



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

# VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ RODINNÉHO DOMU V OBCI ŽEŽICE NA VÝDAJE SPOJENÉ S JEHO UŽÍVÁNÍM

THE IMPACT OF THERMAL INSULATION OF A DETACHED HOUSE IN THE VILLAGE OF ŽEŽICE  
ON EXPENSES ASSOCIATED WITH ITS USE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ HLAVÍN

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. PAVEL KLIKA

BRNO 2014



Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2013/14

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Tomáš Hlavín

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

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

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

**Vliv provedení zateplení rodinného domu v obci Žežice na výdaje spojené s jeho užíváním.**

v anglickém jazyce:

**The Impact of Thermal Insulation of a Detached House in the Village of Žežice on Expenses Associated with its Use.**

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 rodinného domu v obci Žežice.



Seznam odborné literatury:

BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. VIII. Přepřacované 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. Pavel Klika

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 2.10.2013



doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.  
ředitel vysokoškolského ústavu

### ***Abstrakt***

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.

### ***Abstract***

The task of this diploma thesis is to suggest insulation of chosen building and evaluate difference of operation costs before and after finishing the insulation. The economic return of the investment will be focused as well.

### ***Klíčová slova***

Rodinný dům, kontaktní zateplení, polystyrén, minerální vata, energetická náročnost budov, průkaz energetické náročnosti budov, náklady, ekonomická návratnost.

### ***Keywords***

Detached house, contact insulation, polystyrene, mineral wool, energy performace of buildings, certificate of energy performace of buildings, costs, economic return.

***Bibliografická citace***

HLAVÍN, T. *Vliv provedení zateplení rodinného domu v obci Žežice na výdaje spojené s jeho užíváním*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 88 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Klika.

***Prohlášení***

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

V Brně dne .....

.....

podpis diplomanta

### ***Poděkování***

Tímto chci poděkovat především vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Klikovi za odborné vedení mé závěrečné práce a za poskytnutí cenných rad. Rovněž bych chtěl poděkovat všem ostatním, kteří mi vyšli maximálně vstříc a umožnili mi přístup ke všem potřebným informacím.



# OBSAH

1	ÚVOD.....	12
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	13
2.1	Rodinný dům.....	13
2.2	Energeticky úsporné domy .....	13
2.2.1	Nízkoenergetické domy (NED) .....	14
2.2.2	Pasivní domy (PD).....	14
2.2.3	Nulové domy.....	15
2.2.4	Domy energeticky nezávislé nebo s energetickým přebytkem .....	15
2.3	Energetická náročnost budov .....	15
2.3.1	Zatřídění budovy podle vyhlášky č. 148/2007 Sb. ....	15
2.3.2	Zatřídění budovy podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. ....	16
2.3.3	Zhodnocení stavu spotřeby energie .....	17
2.3.4	Průkaz energetické náročnosti budovy .....	17
2.3.5	Energetický štítek obálky budovy.....	22
2.3.6	Program Nová zelená úsporám 2013 .....	24
2.3.7	Program Nová zelená úsporám 2014 .....	24
2.3.8	Součinitel prostupu tepla.....	25
2.3.9	Prostup tepla obálkou budovy .....	27
2.4	Způsoby vnějšího zateplování obvodových stěn.....	28
2.4.1	Tepelně izolační omítky.....	28
2.4.2	Kontaktní zateplování .....	29
2.4.3	Zateplování s odvětranou vzduchovou vrstvou.....	31
2.4.4	Rozdíly mezi kontaktním zateplením a odvětrávaným systémem.....	33
2.5	Zásady dotatečného zateplování.....	34
2.6	Zateplování stropu a podlah.....	36

2.7	Zateplování šikmých střech v podkroví.....	36
2.8	Tepelně izolační materiály.....	38
2.8.1	<i>Izolace z minerálních vláken</i> .....	38
2.8.2	<i>Pěnové polymery</i> .....	39
2.8.3	<i>Pěnové sklo</i> .....	44
2.8.4	<i>Porovnání izolačních materiálů</i> .....	45
2.9	Fasádní omítky.....	45
2.9.1	<i>Akrylátová omítka</i> .....	45
2.9.2	<i>Silikátová omítka</i> .....	46
2.9.3	<i>Silikonová omítka</i> .....	46
2.9.4	<i>Silikon – silikátová omítka</i> .....	46
3	PRAKTICKÁ ČÁST.....	47
3.1	Konstrukční část rodinného domu.....	47
3.2	Výběr materiálu na zateplení obvodových stěn.....	47
3.3	Stávající stav.....	48
3.4	Variety návrhu.....	49
3.4.1	<i>Varianta 1 – výměna výplní</i> .....	50
3.4.2	<i>Varianta 2 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní</i> .....	52
3.4.3	<i>Varianta 3 – zateplení střechy</i> .....	55
3.4.4	<i>Varianta 4 – zateplení stropu nad suterénem</i> .....	57
3.4.5	<i>Varianta 5 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy</i> ....	59
3.4.6	<i>Varianta 6 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení stropu nad suterénem</i> .....	60
3.4.7	<i>Varianta 7 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy + zateplení stropu nad suterénem</i> .....	61
3.5	Posouzení variant.....	62
3.6	Výběr a zhodnocení nejvýhodnější varianty.....	64

3.7 Posouzení ekonomické návratnosti vybrané varianty .....	66
4 ZÁVĚR.....	70
5 POUŽITÁ LITERATURA .....	71
SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	72
SEZNAM TABULEK.....	73
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	74
SEZNAM PŘÍLOH.....	76

# 1 ÚVOD

Tato diplomová práce na téma *Vliv provedení zateplení rodinného domu v obci Žežice na výdaje spojené s jeho užíváním* se zabývá studií zateplení rodinného domu. Cílem práce je hodnocení nákladů na výměnu oken a vstupních dveří, zateplení obvodových stěn, zateplení střešního pláště, zateplení stropu suterénu a výdajů spojených s užíváním rodinného domu.

Řešenou nemovitostí je rodinný dům nacházející se v obci Žežice, přibližně 3 km na jih od Příbrami, název katastrálního území o rozloze 2,15 km<sup>2</sup> je totožný s názvem obce. 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 dnešní době je otázka snižování energetické náročnosti budov tématem číslo jedna, zejména kvůli neustále se zvyšujícím cenám energií a nákladům na vytápění. V posledních letech probíhá „boom“ v zateplování nemovitostí a ten je umocněn dostupností státního programu Zelená úsporám, díky kterému lidé mohou ušetřit až desítky tisíc korun. Výše státní podpory se odvíjí od úspor, které zateplením dosáhnou – čím lépe dům zateplí, tím větší finanční podporu obdrží. Proto se domnívám, že možnost využití tohoto programu je významným faktorem při rozhodování i přes nemalou vstupní investici.

Toto téma diplomové práce, které spadá do oboru realitního inženýrství, jsem si vybral z důvodu příbuznosti ke stavební problematice, na kterou jsem se specializoval ve svém dosavadním odborném studiu.

V teoretické části jsem čerpal ze současné odborné literatury a webových stránek výrobců a dodavatelů zabývajících se kompletní dodávkou zateplovacích systémů. Praktická část obsahuje provedené výpočty a zhodnocení ekonomické návratnosti provedené investice.

