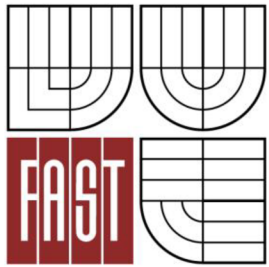




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

# VLIV TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ TEPELNÝCH IZOLACÍ NA CENU STAVEBNÍHO OBJEKTU

THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF THE THERMAL BUILDING INSULATION ON THE BUILDING  
CONSTRUCTION COST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

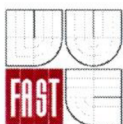
JAKUB CHARVÁT

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK KREJZA

BRNO 2012



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3607R038 Management stavebnictví  
**Pracoviště** Ústav stavební ekonomiky a řízení

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Jakub Charvát

**Název** Vliv technologie provádění tepelných izolací na cenu stavebního objektu

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Zdeněk Krejza


**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

  
.....  
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.  
Vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT



### **Podklady a literatura**

Cenové publikace ÚRS Praha a.s.

Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a související předpisy, včetně prováděcí vyhlášky

TICHÁ, A., TICHÝ, Z., VYSLOUŽIL, R., ŠIMÁČEK, O. Rozpočtování kalkulace ve výstavbě díl I. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-214-2639-X

MARKOVÁ, L., CHOVANEC, J. Rozpočtování kalkulace ve výstavbě díl II. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-214-2639-X

Studijní opory FAST - Pozemní stavitelství

### **Zásady pro vypracování**

Cílem práce je provést průzkum v oblasti tepelných izolací stavby a v případové studii analyzovat jaký vliv může mít výběr tepelné izolace stavby na celkovou cenu nemovitosti.

1. Definice technologií provádění tepelných izolací a základy oceňování stavebních prací a dodávek
2. Ocenění jednotlivých konstrukčních variant
3. Studie vlivu technologie provádění na cenu konkrétního rodinného domu

### **Předepsané přílohy**

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací



.....  
Ing. Zdeněk Krejza  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Tato práce podrobně popisuje druhy a vlastnosti materiálů používaných pro tepelné izolace, technologie provádění zateplování budov, jejich výhody a nevýhody. U několika variant, které jsou v současné době nejpoužívanější, je provedena aplikace na zvolený rodinný dům a následně je vyhodnocen vliv technologie provádění zateplení obvodového pláště na cenu objektu.

## **Abstract**

This work describes in detail the types and properties of materials used for thermal insulation, building insulation technology implementation, their advantages and disadvantages. For several variants, which are currently the most widely used, the application is made to the selected family house, and then evaluates the impact of technology of insulation cladding to the price of the object.

## **Klíčová slova**

Tepelná izolace, konstrukční systém, cena, rozpočet, výhody a nevýhody

## **Keywords**

Thermal insulation, structural system, cost, budget, advantages and disadvantages

## **Bibliografická citace VŠKP**

CHARVÁT, Jakub. *Vliv technologie provádění tepelných izolací na cenu stavebního objektu*. Brno, 2012. 54 s., 11 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Krejza.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2012

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval panu Ing. Krejzovi za odborné vedení, za poskytnutí cenných rad a informací a za pomoc při zpracovávání této bakalářské práce

# OBSAH

<b>1. Úvod</b> .....	10
<b>2. Materiály pro tepelné izolace</b> .....	12
2.1 Základní terminologie.....	12
2.2 Tepelně izolační materiály.....	12
2.2.1 Lehká kameniva a lehké betony.....	14
2.2.1.1 Tvrzená a pálená křemelina.....	14
2.2.1.2 Polystyrenbeton.....	14
2.2.1.3 Perlit a perlitový beton.....	15
2.2.1.4 Pórobeton.....	15
2.2.2 Pěnové sklo.....	15
2.2.3 Pěnové plasty.....	16
2.2.3.1 Pěnový polystyren- PS.....	16
2.2.3.2 Pěnový polyuretan- PU.....	18
2.2.3.3 Fenolické pěny- Porofen.....	18
2.2.4 Vlákňité tepelně izolační hmoty.....	19
2.2.5 Organické vlákňité tepelně izolační hmoty.....	20
2.2.5.1 Papírová drť.....	20
2.2.5.2 Dřevěná vlna.....	20
2.2.5.3 Korek.....	21
2.2.5.4 Přírodní vlákna.....	21
2.2.5.5 Konopí.....	22
2.2.5.6 Sláma.....	22
2.2.6 Kombinované tepelně izolační materiály.....	24
2.2.6.1 Kombinace vlákňitých hmot s perlitem.....	24
2.2.6.2 Výrobky z dřevěné vlny a plastů.....	24
2.3 Zateplovací systémy.....	25
2.3.1 Zateplovací systémy vnější kontaktní (lepené).....	25
2.3.2 Zateplovací systémy vnější nekontaktní (odvětrávané).....	27
2.3.3 Zateplení sendvičových konstrukcí.....	28
2.3.4 Zateplovací systémy vnitřní.....	29
<b>3. Ceny a oceňování</b> .....	31
3.1 Základní pojmy.....	31
3.2 Ceny v investiční výstavbě.....	32
3.2.1 Formy cen.....	33
3.3 Způsoby oceňování stavebních objektů.....	34
3.3.1 Jiné způsoby oceňování.....	35
3.4 Souhrnný rozpočet.....	35
3.4.1 Hlava III - Stavební objekty.....	36

<b>4. Praktická část</b> .....	40
4.1 Charakteristika objektu.....	40
4.2 Navržené konstrukční varianty s výpočtem ceny.....	41
4.2.1 Zdivo Ytong Theta tl. 500 mm bez zateplení.....	42
4.2.2 Zdivo Porotherm 36,5 T-Profi s izolací Kingspan 50 mm.....	43
4.2.3 Velox WS- EPS 400.....	44
4.2.4 Zdivo Ytong P4-500 tl. 375 mm + 160 mm Rockwool.....	45
4.2.5 Zdivo Porotherm 40 EKO+ s izolací EPS 50 mm.....	46
4.3 Studie vlivu použité technologie na cenu konkrétního objektu.....	47
4.4 Vyhodnocení konstrukčních variant.....	48
<b>5. Závěr</b> .....	50
<b>6. Použité zdroje</b> .....	52
<b>7. Seznam obrázků, tabulek a grafů</b> .....	53
<b>8. Seznam příloh</b> .....	54
8.1 Znázornění průběhu teplot pro zvolené konstrukční varianty.....	54
8.2 Limitky nákladů podle stavebních dílů pro zvolené konstrukční varianty.....	54
8.3 Podrobná charakteristika hodnocení jednotlivých kritérií.....	54
8.3 Výkresová dokumentace rodinného domu.....	54

# 1 ÚVOD

Touha člověka být v teple je nám vlastní již od dob, kdy lidstvo objevilo a začalo využívat oheň.

Co to vlastně je, ono teplo, o kterém všichni mluvíme? Z fyzikálního hlediska je definice tepla naprosto jednoduchá a jasná. Teplo je jednou ze základních fyzikálních veličin, má svou vlastní značku „Q“ a jednotku „J“, jež je odvozenou jednotkou SI. Teplo je část vnitřní energie, kterou systém přijme nebo odevzdá při styku s jiným systémem, aniž by přitom docházelo ke konání práce, mluvíme tedy o tepelné výměně.

Teoretické definice nám toho však příliš mnoho neřeknou. Není v silách žádného fyzikálního teoretika vysvětlit, co to vlastně znamená, když člověk řekne: „*Je mi teplo*“? Tento tělesný stav můžeme popsat tak, že mluvčí se cítí příjemně v prostředí, ve kterém se právě nachází. Například pokud v zimním období vstoupíme do vyhřáté místnosti, máme pocit tzv. tepla. Z hlediska zateplování budov však není ani tato formulace dostačující.

Budovy přece nezateplujeme proto, aby nám bylo teplo, ale proto, abychom se uvnitř cítili příjemně. Onen příjemný pocit se však již dá dále definovat. Je definován pojmem tepelná pohoda. Tepelná pohoda je pocit, který člověk vnímá při pobytu v daném prostředí. Člověk by tedy neměl cítit v daném prostředí ani pocit nepříjemného chladu, ani nepříjemného tepla. Dosažení tepelné pohody ovlivňuje několik zásadních faktorů. Teplota má do jisté míry vliv na pocení člověka, vlhkost prostředí ovlivňuje schopnost okolního vzduchu přijímat vlhkost, kterou člověk přirozeně vydává pocením a dýcháním. Dalším faktorem je rychlost proudění vzduchu. Tento faktor je rovněž velmi důležitý. Rychlost proudění musí být optimální. Pokud by byla příliš nízká, bude docházet k nedostatečnému odvodu vlhkosti směrem pryč od lidského těla, což může mít za následek pocit chladu. Pokud by však naopak byla příliš vysoká, bude docházet k nadměrnému vysušování a to nejen pokožky a sliznic, ale především oční rohovky, což může být velmi nepříjemné a při dlouhodobém a častém pobytu v takovém prostředí může dojít k zdravotním komplikacím. Posledním faktorem ovlivňujícím náš pocit tepelné pohody je teplota okolních stěn a předmětů.



Smyslem předešlého odstavce bylo především upozornit na to, že provedené dodatečné zateplení obvodového pláště budovy se neprovádí jen s cílem zabránit úniku tepla z objektu, zvláště v zimních měsících, ale také zabránit vniknutí nadměrného tepla do objektu v letních měsících. Tato skutečnost bývá často opomíjena. Důvod je prostý- v současné době není mnoho lidí, kteří mají svůj dům vybaven klimatizací, a tudíž je nemusí zajímat energetická náročnost objektu v letních měsících.

V dnešní době je tedy hlavní hnací silou snaha snížit co nejvíce energetickou náročnost budovy v zimním období, samozřejmě ve velmi těsném vztahu s návratností investice potřebné na zateplení objektu.

Cílem této práce je provést průzkum v oblasti tepelných izolací stavby a v případové studii analyzovat, jaký vliv může mít výběr tepelné izolace stavby na celkovou cenu nemovitosti. Důraz bude kladen především na definici technologií provádění tepelných izolací a základů oceňování stavebních prací. V praktické části bude provedeno ocenění vybraných konstrukčních variant a studie vlivu technologie provádění na cenu konkrétního rodinného domu.

## 2. MATERIÁLY PRO TEPELNÉ IZOLACE

Tato kapitola se zabývá tepelně izolačními materiály a technologiemi používanými při jejich aplikaci pro zateplování budov. Popisuje jejich klady a zápory, u materiálů i jejich tepelně izolační vlastnosti.

### 2.1 Základní terminologie

**ETICS** – vnější tepelně izolační kompozitní systém (External Thermal Insulation Composite System)

**EPS** – expandovaný polystyren (Expanded Poly-Styrene)

**MW** – minerální vlna (Mineral Wool)

**ETAG** – řídicí pokyny pro evropské technické schválení (Guideline for European Technical Approval)

Při provádění vnějšího zateplování obvodového pláště objektu, jsou v současné době nejpoužívanější dva základní typy systémů:

**ETICS** – s izolantem MW (minerální vlnou EN 13162) je z hlediska statického návrhu posuzován jako mechanicky kotvený s doplňkovým lepením izolantu- min 30 % povrchu- musí splňovat třídu na oheň „A2“ dle ČSN 13501-1

**ETICS** – s izolantem EPS (pěnovým polystyrenem EN 13163) je z hlediska statického návrhu posuzován jako lepený s doplňkovým mechanickým kotvením izolantu- min 40 % povrchu- pro požární úseky s výškovou polohou max. 22,5 m- musí splňovat třídu reakce na oheň „B“ dle ČSN 13501-1 a nově další požadavky ČSN 73 0810 [2]

### 2.2 Tepelně izolační materiály

Tepelně izolační funkci mají v podstatě v jisté míře všechny stavební materiály. K vysloveně tepelně izolačním materiálům, tj. takovým, které se kombinují s běžnými materiály s cílem výrazně zvýšit tepelný odpor konstrukce, se počítají hmoty s měrnou tepelnou vodivostí v suchém stavu pod  $0,15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

Protože tepelná vodivost se stoupající vlhkostí vzrůstá, je třeba, aby tepelně izolační vrstva byla co nejsušší. Výhodné jsou materiály nenasákavé, které ani během

výroby, zabudování ani v průběhu používání nepřijmou vlhkost. Materiálům vyráběným mokrou cestou (maltám, betonům), musí být umožněno vyschnutí po zabudování. V běžných podmínkách však žádný materiál nevyschne docela. Vždy zůstává ve stavu ustálené (praktické) vlhkosti a jeho tepelně izolační parametry jsou tedy horší, než se zjišťuje na vysušených vzorcích a mnohdy udává v prospektech výrobců těchto materiálů. Při návrhu konstrukcí je proto třeba uvažovat hodnoty dané ČSN 73 0542 nebo změřené pro konkrétní podmínky. Tepelně izolační výrobky jsou často kombinací více druhů tepelně izolačních materiálů. Tím se dosahuje veliké rozmanitosti výrobků s různými vlastnostmi. [1]

Výrobky z tepelně izolačních materiálů můžeme třídit podle:

- a) druhu základní hmoty** - anorganické
    - organické
  - b) struktury** - vláknité
    - pórovité (pěnové)
    - zrnité
  - c) obsahu pojiva** - pojivo obsahující
    - pojivo neobsahující
  - d) tvaru výrobku** - volný (zásyp, vlna)
    - plochý (deska, rohož, plst)
    - tvarový (skruže, segmenty)
    - šňůrový (těsnící provazce)
  - e) hořlavosti** - nehořlavé (stupeň A)
    - nesnadno hořlavé (stupeň B)
    - hořlavé (stupeň C)
  - f) materiálu** - lehké silikátové hmoty (lehká kameniva a lehké betony)
    - pěnové anorganické hmoty (pěnové sklo)
    - pěnové organické hmoty (pěnové plasty)
    - vláknité hmoty (skleněná a minerální vlákna)
    - hmoty z organických materiálů (korek, dřevěná vlna, papír)
- [3]

### **2.2.1 Lehká kameniva a lehké betony**

Silikátové lehké materiály patří dlouhá léta k osvědčeným tepelně izolačním hmotám. Jde jednak o lehká kameniva používaná jako zásypové izolace, jednak- a to je daleko významnější- o lehké betony a tepelně izolační malty a omítky.

Izolační hmoty na bázi silikátů můžeme dále rozdělit takto:

- tvrzená a pálená křemelina
- polystyrenbeton
- keramzit a keramzitový beton
- expandovaný perlit a perlitový beton
- pórobeton [3]

#### **2.2.1.1 Tvrzená a pálená křemelina**

Vyrábí se z křemeliny, pojiva (cement, vápno) a příměsí (např. pilin). Z těchto složek se míchá směs, která se lisuje nebo dusá do různých typů forem podle požadovaného tvaru budoucího výrobku. Poté se výrobky autoklávuji nebo vypalují. V současné době je již výroba tvrzené křemeliny zastavena.

$R=1,6 \text{ m}^2\text{K/W}$  při tloušťce 30 cm,  $\lambda=0,187 \text{ W/mK}$ . [3]

#### **2.2.1.2 Polystyrenbeton**

Jako plnivo do lehkých izolačních betonů se používají kuličky pěnového polystyrenu nebo odpadní drcený pěnový polystyren.

$R=1,58 \text{ m}^2\text{K/W}$  při tloušťce 30 cm,  $\lambda=0,19 \text{ W/mK}$ .

