



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
INSTITUT OF FORENSIC ENGINEERING

# **VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ OBJEKTU PENZIONU NA VÝDAJE SPOJENÉ S PROVOZEM TÉTO NEMOVITOSTI.**

INFLUENCE OF INSULATION OF A GUEST HOUSE ON EXPENSES RELATED TO THE  
OPERATION OF THE PROPERTY.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Ing. STANISLAV MACH

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. VERONIKA NYKODÝMOVÁ

BRNO 2015



Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student: Ing. Stanislav Mach

který studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Realitní inženýrství (3917T003)**

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

**Vliv provedení zateplení objektu penzionu na výdaje spojené s provozem této nemovitosti.**

v anglickém jazyce:

**Influence of insulation of a guest house on expenses related to the operation of the property**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce bude provést návrh na zateplení vybrané nemovitosti. Na základě tohoto návrhu pak vyhodnotit rozdíl nákladů na provozování nemovitosti před a po provedení zateplení. V práci bude zhodnocena také ekonomická návratnost provedené investice.

Cíle diplomové práce:

Cílem bude zhodnocení ekonomické návratnosti provedeného zateplení objektu penzionu a zhodnocení vlivu této úpravy na cenu nemovitosti.

Seznam odborné literatury:

BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. VIII. Přepracované a doplněné vydání; Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2009 Brno. 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.

Dahlsveen, T., Petráš, D., Hirš, J. : Energetický audit budov

Zákon č. 406/2000 Sb. + prováděcí vyhlášky Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov

Vedoucí diplomové práce: Ing. Veronika Nykodýmová

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015. V Brně, dne 14.10.2014

L.S.

---

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.  
Ředitel vysokoškolského ústavu

## **Abstrakt**

Diplomová práce řeší stavbu penzionu a zabývá se posouzením vlivu zateplení na výdaje spojené s provozem této nemovitosti. Penzion se nachází na ulici Valtická v Mikulově. Objekt má jedno nadzemní podlaží a je založen na základových pasech. Zastřešení penzionu je řešeno nepravidelnou sedlovou střechou.

V první části diplomové práce je v teoretickém úvodu je zmíněna možnost zateplení staveb a způsoby zateplení.

V praktické části diplomové práce je provedeno posouzení součinitele prostupu tepla penzionu a náklady spojené s vytápěním. Je zde i návrh obměny obvodové konstrukce s posouzením součinitele tepla a jsou zde i navrženy úpravy k snížení nákladů na provoz nemovitosti.

## **Klíčová slova**

penzion, zateplení, základový pas, nepodsklepený objekt, ubytovací služby, energetická náročnost budov, ENB, návratnost investice, úspora energie, prostup tepla

## **Abstract**

The thesis solves the construction of the pension and deals with the assessment of the impact of the thermal insulation on expenses related to the operation of the property. The pension is situated on the street Valtická in Mikulov.

The building has one floor and is founded on strip foundations. Roofing of the house is solved with irregular gable roof.

In the first part of the thesis is a theoretical introduction mentions the possibility of building insulation and insulation methods.

In the practical part of the thesis is an assessment of the heat transfer coefficient of the pension and costs associated with heating. There is also a proposal for modifications of the envelope construction with assessment of the heat factor and there are also proposed modifications to reduce the costs of operating the property.

## **Keywords**

pension, insulation, strip foundation , slab building, accommodation services, energy performance of buildings, ENB, return on investment, saving energy, heat transmission

### ***Bibliografická citace VŠKP***

MACH, S. *Vliv provedení zateplení objektu penzionu na výdaje spojené s provozem této nemovitosti..* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2015. 110 s. 272 s. příl. Vedoucí diplomové práce Ing. Veronika Nykodýmová.

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 18. 5. 2015

.....  
podpis autora  
Ing. Stanislav Mach

**Poděkování:**

Děkuji Ing. Veronice Nykodýmové za cenné rady poskytnuté v průběhu zpracování diplomové práce a dále děkuji svým blízkým za podporu během studia.

V Brně dne 18. 5. 2015

.....

Ing. Stanislav Mach



## **OBSAH:**

### **A – HLAVNÍ DOKUMENT**

#### SVÁZANÁ TEXTOVÁ ČÁST:

- TITULNÍ LIST
- ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
- ABSTRAKT V ČESKÉM A ANGLICKÉM JAZYCE, KLÍČOVÁ SLOVA V ČESKÉM A ANGLICKÉM JAZYCE,
- BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP PODLE ČSN ISO 690
- PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE
- PODĚKOVÁNÍ
- OBSAH
- ÚVOD
- VLASTNÍ TEXT PRÁCE
- ZÁVĚR
- SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ
- SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ
- SEZNAM PŘÍLOH
- PŘÍLOHY



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
INSTITUT OF FORENSIC ENGINEERING

# VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ OBJEKTU PENZIONU NA VÝDAJE SPOJENÉ S PROVOZEM TÉTO NEMOVITOSTI.

INFLUENCE OF INSULATION OF A GUEST HOUSE ON EXPENSES RELATED TO THE  
OPERATION OF THE PROPERTY.

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Ing. STANISLAV MACH

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. VERONIKA NYKODÝMOVÁ

BRNO 2015

## Obsah:

1) ÚVOD .....	13
2) LEGISLATIVNÍ A NORMOVÉ POŽADAVKY .....	14
2.1) Zatřídění budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. ....	14
2.2) Průkaz energetické náročnosti budov .....	15
2.3) Energetický posudek.....	18
2.4) Nová zelená úsporám .....	19
2.5) Tepelně technické posouzení .....	19
3) POSOUZENÍ Z HLEDISKA ÚSPORY ENERGIE A OCHRANY TEPLA DLE ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 .....	20
4.) ÚSPORNÉ DOMY .....	30
4.1) Nízkoenergetické domy .....	30
4.2) Pasivní domy.....	31
4.2) Nulové domy .....	31
5.) CENY ENERGÍÍ A JEJICH VÝVOJ .....	33
5.1) Porovnání aktuálních cen energií.....	34
6.) TEPELNÁ AKUMULACE KONSTRUKCÍ .....	36
6.1) Měření tepelné akumulace.....	36
6.2) Funkce tepelné akumulace .....	39
6.3) Tepelná akumulace, relaxační doba a vliv zateplení.....	40
7.) TEPELNÉ IZOLACE .....	43
7.1) Minerální vláknité izolace .....	44
7.2) Dřevovláknité izolace .....	44
7.3) Dřevocementové izolace.....	45
7.4) Polystyren .....	45
7.5) Polyuretan, PUR .....	46

7.7) Pěnové sklo .....	46
7.8) Materiál na bázi papíru a celulózy.....	47
7.9) Izolace z přírodních materiálů .....	47
8.) MOŽNOST ZATEPLENÍ DOMU .....	49
8.1) Vnější a vnitřní zateplení stěn .....	49
8.2) Tepelná izolace střechy .....	51
8.3) Izolace podlah a stropů.....	52
8.4) Výplně otvorů .....	53
9) PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE .....	54
10) PŮVODNÍ STAV KONSTRUKCÍ .....	58
11) STÁVAJÍCÍ STAV KONSTRUKCÍ .....	64
12) NÁVRHOVÝ STAV KONSTRUKCÍ.....	69
13) POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT.....	82
14) VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ NA CENU NEMOVITOSTI .....	88
15) ZÁVĚR .....	89
16) SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	90
17) SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	94
16) SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ .....	95
17) SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK .....	96
18) SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	98
19) SEZNAM PŘÍLOH.....	100

# 1) ÚVOD

V současné době stále více lidí přemýšlí, jakým způsobem ušetřit na výdajích spojených s provozem nemovitosti. Ceny energií v současné době klesají, ale s tímto trendem se nedá počítat i nadále a spíše zde bude trend opačný. Možností jak ušetřit na nákladech je spousta - od nakupování úspornějších spotřebičů nebo úspornějším zacházením s energiemi až po zateplení obálky domu.

V případě zateplení obvodových stěn, střech a podlah zde existuje určitá ekonomická hranice. Samotné zateplení totiž není vše a rozdíl ve větších tloušťkách není tak výrazný, proto se nám vyplatí přemýšlet především nad jiným způsobem, jak ušetřit. Je to zejména použitím vzduchotechnických jednotek s rekuperací, využití inteligentních systému na řízení teploty atd.. Nejvíce patrná ztráta větráním je vidět u pasivních domů, u kterých je nutnost užití řízeného větrání s rekuperací. Ztráta způsobená přirozeným větráním je poměrně velká, protože hygienické požadavky stanovují minimální výměnu vzduchu v obytné místnosti na  $0,5h^{-1}$ .

Dalším způsobem jak ušetřit je změna dodavatele elektřiny nebo plynu. Je potřeba sledovat více hledisek. Návrh koncepčně nejefektivnějšího domu v závislosti na provozních a pořizovacích nákladech jednotlivých systémů je velice složitý a bylo by krátkozraké zde přemýšlet pouze o samotném vlivu zateplení, ale i o dalších skutečnostech jako jsou použité stavební materiály a technické prostředky zabezpečující co nejefektivněji vytápěný dům.

Cílem této práce bude najít optimální ekonomické a tepelně technické hledisko při použití zateplení stávajícího objektu.

První část diplomové práce je zaměřená na teoretický úvod do problému zateplování staveb a také do problémů vhodného výběru obvodového zdiva v závislosti na pořizovacích nákladech.

Další část diplomové práce je zaměřená na popis stávající stavby z hlediska konstrukčního a stavebně technického řešení kvůli souhrnné představě o posuzovaném objektu. Je zde provedeno vyhodnocení stávajícího objektu z hlediska tepelně technických vlastností a posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla.

## 2) LEGISLATIVNÍ A NORMOVÉ POŽADAVKY

### 2.1) Zatřídění budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. <sup>1</sup>

Dle vyhlášky č. 78/2013 se provede výpočet celkové dodané energie na vstupu do budovy a porovnají se s referenční budovou. Referenční budova je budova stejné velikosti, tvaru, užívání a má stejný způsob vytápění jako budova hodnocená, ale má normově definované vlastnosti. Referenční budova se porovná s budovou, kterou chceme dle vyhlášky zatřídit. Naše hodnocená budova musí mít minimálně stejné parametry, jako budova referenční, v případě stejných parametrů bude zařazena do kategorie C. Jestli bude budova úspornější, může být zařazena do kategorie B a mimořádně úsporná budova je zařazena do kategorie A. <sup>1</sup>

#### Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy

Pro porovnání se stanovené ukazatele energetické náročnosti budovy podle § 10 odst. 1 zařazují do klasifikačních tříd určených jejich horní hranicí podle tabulky uvedené ve vyhlášce 78/2013 Sb. a v průkazu se porovnávají s graficky vyjádřenou stupnicí klasifikačních tříd.<sup>1</sup>

Tabulka 1 - Klasifikační třídy energetické náročnosti budov <sup>1</sup>

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	$U_{em}$	
A	$0,5 \times E_R$	$0,65 \times E_R$	Mimořádně úsporná
B	$0,75 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	Velmi úsporná
C	$E_R$		Úsporná
D	$1,5 \times E_R$		Méně úsporná

<sup>1</sup> Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. č. 36/2013 Sbírky zákonů na straně 738. 2013.

E	2 x E <sub>R</sub>	Nehospodárná
F	2,5 x E <sub>R</sub>	Velmi nehospodárná
G		Mimořádně nehospodárná

## 2.2) Průkaz energetické náročnosti budov

Průkaz energetické náročnosti budov (PENB) nám vyhodnocuje, s jakými náklady bude nutné počítat při provozu nemovitosti. Tento provoz nemovitosti je standardizován zejména pro vzájemné porovnání mezi ostatními průkazy. V průkazu jsou kategorie A-G a od roku 2013 je potřeba dodržet: průměrný součinitel prostupu tepla, celkovou spotřebu energie a celkovou spotřebu neobnovitelné primární energie. V průkazu dochází ke zhodnocení veškeré energie potřebné na provoz budovy, je to např. energie na vytápění, osvětlení, provoz klimatizačních systémů, provoz čerpadel, atd.. Průkaz lze zpracovat pro jakoukoliv budovu či její ucelenou část. Součástí PENB je dále posouzení vhodnosti navržených systémů a případně taky návrh vylepšení.<sup>2</sup>

Při pronájmu budovy nebo její ucelené části je nutnost uvádět průkaz do informačních a reklamních materiálů zde se použije zjednodušená forma, kde bude znázorněna jen klasifikační třída současného stavu celkové dodané energie a její měrná hodnota na energeticky vztaženou plochu. <sup>2</sup>

*„Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek je povinen zajistit zpracování průkazu:“<sup>2</sup>*

- *při výstavbě nové budovy nebo při větší změně dokončené budovy*
- *pro budovu užívanou orgánem veřejné moci*
  - *od 1. července 2013 (budova s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 500 m<sup>2</sup>)*

---

<sup>2</sup> Odbor 32100. Průkaz energetické náročnosti budov. *MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU*[online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument119528.html>

- o od 1. července 2015 (budova s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250 m<sup>2</sup>)

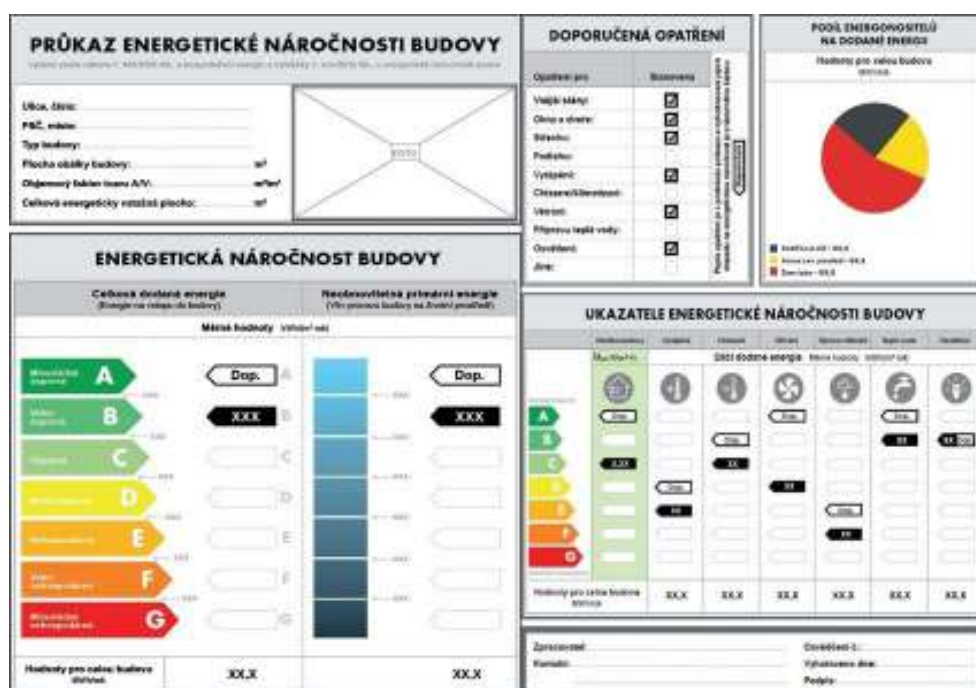
- pro užívané bytové domy nebo administrativní budovy

Od 1. ledna 2013 je rovněž stanovena povinnost vypracování PENB v případě prodeje a pronájmů nemovitostí. Podle § 7a odst. 2 zákona je totiž vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek povinni zajistit zpracování průkazu:

- při prodeji budovy nebo ucelené části budovy
- při pronájmu budovy
- od 1. ledna 2016 při pronájmu ucelené části budovy

Průkaz platí 10 let ode dne data vyhotovení nebo do provedení větší změny dokončené budovy, pro kterou byl zpracován. Průkaz může vypracovat pouze energetický specialista, který je oprávněn Ministerstvem ke zpracování průkazu.<sup>3</sup>

Obrázek 1 - Průkaz energetické náročnosti budov.<sup>4</sup>



<sup>3</sup> Odbor 32100. Průkaz energetické náročnosti budov. *MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU*[online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument119528.html>

<sup>4</sup> Průkaz energetické náročnosti budovy a energetický audit. *TZB-INFO* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/10584-prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-a-energeticky-audit>



Od 1. 4. 2013 je v platnosti vyhláška č. 78/2013 Sb. podle směrnice č. 2010/31/EU. Vyhláška určuje požadavky, podle kterých by pak mělo dojít k porovnání staveb z hlediska jejich tepelně technických vlastností. Při sestavování PENB se posuzují tři kritéria, která musí platit současně a nejhorší zatřídění může být ve třídě C.

Patří sem:

1. Průměrný součinitel prostupu tepla – slouží k zatřídění budovy podle vypočítaného součinitele prostupu tepla

2. Celková spotřeba energie – udává součet jednotlivých spotřeb energie na provoz domu a patří sem spotřeba na vytápění, osvětlení, chlazení, ohřev vody a provoz dalších systémů.

3. Celková spotřeba neobnovitelné primární energie – z hlediska budovy je tato položka nejméně účelná, protože s provozem nemá nic společného. Jedná se zde především o konverzní faktory jednotlivých paliv, které spotřebováváme na provoz budovy. Nutnost dodržet tuto celkovou spotřebu neobnovitelné primární energie nám v případě novostavby nebo změny stavby dost stěžuje práci v případě návrhu systému na vytápění.

Daný problém se nejvíce projeví při návrhu vytápění jen pomocí elektrokotle, protože elektřina má stanoven konverzní faktor přeměny neobnovitelné primární energie na hodnotě 3. Tento problém se objeví při výpočtu PENB, kdy díky vysokému konverznímu faktoru v rámci elektrické energie nám PENB nevyjde. V současné době není skoro možné navrhnout způsob vytápění jen pomocí elektrokotle, a aby nám PENB při vytápění elektrokotlem vyšel, je nutné navrhnout doplňkový zdroj vytápění. Jako doplňkový zdroj vytápění se dá použít tepelné čerpadlo, solární kolektory, fotovoltaické panely, kotle na biomasu atd.. Samotná budova s elektrokotlem bez bivalentního zdroje pro vytápění nemá šanci splnit požadovanou hodnotu PENB. Daná situace platí u 95% procent staveb bez bivalentního zdroje vytápění, se zatříděním stavby v energetickém štítku obálky budovy jako B a C.

## 2.3) Energetický posudek

Dle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií musí být Energetický posudek proveden pro:

*„a) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené budovy se zdrojem energie s instalovaným výkonem vyšším než 200 kW; energetický posudek je součástí průkazu podle § 7a, odst.4, písm. c),“<sup>5</sup>*

*„b) posouzení proveditelnosti zavedení výroby elektřiny u energetického hospodářství s celkovým tepelným výkonem vyšším než 5 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných,“<sup>5</sup>*

*„c) posouzení proveditelnosti zavedení dodávky tepla u energetického hospodářství s celkovým elektrickým výkonem vyšším než 10 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných; u energetického hospodářství, které užívá plynové turbíny, se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 2 MW, u spalovacích motorů se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 0,8 MW,“<sup>5</sup>*

*„d) posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů,“<sup>5</sup>*

*„e) vyhodnocení plnění parametrů projektů realizovaných v rámci programů podle písmene d).“<sup>5</sup>*

---

<sup>5</sup> Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. č. 115/2000 Sbírky zákonů na straně 5314. 2000

## 2.4) Nová zelená úsporám

Nová zelená úsporám pro rodinné domy byla odstartována 15. 5. 2015 a klade si za úkol zjednodušit nutnou administraci pro vyřízení dotace. Maximální množství dotací pro rodinný dům, které je možné vyčerpat, je 50% z celkových nákladů a maximálně lze získat 5 mil. Kč. Stejně jako v minulých letech i letos se daná výzva skládá ze tří základních pilířů dotační podpory.<sup>6</sup>

Jsou to:

A – Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů

- dotace na zateplení obálky budovy
- jsou podporována dílčí i komplexní opatření

B – Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností

- dotace na výstavbu rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností

C – Efektivní využívání zdrojů energie

- dotace na výměnu neekologického zdroje tepla
- dotace na výměnu elektrického vytápění za systémy s tepelným čerpadlem a další.<sup>6</sup>

## 2.5) Tepelně technické posouzení

Tepelně technické posouzení je na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 a má ověřit zda daný objekt a jeho konstrukce splňuje:

- tepelně technické požadavky
- požadavky z hlediska úspory energie

a to tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

---

<sup>6</sup> NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. *TZB-INFO* [online]. 2015 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/zelena-usporam-na-tzb-info>

### 3) POSOUZENÍ Z HLEDISKA ÚSPORY ENERGIE A OCHRANY TEPLA DLE ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012

#### 3.1.1) Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

„Konstrukce a styky konstrukcí v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$  musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu splňoval podmínku: “<sup>7</sup>

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

„Pro konstrukce v prostorách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50\%$  lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  použít tabulku č. 2. “<sup>8</sup>

Tabulka 2 – Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50\%$ <sup>8</sup>

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Stavební konstrukce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785
Výplň otvoru podle 3.4	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656	0,655	0,655
	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655

<sup>7</sup> ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 8.

<sup>8</sup> ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 10.

### 3.1.2) Součinitel prostupu tepla

„Součinitel prostupu tepla se hodnotí pro jednotlivé konstrukce a pro budovu jako celek pomocí průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em}$ . Oba požadavky musí být splněny současně, pokud není výjimečně připuštěno jinak.“<sup>9</sup>

„Konstrukce vytápěných budov v prostorech musí mít v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi \leq 60\%$  součinitel prostupu tepla  $U$  takový, aby splňoval podmínku:“<sup>9</sup>

$$U \leq U_N$$

„kde  $U_N$  ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$  je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla.“<sup>9</sup>

„Požadovaná hodnota  $U_N$  se stanoví:

- pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky 3. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se považují všechny budovy obytné, občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. budovy školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud převažující návrhová vnitřní teplota je v uvedeném intervalu.“<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 12.

<sup>10</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 12.

Tabulka 3 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im}$  v intervalu 18 °C až 22 °C včetně<sup>11</sup>

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{i,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 <sup>11</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 <sup>11</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>11, 12</sup>	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině <sup>12</sup>	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami <sup>11</sup>	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 <sup>12</sup>	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 <sup>12</sup>	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

### 3.1.3) Průměrný součinitel prostupu tepla

„Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$  ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$  budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

kde  $U_{em,N}$  je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla ve  $W/(m^2 \cdot K)^{12}$

<sup>11</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 13.

<sup>12</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 13.

„Požadovaná hodnota  $U_{em,N}$  se stanoví:

pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im}$  v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky tabulky 4. Převažující návrhová vnitřní teplota  $\theta_{im}$ , ve °C, odpovídá návrhové vnitřní teplotě  $\theta_i$  většiny prostorů v budově nebo zóně v budově. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se považují všechny budovy obytné, občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. budovy školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud převažující návrhová vnitřní teplota je v uvedeném intervalu.“<sup>13</sup>

Tabulka 4 - Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou teplotou  $\theta_{im}$  v intervalu 18°C až 22°C včetně.<sup>13</sup>

	Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však 0,50
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však hodnota: Pro objemový faktor tvaru: $A/V \leq 0,2$ $U_{em,N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{em,N,20} = 0,45$ Pro ostatní hodnoty $A/V$ $U_{em,N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$ .

### 3.1.4) Lineární a bodový činitel prostupu tepla

„Lineární i bodový činitel prostupu tepla  $\psi$  ve  $W \cdot m^{-1} K^{-1}$  a  $\chi$  ve  $W \cdot K^{-1}$  tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí splňovat podmínku:“<sup>13</sup>

$$\psi \leq \psi_N \quad \chi \leq \chi_N$$

kde „ $\psi_N$  je požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla ve  $W \cdot m^{-1} K^{-1}$  dle Tabulky 5.“<sup>13</sup>

„ $\chi_N$  požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla ve  $W \cdot K^{-1}$  dle tabulky 5.“<sup>13</sup>

<sup>13</sup> ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 18.