Přínos diplomové práce spočívá v tom, že u tohoto konkrétního rodinného domu bude v budoucnu realizováno zateplení a s ním spojená výměna oken a vstupních dveří.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 RODINNÝ DŮM

Stavební zákon definuje rodinný dům jako stavbu, která svým stavebnětechnickým uspořádáním odpovídá požadavkům na rodinné bydlení a v níž je více než polovina podlahové plochy místností určena k bydlení, má maximálně tři samostatné byty a má nejvýše dvě nadzemní podlaží jedno podzemní podlaží a podkroví.<sup>1</sup>

### 2.2 ENERGETICKY ÚSPORNÉ DOMY

*„Energeticky úsporné domy jsou navrženy a postaveny tak, že náklady na zajištění jejich provozu jsou nižší, než stanoví aktuálně platné normy a předpisy. Pro výpočet nákladů na provoz jsou důležité zejména náklady na vytápění a chlazení domu, větrání, ohřev teplé užitkové vody, spotřebu elektrické energie a vody. Do těchto nákladů se nezapočítává spotřeba energie nutné k realizaci stavby, tedy zejména energie potřebná k výrobě a dopravě stavebních materiálů.“<sup>2</sup>*

*„Stavební materiály použité pro tyto stavby mají vždy lepší parametry, než pro danou stavbu požaduje ČSN a další předpisy související s výstavbou. Hlavním parametrem, podle kterého je použítá konstrukce posuzována z hlediska tepelně-izolačních vlastností, je tzv. součinitel prostupu tepla, který udává tepelnou ztrátu konstrukce o ploše 1 m<sup>2</sup> prostupem při rozdílu teplot 1 Kelvin. Výsledná hodnota tepelného prostupu je potom udávána ve watech. Z toho vyplývá, že čím menší hodnotu má výsledek, tím je tepelná ztráta dané konstrukce nižší.“<sup>2</sup>*

*„Pro posouzení celé stavby z hlediska energetické náročnosti se využívá tzv. měrná potřeba tepla na vytápění, která udává spotřebu tepla v kWh na vytápění 1 m<sup>2</sup> stavby budovy za 1 rok. Zatímco běžné novostavby většinou dosahují hodnot 80 – 150 kWh/m<sup>2</sup> za rok, u energeticky úsporných domů je tato hodnota podstatně nižší a výrazně tak snižuje náklady na vytápění.“<sup>2</sup>*

Podle měrné spotřeby tepla na vytápění dělíme energeticky úsporné domy takto:

---

<sup>1</sup> Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území ve znění č. 431/2012 Sb.

<sup>2</sup> [www.postavme-dum.cz](http://www.postavme-dum.cz) [online], 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <<http://www.postavme-dum.cz/energeticky-uspornе-domy>>.

### 2.2.1 Nízkoenergetické domy (NED)

„Měrná plošná potřeba tepla na vytápění  $e_A$  budov s velmi nízkou energetickou náročností je výrazně nižší než požadovaná normová hodnota. Dle ČSN 73 0540-2 jsou nízkoenergetickými domy takové, které mají plošnou měrnou potřebu tepla na vytápění  $e_A \leq 50 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$ .“<sup>3</sup>

„Hodnoty součinitelů prostupu tepla obvodových konstrukcí mají být nižší než normově doporučené  $U_N$ .“<sup>3</sup>

„Pro venkovní stěnu či střechu se součinitel prostupu tepla u nízkoenergetických budov může pohybovat mezi  $0,1 - 0,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . Pro výplně otvorů nemá překročit  $1,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .“<sup>3</sup>

### 2.2.2 Pasivní domy (PD)

Jedná se o pokročilou variantu nízkoenergetického domu. Pasivní dům se vytápí převážně sám zpětným získáváním vnitřního tepla a pomocí sluneční energie. Avšak jeho roční plošná měrná potřeba tepla na vytápění  $e_A \leq 15 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$ .

Součinitel prostupu tepla obvodových konstrukcí  $U \leq 0,15 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

Součinitel prostupu tepla střechy  $U \leq 0,12 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

Součinitel prostupu tepla oken  $U \leq 0,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .<sup>3</sup>

Zásady pasivního domu, který nepřesáhne potřebu tepla na vytápění  $15 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$  jsou tyto:

- orientace budovy na jih;
- vynikající tepelná izolace použitých materiálů;
- velmi kvalitní okna;
- vzduchotěsnost obvodového pláště;
- mechanické větrací zařízení s vysoce účinným zpětným získáváním tepla.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> POČINKOVÁ, M., ČUPROVÁ, D. et al. *Úsporný dům*. 1. vyd. Brno : ERA, 2004. 183 s. ISBN 80-86517-96-9. s. 9, 10.

<sup>4</sup> PREGIZER, D. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. 1. vyd. Praha : Grada, 2009. 128 s. ISBN 978-80-247-2431-7. s. 11, 12.

### 2.2.3 Nulové domy

Dalším snížením energetické náročnosti můžeme dojít až k domům nulovým. Hodnota měrné plošné potřeby tepla na vytápění nesmí být vyšší než 5 kWh/(m<sup>2</sup>.a). Elektřinu například produkují fotovoltaické kolektory. V zimním období, kdy je elektřiny ze slunce málo, ji domy tohoto typu odebírají ze sítě, naopak v letním období to, co odebraly, popřípadě i více, vrací do sítě zpět.<sup>5</sup>

### 2.2.4 Domy energeticky nezávislé nebo s energetickým přebytkem

Tzv. „plusové domy“, které se na pohled neodlišují od běžných rodinných domů, se vyznačují tím, že mají aktivní bilanci a přebytek energie prodávají do sítě.<sup>5</sup>

## 2.3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

*„V budovách se spotřebovává překvapivě velké množství energie. V nedávné studii EU, zmíněné například v tiskové zprávě ministerstva životního prostředí se uvádí, že v rozvinutých zemích Evropy se v budovách spotřebuje až 40 % celkové spotřeby energie. U starých domů je průměrná hodnota měrné spotřeby přibližně 270 kWh na čtvereční metr podlahové plochy a rok. Zmíněná studie uvádí, že rekonstrukcí se lze snadno dostat pod hodnotu 100 kWh, což je už na úrovni běžných, nově stavěných domů (třída B nebo C podle vyhlášky č. 148/2007 Sb. O energetické náročnosti budov). Technicky není problém udělat ze staré stavby nízkoenergetický nebo dokonce pasivní dům. Ne vždy je to ovšem možné. Někdy proto, že zasáhnou památkáři, jindy proto, že se to nevyplatí.“<sup>6</sup>*

### 2.3.1 Zatřídění budovy podle vyhlášky č. 148/2007 Sb.

Tato vyhláška byla účinná od 1. 7. 2007 a zrušena byla 1. 4. 2013.

*„Budovy, které se hodnotí z hlediska jejich energetické náročnosti, jsou rozděleny do 9 kategorií druhů budov, které se odvíjí od provozu, činností a podobnosti jednotlivých budov.“<sup>7</sup>*

---

<sup>5</sup> SRDEČNÝ, K. *Energeticky soběstačný dům – realita, či fikce?*. 1. vyd. Praha : ERA, 2006. 92 s. ISBN 80-7366-052-0. s. 2.

<sup>6</sup> Murtinger, K. *Úsporný rodinný dům*. 1. vyd. Praha : Grada, 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4559-6. s. 10, 14, 15, 19, 20, 62, 63, 94, 95.

<sup>7</sup> KABELE, K., URBAN, M., ADAMOVSKEJ, D. et al. *Energetická náročnost budov v souvislostech s platnou legislativou ČR*. 1. vyd. Praha : ARCH, 2008. 142 s. ISBN 978-80-86905-45-7. s. 36, 38.

Klasifikační třídy EN hodnocení energetické náročnosti budovy (obr. č. 1) podle vyhlášky č. 148/2007 Sb., hodnoty jsou uvedeny v kWh/(m<sup>2</sup>.rok).