**Výhodou** je nízká okamžitá nasákavost plniva, nehořlavost.

**Nevýhodou** je zhoršení mechanických vlastností při teplotách nad  $+80^\circ \text{C}$  a také možnost vzniku elektrostatického náboje, bránícího volnému oddělování jednotlivých zrn při dávkování a míchání směsi. [3]

### 2.2.1.3 Perlit a perlitový beton

Expandovaný perlit je materiál téměř chemicky inertní, nehořlavý, lehký, s vynikajícími tepelně a zvukově izolačními vlastnostmi. Expandovaný perlit lze pojit vápnem, sádkou, cementem, asfaltem i syntetickými pryskyřicemi. Izolační schopnosti perlitu jsou nejlépe zhodnoceny v omítkách a to nejen vnitřních, ale i vnějších. Perlitové betony jsou vhodné perlitové betony. Jsou to materiály výhradně tepelně izolační, pouze při větších objemových hmotnostech mohou být nepatrně namáhány.

$$R=1,6 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 8 cm, } \lambda=0,05 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** je vysoká teplotní odolnost od  $-200^\circ \text{C}$  do  $+900^\circ \text{C}$ .

**Nevýhodou** perlitu je setřesení materiálu (25 - 30 %), vysoká nasákavost (až 400 % hm.) a přílišná jemnost (prašnost). Nevýhodou perlitových malt a betonů je pomalé a dlouhé vysychání. [3]

### 2.2.1.4 Pórobeton

Pórobeton je nejrozšířenější tepelně izolační silikátovou hmotou. Jeho parametry za reálných podmínek sice nedosahují nejvyšších hodnot, avšak jeho dostupnost na celém území, snadné způsoby zabudování a cena jsou při rozhodování o použití významné. U nás se vyrábí pórobeton využívající popílek nebo křemičitý písek.

$$R=6,24 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 50 cm, } \lambda=0,08 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** je cena, snadné zabudování, rozmanitost výrobků lišících se objemovou hmotností a pevností v tlaku.

**Nevýhodou** je značná nasákavost a obtížná vysychavost. [1]

### 2.2.2 Pěnové sklo

Pěnové sklo je drahým a proto méně rozšířeným izolačním materiálem. Vyrábí se ze směsi mletého skla a zpěňovačů (uhlí, koks apod.). Směs se vkládá do forem, kde při teplotě  $850^\circ \text{C}$  dochází oxidací uhelných částic ke vzniku bublin, které způsobují zpěňovací proces, poté se pěnové sklo chladí v chladící peci. Rozeznáváme dva druhy

pěnového skla: s uzavřenou a otevřenou pórovitostí. Póry tvoří až 92 % objemu a jejich velikost je 0,5 až 2 mm. Vzhledem ke své ceně není vždy konkurence schopné. Jedná se však o téměř nenahraditelný materiál při izolování za extrémních teplot, neboť odolává teplotám od -260° C do +450° C. Časté je použití při izolování průmyslových komínů a podobných konstrukcí.

$$R=2,66 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 20 cm, } \lambda=0,06 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** je stabilita veškerých vlastností, nehořlavost, odolnost vůči chemickému a biologickému namáhání kromě kyseliny fluorovodíkové, nízká nasákavost, nepropustnost pro páry a plyny a lehká opracovatelnost.

**Nevýhodou** je vysoká cena a křehkost, což vyžaduje opatrné zacházení, jinak dochází k drcení jeho struktury a tím ke zvýšené nasákavosti. [1]

### ***2.2.3 Pěnové plasty***

Vyrábí se napěněním běžných hutných plastů. Pěnové plasty lze vyrobit z materiálů termoplastických i termosetických. Pěnové plasty vyráběné napěněním termosetů jsou levnější a snáze vyrobitelné. Většinou však mají otevřené póry a jsou tedy silně nasákavé, mají nízkou pevnost a životnost. Proto jednoznačně převládají pěnové plasty z hmot termoplastických. Jako tepelně izolační materiál jsou nejvýznamnější pěnový polyuretan a pěnový polystyren.

$$R=2,5 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 10 cm, } \lambda=0,04 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** je nízká objemová hmotnost, vysoká pórovitost, možnost vytvoření rovnoměrné pórovité struktury s vhodnou velikostí pórů.

**Nevýhodou** je hořlavost, nízká odolnost teplotě, objemové změny, někdy též otevřená pórovitost doprovázená velkou nasákavostí, malá odolnost agresivním organickým chemikáliím. [1]

#### ***2.2.3.1 Pěnový polystyrén - PS***

**Pěnový polystyren expandovaný (EPS)** se užívá k tepelným izolacím v podobě desek nebo podrcený jako zásyp. Vyrábí se dvojitým zpěňováním v uzavřených

formách. Napěňovacím prostředkem je uhlovodík pentan. Pro zajištění stabilních rozměrů výrobků, je nutné nechat tyto po výrobě alespoň 6 týdnů odležet. Standardní polystyren je hořlavý (stupeň hořlavosti C3 dle ČSN 73 0823), přísadou retardéru hoření se připravuje samozhášivý polystyrén (C1).

Zatím nejnovějším typem EPS je šedý polystyrén Neopor<sup>®</sup>, další značky téhož materiálu jsou NeoFloor, GreyWall nebo Lambdapor<sup>®</sup>. Jde o novou generaci EPS, která se od běžného expandovaného polystyrenu liší nejen vzhledem, ale především tepelně izolačními vlastnostmi. Při srovnatelné tloušťce má o 15–20 % lepší izolační účinek. Výborných vlastností bylo dosaženo přidávkem uhlíkových nanočástic do polystyrenu před vypěněním, které způsobily šedé zbarvení, ale hlavně omezily sálavou složku šíření tepla pěnou a tím vedly k lepší hodnotě součinitele tepelné vodivosti.

**Nevýhodou** je odolnost teplotě pouze do 70° C u starších výrobků, u novějších do 90° C, velké objemové změny způsobené teplotní roztažností a smršťováním, vysoká nasákavost. [3]

*Obr. 1: Neopor se často aplikuje při zateplování staveb, tloušťky izolace jsou obvykle od 10 cm výše.*



*Zdroj:* <http://www.stavebnictvi3000.cz>

**Pěnový polystyren extrudovaný (XPS)** je vytlačovaný polystyren, je u něj odstraněna nevýhoda nasákavosti EPS. Má uzavřenou strukturu a tím nepatrnou nasákavost a vyšší pevnost. [1]

### 2.2.3.2 Pěnový polyuretan - PU

Pěnový polyuretan PUR je velmi rozšířeným organickým izolačním materiálem. Jeho výroba je založena na polyadiční reakci izokyanátů s dvojmocnými alkoholy, která probíhá i za normální teploty. K napěňování jsou používány snadno vroucí fluorované uhlovodíky (freony). V současné době se proto musí k vypěňování používat vymezené typy freonů, jejichž použití představuje menší ekologickou zátěž. Po roce 2015 se předpokládá používání méně běžných nadouvadel bez freonu.

**Výhodou** je krátkodobá odolnost teplotě až +250° C, odolnost vůči běžným chemickým látkám, při hoření neodkapává, možnost vypěňovat jednoduchým zařízením přímo na staveništi.

**Nevýhodou** metody stříkání je vysoká cena a nutnost dodržení daných podmínek pro zpracování (suchý a odmaštěný podklad, vlhkost vzduchu max. 70 %, teplota minimálně 15° C a vítr menší než 3 m/s. [3]

### 2.2.3.3 Fenolické pěny- Porofen

Tepelně izolační materiál na bázi tvrzené termosetické fenolické pěny. Používá se jako tepelně izolační vrstva panelů TERMOPOR. Dnes se již u nás výrobky z fenolické pěny nevyrobují, ale lze se s nimi setkat při rekonstrukcích starších objektů.

$$R=4,75 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 10 cm, } \lambda=0,021 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** je odolnost většině organických rozpouštědel, slabým kyselinám, mikroorganismům i hlodavcům, teplotní odolnost krátkodobě až +200° C, trvale do +150° C, stupeň hořlavosti C2.

**Nevýhodou** je vysoká cena, nasákavost a nízká pevnost materiálu. [3]



#### 2.2.4 Vláknité tepelně izolační hmoty

Vláknité izolační hmoty se vyrábí z roztavených hornin, skla či strusky. Pro stavební účely se vyrábějí vlákna:

**skleněná**- roztavením skla,

**minerální**- roztavením hornin nebo strusky.

Nejčastěji tavenou horninou je čedič s přidavkem dalších korekčních látek, pokud se vlákna vyrábějí ze strusky, přidávají se rovněž horniny jako čediče, opuky či slíny a další přísady. Technologie výroby všech druhů vláken je obdobná. Roztavená surovina je rozfukávána na vlákna o průměru 3 až 7  $\mu\text{m}$ , která se ukládají na nepřetržitě se pohybující pás, kde vytvářejí koberec požadované tloušťky.

$R=2,44 \text{ m}^2\text{K/W}$  při tloušťce 10 cm,  $\lambda=0,041 \text{ W/mK}$ . [3]

Izolační vlákna se dodávají jako volná vlna cpaná do pytlů, určená k ručnímu vyplňování dutin nebo obalování izolovaných prvků. Častěji se dodávají v podobě rohoží či plstí jako měkké ohebné pásy nebo jako měkké, polotuhé až tuhé desky. Vlákna se ztužují přidavkem fenolformaldehydové pryskyřice. [1]

*Obr. 2: Minerální vlna je jednou z nejužívanějších izolací. Její častou aplikací u nás jsou izolace střech.*



Zdroj: <http://www.stavebnictvi3000.cz>

**Výhodou** je dobrá odolnost v běžném rozsahu teplot, výborná prodyšnost a vysoký součinitel difúze vodní páry.

**Nevýhodou** je nasákavost a křehkost minerálních vláken (při manipulaci se lámou a vzniká nepříjemný prach s dráždivými účinky na lidský organismus). [3]

## 2.2.5 Organické vláknité tepelně izolační materiály

### 2.2.5.1 Papírová drť

Ze starého papíru se vyrábí zásylová tepelně izolační hmota. Jde o vláknitý materiál (cupaninu) z celulózových vláken z novinového papíru s úpravou sloučeninami boru (borax, kyselina boritá) ke snížení hořlavosti a zvýšení odolnosti proti mikroorganismům, hmyzu a živočišným škůdcům. Stupeň hořlavosti C2, hmota však brání šíření plamene po povrchu. Zabudovaná hmota musí být chráněna před vlhkostí, koncentrovanými kyselinami a louhy a před účinkem teplot vyšších než 105° C. Pracovníci manipulující s tímto materiálem musejí být vybaveni respirátory a při ukládání v uzavřeném prostoru je třeba zajistit řádné větrání. Tento materiál se používá často k vyplňování dutin (půdní prostory, dutiny ve svislých stěnách). Technologie se jeví jako atraktivní při vyplňování jinak špatně přístupných dutin, ale pokud chybí možnost vizuální kontroly, dochází často k neúplnému zaplnění, které pak má za následek zvýšené tepelné ztráty.

$$R=5 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 20 cm, } \lambda=0,040 \text{ W/mK. [4]}$$

### 2.2.5.2 Dřevěná vlna

Dřevěná vlna mineralizovaná cementovým tmelem je základem tradičního materiálu pro výrobu stavebních desek. Z dřevěných štěpků napuštěných vodním sklem a s použitím 10 % cementového pojiva připravuje hmota, ze které se zhotovují izolační desky VELOX, často využívané jako ztracené bednění. Tyto desky se vyrábějí i jako sendvičové prvky v kombinaci s deskou z expandovaného polystyrenu.

$$R=0,83 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 10 cm, } \lambda=0,12 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** tohoto materiálu je snadná možnost omítání, poměrně nízká cena a dobrá dostupnost.

**Nevýhodou** je hořlavost, nasákavost a velké objemové změny, které vedou ke vzniku trhlin ve spárách. [4]

#### 2.2.5.3 Korek

Korek je kůrou korkového dubu. V současné době se vrací do interiérů v souvislosti s návratem k přírodním materiálům. Korkové desky bez pojiva jsou k nám dováženy ze Španělska. Vyrábí se autoklávovací technikou v tloušťkách od 10ti do 100 mm, lze však vyrobit i desky tloušťky až 300 mm.

$$R=1,25 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 10 cm, } \lambda=0,08 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** je vodostálost, odolnost i vůči vroucí vodě, dobré uplatnění mají tam, kde zároveň požadováno akustické nebo vibrační tlumení.

**Nevýhodou** je hořlavost (C3- lehce hořlavé) a odolnost pouze do 100° C. [3]

#### 2.2.5.4 Přírodní vlákna

Ve funkci stavební izolace se můžeme setkat i s klasickými textilními surovinami jako je ovčí vlna nebo bavlna. Jejich použití je zpravidla vázáno na konkrétní konstrukci, která tomuto tepelně izolačnímu materiálu zajišťuje ochranu před zvlhnutím a zároveň je požárně bezpečná. Samotná vlna má zápalnou teplotu okolo 560° C a má samozhášecí schopnost, navíc bývá ošetřena retardérem hoření. Výsledná třída hořlavosti dle DIN 4102/1 je B2. Dále bývá vlna avivována protimolovým přípravkem MOLANTIN SP.

$$R=2,35 \text{ m}^2\text{K/W při tloušťce 10 cm, } \lambda=0,0425 \text{ W/mK.}$$

**Výhodou** je nízká hmotnost a snadná zpracovatelnost, hydroskopická schopnost pohltnout a uvolnit vzdušnou vlhkost, což může pozitivně ovlivňovat klima v místnosti.

**Nevýhodou** je nepoužitelnost pro tlakově namáhané izolace, příliš vlhká vlna vydává charakteristický zápach. [4]

#### 2.2.5.5 Konopí

Konopí patří mezi velmi využívané technické rostliny. Roste mnohem rychleji, než dřevo, navíc nevyžaduje žádnou velkou péči ani ošetřování chemickými látkami. Z vláken této rostliny jsou vyráběny konstrukční desky i tepelně izolační materiály ve formě desek či rouna. Pro izolaci těžce přístupných nebo nepravidelných míst je používána konopná foukaná sypká izolace. Díky srovnatelným vlastnostem mohou konopné materiály nahradit minerální vlnu. Zaručují zdravé mikroklima, a tedy příjemné bydlení. Obdobné vlastnosti, ale zatím menší rozšíření, mají izolační materiály z dřevitých vláken a technického lnu. Všechny tyto výrobky lze považovat za čistě ekologické, neboť při jejich výrobě nejsou používána žádná lepidla. Mají vysokou tepelnou kapacitu ( $c = 2100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ), díky níž se v horkých letních měsících nepřehřívají, účinkují současně jako tepelně akumulací materiál, jsou paropropustné, v konstrukci navíc fungují jako savý papír – vlhkost pohltí a rozšíří, aniž by byly mokré.

$$R=2,44 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \text{ při tloušťce } 10 \text{ cm}, \lambda=0,041 \text{ W}/\text{mK}.$$

**Výhodou** je rychlá obnovitelnost, odbourávání  $\text{CO}_2$  při růstu, zkvalitnění půdy, dlouhodobé zachování vlastností, pevnost, odolnost proti vlhkosti, minimální riziko napadení škůdci nebo plísněmi. [6]

#### 2.2.5.6 Sláma

Sláma je jeden z nejobvyklejších stavebních i tepelně izolačních materiálů našich předků a její obliba v současnosti opět roste. A ke slovu přichází zase ve všech oblastech, jako součást zdících materiálů, nepálených cihel, případně hliněných omítek, jako střešní krytina, tepelná izolace, případně i součást nábytku.

