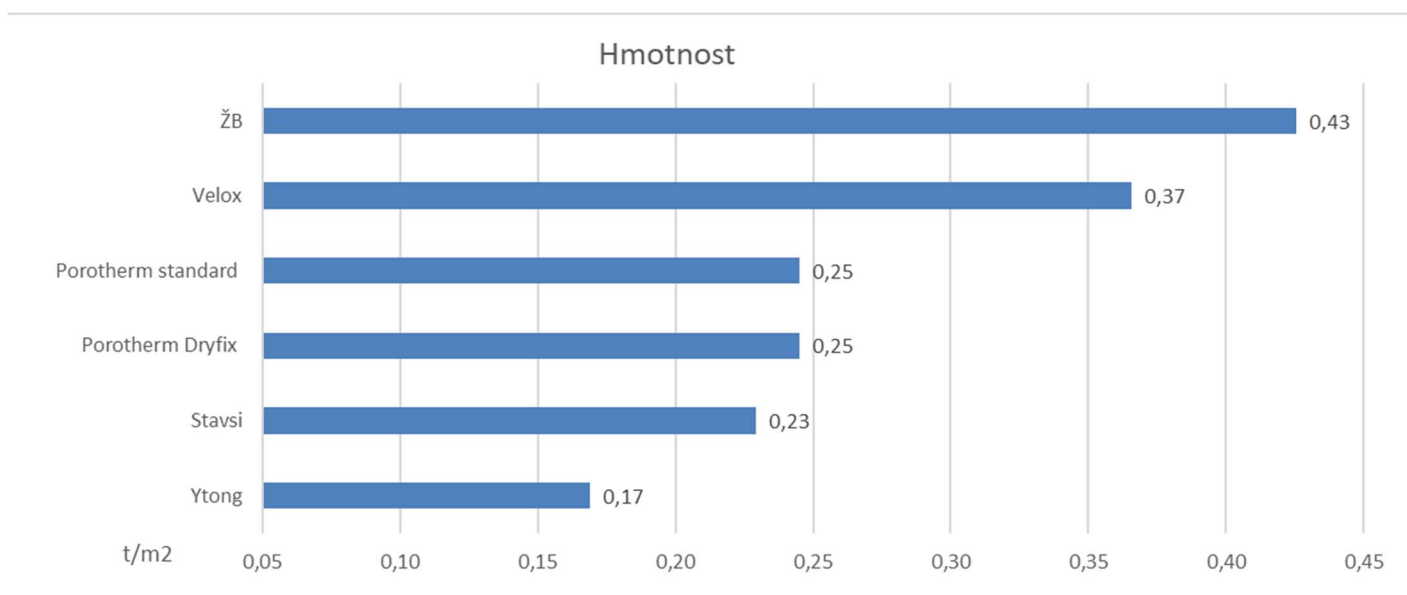
Hmotnost, jejíž měrnou jednotkou jsou tuny, byla získána z programu KROS4 a udává hmotnost, kterou je pro realizaci konstrukce nutné přemístit.

Z výsledků je zřejmé, že nejnákladnější variantou na přesun hmot jsou monolitické konstrukce a nejvýhodnější je pórobetonové zdivo Ytong.

| Hmotnost (t/m <sup>2</sup> ) |       |        |                  |                    |       |      |
|------------------------------|-------|--------|------------------|--------------------|-------|------|
|                              | Ytong | Stavsi | Porotherm Dryfix | Porotherm standard | Velox | ŽB   |
| Bodové ohodnocení            | 6     | 5      | 3                | 3                  | 2     | 1    |
| Hmotnost (t/m <sup>2</sup> ) | 0,17  | 0,23   | 0,25             | 0,25               | 0,37  | 0,43 |

Tabulka 17: Srovnání hmotností

Zdroj tab.17: Vlastní tvorba



Graf 4: Srovnání hmotností

Zdroj graf.4: Vlastní tvorba

## 9.6. Celkové vyhodnocení

Z výsledku, které byly vypočteny na základě vícekritériálního hodnocení, je patrné, že nejvýhodnějším variantou je systém ztraceného bednění je Velox, který dosáhl nejvyššího ohodnocení. Oproti tomu nejméně výhodnou variantou je POROTHERM STANDARD s „nejnižším počtem bodů“.