Druh budovy	Třída energetické náročnosti budovy						
	spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> /rok						
	A	B	C	D	E	F	G
	Mimořádně úsporná	Úsporná	Vyhovující	Nevyhovující	Nehospodárná	Velmi nehospodárná	Mimořádně nehospodárná
Rodinný dům	< 51	51–97	98–142	143–191	192–240	241–286	> 286
Bytový dům	< 43	43–82	83–120	121–162	163–205	206–245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102–200	201–294	295–389	390–488	489–590	> 590
Administrativní	< 62	62–123	124–179	180–236	237–293	294–345	> 345
Nemocnice	< 109	109–210	211–310	311–415	416–520	521–625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47–89	90–130	131–174	175–220	221–265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53–102	103–145	146–194	195–245	246–297	> 297
Obchodní	< 67	61–121	122–183	184–241	242–300	301–362	> 362

Obr. č. 1 – Klasifikační třídy EN hodnocení energetické náročnosti budovy

Za vyhovující jsou považovány budovy v kategoriích A až C. Klasifikační třída A odpovídá pasivním domům, třída B nízkoenergetickým domům. Třída C se podrobněji dělí na C1 (budova vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla) a C2 (budova vyhovuje požadované úrovni součinitele prostupu tepla). Rozmezí tříd D a E odpovídá průměrnému stavu stavebního fondu ČR do roku 2006.

### 2.3.2 Zatřídění budovy podle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Nové znění vyhlášky, které nahradilo předchozí vyhlášku č. 148/2007 Sb., bylo schváleno 22. 3. 2013 a účinné je od 1. 4. 2013. Vyhláška č. 78/2013 Sb. má jiné slovní vyjádření klasifikační třídy (tab. č. 1).

Tab. č. 1 – Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	U <sub>em</sub>	
A	0,5 x E <sub>R</sub>	0,65 x E <sub>R</sub>	Mimořádně úsporná
B	0,75 x E <sub>R</sub>	0,8 x E <sub>R</sub>	Velmi úsporná
C	E <sub>R</sub>		Úsporná
D	1,5 x E <sub>R</sub>		Méně úsporná
E	2 x E <sub>R</sub>		Nehospodárná
F	2,5 x E <sub>R</sub>		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná



### 2.3.3 Zhodnocení stavu spotřeby energie

*„Než začneme vymýšlet opatření zabraňující úniku tepla z domu, je dobré si ujasnit, kudy a jakými způsoby se teplo z domu ztrácí, kolik jej uniká jednotlivými konstrukcemi a kde jsou místa největších úniků, na něž bychom se měli zaměřit. Na základě toho pak můžeme plánovat jednotlivá opatření k nápravě, navrhnout jejich posloupnost a také začít zjišťovat, kolik nás to všechno bude stát peněz a za jak dlouho se nám investované prostředky vrátí ve formě nižších plateb za vytápění. Přesnou odpověď na tyto otázky nám může dát takzvaný Energetický audit nebo Průkaz energetické náročnosti budovy. Audit je důkladnější a kromě popisu stávajícího stavu navrhuje i optimální řešení pro snížení tepelných ztrát. Je to ale bohužel trochu drahá záležitost. Naštěstí v mnoha případech si můžeme takový hodně zjednodušený energetický „miniaudit“ udělat sami s využitím různých prostředků dostupných na webu. Při něm si ujasníme, kolik tepla ztrácíme za rok, celkovou ztrátu rozdělíme mezi jednotlivé části obálky domu a prozkoumáme, o kolik se dají jednotlivé ztráty snížit. Průkaz Energetické náročnosti je o něco jednodušší než audit a podle nové legislativy jej budou majitelé nemovitostí v mnoha případech potřebovat.“<sup>6</sup>*

### 2.3.4 Průkaz energetické náročnosti budovy

*„Průkaz energetické náročnosti budovy (dále jen PENB) poskytuje informaci o tom, jak je budova energeticky náročná nebo naopak úsporná. Účelem i grafickým zpracováním svých výstupů připomíná tento průkaz již dlouho známý štítek na elektrických spotřebičích. PENB je komplexním dokumentem zahrnujícím veškeré energie, které lze ovlivnit architektonickým a stavebním návrhem domu (vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti, umělé osvětlení). Nezahrnuje ale, kolik elektrických spotřebičů má kdo v bytě a ani energii spotřebovanou mimo budovu (např. ohřev venkovního bazénu nebo venkovní osvětlení).“<sup>6</sup>*

#### **K čemu je PENB dobrý**

*„Průkaz energetické náročnosti budovy plní několik základních funkcí:*

- Je to základní podklad pro zjištění, kolik energie v domě za rok spotřebujeme a tedy kolik nás to bude stát peněz.*
- Neméně důležitou funkcí je doložení souladu s legislativou; PENB dokládá, že budova splňuje minimální standardy energetické náročnosti. Stát tak dohlíží na kvalitu stavby a efektivní využívání energie z neobnovitelných zdrojů jak při*

výstavbě nových budov, tak i při rekonstrukci budov stávajících. Průkaz ohlíká nejen osobní zájem investora, ale též zájem státu.

- Zajištění informovanosti spotřebitele při prodeji a pronájmu – informace o energetické třídě a měrné spotřebě, se mají postupně stát běžnou součástí realitního trhu a do kupní ceny nemovitosti by se časem měla promítnout i energetická třída domu.<sup>6</sup>

„Jedním z výstupů PENB je i stupnice míry vlivu na životní prostředí, která zohledňuje nejen spotřebu tepla přímo v domě, ale i celkovou spotřebu primární energie, v níž je teplo vyráběno. Nejnižší negativní ekologický dopad je vyjádřen opět třídou A, nejvyšší negativní dopad pak třídou G.“<sup>6</sup>

### **Jak PENB vypadá a z čeho se skládá**

„Průkaz energetické náročnosti se skládá z protokolu průkazu a jeho grafického znázornění (obr. č. 2). Protokol průkazu obsahuje účel zpracování (nová budova, prodej budovy nebo její části, větší změna dokončené budovy, pronájem budovy...), základní informace (adresa, katastrální území, identifikační údaje vlastníka...), typ budovy (rodinný dům, bytový dům...), geometrické charakteristiky a druhy energie užívané v budově. Dále jsou zde uvedeny informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech budovy (tzn. jak je řešeno vytápění, chlazení, větrání či příprava teplé vody). Další část je věnována energetické náročnosti hodnocené budovy, analýze technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů a v některých případech doporučeným opatřením pro snížení spotřeby energetické náročnosti a jejich posouzení.“<sup>6</sup>

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: .....

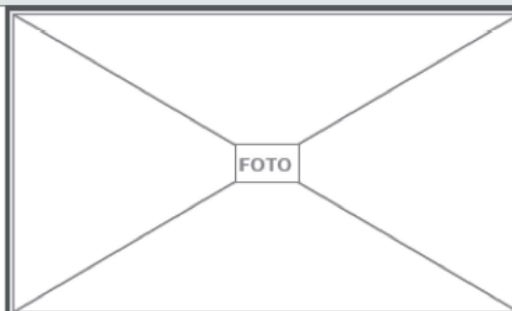
PSC, místo: .....

Typ budovy: .....