*Obr. 3: Mateřská škola Pitín- Zateplení obvodových stěn slaměnými balíky o tloušťce 400 mm*

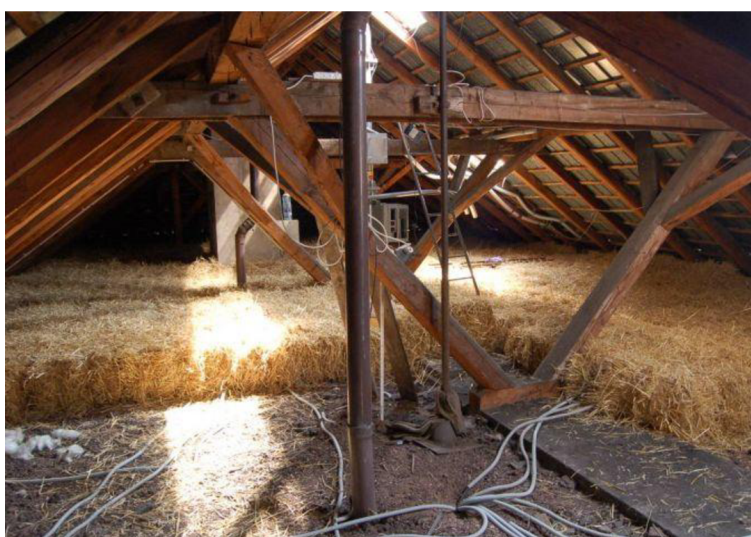


Zdroj: <http://slamenedomy.cz>

V konkrétní stavbě může být sláma použita jako nosný konstrukční materiál nebo jako doplnění nosného systému. Překvapivě má slaměná izolace ve spojení s hliněnou omítkou vysokou požární odolnost, může to být až 90 minut, vyhovuje proto všem typům konstrukcí.

$R=1,85 \text{ m}^2\text{K/W}$  při tloušťce 10 cm,  $\lambda=0,054 \text{ W/mK}$ .

*Obr. 4: Mateřská škola Pitín- Zateplení stropu stejnými slaměnými balíky*



Zdroj: <http://slamenedomy.cz>

**Výhodou** je určitě nízká cena a snadná dostupnost na celém území ČR.

**Nevýhodou** je nízká odolnost proti vlhkosti, nutnost chránit omítkou či obkladem. [6]

## ***2.2.6 Kombinované tepelně izolační materiály***

### ***2.2.6.1 Kombinace vláknitých hmot s perlitem***

Ze směsi expandovaného perlitu, skleněných vláken a močovinoformaldehydové pryskyřice jako pojiva se vyrábějí stavební izolační desky a doplňující výrobky.

$R=1,11 \text{ m}^2\text{K/W}$  při tloušťce 5 cm,  $\lambda=0,045 \text{ W/mK}$ .

**Výhodou** je odolnost organickým rozpouštědlům a plameni natavovacích hořáků, teplotní použitelnost od  $-30^\circ \text{C}$  do  $+140^\circ \text{C}$ .

**Nevýhodou** je uvolňování formaldehydu z některých pojiv. [3]

### ***2.2.6.2 Výrobky z dřevěné vlny a plastů***

Spojením desky z dřevěné vlny s dalšími izolačními vrstvami vznikají různé typy stavebních izolačních desek. Izolační hmota, obvykle pěnový polystyren, dodává výrobku tepelně izolační schopnost, cementem mineralizovaná dřevěná vlna pak umožňuje spojování s dalšími materiály (např. omítání), částečně snižuje hořlavost a zlepšuje difúzní vlastnosti výrobku.

$R=1,28 \text{ m}^2\text{K/W}$  při tloušťce 5 cm,  $\lambda=0,047 \text{ W/mK}$ .

**Výhodou** je použitelnost až do  $+300^\circ \text{C}$ .

**Nevýhodou** je stupeň hořlavosti B-C. [4]

Tabulka 1: Porovnání vlastností izolačních materiálů

Souhrn vlastností izolačních materiálů a jejich porovnání pro tloušťku izolace $d=0,1$ m			
Název	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/mK]	Tepelný odpor $R$ [m <sup>2</sup> K/W]	Součinitel prostupu tepla $U$ [W/m <sup>2</sup> K]
Tvrzená a pálená křemelina	0,187	0,535	1,870
Polystyrenbeton	0,190	0,526	1,900
Perlit a perlitový beton	0,050	2,000	0,500
Pórobeton	0,080	1,250	0,800
Pěnové sklo	0,060	1,667	0,600
Pěnové plasty	0,040	2,500	0,400
Fenolické pěny- Porofen	0,021	4,762	0,210
Mínérální vlákna	0,041	2,439	0,410
Papírová drť	0,040	2,500	0,400
Dřevěná vlna	0,120	0,833	1,200
Korek	0,080	1,250	0,800
Ovčí vlna	0,043	2,326	0,430
Konopné rouno	0,041	2,439	0,410
Sláma	0,054	1,852	0,540
Kombinace vláknitých hmot s perlitem	0,045	2,222	0,450
Výrobky z dřevěné vlny a plastů	0,047	2,128	0,470

## 2.3 Zateplovací systémy

Protože zateplení domu realizujeme na desítky let, je potřeba vybírat druh izolace obezřetně. Při výběru zohledňujeme naše potřeby, místní podmínky, druh zdiva. Dle toho určujeme způsob provedení samotné instalace a nejvhodnější materiál. Důležité jsou především izolační vlastnosti použitých materiálů. Určitě neplatí, že čím je deska tlustší, tím má lepší tepelně izolační vlastnosti. Naopak. Existují i vysoce kvalitní, přitom však tenké izolační materiály.

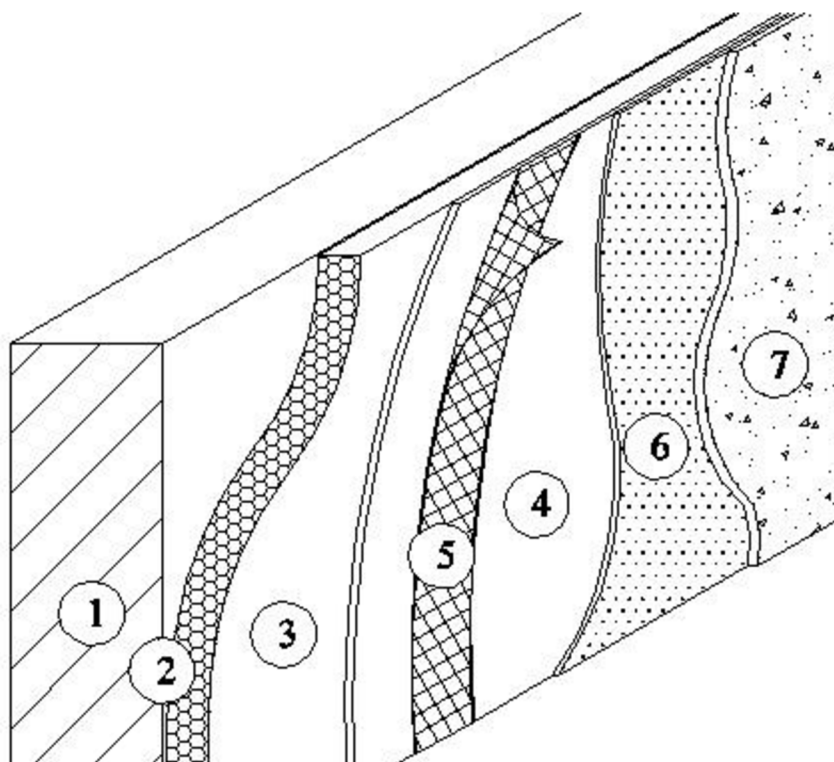
### 2.3.1 Zateplovací systémy vnější kontaktní (lepené)

Kontaktní zateplení je nejčastěji používaný způsob zateplení stěny, který je nenáročný na aplikaci. Jde o systém lepení izolačních materiálů (desek) přímo na



obvodovou stěnu. Kromě samotného lepení se desky ještě ke zdivu kotví, takže je zaručena perfektní přilnavost a pevnost. Odtud název systému kontaktní izolace. Po uchycení se izolace omítne tenkovrstvou obarvenou omítkou. Tento způsob izolace lze použít nejen u klasických zděných budov, ale také u moderních dřevostaveb.

Obr. 5: Skladba kontaktního zateplovacího systému stěny



1- obkládaná stěna; 2- lepící stěrková hmota; 3- tepelná izolace;  
4- armovací vrstva; 5- síťovina ze skleněné tkaniny; 6- nátěr;  
7- krycí vrstva

Zdroj: <http://www.caddetail.cz>

**Výhodou** je menší tloušťka izolace (např. při zateplování stavby se zdivem, které tvoří plné cihly o tloušťce 600 mm, je třeba vrstva izolace o tloušťce jen 70–100 mm v závislosti na typu izolace), dobré izolační vlastnosti, dobrá akumulární schopnost stěn, snadná údržba, technologicky nenáročná, finančně výhodná a efektivní.

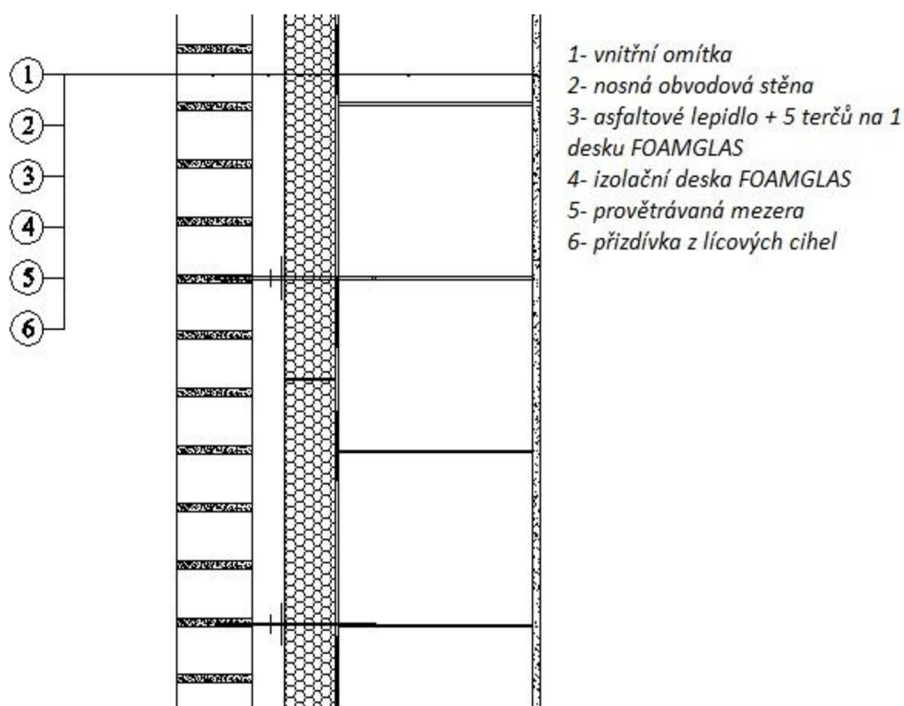
**Nevýhodou** je možnost instalace pouze v dobrém počasí, vyšší pracnost u členitých zdí, nižší odolnost vůči mechanickému poškození, náročná na kvalitu provedení a použité materiály. [5]



### 2.3.2 Zateplovací systémy vnější nekontaktní (odvětrané)

Předností větrané fasády je její jednoduchá montáž. Desky se ke zdivu nelepí, pouze mechanicky připevní. Proto se mohou minerální desky instalovat i v zimním období. Díky přesazení izolačních desek může zdivo odvětrávat, vodní páry zde nekondenzují, netvoří se plísň a jiné neduhy spojené s nadměrnou vlhkostí.

Obr. 6: Provětrávaná (nekontaktní) fasáda se zděnou přízdívkou - tepelná izolace FOAMGLAS® provedená kompaktním způsobem



Zdroj: <http://www.caddetail.cz>

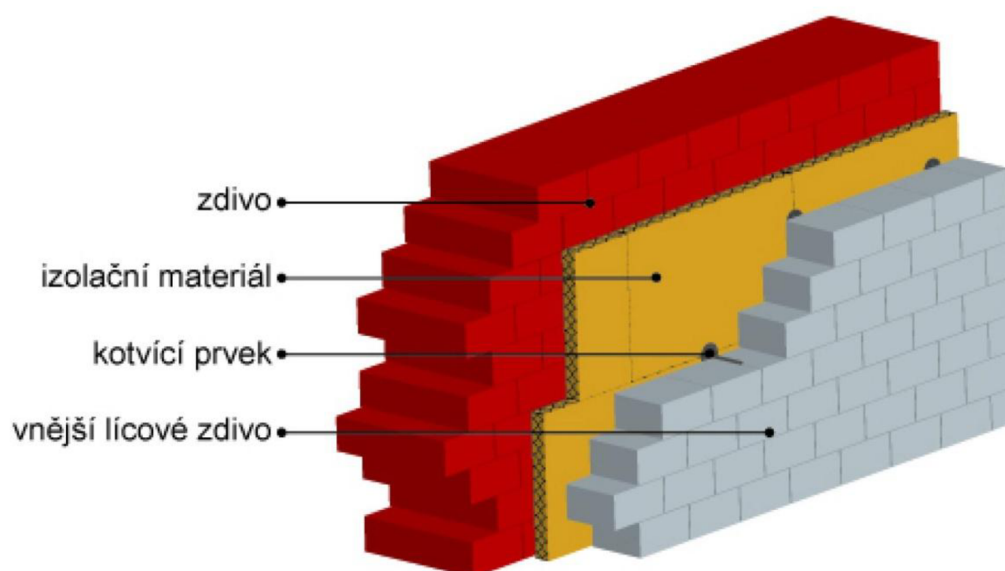
**Výhodou** jsou dobré tepelně izolační vlastnosti, vhodné k použití u objektů s vyšší vlhkostí, možnost instalace i v zimě, dlouhá životnost, snadná údržba, jednoduše opravitelné (možná demontáž nebo výměna poškozené části, bez poškození fasády).

**Nevýhodou** je pracná instalace (např. u členitých plášťů), snadnější vznik tepelných mostů, vyšší pořizovací náklady.

### 2.3.3 Zateplení sendvičových konstrukcí

Sendvičová konstrukce je unikátní především díky systému vrstvení materiálů s různými tepelně-izolačními vlastnostmi. Jednou z možností zateplení je instalace vaty či minerální vlny mezi jednotlivé vrstvy zdiva. Dosažené tepelně a hlukově izolační vlastnosti jsou pak velice dobré. Pro sendvičové systémy a jejich obvodové zdi jsou velmi vhodné především materiály z šedého polystyrenu, tzv. Grey Wall (šedá zeď).

Obr. 7: Ukázka principu sendvičového zdiva s tepelnou izolací



Zdroj: <http://istavitel.cz>

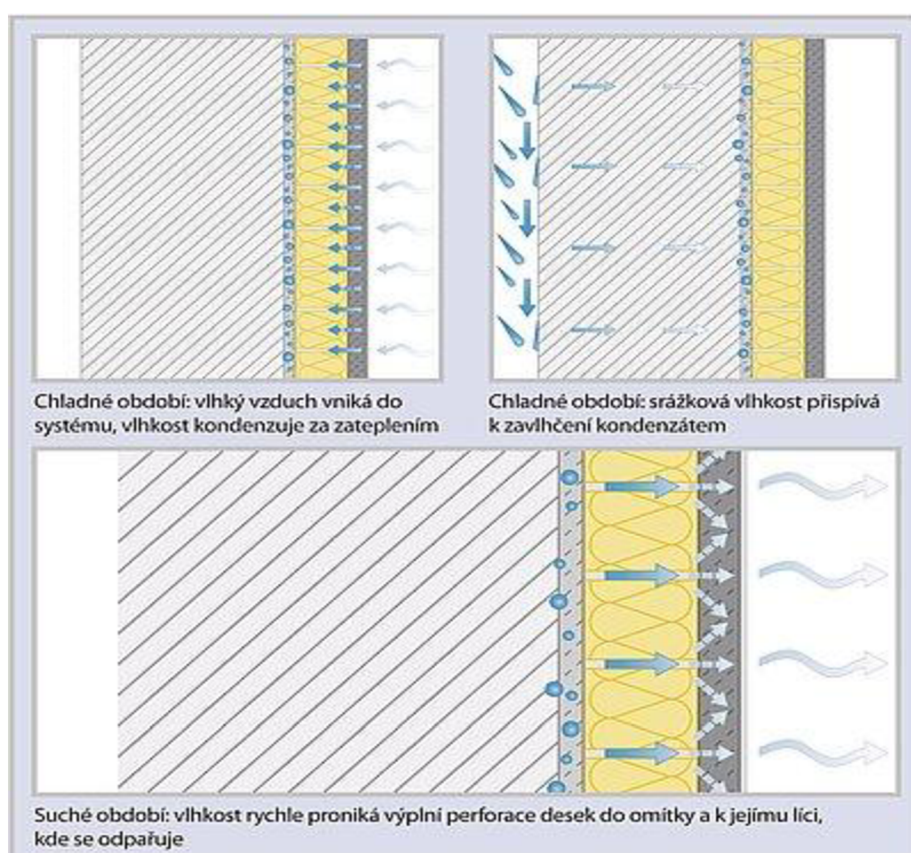
**Výhodou** jsou dobré tepelné a zvukové izolační vlastnosti, možnost aplikace více izolačních vrstev, protipožární odolnost, dlouhá životnost.