Tabulka 5 - Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi<sup>14)</sup>

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [W/(m·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$\Psi_N$	$\Psi_{rec}$	$\Psi_{pas}$
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla [W/K]		
	$\chi_N$	$\chi_{rec}$	$\chi_{pas}$
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

### 3.1.5) Pokles dotykové teploty podlahy

„Podlahy se zatřídí z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$  do kategorií podle tabulky 6.“<sup>15)</sup>

Tabulka 6 - Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$ <sup>15)</sup>

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

<sup>14)</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 19.

<sup>15)</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 19.



„Pro zařídění do odpovídající kategorie musí být splněna podmínka poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$  ve  $^{\circ}\text{C}$ :“<sup>16</sup>

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

„kde  $\Delta\theta_{10,N}$  je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy ve  $^{\circ}\text{C}$ , která se stanoví z tabulky 7.“<sup>16</sup>

„Podlahy se zařídí z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$  do kategorií podle tabulky 7 Tento požadavek se nemusí ověřovat u podlah s trvalou nášlapnou celoplošnou vrstvou z textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než  $26^{\circ}\text{C}$ . Pro podlahy s podlahovým vytápěním se pokles dotykové teploty  $\Delta\theta_{10}$  stanovuje a ověřuje pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy  $\theta_{si}$  stanovenou bez vlivu vytápění při návrhové venkovní teplotě  $\theta_e = 13^{\circ}\text{C}$ .“<sup>16</sup>

Tabulka 7 - Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty<sup>[17]</sup>

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokojí, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předsíň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jeslí a školky	I.	
	operační sál, předsálí, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předsíň nemocnice	III.	II.
	pokoj dospělých nemocných	II.	I.
	pokoj nemocných dětí	I.	
	pokoj intenzivní péče	II.	I.
	kancelář	II.	
	hotelový pokoj	II.	
	pokoj v ubytovně	III.	II.
	sál kina, divadla	II.	
	místa pro hosty v restauraci	III.	II.
	prodejna potravin	III.	
	Výrobní budova	trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.
trvalé pracovní místo bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi		III.	II.
sklad se stálou obsluhou		IV.	III.

<sup>16</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 19.

<sup>17</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 20.

### 3.1.6) Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

*„Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce  $M_c$  v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}^1)$  mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy: “<sup>18</sup>*

$$M_c = 0$$

*„Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{c,a}$  v  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  tak, aby splňovalo podmínku: “<sup>18</sup>*

$$M_c \leq M_{c,N}$$

*„Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot: “<sup>18</sup>*

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$$

*„nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  se použije 6 % jeho plošné hmotnosti; “<sup>18</sup>*  
*pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot*

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

---

<sup>18</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 21.

„nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg.m}^{-3}$  ; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg.m}^{-3}$  se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.“<sup>19</sup>

### 3.1.7) Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

„Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2.\text{a})$  tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{ev}$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2.\text{a})$ .“<sup>19</sup>

### 3.1.8) Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

„V obvodových konstrukcích se nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů. Všechna napojení konstrukcí mezi sebou musí být provedena trvale vzduchotěsně podle dosažitelného stavu techniky. Požadavek se vztahuje zejména na spáry v osazení výplní otvorů. U funkčních spár ve výplních otvorů u lehkého obvodového pláště je požadována hodnota třídy průvzdušnosti LP1 u budov s větráním přirozeným nebo kombinovaným, LP2 u budov s větráním výlučně nuceným.“<sup>20</sup>

„Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se ověřuje pomocí celkové intenzity výměny vzduchu  $n_{50}$  v  $\text{h}^{-1}$  při tlakovém rozdílu 50 Pa, stanovené experimentálně dle ČSN EN 13829. Doporučuje se splnění podmínky:“<sup>20</sup>

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

---

<sup>19</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 21.

<sup>20</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 23.

Tabulka 8 - Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu  $n_{50,N}^{21}$

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [ $h^{-1}$ ]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy)	0,6	0,4

### 3.1.10) Tepelná stabilita místnosti v zimním období

„Požaduje se, aby kritická místnost na konci doby chladnutí  $t$  vykazovala pokles výsledné teploty  $\Delta\theta_{v(t)}$  ve  $^{\circ}C$  v místnosti v zimním období podle vztahu: “<sup>22</sup>

$$\Delta\theta_{v(t)} \leq \Delta\theta_{v,N(t)}$$

kde „ $\Delta\theta_{v,N(t)}$  je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období ve  $^{\circ}C$ , stanovená z tabulky 8, kde  $\theta_i$  je návrhová vnitřní teplota podle ČSN 73 0540-3. “<sup>22</sup>

Tabulka 9 - Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty místnosti v zimním období  $\Delta\theta_{v,N(t)}$ <sup>22</sup>

Druh místnosti (prostoru)	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N(t)}$ [ $^{\circ}C$ ]
S pobytem lidí po přerušení vytápění:	
– při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně;	3
– při vytápění kamny a podlahovým vytápění;	4
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění:	
– při přerušení vytápění topnou přestávkou:	
– budova masivní;	6
– budova lehká;	8
– při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{v,min}$ ;	$\theta_i - \theta_{v,min}$
– při skladování potravin;	$\theta_i - 8$
– při nebezpečí zamrznutí vody.	$\theta_i - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody).	$\theta_i - 1$

<sup>21</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 23.

<sup>22</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 25.

### 3.1.9) Tepelná stabilita místnosti v letním období

„Kritická místnost (vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max}$  ve °C podle vztahu: “<sup>23</sup>

$$\Theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

„kde  $\theta_{ai,max,N}$  je požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období ve °C, stanovená podle tabulky. 10. “<sup>23</sup>

Tabulka 10 - Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období<sup>23</sup>

Druh budovy		Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní <sup>1)</sup>		27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla	– do 25 W/m <sup>3</sup> včetně	29,5
	– nad 25 W/m <sup>3</sup>	31,5
<sup>1)</sup> U obytných budov je možné připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodin během normového dne, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.		

„Budovy vybavené strojním chlazením musí splnit podmínku nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním  $\theta_{ai,max} \leq 32$  °C, při čemž se do výpočtu nezahrnuje chladicí výkon klimatizace, ani tepelné zisky od technologických zařízení a kancelářského vybavení. Nesplnění požadavku se připouští výjimečně, prokáže-li se, že jeho splnění není technicky možné nebo ekonomicky vhodné s ohledem na životnost budovy a její provoz. “<sup>23</sup>

<sup>23</sup> ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540, s. 28.

## 4.) ÚSPORNÉ DOMY

Zásadou návrhů všech úsporných domů je jejich jednoduchý kompaktní tvar a správná orientace ke světovým stranám. Jedná se zejména o orientaci obytných místností směrem k jihu s dostatečnými prosklenými plochami a s vhodným stínícím systémem. V případě orientace objektu je dále vhodné na severní stranu umístit technické místnosti a místnosti, které nepotřebují tolik světla. Podstatou co největší úspory je pak řízené větrání s rekuperací vzduchu a co nejlepší zateplení všech obalových konstrukcí. Všechny nové domy musí splňovat požadavky dle vyhlášky 78/2013 o energetické náročnosti budov.<sup>24</sup>

### 4.1) Nízkoenergetické domy

Nízkoenergetické domy jsou domy, které jsou poměrně dobře zateplené a jejich spotřeba by měla být do 50 kWh/m<sup>2</sup> za rok. Běžné stavby, které se stavěly před 5 - 10 lety, mají spotřebu 80-140 kWh/m<sup>2</sup>. I když zde ještě nejsme u pasivního standardu, i v případě nízkoenergetických domů je důležité, aby stavba byla dobře orientovaná. Pobytové místnosti by měli být směrem k jihu, aby zde byli co největší solární zisky a technické místnosti je vhodné orientovat k severní straně. U nízkoenergetických domů je důležitá volba kvalitní izolace. Větrání je zde povoleno, ale je potřeba mít na paměti, že i v případě nejnižší povolené hygienické výměny vzduchu v místnosti a potažmo v budově budova přichází o nastřádané teplo. U nízkoenergetických budov je doporučováno používat klimatizační jednotku s rekuperací tepla. Rekuperace nám zajistí potřebnou výměnu vzduchu bez energetických ztrát.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Zákony ČR o nulových domech. *NULOVÉ DOMY* [online]. 2012 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-stanovuji-zakony/zakony-cr-o-nulovych-domech.htm>

<sup>25</sup> Nízkoenergetické domy. *Nazeleno.cz* [online]. 2008 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/nizkoenergeticke-domy.dic>

## 4.2) Pasivní domy

U pasivních domů je nejdůležitější volba vhodné orientace k světovým stranám, aby budova měla co největší pasivní zisky. Dále se už zde setkáme s požadavkem na řízené větrání s rekuperací tepla. V případě volby konstrukce u pasivního domu je důležité, aby byl dodržen kompaktní tvar kvůli omezení vyzařování tepelných ztrát do prostoru. U pasivního domu je roční spotřeba tepla maximálně 15 kWh/m<sup>2</sup>.<sup>26</sup>

Požadavky na pasivní domy jsou:

- měrná roční potřeba tepla na vytápění je maximálně 15 kWh/(m<sup>2</sup>a),
- neprůvzdušnost obálky budovy n<sub>50</sub> ověřená tlakovou zkouškou nesmí překročit hodnotu 0,6<sup>-1</sup>/hod, což znamená, že při přetlaku nebo podtlaku 50 Pa se nesmí za hodinu vyměnit netěsnostmi v obálce více než 60 % vnitřního objemu vzduchu
- celková potřeba primární energie spojená s provozem budovy včetně domácích spotřebičů je nižší než 120 kWh/(m<sup>2</sup>a).

## 4.2) Nulové domy

Základem nulového domu, tedy domu s téměř nulovou spotřebou energie, jsou všechny konstrukční zásady jako u domu pasivního. V případě nulového domu je spotřeba energie v největší míře kryta z obnovitelných zdrojů. Spotřeba energie u nulového domu by měla být menší než 5 kWh/m<sup>2</sup> za rok.<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup>CO JE PASIVNÍ DŮM? *CENTRUM PASIVNÍHO DOMU* [online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>

<sup>27</sup> Nulové domy. *Nazeleno.cz* [online]. 2008 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/nulove-domy.dic>

Vlivem Evropské unie došlo v naší legislativě k novele zákona o hospodaření s energií č.318/2012 Sb. s účinností od 1. 1. 2013 s novou prováděcí vyhláškou 78/2013 Sb. s účinností od 1. 4. 2013, která nám klade požadavky na nové budovy.<sup>28</sup>

#### Nové domy (bytové, rodinné, administrativní) od roku 2018 / 2019 / 2020

Musí splňovat požadavky tak, aby měly téměř nulovou spotřebu energie (nulové domy)

a to:

- od 1. ledna 2018 (pro domy s podlahovou plochou větší než 1 500 m<sup>2</sup>)
- od 1. ledna 2019 (pro domy s podlahovou plochou větší než 350 m<sup>2</sup>)
- od 1. ledna 2020 (pro domy s podlahovou plochou menší než 350 m<sup>2</sup>)

#### Nové domy veřejné správy od roku 2016 / 2017 / 2018

Musí splňovat požadavky tak, aby měly téměř nulovou spotřebu energie (nulové domy)

a to:

- od 1. ledna 2016 (pro domy s podlahovou plochou větší než 1 500 m<sup>2</sup>)
- od 1. ledna 2017 (pro domy s podlahovou plochou větší než 350 m<sup>2</sup>)
- od 1. ledna 2018 (pro domy s podlahovou plochou menší než 350 m<sup>2</sup>)

---

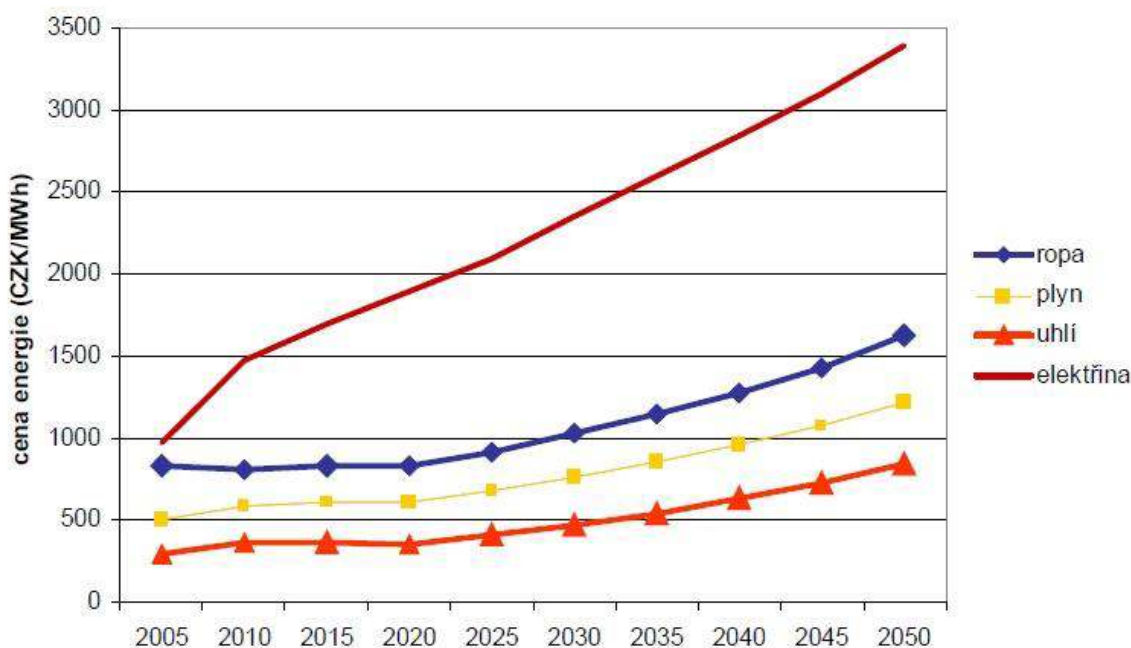
<sup>28</sup> Zákony ČR o nulových domech. *NULOVÉ DOMY* [online]. 2012 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-stanovuji-zakony/zakony-cr-o-nulovych-domech.htm>



## 5.) CENY ENERGIÍ A JEJICH VÝVOJ

Co se týká cen energií tak v minulých letech se cena snižovala a v současné době ceny spíše stagnují, nicméně může dojít ke zdražování kvůli novele energetického zákona. <sup>[29]</sup> Prognóza cen energií na dalších několik let je spíše taková, že ceny porostou a že po ekonomickém oživení nastolí trend, který tu byl před krizí.

Obrázek 2 - Prognóza cen energií do roku 2050 (CZK/MWh) <sup>[30]</sup>



Vývoj ceny plynu a elektřiny v jednotlivých letech je na následujících obrázcích a jak je patrné, tak cena elektřiny je zhruba 4x větší než cena plynu. Vysoká cena elektřiny je dána stále ještě velkým množstvím fungujících uhelných elektráren a nově i kvůli dotacím na „zelenou“ energii. Jak u ceny elektřiny tak i u ceny plynu můžeme hovořit o pevné složce ceny, kterou mají všichni dodavatelé stejnou a je státem regulovaná

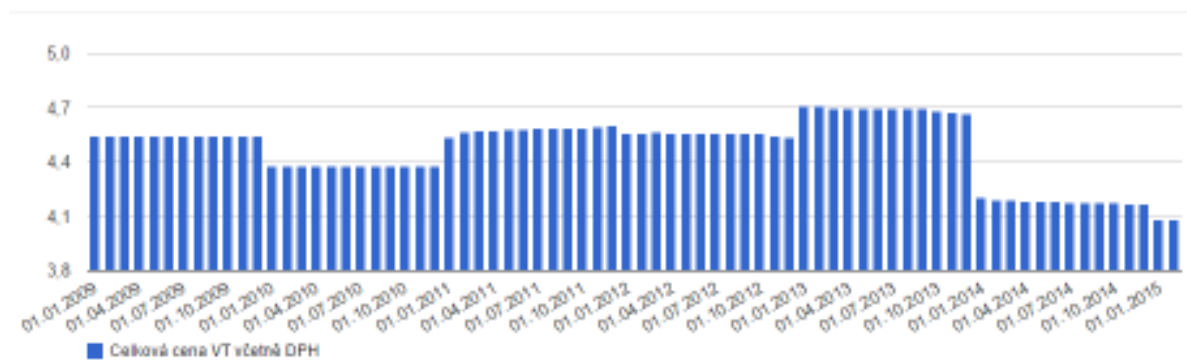
<sup>29</sup> *Cena elektřiny a plynu 2015: podrobná předpověď* [online]. 2015 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/cena-elektřiny-a-plynu-2015/>

<sup>30</sup> *Špatná zpráva pro obnovitelné zdroje* [online]. 2010 [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/studie-ceps>

a o pohyblivé složce ceny, která je závislá na dodavateli. Jelikož má každý dodavatel různé sazby, tak jeho změnou můžeme výrazně ušetřit.

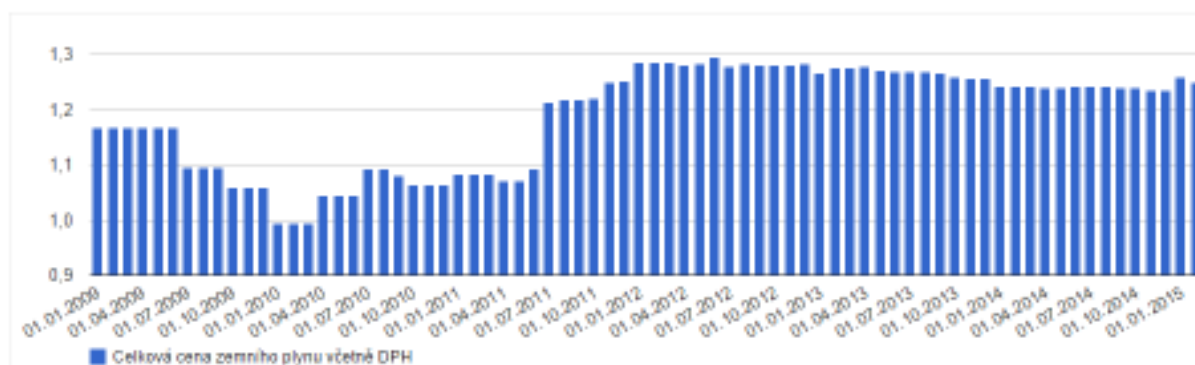
Obrázek 3 - Vývoj ceny elektřiny<sup>31</sup>

Celková cena elektřiny Česká republika - D02d [Kč/kWh]



Obrázek 4 - Vývoj ceny plynu<sup>32</sup>

Odběr 20-25 MWh/rok, celková cena zemního plynu na území Česká republika [Kč/kWh]



## 5.1) Porovnání aktuálních cen energií

V současné době existuje mnoho stránek, které vám srovnají ceny energií, takže možnost, jak ušetřit je jednoduchá a přitom se nejedná o drobné částky.

<sup>31</sup> Vývoj celkových cen elektřiny [online]. 2015 [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektriny>

<sup>32</sup> (Vývoj celkových cen zemního plynu, 2015)

V případě porovnání cen elektřiny na internetovém srovnávači <http://kalkulator.tzb-info.cz/> pro modelový příklad kdy zadáme parametry pro porovnání cen:

VT: 4 000,0 kWh, sazba: D02d, jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně, region: Praha, distribuční území `PRE`, a ceník z 16.2.2015 nám rozdíl mezi nejlevnějším dodavatelem (16 999 Kč) a tím nejdražším (20 409 Kč) činí 3 410 Kč ročně.

Podobné to je i u plynu, zde v případě srovnání cen při spotřebě 20 000 kWh (1 895,7 m<sup>3</sup>) a při použití plynu na vytápění a ohřev teplé vody v Pražském regionu a ceníku z 16.2.2015 nám rozdíl mezi nejlevnějším dodavatelem (24 355Kč) a tím nejdražším (32 729 Kč) činí 8 374 Kč ročně.

## 6.) TEPELNÁ AKUMULACE KONSTRUKCÍ

Tepelná akumulace konstrukcí má pro nás velký vliv z hlediska projektování a navrhování domů a tepelné pohody místnosti. V současné době dochází k čím dál větší oblibě dřevostaveb. A v důsledku toho je nutné řešit i tepelnou akumulaci konstrukcí, přestože si spousta lidí neuvědomuje její důležitost. Porovnání tepelných ztrát konstrukce je jednoduché a svádí to k tomu, abychom volili lehčí a levnější materiály s nižší tepelnou akumulací, nicméně si pak většinou neuvědomujeme důsledek svého rozhodnutí. Rozvíjení této problematiky bude hrát do budoucna čím dál tím větší roli.

### 6.1) Měření tepelné akumulace

Tepelná akumulace stavebních konstrukcí se dá vyjádřit pomocí tepelné kapacity.

*„Tepelná kapacita je množství tepla, které stěna pohltí nebo vydá při ohřátí resp. ochlazení o jeden °C (nebo jeden kelvin, K).“<sup>33</sup>*

Vzorec pro výpočet tepelné kapacity konstrukce je:<sup>34</sup>

$$C = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \rho_{ij} c_{ij} d_{ij} A_j$$

kde

c = měrná tepelná kapacita vrstvy i v prvku j (J/kg.K)

ρ = hustota materiálu vrstvy i v prvku j (kg/m<sup>3</sup>)

d = tloušťka vrstvy i v prvku j (m)

A = plocha prvku j (m<sup>2</sup>)

---

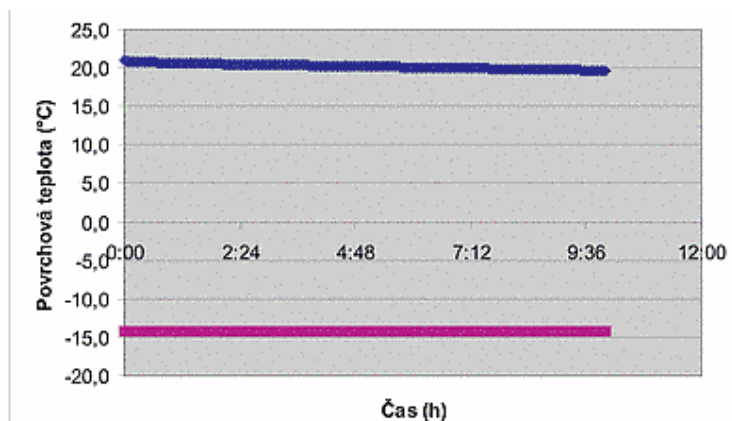
<sup>33</sup> HEJHÁLEK, Jiří. Tepelná akumulace a teplotní setrvačnost u dřevostaveb. *Stavebnictví a interiér* [online]. 2005, **2005**(6) [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/tepelna-akumulace-a-teplotni-setrvacnost-u-drevost/>

<sup>34</sup> *Tepelné chování budov*. Praha: ČNI, 2000.

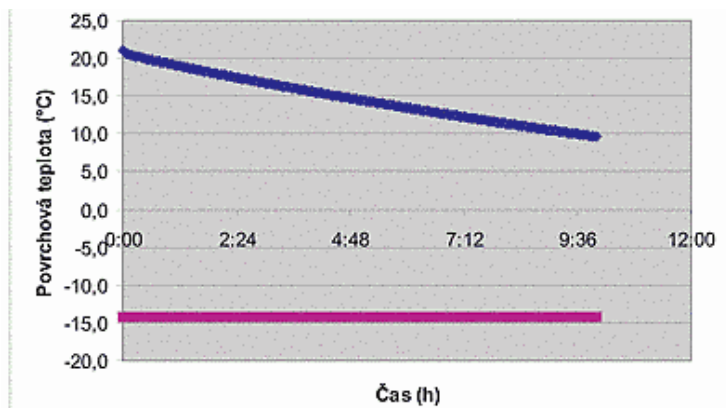
Tepelná akumulace konstrukce je tím větší, čím větší je objemová hmotnost konstrukce, takže beton sám o sobě bude mít jednu z největších tepelných akumulací.

Následující obrázky znázorňují poklesu povrchové teploty v závislosti na čase a materiálu konstrukce.