Plocha obálky budovy: ..... m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: ..... m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Celková energeticky vztažná plocha: ..... m<sup>2</sup>

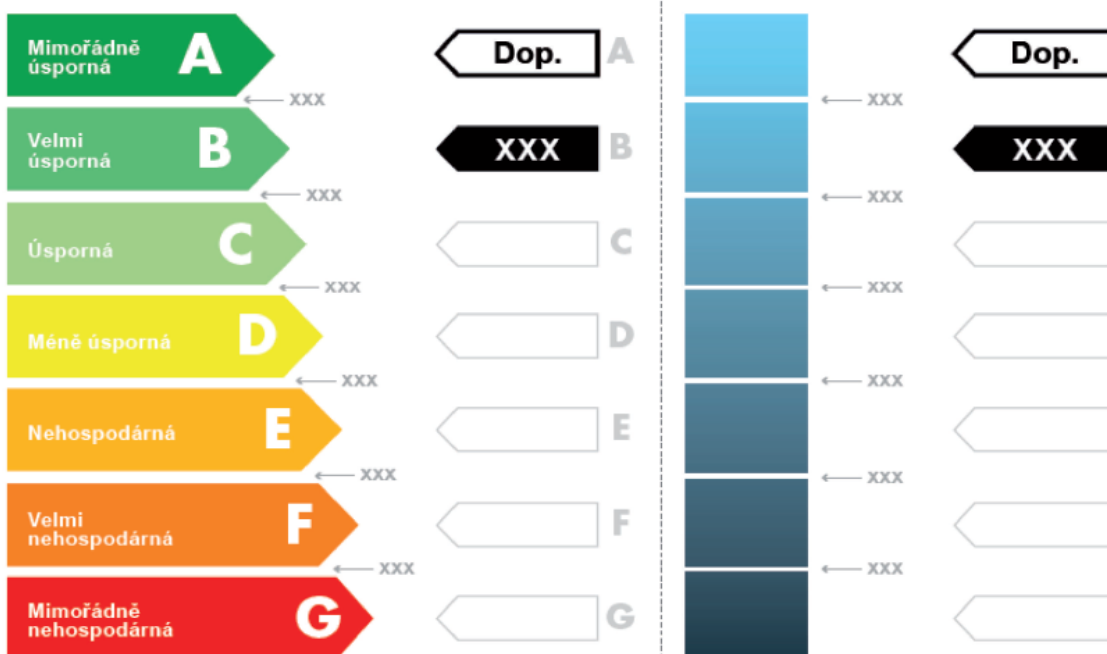


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

XX,X

XX,X


Obr. č. 2 – Grafické znázornění Průkazu energetické náročnosti budovy (lícová strana)

### DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou <b>Doporučení</b>
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Jiné:	<input type="checkbox"/>	















### PODÍL ENERGO NOSITELŮ NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok



- Elektřina ze sítě - XX,X
- Slunce a en. prostředí - XX,X
- Zemní plyn - XX,X

### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	<b>U<sub>em</sub> W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>Dílčí dodané energie</b>					
		<b>Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)</b>					
							
Mimořádně úsporná	<b>A</b> 	Dop.		Dop.		Dop.	
	<b>B</b> 		Dop.			XX	XX Dop.
	<b>C</b> 	X,XX	XX				
	<b>D</b> 	Dop.		XX			
	<b>E</b> 	XX			Dop.		
	<b>F</b> 				XX		
Mimořádně nevhodná	<b>G</b> 						
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X

Zpracovatel: ..... Osvědčení č.: .....

Kontakt: ..... Vyhотовeno dne: .....

..... Podpis: .....

Obr. č. 2 – Grafické znázornění Průkazu energetické náročnosti budovy (rubová strana)

### **Kdy budete PENB potřebovat**

„U nových staveb je povinnost zpracování PENB běžná už delší dobu. Od r. 2009 je to povinná součást stavební dokumentace. Od 1. 1. 2013 platí zákon č. 406/2000 Sb. a jeho nová změna č. 183/2012 Sb. rozšiřující povinnost zpracovat PENB i na další případy. Průkazy se zpracovávají podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.“<sup>6</sup>

#### **„Rodinné domy:**

- **Novostavby** – od 1. 1. 2009 je Průkaz energetické náročnosti budovy povinnou součástí dokumentace pro stavební povolení. Obvykle ho zajistí projektant u příslušného specialisty.
- **Renovace** – povinnost doložit PENB máte, pokud renovujete více než 25 % obálky budovy (účinnost prováděcí vyhlášky od 1. 4. 2013). Pojem renovace se vztahuje na stavební změny ovlivňující spotřebu energie, tj. například zateplení, ale ne třeba nátěr fasády. Průkaz obvykle zajistí projektant u příslušného specialisty.
- **Prodej nebo pronájem** – od 1. 1. 2013 (se skutečnou povinností od 1. 4. 2013, kdy vstoupila platnost vyhláška 78/2013 Sb.) má pronajímatel či prodejce povinnost opatřit PENB. Energetická třída a hodnota měrné dodané energie by měla být uváděna v inzerci. Průkaz zajistí pronajímatel či prodávající u příslušného specialisty. Lze použít i starší průkaz, vystavený před 1. 4. 2013.
- **Koupě** – máte právo si od 1. 1. 2013 vyžádat od prodávajícího Průkaz energetické náročnosti. V inzerátech by měla být uvedena energetická třída domu od nejlepší A až po nejhorší G a měrná dodaná energie v kWh/m<sup>2</sup>.rok.<sup>6</sup>

#### **Kdo může průkaz vystavit**

„PENB může vystavit pouze tzv. specialista, kterým je (podle § 10 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií) fyzická osoba, která je držitelem oprávnění uděleného Ministerstvem průmyslu a obchodu k zpracovávání průkazu energetické náročnosti.“<sup>6</sup>

„Oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty získá žadatel na základě odborné zkoušky a po jejím úspěšném složení je zařazen do seznamu energetických specialistů.“<sup>6</sup>

### 2.3.5 Energetický štítek obálky budovy

*„Energetický štítek obálky budovy je přehledný dokument podávající informaci o splnění požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy. Je určitou analogií energetických štítků elektrických spotřebičů, avšak je stanoven na základě hodnocení dle technické normy ČSN 730540-2/2011. Součástí energetického štítku je i Protokol k energetickému štítku obálky budovy. Obsahem protokolu k energetickému štítku obálky budovy je základní soubor údajů popisujících tepelné chování budovy a jejich konstrukci, zatímco energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření.“<sup>8</sup>*

*„Hodnoty energetického štítku obálky budovy jsou obsaženy též v průkazu energetické náročnosti budovy (PENB) dle Vyhl. č. 78/2013 Sb.“<sup>8</sup>*

Energetický štítek obálky budovy (obr. č. 3) klasifikuje budovy do sedmi kategorií. Od velmi úsporných (A) až po mimořádně ne hospodárné (G).