**Nevýhodou** je vyšší cena a vyšší pracnost a technologická náročnost. [5]

### 2.3.4 Zateplovací systémy vnitřní

Standardní zateplovací systémy používané na vnitřním líci zdiva mají řadu podmínek a úskalí. Prvním je použití parozábrany. Při zateplení fasády se rosný bod posouvá směrem ven ze stavby. Byl-li před úpravou někde na či pod vnitřní omítkou, po zateplení je ve zdivu, nejlépe až pod zateplovacím systémem. To znamená, že vlhký vzduch proniká zdivem až k fasádě, kde část vlhkosti zkondenzuje. Kondenzací vodní páry se vytvoří podtlak, nasaje další vzduch. Cesta vzduchu je ale dlouhá a pomalá.

Obr. 8: Schéma funkce zateplovacího systému iQ Therm



Zdroj: <http://www.stavbebnictvi3000.cz>

Aby ke kondenzaci vlhkosti pod vnitřním zateplovacím systémem nedocházelo, opatřuje se standardně líc v místnosti parozábranou, zpravidla fólií, která brání pronikání vlhkého vzduchu do zateplení. Fólie je ale umístěna blízko líce, tam, kde hrozí perforace hřebíky a vruty, elektroinstalacemi a podobně. Těžko řešitelným

problémem jsou vždy detaily, prostupy oken, dveří, napojení vnitřního zdiva a zateplení tepelných mostů na nich vznikajících.

**Výhodou** je nižší cena, menší pracnost, lze jej použít všude tam, kde není možné použít venkovní zateplení (historické fasády, členité povrchy apod.), nevytápíme zbytečně zdivo, možnost provádění po celý rok, není nutné budovat lešení a zařízení staveniště.

**Nevýhodou** je, že zdivo je stále namáháno vyššími teplotními rozdíly, v konstrukci vzniká více zkondenzované vlhkosti, dochází ke zmenšení interiéru místnosti, vnitřní izolace výrazně snižuje akumulaci zdiva, což způsobuje rychlejší chladnutí stěn v zimě a přehřívání místností v létě, krabice elektroinstalací je nutno osazovat tak aby nevznikl výrazný tepelný most s možností kondenzace na dně-nebezpečí úrazu, nutnost odborné montáže, při nedodržení správného technologického postupu může docházet ke značnému zhoršení izolačních vlastností, vzniku tepelných mostů, růstu plísní apod. [6]

### 3. CENY A OCEŇOVÁNÍ

Cílem následující kapitoly je teoretické přiblížení problematiky cen a definice základů oceňování stavebních prací.

#### 3.1 Základní pojmy

**Cena** je všeobsažná ekonomická kategorie. Promítají se do ní ekonomické i neekonomické vlivy. Nejčastěji je cena definována jako hodnota zboží vyjádřená penězi. [7]

**Cena** je peněžní částka,

- *sjednaná* mezi kupujícím a prodávajícím při nákupu a prodeji zboží.

- *vytvořená* pro oceňování zboží, dalšího majetku a majetkových práv k jiným účelům.

Pro oceňování k jiným účelům se cena vytvoří zejména nákladovou, výnosovou nebo porovnávací metodou podle zvláštních předpisů, (např. dle vyhlášky o oceňování nemovitostí). [7]

**Cena stavby** vyjadřuje hodnotu stavby v penězích a může být pro různé účely stanovena v různých obdobích životního cyklu stavby. [7]

**Stavba** z hlediska technologického je souhrn stavebních prací včetně dodávek stavebních hmot a dílů a dodávek strojů a zařízení včetně jejich montáží, náradí a inventáře, provádění zpravidla na souvislém místě a v souvislém čase. [8]

**Stavební objekt** je prostorově ucelená nebo alespoň funkčně samostatná část stavby, která má charakter hmotného investičního majetku. Druhy stavebních objektů jsou vymezeny v Jednotné klasifikaci stavebních objektů (JKSO). Vedle této národní klasifikace, kterou běžně užívá stavební praxe, je k dispozici Klasifikace stavebních děl (KSD) jako součást statistické Standardní klasifikace produkce (SKP). Stavební objekty vznikají ze stavebních prací a dodávek a z montážních prací a dodávek. [7]

**Rozpočet** je jistá forma sestavení ceny v oblasti oceňování stavebních prací. Má skladebnou strukturu, vycházející z konstrukční nebo technologické struktury

stavebního díla. Je to podle technické dokumentace sestavený výkaz výměr oceněný příslušnými cenami konstrukčních prvků (položkový rozpočet), cenami skupinových prvků nebo ukazateli na objekt či etapu (propočet). V rozpočtu jsou započteny přímé náklady, nepřímé náklady (režie) i zisk, které jsou nedílnou součástí ceny stavební produkce. [7]

**Výkaz výměr** je soubor konstrukčních prvků odečtených z výkresové dokumentace. Umožňuje kvantifikaci potřeb a nákladů (materiál, mzdy, stroje) v předepsaných měrných jednotkách ( $m^3$ , Nh, Sh). Umožňuje ocenit jednotlivé konstrukční prvky v rozpočtu. [7]

**Kalkulace** je způsob stanovení nákladů výpočtem. Kalkulace je prováděna investorem i dodavatelem a to jak předběžně, tak i po dokončení stavebního díla. Kalkulace je podkladem pro stanovení nabídkové ceny.

**Tržní cena** je cena realizovaná na trhu.

**Prodejní cena** je cena, za kterou investor kupuje zboží od dodavatele.

**Cena pořízení** je cena, za kterou bylo zboží zakoupeno. Nejsou zde zahrnuty náklady související s jeho pořízením (nákup materiálů pro stavební zakázky).

**Pořizovací cena** je cena, za kterou investor kupuje zboží a to včetně nákladů, které přímo souvisí s jeho pořízením.

### 3.2 Ceny v investiční výstavbě

Ceny ve stavebnictví ve smyslu právních předpisů se sjednávají, jsou tedy smluvní a bývají nákladově orientované. Cenu budoucího stavebního díla kalkulují pro svoji potřebu všichni smluvní partneři a to nezávisle na sobě a na základě nejen specifických podkladů, ale také na základě podkladů společných- projektová dokumentace. V průběhu zadávání stavebních zakázek se tvoří:

**Poptávková cena**, vychází z předběžného propočtu investora, ten si předběžně stanoví cenu stavby na základě kalkulace celkových nákladů stavby. Velkou část těchto

nákladů tvoří náklady na dodávku stavebního díla a náklady na projektovou a inženýrskou činnost.

**Nabídková cena**, je cena, za kterou dodavatel nabízí provedení stavebních prací, podle podmínek zadaných investorem. Základem pro kalkulaci nákladů na stavební objekty včetně nákladů vedlejších (zařízení staveniště, situace na trhu). Nabídkové ceny od různých předběžných dodavatelů se ve většině případů velmi liší. Děje se tomu tak z několika důvodů, např. různé technologie a organizace výstavby, omyl v kalkulaci, odlišné strategie jednání v nabídkovém řízení atd.

**Smluvní cena**, se sestavuje v průběhu sjednávání zakázky stavebních dodávek. Vzniká jako výsledek dohody mezi kupujícím a prodávajícím a je uvedená v dohodě o ceně (je součástí smlouvy o dílo). Smluvenou cenu lze charakterizovat jako konkrétní obnos nebo způsob určení finančního obnosu.

### **3.2.1 Formy cen**

Ceny a cenové nabídky ve stavebnictví lze zpracovat několika odlišnými způsoby. V dohodě o ceně je typ ceny určen souhrnem různých hledisek. Uvedené formy cen jsou většinou nákladově orientované.

#### **Z hlediska podmínek cenové dohody:**

- pevné
- běžné s klouzavou doložkou
- pohyblivé

#### **Z hlediska dohodnuté formy a struktury ve smlouvě:**

- skladebně (rozpočet)
- ostatní
- kombinované

#### **Z hlediska kalkulační metody:**

- individuálně kalkulované

- porovnatelně kalkulované
- kalkulované pomocí normativů
- parametrické
- indexované
- převzaté (vypůjčené)
- odborně odhadnuté

#### **Z hlediska typu kalkulačního členění:**

- úplných vlastních nákladů a zisku souhrnně za celou cenovou nabídku
- přímých nákladů, režie souhrnně za celou cenovou nabídku a zisk
- hmot, přímých zpracovacích nákladů, hrubého rozpětí souhrnně za celou cenovou nabídku
- jiné popř. kombinované

Typ ceny, který bude uplatněn v dohodě o ceně, předurčuje investor v zadávacích podmínkách. Při tom se může řídit různými doporučeními a hledisky. Žádný předpis neurčuje přesně, který typ ceny nebo způsob tvorby ceny má být použit, s výjimkou staveb financovaných z veřejných prostředků. Tam musí investor postupovat podle zákona o zadávání veřejných zakázek a navazujících cenových předpisů. [8]

### **3.3 Způsoby oceňování stavebních objektů**

Majetek a služba se oceňují obvyklou cenou, pokud tento zákon nestanoví jiný způsob oceňování. Obvyklou cenou se pro účely tohoto zákona rozumí cena, která by byla dosažena při prodeji stejného, popřípadě obdobného majetku nebo při poskytování stejné nebo obdobné služby v obvyklém obchodním styku v tuzemsku ke dni ocenění. Přitom se zvažují všechny okolnosti, které mají na cenu vliv, avšak do její výše se nepromítají vlivy mimořádných okolností trhu, osobních poměrů prodávajícího nebo kupujícího ani vliv zvláštní obliby. Mimořádnými okolnostmi trhu se rozumějí například stav tísně prodávajícího nebo kupujícího, důsledky přírodních či jiných kalamit. Osobními poměry se rozumějí zejména vztahy majetkové, rodinné nebo jiné



osobní vztahy mezi prodávajícím a kupujícím. Zvláštní oblibou se rozumí zvláštní hodnota přikládaná majetku nebo službě vyplývající z osobního vztahu k nim. [9, §2]

### **3.3.1 Jiné způsoby oceňování**

**Nákladovým způsobem**, zde se vychází z nákladů, které bylo nutno vynaložit na pořízení předmětu (stavby)

**Výnosovým způsobem**, zde se vychází z výnosu z předmětu ocenění (stavby) skutečně dosahovaného nebo z výnosu, který lze ze stavby získat.

**Porovnávacím způsobem**, zde se vychází z porovnání předmětu ocenění se stejným nebo podobným předmětem a cenou sjednanou při prodeji.

## **3.4 Souhrnný rozpočet**

Souhrnný rozpočet sestavuje jak investor, tak i dodavatel, pro výpočet celkové ceny stavebního díla. Investor si předběžně stanoví předpokládanou cenu, dodavatel sestavuje nabídkovou cenu stavebního objektu. Pokud vstoupí do smluvního vztahu, sestaví dohodu o ceně. Předpokládaná cena je vstupní informací pro propočet efektivnosti zamýšlené investice. Zahrnuje všechny náklady stavebního díla počínaje přípravou, provedením a předáním investorovi. Probíhající procesy jsou rozděleny do jednotlivých kapitol- hlav. Podle charakteru procesu je zvolen postup ocenění. Mezi nejvýznamnější patří ocenění stavební části, pro kterou se sestaví dílčí rozpočet. [8]

Podle dosavadních zvyklostí vycházejících z historických vyhlášek a předpisů, jsou náklady strukturovány do jedenácti hlav, a to takto:

- Hlava I - Projektové a průzkumné práce
- Hlava II - Provozní soubory
- Hlava III - Stavební objekty
- Hlava IV - Stroje a zařízení
- Hlava V - Umělecká díla
- Hlava VI - Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)
- Hlava VII - Práce nestavebních organizací

- Hlava VIII - Rezerva
- Hlava IX - Jiné investice
- Hlava X - Vyvolané investice
- Hlava XI - Provozní náklady na přípravu a realizaci stavby

Náklady vyjádřené v souhrnném rozpočtu mají význam pro další propočty efektivnosti investic. Pro účely hodnocení investic se celkové náklady stavby nazývají jednorázové náklady. Je zřejmé, že zejména náklady hlavy III a hlavy IV na stavební objekty bude kalkulovat jak investor, tak i dodavatel. Investor si předběžně stanoví předpokládanou cenu, kterou může v soutěžním řízení očekávat. Dodavatel sestavuje nabídkovou cenu stavebního objektu. Pokud vstoupí do smluvního vztahu, sestaví dohodu o ceně. [8]

### **3.4.1 Hlava III - Stavební objekty**

Hlava III souhrnného rozpočtu popisuje základní náklady na stavební část stavebního díla. Základní náklady jsou nutné k vybudování stavebního díla a jsou stanoveny na průměrné podmínky. Do této části se započítává pořízení a dodávka stavebních objektů a to včetně všech provedených prací a použitých materiálů. Společně s hlavou VI - vedlejší rozpočtové náklady tvoří nejpodstatnější část stavebního rozpočtu. V průběhu výstavby se vypracovávají rozpočty stavby, které zúčastněným stranám umožňují plánování výstavby s ohledem na její financování. Proto se v jednotlivých fázích výstavby vypracovávají různé typy rozpočtů, lišící se jak účelem, tak podrobností zpracování. Ke zhotovení rozpočtu stavebního objektu lze použít následující pomůcky:

- rozpočtové ukazatele (RU)
- katalogy popisů a směrných cen stavebních prací
- sazebník orientačních sazeb přímých nákladů
- sborníky plánovaných cen materiálů
- agregované položky (AGP)
- nepoužívanější položky stavebních prací HSV i PSV
- odborný odhad
- software pro sestavení rozpočtu

## Rozpočtové ukazatele

Rozpočtové ukazatele ve stavebnictví se používají:

- ke zjednodušení rozpočtování, nejčastěji pro cenovou nabídku
- ke zjednodušení přípravy staveb a jejich provádění
- k ohodnocení činností při zpracování časového plánu stavby

Využití rozpočtových ukazatelů spočívá v porovnání stavebních objektů již realizovaných s nově připravovanými. Proto musí být ukazatele vztaženy na vhodnou měrnou jednotku. V praxi se nejčastěji používají tyto typy měrných jednotek:

- účelové: 1 bytová jednotka, 1 žák apod.
- technické: m<sup>3</sup> obestavěného prostoru, m<sup>2</sup> zastavěné či užitné plochy

*Obestavěný prostor* je prostorové vymezení stavebního objektu ohraničeného vnějšími vymezeními plochami.

**OP=Op+Od**

kde **Op**...je základní obestavěný prostor.