Obrázek 5 - Reakce vnitřní povrchové teploty na přerušení tepelného toku na vnitřní straně obvodové stěny o skladbě i-beton(150 mm)-XPS(200mm)-e. Relaxační doba sestavy 396 hodin. Počáteční ustálené podmínky: vnitřní teplota 21 °C, venkovní -15 °C.<sup>35</sup>

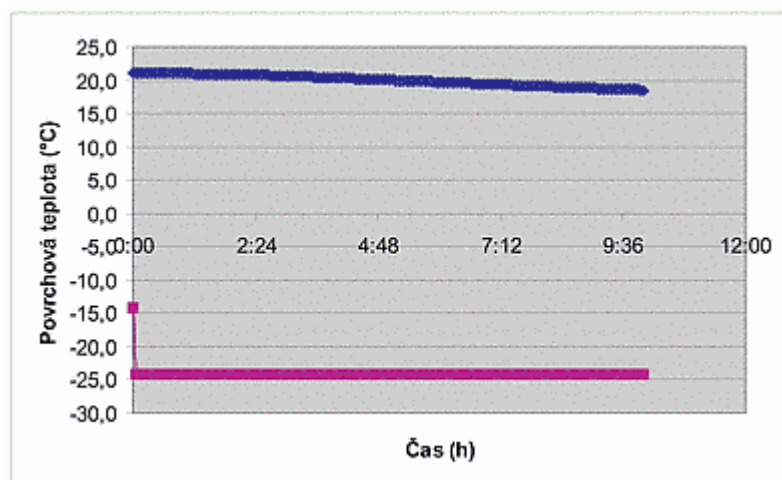


Obrázek 6 - Reakce vnitřní povrchové teploty na přerušení tepelného toku na vnitřní straně obvodové stěny o skladbě i-SDK(24 mm)-XPS(200mm)-e. Relaxační doba sestavy 34,4 hodiny. Počáteční ustálené podmínky: vnitřní teplota 21 °C, venkovní -15 °C.<sup>35</sup>



<sup>35</sup> HEJHÁLEK, Jiří. Tepelná akumulace a teplotní setrvačnost u dřevostaveb. *Stavebnictví a interiér* [online]. 2005, 2005(6) [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/tepelná-akumulace-a-teplotní-setrvačnost-u-dřevost/>

Obrázek 7 - Reakce vnitřní povrchové teploty na skokový pokles venkovní teploty z -15 °C na -25 °C při konstantním tepelném toku na vnitřní straně obvodové stěny o skladbě i-SDK(24 mm)-XPS(200mm)-e. Relaxační doba sestavy 34,4 hodiny. Počáteční ustálené podmínky: vnitřní teplota 21 °C, venkovní -15 °C:<sup>36</sup>



V případě konstrukce, která je ohřátá nerovnoměrně a přenáší teplotní spád v zimním období klidně i 40°C, je znalost tepelné kapacity v podstatě nepohodlná, protože ke stabilizaci vnitřního prostředí pomáhá jen malá část konstrukce u vnitřního povrchu, která má toto teplo naakumulované. V případě akumulace je tedy důležitá ochrana konstrukce před vnějšími vlivy. Nechráněný venkovní povrch v zimě akumuluje chlad a v létě bývá rozpálený. Pokud máme vrstvu s vysokou akumulací, která je ovlivněna venkovními podmínkami, nebude tato vrstva přispívat k dobré teplotní pohodě v místnosti. Důležitou roli zde hraje rychlost, kterou teplo uniká směrem z konstrukce nebo do ní. Jestliže zateplíme konstrukci, tak v případě těžkých stěn jako jsou stěny betonové nebo z plných cihel, se teplotní spád soustřeďuje do izolace. Izolace je tedy ohřátá na teplotu exteriéru a těžká vrstva v interiéru je v celé tloušťce ohřátá na ustálenou vnitřní teplotu a maximálně přispívá ke stabilizaci vnitřní teploty při teplotních výkyvech. Je to z toho důvodu, že teplo špatně uniká přes tepelnou izolaci ven, takže ho jednak těžká vrstva stihne naakumulovat a jednak v případě potřeby ho předat zpátky do místnosti. Pokud bychom izolaci otočili, tak nám ani v zimě ani v létě daná tepelná akumulace ke stabilizaci vnitřní teploty nepomůže.

36

---

<sup>36</sup> HEJHÁLEK, Jiří. Tepelná akumulace a teplotní setrvačnost u dřevostaveb. *Stavebnictví a interiér* [online]. 2005, 2005(6) [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/tepelnakumulace-a-teplotni-setrvacnost-u-drevost/>

## 6.2) Funkce tepelné akumulace

Dobrá akumulace stavebních konstrukcí nám významně ovlivňuje délku otopné sezóny. Toto ovlivnění je v pozitivním slova smyslu, protože dojde k jejímu zkrácení, což se projeví na účtu za vytápění. Obrázek níže porovnává délky otopné sezóny, které byly měřeny na experimentálních domech v německém Darmstadtu. Jak je zde vidět, masivní stěna s vysokou akumulací, která je zateplená, má začátek otopné sezóny mnohem později a stejně tak se může přestat topit mnohem dříve.

Pokud si toto převedeme do řeči čísel, tak průměrná spotřeba zatepleného domu je 15 000 kWh ročně což je průměrně 18 723 Kč při ceně 1,2482 Kč/kWh<sup>37</sup> a průměrná délka otopného období je 215 dnů<sup>38</sup> v lokalitě Břeclav. Za jeden otopný den tedy zaplatíme průměrně 70 Kč. Pokud bychom si to analogicky převedli na délku otopných dnů tak nám rozdíl mezi KMB SENDWIX M2410 a plynosilikátem P2-400 činí 28 dnů, což je asi 2000 Kč ročně. Samozřejmě že toto srovnání je poměrně zjednodušené a slouží spíše jen k ilustraci výhodnosti tepelné akumulace, nepočítá tedy s tím, že při použití lepší konstrukce budeme mít nižší tepelné ztráty tedy i menší spotřebu plynu na vytápění, takže konečná částka, kterou ušetříme, může být i vyšší. Pokud se na danou problematiku podíváme procentuálně, tak dojde ke snížení otopné sezóny o 15,4 %.

Obrázek 8 - Porovnání délky otopné sezóny u stavby se shodnými tepelnými ztrátami a jinou akumulací.<sup>39</sup>

KONSTRUKCE	KLASIFIKACE	OTOPNÁ SEZÓNA	(dni)
KMB SENDWIX M 2410	masivní (vysoká akumulace)	3. 11. - 6. 4.	154
pálený blok 44 P+D	masivní – (solidní akumulace)	28. 10. - 16. 4.	170
plynosilikát P2-400	Lehká + (nízká akumulace)	20. 10. - 20. 4.	182

<sup>37</sup> TZB-info. *Typické spotřeby* [online]. 2015 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-zemniho-plynu-zadani-spotreby?kraj=b>

<sup>38</sup> Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit. *TZB-info* [online]. 1994 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>

<sup>39</sup> DUDÁK, Marek. KMB SENDWIX – kouzlo tepelné akumulace. *Stavebnictví a interiér* [online]. 2006, (4) [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/kmb-sendwix-kouzlo-tepelne-akumulace/>

Pohled na tepelnou akumulaci může být dvojitý. Jestliže se jedná o dům trvale obývaný, je tepelná akumulace výhodou a dopřává k vnitřní obytné pohodě jak v zimním tak i v letním období. V zimním období zkracuje počet dnů kdy je nutné dům vytápět a má výhodu zejména v tom, že dobře umí redukovat teplotní skoky. V letním období naopak lépe chrání proti přehřívání konstrukce. Pokud ale do sebe konstrukce naakumuluje teplo v letním období, může být potom obtížné toto teplo z konstrukce dostat. Druhá nevýhoda tepelné akumulace se nám projeví u budov, které nejsou trvale užívané. V případě např. rekreační chaty bude mít tepelná akumulace těžké konstrukce nepříjemný vliv na rychlost vytopení nemovitosti a v tomto případě je zase výhodou na straně dřevostaveb, kdy se zatopí a je hned teplo. Tepelná akumulace se nicméně nevyhýbá ani dřevostavbám, zde jde především o doplnění konstrukce dřevostavby těžkými příčkami z plných pálených cihel, které nám zajistí vnitřní akumulaci schopnost.

*„Pokud je stavba dobře izolovaná a dostatečně masivní, stačí vnitřní tepelné zisky a naakumulované teplo k tomu, aby zajistily požadovanou vnitřní teplotu kolem 21 °C po celý den, i když teplota v exteriéru na delší dobu výrazně poklesne. Jestliže vnitřní části obvodových stěn, vnitřní stěny, stropy a podlahy dokáží akumulovat dostatek tepla, působí v interiéru jako stabilizátor teploty v zimním i letním období. Pokud například na jaře v noci výrazně na 12 hodin poklesne venkovní teplota, dokáží masivní konstrukce vydávat akumulované teplo zpět do interiéru, ze kterého postupně uniká obvodovými konstrukcemi a větráním díky nižším vnějším teplotám.“<sup>40</sup>*

### **6.3) Tepelná akumulace, relaxační doba a vliv zateplení**

Při projektování je velice důležitá volba obvodových konstrukcí kdy se setkáváme s požadavkem investora na volbu co nejlepší stavební konstrukce s přihlédnutím k tepelně-technickým vlastnostem za co nejlepší cenu. Volba obvodového zdiva zajímá spoustu investorů, protože toto rozhodnutí s sebou nese nižší viditelné pořizovací náklady, ale i nižší případné náklady na zateplení. V rámci

---

<sup>40</sup> DUDÁK, Marek. KMB SENDWIX – kouzlo tepelné akumulace. *Stavebnictví a interiér* [online]. 2006, (4) [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/kmb-sendwix-kouzlo-tepelne-akumulace/>



této problematiky jsem se snažil najít co možná nejvýhodnější stavební materiál v poměru „cena/výkon“. Jako nejrozumnější a nejvíce průkazné bylo srovnání jednotlivých zděicích prvků na základě relaxační doby. Jak již bylo totiž zmíněno dříve, vysoká akumulace a tedy vysoká relaxační doba má za následek zkrácení otopné sezóny.

Výhodou porovnávání jednotlivých stavebních materiálů podle relaxační doby oproti součiniteli prostupu tepla je to, že se při výpočtu relaxační doby používá nejen součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  [W/m.K] ale taky tloušťka dané konstrukce, tepelná kapacita [ $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ] a hustota daného materiálu  $\text{kgm}^{-3}$ . Díky tomu dostaneme mnohem lepší obraz o dané konstrukci než při samotném srovnávání hodnot součinitele prostupu tepla jelikož i zde vycházíme z tepelné vodivosti, kterou ale obohacujeme o další podstatné návrhové členy.

Důležitost relaxační doby ukáží na příkladu. Podle obr. č. 7 se totiž může zdát, že KMB SENDWIX M 2410 je velice dobrá stavební konstrukce, která je lepší než pálený blok 44 P+D, který má stejný součinitel prostupu tepla. Je tu ale jeden problém - a to především v doplňkové izolaci u KMB SENDWIX M 2410 díky ní je relaxační doba této konstrukce přibližně 272 hodin a součinitel prostupu tepla  $U = 0.262 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ . Pálený blok 44 P+D má přibližně stejný součinitel prostupu tepla, ale chybí mu daná tepelná izolace, takže relaxační doba bude pouze 168 hodin.

Když si toto ale převedeme do řeči čísel, tak 1 vápenocementový kvádr SENDWIX 8DF-D stojí přibližně 39Kč, kdežto POROTHERM 44 Profi stojí 48Kč a má mnohem lepší součinitel prostupu tepla a větší tepelnou akumulaci než daný vápenocementový kvádr, který se mu vyrovnává až přidáním 120mm tepelné izolace. Takže rozdíl 9Kč na jednom zděicím prvku je mizivý a nic nám nebrání tomu, abychom POROTHERM 44 Profi zateplili 50mm tepelné izolace a rázem se dostaneme na relaxační dobu stěny 283 hodin.

*„Relaxační doba vyjadřuje schopnost obvodové stěny akumulovat teplo a přispívat k teplotní setrvačnosti a stabilitě v interiéru a také ke zkrácení topné sezóny. Stěny s vysokou akumulací mají dlouhou relaxační dobu. Jde o jednočíselný parametr, který přibližně říká, za jak dlouho po vypnutí topení (=přerušeni vstupu tepla do stěny na interiérové straně) klesne rozdíl teplot mezi vnitřní a venkovní povrchovou teplotou*

*stěny na cca 35 % původního rozdílu. Jednoduchost je vykoupena nepřesností, která plyne z předpokladu „stacionárního“ chladnutí.“<sup>41</sup>*

*„Relaxační doba jednoduchým způsobem reprezentuje tepelně-akumulační schopnost obvodové stěny. Stěny s vysokou tepelnou akumulací mají dlouhou relaxační dobu. Vysoká tepelná akumulace má pak příznivý vliv na teplotní setrvačnost a stabilitu v interiéru.“<sup>46</sup>*

Srovnal jsem 74 nejdostupnějších obvodových zdících prvků s cílem najít ten nejvýhodnější, tabulka všech zdících prvků je umístěna do příloh. Podkladem pro mé bádání byly dostupné technické listy výrobců. Cenové nabídky na 1 kus zdiva jsem poté našel na portálu [www.l-střechy.eu](http://www.l-střechy.eu), daná tabulka tedy nemá přesnou vypovídací hodnotu, jelikož se ceny od různých dodavatelů velice liší. Tato skutečnost poté může významně zamíchat s pořadím, nicméně přibližně ukazuje cenovou výhodnost jednotlivých stavebních materiálů.

Pokud bychom tedy interpretovali data z tabulky tak je zde patrná ta skutečnost že nejvýhodnější obvodové stavební materiály jsou šířky 400mm a více. Dochází zde totiž k tomu efektu, že změna tloušťky stavebního materiálu směrem dolů neznamená tak výraznou změnu ceny. Je zde vidět značná převaha cihelného zdiva, na prvních příčkách cihelné zdivo jednoduše překonalo Liapor, Ytong, Best, Sendwix, jelikož ceny těchto zdících prvků jsou mnohonásobně vyšší a alespoň co se týká porovnávacích vlastností ty nejsou dostatečné, aby dokázaly konkurovat cihelnému bloku.

---

<sup>41</sup> *Tepelná akumulace stěny a relaxační doba* [online]. 2015 [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/vypocty/7-tepelna-akumulace-steny-a-relaxacni-doba/>

## 7.) TEPELNÉ IZOLACE

Stejně tak jako volba obvodové konstrukce i volba tepelné izolace hraje projektování důležitou roli. Dle průzkumů typická česká domácnost spotřebuje až 70% energie na vytápění a tato spotřeba se dá mnohdy významně snížit právě dodatečnou tepelnou izolací.<sup>42</sup>

Podle zjištění a studií přispívá tepelná izolace ke zlepšení tepelné pohody člověka v domech a ke snížení respiračních onemocnění až o 50%.<sup>42</sup>

*„Zateplení za dobu své životnosti dokáže majitelům domů ušetřit desítky až stovky tisíc korun. A přestože se povědomí o výhodách o zateplení rok od roku zvyšuje, stále zbývá zateplit zhruba 145 milionům 2obvodových stěn. Při pohledu na rodinné domy je jich zatepleno okolo 11 procent. V přepočtu na jednotky se jedná o 200 tisíc bytů z celkového počtu 1,8 milionu. Právě rodinné domy tak aktuálně představují polovinu všech nezateplených bytových jednotek v České republice. Podle ČSÚ současné průměrné stáří budov dle data výstavby nebo poslední rekonstrukce v průměru přesahuje 50 let.“<sup>42</sup>*

Příklad z praxe v Maďarsku uvádí, že při dvou rozměrově i konstrukčně stejných budovách, z nichž jedna byla zateplena a druhá ponechána v původním stavu, činil rozdíl v nákladech na topení 45% mezi zateplenou a nezateplenou budovou. Jednalo se o budovy s podlahovou plochou přibližně 110m<sup>2</sup>, z toho tedy nezateplená budova spadala do energetické třídy F a zateplená do A.<sup>43</sup>

Dá se říci, že díky zateplení rodinného domu, při kterém se změní energetická třída z F na A špičkovým zateplovacím systémem a využití dotace z programu Nová zelená úsporám, je návratnost dané investice zhruba 12 let. Úspora peněz ale zateplením nekončí, protože dojde i k zhodnocení nemovitosti a případně i v budoucnu k lepšímu prodeji.

---

<sup>42</sup> ZATEPLOVÁNÍ FASÁDY. *Izolace-info* [online]. 2014 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-fasady-1/?nid=10215-jak-zmensit-ucty-za-elektrinu-a-vyhnut-se-energeticke-chudobe.html#.VOduW\\_mG-So](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-fasady-1/?nid=10215-jak-zmensit-ucty-za-elektrinu-a-vyhnut-se-energeticke-chudobe.html#.VOduW_mG-So)

<sup>43</sup> Reálný test úspory energií až 45% při zateplování staveb. *Izolace-info* [online]. 2014 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-obecne-informace/?nid=20084-realny-test-uspory-energii-az-45-pri-zateplovani-staveb.html#.VOduK\\_mG-So](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-obecne-informace/?nid=20084-realny-test-uspory-energii-az-45-pri-zateplovani-staveb.html#.VOduK_mG-So)

## 7.1) Minerální vláknité izolace

Můžeme rozlišovat dva druhy minerálních vláknitých izolací a to buďto minerální čedičovou vatu, která se vyrábí především z vyvřelých hornin např. čediče a dolomitu nebo minerální skelnou vatu, která se vyrábí z křemičitého písku, roztaveného skla, sody, dolomitu, boraxu, živce a vápence.<sup>44</sup>

*„Vláknité izolace se tedy vyrábí tavením hornin, ze kterých se vyrábí umělá vlákna, ty jsou vázána pojivem - fenolformaldehydovou pryskyřicí, která v horkém vzdušném proudu tuhne. Jako podpůrný tavicí prostředek se používá síran sodný. Fasádní desky se impregnují silikonovým olejem.“<sup>44</sup>*

Výhodou vláknitých tepelných izolací je to, že mají dobré tepelné a akustické vlastnosti, propouští vodní páry, jsou nehořlavé a odolné vůči škůdcům. Dají se použít na kontaktní zateplení fasád ve formě desek nebo na zateplení podkroví ve formě izolačních rohoží.<sup>44</sup>

## 7.2) Dřevovláknité izolace

Základním materiálem pro dřevovláknité izolace jsou jehličnaté stromy, které se zpracují na dřevní štěpku a pomocí páry a ocelových kotoučů se postupně rozvlákní. Jsou dva procesy úpravy pro tvorbu desek – mokrý a suchý proces. V případě mokrého procesu se využije pojících vlastností dřeva a jeho vláken. Tímto způsobem vznikají desky menších tloušťek - do 32mm a větší hustoty – až 300kg/m<sup>3</sup>. U suchého procesu ale dochází k obalování vláken do PU pryskyřice, takže výsledné desky mohou být až do tloušťek 240mm s menší hustotou kolem 230kg/m<sup>3</sup>. Desky se nicméně vyrábí pouze mokrým procesem.<sup>45</sup>

Předností dřevovláknitých desek je dobrá tepelná akumulace, difuzní propustnost a dobré tlumení hluku. Díky tomu, že je struktura desky pórovitá, dokáží absorbovat

---

<sup>44</sup> MINERÁLNÍ VLÁKNITÉ IZOLACE. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/vlaknite-izolace/>

<sup>45</sup> DŘEVOVLÁKNITÉ IZOLACE. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/drevovlaknite-izolace/>

vlhkost až do 1/5 své hmotnosti. S výhodou se desky používají místo sádrokartonových desek, protože tolik nepraskají, mohou se upravovat tenkovrstvými omítkami a na rozdíl od sádrokartonu mají vyšší odolnost vůči ohni. Spojování desek probíhá na pero a drážku.<sup>46</sup>

### 7.3) Dřevocementové izolace

Dřevocementová izolace je izolace skombinovaná s přírodními a syntetickými materiály. Kombinují se zde vlákna ze dřeva s polystyrenem a jako pojivo se zde používá cement. Výhodou těchto desek je vysoká pevnost, difuzní otevřenost, takže se může z konstrukce vypařovat vlhkost, a dobrá zvuková izolace. S výhodou se dřevocementové izolace používají do sendvičových příček. Nevýhodou je nízká izolační schopnost tohoto materiálu v porovnání s ostatními druhy izolace.<sup>47</sup>

### 7.4) Polystyren

Výrobky z polystyrenu jsou v současné době jedny z nejvíce používaných izolací v ČR. Je to zejména díky dobré cenové dostupnosti, která je kombinovaná s výbornými tepelně izolačními vlastnostmi s možností uplatnění do široké škály stavebních konstrukcí. Dělení polystyrenů je na polystyreny expandované a extrudované. Expandované polystyreny se používají na fasády, mají nižší pevnost a odolnost a do jejich nevýhod také patří nasákavost. Extrudované polystyreny jsou s vyšší pevností a mají nízkou nasákavost, takže se využívají v konstrukcích plochých střech nevýhodou ovšem je vyšší cena. Expandované polystyreny se označují jako EPS. Na fasády se dále označují jako EPS F, na střechy EPS S a zemní polystyren jako EPS Z. Označení extrudovaných polystyrenů je XPS.<sup>48</sup>

---

<sup>46</sup> DŘEVOVLÁKNITÉ IZOLACE. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/drevovlaknite-izolace/>

<sup>47</sup> DŘEVOVLÁKNITÉ IZOLACE. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/drevovlaknite-izolace/>

<sup>48</sup>

## 7.5) Polyuretan, PUR

Polyuretanová pěna je pěnový izolant na organické bázi, který se s výhodou používá na zateplování podkroví. PUR izolace jsou ve formě desek, ke kterým bývá přilepena hliníková fólie. PUR izolace se může aplikovat i samostatným nástřikem kdy během pár vteřin několikanásobně zvětší svůj objem. Díky nástřiku dojde k důkladnému zaplnění všech spár a k velice rychlé aplikaci na povrch konstrukce. Výhodou této izolace je dále i to, že má hydroizolační vlastnosti a minimální nasákavost a jedná se o jednu z nejlepších izolací s nízkým součinitelem prostupu tepla. Nevýhodou této izolace je cena, která zůstává velmi vysoká.<sup>49</sup>

## 7.6) Polyisokyanurát, PIR

Polyisokyanurát je zdánlivě podobný jako polyuretanová pěna a má s ní i podobné vlastnosti, jako je nízká objemová hmotnost. Na rozdíl od polyuretanové pěny je ale tužší a má uzavřenou strukturu, která nepřijímá žádnou vlhkost. Má dobrou požární odolnost - třída hořlavosti B2 - je to nesnadno hořlavý materiál. Odolává teplotám až 90°C a krátkodobě i teplotám do 250°C. PIR se dodává ve formě desek, které mají různou povrchovou úpravu – plast nebo plech. Díky velice dobrým tepelně – izolačním vlastnostem splňuje normové požadavky při mnohem menších tloušťkách než je tomu v případě polystyrenu.<sup>50</sup>

## 7.7) Pěnové sklo

Pěnové sklo má velice velkou pevnost a dobré izolační vlastnosti proto se používá na zateplení základů popř. k různým detailům u vstupu do budovy nebo na ploché střechy. Výroba pěnového skla se provádí dvěma způsoby. První způsob je že se vyrábí z aluminio-silikátového skla. Druhý způsob je zpracování pěnového skla

---

<sup>49</sup> POLYURETAN, PUR. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/polyuretan/>

<sup>50</sup> POLYISOKYANURÁT, PIR. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/polyisokyanurat/>

z odpadních stěpů, které se taví za přítomnosti chemikálií. Pěnové sklo má velice výborné vlastnosti je nenasákavé, nehořlavé a plně recyklovatelné takže šetří životní prostředí.<sup>51</sup>

## 7.8) Materiál na bázi papíru a celulózy

Izolace na bázi papíru a celulózy se vyrábí rozemletím starého recyklovaného papíru, do kterého se přidají přísady pro zlepšení vlastností v podobě boraxu nebo kyseliny borité. V případě, že bychom izolaci chtěli použít na zeď, tak se aplikuje ještě lepidlo. Výhodou izolace na této bázi je minimální energie na vstupu pro výrobu. Izolace se dá aplikovat např. do podkroví foukanou formou, takže dokonale zaplní veškeré místo. Další výhodou je dobrá zvuková pohltivost této izolace v případě vyššího zhutnění.<sup>52</sup>

## 7.9) Izolace z přírodních materiálů

### 7.9.1) Izolace z ovčí vlny

Ovčí vlna je přírodní materiál, který má výbornou hydroskopičnost, takže se i při opakovaném zatížení a odlehčení vrátí do svého původního stavu. U práce s ovčí vlnou nejsou potřebné žádné ochranné pomůcky a má velice dobrou trvanlivost. Problémem ovčí vlny jako izolačního materiálu je náchylnost k napadení různými škůdci, proto se musí proti těmto škůdcům ošetřovat. Výhodou ovčí vlny je to, že sama bez přispění dalšího ohně nehoří a je samozhášivá.<sup>53</sup>

---

<sup>51</sup> PĚNOVÉ SKLO. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/penove-sklo/>

<sup>52</sup> MATERIÁLY NA BÁZI PAPIRU A CELULÓZY. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/foukana-a-sypka-izolace/materialy-na-bazi-papiru-a-celulozy/>

<sup>53</sup> IZOLACE Z OVČÍ VLNY. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/izolace-z-prirodnich-materialu/izolace-z-ovci-vlny/>

## 7.10) Izolace z konopí

Dalším přírodním materiálem je izolace z konopí. Surovinou pro výrobu izolace je konopné vlákno, které je zkráceno na 7-8cm. Aby vlákna držela pohromadě, používají se BiCo pojiva – jsou to pojiva na bázi polypropylenu a jsou zdravotně nezávadná. Směs konopí a pojiv se poté vsune do termofixačních pecí, kde se spojí pojivo s konopnými vlákny. Izolace z konopí je tloušťky 20-180mm, je nesnadno hořlavá ve třídě B2 a dá se použít na jakékoliv zateplení. <sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> KONOPÍ. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/izolace-z-prirodnich-materialu/konopi/>



## 8.) MOŽNOST ZATEPLENÍ DOMU

### 8.1) Vnější a vnitřní zateplení stěn

Stěny můžeme zateplit buďto z vnějšku nebo zevnitř a oba tyto způsoby mají spoustu zastánců a odpůrců. U valné většiny staveb se v České republice provádí vnější zateplení. Tam, kde není možné vnější zateplení, se provádí vnitřní. Dochází zde ale k určitému tlaku a přesvědčení že vnitřní zateplení je lepší<sup>55</sup>. Zastánci tohoto tábora argumentují zejména rozšířením tohoto způsobu v západních státech. Jsou zde ale určitá fakta, která nelze opomínat jak na jedné tak i druhé straně. Rozhodně se dá říci, že zateplená stavba ať už z vnější nebo vnitřní strany je lepší než nezateplená.