---

<sup>8</sup> [www.petrsuchanek.cz](http://www.petrsuchanek.cz) [online], 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <<http://www.petrsuchanek.cz/energetika-staveb/co-je-energeticky-stitek-obalky-budovy/>>.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY							
Typ budovy, místní označení				Hodnocení obálky budovy			
Adresa budovy							
Celková podlahová plocha $A_e =$ m <sup>2</sup>				stávající		doporučení	
Cl 0,3 0,6 1,0 1,5 2,0 2,5 Mimořádně ne hospodárná	Ve velmi úsporná						
	A						
	B						
	C						
	D						
	E						
	F						
G							
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{ext}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{ext} = H_T / A$				X		Y	
Klasifikační ukazatele Cl a jim odpovídající hodnoty $U_{ext}$ pro $A/V =$ m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>							
Cl	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{ext}$							
Platnost štítku do				Datum			
Štítek vypracoval				Jméno a příjmení			
				Klasifikace			

Obr. č. 3 – Grafické znázornění energetického štítku obálky budovy

### **2.3.6 Program Nová zelená úsporám 2013**

*„Jedná se o program Ministerstva životního prostředí administrovaný Státním fondem životního prostředí ČR zaměřený na úspory energie a obnovitelné zdroje energie v rodinných domech. Žádosti o dotace budou přijímány na základě výzev.“<sup>6</sup>*

*„13. 6. 2013 byla vyhlášena první výzva k programu Nová zelená úsporám 2013 pro rodinné domy. Tento dotační program nabízí majitelům rodinných domů možnost získat dotaci na zateplení rodinných domů, výstavbu rodinných domů s velmi nízkou spotřebou energie, výměnu zdrojů tepla, instalaci termických solárních systémů a instalaci systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Podpora bude poskytována také na vypracování odborného posudku, zajištění dozoru stavebníka a kombinaci opatření. Předpokládá se vyhlášení dalších výzev, podle informací ministerstva to bude v roce 2014 a to pro veřejné budovy.“<sup>6</sup>*

#### ***„Základní cíle programu***

- A. Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů*
- B. Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností*
- C. Efektivní využití zdrojů energie*
- D. Podpora na přípravu a zajištění realizace podporovaných opatření*
- E. Bonus za kombinaci vybraných opatření“<sup>6</sup>*

*„Cíle jsou tedy v zásadě stejné jako v minulosti, trochu se změnil důraz na jednotlivé položky; větší důraz je položen například na snižování škodlivých emisí z vytápění.“<sup>6</sup>*

### **2.3.7 Program Nová zelená úsporám 2014**

Nová zelená úsporám v roce 2014 je orientována na úspory energie v rodinných domech. Příjem žádostí o dotace byl zahájen 1. dubna 2014. Ukončení příjmu žádostí bude při vyčerpání finančních prostředků, které jsou státem vyhrazeny nebo nejpozději do 31. října 2014 do 12:00 hodin. Na dotace je vyčleněno 1,9 miliardy korun.

#### ***Oblasti podpory programu Nová zelená úsporám***

- A. Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů*
- B. Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností*



### C. Efektivní využití zdrojů energie

Oproti programu Nová zelená úsporám 2013 došlo jen k nepatrným změnám. Vzhledem k nepříznivé kvalitě ovzduší v Moravskoslezském a Ústeckém kraji dostanou majitelé rodinných domů v těchto lokalitách o 10 % vyšší podporu. Zvýšení se týká všech tří oblastí podpory, ale naopak se nevztahuje na dotační bonus, dozor, měření vzduchotěsnosti či posudek. Dotaci mohou lidé získat pouze na rodinné domy, u kterých celková vnitřní podlahová plocha nepřevyšuje 350 m<sup>2</sup> po realizaci podporovaných opatření.

#### 2.3.8 Součinitel prostupu tepla

*„Od listopadu 2002 nahradil „součinitel prostupu tepla“, jenž má značku  $U$  (dříve  $k$ ), předtím užívanou veličinu „tepelný odpor konstrukce  $R$ “. Součinitel prostupu tepla v sobě na rozdíl od tepelného odporu zahrnuje i vliv přestupů tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce  $R_{si}$  a  $R_{se}$ , není tedy jen vlastností konstrukce. Vystihuje však lépe skutečnost, že teplo se šíří z ustáleného prostředí na jedné straně konstrukce do prostředí na druhé straně konstrukce při dvojrozměrném a trojrozměrném šíření tepla.“<sup>9</sup>*

***Součinitel prostupu tepla se hodnotí současně dvěma způsoby:***

##### 1. Pro jednotlivé konstrukce:

Součinitel prostupu tepla  $U$  [W/(m<sup>2</sup>.K)] v prostorách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60$  % musí splňovat podmínku  $U \leq U_N$ , kde  $U_N$  je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla.

Pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí doplněných o doporučené hodnoty pro pasivní budovy stanovují pomocí tabulkových hodnot (tab. č. 2).

##### 2. Pro budovu jako celek:

Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$  [W/(m<sup>2</sup>.K)] budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku  $U_{em} \leq U_{em,N}$ , kde  $U_{em,N}$  je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla.

---

<sup>9</sup> ŠÁLA, J., KEIM, L., SVOBODA, Z. et al. *Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540*. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2008. 290 s. ISBN 978-80-87093-30-6. s. 19, 56.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nebo její ucelené části se stanoví ze vztahu

$$U_{em} = \frac{H_T}{A} \quad [W / (m^2 \cdot K)]$$

kde  $H_T$  je měrný tepelný tok prostupem tepla budovy nebo její části ve W/K

$A$  je celková plocha konstrukcí ohraničujících vytápěný objem budovy nebo její části v  $m^2$ .

Průměrný součinitel prostupu tepla hodnocené budovy se porovnává s průměrným součinitelem prostupu tepla referenční budovy.

*„Referenční budova je budova téhož druhu, stejného tvaru, velikosti a vnitřního uspořádání a se stejným typem provozu a užívání jako hodnocená budova.“<sup>7</sup>*

Tab. č. 2 – Normové hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	U <sub>N,20</sub>	U <sub>rec,20</sub>	U <sub>pas,20</sub>
Stěna vnější	0,30	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	těžká 0,25 lehká 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	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	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,50
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 mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,45	-
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80	-
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše z vytápěného prostoru do venkovního prostředí kromě dveří	1,50	1,20	0,80 až 0,60
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,40	1,10	0,90
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,70	1,20	0,90
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,50	2,30	1,70
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,50	2,30	1,70
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,60	1,70	1,40
Kovový rám výplně otvoru	-	1,80	1,00
Nekovový rám výplně otvoru	-	1,30	0,90 až 0,70
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,80	1,20

### 2.3.9 Prostup tepla obálkou budovy

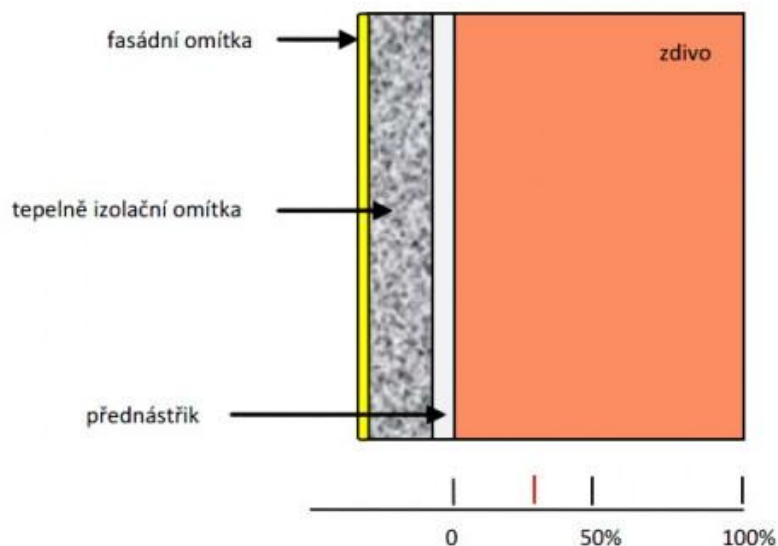
„Prokazuje se průměrným součinitelem prostupu tepla  $U_{em}$ .“<sup>9</sup>

„Hodnotí stavební část budovy z hlediska tepelných toků obálkou budovy prostupem na nastavené úrovni (požadované, doporučené, nízkoenergetické a pasivní – klesají vůči sobě cca. na ¾ předchozí úrovně).“<sup>9</sup>