**Od**...je dílčí obestavěný prostor, který souvisí s Op, ale leží mimo Op.

**OP=Oz+Os+Ov+Ot**

kde **Oz**...je obestavěný prostor základů

**Os**...je spodní část objektu (sklep)

**Ov**...je vrchní část objektu

**Ot**...je zastřešení

*Zastavěná plocha* je plocha půdorysného řezu vymezená vnějším obvodem svislých konstrukcí uvažovaného celku budovy, podlaží nebo její části. Způsob měření a výpočet obestavěného prostoru vymezuje ČSN 7340 55, stanovení zastavěné plochy je též upraveno technickou normou. Ekonomické údaje jsou zpracovány jako rozpočtové ukazatele od nejhrubšího po nejpodrobnější vhodné členění objektu (tj. od stavebního objektu až po skupiny stavebních dílů u HSV, po řemesla u PSV). [8]

## **Katalogy popisů a směrných cen stavebních prací- položkový rozpočet**

Tyto katalogy obsahují směrné ceny, sloužící k ocenění většiny stavebních prací a dále jako jediné v České republice v sobě zahrnují úplné popisy jednotlivých stavebních prací. Katalogy popisů a směrných cen stavebních prací jsou tvořeny:

- katalogy popisů a směrných cen stavebních prací HSV
- katalogy popisů a směrných cen stavebních prací PSV

Ke zhotovení položkového rozpočtu je dále zapotřebí výkazu výměr. Výkaz výměr je spolu s katalogy nezbytným podkladem pro sestavení rozpočtu. Katalogy mohou být použity jak obecné (URS) tak i individuální.

## **Rozpočet v agregovaných cenách**

Jedná se o rozpočet sestavený z cenových položek (např. cena za 1 m<sup>3</sup> zdiva), které jsou vytvořeny z nákladů potřebných k provedení činností. Jde o náklady mzdové, materiálové, dopravní apod. Rozpočtová položka obsahuje rozbor těchto nákladů. Pokud námi požadovaná položka v ceníku není uvedena nebo hodnoty neodpovídají našim požadavkům, provede se rozbor stávající položky a tím původní položku upravíme nebo vytvoříme položku zcela novou. Při kalkulaci individuální a tvoření R-položek vycházíme z jednotlivého členění nákladů podle kalkulačního vzorce. Pro jednotlivé R-položky se vypracovává rozborový kalkulační list. V tomto listu jsou rozčleněny náklady přímé na měrnou jednotku příslušné stavební části. V těchto rozborech se uvádějí a oceňují např. normohodiny pracovníků, množství materiálu apod. Nastane-li případ, ve kterém lze pro účel vytvoření položkového rozpočtu sloučit rozpočtové položky dohromady, vytváříme tzv. agregované rozpočtové položky. [8]

Pokud by tyto ceníky a sazebníky neodpovídaly potřebám zhotovitele, je nutné, aby si zhotovitel vypracoval vlastní ceny. K tomu lze využít následující podklady:

<b>normativní podklady:</b>	normy spotřeby materiálu normy spotřeby času práce sborník potřeb a nákladů
<b>oceňovací podklady:</b>	plánované pořizovací ceny materiálů mzdové tarify a tarifní kvalifikační katalogy sazebník strojhodin

Pro zhotovitele bude však nevhodnější, použije-li pro ocenění vlastní normativní databáze a vlastní oceňovací podklady, což znamená, že sestaví rozpočet na základě vlastních nákladů. Ve finále je téměř vždy nutné konečnou cenu upravit a to s ohledem na tržní podmínky a konkurenceschopnost.

### **Odborný odhad**

Při zhotovování odborného odhadu provádíme procentuální porovnání obestavěných prostorů staveb již stojících, technologií použitých při jejich výstavbě, či účelu, ke kterému mají sloužit. Jde vlastně o porovnání stavby, kterou chceme stavět se stavbou, která již stojí. Výsledkem je pouze orientační zjištění ceny.

### **Kalkulace nákladů**

Kalkulace se stanovuje součtem nákladů na spotřebované suroviny, ke kterému se připočte přírážka (obchodní marže). Používá se ve všech oborech, ve kterých se může vyčíslit nákladovost výrobku. Výhodou jsou jasné vstupní náklady a teoreticky neomezená marže. Jednotlivé složky nákladů se vyčíslují v kalkulačních položkách, které tvoří tzv. kalkulační vzorec. Ten sice není závazný, ale je ve většině podniků v ČR používán. V kalkulačním vzorci jsou dvě základní skupiny nákladů:

*-náklady přímé* (přímý materiál, mzdy, ostatní přímé náklady)

*-náklady nepřímé* (režie výrobní, režie správní, zisk atd.) [8]

## 4. PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem následující části je provedení analýzy cen zvolených konstrukčních variant provádění zateplení obvodového pláště budov. Budou vybrány technologie a materiály nejčastěji používané pro zhotovení svislé konstrukce obvodového pláště. Součástí cenové analýzy je určení nákladů na provedení svislé konstrukce obvodového pláště včetně materiálu a práce. Porovnání cen bude provedeno na zvoleném rodinném domě.

*Obr. 9: Rodinný dům*



*Zdroj:* <http://www.stavebnictvi3000.cz>

### 4.1 Charakteristika objektu

Jedná se o samostatně stojící rodinný dům s jedním nadzemním podlažím a půdorysným tvarem obdélníka. Do výšky 300 mm nad upravený terén je vytvořen sokl z betonových pohledových tvárnic. Na severní straně je objekt doplněn dřevěnou pergolou, která slouží jako kryté stání pro automobil. Na jižní straně objekt doplňuje taktéž dřevěná pergola, která zde vytváří kryté patio.

Objekt je samostatně stojící v rovinatém terénu, nepodsklepený. Dům má parametry pasivního domu, je zděný, materiál Ytong Theta, tloušťka zdiva 500 mm.

Stropní konstrukce je z prefabrikovaných stropních panelů Ytong. Schodiště je monolitické železobetonové. Základy jsou tvořeny základovými pasy z prostého betonu. Střešní konstrukce plochá se sklonem 2°.

## 4.2 Navržené konstrukční varianty s výpočtem ceny

Původně je obvodový plášť tohoto objektu navržen z pórobetonu firmy Ytong. Konkrétně jde o přesné tepelně izolační tvárnice Theta, tloušťka zdiva 500 mm, tepelný odpor:  $R_U=5,94 \text{ m}^2\text{K/W}$ , součinitel prostupu tepla  $U_U=0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$ , součinitel tepelné vodivosti  $\lambda=0,084 \text{ W/mK}$  (návrhová hodnota).

Jednotlivé konstrukční varianty budou vybírány z nejčastěji používaných konstrukčních řešení a to tak, aby byly porovnatelné jak s původním materiálem, tak i vzájemně mezi sebou, tj. co se týče tloušťky zdiva a jeho tepelně izolačních vlastností.

Zvolil jsem tyto konstrukční varianty:

- ❖ zdivo Ytong Theta tloušťky 500 mm bez dodatečného zateplení
- ❖ zdivo Porotherm 36,5 T-Profi s izolační deskou z fenolické pěny Kingspan tloušťky 50 mm
- ❖ obvodové stěny ze systému Velox WS- EPS 400 bez dodatečného zateplování
- ❖ zdivo Ytong P4-500 tloušťky 375 mm + 160 mm izolace Rockwool + provětrávaná fasáda
- ❖ zdivo Porotherm 40 EKO+ + 50 mm EPS

#### 4.2.1 Zdivo Ytong Theta tloušťky 500 mm bez zateplení

Charakteristika této konstrukční varianty (číslováno od interiéru):

Tabulka 2: Charakteristika konstrukční varianty

	Název vrstvy	Tloušťka [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_U$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Vnitřní omítka Ytong	0,015	0,350	0,043
2	Zdivo Ytong Theta	0,499	0,084	5,940
3	Vnější omítka Ytong	0,015	0,190	0,078
	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>0,529</b>		<b>6,062</b>
Součinitel prostupu tepla $U_U$ [W/m <sup>2</sup> K]=			<b>0,165</b>	

Požadavky na součinitel prostupu tepla pro obvodové stěny těžké dle ČSN 73 0540-2:

<i>běžné novostavby:</i>	požadovaná hodnota	0,38	[W/m <sup>2</sup> K]
	doporučená hodnota	0,25	[W/m <sup>2</sup> K]
<i>nízkoenergetický dům:</i>	doporučená hodnota	0,19	[W/m <sup>2</sup> K]
<i>pasivní dům:</i>	doporučená hodnota	0,15	[W/m <sup>2</sup> K]

Nespornou výhodou této varianty je to, že již není nutné konstrukci nijak dále zateplovat. Za určitých podmínek může být nevýhodou příliš velká tloušťka konstrukce, což může mít vliv na zmenšení vnitřního prostoru. Co se týče součinitele prostupu tepla, splňuje tato konstrukce požadavek pro pasivní dům, co se ale týká doporučených hodnot, má spíše tendenci splňovat hodnoty pro nízkoenergetický dům. Z grafu průběhu teplot vyplývá, že u této nezateplené konstrukce, bude v zimních měsících docházet k promrzání- zhruba v polovině tloušťky konstrukce teplota dosahuje nulové hodnoty (viz. příloha).

Náklady na provedení dané konstrukční varianty byly vyčísleny na 4 822,51 Kč bez DPH 14 % za 1 m<sup>2</sup> obvodového pláště. K určení nákladů byl použit program KROS plus.



#### 4.2.2 Zdivo Porotherm 36,5 T-Profi s izolační deskou z fenolické pěny Kingspan tloušťky 50 mm

Charakteristika této konstrukční varianty (číslováno od interiéru):

Tabulka 3: Charakteristika konstrukční varianty

	Název vrstvy	Tloušťka [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_U$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Vnitřní omítka	0,015	0,350	0,043
2	Zdivo Porotherm 36,5 T-Profi	0,365	0,075	4,867
3	Izolační deska Kingspan	0,050	0,021	2,380
4	Vnější omítka	0,015	0,190	0,079
	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>0,445</b>		<b>7,368</b>
Součinitel prostupu tepla $U_U$ [W/m <sup>2</sup> K] =			<b>0,136</b>	

Výhodou této varianty je nižší tloušťka konstrukce a uspokojivá hodnota součinitele prostupu tepla, která s rezervou splňuje hodnotu doporučenou pro pasivní dům. Nevýhodou jsou však vyšší náklady na provedení a také technologická náročnost, nutnost výstavby lešení a v neposlední řadě také náchylnost vrstvy izolantu na mechanické poškození apod. Z grafu průběhu teplot vyplývá, že u této konstrukce nebude v zimních měsících docházet k tak zásadnímu promrzání jako u předchozí varianty. Díky tepelné izolaci je konstrukce zdiva lépe chráněna před vlivy okolních teplot.

Náklady na provedení dané konstrukční varianty byly vyčísleny na 5 609,15 Kč bez DPH 14 % za 1 m<sup>2</sup> obvodového pláště. K určení nákladů byl použit program KROS plus.

#### 4.2.3 Obvodové stěny ze systému Velox WS-EPS bez dodatečného zateplování

Charakteristika této konstrukční varianty (číslováno od interiéru):

Tabulka 4: Charakteristika konstrukční varianty

	Název vrstvy	Tloušťka [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_U$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Vnitřní omítka	0,015	0,350	0,043
2	Stěna systému Velox WS-EPS	0,400	0,069	5,755
3	Vnější omítka	0,015	0,190	0,079
	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>0,430</b>		<b>5,877</b>
	Součinitel prostupu tepla $U_U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		<b>0,170</b>	

Výhodou systému ztraceného bednění Velox je nižší cena, rychlost výstavby a větší variabilnost a také ochrana izolantu před mechanickým poškozením. Při tloušťce stěny 400 mm bez omítek má tato konstrukční varianta hodnotu součinitel prostupu tepla 0,17 W/m<sup>2</sup>K, což vyhovuje doporučeným hodnotám pro nízkoenergetický dům. Nevýhodou je jistě nutnost odborné montáže (při neopatrném či neodborném zacházení se často stává, že dojde při manipulaci s bedněním k odtržení kusu polystyrenu, což může následně vést ke vzniku tepelného mostu v konstrukci) a s tím spojené vyšší nároky na mezioperační kontrolu. Z grafu průběhu je zřejmé, že rosný bod má polohu cca uprostřed vrstvy izolantu, což je pozitivní neboť je nosná část konstrukce chráněna před promrzáním, na druhou stranu to má však za následek kondenzaci vodních par v izolantu, což vede k výraznému zhoršení tepelně izolačních vlastností.

Náklady na provedení dané konstrukční varianty byly vyčísleny na 3 607,62 Kč bez DPH 14 % za 1 m<sup>2</sup> obvodového pláště. K určení nákladů byl použit program KROS plus.

#### 4.2.4 Zdivo Ytong P4-500 tloušťky 375 mm + provětrávaná fasáda s izolantem Rockwool Airrock tloušťky 160 mm

Charakteristika této konstrukční varianty (číslováno od interiéru):

Tabulka 5: Charakteristika konstrukční varianty

	Název vrstvy	Tloušťka [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_U$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Vnitřní omítka Ytong	0,015	0,350	0,043
2	Zdivo Ytong P4-500	0,375	0,130	2,885
3	Tepelná izolace Rockwool	0,160	0,041	3,902
4	Vzduchová mezera	0,010	2,370	0,004
5	Deska fasádní	0,012	0,350	0,034
	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>0,560</b>		<b>6,868</b>
Součinitel prostupu tepla $U_U$ [W/m <sup>2</sup> K] =			<b>0,146</b>	

Výhodou tohoto konstrukčního řešení je jednoznačně hodnota součinitele prostupu tepla, která s rezervou splňuje hodnoty doporučené normou pro pasivní domy. Toho je dosaženo především 160 mm silnou vrstvou minerální izolace Rockwool, což má však za následek velkou celkovou tloušťku konstrukce. Podstatnou výhodou této varianty je i absence mokrých procesů během montáže, což umožňuje montáž i v zimních měsících. Mezi další výhody jistě patří možnost volby libovolné tloušťky izolace a díky vzduchové mezeře v kombinaci s prodyšným tepelně izolačním materiálem zajištění trvalého vysušování tepelné izolace, což je žádoucí, protože s rostoucí vlhkostí klesají tepelně izolační schopnosti materiálu. Mnoho výhod tohoto systému je však vykoupeno i několika podstatnými nevýhodami. V dnešní době patrně největší nevýhodou bude především vysoká cena. Jako další nevýhody lze uvést například náročnost na kvalitu provedení, což je základním požadavkem na bezchybnou funkčnost systému. V případě nesprávné montáže může docházet k navlhnutí izolace. Je také nutné zajistit trvalé a funkční větrání fasády.

Náklady na provedení dané konstrukční varianty byly vyčísleny na 6 403,74 Kč bez DPH 14 % za 1 m<sup>2</sup> obvodového pláště. K určení nákladů byl použit program KROS plus.

#### 4.2.5 Zdivo Porotherm 40 EKO+ + 50 mm EPS

Charakteristika této konstrukční varianty (číslováno od interiéru):

Tabulka 6: Charakteristika konstrukční varianty

	Název vrstvy	Tloušťka [m]	$\lambda$ [W/mK]	$R_U$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	Vnitřní omítka	0,015	0,350	0,043
2	Zdivo Porotherm 40 EKO+	0,400	0,099	4,040
3	Izolační deska EPS	0,050	0,040	2,380
4	Vnější omítka	0,015	0,190	0,079
	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>0,480</b>		<b>6,542</b>
	Součinitel prostupu tepla $U_U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		<b>0,153</b>	

Výhodou této varianty je optimální tloušťka konstrukce a uspokojivá hodnota součinitele prostupu tepla, která s rezervou splňuje hodnotu požadovanou pro pasivní dům. Přijatelné jsou i náklady na zhotovení této konstrukční varianty. Nevýhodou je náchylnost vrstvy izolantu na mechanické poškození např. ptáky nebo jinými živočichy apod. Z grafu průběhu teplot vyplývá, že u této konstrukce nebude v zimních měsících docházet k tak zásadnímu promrzání, nosná konstrukce je izolantem dostatečně chráněna před okolními vlivy. Nevýhodou je výskyt mokřých procesů při realizaci, což umožňuje provádění pouze v určeném rozsahu venkovních teplot.