|  | Pořadí | Váha     |
|--|--------|----------|
| Součinitel prostupu tepla U (W/Km <sup>2</sup> ) | 4      | 0,4      |
| Agregovaná cena (kč/m <sup>2</sup> )             | 3      | 0,3      |
| Pracnost (Nh/m <sup>2</sup> )                    | 2      | 0,2      |
| Hmotnost (t/m <sup>2</sup> )                     | 1      | 0,1      |
| <b>Celkem</b>                                    |        | <b>1</b> |

Tabulka 18: Váha kritérií

Zdroj tab.18: Vlastní tvorba

| Rekapitulace hodnot                              |                  |            |            |                    |            |            |
|--|------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|
|  | Porotherm Dryfix | Velox      | ŽB         | Porotherm standard | Ytong      | Stavsi     |
| Součinitel prostupu tepla U (W/Km <sup>2</sup> ) | 0,22             | 0,17       | 0,17       | 0,22               | 0,18       | 0,19       |
| Agregovaná cena (kč/m <sup>2</sup> )             | 2 596,2 Kč       | 2 632,9 Kč | 2 647,7 Kč | 2 663,4 Kč         | 2 821,0 Kč | 3 281,5 Kč |
| Pracnost (Nh/m <sup>2</sup> )                    | 2,40             | 2,22       | 2,69       | 2,58               | 2,67       | 2,36       |
| Hmotnost (t/m <sup>2</sup> )                     | 0,25             | 0,37       | 0,43       | 0,25               | 0,17       | 0,23       |

Tabulka 20: Rekapitulace hodnot

Zdroj tab.19: Vlastní tvorba

| Rekapitulace bodového ohodnocení                 |                  |       |    |                    |       |        |
|--|------------------|-------|----|--------------------|-------|--------|
|  | Porotherm Dryfix | Velox | ŽB | Porotherm standard | Ytong | Stavsi |
| Součinitel prostupu tepla U (W/Km <sup>2</sup> ) | 2                | 6     | 5  | 2                  | 4     | 3      |
| Agregovaná cena (kč/m <sup>2</sup> )             | 6                | 5     | 4  | 3                  | 2     | 1      |
| Pracnost (Nh/m <sup>2</sup> )                    | 4                | 6     | 1  | 3                  | 2     | 5      |
| Hmotnost (t/m <sup>2</sup> )                     | 3                | 2     | 1  | 3                  | 6     | 5      |

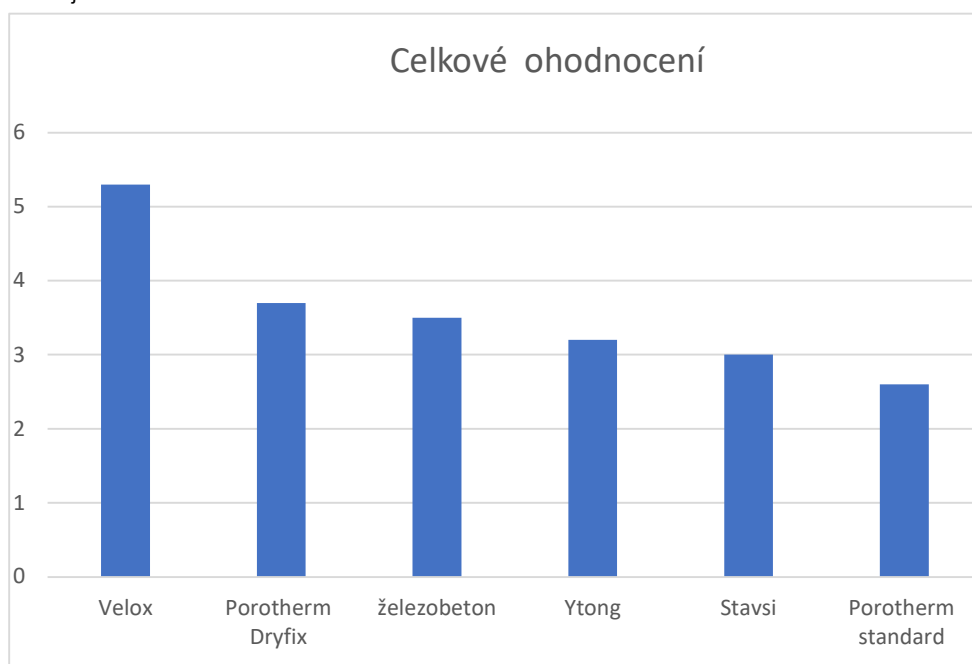
Tabulka 19: Rekapitulace bodového ohodnocení