Vnější zateplení má především v České republice delší historii a co se týká provedení není tak složité na detaily u napojovaných konstrukcí jako zateplení vnitřní. Tyto detaily jsou zejména u stěn a přiček. V případě vnějšího zateplení dochází k vyšší akumulaci konstrukce vlivem toho, že tepelná izolace chrání konstrukci před povětrnostními vlivy a dochází tedy i ke zkrácení topné sezóny. Další výhody jsou zejména v tom, že nám izolace neubírá plochu místnosti a její realizace neomezuje provoz uvnitř objektu. Vnější zateplení má oproti vnitřnímu nevýhody a to zejména v nutnosti stavět lešení a jelikož se jedná o vnější aplikaci, musíme brát ohled i na počasí.<sup>56</sup>

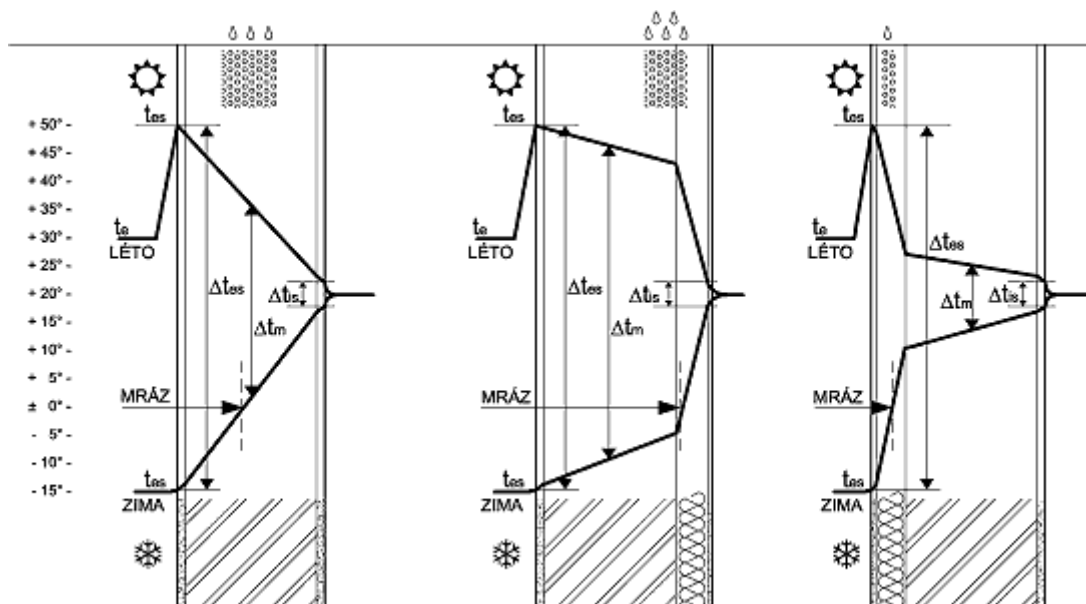
Zateplení z vnitřní strany je při dobrém provedení stejně efektivní jako z vnější strany má to ale určitá specifika. Výhoda zateplení z vnitřní strany je ta, že danou místnost rychleji vytopíme. Nevýhodou je potom to, že nám konstrukce nenaakumuluje tolik tepla a při otopné přestávce dojde k rychlejší změně vnitřní teploty, protože vnitřní konstrukce nemá dostatečnou tepelnou akumulaci. Nespornou výhodou provedení vnitřního zateplení je ale to, že nemusíme stavět žádné lešení, realizace není závislá na počasí a v případě historických budov nám zůstává jejich vzhled.

---

<sup>55</sup> ŠÁLA, Jiří. O vnitřním zateplení. *TZB-INFO* [online]. 2001 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/540-o-vnitrnim-zatepleni>

<sup>56</sup> DODATEČNÉ ZATEPLOVÁNÍ BUDOV. *Http://fast10.vsb.cz/* [online]. 2014 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/13.html>

Obrázek 9 - průběhu vnitřních teplot v konstrukci nezateplené, s vnitřním zateplením, s vnějším zateplením.<sup>[57]</sup>



Jak je vidět na obrázku průběh teplot výše, jsou zde doloženy zjištěné poznatky. Při vnějším zateplení dochází k promrznutí celé nosné konstrukce, což má za následek kondenzace vlhkosti blíže do interiéru a je nutné zde považovat nad provedením parozábrany. U vnějšího zateplení je ale kondenzace blíže exteriéru, takže se z konstrukce vodní pára dostane lépe. S teplotním průběhem uvnitř konstrukce se váže i namáhání materiálů vlivem kolísání teplot. Pro nosnou konstrukci je v tomto ohledu nejlepší, když si udržuje rovnovážnou teplotu a pokud se v ní střídají mrznoucí cykly tak dochází k její rychlejší degradaci.<sup>64</sup>

Pokud tomu tedy nebrání žádné překážky, je vždy lepší stavbu zateplovat jako celek vnějším zateplovacím systémem, který je jednodušší na provedení, než po jednotlivých místnostech vnitřním zateplením.

### 8.1.1) Kontaktní zateplení

Kontaktní zateplení stěn patří do nejvíce používaných způsobů zateplení. Má už dlouhou historii a zateplují se jím jak novostavby tak i rekonstrukce. Samotné

<sup>57</sup> ŠÁLA, Jiří. O vnitřním zateplení. *TZB-INFO* [online]. 2001 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/540-o-vnitrim-zatepeni>

zateplení se vyznačuje svojí jednoduchostí a po zaškolení ho je schopen udělat každý. Na zateplení se nejčastěji používají desky EPS-F a podle typu podkladu se kotví v doporučeném množství kotev. Na samotné desky se použije tenkovrstvá lepicí vrstva do které se vsune výztužná síťovina. Na zateplení stavby se v dnešní době používají desky tl. od 50mm a výše. Vše závisí na požadavcích na součinitel prostupu tepla stěny. Kontaktní zateplovací systém se dá použít jak u zděných budov tak i u dřevostaveb.<sup>58</sup>

### 8.1.2) Provětrávané fasády

U provětrávaných fasád se většinou používá materiál s nízkým difuzním odporem, jako jsou skelné vaty atp.. Ty se kryjí obkladovým materiálem, který je na nosné roštové konstrukci. Obklad chrání izolační vrstvu a vytvořená vzduchová vrstva umožňuje odvod vlhkosti ze stěny. Další výhodou provětrávaných fasád je to, že v letních měsících příznivě působí proti přehřívání stavby. Provětrávané fasády se spíše aplikují u administrativních a dražších objektů.<sup>59</sup>

## 8.2) Tepelná izolace střechy

Zateplení střešního pláště hraje důležitou roli v boji proti tepelným ztrátám v objektu. Samotné zateplení nám umožní snížit náklady na vytápění, ale nám i zabezpečí příjemnou teplotu v podkroví v zimním a letním období. Ukázka nekvalitně provedené izolace střechy je viditelná v zimním období, kdy nám v důsledku zvýšeného prostupu odtává sníh mezi krokviemi nebo naopak v prostoru krokví.<sup>60</sup>

Zateplení střešního pláště se dá řešit různými způsoby. Pokud máme klasický krov a chceme mít obytné podkroví je možno řešit zateplení nad krokviemi, mezi

---

<sup>58</sup> Zateplení kontaktní fasády polystyrenem. *Isover* [online]. 2015 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/zatepleni-kontaktni-fasady-polystyrenem>

<sup>59</sup> Provětrávaná fasáda - jaké má výhody? *Nazeleno.cz* [online]. 2008 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/provetravana-fasada-jake-ma-vyhody.aspx>

<sup>60</sup> ZATEPLENÍ STŘECHY. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?p=0#.VQRRZ46G\\_It](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?p=0#.VQRRZ46G_It)

krokvemi nebo pod krokvemi. Přísnější požadavky z hlediska součinitele prostupu tepla nám ale kladou čím dál tím větší požadavky na tloušťku a kvalitu tepelné izolace, takže jen samotné zateplení mezi krokvemi už nedostačuje.

Materiál pro zateplení střechy je různý a jinak cenově dostupný. Na zateplení nad krokvemi se dá použít PIR izolace o tloušťce jen 140mm<sup>61</sup> anebo se dá použít zateplení pěnou, která dokonale vyplní všechny spáry a stačí zde jen 150mm.<sup>62</sup> Pro klasické zateplení minerální vatou s lepším součinitelem prostupu tepla potřebujeme tloušťku kolem 250mm.

### 8.3) Izolace podlah a stropů

Podobně jak na izolace střechy a vnějších nosných konstrukcí, i na izolaci podlah nám ČSN 73 0540-2 stanovuje minimální požadavky na součinitele prostupu tepla. V případě podlah je to v závislosti na jejich umístění. Na zateplení podlahy na zemině se většinou používají desky typu EPS. Pokud řešíme podlahu i z hlediska akustických vlastností a chceme tedy vytvořit plovoucí podlahu, jako vhodný materiál se i zde ukazují desky typu EPS, ale dají se použít tvrzené desky z minerálních vláken.

V případě aplikace zateplení na stropní konstrukci, která odděluje vytápěnou část objektu od nevytápěné, se jako vhodná volba jeví ještě před samotnou aplikací použít parotěsnou zábranu. Zde to ale záleží na typu konstrukce a tepelně technickém posouzení. Jako izolace se používá minerální vata, použít se dá ale i jakákoliv jiná izolace, která dobře vyplní všechny spáry.<sup>63</sup>

---

<sup>61</sup> Nadkroevní tepelná izolace pod plechovou krytinou. *Izolace-info* [online]. 2013 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=8156-nadkroevni-tepelnai-izolace-pod-plechovou-krytinou.html#.VQRNNI6G\\_Is](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=8156-nadkroevni-tepelnai-izolace-pod-plechovou-krytinou.html#.VQRNNI6G_Is)

<sup>62</sup> Chytrá pěna - izolace podkroví, seriál zateplování podkroví. *Izolace-info* [online]. 2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=10236-chytra-pena-izolace-podkrovi-serial-zateplovani-podkrovi.html#.VQRQFY6G\\_Is](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=10236-chytra-pena-izolace-podkrovi-serial-zateplovani-podkrovi.html#.VQRQFY6G_Is)

<sup>63</sup> Zateplení stropu a podlahy: Úspora energií. *Nazeleno.cz* [online]. 2010 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/zatepleni-stropu-a-podlahy-uspورا-energii.aspx>

## 8.4) Výplně otvorů

Poslední část, která má vliv na tepelné ztráty budovy, jsou okenní konstrukce. V současné době dochází zejména u starších staveb nejen k zateplení fasády, ale s tím i k výměně starých a nevyhovujících oken.

Kvůli nové energetické regulaci budou muset být do roku 2020 vyráběna mnohem lepší okna než dnes, aby byly splněny požadavky normy. Dnešním standardem jsou okna se součinitelem prostupu tepla v rozmezí od 1,0 až do 1,2 m<sup>2</sup>\*K, nicméně tato okna budou v roce 2020 už zastaralá a bude potřeba volit okna, které se dnes osazují do pasivních domů, tedy se součinitelem prostupu tepla pod 0,8 m<sup>2</sup>\*K.<sup>64</sup>

*„Použitím odpovídajícího zasklení (např.  $U_g = 0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) lze dosáhnout hodnot  $U_w$  pod  $0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Součinitel prostupu tepla okna  $U_w$  podle EN ISO 10077 se však uvádí bez vlivu zabudování do stavby. Slabým místem takto přetížených systémů o stavební hloubce 70–80 mm je pak zasklívací lišta. Ta bývá u těchto prvků úzká – okolo 6–10 mm, což má negativní vliv např. na sílu jejího přitlaku, povrchové teploty a zpravidla také znemožňuje použití běžných vnitřních žaluzií.“<sup>64</sup>*

Důležité je navrhovat taková okna, která mají rámy s vloženou tepelnou izolací a trojskla s co možná nejvyšší propustností slunečního záření zejména kvůli pasivním ziskům od slunečního záření.<sup>64</sup>

---

<sup>64</sup> Výplně otvorů: vývoj konstrukčního a materiálového řešení. *Časopis stavebnictví*. [online]. 04/14n. I. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.casopisstavebnictvi.cz/vyplne-otvoru-vyvoj-konstrukcniho-a-materialoveho-reseni\\_N5250](http://www.casopisstavebnictvi.cz/vyplne-otvoru-vyvoj-konstrukcniho-a-materialoveho-reseni_N5250)

## 9) PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE

V praktické části diplomové práce bude řešen vliv provedení zateplení objektu, který byl postaven v roce 1981, v porovnání se stávajícím objektem zejména z hlediska změny nákladů spojených s vytápěním tohoto objektu. Dále bude vyhodnocen objekt při zateplení jednotlivých konstrukcí na mezní součinitel prostupu tepla nutný pro splnění pasivního standardu a doporučený součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí. Budou zde řešeny i teoretické otázky, jestli se dané zateplení finančně vyplatí.

Při výpočtu finanční úspory je předpokládána cena za 1KWh 1,25 Kč, která je poměrně běžná a dá se dosáhnout volbou vhodného dodavatele.

Dále v praktické části bude řešen vliv změny vnitřní návrhové teploty na vytápění, a jaké toto zvýšení v rámci stavby bude mít efekt.

### 9.1) Nález

*Obrázek 10 - Stav při rekonstrukci. - vlastní zdroj*



### **9.1.1) Informace o nemovitosti**

Název nemovitost:	Penzion Pohoda
Adresa nemovitosti:	692 01 Mikulov, Valtická 20A
Kraj:	Jihomoravský
Počet obyvatel:	7 624
Vlastník:	Mach Ludvík, Valtická 1488/20a, 69201 Mikulov Machová Jana, Valtická 1488/20a, 69201 Mikulov

### **9.1.2) Historie nemovitosti**

Dle dostupných podkladů byla stavba postavena v roce 1981 jako rodinný dům a asi od roku 1992 byl dům pronajat zřejmě pro erotické služby. Při prodeji nemovitosti byl dům opuštěný a vybydlený, což se podepsalo i na stavu nemovitosti. Údržba stavby byla zanedbaná a byla odstraněna i většina zařizovacích předmětů.

V roce 2004 proběhla rekonstrukce za účelem opravit dům a přestavět ho na penzion. Bylo provedeno zateplení podlah, výměna oken a dveří, zateplení střechy a obvodového zdiva.

### **9.1.3) Popis nemovitosti**

Objekt penzionu je situován na periférii města Mikulova s dobrou dopravní dostupností do centra i na hlavní silnici. Jedná se o dvojpodlažní nepodsklepenou stavbu, která se nachází v mírně svažitém terénu.

Stavba penzionu je navržena v podélném směru ulice Valtická. Má kompaktní tvarové řešení ve tvaru obdélníku s nepravidelnou sedlovou střechou. Ve směru rovnoběžném s uliční čarou délku 11m a šířku kratší strany 10,5m a delší 12m.

V přízemí stavby se nachází kuchyň s obývacím pokojem, chodbou, dále je přístupná ložnice a dětský pokoj s koupelnou a WC. Chodba směrem k zahradě slouží i jako technická místnost s umístěným plynovým kondenzačním kotlem.

Údaje z hlediska kapacity a velikosti:

Počet nadzemních podlaží:	2
Počet podzemních podlaží:	0
Počet ubytovacích míst:	6
Počet ubytovacích jednotek	3
Počet parkovacích míst	5
Zastavěná plocha:	122,25 m <sup>2</sup>
Užitná plocha 1.NP:	92,93 m <sup>2</sup>
Užitná plocha 2.NP:	110,24 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor:	806,16 m <sup>3</sup>
Plocha pozemku:	577 m <sup>2</sup>

#### 9.1.4) Svislé nosné konstrukce

Dle zjištěných podkladů při místním šetření a z dokumentace jsou obvodové vnitřní zdi navrženy z plynosilikátu tl. 300mm. Vnitřní nosné zdi jsou z plných cihel.

Při rekonstrukci objektu byly obvodové konstrukce zatepleny 80mm polystyrenu.

*Obrázek 11 - Zateplování objektu. – vlastní zdroj*





### **9.1.5) Střešní konstrukce**

Konstrukci krovu tvoří nepravidelná sedlová střecha původně bez zateplení po rekonstrukci bylo přidáno 100mm skelné vaty jak na zateplení střechy tak i konstrukce stropu oddělující vytápěnou a nevytápěnou část konstrukce.

### **9.1.6) Podlahy**

Původní podlahy na zemině byly tvořeny keramickou dlažbou, která byla kladena na cementový potěr tl. 25mm. Podlaha dále byla tvořena betonovou mazaninou tl. 40mm a hydroizolací na podkladním betonu tl. 70mm.

Po rekonstrukci došlo k výměně podlahových krytin a k zateplení podlahy 30mm polystyrenu.

### **9.1.7) Výplně otvorů**

Původní okna byla dřevěná zdvojená a byla nahrazena novými plastovými okny s dvojsklem.

### **9.1.8) Větrání**

Všechna nadzemní podlaží objektu jsou větraná přirozeně okny.

### **9.1.9) Vytápění**

Vytápění objektu je plynovým kondenzačním kotlem s akumulací na vodu. Jednotlivé místnosti jsou vytápěny radiátory.

## 10) PŮVODNÍ STAV KONSTRUKCÍ

Jako první byl posuzován původní stav konstrukce z roku 1981 ještě před rekonstrukcí. Jak je z příložených výpočtů níže patrné, až na obvodové zdivo se původní navržené konstrukce ani nepřibližují dnešním požadovaným hodnotám.

Všechny skladby konstrukcí, jak již původních, stávajících nebo nových, budou umístěny v příloze, stejně tak i všechny výpočtové protokoly.

Tabulka 11 - souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru původní konstrukce

**Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)**

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	$U_N$	$U_{rec}$	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,30	0,25	0,60	!
VYP-2	OKNA JIH	1,50	1,20	2,50	!
VYP-3	DVEŘE	1,70	1,20	2,30	!
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,45	0,30	3,11	!
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,30	0,20	2,18	!
VYP-6	OKNA SEVER	1,50	1,20	2,50	!
VYP-7	OKNA ZÁPAD	1,50	1,20	2,50	!
VYP-8	OKNA VÝCHOD	1,50	1,20	2,50	!
VYP-9	DVEŘE JIH	1,50	1,20	2,30	!

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla  
 $U_N$  ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 $U_{rec}$  ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

**Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu**

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{Rsi,N}$	$f_{Rsi}$	Hod.	$f_{Rsi,N}$	$f_{Rsi}$	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,753	0,858	+	-	-	-
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,476	0,375	!	-	-	-
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,753	0,588	!	-	-	-

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě

Tabulka 12 - venkovní teplota v zimním období a geometrické charakteristiky budovy původní konstrukce

<b>venkovní návrhová teplota v zimním období</b>		
<b>Parametr</b>	<b>jednotky</b>	<b>hodnota</b>
Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby B,	[°C]	-13

<b>Geometrické charakteristiky budovy</b>		
<b>Parametr</b>	<b>jednotky</b>	<b>hodnota</b>
Objem budovy V (objem části budovy s upraveným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	555,0
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	420,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,76
Celková energeticky vztažná plocha budovy A	[m <sup>2</sup> ]	122,3

Tabulka 13 - měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u původního objektu

**Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1) $\theta_i = 20 \text{ °C}$	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_{i,e}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_i$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_i$ [W/K]
STN-1 1-EXT VNĚJŠÍ STĚNA	175,3	0,30	1,00	52,60	175,3	0,60	1,00	105,21
VYP-2 1-EXT OKNA JIH	8,3	1,50	1,00	12,42	8,3	2,50	1,00	20,70
VYP-3 1-EXT DVEŘE	7,6	1,70	1,00	12,85	7,6	2,30	1,00	17,39
STR-5 1-EXT STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	78,8	0,30	1,00	23,63	78,8	2,18	1,00	171,74
VYP-6 1-EXT OKNA SEVER	10,4	1,50	1,00	15,53	10,4	2,50	1,00	25,88
VYP-7 1-EXT OKNA ZÁPAD	6,9	1,50	1,00	10,41	6,9	2,50	1,00	17,34
VYP-8 1-EXT OKNA VÝCHOD	3,2	1,50	1,00	4,73	3,2	2,50	1,00	7,88
VYP-9 1-EXT DVEŘE JIH	8,2	1,50	1,00	12,35	8,2	2,30	1,00	18,94
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{\text{ext}} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 298,6$		1,00	5,97	$\Delta U_{\text{ext}} = 2,00$ [%] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 385,07$		-	7,70
POD(zi)-4 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ	122,3	0,45	0,58	30,73	122,3	3,11	0,17	63,48
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{\text{ext}} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 122,3$			2,45	$\Delta U_{\text{ext}} = 2,00$ [%] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 63,48$			
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{\text{ext}}</math></b>	<b>420,9</b>	-	-	<b>175,25</b>	<b>420,9</b>	-	-	<b>448,55</b>
tepelné vazby <sup>1)</sup>	$\Sigma \Delta U_{\text{ext}}$			8,42	$\Sigma \Delta U_{\text{ext}}$			8,97
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>183,67</b>	-	-	-	<b>457,52</b>

Ještě před samotným výpočtem potřeby tepla na vytápění pomocí programu Enegetika bude daný výpočet proveden jednodušší obálkovou metodou, aby byly porovnány výpočtové odchylky u původního stavu a stávajícího stavu.