## 2.4 ZPŮSOBY VNĚJŠÍHO ZATEPLOVÁNÍ OBVODOVÝCH STĚN

### 2.4.1 Tepelně izolační omítky

„Tepelně izolační omítky (obr. č. 4) izolují vlastnostmi speciální omítkové hmoty, obvykle vylehčené izolačními granulemi (perlit, pěnový polystyren apod.), kde nezbytné pojivo omítky působí jako tepelné mikromůstky.“<sup>10</sup>



Obr. č. 4 – Schéma tepelně izolační omítky

„Jejich výhodami jsou:

- zdánlivě nízká cena (po vztažení k izolačnímu účinku jde však naopak často o cenu vyšší než u ostatních systémů);
- vytvoření souvislého pláště bez výrazných tepelných mostů a s určitou tepelnou akumulací;
- příjemný klasický vzhled;
- snadno kopírují měkké oblé tvary původního povrchu;
- mají obvykle příznivou protipožární odolnost.“<sup>10</sup>

<sup>10</sup> ŠÁLA, J. Zateplování budov. 1. vyd. Praha : Grada, 2000. 163 s. ISBN 80-7169-833-4. s. 81, 82.

„Naopak jejich nevýhody:

- *oproti jiným systémům mají při stejné tloušťce vrstvy podstatně nižší účinnost (obvykle až poloviční – pro stejný požadovaný účinek pak potřebujeme dvojnásobnou tloušťku vrstvy);*
- *jejich tloušťka (a tudíž i tepelně izolační efekt) je technologicky limitována cca 50 až 60 mm;*
- *kvalita výsledku je závislá na způsobu zpracování a na počasí.*<sup>10</sup>

„Doporučené použití je pro tepelnou izolaci zá dveří, schodišť a únikových cest uvnitř budovy, vždy z chladnější strany konstrukce. Výjimečně lze využít pro vnitřní tepelné izolace.“<sup>10</sup>

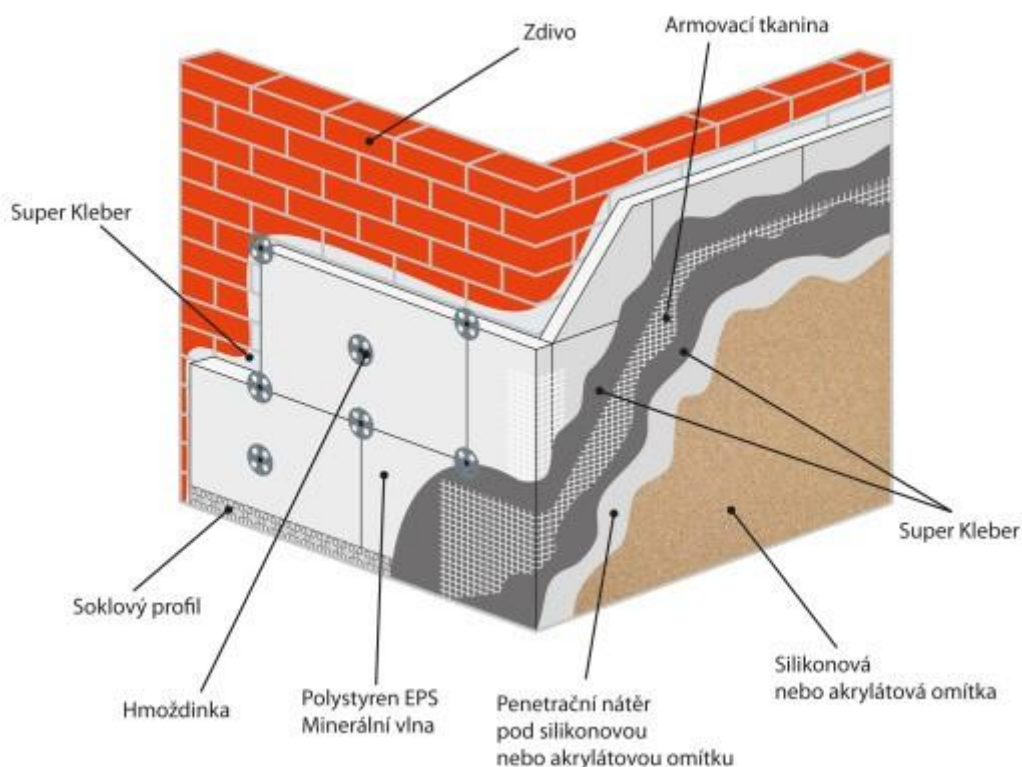
## **2.4.2 Kontaktní zateplování**

„Kontaktní zateplování (ETICS = external thermal insulation composite systems, tj. vnější kontaktní zateplovací systém) se obvykle provádí systémy nabízenými různými firmami. Prvopočátek je asi v klasickém heraklitu, popřípadě heraklitu s polystyrenem, na který se natahovala rabicka (drátěná síť určená pro výztuž omítky) a pak se prováděla klasická omítka. Dnes jsou však tyto systémy výrazně zdokonaleny. Jako výztuha se používá speciální tkanina, která má vlastnosti odpovídající používaným materiálům (nelze použít jakoukoli tkaninu!). Také jednotlivé komponenty jsou natolik sladěny, že je vždy nutné koupit všechny součásti zateplovacího systému od jednoho výrobce, popřípadě použít tímto výrobcem doporučené materiály, jinak může dojít k poruchám systému. V ČR se jako tepelná izolace téměř výhradně používá fasádní pěnový polystyren nebo desky z minerální vaty. V zahraničí je však škála používaných materiálů větší; používají se desky z korku, z různých rostlinných vláken, z polyuretanu, z pěnobetonu aj. Provádění zateplování se řídí především normou ČSN 73 2901 – Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů. Mimo požadavků uvedených v této normě je však vhodné dodržet i doporučení výrobce zateplovacího systému. Na českém trhu je řada výrobců dodávajících kontaktní zateplovací systémy.“<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> ŠUBRT, R. Zateplování. 1. vyd. Brno : ERA, 2008. 102 s. ISBN 978-80-7366-138-0. s. 16-19.

„Podstatou kontaktního zateplovacího systému (obr. č. 5) je nalepení tepelně izolačních desek na zateplovanou konstrukci, přičemž podklad musí být suchý, pevný a čistý. Lepidlo musí být minimálně na 40 % plochy desky. Desky se dále obvykle kotví zatloukacími hmoždinkami. Po osazení lišt (dilatačních, nárožních, rohových, okapových apod.) se na desky tepelné izolace natáhne lepidlo a do něj se vtlačí armovací tkanina. Následně se pak lepidlo natře penetračním nátěrem a provede finální omítka. Přitom musejí být použity jednotlivé materiály, které jsou spolu „sladěny“ a jsou výrobcem dodávány jako jeden certifikovaný systém. Musejí být také dodrženy další výrobní postupy (tvar spár, jejich velikost, zesilování armovací výztuže, počet hmoždinek apod.). V zásadě můžeme rozlišit systémy s minerální vatou – ať již s kolmými či rovnoběžnými vlákny – a s pěnovým polystyrenem. Minerální vlna je dražší, je však zcela nehořlavá (může se použít i pro únikové cesty) a má mírně lepší zvukoizolační vlastnosti. Povrchová omítka se vyrábí v několika materiálových variantách – asi nej kvalitnější je silikonová, dále akrylátová a minerální (silikátová).“<sup>11</sup>