Zdroj tab.20: Vlastní tvorba

| Výsledek vícekriteriální analýzy    |            |                  |            |            |            |                    |
|-------------------------------------|------------|------------------|------------|------------|------------|--------------------|
|                                     | Velox      | Porotherm Dryfix | ŽB         | Ytong      | Stavsi     | Porotherm standard |
| Součinitel prostupu tepla U (W/Km2) | 2,4        | 0,8              | 2,0        | 1,6        | 1,2        | 0,8                |
| Agregovaná cena (kč/m2)             | 1,5        | 1,8              | 1,2        | 0,6        | 0,3        | 0,9                |
| Pracnost (Nh/m2)                    | 1,2        | 0,8              | 0,2        | 0,4        | 1,0        | 0,6                |
| Hmotnost (t/m2)                     | 0,2        | 0,3              | 0,1        | 0,6        | 0,5        | 0,3                |
| <b>CELKEM</b>                       | <b>5,3</b> | <b>3,7</b>       | <b>3,5</b> | <b>3,2</b> | <b>3,0</b> | <b>2,6</b>         |
| <b>Pořadí</b>                       | <b>1</b>   | <b>2</b>         | <b>3</b>   | <b>4</b>   | <b>5</b>   | <b>6</b>           |

Tabulka 21: Výsledek vícekriteriálního hodnocení

Zdroj tab.21: Vlastní tvorba



Graf 5: Celkové pořadí variant

Zdroj graf.5: Vlastní tvorba

## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání ekonomické významnosti volby různých materiálů, mezi kterými lze volit při výstavbě rodinného domu.

Úvodní teoretická část byla především zaměřená na obvodový plášť konstrukce, jeho popis, dělení a základní požadavky, které dle norem musí splňovat. Stručně byla také popsána rozpočtovací metoda.

Praktická část byla realizována na projektu rodinného domu v Praze 7. Pro tento projekt byly stanoveny systémy Porotherm dryfix či standard, Stavsi, Velox, Ytong a železobeton, které v této části byly také popsány.

Na těchto systémech byl zkoumán součinitel tepelného odporu, jehož hodnoty byly vypočteny na základě programu TEPLO 2017 a také agregovaná cena, pracnost a hmotnost jejichž hodnoty byly získány z programu KROS4 s cenovou soustavou ÚRS2021. Tyto hodnoty byly následně přepočteny na  $1\text{m}^2$ .

Těmto kritériím byla následně přiřazena váha, dle pořadí jejich důležitosti, tak aby součet těchto vah byl roven 1.

Výsledné srovnání na základě vícekriteriálního hodnocení ukázalo, že nejvýhodnější variantou je systém ztraceného bednění Velox. Důvodem je nejenom jeho nízký součinitel tepelného prostupu a pracnost, které byli ve srovnání ohodnoceny nejvyšším počtem bodů, ale také jeho cena.