Tabulka 14 - Tepelné ztráty u původního objektu

Tepelné ztráty objektu				
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	ztráta prostupem
	A(m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\theta_{int} - (-\theta_e)$ (°C)	W
STN-1	175,3	0,6	33	3470,94
VYP-2	8,3	2,5	33	684,75
VYP-3	7,6	2,3	33	576,84
STR-5	78,8	2,18	33	5668,872
VYP-6	10,4	2,5	33	858
VYP-7	6,9	2,5	33	569,25
VYP-8	3,2	2,5	33	264
VYP-9	8,2	2,3	33	622,38
PDL(Z)	122,3	3,11	33	12551,649
celkem	421			
TEPELNÉ VAZBY	=	421*0,05*33		694,65
Celková ztráta prostupem				<b>25961,331</b>

### 3. Ztráta větráním přirozené

Vzduchový objem budovy

$$V_a = 555 \text{ m}^3$$

Číslo výměny vzduchu

$$n = 0,5$$

Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků

$$V_{ih} = n \cdot V_a = 277,5 \text{ m}^3$$

### 4. Ztráta větráním

$$Q_{vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e) = 3113,55 \text{ W}$$

### 5. Celková předběžná tepelná ztráta budovy – původní stav

$$Q_i = Q_{ti} + Q_{vi} = \mathbf{29076,83 \text{ W}}$$

Obrázek 12 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u původního stavu.

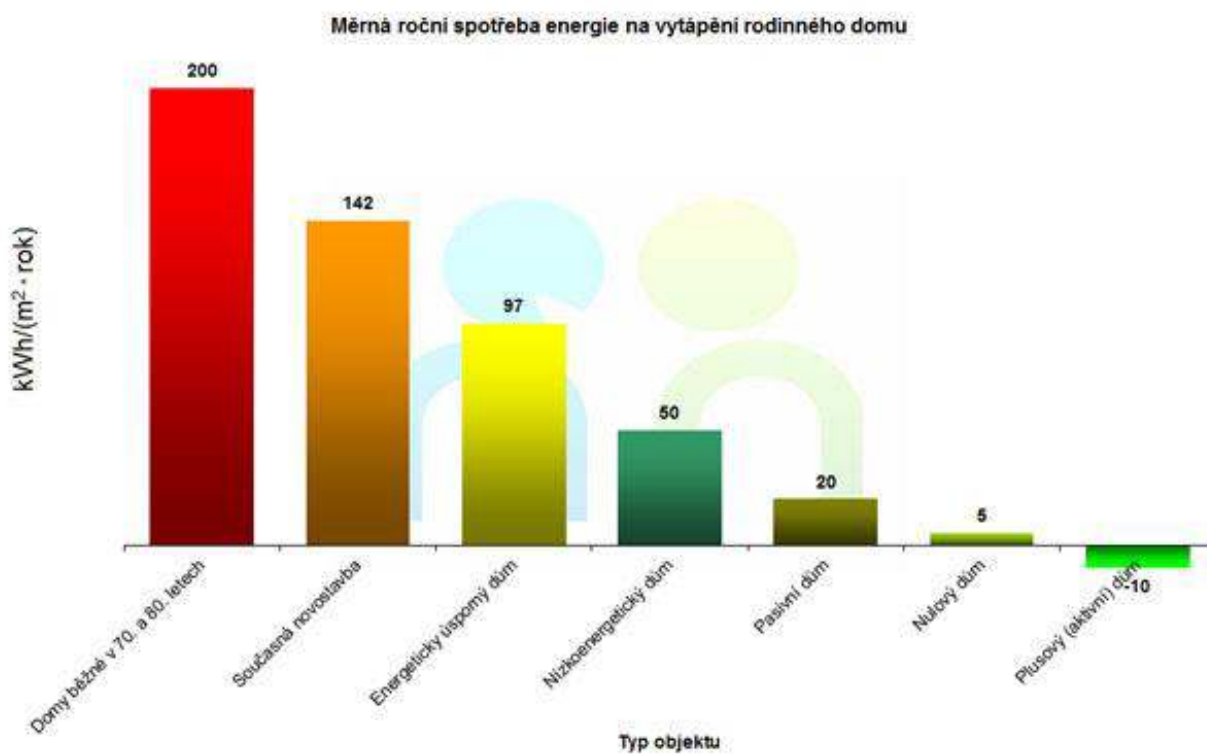
UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
$U_{\text{ext}}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Díleč dodané energie			Měrné hodnoty kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)			
A							
B							
C							
D							
E							
F					79.2		
G	1.09	619				3.9	
<b>Hodnoty pro celou budovu</b> MWh/rok		<b>75.7</b>			<b>9.7</b>		<b>0.7</b>

Pokud bychom na základě tepelné ztráty chtěli vypočítat samotnou potřebu tepla na vytápění, je potřeba brát na zřetel užívání, účinnost kotle a rozvodných systémů, výhřevnost a spotřebu paliva a další. Tepelná ztráta je vhodná pro stanovení výkonu kotle a výkonu otopných systému v jednotlivých místnostech. Pokud známe náklady na vytápění, můžeme z nich porovnat úsporu při snížení tepelné ztráty.

Dané výpočty výše dokumentují stav konstrukce k roku 1981 a slouží především jako zhodnocení nemovitosti z hlediska tepelné techniky se současnými normovými požadavky. Výpočtový model konstrukce je do jisté míry zjednodušený, ale dobře znázorňuje její přibližný stav v té době. Samozřejmě co se týká parametrů konstrukce, ty byly dodrženy. Původní dokumentace je dána přílohou. Některé parametry se ale nepodařilo zjistit, zejména typ vytápění, proto zde byl navržen podobný typ jako je ve stávajícím stavu konstrukce.

V případě daných výsledků se stavba z roku 1981 pohybuje v běžné úrovni spotřeby energie v té době. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy dosahuje třídy F – budova je tedy velmi nevhodná. Roční spotřeba energie na vytápění se pohybuje okolo 204 kWh/m<sup>2</sup>. Pokud bychom danou stavbu provozovali v dnešní době při stejných okrajových podmínkách, dají se předpokládat celkové finanční náklady +/- 94 625 Kč za předpokladu 1250 Kč/MWh a roční spotřebě 75,7 MWh.

Obrázek 13 - Vývoj spotřeby energie v domech od minulosti do současnosti.<sup>65</sup>



<sup>65</sup> ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV. *Energetický poradce PRE* [online]. 2015 [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/tepelne-ztraty/energeticka-narocnost-budov/>

# 11) STÁVAJÍCÍ STAV KONSTRUKCÍ

Při významné rekonstrukci v roce 2004 došlo k zvětšení stavby, kdy byla nadzvednuta střecha, aby mohlo být využito podkroví. Následně bylo podkroví zatepleno 100mm skelné vaty. Byly měněny konstrukce podlah a následně zatepleny 30mm polystyrenu. Na vnější obvodovou konstrukci byl použit kontaktní zateplovací systém z pěnového polystyrenu tl. 80mm a byla vyměněna původní dřevěné okna za plastová s dvojsklem.

Souhrnné tabulky níže ukazují stav konstrukcí po provedení zateplení. Jak je patrné, zateplení nebylo provedeno s ohledem na tepelně technické posouzení stavby a bylo provedeno s ohledem na finanční stránku.

Tabulka 15 - souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u stávajícího objektu

**Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)**

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	$U_{it}$	$U_{re}$	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,30	0,25	0,28	+
VYP-2	OKNA JIH	1,50	1,20	1,30	+
VYP-3	DVEŘE	1,70	1,20	1,50	+
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,45	0,30	0,91	!
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,30	0,20	0,40	!
VYP-6	OKNA SEVER	1,50	1,20	1,30	+
VYP-7	OKNA ZÁPAD	1,50	1,20	1,30	+
VYP-8	OKNA VÝCHOD	1,50	1,20	1,30	+
VYP-9	DVEŘE JIH	1,70	1,20	1,50	+
STR-10	STŘECHA	0,24	0,16	0,58	!

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla  
 $U_4$  ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 $U_{re}$  ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

**Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu**

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{RLN}$	$f_{Rsi}$	Hod.	$f_{RLN}$	$f_{Rsi}$	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,753	0,932	+	-	-	-
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,476	0,787	+	-	-	-
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,753	0,905	+	-	-	-
STR-10	STŘECHA	0,753	0,862	+	-	-	-

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě



Z hlediska technických systému došlo u vytápění k náležité rekonstrukci. Byl přidán nový nízkoteplotní plynový kotel s modulovým hořákem, dále byla vyměněna stará otopná tělesa a byla pořízena úspornější svítidla.

Tabulka 16 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u stávajícího objektu

**Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZONA Z1) $t_i = 20\text{ }^\circ\text{C}$	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_{k,ref}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_r$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_r$ [W/K]
STN-1 1-EXT VNĚJŠÍ STĚNA	232,6	0,30	1,00	69,78	232,6	0,28	1,00	65,13
VYP-2 1-EXT OKNA JIH	13,3	1,50	1,00	19,91	13,3	1,30	1,00	17,26
VYP-3 1-EXT DVEŘE	1,8	1,70	1,00	3,06	1,8	1,50	1,00	2,70
STR-5 1-EXT STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	105,8	0,30	1,00	31,74	105,8	0,40	1,00	42,32
VYP-6 1-EXT OKNA SEVER	13,4	1,50	1,00	20,14	13,4	1,30	1,00	17,45
VYP-7 1-EXT OKNA ZÁPAD	6,6	1,50	1,00	9,86	6,6	1,30	1,00	8,55
VYP-8 1-EXT OKNA VÝCHOD	0,8	1,50	1,00	1,20	0,8	1,30	1,00	1,04
VYP-9 1-EXT DVEŘE JIH	1,8	1,70	1,00	3,06	1,8	1,50	1,00	2,70
STR-10 1-EXT STŘECHA	20,0	0,24	1,00	4,80	20,0	0,58	1,00	11,60
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{ext} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{ext} = 0,02 * 396,1$		1,00	7,92	$\Delta U_{ext} = 2,00$ [%] $\Delta U_{ext} = 0,02 * 168,74$		-	3,37
PODIZJ-4 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ	122,3	0,45	0,58	30,73	122,3	0,91	0,39	43,75
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{ext} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{ext} = 0,02 * 122,3$			2,45	$\Delta U_{ext} = 2,00$ [%] $\Delta U_{ext} = 0,02 * 43,75$			
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{ext}</math></b>	<b>518,3</b>	-	-	<b>194,28</b>	<b>518,3</b>	-	-	<b>212,49</b>
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{ext}$			10,37	$\Sigma \Delta U_{ext}$			4,25
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>204,65</b>	-	-	-	<b>216,74</b>

Tabulka 17 - Tepelné ztráty u stávajícího objektu

Tepelné ztráty objektu				
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	ztráta prostupem
	A(m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\theta_{int} - (-\theta_e)$ (°C)	W
STN-1	232,6	0,28	33	2149,224
VYP-2	13,3	1,3	33	570,57
VYP-3	1,8	1,5	33	89,1
STR-5	105,8	0,4	33	1396,56
VYP-6	13,4	1,3	33	574,86
VYP-7	6,6	1,3	33	283,14
VYP-8	0,8	1,3	33	34,32
VYP-9	1,8	1,5	33	89,1
STR-10	20	0,58	33	382,8
PDL(Z)	122,3	0,91	33	3672,669
celkem	518,4			
TEPELNÉ VAZBY	=	518*0,02*33		341,88
Celková ztráta prostupem				<b>9584,487</b>

### 3. Ztráta větráním přirozené

Vzduchový objem budovy

$$V_a = 668 \text{ m}^3$$

Číslo výměny vzduchu

$$n = 0,5$$

Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků

$$V_{ih} = n \cdot V_a = 334 \text{ m}^3$$

### 4. Ztráta větráním

$$Q_{vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e) = 3747,48 \text{ W}$$

### 5. Celková předběžná tepelná ztráta budovy

$$Q_i = Q_{ti} + Q_{vi} = \mathbf{13331,967 \text{ W}}$$

Rozdíl v tepelných ztrátách prostupem u stavu před rekonstrukcí (29 076,83W) a po rekonstrukci (13331,967 W) činí 15 744,863 W, což je díky zateplení o 54% méně. K obdobné procentuální ztrátě se dospělo i v případě výpočtu ukazatele energetické náročnosti budov, který je dále. Výpočet je tedy nastavený dobře a rozdíl do 9% zde nehraje roli.

Obrázek 14 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u stávajícího objektu



Po zateplení budovy došlo ke zlepšení spotřebované energie na vytápění z 75,7MWh na méně než poloviční hodnotu, tedy konkrétně na 27,5MWh. Toto snížení nákladů na vytápění dělá 63% a finanční úspora činí 60 250Kč ročně při ceně za 1MWh 1250 Kč. Samozřejmě je nutné počítat s tím, že dané náklady jsou špičkové a že používání objektu a jeho vytápění není někdy nutné – přes zimu nejsou hosté atp.. Skutečná fakturovaná spotřebovaná energie je podle podkladů od provozovatele objektu 33MWh, se započítaným ohřevem vody a s vařením. Typické spotřeby pro rodinný dům jsou dle obrázku níže.

Obrázek 15 - Typické spotřeby rodinného domu.<sup>66</sup>

Typické spotřeby		
vaření - sporák	600 kWh	~57 m <sup>3</sup>
ohřev teplé vody	8 000 kWh	~758 m <sup>3</sup>
vytápění (běžný dům bez zateplení)	25 - 40 000 kWh (podle velikosti)	~2370 - 3790 m <sup>3</sup>
vytápění (zateplený úsporný dům)	15 000 kWh	~1422 m <sup>3</sup>

Při porovnání skutečných nákladů na vytápění s výpočtovými dojdeme tedy k závěru, že dané vypočítané hodnoty jsou velice blízko skutečným hodnotám což nebývá zvykem. To, že je rozdíl v nákladech za platbu plynu jen +-2,5MWh ukazuje dobrou přesnost a parametrické zadání výpočtu.

Průkaz energetické náročnosti budov primárně neslouží k přesnému stanovení nákladu na provoz nemovitosti, jelikož se provoz může různě měnit, ale slouží především k porovnání staveb na základě tohoto průkazu, protože jsou zde zadané přibližně stejné výpočtové hodnoty.

---

<sup>66</sup> Spotřeba zemního plynu. *KALKULÁTOR CEN ENERGÍÍ* [online]. 2015 [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-zemniho-plynu-zadani-spotreby?kraj=b>

## **12) NÁVRHOVÝ STAV KONSTRUKCÍ**

V této části se pokusím navrhnout skladby konstrukcí na hranici doporučených hodnot součinitele prostupu tepla a doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro pasivní domy. Při návrhu budu vycházet z několika předpokládaných návrhových stavů konstrukce.

### **12.1) Varianta 1 - zateplení stropu pod nevytápěným prostorem**

Jako první návrh bude návrh dodatečného zateplení konstrukce stropu pod nevytápěným prostorem. Tento návrh je ekonomicky nejpříznivější, protože se jedná jen o přidání tepelné izolace. V případě provedení tohoto zateplení není nutné zvát odbornou firmu. Část stropní konstrukce pod nevytápěným prostorem, byla dodatečně zateplená 220mm tepelné izolace.

Tabulka 18 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 1

**Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)**

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	$U_{it}$	$U_{rec}$	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,30	0,25	0,28	+
VYP-2	OKNA JIH	1,50	1,20	1,30	+
VYP-3	DVEŘE	1,70	1,20	1,50	+
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,45	0,30	0,91	!
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,30	0,20	0,14	x
VYP-6	OKNA SEVER	1,50	1,20	1,30	+
VYP-7	OKNA ZÁPAD	1,50	1,20	1,30	+
VYP-8	OKNA VÝCHOD	1,50	1,20	1,30	+
VYP-9	DVEŘE JIH	1,50	1,20	1,50	+
STR-10	STŘECHA	0,24	0,16	0,58	!

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla  
 $U_{it}$  ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 $U_{rec}$  ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

**Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu**

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{R_{i,1}}$	$f_{R_{i,2}}$	Hod.	$f_{R_{i,1}}$	$f_{R_{i,2}}$	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,753	0,932	+	-	-	-
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,476	0,787	+	-	-	-
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,753	0,966	+	-	-	-
STR-10	STŘECHA	0,753	0,862	+	-	-	-

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě

Tabulka 19 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 1

**Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZONA Z1) $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_{k,30}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_i$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_i$ [W/K]
STN-1 1-EXT VNĚJŠÍ STĚNA	232,6	0,30	1,00	69,78	232,6	0,28	1,00	65,13
VYP-2 1-EXT OKNA JIH	13,3	1,50	1,00	19,91	13,3	1,30	1,00	17,26
VYP-3 1-EXT DVEŘE	1,8	1,70	1,00	3,06	1,8	1,50	1,00	2,70
STR-5 1-EXT STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	105,8	0,30	1,00	31,74	105,8	0,14	1,00	14,81
VYP-6 1-EXT OKNA SEVER	13,4	1,50	1,00	20,14	13,4	1,30	1,00	17,45
VYP-7 1-EXT OKNA ZÁPAD	6,6	1,50	1,00	9,86	6,6	1,30	1,00	8,55
VYP-8 1-EXT OKNA VYCHOD	0,8	1,50	1,00	1,20	0,8	1,30	1,00	1,04
VYP-9 1-EXT DVEŘE JIH	1,8	1,50	1,00	2,70	1,8	1,50	1,00	2,70
STR-10 1-EXT STŘECHA	20,0	0,24	1,00	4,80	20,0	0,58	1,00	11,60
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{\text{ext}} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 396,1$		1,00	7,92	$\Delta U_{\text{ext}} = 2,00$ [%] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 141,24$		-	2,62
PDL(z)-4 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ	122,3	0,45	0,58	30,73	122,3	0,91	0,39	43,75
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{\text{ext}} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 122,3$			2,45	$\Delta U_{\text{ext}} = 2,00$ [%] $\Delta U_{\text{ext}} = 0,02 * 43,75$			0,88
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{\text{ext}}</math></b>	<b>518,3</b>	-	-	193,92	<b>518,3</b>	-	-	184,99
tepelné vazby <sup>1)</sup>	$\Sigma \Delta U_{\text{ext}}$			10,37	$\Sigma \Delta U_{\text{ext}}$			3,70
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>204,29</b>	-	-	-	<b>188,69</b>

Obrázek 16 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 1



Po provedeném zateplení se snížily celkové náklady na vytápění o 3,8 MWh. Finanční úspora činí oproti původnímu stavu 4750Kč ročně. Důležitým faktorem je ale volba tepelné izolace. Jednak můžeme zvolit např. Isover MULTIMAX 30<sup>[67]</sup>, která je jedna z nejdražších tepelných izolací s nejlepším součinitelem prostupu tepla  $U = 0,03\text{W/m}^2\text{K}$  rozdíl mezi o něco málo horší tepelnou izolací Isover Domo se součinitelem prostupu tepla  $0,039$ <sup>[68]</sup> je až 600 Kč na 1m<sup>2</sup> při stejné tloušťce. Z tohoto pohledu se daná izolace vůbec nevyplatí a je lepší volit izolaci s horším součinitelem ale při větší tloušťce.

Cena za zateplení daného podstřešního prostoru může být při dodržení daného součinitele prostupu tepla od 27 000Kč až 80 000Kč při aplikaci na 100m<sup>2</sup>. Vše záleží na vhodné volbě zateplení. V případě nižší částky je prostá návratnost investice 6 let, v případě vyšší částky 16 let. V případě návratnosti vložené investice za 6 let se dá návrhové zateplení doporučit.

<sup>67</sup> Isover MULTIMAX 30. *Isover* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-multimax-30>

<sup>68</sup> Isover DOMO. *Isover* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-domo>



## 12.2) Varianta 2 – zateplení stropu pod nevytápěným prostorem a zateplení obvodového zdiva.

U druhého návrhu budu postupovat v případě stropní konstrukce stejně a navíc bude provedeno zateplení obvodového zdiva vnějším kontaktním zateplovacím systémem tl. 100mm. Většinou bývá zvykem, že při zateplování kontaktním zateplovacím systémem dochází i k výměně dveřních a okenních otvorů, nicméně se v případě návrhu snažím o zjištění vlivu jednotlivých konstrukcí na náklady spojené s provozem nemovitosti, takže budu dané zateplování konstrukce brát postupně a sledovat jednotlivé změny.

Tabulka 20 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 2

**Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)**

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	$U_{si}$	$U_{se}$	$U$	Hod.
[-]	[-]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,30	0,25	0,17	x
VYP-2	OKNA JIH	1,50	1,20	1,30	+
VYP-3	DVEŘE	1,70	1,20	1,50	+
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,45	0,30	0,91	!
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,30	0,20	0,14	x
VYP-6	OKNA SEVER	1,50	1,20	1,30	+
VYP-7	OKNA ZÁPAD	1,50	1,20	1,30	+
VYP-8	OKNA VÝCHOD	1,50	1,20	1,30	+
VYP-9	DVEŘE JIH	1,50	1,20	1,50	+
STR-10	STŘECHA	0,24	0,16	0,58	!