Náklady na provedení dané konstrukční varianty byly vyčísleny na 4 113,50 Kč bez DPH 14 % za 1 m<sup>2</sup> obvodového pláště. K určení nákladů byl použit program KROS plus.

### 4.3 Studie vlivu použité technologie na cenu konkrétního objektu

Celková výměra obvodového pláště zadaného objektu činí 272,39 m<sup>2</sup>. Tato hodnota byla získána vynásobením vnějších rozměrů objektu a následným odečtením ploch všech otvorů v konstrukci.

Výpočet:

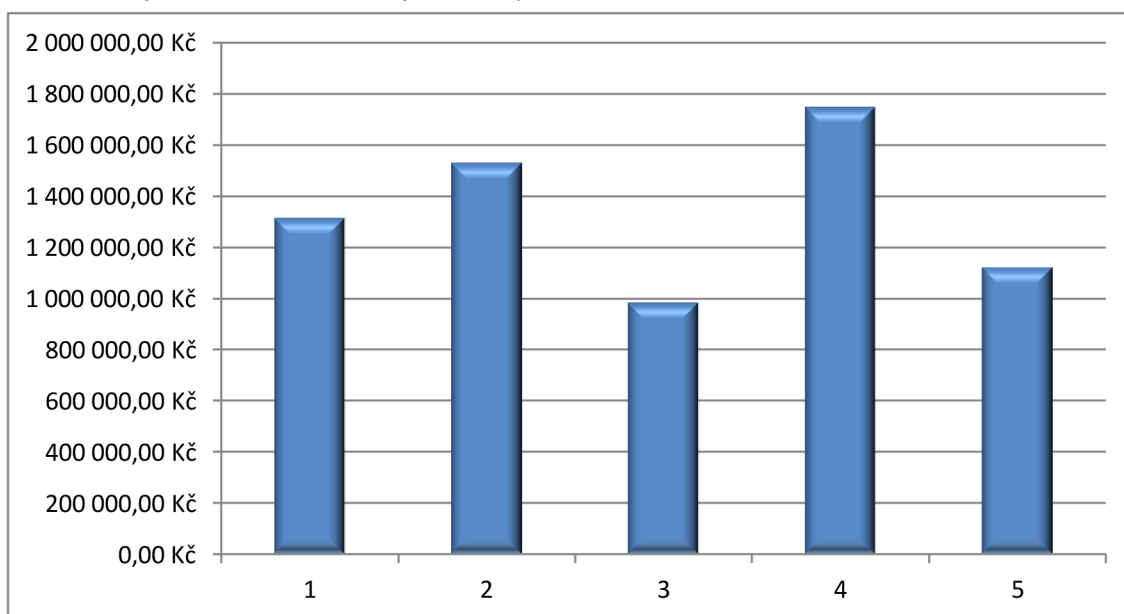
$$11,7*6,8-(1,5*1,2*4+0,5*0,3*3)+11,7*6,8-(1,2*1,5*4+1,5*2)+11,2*6,8-(1,5*1,2*5+1,7*2)+11,2*6,8-(1,2*1,5*3+1,7*2)= \underline{272,39 m^2}$$

Tabulka 7: Vliv použité technologie na cenu objektu

	Konstrukční varianta	Cena [Kč/m <sup>2</sup> ]	Cena zadaného objektu
1	Ytong Theta bez zateplení	4 822,51 Kč	1 313 603,50 Kč
2	Porotherm T-Profi+Kingspan 50 mm	5 609,15 Kč	1 527 876,37 Kč
3	Velox WS-EPS 400	3 607,62 Kč	982 679,61 Kč
4	Ytong P4-500 375 mm+Rockwool Airrock 160 mm	6 403,74 Kč	1 744 314,74 Kč
5	Porotherm EKO+ + EPS 50 mm	4 113,50 Kč	1 120 476,27 Kč

Celková vypočtená cena zadaného rodinného domu zahrnuje veškeré materiály a práce potřebné pro zhotovení dané konstrukční varianty. Součástí ceny jsou i úpravy vnitřních a vnějších povrchů.

Graf 1: Znárodnění cen jednotlivých variant



#### 4.4 Vyhodnocení konstrukčních variant

Vyhodnocení konstrukčních variant jsem provedl pomocí přehledné tabulky. Při sestavování tabulky jsem použil hodnoty zjištěné v případové studii. Zvolená kritéria v tabulce jsou hodnocena v mezích hodnot 1-3 (od pozitivního k negativnímu). Dále je u každého kritéria zvolena důležitost. Důležitost je uváděna v jednotkách procent. Hodnocení je poté vynásobeno důležitostí a výsledné hodnoty jsou poté sečteny, čímž je dosaženo výsledného hodnocení.

Ukázka hodnocení pro cenové kritérium: 1= 900 - 1200 tis. Kč

2= 1201 - 1500 tis. Kč

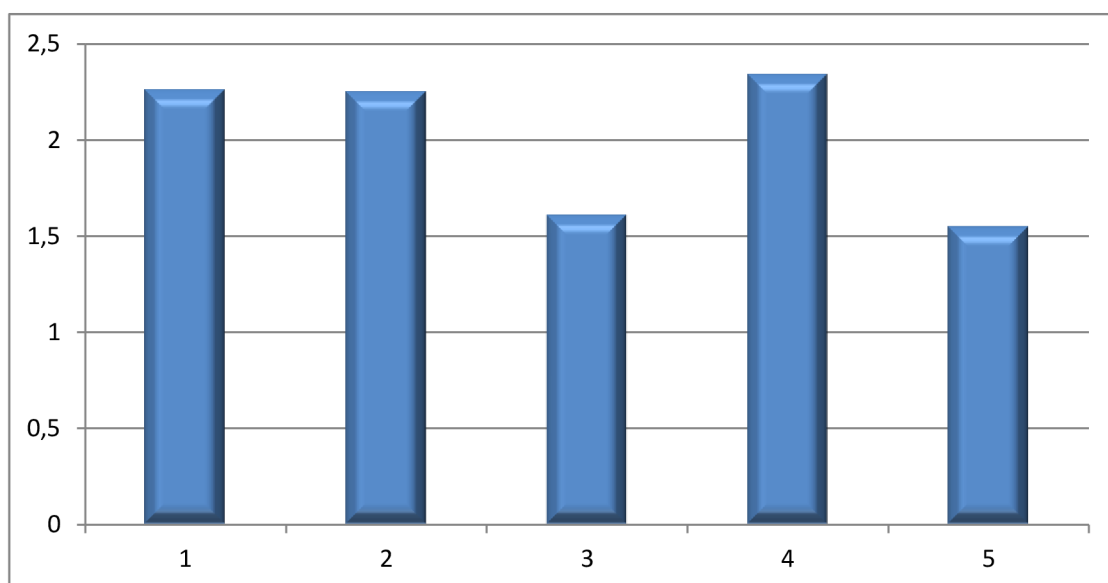
3= 1501 - 1800 tis. Kč

Ostatní kritéria jsou podrobněji charakterizována v příloze. Varianta s nejnižším finálním hodnocením je vyhodnocena jako nejvýhodnější pro realizaci svislé konstrukce obvodového pláště daného rodinného domu.

Tabulka 8: Vyhodnocení konstrukčních variant

	Důležitost (%)	Zdivo Ytong Theta tloušťky 500 mm bez dodatečného zateplení		Zdivo Porotherm T-Profi + izolace na bázi fenolické pěny Kingspan tloušťky 50 mm		Obvodový plášť formou ztraceného bednění systému Velox WS-EPS 400		Zdivo Ytong P4-500 tloušťky 375 mm + izolace Rockwool Airrock tloušťky 160 mm (nekontaktní)		Zdivo Porotherm 40 EKO+ tloušťky 400 mm + izolant EPS tloušťky 50 mm	
Cena	50	2	<b>1,00</b>	3	<b>1,50</b>	1	<b>0,50</b>	3	<b>1,50</b>	1	<b>0,50</b>
Tloušťka stěny	5	3	<b>0,15</b>	1	<b>0,05</b>	1	<b>0,05</b>	3	<b>0,15</b>	2	<b>0,10</b>
Součinitel prostupu tepla	25	3	<b>0,75</b>	1	<b>0,25</b>	3	<b>0,75</b>	1	<b>0,25</b>	2	<b>0,50</b>
Vliv počasí na provádění	5	3	<b>0,15</b>	3	<b>0,15</b>	2	<b>0,10</b>	1	<b>0,05</b>	3	<b>0,15</b>
Rychlost	6	1	<b>0,06</b>	2	<b>0,12</b>	1	<b>0,06</b>	3	<b>0,18</b>	2	<b>0,12</b>
Technologická náročnost	6	1	<b>0,06</b>	2	<b>0,12</b>	2	<b>0,12</b>	3	<b>0,18</b>	2	<b>0,12</b>
Průběh teplot v konstrukci	3	3	<b>0,09</b>	2	<b>0,06</b>	1	<b>0,03</b>	1	<b>0,03</b>	2	<b>0,06</b>
Hodnocení	100	2,26		2,25		1,61		2,34		1,55	

*Graf 2: Znáznornění vyhodnocení konstrukčních variant*



## 5. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést průzkum v oblasti tepelných izolací svislých konstrukcí obvodových plášťů staveb a v případové studii analyzovat, jaký vliv by mohl mít výběr tepelné izolace stavby na celkovou cenu nemovitosti. Důraz byl kladen především na definici technologií provádění tepelných izolací a základů oceňování stavebních prací. V praktické části bylo provedeno ocenění vybraných konstrukčních variant. Vyhodnocením zvolených variant, byla zjištěna nejvýhodnější konstrukční varianta a to především z hlediska ceny, součinitele prostupu tepla a tloušťky konstrukce. Touto konstrukční variantou je varianta číslo 5- zdivo Porotherm 40 EKO+ + izolační desky z EPS tloušťky 50 mm. Vzhledem k tomu, že mezi první a druhou variantou byl na konci jen nepatrný rozdíl, je výsledkem, porovnání těchto dvou konstrukčních řešení obvodového pláště. Co se týče svislých obvodových konstrukcí objektů, především pak rodinných domů, jsou dalším důležitým faktorem ovlivňujícím celkovou cenu objektu náklady na překlady. Bylo zjištěno, že cenové rozdíly mezi různými možnými konstrukčními variantami překladů se pohybují v řádech stokorun na jeden otvor v obvodovém plášti. Proto nebylo s těmito náklady počítáno, došlo by pouze ke zvýšení celkové ceny všech konstrukčních variant, což by nemělo žádný význam pro celkové porovnání a vyhodnocení.

Výhodou zdiva Porotherm 40 EKO+ je především hodnota součinitele prostupu tepla konstrukcí a druhá nejnižší cena této varianty. Mezi další výhody jistě patří i to, že se jedná o klasický roky ověřený přírodní materiál, s dostatečnou pevností a vynikající požární odolností. Z dalších výhod cihelného zdiva lze zmínit dále také snadné dodatečné úpravy stavby, dobré akustické vlastnosti, dlouhá životnost a vysoká schopnost difúze, akumulace tepla a akustické izolace.

Nevýhodou tohoto konstrukčního řešení je nesporně náchylnost izolantu na mechanické poškození. Vzhledem k výskytu mokřých procesů při realizaci je jistou nevýhodou i omezení možnosti provádění rozsahem venkovních teplot. Teplota při zdění by neměla klesnout pod +5°C. Za nevýhodu lze jistě považovat větší pracnost při výstavbě. V případě omezených stavebních prostor může být za nevýhodu považována také tloušťka konstrukce, která by mohla mít vliv na zmenšení vnitřních prostor.



Největší nevýhodou oproti systému Velox je doba výstavby, k čemuž přispívá i doporučení, nechat stavbu přes zimu ležet ladem, tzv. vyzrát.

Výhodou obvodového pláště prováděného systémem Velox je jednoznačně rychlost realizace hrubé stavby, nižší tloušťka konstrukce a z hodnocených variant také nejnižší cena. Další výhodou je i vysoká životnost stavby a odolnost vůči přírodním vlivům. Oproti ostatním materiálům má beton mnohonásobně větší pevnost.

Nevýhodou systému Velox je nízká difúze vodních par- zdivo nedýchá, obtížné dodatečné úpravy, vysoká zvuková vodivost a vysoká hmotnost. Z toho plynou velké nároky na základy. Nezanedbatelným záporem je jistě také nutnost opatrnosti při montáži- může se stát, že při manipulaci s bedněním dojde k odtržení kusu polystyrenu, což může vést ke vzniku tepelného mostu v konstrukci.

## 6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Literatura

[1] NOVÁK, Jaroslav, et alii, *NAUKA O MATERIÁLECH 10 : Stavební materiály I*. Praha: ČVUT, duben 1999. 178 s. ISBN 80-01-01619-6.

[2] VLČEK, Milan, BENEŠ, Petr, *ZATEPLOVÁNÍ STAVEB: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o.* Brno, říjen 2000. 108 s. ISBN 80-7204-164-9.

[3] TOBOLKA, Zdeněk, SVOBODA, Luboš, *MATERIÁLY PRO STAVEBNÍ IZOLACE*. Praha: ČVUT, leden 1993. 64 s. ISBN 80-01-00924-6.

[4] SVOBODA, Luboš, TOBOLKA, Zdeněk, *STAVEBNÍ IZOLACE*. Praha: ČKAIT, 1997. 150 s. ISBN 80-23-83913-6.

[5] Nalezeno [online]. <http://www.nalezeno.cz/>

[6] Stavebnictvi3000 [online]. <http://www.stavebnictvi3000.cz/>

[7] TICHÁ, Alena, TICHÝ, Jan, VYSLOUŽIL, Radim, *ROZPOČTOVÁNÍ A KALKULACE VE VÝSTAVBĚ. DÍL I. ČÁST A*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., duben 2004. 119 s. ISBN 80-214-2639-X

[8] MARKOVÁ, Leonora, *CENY VE STAVEBNICTVÍ, průvodce studiem předmětu*. Studijní opora.

[9] Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku).