## Zdroje a použitá literatura

1. ČSN 73 0540-1. Tepelná ochrana budov-část 1: Terminologie. Praha: Český normalizační institut, 2005, 68 s. Třídící znak:72308.
2. ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov-část 1: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 56 s. Třídící znak:89012.
3. ČSN 73 0580-1. Denní osvětlení budov-část 1: Základní požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2007, 24 s. Třídící znak:78618.
4. ČSN 73 0802 ed.2.Požární bezpečnost staveb-Nevýrobní objekty Praha: Česká agentura pro normalizaci, 2020, 128 s. Třídící znak:510825.
5. ČSN 73 0810.Požární bezpečnost staveb-Společná ustanovení Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016, 64 s. Třídící znak: 500067
6. SAG a.s., Provětrávané fasády-jedinečné řešení opláštění a zateplení budov. Střechy, fasády, izolace. Ostrava – Vítkovice: Nakladatelství Mise,2008; č.10; str.22-23, ISSN: 1212-0111
7. Poznejte výhody suchého zdění STAVSI | LIAPOR Lias Vintířov – LMS, k.s. [online]. [cit. 24.04.2021] Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/hruba-stavba/17563-poznejte-vyhody-sucheho-zdeni-stavsi>
8. Jak založit stavbu | LIAPOR Lias Vintířov – LMS, k.s. [online] [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://www.stavsi.cz/wp-content/uploads/2020/05/Jak-zalo%C5%BEit-stavbu.pdf>
9. Zdění na pěnu je rychlé, bezpečné a úsporné – CSCM. CSCM – Cihlářský svaz Čech a Moravy [online]. Copyright © 2020 [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://www.cscm.cz/zdeni-na-penu-je-rychle-bezpecne-a-usporne/>
10. Jak zdít z broušených cihel technologií POROTHERM Profi DRYFIX Systém| Wienerberger [online]. [cit. 24.04.2021] Dostupné z:[https://www.wienerberger.cz/content/dam/wienerberger/czech-republic/marketing/documents-magazines/instructions-guidelines/CZ\\_POR\\_Jak\\_zdit\\_Porotherm\\_Dryfix.pdf](https://www.wienerberger.cz/content/dam/wienerberger/czech-republic/marketing/documents-magazines/instructions-guidelines/CZ_POR_Jak_zdit_Porotherm_Dryfix.pdf)
11. Technologie Velox – David Mencl. David Mencl – Osobní blog Davida Mencla [online]. Copyright © David Mencl [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://davidmencl.cz/technologie-velox/>
12. Hana Hanyášová. Realizace etapy hrubé vrchní stavby v bytovém domu v Olomouci. Brno, 2015, 142 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně

13. Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz [online]. Xella Group.. [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz/jak-na-zdeni-obvodoveho-nosneho-zdiva.php>
14. Výpočet tepelně-technických a akustických vlastností zdiva z tvarovek systému STAVSO | Zkušební laboratoř stavebních konstrukcí a hmot [online] [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/23247220-Vypocet-tepelne-technickyh-a-akustickyh-vlastnosti-zdiva-z-tvarovek-systemu-stavsi.html>
15. Definice ploch užitná, podlahová, obytná a užitková | Realitní makléři Liberec – Jan a Miroslav Havič. Realitní makléři Liberec – Jan a Miroslav Havič [online]. Dostupné z: <https://www.havic.cz/blog/definice-ploch-uzitna-podlahova-obytna-uzitkova>
16. SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Stanislav VITÁSEK, Lucie BROŽOVÁ a Iveta STŘELCOVÁ. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-06748-2. str(9,40,45)
17. ÚRS, KROS4[software], asistent rozpočtáře. Co je rozpočtování
18. ÚRS, KROS4[software], asistent rozpočtáře, náklady ve stavebnictví
19. 1. Tepelně technické požadavky na obvodové pláště. [online]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>
20. Tepelné izolace – katalog tepelných izolací, veškeré info o zateplení a izolacích | Izolace-info.cz [online] [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <https://www.isolace-info.cz/technicke-informace/vypocet-prostupu-tepla>
21. Co je tepelný most, kde a jak vzniká - ESTAV.cz. ESTAV.cz - Architektura. Stavba. Bydlení. [online].[cit. 29.04.2021]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/5952.co-je-tepelny-most-kde-a-jak-vznika>
22. 2. Obvodové pláště budov. [online]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/2.html>
23. Bednění od výběru až po odstranění | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © Jaga Media, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 07.05.2021]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/betonaz/bedneni-od-vyberu-az-po-odstraneni>