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla  
 $U_{si}$  ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 $U_{se}$  ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

**Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu**

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{si,li}$	$f_{si,ei}$	Hod.	$f_{si,li}$	$f_{si,ei}$	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,753	0,957	+	-	-	-
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,476	0,787	+	-	-	-
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,753	0,966	+	-	-	-
STR-10	STŘECHA	0,753	0,862	+	-	-	-

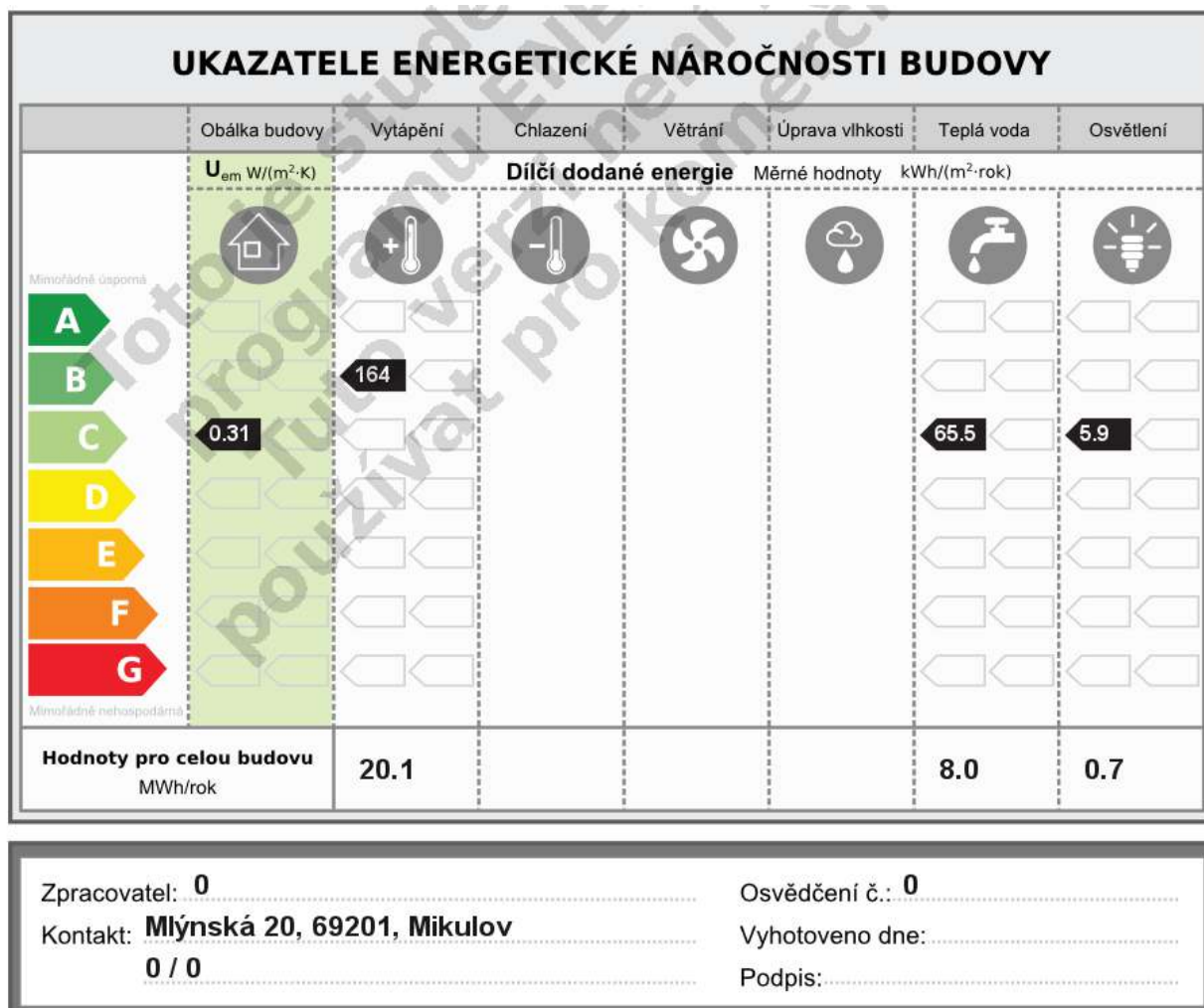
Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě

Tabulka 21 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 2

**Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZONA Z1) θ <sub>i</sub> = 20 °C	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U <sub>0,20</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>t</sub> [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>t</sub> [W/K]
STN-1 1-EXT VNĚJŠÍ STĚNA	232,6	0,30	1,00	69,78	232,6	0,17	1,00	39,54
VYP-2 1-EXT OKNA JIH	13,3	1,50	1,00	19,91	13,3	1,30	1,00	17,26
VYP-3 1-EXT DVERĚ	1,8	1,70	1,00	3,06	1,8	1,50	1,00	2,70
STR-5 1-EXT STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	105,8	0,30	1,00	31,74	105,8	0,14	1,00	14,81
VYP-6 1-EXT OKNA SEVER	13,4	1,50	1,00	20,14	13,4	1,30	1,00	17,45
VYP-7 1-EXT OKNA ZÁPAD	6,6	1,50	1,00	9,85	6,6	1,30	1,00	8,55
VYP-8 1-EXT OKNA VÝCHOD	0,8	1,50	1,00	1,20	0,8	1,30	1,00	1,04
VYP-9 1-EXT DVERĚ JIH	1,8	1,50	1,00	2,70	1,8	1,50	1,00	2,70
STR-10 1-EXT STŘECHA	20,0	0,24	1,00	4,80	20,0	0,58	1,00	11,60
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{0,20} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{0,20} = 0,02 \cdot 396,1$		1,00	7,92	$\Delta U_{0,20} = 2,00$ [%] $\Delta U_{0,20} = 0,02 \cdot 115,65$		-	2,31
PDLiz-4 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ	122,3	0,45	0,58	30,73	122,3	0,91	0,39	43,75
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{0,20} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{0,20} = 0,02 \cdot 122,3$			2,45	$\Delta U_{0,20} = 2,00$ [%] $\Delta U_{0,20} = 0,02 \cdot 43,75$			
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{0,20}</math></b>	<b>518,3</b>	-	-	193,92	<b>518,3</b>	-	-	159,40
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{0,20}$			10,37	$\Sigma \Delta U_{0,20}$			3,19
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>204,29</b>	-	-	-	<b>162,59</b>

Obrázek 17 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 2



Dodatečné zateplení obvodových stěn již zatepleného objektu nemá takový vliv na snížení spotřeby energie na vytápění, jak bylo předpokládáno. Oproti předchozí variantě zde došlo k snížení spotřeby o 3,6MWh/rok finanční úspora činí 4 500Kč ročně, zato provedení kontaktního zateplovacího systému je mnohem náročnější jak z finančního hlediska tak i z hlediska provedení.

### 12.3) Varianta 3 – zateplení stropu pod nevytápěným prostorem a zateplení obvodového zdiva + výměna dveří a oken

U tohoto návrhu dojde navíc oproti předchozím návrhům k výměně okenních a dveřních výplní za lepší, které se přiblíží pasivnímu standardu. Ostatní navržené konstrukce zůstanou stejné.

Tabulka 22 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 3

#### Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	$U_n$	$U_{req}$	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,30	0,25	0,17	x
VYP-2	OKNA JIH	1,50	1,20	0,90	x
VYP-3	DVEŘE	1,70	1,20	1,00	x
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,45	0,30	0,91	!
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,30	0,20	0,14	x
VYP-6	OKNA SEVER	1,50	1,20	0,90	x
VYP-7	OKNA ZÁPAD	1,50	1,20	0,90	x
VYP-8	OKNA VÝCHOD	1,50	1,20	0,90	x
VYP-9	DVEŘE JIH	1,50	1,20	1,00	x
STR-10	STŘECHA	0,24	0,16	0,58	!

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla  
 $U_n$  ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 $U_{req}$  ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

#### Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{Rsi}$	$f_{Rsi}$	Hod.	$f_{Rsi}$	$f_{Rsi}$	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,753	0,957	+	-	-	-
PDL(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,476	0,787	+	-	-	-
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,753	0,966	+	-	-	-
STR-10	STŘECHA	0,753	0,862	+	-	-	-

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě

Tabulka 23 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 3

program ENERGETIKA

verze 3.3.1

**Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZONA Z1) $\theta_i = 20\text{ °C}$	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_{s,20}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_r$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_r$ [W/K]
STN-1 1-EXT VNĚJŠÍ STĚNA	232,6	0,30	1,00	69,78	232,6	0,17	1,00	39,54
VYP-2 1-EXT OKNA JIH	13,3	1,50	1,00	19,91	13,3	0,90	1,00	11,95
VYP-3 1-EXT DVERĚ	1,8	1,70	1,00	3,06	1,8	1,00	1,00	1,80
STR-5 1-EXT STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	105,8	0,30	1,00	31,74	105,8	0,14	1,00	14,81
VYP-6 1-EXT OKNA SEVER	13,4	1,50	1,00	20,14	13,4	0,90	1,00	12,08
VYP-7 1-EXT OKNA ZÁPAD	6,6	1,50	1,00	9,85	6,6	0,90	1,00	5,92
VYP-8 1-EXT OKNA VÝCHOD	0,8	1,50	1,00	1,20	0,8	0,90	1,00	0,72
VYP-9 1-EXT DVERĚ JIH	1,8	1,50	1,00	2,70	1,8	1,00	1,00	1,80
STR-10 1-EXT STŘECHA	20,0	0,24	1,00	4,80	20,0	0,58	1,00	11,60
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{s,20} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{s,20} = 0,02 \cdot 396,1$		1,00	7,92	$\Delta U_{s,20} = 2,00$ [%] $\Delta U_{s,20} = 0,02 \cdot 100,22$		-	2,00
PDLiz-4 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ	122,3	0,45	0,58	30,73	122,3	0,91	0,39	43,75
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{s,20} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{s,20} = 0,02 \cdot 122,3$			2,45	$\Delta U_{s,20} = 2,00$ [%] $\Delta U_{s,20} = 0,02 \cdot 43,75$			
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{s,20}</math></b>	<b>518,3</b>	-	-	193,92	<b>518,3</b>	-	-	143,97
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{s,20}$			10,37	$\Sigma \Delta U_{s,20}$			2,88
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>204,29</b>	-	-	-	<b>146,85</b>

Software pro stavební fyziku firmy DEK a.s.

protokol energetického štítku obálky budovy 2

Obrázek 18 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 3



Výměnou výplní otvorů došlo k snížení spotřeby energie o 1,1 MWh/rok oproti předchozímu stavu. V součtu s původními opatřeními oproti původnímu stavu dělá úspora 8,5 MWh/rok \* 1 250 Kč = 10 625 Kč ročně.

Součet těchto tří opatření je jediný možný. Další opatření, jako je zateplení střechy nebo podlahy, by už byly finančně velice náročné. Kompletní zateplení bude rozebráno v nadcházející variantě.

#### 12.4) Varianta 4 – kompletní zateplení stavby

U poslední varianty budu počítat s kompletním zateplením obálky budovy, i když daná varianta není v podstatě reálná v případě skutečného provedení.

V posledním návrhu konstrukce bude přidání zateplení do všech částí domu tak, aby tyto konstrukce dodržely doporučené normové požadavky na pasivní hranici součinitele prostupu tepla. Při tomto návrhu nebude brán zřetel na finanční proveditelnost, ale pouze jen výsledný součinitel prostupu tepla.

Tabulka 24 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 4

**Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)**

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	$U_w$	$U_{rec}$	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,30	0,25	0,17	x
VYP-2	OKNA JIH	1,50	1,20	0,90	x
VYP-3	DVEŘE	1,70	1,20	1,00	x
POD(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,45	0,30	0,25	x
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,30	0,20	0,14	x
VYP-6	OKNA SEVER	1,50	1,20	0,90	x
VYP-7	OKNA ZÁPAD	1,50	1,20	0,90	x
VYP-8	OKNA VÝCHOD	1,50	1,20	0,90	x
VYP-9	DVEŘE JIH	1,50	1,20	1,00	x
STR-10	STŘECHA	0,24	0,16	0,16	x

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla  
 $U_w$  ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2  
 $U_{rec}$  ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

**Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu**

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{Ri,li}$	$f_{Ri}$	Hod.	$f_{Ri,li}$	$f_{Ri}$	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
STN-1	VNĚJŠÍ STĚNA	0,753	0,957	+	-	-	-
POD(z)-4	PODLAHA NA ZEMINĚ	0,476	0,938	+	-	-	-
STR-5	STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,753	0,966	+	-	-	-
STR-10	STŘECHA	0,753	0,961	+	-	-	-

Legenda:  
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě  
 + ... vyhovuje požadované hodnotě

Tabulka 25 -- Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 4

**Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZONA Z1) $\theta_i = 20\text{ °C}$	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_{n,20}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_r$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_r$ [W/K]
STN-1 1-EXT VNĚJŠÍ STĚNA	232,6	0,30	1,00	69,78	232,6	0,17	1,00	39,54
VYP-2 1-EXT OKNA JIH	13,3	1,50	1,00	19,91	13,3	0,90	1,00	11,95
VYP-3 1-EXT DVERĚ	1,8	1,70	1,00	3,06	1,8	1,00	1,00	1,80
STR-5 1-EXT STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM	105,8	0,30	1,00	31,74	105,8	0,14	1,00	14,81
VYP-6 1-EXT OKNA SEVER	13,4	1,50	1,00	20,14	13,4	0,90	1,00	12,08
VYP-7 1-EXT OKNA ZÁPAD	6,6	1,50	1,00	9,86	6,6	0,90	1,00	5,92
VYP-8 1-EXT OKNA VÝCHOD	0,8	1,50	1,00	1,20	0,8	0,90	1,00	0,72
VYP-9 1-EXT DVERĚ JIH	1,8	1,50	1,00	2,70	1,8	1,00	1,00	1,80
STR-10 1-EXT STŘECHA	20,0	0,24	1,00	4,80	20,0	0,16	1,00	3,20
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{m,20} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{m,20} = 0,02 * 396,1$		1,00	7,92	$\Delta U_{m,20} = 2,00$ [%] $\Delta U_{m,20} = 0,02 * 91,82$		-	1,84
PDLiz)-4 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ	122,3	0,45	0,58	30,73	122,3	0,25	0,68	20,86
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{m,20} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{m,20} = 0,02 * 122,3$			2,45	$\Delta U_{m,20} = 2,00$ [%] $\Delta U_{m,20} = 0,02 * 20,86$			
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{m,20}</math></b>	<b>518,3</b>	-	-	193,92	<b>518,3</b>	-	-	112,68
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{m,20}$			10,37	$\Sigma \Delta U_{m,20}$			2,25
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>204,29</b>	-	-	-	<b>114,94</b>



Obrázek 19 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 4



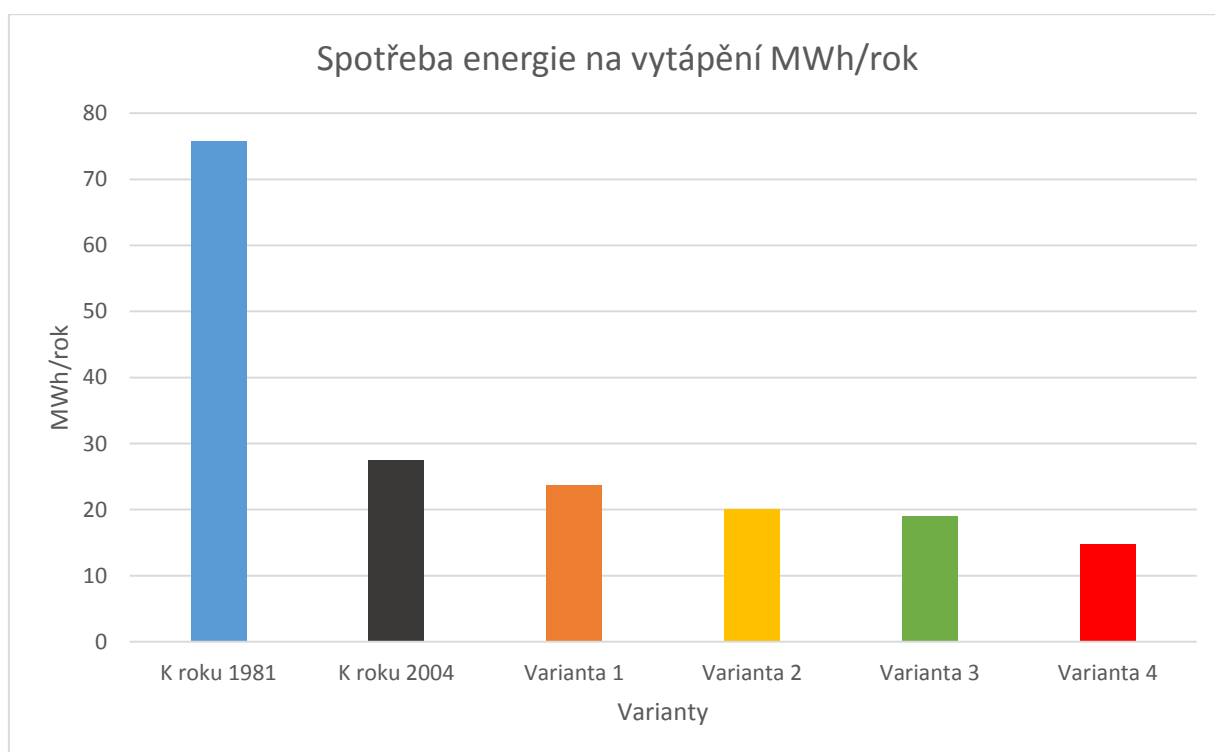
Po celkovém zateplení obálky budovy došlo ke snížení potřeby energie na vytápění na 14,8 MWh/rok. roční náklady by tak byly 18 500 Kč, v porovnání s předcházející variantou došlo ke snížení o 5 250 Kč.

## 13) POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

Tabulka 26 - Posouzení variant z hlediska spotřeby energie na vytápění.

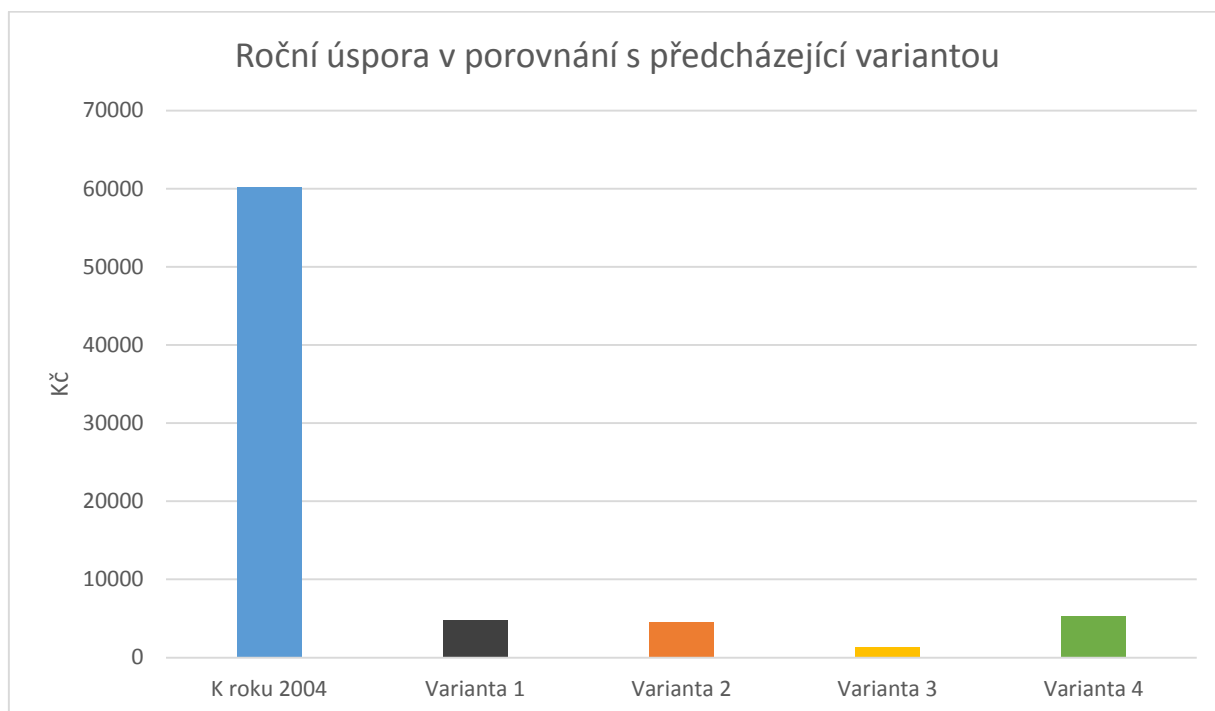
Varianta	Spotřeba energie na vytápění	Cena za 1MWh	Náklady za rok (2015)	Úspora v porovnání s předcházející variantou	Životnost	Zaplacená částka po dobu životnosti	Úspora v porovnání s předcházející variantou
	MWh/rok	Kč	Kč	Kč	rok	Kč	Kč
K roku 1981	75,7	1250	94625	-	30	2838750	-
K roku 2004	27,5	1250	34375	60250	30	1031250	1807500
Varianta 1	23,7	1250	29625	4750	30	888750	142500
Varianta 2	20,1	1250	25125	4500	30	753750	135000
Varianta 3	19	1250	23750	1375	30	712500	41250
Varianta 4	14,8	1250	18500	5250	30	555000	157500

Graf 1 - Spotřeba energie na vytápění. - vlastní zdroj



Jak je vidět z grafu, největší úspory na vytápění se dosáhlo při rekonstrukci k roku 2004, přitom toto konkrétní zateplení v dnešní době už není dostatečné. V případě postupného zateplení objektu nedochází k tak výrazné úspoře jako mezi rokem 1981 a 2004.

Graf 2 - Roční úspora energie v porovnání s předcházející variantou. – vlastní zdroj



Roční úspora v případě zateplení u variant 1 a 2 je velice shodná, kolem 4 500 Kč. Nicméně nákladově je zateplení podle varianty č. 1 velice nízké. Varianta č.3, která se týká výměny oken, se nedá doporučit, protože nemá dostatečný vliv na tepelné ztráty objektu. Varianta 4 je pouze bonusová ukazující ztrátu v případě celého zateplení objektu a není dostatečně ekonomicky přínosná.

### 13.1) Návratnost investice

Vložená investice na koupi nemovitosti byla 1 200 000 Kč a samotná rekonstrukce nemovitosti poté přišla na 1 840 000 Kč. Bohužel stavebník nemůže zjistit náklady na hrubou stavbu, a proto budu počítat zjednodušené náklady na provedení takové konstrukce stavby, která má vliv na náklady na provoz nemovitosti. Náklady na provedení konstrukcí s vlivem na zateplení budu brány jako 50% z rekonstrukce což vychází na 920 000Kč. V těchto nákladech jsou započítány náklady na výměnu podlahových konstrukcí, zateplení stavby vnějším kontaktním zateplovacím systémem, zvednutí střešní konstrukce, vnitřní a vnější úprava povrchů, výměna rozvodů, pořízení otopných těles a plynového kotle. Tyto náklady jsou pouze

orientační. Jak je pak dále patrné z tabulky č. 27 návratnost investice je do 16. roku. Pokud bychom počítali s celkovou investicí 1 840 000 pouze pro vytápění, bude návratnost s největší pravděpodobností do 35 let a i tak se dá tato investice doporučit.

V případě zateplení dle varianty č. 1 budu je předpokládáno, že je stavebník schopen dané zateplení provést svépomocí a bude zde uvažováno pouze s náklady na koupení tepelné izolace. Dle katalogových ceníků výrobce Isover zateplení konstrukce stropu pod nevytápěnou půdou o tloušťce 220mm vychází na 282 Kč<sup>[69]</sup> a zateplovaná plocha činí 105,8 m<sup>2</sup>. Výsledná nutná částka pro provedení zateplení je 29 836 Kč.

V případě zateplení kontaktním zateplovacím systémem tl. 100 mm dle varianty č. 2 se cena<sup>[70]</sup> zateplení objektu 100mm polystyrenu pohybuje kolem 940 Kč/m<sup>2</sup> a bude se zateplovat 301m<sup>2</sup> plochy, což cenově vychází na 282 940 Kč.

V případě varianty č. 3 nebudu provádět výpočet návratnosti investice, protože jak je vidět z výpočtů, roční úspora v případě výměny okenních a dveřních otvorů činí jen zhruba 1 375 Kč a v porovnání s náklady na pořízení jednoho trojkřídlého okna, které stojí 8 473 Kč <sup>[71]</sup>, se nám tady tato investice nevyplatí. Z prostého pohledu je patrné, že cena investice při pořízení všech oken v porovnání s návratností této investice je více než životnost těchto oken.

---

<sup>69</sup> Isover DOMO. *Isover* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-domo>

<sup>70</sup> Ceník zateplení fasády. *Barevné-fasády.cz* [online]. 1996 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.barevne-fasady.cz/cenik-zatepleni-fasady,55.html>

<sup>71</sup> Trojkřídlové okno. *Slavona* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.slavona.cz/cenik-drevenych-euroken/trojkridle-okno.html#chapter>

## Prostá návratnost investice

Náklady na provedení zateplení / roční úspora

Tabulka 27 - Posouzení variant z hlediska návratnosti investice.

Varianta	Roční náklady na vytápění	Roční úspora	Náklady na provedení zateplení	Návratnost investice
	Kč	Kč	Kč	roky
K roku 1981	94625	-	-	-
K roku 2004	34375	60250	920000	15,26970954
Varianta 1	29625	4750	29836	6,281263158
Varianta 2	25125	4500	282940	62,87555556

Běžně udávaná životnost zateplovacího systému je 30 let. Nicméně i po této době je zateplovací systém schopný splnit požadavky, které jsou na něj kladeny. Z dané tabulky je proto patrné, že nejlepší návratnost investice je u zateplení konstrukce stropu, kdy doba návratnosti je v průběhu 6. roku a to v případě stejných nákladů na vytápění. Jelikož se ale náklady budou s největší pravděpodobností ještě zvyšovat, je možné, že daná návratnost investice bude kratší.

### 13.2) Vliv spotřeby energie stávající konstrukce na vytápění při změně vnitřní návrhové teploty

V poslední části se budu ještě věnovat vlivu spotřeby energie stávající konstrukce na změnu vnitřní návrhové teploty.

Vnitřní výpočtová teplota je dána dle ČSN EN 12831, která udává výpočtovou teplotu 20°. Nicméně tady tato výpočtová teplota se bez řádné regulace prostředí špatně stanovuje a běžně si člověk raději trochu přitopí na teplotu prostředí kolem 23° někdy i více, proto mě bude zajímat vliv této změny na celkové náklady na vytápění.

V případě změny návrhové teploty o 1° C je roční spotřeba o 2,1 MWh větší než v případě návrhové teploty na 20°C.

Obrázek 20 - Ukazatele energetické náročnosti budovy při změně o 1° C



U změny návrhové teploty o 2°C je roční spotřeba o 2,5 MWh větší než v případě návrhové teploty na 20°C.

Obrázek 21 - Ukazatele energetické náročnosti budovy při změně o 2° C



U změny návrhové teploty o 3°C je roční spotřeba o 5,2 MWh větší než v případě návrhové teploty na 20°C.