Obr. č. 5 – Skladba kontaktního zateplovacího systému

„Vedle těchto klasických zateplovacích systémů některé firmy vyvinuly systémy, které lze použít na méně soudržné podklady. Cílem při vývoji těchto zateplovacích systémů bylo zejména najít způsob opravy stávajících zateplovacích systémů realizovaných v počátcích zateplování, v nichž se používaly minimální tloušťky tepelných izolací, obvykle 40 mm, někdy i pouhých 30 mm, zcela výjimečně 50 mm. Tyto tloušťky zateplovacích systémů jsou nedostatečné a mohou způsobovat problémy s bilancí kondenzace vodní páry v konstrukci. Proto je nutné zvýšit tloušťku tepelné izolace přidáním další. Firmy to řeší různě. Hmoždinkami, jež se používají jako podklad pro lepení další vrstvy, nebo větší výztuží povrchové vrstvy a jejím následným přikotvením tak, aby nedošlo k jejímu odloupení.“<sup>11</sup>

„Povrchová omítka je u ETICS obvykle velmi slabá – tloušťka lepidla bývá asi 6 mm, omítka má pak tloušťku 1 až 4 mm. Podklad lepidla a omítky tvoří relativně měkká tepelná izolace. Proto je tento zateplovací systém velmi náchylný na mechanické poškození. Může jít o neopatrný pohyb v jeho blízkosti, větrem hnané kroupy, ale také třeba útok ptáků, kteří si myslí, že za dutým povrchem najdou potravu. Proto také některé firmy nabízejí možnost silnější omítky, jež je pak tak pevná, že ji nic neprorazí.“<sup>11</sup>

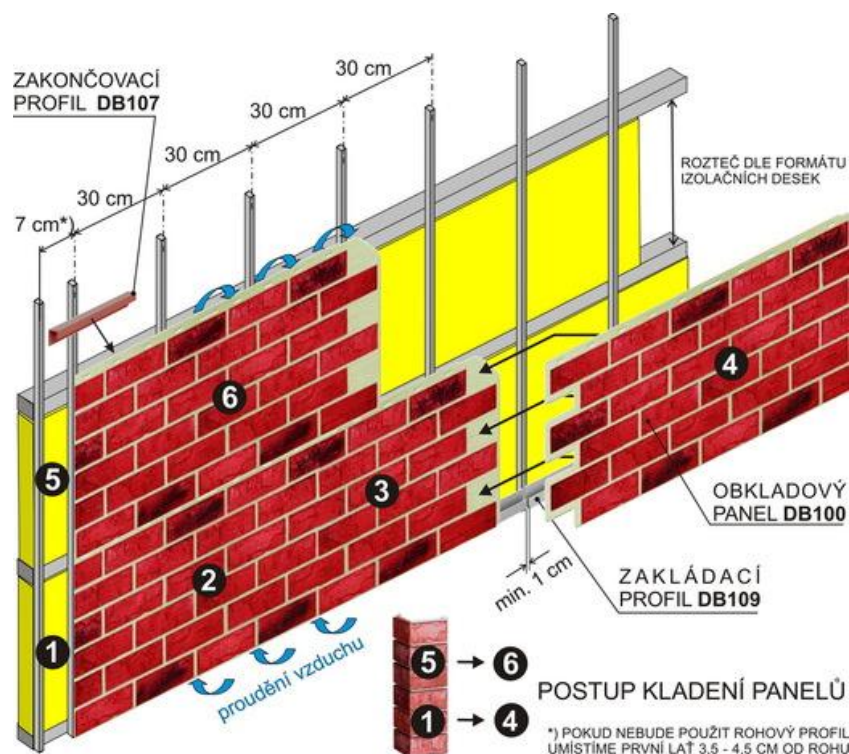
„Tento druh omítky může mít téměř libovolnou barvu, ovšem na pěnový polystyren se nedoporučují tmavší odstíny, neboť by se systém více zahříval a toto teplo by mohlo pěnový polystyren poškodit. Struktura omítky je obvykle tvořena většími zrnky obsaženými v omítkovině, která při zpracování omítky na ní mohou vytvořit různou strukturu. Vedle klasických tenkovrstvých omítek je možné použít i jiné speciální druhy omítek. Na sokly se používají speciální omítkové směsi z drobných kamínků různých barev, jsou omítky o tloušťce 10 až 20 mm, které mají velmi vysokou mechanickou odolnost, existují také různé doplňkové profily, jež umožňují plastické ztvárňování fasád. Tyto profily jsou vyráběny z různých materiálů (pěnový polystyren, polyuretan apod.) a jsou uzpůsobeny pro použití jako součást fasády. Těmito doplňky se dají vytvářet římsy, šambrány i jiné plastické vzory.“<sup>11</sup>

„ETICS je vhodný především na panelové, ale i zděné domy, kde je jistota, že nedošlo k porušení izolace proti zemní vlhkosti a proti zemní vodě.“<sup>11</sup>

### **2.4.3 Zateplování s odvětranou vzduchovou vrstvou**

„Tento způsob zateplení (obr. č. 6) bývá obvykle dražší, i když to není pravidlem. Používá se tam, kde se fasáda obkládá nějakým deskovým materiálem, například prkny, kamenem, sklem a podobně, anebo kde jsou problémy s vlhkostí stěny, například vlivem porušené vodorovné hydroizolace. Jeho princip je popsán výše. Na zateplovanou stěnu se

přípevní tepelná izolace, která má malý difuzní odpor. Obvykle se jedná o kamennou vlnu či buničinu. Může to však být i rouno z ovčí vlny, desky ze lnu, konopí či jiné rostliny a podobné vláknité tepelné izolace. Obklad fasády nepřiléhá na tuto tepelnou izolaci, ale je zde vzduchová mezera, minimálně 40 mm. Tloušťka této vzduchové dutiny se řídí výškou objektu a velikostmi větracích horních a dolních otvorů. Tyto otvory jsou zakryty mřížkou proti hmyzu, myším, ještěrkám apod. a umožňují difundující vodní páře uniknout do exteriéru.<sup>11</sup>



Obr. č. 6 – Skladba odvětrávaného zateplovacího systému

„Obklad fasády má mnoho materiálových variant. Vedle estetické funkce plní i funkci ochrannou – chrání tepelnou izolaci před vlivem povětrnosti, tj. proti větru, srážkám apod. Pro finální povrchovou vrstvu lze použít cokoli. Nejvhodnější jsou různé deskové materiály – jednoduché plastové lamely, prkna, OSB desky, CETRIS desky, u bank a jiných výstavních budov sklo, speciální plechové tabule, kamenné desky, keramické desky apod. Může se však použít třeba i heraklit, který je následně opatřen klasickou vápennou omítkou, pochopitelně s výztuží rabicovým pletivem. U novostaveb může být odvětrávaná fasáda provedena i klasicky zednický, jde tedy o klasický trojvrstvý sendvič. Vnější fasáda může být tvořena zdivem, většinou ozdobným (kamenným nebo z lícových cihel). Všechny ostatní konstrukce jsou pak stejné.<sup>11</sup>



*„Zvýšenou pozornost u tohoto způsobu zateplování je potřeba věnovat kotvení systému k nosné zdi. Obkladové desky je možné kotvit u menších domů na dřevěný rošt, u větších domů se pak zpravidla používají různé kotvicí systémy. Při posuzování tepelného mostu vzniklého v jednom konkrétním případě jsme spočítali, že kovové kotvy mohou zvětšit úniky tepla i o více než 20 %. Pokud se k tomuto připočte vliv tepelných mostů spárami mezi deskami, mohou být úniky tepla i o 50 % větší oproti tepelné izolaci provedené beze spár tak, jak to umožňuje kontaktní zateplovací systém.“<sup>11</sup>*