[10] Tzb info [online]. <http://stavba.tzb-info.cz>

[11] Cad detail [online]. <http://www.caddetail.cz>

## 7. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

### Seznam obrázků

Obrázek 1.	Aplikace Neoporu.....	17
Obrázek 2.	Aplikace minerální vlny.....	19
Obrázek 3.	Zateplení stěn slámou.....	23
Obrázek 4.	Zateplení stropů slámou.....	23
Obrázek 5.	Skladba kontaktního zateplovacího systému stěny.....	26
Obrázek 6.	Skladba nekontaktního zateplovacího systému.....	27
Obrázek 7.	Princip sendvičového zdiva s izolací.....	28
Obrázek 8.	Skladba vnitřního zateplovacího systému.....	29
Obrázek 9.	Rodinný dům.....	40

### Seznam tabulek

Tabulka 1.	Porovnání vlastností izolačních materiálů.....	25
Tabulka 2.	Charakteristika konstrukční varianty 1.....	42
Tabulka 3.	Charakteristika konstrukční varianty 2.....	43
Tabulka 4.	Charakteristika konstrukční varianty 3.....	44
Tabulka 5.	Charakteristika konstrukční varianty 4.....	45
Tabulka 6.	Charakteristika konstrukční varianty 5.....	46
Tabulka 7.	Vliv technologie na cenu objektu.....	47
Tabulka 8:	Vyhodnocení konstrukčních variant.....	48

### Seznam grafů

Graf 1:	Znázornění cen jednotlivých variant.....	47
Graf 2:	Znázornění vyhodnocení konstrukčních variant.....	49

## **8. SEZNAM PŘÍLOH**

### **8.1 Znázornění průběhu teplot pro zvolené konstrukční varianty**

- 4.2.1- zdivo Ytong Theta tloušťky 500 mm bez dodatečného zateplení
- 4.2.2- zdivo Porotherm 36,5 T-Profi s izolační deskou z fenolické pěny Kingspan tloušťky 50 mm
- 4.2.3- obvodové stěny ze systému Velox WS- EPS 400 bez dodatečného zateplování
- 4.2.4- zdivo Ytong P4-500 tloušťky 375 mm + 160 mm izolace Rockwool + provětrávaná fasáda
- 4.2.5- zdivo Porotherm 40 EKO+ + 50 mm EPS

### **8.2 Limitky nákladů podle stavebních dílů pro zvolené konstrukční varianty**

- 4.2.1- zdivo Ytong Theta tloušťky 500 mm bez dodatečného zateplení
- 4.2.2- zdivo Porotherm 36,5 T-Profi s izolační deskou z fenolické pěny Kingspan tloušťky 50 mm
- 4.2.3- obvodové stěny ze systému Velox WS- EPS 400 bez dodatečného zateplování
- 4.2.4- zdivo Ytong P4-500 tloušťky 375 mm + 160 mm izolace Rockwool + provětrávaná fasáda
- 4.2.5- zdivo Porotherm 40 EKO+ + 50 mm EPS

### **8.3 Charakteristika hodnocení**

Podrobná charakteristika hodnocení jednotlivých kritérií

### **8.4 Výkresová dokumentace rodinného domu**

Půdorys 1NP

Půdorys 2NP

Řez A - A´

Řez B - B´

### 4.2.1 Zdivo Ytong Theta tloušťky 500 mm bez zateplení

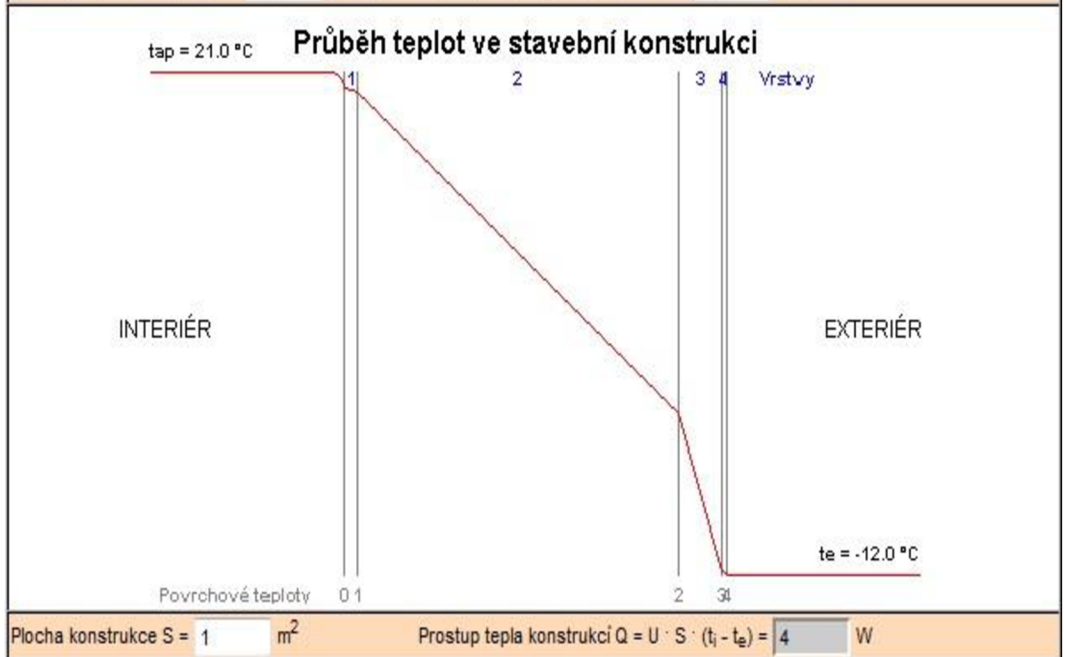
Vnitřní výpočtová teplota místnosti (podle ČSN 06 0210:1994) $t_i =$		20	°C	???					
Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (dle ČSN 73 0540 se pro obytné budovy volí $t_{ap} = t_i + 1$ ) $t_{ap} =$		21	°C	???					
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce		$R_{si} =$	0,25	$m^2K/W$	???	$t_{si,0} =$	19.69	°C	???
	Materiál	d [m]	λ [W/mK]		R <sub>i</sub>	m <sup>2</sup> K/W		t <sub>si,i</sub>	°C
interiér ↑ ↓ exteriér	1. YTONG vnitřní omítka - nosné zdivo	0.015	0.8		$R_1 =$	0.019	$m^2K/W$	$t_{si,1} =$	19.59
	2. Zdivo Ytong Theta	0.5	0.084		$R_2 =$	5.952	$m^2K/W$	$t_{si,2} =$	-11.69
	3. YTONG venkovní omítka (tl. 15 mm)	0.015	0.8		$R_3 =$	0.019	$m^2K/W$	$t_{si,3} =$	-11.79
	4.	0.000	0.000		$R_4 =$	-	$m^2K/W$	$t_{si,4} =$	-
	5.	0.000	0.000		$R_5 =$	-	$m^2K/W$	$t_{si,5} =$	-
	6.	0.000	0.000		$R_6 =$	-	$m^2K/W$	$t_{si,6} =$	-
		$\Sigma d =$	0.53	m	$R_N =$	5.99	$m^2K/W$	???	
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce				$R_{se} =$	0,04	$m^2K/W$	???	$t_e =$	-12v
Součinitel prostupu tepla $U =$		0.16		$W/m^2K$	Tepelný odpor konstrukce $R_T =$		6.28		$m^2K/W$



Plocha konstrukce S = 1 m<sup>2</sup>                      Prostup tepla konstrukcí Q = U · S · (t<sub>i</sub> - t<sub>e</sub>) = 5 W

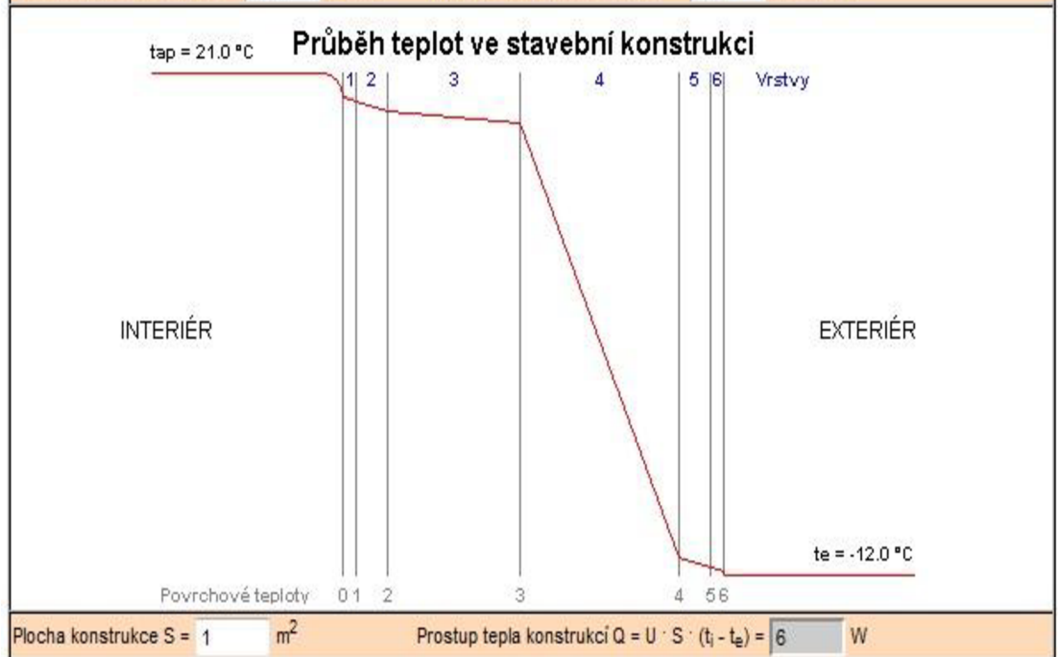
#### 4.2.2 Zdivo Porotherm 36,5 T-Profi s izolační deskou Kingspan tloušťky 50 mm

Vnitřní výpočtová teplota místnosti (podle ČSN 06 0210:1994) $t_i =$		20	°C	???
Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (dle ČSN 73 0540 se pro obytné budovy volí $t_{ap} = t_i + 1$ ) $t_{ap} =$		21	°C	???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce		$R_{si} = 0,25$	$m^2K/W$	???
		$t_{si,0} = 19,92$	°C	???
Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/mK]		
interiér ↓ exteriér ←	1. Vnitřní omítka	0.015	0.35	$R_1 = 0,043$ $m^2K/W$ $t_{si,1} = 19,73$ °C ???
	2. Zdivo Porotherm 36,5 T-Profi	0.365	0.075	$R_2 = 4,867$ $m^2K/W$ $t_{si,2} = -1,38$ °C ???
	3. Kingspan koolthemr K5	0.05	0.021	$R_3 = 2,381$ $m^2K/W$ $t_{si,3} = -11,71$ °C ???
	4. Vnější omítka	0.005	0.19	$R_4 = 0,026$ $m^2K/W$ $t_{si,4} = -11,83$ °C ???
5.	0.000	0.000	$R_5 = -$ $m^2K/W$ $t_{si,5} = -$ °C ???	
6.	0.000	0.000	$R_6 = -$ $m^2K/W$ $t_{si,6} = -$ °C ???	
$\Sigma d = 0,435$ m		$R_N = 7,32$	$m^2K/W$	???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce		$R_{se} = 0,04$	$m^2K/W$	???
		$t_e = -12$	°C	???
Součinitel prostupu tepla $U = 0,13$ $W/m^2K$		Tepelný odpor konstrukce $R_T = 7,61$ $m^2K/W$ ???		

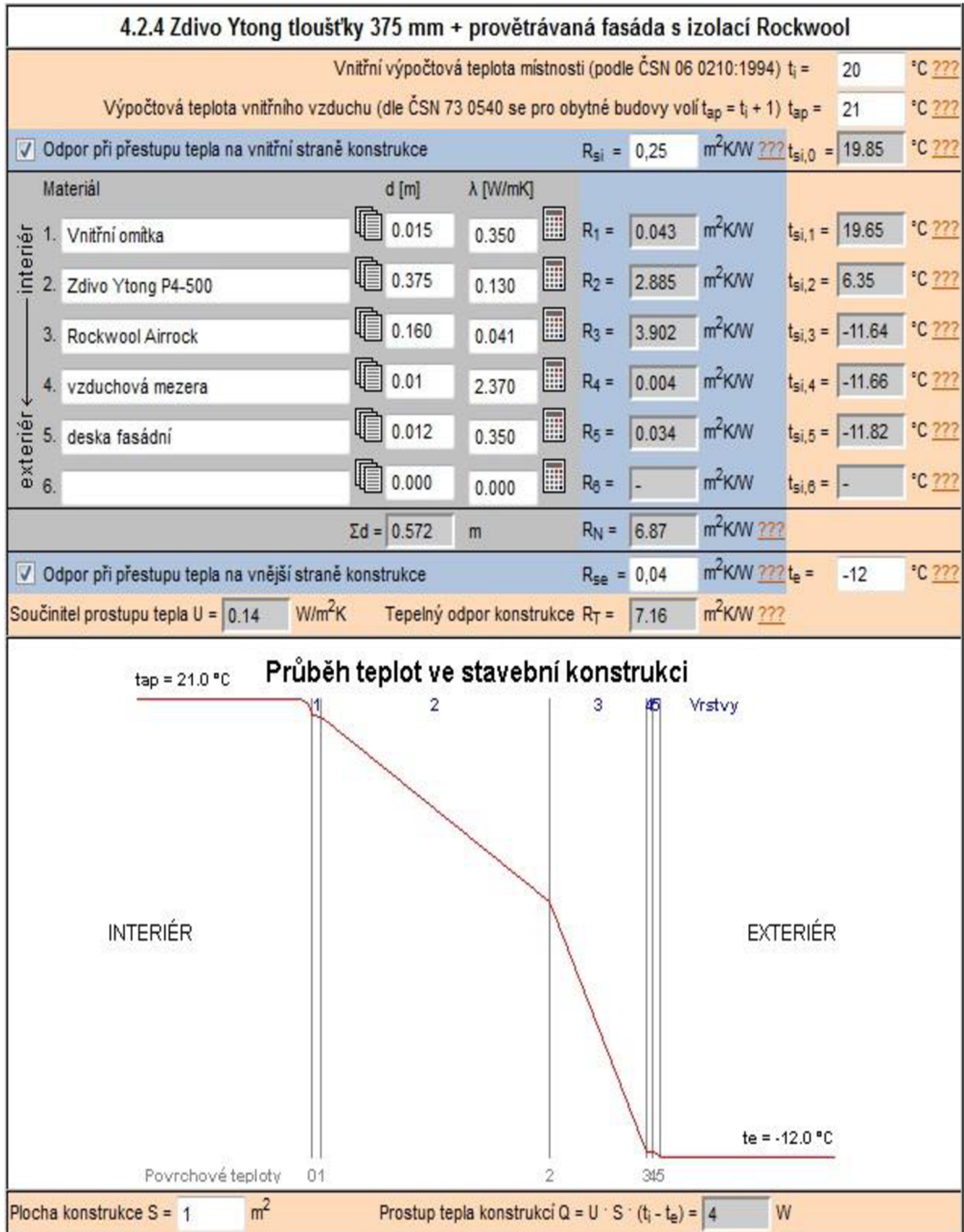


### 4.2.3 Velox WS-EPS tloušťka zdiva 400 mm

Vnitřní výpočtová teplota místnosti (podle ČSN 06 0210:1994) $t_i =$		20	°C	???
Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (dle ČSN 73 0540 se pro obytné budovy volí $t_{ap} = t_i + 1$ ) $t_{ap} =$		21	°C	???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce		$R_{si} =$	0,25	$m^2K/W$ ??? $t_{si,0} =$ 19.41 °C ???
Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/mK]		
interiér ↑	1. Vnitřní omítka	0.015	0.350	$R_1 =$ 0.043 $m^2K/W$ $t_{si,1} =$ 19.14 °C ???
	2. Deska Velox	0.035	0.350	$R_2 =$ 0.1 $m^2K/W$ $t_{si,2} =$ 18.5 °C ???
	3. ŽB	0.150	1.300	$R_3 =$ 0.115 $m^2K/W$ $t_{si,3} =$ 17.77 °C ???
	4. Vrstva EPS	0.1800	0.040	$R_4 =$ 4.5 $m^2K/W$ $t_{si,4} =$ -10.84 °C ???
exteriér ↓	5. Deska Velox	0.035	0.350	$R_5 =$ 0.1 $m^2K/W$ $t_{si,5} =$ -11.47 °C ???
	6. Vnější omítka	0.015	0.350	$R_6 =$ 0.043 $m^2K/W$ $t_{si,6} =$ -11.75 °C ???
$\Sigma d =$		0.43	m	$R_N =$ 4.9 $m^2K/W$ ???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce		$R_{se} =$	0,04	$m^2K/W$ ??? $t_e =$ -12v °C ???
Součinitel prostupu tepla $U =$		0.19	$W/m^2K$	Tepelný odpor konstrukce $R_T =$ 5.19 $m^2K/W$ ???