Obrázek 22 - Ukazatele energetické náročnosti budovy při změně o 3° C



Tabulka 28 - Souhrnná tabulka nákladů na vytápění při změně vnitřní návrhové teploty.

Varianta	Spotřeba energie na vytápění	Cena za 1MWh	Náklady za rok (2015)
	MWh/rok	Kč	Kč
20°C	27,5	1250	34375
21°C	29,6	1250	37000
22°C	30	1250	37500
23°C	32,7	1250	40875

Jak je vidět z tabulky změna vnitřní návrhové teploty z 20°C na 23°C sebou nese i zvýšení nákladů, konkrétně až o 6 500 Kč ročně. Toto zvýšení nákladů je dost znatelné. Proto je vhodné využívat automatické systémy na udržování vnitřní teploty.

## 14) VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ NA CENU NEMOVITOSTI

V této poslední části diplomové práce bude posuzován celkový vliv zateplení na cenu nemovitosti. V případě samotného zateplení se nám sníží náklady na vytápění, v nemovitosti se nám bude lépe žít a cenovou úsporu na vytápění pocítíme ihned. Druhým pozitivem při provedení zateplení je ale samotné zhodnocení nemovitosti vlivem úpravy některých konstrukcí, zejména obvodových zdí, oken, dveří, krovu, podlah.

Posouzení vlivu provedení zateplení na cenu nemovitosti bude provedeno podle zákona č. 151/1997 Sb., a vyhlášky č. 441/2013 Sb., ve znění vyhlášky č. 199/2014 Sb. Samotná nemovitost je původně z roku 1981 a v roce 2004 proběhla rekonstrukce. V objektu se nachází konstrukce různého stáří a opotřebení, proto bude provedeno ocenění nákladovým způsobem dle §12 vyhlášky s výpočtem opotřebení analytickou metodou. Zhodnocení daného objektu se bude týkat pouze objektu penzionu a nejsou zde tedy řešeny ceny pozemku, venkovních úprav, vedlejších staveb a trvalých porostů, protože se u nich cena nezmění.

U nemovitosti dojde k porovnání mezi současným stavem a variantou č. 2, kde je navrženo zateplení obvodových stěn a stropní konstrukce. I když tato varianta není ekonomicky nejpříznivější, tak je zde alespoň patrný zásah do konstrukce, který se projeví u opotřebení v analytické metodě. Všechny výpočty jsou v příloze č. 1.

*Tabulka 29 - Nákladové ocenění nemovitosti*

	Stávající stav	Návrhový stav	Rozdíl cen
Zjištěná cena	3 588 763,82 Kč	3 701 791,84 Kč	113 028,02 Kč

Jak je vidět v případě zateplení nemovitosti by její cena dle vyhlášky byla o 113 028,02 Kč vyšší než bez zateplení. Náklady jsou ovšem ve výši 29 836 Kč za provedení zateplení konstrukce stropu a 282 940 Kč je za provedení kontaktního zateplovacího systému. Celkové náklady jsou 312 776 Kč. Pokud bychom tedy uvažovali nad tím, že budovu zateplíme tak se nám dané náklady vložené do zateplení při prodeji nevrátí.



## 15) ZÁVĚR

Úkolem mé práce bylo zhodnotit vliv provedení zateplení penzionu na náklady spojené s provozem této nemovitosti.

V teoretickém úvodu byly prezentovány vhodné způsoby obecného řešení zateplení. Věnoval jsem se zde vlivu tepelné akumulace a dalším technickým vlivům, které mají na výdaje spojené s vytápěním podstatný vliv. Dále zde byla prokázána vhodnost tepelné akumulace u trvale obývaných budov.

V praktické části bylo navrženo možné opatření pro zateplení konkrétního objektu penzionu v Mikulově. Zde jsem došel k závěru, že provedená rekonstrukce původního objektu z roku 1981 z hlediska zateplení byla provedena na dobré úrovni a že díky ní došlo ke snížení velké části nákladů na provoz nemovitosti. Samotná celková rekonstrukce se finančně navrátí už během 35 let a v závislosti na ceně komodit i dříve.

V praktické části byl proveden návrh možného způsobu zateplení a zde jsem došel k závěru, že jediné finančně dostupné a vhodné zateplení z hlediska návratnosti je zateplení konstrukce stropu k nevytápěné půdě. Ostatní navržená zateplení konstrukcí by byla v rámci návratnosti neekonomická. Peněžní prostředky vložené do rekonstrukce by bylo vhodné použít jiným způsobem.

V konečné části praktické práce byl posuzován vliv změny vnitřní návrhové teploty na náklady na vytápění. Zde je patrné, že investice do automatických regulačních systému, jako jsou např. automatické termostatické hlavice, by byla rozhodně vhodná a je to další způsob, jak ušetřit na provozních nákladech. Na samotném konci diplomové práce bylo provedeno zhodnocení vlivu provedených úprav na celkovou cenu nemovitosti.

## 16) SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- *Cena elektřiny a plynu 2015: podrobná předpověď* [online]. 2015. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/cena-elektřiny-a-plynu-2015/>
- Ceník zateplení fasády. © 1996. In: *Barevné-fasády.cz* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.barevne-fasady.cz/cenik-zatepleni-fasady,55.html>
- Co je "nulový dům"? © 2012. In: *NULOVÉ DOMY* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-jsou-nulove-domy/co-je-nulovy-dum.htm>
- CO JE PASIVNÍ DŮM?. © 2006-2014. In: *CENTRUM PASIVNÍHO DOMU* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>
- *ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov*. 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 53 s. ISBN ČSN 73 0540.
- DODATEČNÉ ZATEPLOVÁNÍ BUDOV. 2014. In: <http://fast10.vsb.cz/> [online]. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/13.html>
- DŘEVOCEMENTOVÉ IZOLACE. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/drevocementove-izolace/>
- DŘEVOVLÁKNITÉ IZOLACE. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/drevovlaknite-izolace/>
- DUDÁK, Marek. 2006. KMB SENDWIX – kouzlo tepelné akumulace. *Stavebnictví a interiér* [online]. č. 4 [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/kmb-sendwix-kouzlo-tepelne-akumulace/>
- ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV. 2015. In: *Energetický poradce PRE* [online]. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/tepelne-ztraty/energeticka-narocnost-budov/>
- HEJHÁLEK, Jiří. 2005. Tepelná akumulace a teplotní setrvačnost u dřevostaveb. *Stavebnictví a interiér* [online]. Roč. 2005, č. 6 [cit. 2015-02-17].

Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/tepelna-akumulace-a-teplotni-setrvacnost-u-drevost/>

- Chytrá pěna HS Group s.r.o.. 2015. Chytrá pěna - izolace podkroví, seriál zateplování podkroví. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.isolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=10236-chytra-pena-izolace-podkrovi-serial-zateplovani-podkrovi.html#.VQRQFY6G\\_Is](http://www.isolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=10236-chytra-pena-izolace-podkrovi-serial-zateplovani-podkrovi.html#.VQRQFY6G_Is)
- Isover DOMO. 2015. In: *Isover* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-domo>
- Isover MULTIMAX 30. 2015. In: *Isover* [online]. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-multimax-30>
- IZOLACE Z OVČÍ VLNY. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/izolace-z-prirodnich-materialu/izolace-z-ovci-vlny/>
- Jitrans Trade. © 2013. Nadkroevní tepelná izolace pod plechovou krytinou. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.isolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=8156-nadkroevni-tepelna-izolace-pod-plechovou-krytinou.html#.VQRNNI6G\\_Is](http://www.isolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?nid=8156-nadkroevni-tepelna-izolace-pod-plechovou-krytinou.html#.VQRNNI6G_Is)
- KONOPÍ. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/izolace-z-prirodnich-materialu/konopi/>
- MATERIÁLY NA BÁZI PAPÍRU A CELULÓZY. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/foukana-a-sypka-izolace/materialy-na-bazi-papiru-a-celulozy/>
- MINERÁLNÍ VLÁKNITÉ IZOLACE. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/vlaknite-izolace/>
- Nízkoenergetické domy. © 2008. In: *nazeleno.cz* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/nizkoenergeticke-domy.dic>
- NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. 2015. In: *TZB-INFO* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/zelena-usporam-na-tzb-info>
- Nulové domy. © 2008. In: *nazeleno.cz* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/nulove-domy.dic>
- PĚNOVÉ SKLO. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/penove-sklo/>

- POLYISOKYANURÁT, PIR. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/polyisokyanurat/>
- POLYSTYREN. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/polystyren/>
- POLYURETAN, PUR. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/polyuretan/>
- Provětrávaná fasáda - jaké má výhody?. © 2008. In: *nazeleno.cz* [online]. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/provetravana-fasada-jake-ma-vyhody.aspx>
- Průkaz energetické náročnosti budov. 2014. In: *MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument119528.html>
- Reálný test úspory energií až 45% při zateplování staveb. 2014. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-obecne-informace/?nid=20084-realny-test-uspory-energii-az-45-pri-zateplovani-staveb.html#.VOduK\\_mG-So](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-obecne-informace/?nid=20084-realny-test-uspory-energii-az-45-pri-zateplovani-staveb.html#.VOduK_mG-So)
- Spotřeba zemního plynu. © 2012-2015. In: *KALKULÁTOR CEN ENERGÍÍ* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-zemniho-plynu-zadani-spotreby?kraj=b>
- ŠÁLA, Jiří. 2001. O vnitřním zateplení. In: *TZB-INFO* [online]. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/540-o-vnitrim-zatepleni>
- *Špatná zpráva pro obnovitelné zdroje* [online]. 2010. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/studie-ceps>
- *Tepelná akumulace stěny a relaxační doba* [online]. 2015. [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/vypocty/7-tepelna-akumulace-steny-a-relaxacni-doba/>
- *Tepelné chování budov*. 2000. Praha: ČNI.
- Trojkřídlové okno. 2015. In: *Slavona* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.slavona.cz/cenik-drevenych-euroken/trojkrivolove-okno.html#chapter>
- TZB-info. 2015. In: *Typické spotřeby* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-zemniho-plynu-zadani-spotreby?kraj=b>

- Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit. 1994. In: *TZB-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>
- *Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov*. 2013.
- Výplně otvorů: vývoj konstrukčního a materiálového řešení. 04/14. In: *Časopis stavebnictví*. [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.casopisstavebnictvi.cz/vyplne-otvoru-vyvoj-konstrukcniho-a-materialoveho-reseni\\_N5250](http://www.casopisstavebnictvi.cz/vyplne-otvoru-vyvoj-konstrukcniho-a-materialoveho-reseni_N5250)
- *Vývoj celkových cen elektřiny* [online]. 2015. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektriny>
- *Vývoj celkových cen zemního plynu* [online]. 2015. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-zemniho-plynu>
- *Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií*. 2000.
- *Zákony ČR o nulových domech*. © 2012. In: *NULOVÉ DOMY* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-stanovuji-zakony/zakony-cr-o-nulovych-domech.htm>
- *Zákony ČR o nulových domech*. © 2012. In: *NULOVÉ DOMY* [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org/co-stanovuji-zakony/zakony-cr-o-nulovych-domech.htm>
- Zateplení kontaktní fasády polystyrenem. 2015. In: *Isover* [online]. [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/zatepleni-kontaktni-fasady-polystyrenem>
- Zateplení stropu a podlahy: Úspora energií. 2010. In: *nazeleno.cz* [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/zatepleni-stropu-a-podlahy-uspورا-energií.aspx>
- ZATEPLENÍ STŘECHY. © 2013. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?p=0#.VQRRZ46G\\_It](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zatepleni-strechy/?p=0#.VQRRZ46G_It)
- ZATEPLOVÁNÍ FASÁDY. 2014. In: *Izolace-info* [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: [http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-fasady-1/?nid=10215-jak-zmensit-ucty-za-elektrinu-a-vyhnout-se-energeticke-chudobe.html#.VOduW\\_mG-So](http://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-fasady-1/?nid=10215-jak-zmensit-ucty-za-elektrinu-a-vyhnout-se-energeticke-chudobe.html#.VOduW_mG-So)

## 17) SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PENB	-	Průkaz energetické náročnosti budov
EPS	-	Pěnový (expandovaný) polystyren
XPS	-	Vytlačovaný (extrudovaný) polystyren
PUR	-	Polyuretanová pěna
PIR	-	Polyisokyanurát
tl.	-	tloušťka

## 16) SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf 1 - Spotřeba energie na vytápění. - vlastní zdroj .....	82
Graf 2 - Roční úspora energie v porovnání s předcházející variantou. – vlastní zdroj .....	83

## 17) SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Klasifikační třídy energetické náročnosti budov .....	14
Tabulka 2 – Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i = 50\%$ .....	20
Tabulka 3 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im}$ v intervalu 18 °C až 22 °C včetně .....	22
Tabulka 4 - Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou teplotou $\theta_m$ v intervalu 18°C až 22°C včetně. ....	23
Tabulka 5 - Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi .....	24
Tabulka 6 - Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{t0,N}$ ..	24
Tabulka 7 - Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty .....	25
Tabulka 8 - Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ .....	28
Tabulka 9 - Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N}(t)$ .....	28
Tabulka 10 - Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období .....	29
Tabulka 11 - souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru původní konstrukce .....	58
Tabulka 12 - venkovní teplota v zimním období a geometrické charakteristiky budovy původní konstrukce .....	59
Tabulka 13 - měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u původního objektu .	60
Tabulka 14 - Tepelné ztráty u původního objektu .....	61
Tabulka 15 - souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u stávajícího objektu .....	64
Tabulka 16 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u stávajícího objektu .	65
Tabulka 17 - Tepelné ztráty u stávajícího objektu .....	66
Tabulka 18 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 1 .....	70
Tabulka 19 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 1 .....	71



Tabulka 20 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 2 .....	73
Tabulka 21 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 2 .....	74
Tabulka 22 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 3 .....	76
Tabulka 23 - Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 3 .....	77
Tabulka 24 - Souhrnné tabulky součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru u varianty č. 4 .....	79
Tabulka 25 - – Měrná tepelná ztráta součinitele prostupu tepla u varianty č. 4 .....	80
Tabulka 26 - Posouzení variant z hlediska spotřeby energie na vytápění. ....	82
Tabulka 27 - Posouzení variant z hlediska návratnosti investice. ....	85
Tabulka 28 - Souhrnná tabulka nákladů na vytápění při změně vnitřní návrhové teploty. .....	87
Tabulka 29 - Nákladové ocenění nemovitosti .....	88

## 18) SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Průkaz energetické náročnosti budov. ....	16
Obrázek 2 - Prognóza cen energií do roku 2050 (CZK/MWh) .....	33
Obrázek 3 - Vývoj ceny elektřiny .....	34
Obrázek 4 - Vývoj ceny plynu .....	34
Obrázek 5 - Reakce vnitřní povrchové teploty na přerušení tepelného toku na vnitřní straně obvodové stěny o skladbě i-beton(150 mm)-XPS(200mm)-e. Relaxační doba sestavy 396 hodin. Počáteční ustálené podmínky: vnitřní teplota 21 °C, venkovní -15 °C. ....	37
Obrázek 6 - Reakce vnitřní povrchové teploty na přerušení tepelného toku na vnitřní straně obvodové stěny o skladbě i-SDK(24 mm)-XPS(200mm)-e. Relaxační doba sestavy 34,4 hodiny. Počáteční ustálené podmínky: vnitřní teplota 21 °C, venkovní -15 °C. ....	37
Obrázek 7 - Reakce vnitřní povrchové teploty na skokový pokles venkovní teploty z -15 °C na -25 °C při konstantním tepelném toku na vnitřní straně obvodové stěny o skladbě i-SDK(24 mm)-XPS(200mm)-e. Relaxační doba sestavy 34,4 hodiny. Počáteční ustálené podmínky: vnitřní teplota 21 °C, venkovní -15 °C: .....	38
Obrázek 8 - Porovnání délky otopné sezóny u stavby se shodnými tepelnými ztrátami a jinou akumulací.....	39
Obrázek 9 - průběhu vnitřních teplot v konstrukci nezateplené, s vnitřním zateplením, s vnějším zateplením.....	50
Obrázek 10 - Stav při rekonstrukci. - vlastní zdroj .....	54
Obrázek 11 - Zateplování objektu. – vlastní zdroj.....	56
Obrázek 12 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u původního stavu. ....	61
Obrázek 13 - Vývoj spotřeby energie v domech od minulosti do současnosti. ....	63
Obrázek 14 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u stávajícího objektu .....	67
Obrázek 15 - Typické spotřeby rodinného domu. ....	68
Obrázek 16 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 1 .....	72
Obrázek 17 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 2 .....	75
Obrázek 18 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 3 .....	78
Obrázek 19 - Ukazatele energetické náročnosti budovy u varianty č. 4 .....	81
Obrázek 20 - Ukazatele energetické náročnosti budovy při změně o 1° C .....	86

Obrázek 21 - Ukazatele energetické náročnosti budovy při změně o 2° C .....	86
Obrázek 22 - Ukazatele energetické náročnosti budovy při změně o 3° C .....	87

## **19) SEZNAM PŘÍLOH**

### **PŘÍLOHY, KTERÉ JSOU SOUČÁSTÍ HLAVNÍ PRÁCE**

PŘÍLOHA Č. 0 – SROVNÁNÍ ZDÍČÍCH MATERIÁLŮ

PŘÍLOHA Č. 1 – NÁKLADOVÉ OCENĚNÍ NEMOVITOSTI

### **PŘÍLOHY V SAMOSTATNÉ SLOŽCE**

PŘÍLOHA Č. 2 – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

PŘÍLOHA Č. 3 – PROTOKOLY PŮVODNÍHO STAVU

PŘÍLOHA Č. 4 – PROTOKOLY STÁVAJÍCÍHO STAVU

PŘÍLOHA Č. 5 – PROTOKOLY VARIANTY 1

PŘÍLOHA Č. 6 – PROTOKOLY VARIANTY 2

PŘÍLOHA Č. 7 – PROTOKOLY VARIANTY 3

PŘÍLOHA Č. 8 – PROTOKOLY VARIANTY 4

PŘÍLOHA Č. 9 – PROTOKOLY ZMĚNY U STÁVAJÍCÍHO OBJEKTU O 1°C

PŘÍLOHA Č. 10 – PROTOKOLY ZMĚNY U STÁVAJÍCÍHO OBJEKTU O 2°C

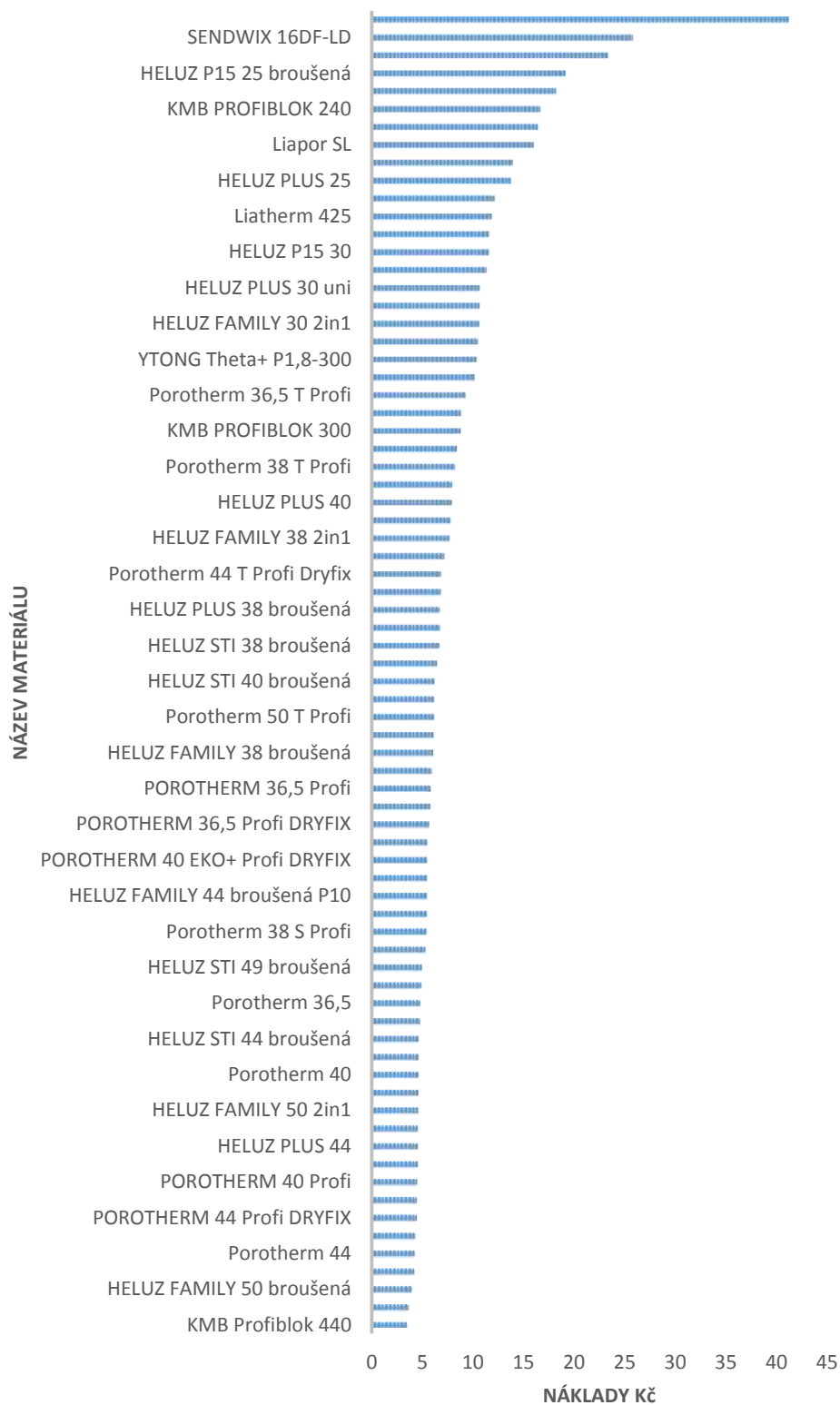
PŘÍLOHA Č. 11 – PROTOKOLY ZMĚNY U STÁVAJÍCÍHO OBJEKTU O 3°C