## 10. Seznam použitých grafů, obrázků a tabulek

### 10.1. Grafy

|  |    |
|--|----|
| Graf 1: Srovnání součinitelů prostupu tepla..... | 47 |
| Graf 2: Srovnání pracnosti.....                  | 48 |
| Graf 3: Srovnání jednotkových cen.....           | 49 |
| Graf 4: Srovnání hmotností.....                  | 50 |
| Graf 5: Celkové pořadí variant.....              | 52 |



## 10.2. Obrázky

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Obrázek 1: Kalkulační vzorec .....</b>              | <b>13</b> |
| <b>Obrázek 2: Statické dělení konstrukcí .....</b>     | <b>14</b> |
| <b>Obrázek 3: Prostup teplem konstrukcí Velox.....</b> | <b>15</b> |
| <b>Obrázek 4: Tepelný most .....</b>                   | <b>17</b> |
| <b>Obrázek 5: Druhy obvodových konstrukcí.....</b>     | <b>18</b> |
| <b>Obrázek 6: Provětrávaná fasáda .....</b>            | <b>19</b> |
| <b>Obrázek 7: Heluz Family 25 2in1 broušená .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Obrázek 8: Pohled na objekt.....</b>                | <b>25</b> |
| <b>Obrázek 9: Aplikace pěny Porotherm Dryfix .....</b> | <b>28</b> |
| <b>Obrázek 10: Skladba Porotherm Dryfix .....</b>      | <b>30</b> |
| <b>Obrázek 11: Skladba Porotherm Standard .....</b>    | <b>30</b> |
| <b>Obrázek 12: Spojovací lišty STAVSI .....</b>        | <b>32</b> |
| <b>Obrázek 13: Skladba STAVSI.....</b>                 | <b>34</b> |
| <b>Obrázek 14: Nanášení malty na Ytong.....</b>        | <b>36</b> |
| <b>Obrázek 15: Skladba YTONG.....</b>                  | <b>37</b> |
| <b>Obrázek 16: Pohled do bednění Velox.....</b>        | <b>40</b> |
| <b>Obrázek 17: Skladba Velox .....</b>                 | <b>41</b> |
| <b>Obrázek 18: Bednění PERI.....</b>                   | <b>43</b> |
| <b>Obrázek 19: Skladba železobeton .....</b>           | <b>45</b> |

### 10.3. Tabulky

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1: Plochy objektu .....                       | 25 |
| Tabulka 2: Vlastnosti Porotherm Dryfix.....           | 28 |
| Tabulka 3: Vlastnosti Porotherm Standard .....        | 28 |
| Tabulka 4: Rekapitulace Porotherm Dryfix.....         | 31 |
| Tabulka 5: Rekapitulace Porotherm Standard .....      | 31 |
| Tabulka 6: Vlastnosti STAVSI.....                     | 32 |
| Tabulka 7: Rekapitulace STAVSI.....                   | 34 |
| Tabulka 8: Vlastnosti YTONG .....                     | 35 |
| Tabulka 9: Rekapitulace YTONG .....                   | 38 |
| Tabulka 10: Vlastnosti VELOX.....                     | 39 |
| Tabulka 11: Rekapitulace Velox .....                  | 42 |
| Tabulka 12: Vlastnosti železobeton .....              | 42 |
| Tabulka 13: Rekapitulace železobeton .....            | 45 |
| Tabulka 14: Srovnání součinitelů prostupu tepla.....  | 47 |
| Tabulka 15: Srovnání pracnosti .....                  | 48 |
| Tabulka 16: Srovnání jednotkových cen .....           | 49 |
| Tabulka 17: Srovnání hmotností .....                  | 50 |
| Tabulka 18: Váha kritérií .....                       | 51 |
| Tabulka 19: Rekapitulace hodnotí.....                 | 51 |
| Tabulka 20: Rekapitulace bodového ohodnocení .....    | 51 |
| Tabulka 21: Výsledek vícekritériálního hodnocení..... | 52 |

## 11. Přílohy

Příloha 1: Rozpočty materiálů spolu s vytvořenými tabulkami

Příloha 2: Výpočet prostupu tepla jednotlivých variant