#### 4.2.5 Zdivo Porotherm 40 EKO+ + 50 mm EPS

Vnitřní výpočtová teplota místnosti (podle ČSN 06 0210:1994) $t_i =$		20	°C	???
Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (dle ČSN 73 0540 se pro obytné budovy volí $t_{ap} = t_i + 1$ ) $t_{ap} =$		21	°C	???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce		$R_{si} =$ 0,25	$m^2KW$	???
		$t_{si,0} =$ 19,55	°C	???
Materiál	d [m]	$\lambda$ [W/mK]		
interiér ↓ ↑ exteriér	1. vnitřní omítka	0.015	0.35	$R_1 = 0.043$ $m^2KW$ $t_{si,1} = 19.31$ °C
	2. Zdivo Porotherm 40 EKO+	0.4	0.099	$R_2 = 4.04$ $m^2KW$ $t_{si,2} = -4.08$ °C
	3. Izolační deska EPS	0.05	0.04	$R_3 = 1.25$ $m^2KW$ $t_{si,3} = -11.31$ °C
	4. vnější omítka	0.015	0.19	$R_4 = 0.079$ $m^2KW$ $t_{si,4} = -11.77$ °C
5.	0.000	0.000	$R_5 = -$ $m^2KW$ $t_{si,5} = -$ °C	???
6.	0.000	0.000	$R_6 = -$ $m^2KW$ $t_{si,6} = -$ °C	???
$\Sigma d =$ 0.48		m	$R_N =$ 5.41	$m^2KW$ ???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce		$R_{se} =$ 0,04	$m^2KW$	???
		$t_e =$ -12	°C	???
Součinitel prostupu tepla $U =$ 0.18		$W/m^2K$	Tepelný odpor konstrukce $R_T =$ 5.7	$m^2KW$ ???

#### Průběh teplot ve stavební konstrukci

INTERIÉR

EXTERIÉR

Povrchové teploty: 01, 2, 34

Vrstvy: 1, 2, 3, 4

$t_{ap} = 21.0$  °C

$t_e = -12.0$  °C

Plocha konstrukce $S =$ 1	$m^2$	Prostup tepla konstrukcí $Q = U \cdot S \cdot (t_i - t_e) =$ 6	W
---------------------------	-------	--	---

## 4.2.1 LIMITKA NÁKLADŮ PODLE STAVEBNÍCH DÍLŮ

Stavba: Rodinný dům - bakalářka

Zpracoval: Jakub Charvát

Objekt:

Datum: 27.4.2012

TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	Cena jednotková	Cena celkem	%
1	2	3	4	5	6	7	8
M	595311650	tvárnice superizolační včetně malty YTONG THETA P1,8-300 49,9 x 24,9 x 30 cm	m2	1,000	1 810,00	1 810,00	37,53
M	585555510	omítka jemná štuková weber.san 600 25 kg bal.	kg	4,500	5,79	26,06	0,54
M	585928490	směs maltová suchá pro vnitřní i vnější použití 0-1,6 mm MV-1	t	0,005	3 590,00	17,95	0,37
M	585914990	směs maltová suchá Cemix 023j vnější štuk jemný 0,4 mm bal. 30kg	t	0,003	4 590,00	13,77	0,29
<b>D</b>	<b>HSV</b>	<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>2 954,73</b>	<b>61,27</b>
<b>D</b>	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>2 260,00</b>	<b>46,86</b>
K	311272611	Zdivo nosné tl 500 mm z pórobetonových přesných hladkých tvárnic Ytong hmotnosti 300 kg/m3	m3	0,500	4 520,00	2 260,00	46,86
<b>D</b>	<b>6</b>	<b>Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní</b>				<b>573,90</b>	<b>11,90</b>
K	612321111	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	2,000	135,00	270,00	5,60
K	622321141	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnějších stěn nanášená ručně	m2	1,000	216,00	216,00	4,48
K	612311131	Vápenná omítka štuková jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	87,90	87,90	1,82
<b>D</b>	<b>9</b>	<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>120,83</b>	<b>2,51</b>
<b>D</b>	<b>99</b>	<b>Přesun hmot</b>				<b>120,83</b>	<b>2,51</b>
K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	0,512	236,00	120,83	2,51

**Celkem**  
**Konstrukce**  
**Materiály**

**4 822,51**  
**2 954,73**  
**1 867,78**

## 4.2.2 LIMITKA NÁKLADŮ PODLE STAVEBNÍCH DÍLŮ

Stavba: RD baklářka

Zpracoval:

Objekt:

Datum: 9.5.2012

TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	Cena jednotková	Cena celkem	%
1	2	3	4	5	6	7	8
M	596134360	cihla termoizolační broušená POROTHERM Profi 36,5 Tl 36,5 x 24,8 x 24,9 cm P7	tis kus	0,016	118 500,00	1 896,00	33,80
M	283759330	deska fasádní Kooltherm K5 Kingspan 1200 x 400 x 50 mm	m2	1,000	399,74	399,74	7,13
M	585621260	tenkovrstvá akrylátová probarvená omítka Baumit GranoporPutz škrábaná 3 mm 30 kg bal	t	0,004	40 100,00	160,40	2,86
M	585915340	malta lepicí a armovací Cemix 135šj/flex Tj pro zateplovací systém šedá zr. 0,7 mm	t	0,010	10 500,00	105,00	1,87
M	585555280	jádrová omítka weber.dur klasik ST 2 mm 25 kg bal.	kg	16,500	4,01	66,17	1,18
M	585555510	omítka jemná štuková weber.san 600 25 kg bal.	kg	4,500	5,79	26,06	0,46
<b>D HSV Práce a dodávky HSV</b>						<b>2 867,59</b>	<b>51,12</b>
D	3	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>2 210,00</b>	<b>39,40</b>
K	311238633	Zdivo nosné vnější tepelně izolační z cihel broušených POROTHERM tl 365 mm U=0,22 lepené celoplošně	m2	1,000	2 210,00	2 210,00	39,40
D	6	<b>Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní</b>				<b>525,90</b>	<b>9,38</b>
K	622332111	Škrábaná omítka (břizolitová) vnějších stěn nanášená ručně na omítnutý podklad	m2	1,000	303,00	303,00	5,40
K	612321111	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	135,00	135,00	2,41
K	612311131	Vápenná omítka štuková jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	87,90	87,90	1,57
D	9	<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>131,69</b>	<b>2,35</b>
D	99	<b>Přesun hmot</b>				<b>131,69</b>	<b>2,35</b>
K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	0,558	236,00	131,69	2,35
D	PSV	<b>Práce a dodávky PSV</b>				<b>88,20</b>	<b>1,57</b>
D	713	<b>Izolace tepelné</b>				<b>88,20</b>	<b>1,57</b>
K	713131145	Montáž izolace tepelné stěn a základů lepením bodově rohoží, pásů, dílců, desek	m2	1,000	88,20	88,20	1,57

**Celkem**  
**Konstrukce**  
**Materiály**

**5 609,15**  
**2 955,79**  
**2 653,36**

### 4.2.3 LIMITKA NÁKLADŮ PODLE STAVEBNÍCH DÍLŮ

Stavba: RD bakalářka- VELOX XL 42 Plus

Zpracoval:

Objekt:

Datum: 10.5.2012

TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	Cena jednotková	Cena celkem	%
1	2	3	4	5	6	7	8
M	590101380	deska bednicí izolační VELOX WS EPS 2000 x 500 x 235 mm	m2	1,000	753,00	753,00	20,87
<b>D</b>	<b>HSV</b>	<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>2 854,62</b>	<b>79,13</b>
<b>D</b>	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>2 137,32</b>	<b>59,24</b>
K	311351237	Ztracené bednění oboustranné zdi nosných ze štěpkocementových desek zateplených tl do 235 mm	m2	1,000	1 010,00	1 010,00	28,00
K	311321772	Nosná zeď ze ŽB tř. C 16/20 bez výztuže do ztraceného bednění z desek	m3	0,150	2 670,00	400,50	11,10
K	311361221	Výztuž nosných zdí betonářskou ocelí 10 216	t	0,002	39 500,00	79,00	2,19
M	589325710	směs pro beton třída C16/20 X0, XC1 kamenivo do 16 mm	m3	0,150	2 300,00	345,00	9,56
M	585621260	tenkovrstvá akrylátová probarvená omítka Baumit GranoporPutz škrábaná 3 mm 30 kg bal	t	0,004	40 100,00	160,40	4,45
M	585555280	jádrová omítka weber.dur klasik ST 2 mm 25 kg bal.	kg	16,500	4,01	66,17	1,83
M	132810200	tyč ocelová kruhová, výztuž do betonu, zn. ocelí 10 216.0 D 6 mm	t	0,002	25 100,00	50,20	1,39
M	585555510	omítka jemná štuková weber.san 600 25 kg bal.	kg	4,500	5,79	26,06	0,72
<b>D</b>	<b>6</b>	<b>Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní</b>				<b>525,90</b>	<b>14,58</b>
K	622332111	Škrábaná omítka (břizolitová) vnějších stěn nanášená ručně na omítnutý podklad	m2	1,000	303,00	303,00	8,40
K	612321111	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	135,00	135,00	3,74
K	612311131	Vápenná omítka štuková jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	87,90	87,90	2,44
<b>D</b>	<b>9</b>	<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>191,40</b>	<b>5,31</b>
<b>D</b>	<b>99</b>	<b>Přesun hmot</b>				<b>191,40</b>	<b>5,31</b>
K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	0,811	236,00	191,40	5,31

**Celkem**  
**Konstrukce**  
**Materiály**

**3 607,62**  
**2 206,80**  
**1 400,82**

## 4.2.4 LIMITKA NÁKLADŮ PODLE STAVEBNÍCH DÍLŮ

Stavba: RD bakalářka- provětrávaná fasáda

Zpracoval:

Objekt:

Datum: 10.5.2012

TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	Cena jednotková	Cena celkem	%
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>D HSV Práce a dodávky HSV</b>						<b>6 403,74</b>	<b>100,00</b>
<b>D</b>	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>2 515,35</b>	<b>39,28</b>
K	311273423	Zdivo nosné tl 375 mm z pórobetonových přesných tvárnic PDK Ytong hmotnosti 500 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0,333	3 950,00	1 315,35	20,54
M	595311400	<i>tvárnice pro nosné zdivo s vyšší pevností YTONG P4-500 PDK 37,5 x 24,9 x 49,9 cm</i>	m <sup>2</sup>	1,000	1 200,00	1 200,00	18,74
<b>D</b>	<b>6</b>	<b>Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní</b>				<b>3 661,65</b>	<b>57,18</b>
K	622271061	Montáž odvětrávané fasády stěn nýtováním na dřevěný rošt tepelná izolace tl. 160 mm	m <sup>2</sup>	1,000	1 660,00	1 660,00	25,92
K	612321111	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m <sup>2</sup>	1,000	135,00	135,00	2,11
K	612311131	Vápenná omítka štuková jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m <sup>2</sup>	1,000	87,90	87,90	1,37
M	591550200	<i>deska fasádní Textura (Pelicolor) neomítané hrany tl 12 mm 3130 x 1530 mm</i>	m <sup>2</sup>	1,250	989,00	1 236,25	19,31
M	631551090	<i>deska izolační fasádní ROCKWOOL AIRROCK HD 600x1000x160 mm</i>	m <sup>2</sup>	1,250	434,00	542,50	8,47
<b>D</b>	<b>9</b>	<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>226,74</b>	<b>3,54</b>
<b>D</b>	<b>99</b>	<b>Přesun hmot</b>				<b>226,74</b>	<b>3,54</b>
K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	0,570	236,00	134,52	2,10
M	585555280	<i>jádrová omítka weber.dur klasik ST 2 mm 25 kg bal.</i>	kg	16,500	4,01	66,17	1,03
M	585555510	<i>omítka jemná štuková weber.san 600 25 kg bal.</i>	kg	4,500	5,79	26,06	0,41

**Celkem**  
**Konstrukce**  
**Materiály**

**6 403,74**  
**3 332,77**  
**3 070,97**

## 4.2.5 LIMITKA NÁKLADŮ PODLE STAVEBNÍCH DÍLŮ

Stavba: RD bakalářka- porotherm 40 + EPS 50

Zpracoval:

Objekt:

Datum: 10.5.2012

TV	Kód položky	Popis	MJ	Množství	Cena jednotková	Cena celkem	%
1	2	3	4	5	6	7	8
M	283759330	deska fasádní polystyrénová EPS 70 F 1000 x 500 x 50 mm	m2	1,000	399,74	399,74	9,72
M	585621260	tenkovrstvá akrylátová probarvená omítka Baumit GranoporPutz škrábaná 3 mm 30 kg bal	t	0,004	40 100,00	160,40	3,90
M	585915340	malta lepicí a armovací Cemix 135šj/flexTj pro zateplovací systém šedá zr. 0,7 mm	t	0,010	10 500,00	105,00	2,55
M	585555280	jádrová omítka weber.dur klasik ST 2 mm 25 kg bal.	kg	16,500	4,01	66,17	1,61
M	585555510	omítka jemná štuková weber.san 600 25 kg bal.	kg	4,500	5,79	26,06	0,63
<b>D</b>	<b>HSV</b>	<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>1 962,34</b>	<b>47,70</b>
<b>D</b>	<b>3</b>	<b>Svislé a kompletní konstrukce</b>				<b>1 330,00</b>	<b>32,33</b>
K	311238215	Zdivo nosné vnější POROTHERM tl 400 mm pevnosti P 10 na MC	m2	1,000	1 330,00	1 330,00	32,33
<b>D</b>	<b>6</b>	<b>Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní</b>				<b>525,90</b>	<b>12,78</b>
K	622332111	Škrábaná omítka (břízolitová) vnějších stěn nanášená ručně na omítnutý podklad	m2	1,000	303,00	303,00	7,37
K	612321111	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	135,00	135,00	3,28
K	612311131	Vápenná omítka štuková jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	87,90	87,90	2,14
<b>D</b>	<b>9</b>	<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>106,44</b>	<b>2,59</b>
<b>D</b>	<b>99</b>	<b>Přesun hmot</b>				<b>106,44</b>	<b>2,59</b>
K	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	0,451	236,00	106,44	2,59
<b>D</b>	<b>PSV</b>	<b>Práce a dodávky PSV</b>				<b>1 393,80</b>	<b>33,88</b>
<b>D</b>	<b>713</b>	<b>Izolace tepelné</b>				<b>1 393,80</b>	<b>33,88</b>
K	713131145	Montáž izolace tepelné stěn a základů lepením bodově rohoží, pásů, dílců, desek	m2	1,000	88,20	88,20	2,14
M	596135390	cihla broušená POROTHERM 40 K EKO+Profí (vč. malty) 40 x 25 x 24,9 cm P6/8	tis kus	0,016	81 600,00	1 305,60	31,74

**Celkem**  
**Konstrukce**  
**Materiály**

**4 113,50**  
**2 050,54**  
**2 062,96**

### **Podrobná charakteristika hodnocení jednotlivých kritérií:**

Cenové kritérium:	1= 900 - 1200 tis. Kč 2= 1201 - 1500 tis. Kč 3= 1501 - 1800 tis. Kč
Tloušťka stěny:	1= 400 - 450 mm 2= 451 - 500 mm 3= 501 - 560 mm
Součinitel prostupu tepla:	1= 0,136 - 0,146 W/m <sup>2</sup> K 2= 0,147 - 0,159 W/m <sup>2</sup> K 3= 0,160 - 0,170 W/m <sup>2</sup> K
Vliv počasí na provádění:	1= minimální vliv počasí 2= vliv teploty 3= náročné na optimální povětrnostní podmínky

Průběh teplot v konstrukci byl hodnocen na základě poznatků získaných z grafů průběhů teplot, které jsou součástí přílohy. Zbývá dvě kritéria, rychlost a technologická náročnost, byla hodnocena individuálně na základě poznatků uvedených v teoretické části této práce.