## PŘÍLOHA Č. 0 – SROVNÁNÍ ZDÍČÍCH MATERIÁLŮ

Pořadí	Název	Tloušťka zdiva [mm]	Součinitel prostupu tepla bez omítek $U_{ext}$ [W/m <sup>2</sup> K]	Měrná tepelná kapacita $c$ [J/kg.K]	Hustota $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Tepelná akumulace	Spotřeba [ks/m <sup>2</sup> ]	CENA/KS	CENA/m <sup>2</sup>	RELAXAČNÍ DOBA (HODIN)	NÁKLADY NA 1h RELAXAČNÍ DOBY
1.	KMB Profiblok 440	440	0,26	1000	720	316800	16	35	560	162	3,46
2.	KMB PROFIBLOK 440 BRUS	440	0,27	1000	710	312400	16	35	560	153	3,65
3.	HELUZ FAMILY 50 broušená	500	0,16	1000	640	320000	16	67	1072	270	3,97
4.	POROTHERM 44 EKO+	440	0,22	1000	640	281600	16	45	720	171	4,21
5.	Porotherm 44	440	0,3	1000	750	330000	16	39	619	145	4,27
6.	Porotherm 50 EKO+ Profi Dryfix	500	0,19	1000	680	340000	16	65	1040	241	4,32
7.	POROTHERM 44 Profi DRYFIX	440	0,25	1000	750	330000	16	49	784	176	4,47
8.	KMB PROFIBLOK 400	400	0,33	1000	720	288000	16	32	512	114	4,48
9.	POROTHERM 40 Profi	400	0,27	1000	780	312000	16	43	690	153	4,5
10.	KMB PROFIBLOK 400 BRUS	400	0,33	1000	710	284000	16	32	512	113	4,54
11.	HELUZ PLUS 44	440	0,25	1000	600	264000	16	40	640	140	4,56
12.	POROTHERM 44 Profi	440	0,26	1000	750	330000	16	48	768	168	4,56
13.	HELUZ FAMILY 50 2in1	500	0,11	1000	650	325000	16	115	1840	403	4,57
14.	POROTHERM 40 Profi DRYFIX	400	0,27	1000	780	312000	16	44	704	153	4,6
15.	Porotherm 40	400	0,33	1000	760	304000	16	35	560	121	4,64
16.	POROTHERM 40 EKO+	400	0,24	1000	640	256000	16	41	659	142	4,64
17.	HELUZ STI 44 broušená	440	0,22	1000	580	255200	16	45	720	155	4,64
18.	POROTHERM 44 EKO+ Profi DRYFIX	440	0,21	1000	680	299200	16	57	912	191	4,78
19.	Porotherm 36,5	365	0,35	1000	780	284700	16	32	512	106	4,82
20.	POROTHERM 44 EKO+ Profi	440	0,21	1000	640	281600	16	55	880	180	4,9
21.	HELUZ STI 49 broušená	490	0,2	1000	600	294000	16	61	976	197	4,95
22.	POROTHERM 40 EKO+ Profi	400	0,23	1000	640	256000	16	49	786	149	5,29
23.	Porotherm 38 S Profi	380	0,3	1000	760	288800	16	43	688	127	5,42
24.	HELUZ PLUS 38	380	0,29	1000	595	226100	16	35	560	103	5,44
25.	HELUZ FAMILY 44 broušená P10	440	0,19	1000	650	286000	16	69	1104	202	5,46
26.	HELUZ PLUS 44 broušená	440	0,24	1000	600	264000	16	50	800	147	5,46
27.	POROTHERM 40 EKO+ Profi DRYFIX	400	0,23	1000	640	256000	16	51	811	149	5,46
28.	HELUZ PLUS 36,5	365	0,3	1000	600	219000	16	33	528	96,2	5,49
29.	POROTHERM 36,5 Profi DRYFIX	365	0,33	1000	780	284700	16	40	640	113	5,66
30.	HELUZ STI 44	440	0,22	1000	580	255200	16	56	896	155	5,78
31.	POROTHERM 36,5 Profi	365	0,34	1000	780	284700	16	40	640	110	5,84
32.	POROTHERM 42,5 T Profi	425	0,17	1000	650	276250	16	81	1296	219	5,91
33.	HELUZ FAMILY 38 broušená	380	0,22	1000	640	243200	16	56	896	148	6,06

34.	HELUZ PLUS 40 broušená	400	0,27	1000	600	240000	16	45	720	118	6,11
35.	Porotherm 50 T Profi	500	0,15	1000	680	340000	16	118	1888	307	6,15
36.	Porotherm 50 T Profi Dryfix	500	0,15	1000	680	340000	16	118	1888	307	6,15
37.	HELUZ STI 40 broušená	400	0,24	1000	580	232000	16	50	800	129	6,21
38.	HELUZ FAMILY 44 2in1 P10	440	0,14	1000	640	281600	16	110	1760	273	6,45
39.	HELUZ STI 38 broušená	380	0,25	1000	590	224200	16	50	800	119	6,71
40.	HELUZ PLUS 36,5 broušená	365	0,29	1000	600	219000	16	42	672	99,7	6,74
41.	HELUZ PLUS 38 broušená	380	0,28	1000	595	226100	16	45	720	107	6,74
42.	Porotherm 44 T Profi	440	0,17	1000	680	299200	16	101	1616	237	6,81
43.	Porotherm 44 T Profi Dryfix	440	0,17	1000	680	299200	16	101	1616	237	6,81
44.	HELUZ FAMILY 30 broušená	300	0,29	1000	670	201000	16	41	656	91,5	7,17
45.	HELUZ FAMILY 38 2in1	380	0,17	1000	650	247000	16	94	1504	196	7,67
46.	Porotherm 38 T Profi Dryfix	380	0,19	1000	680	258400	16	89	1424	183	7,79
47.	HELUZ PLUS 40	400	0,28	1000	600	240000	16	56	896	113	7,9
48.	YTONG Lambda+ P2-350	450	0,192	1000	350	157500	7	131	874	110	7,93
49.	Porotherm 38 T Profi	380	0,2	1000	680	258400	16	89	1424	173	8,21
50.	Porotherm 30 S Profi	300	0,5	1000	800	240000	16	32	512	61	8,39
51.	KMB PROFIBLOK 300	300	0,63	1000	770	231000	16	25	400	45,5	8,8
52.	HELUZ FAMILY 25 broušená	250	0,35	1000	660	165000	16	34	544	61,6	8,83
53.	Porotherm 36,5 T Profi	365	0,2	1000	650	237250	16	92	1472	159	9,25
54.	Porotherm 30 T Profi Dryfix	300	0,23	1000	650	195000	16	72	1152	113	10,2
55.	YTONG Theta+ P1,8-300	499	0,164	1000	300	149700	13	96	1280	123	10,4
56.	KMB PROFIBLOK 365	365	0,45	1000	770	281050	29	29	841	80,1	10,5
57.	HELUZ FAMILY 30 2in1	300	0,24	1000	680	204000	16	75	1200	113	10,6
58.	Porotherm 30 T Profi	300	0,24	1000	650	195000	16	72	1152	108	10,6
59.	HELUZ PLUS 30 uni	300	0,61	1000	710	213000	16	29	464	43,5	10,7
60.	HELUZ PLUS 30 uni broušená	300	0,53	1000	710	213000	16	36	576	50,8	11,3
61.	HELUZ P15 30	300	0,61	1000	700	210000	16	31	496	42,9	11,6
62.	Liatherm 365	365	0,33	1000	600	219000	16	63	1008	87	11,6
63.	Liatherm 425	365	0,29	1000	600	219000	16	74	1184	99,7	11,9
64.	HELUZ P15 30 broušená	300	0,53	1000	700	210000	16	38	608	50,1	12,1
65.	HELUZ PLUS 25	250	0,5	1000	660	165000	16	36	576	41,9	13,7
66.	HELUZ FAMILY 25 2in1	250	0,31	1000	670	167500	16	62	992	71,1	14
67.	Liapor SL	365	0,25	1000	500	182500	16	97	1552	97,1	16
68.	HELUZ PLUS 25 broušená	250	0,49	1000	660	165000	16	44	704	42,9	16,4
69.	KMB PROFIBLOK 240	240	0,76	1000	730	175200	16	29	464	27,9	16,6
70.	HELUZ P15 25	250	0,68	1000	740	185000	16	38	608	33,4	18,2
71.	HELUZ P15 25 broušená	250	0,6	1000	740	185000	16	46	736	38,5	19,1
72.	SENDWIX 8DF-D	240	1,248	1000	1270	304800	16	39	624	26,7	23,3
73.	SENDWIX 16DF-LD	240	1,222	1000	1220	292800	8	85	680	26,4	25,8
74.	BEST UNIKA 20	200	1,964702	1000	980	196000	10	38	380	9,23	41,2

# NÁKLADY NA 1H RELAXAČNÍ DOBY



# PŘÍLOHA Č. 1 – Nákladové ocenění nemovitosti

## STÁVAJÍCÍ STAV

Výpočet ceny stavby									
Budova podle § 12 vyhlášky 441/2013 Sb. ve znění vyhlášky č. 199/2014 Sb.				typ	G		nepodsklepený		
Střecha				sklonitá					
Základní cena	dle typu z přílohy č. 6 vyhl. 3/2008 Sb.			ZC'	Kč/m <sup>3</sup>			2 710,00	
Koeficient využití podkroví				Kpod				1,000	
Základní cena po 1. úpravě	= ZC' x Kpod			ZC	Kč/m <sup>3</sup>			2 710,00	
Průměrná výška				v	m			2,60	
Zastavěná plocha objektu				ZP	m <sup>2</sup>			122,25	
Obestavěný prostor objektu				OP	m <sup>3</sup>			806,16	
Koeficient konstrukce	( příloha č. 10 vyhlášky )			K <sub>1</sub>				0,9390	
Koeficient přepočtu ceny	0,92+6,6/PZP			K <sub>2</sub>				0,9740	
Koeficient průměrné výšky	(2,1/v)+0,3			K <sub>3</sub>				1,1077	
Koeficient polohový	( příloha č. 14 vyhlášky )			K <sub>5</sub>	-			1,0000	
Koeficient změny cen staveb	( příloha č. 41 vyhlášky )			K <sub>4</sub>	-	CZ-CC 121		2,037	
Koeficient vybavení stavby									
Pol.č.	Konstrukce a vybavení	Provedení	Stand tab. č. 6	Podíl (př.15)	%	Pod.č.	Koef	Uprav. podíl na "S", "P", "C", "N"	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
						(5)x(6)/100		(7)*(8)	
1	Základy	betonové základové pásy, izolace proti vodě	S	0,063	100	0,063	1,00	0,06300	
2	Svislé konstrukce	plynosilikát tl. 300mm zateplené 80mm	S	0,150	100	0,150	1,00	0,15000	
3	Stropy	míakové s rovným podhledem	S	0,082	100	0,082	1,00	0,08200	
4	Střecha	dřev. krov sedlová	S	0,061	100	0,061	1,00	0,06100	
5	Krytina	pálená drážková	S	0,027	100	0,027	1,00	0,02700	
6	Klempířské konstrukce	pozinkovaný plech	S	0,006	100	0,006	1,00	0,00600	
7	Vnitřní omítky	vápenocementové štukové	S	0,071	100	0,071	1,00	0,07100	
8	Úpravy vnějších povrchů	Silikátová omítka+ ETICS	S	0,032	100	0,032	1,00	0,03200	
10	Vnitřní obklady	koupelny, WC, kuchyně	S	0,031	100	0,031	1,00	0,03100	
11	Schody	dřevěnné	S	0,028	100	0,028	1,00	0,02800	
12	Dveře	plastové	N	0,038	100	0,038	1,54	0,05852	
13	Okna	plastová	N	0,059	100	0,059	1,54	0,09086	
14	Podlahy obytných místn.	textilní krytiny, dřevěnné palubky	S	0,033	100	0,033	1,00	0,03300	
16	Vytápění	ÚT, kotel na plyn	S	0,049	100	0,049	1,00	0,04900	
17	Elektroinstalace	230/400V, jističe	S	0,058	100	0,058	1,00	0,05800	
18	Bleskosvod	ANO	S	0,003	100	0,003	1,00	0,00300	
19	Rozvod vody	rozvod studené i teplé vody	S	0,033	100	0,033	1,00	0,03300	



20	Kanalizace	z kuchyně, koupelny, WC	S	0,032	100	0,032	1,00	0,03200
21	Instalace plynu	ANO	S	0,003	100	0,003	1,00	0,00300
22	Ohřev teplé vody	bojler	S	0,022	100	0,022	1,00	0,02200
23	Vybavení kuchyní	Plynový sporák,	S	0,018	100	0,018	1,00	0,01800
25	Záchod	standardní splachovací	S	0,043	100	0,043	1,00	0,04300
25	Výtahy		C	0,014	100	0,014	0,00	0,00000
26	Ostatní	okenní žaluzie, digestoř	S	0,044	100	0,044	1,00	0,04400
27	Konstrukce neuvedené		C	0,000	0	0,000	0,00	0,00000
	Celkem			1,000		1,00000		1,03838
Koeficient vybavení		( z výpočtu výše )	K <sub>4</sub>	-				1,03838
Zákl. cena upravená bez K <sub>p</sub>		ZC x K1 x K2 x K3 x K4 x K5 x Ki		Kč/m <sup>3</sup>				5 807,04
Rok odhadu								2015
Rok pořízení								1981
Stáří			S	roků				34
Způsob výpočtu opotřebení		( lineárně / analyticky )						analyticky
Celková předpokládaná životnost			Z	roků				viz anal. výpočet
Opotřebení			O	%				23,34
Výchozí cena			CN	Kč				4 681 403,37
Stupeň dokončení stavby			D	%				100,00
Výchozí cena po zohlednění stupně dokončení stavby			CND	Kč				4 681 403,37
Odpočet na opotřebení		23,34 %	O	Kč				-1 092 639,55
Cena po odpočtu opotřebení, bez K <sub>p</sub>				Kč				3 588 763,82
Jedná se o stavbu s doloženým výskytem radonu, se stavebním povolením vydaným do 28.2.1991?								ne
Snižování ceny za doložený výskyt radonu (§ 21 odst. 4 vyhlášky)			0 %	Kč				0,00
Cena ke dni odhadu bez koeficientu prodejnosti				Kč				3 588 763,82

Stupeň dokončení stavby					Analytická metoda výpočtu opotřebení				
Pol. č.	Konstrukce a vybavení	Přepočt. podíl	Stupeň dokončení %	Dokončení z celku	Přepočtený podíl A	Stáří B	Životnost prvku C	Opotřebení B/C	100×A×B / C
(1)	(2)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
...	...	(9)/suma (9)			(9)/suma (9)	...	....	(14)/(15)	(13)*(16)*100
1	Základy	0,06067	100	0,06067	0,06067	34	175	0,19429	1,17876
2	Svislé konstrukce	0,14446	100	0,14446	0,14446	34	140	0,24286	3,50821
3	Stropy	0,07897	100	0,07897	0,07897	34	140	0,24286	1,91782
4	Střecha	0,05875	100	0,05875	0,05875	34	110	0,30909	1,81577
5	Krytina	0,02600	100	0,02600	0,02600	34	90	0,37778	0,98230
6	Klempířské konstrukce	0,00578	100	0,00578	0,00578	11	60	0,18333	0,10593
7	Vnitřní omítky	0,06838	100	0,06838	0,06838	11	65	0,16923	1,15713
8	Úpravy vnějších povrchů	0,03082	100	0,03082	0,03082	11	45	0,24444	0,75331

10	Vnitřní obklady	0,02985	100	0,02985	0,02985	11	40	0,27500	0,82099
11	Schody	0,02697	100	0,02697	0,02697	11	140	0,07857	0,21187
12	Dveře	0,05636	100	0,05636	0,05636	11	65	0,16923	0,95373
13	Okna	0,08750	100	0,08750	0,08750	11	65	0,16923	1,48080
14	Podlahy obytných místn.	0,03178	100	0,03178	0,03178	11	50	0,22000	0,69917
16	Vytápění	0,04719	100	0,04719	0,04719	11	40	0,27500	1,29769
17	Elektroinstalace	0,05586	100	0,05586	0,05586	11	40	0,27500	1,53605
18	Bleskosvod	0,00289	100	0,00289	0,00289	11	40	0,27500	0,07945
19	Rozvod vody	0,03178	100	0,03178	0,03178	11	40	0,27500	0,87396
20	Kanalizace	0,03082	100	0,03082	0,03082	11	40	0,27500	0,84747
21	Instalace plynu	0,00289	100	0,00289	0,00289	11	40	0,27500	0,07945
22	Ohřev teplé vody	0,02119	100	0,02119	0,02119	11	45	0,24444	0,51790
23	Vybavení kuchyní	0,01733	100	0,01733	0,01733	11	40	0,27500	0,47670
25	Záchod	0,04141	100	0,04141	0,04141	11	45	0,24444	1,01226
25	Výtahy	0,00000	100	0,00000	0,00000	11	45	0,24444	0,00000
26	Ostatní	0,04237	100	0,04237	0,04237	11	45	0,24444	1,03580
27	Konstrukce neuvedené	0,00000	100	0,00000	0,00000	11	50	0,22000	0,00000
<b>Celk.</b>		1,00		1,00000	1,00				
<b>Stupeň dokončení stavby</b>				<b>100,00 %</b>	<b>Opotřebení analytickou metodou</b>				<b>23,34 %</b>
					Opotřebení prvků analytickou metodou nastaveno na max.				<b>100,00</b>

# NÁVRHOVÝ STAV

Výpočet ceny stavby								
Budova podle § 12 vyhlášky 441/2013 Sb. ve znění vyhlášky č. 199/2014 Sb.				typ	G			nepodsklepený
Sřecha				sklonitá				
Základní cena	dle typu z přílohy č. 6 vyhl. 3/2008 Sb.			ZC'	Kč/m <sup>3</sup>			2 710,00
Koeficient využití podkroví				Kpod				1,000
Základní cena po 1. úpravě	= ZC' x Kpod			ZC	Kč/m <sup>3</sup>			2 710,00
Průměrná výška				v	m			2,60
Zastavěná plocha objektu				ZP	m <sup>2</sup>			122,25
Obestavěný prostor objektu				OP	m <sup>3</sup>			806,16
Koeficient konstrukce	( příloha č. 10 vyhlášky )			K <sub>1</sub>				0,9390
Koeficient přepočtu ceny	0,92+6,6/PZP			K <sub>2</sub>				0,9740
Koeficient průměrné výšky	(2,1/v)+0,3			K <sub>3</sub>				1,1077
Koeficient polohový	( příloha č. 14 vyhlášky )			K <sub>5</sub>	-			1,0000
Koeficient změny cen staveb	( příloha č. 41 vyhlášky )			K <sub>4</sub>	-	CZ-CC 121		2,037
Koeficient vybavení stavby								
Pol.č.	Konstrukce a vybavení	Provedení	Stand tab. č. 6	Podíl (př.15)	%	Pod.č.	Koef.	Uprav. podíl na "S", "P", "C", "N"
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
						(5)x(6)/100		(7)*(8)
1	Základy	betonové základové pásy, izolace proti vodě	S	0,063	100	0,063	1,00	0,06300
2	Svislé konstrukce	plynosilikát tl. 300mm zateplené 80mm	S	0,150	100	0,150	1,00	0,15000
3	Stropy	míakové s rovným podhledem	S	0,082	100	0,082	1,00	0,08200
4	Sřecha	dřev. krov sedlová	S	0,061	100	0,061	1,00	0,06100
5	Krytina	pálená drážková	S	0,027	100	0,027	1,00	0,02700
6	Klempířské konstrukce	pozinkovaný plech	S	0,006	100	0,006	1,00	0,00600
7	Vnitřní omítky	vápenocementové štukové	S	0,071	100	0,071	1,00	0,07100
8	Úpravy vnějších povrchů	Silikátová omítka+ ETICS	N	0,032	100	0,032	1,54	0,04928
10	Vnitřní obklady	koupelny, WC, kuchyně	S	0,031	100	0,031	1,00	0,03100
11	Schody	dřevěnné	S	0,028	100	0,028	1,00	0,02800
12	Dveře	plastové	N	0,038	100	0,038	1,54	0,05852
13	Okna	plastová	N	0,059	100	0,059	1,54	0,09086
14	Podlahy obytných místn.	textilní krytiny, dřevěnné palubky	S	0,033	100	0,033	1,00	0,03300
16	Vytápění	ÚT, kotel na plyn	S	0,049	100	0,049	1,00	0,04900
17	Elektroinstalace	230/400V, jističe	S	0,058	100	0,058	1,00	0,05800
18	Bleskosvod	ANO	S	0,003	100	0,003	1,00	0,00300
19	Rozvod vody	rozvod studené i teplé vody	S	0,033	100	0,033	1,00	0,03300
20	Kanalizace	z kuchyně, koupelny, WC	S	0,032	100	0,032	1,00	0,03200
21	Instalace plynu	ANO	S	0,003	100	0,003	1,00	0,00300

22	Ohřev teplé vody	bojler	S	0,022	100	0,022	1,00	0,02200
23	Vybavení kuchyní	Plynový sporák,	S	0,018	100	0,018	1,00	0,01800
25	Záchod	standardní splachovací	S	0,043	100	0,043	1,00	0,04300
25	Výtahy		C	0,014	100	0,014	0,00	0,00000
26	Ostatní	okenní žaluzie, digestoř	S	0,044	100	0,044	1,00	0,04400
27	Konstrukce neuvedené		C	0,000	0	0,000	0,00	0,00000
	Celkem			1,000		1,00000		1,05566
Koefficient vybavení		( z výpočtu výše )	K <sub>4</sub>	-				1,05566
Zákl. cena upravená bez Kp		ZC x K1 x K2 x K3 x K4 x K5 x Ki		Kč/m <sup>3</sup>				5 903,68
Rok odhadu								2015
Rok pořízení								1981
Stáří			S	roků				34
Způsob výpočtu opotřebení		( lineárně / analyticky )						analyticky
Celková předpokládaná životnost			Z	roků				viz anal. výpočet
Opotřebení			O	%				22,22
Výchozí cena			CN	Kč				4 759 310,67
Stupeň dokončení stavby			D	%				100,00
Výchozí cena po zohlednění stupně dokončení stavby			CND	Kč				4 759 310,67
Odpočet na opotřebení		22,22 %	O	Kč				-1 057 518,83
Cena po odpočtu opotřebení, bez Kp				Kč				3 701 791,84
Jedná se o stavbu s doloženým výskytem radonu, se stavebním povolením vydaným do 28.2.1991?								ne
Snižování ceny za doložený výskyt radonu (§ 21 odst. 4 vyhlášky)			0 %	Kč				0,00
Cena ke dni odhadu bez koeficientu prodejnosti				Kč				3 701 791,84

Stupeň dokončení stavby					Analytická metoda výpočtu opotřebení				
Pol. č.	Konstrukce a vybavení	Přepočt. podíl	Stupeň dokončení %	Dokončen i z celku	Přepočtený podíl A	Stáří B	Životnost prvku C	Opotřebení B/C	100×A×B / C
(1)	(2)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
...	...	(9)/suma (9)			(9)/suma (9)	...	....	(14)/(15)	(13)*(16)*100
1	Základy	0,05968	100	0,05968	0,05968	34	175	0,19429	1,15946
2	Svislé konstrukce	0,14209	100	0,14209	0,14209	34	140	0,24286	3,45079
3	Stropy	0,07768	100	0,07768	0,07768	34	140	0,24286	1,88643
4	Střecha	0,05778	100	0,05778	0,05778	34	110	0,30909	1,78604
5	Krytina	0,02558	100	0,02558	0,02558	34	90	0,37778	0,96622
6	Klempířské konstrukce	0,00568	100	0,00568	0,00568	11	60	0,18333	0,10420
7	Vnitřní omítky	0,06726	100	0,06726	0,06726	11	65	0,16923	1,13819
8	Úpravy vnějších povrchů	0,04668	100	0,04668	0,04668	0	45	0,00000	0,00000
10	Vnitřní obklady	0,02937	100	0,02937	0,02937	11	40	0,27500	0,80755
11	Schody	0,02652	100	0,02652	0,02652	11	140	0,07857	0,20840
12	Dveře	0,05543	100	0,05543	0,05543	11	65	0,16923	0,93812

13	Okna	0,08607	100	0,08607	0,08607	11	65	0,16923	1,45656
14	Podlahy obytných místn.	0,03126	100	0,03126	0,03126	11	50	0,22000	0,68772
16	Vytápění	0,04642	100	0,04642	0,04642	11	40	0,27500	1,27645
17	Elektroinstalace	0,05494	100	0,05494	0,05494	11	40	0,27500	1,51090
18	Bleskosvod	0,00284	100	0,00284	0,00284	11	40	0,27500	0,07815
19	Rozvod vody	0,03126	100	0,03126	0,03126	11	40	0,27500	0,85965
20	Kanalizace	0,03031	100	0,03031	0,03031	11	40	0,27500	0,83360
21	Instalace plynu	0,00284	100	0,00284	0,00284	11	40	0,27500	0,07815
22	Ohřev teplé vody	0,02084	100	0,02084	0,02084	11	45	0,24444	0,50942
23	Vybavení kuchyní	0,01705	100	0,01705	0,01705	11	40	0,27500	0,46890
25	Záchod	0,04073	100	0,04073	0,04073	11	45	0,24444	0,99569
25	Výtahy	0,00000	100	0,00000	0,00000	11	45	0,24444	0,00000
26	Ostatní	0,04168	100	0,04168	0,04168	11	45	0,24444	1,01885
27	Konstrukce neuvedené	0,00000	100	0,00000	0,00000	11	50	0,22000	0,00000
<b>Celk.</b>		1,00		1,00000	1,00				
<b>Stupeň dokončení stavby</b>				<b>100,00 %</b>	<b>Opotřebení analytickou metodou</b>				<b>22,22 %</b>
					Opotřebení prvků analytickou metodou nastaveno na max.				<b>100,00</b>

Poznámka:

Obestavěný prostor objektu a zastavěná plocha byla zjištěna pomocí grafického programu.