*„Existuje ovšem i velmi levné řešení s minimem tepelných mostů – buničina. Toto zateplení lze doporučit zejména na starých chalupách, kde jsou zdi sice suché, ale není zaručena vodorovná izolace proti zemní vlhkosti. V tomto případě je možné na stěnu zvenku připevnit dřevěné latě. Mohou být i ve dvou vrstvách křížem, přičemž vrchní vrstva musí být vždy vodorovná. Mezi latě se nafouká buničina a následně se přes ni natáhne geotextilie a připevní se na latě. Na to se pak přibijí svislé latě, které vymezují odvětrávanou vzduchovou dutinu. Jako povrchovou úpravu lze použít plastové lamely, prkna (peření nebo s perem a drážkou), cementopískové desky nebo heraklit s následnou omítkou vyztuženou rabicovým pletivem. Vtip tohoto zateplení spočívá v tom, že pokud je ve zdivu vlhkost, buničina ji kapilární vztlínávností transportuje na povrch tepelné izolace, kde se může odpařovat do exteriéru. Tím tento zateplovací systém aktivně podporuje vysušování zdiva objektu, což se při použití kamenné vlny nestane. Geotextilie tam je pouze proto, aby nemohlo dojít k uvolnění a sesunutí buničiny.“<sup>11</sup>*

#### **2.4.4 Rozdíly mezi kontaktním zateplením a odvětrávaným systémem**

*„Pro zateplování stěn se v zásadě používají dva druhy zateplení. Jde o tzv. vnější kontaktní zateplovací systémy (dále ETICS) a odvětrávané systémy. Oba způsoby mají svoje výhody a nevýhody.“<sup>11</sup>*

*„K nevýhodám ETICS patří horší difuzní vlastnosti, k přednostem pak menší tepelné mosty kotvicími prvky, nižší cena, menší tloušťka při stejných tepelněizolačních vlastnostech. U odvětrávaného systému je to naopak. Jaké jsou principy těchto systémů? Je to jednoduché. U kontaktního zateplovacího systému je tepelná izolace nalepená na povrch zateplované konstrukce a na ní je pak kontaktním způsobem provedena povrchová úprava, obvykle tenkovrstvá omítka s výstužnou tkaninou. Princip odvětrávaného systému spočívá v tom, že tepelná izolace je připevněna opět na zateplovanou konstrukci. Pomocí kotev či jiných pomůcek je vytvořena vzduchová dutina mezi touto tepelnou izolací a povrchovou úpravou,*

*kteřá chrání tepelnou izolaci pŕed povĕtrností. Tato dutina je otevřená do exteriĕru (zpravidla dole a nahoře, u vyšších konstrukcí to mŕže být i ěastĕji) a slouží pro odvod difundující vodní páry. Tento systém má velkou vŕhodu v tom, že vodní pára, kteřá proniká z interieřru do exteriĕru, po pŕechodu nosnou konstrukcí již bez problĕmŕ projde tepelnou izolací (zde se pouŕívá tepelná izolace s nízkým difuzním odporem) a odvětrávanou dutinou je pak odvedena do exteriĕru. Problĕmem mŕže být vyšší cena, tepelné mosty vznikající kotvami drŕícími vnĕjší plášŕ a někdy i vĕšší tloušŕka konstrukce pŕi stejné tloušŕce tepelné izolace. Tento zpŕsob zateplování takĕ bŕvá nároĕnější na provedení, protože je nutné dbát na to, aby mezi deskami tepelné izolace nevznikaly ŕádné vzduchové dutiny.“<sup>11</sup>*

## **2.5 ZÁSADY DOTATEĀNĀHO ZATEPLOVÁNĀ**

*„V dŕsledku nedostaĕujících tepelnĕ-izolaĕních vlastností stavebních konstrukcí dochází u velké ěásti stávajících objektŕ k rozsáhlým tepelným ztrátám. To je pŕiĕinou velké spotŕeby energie na vytápĕní tĕchto objektŕ. V pŕípadĕ nedostateĕného vytápĕní v zimních mĕsících dochází ke sniŕžování teploty vnitŕního vzduchu a ke zhoršování tepelnĕ pohody uvnitŕ objektu. Vznikají zde problĕmy z hlediska hygienického, hlavnĕ v místech tepelných mostŕ a v koutech stykŕ stavebních konstrukcí. Nejvýraznější problĕmy nastávají pŕedevšim v posledním podlaží objektŕ. Pŕetápĕní tĕchto budov v zimních mĕsících sice zajistí zlepšení tepelnĕ pohody a hygienické nezávadnosti dosažením poŕadované vnitŕní povrchové teploty, avšak nepŕijemným dŕsledkem je již zmiňovaná znaĕná spotŕeba energie na vytápĕní.“<sup>12</sup>*

*„Ke sniŕžení spotŕeby energie na vytápĕní a zároveň zajištění hygienické nezávadnosti je tŕeba provĕst stavební ŕpravy, kteřé zvyší tepelnĕ-izolaĕní vlastnosti stavební konstrukce. Jedná se pŕedevšim o zateplení konstrukcí a s tím související stavební ŕpravy.“<sup>12</sup>*

*„Zateplení objektu znamená zásah do stávajících vlastností objektu. Proto návrh zateplení musí být souhrnem technických opatŕení, umoŕňujících zabudování pŕidavných vrstev konstrukce tak, aby spolu s pŕvodní stavbou zajišŕovaly poŕadované tepelnĕ-technické vlastnosti a zároveň nepŕsobily negativně na ostatní funkĕní vlastnosti stavební konstrukce a objektu.“<sup>12</sup>*

---

<sup>12</sup> VLĀEK, M. a BENEŠ, P. *Zateplování staveb*. Brno : CERM, 2000. 110 s. ISBN 80-7204-164-9. s. 29, 30, 34, 35, 36, 70, 73, 74.

„Při návrhu zateplení konstrukce je třeba provést posouzení z těchto hledisek:

- a) Průzkum skutečného stavu stávající konstrukce z hlediska materiálové skladby a jejích vlastností. Jedná se především o stav stěnových a střešních konstrukcí a stav výplní otvorů z hlediska vlhkosti, pevnosti povrchů atd.
- b) Statické posouzení. Jedná se o statické posouzení stávající konstrukce a posouzení konstrukce včetně navrhovaného dodatečného zateplení.
- c) Tepelně-technické posouzení. Jedná se o posouzení stávající konstrukce a posouzení konstrukce navrhovaného dodatečného zateplení.
- d) Ekonomické posouzení. Jedná se především o výpočet finančních nákladů na realizaci zateplení a návratnosti vynaložených investic. S tím úzce souvisí i zhodnocení zateplení z hlediska životnosti.
- e) Posouzení z hlediska požární bezpečnosti. Je nutné provést hodnocení objektu a jednotlivých konstrukcí dle platných ČSN z hlediska požární bezpečnosti.
- f) Posouzení z estetického hlediska. Důležitým faktorem při volbě návrhu dodatečného zateplení by měl být i jeho estetický účinek. Musíme brát zřetel na okolní zástavbu, ale i vhodnost situování do okolní krajiny. Konečný estetický účinek je dán vhodností zvolené technologie, architektonickým návrhem, kvalitou použitých materiálů a kvalitou provedení dodatečného zateplení.<sup>12</sup>

„Zateplení konstrukce se provádí aplikací tzv. zateplovacího systému. Jedná se o soubor materiálů pro hlavní plošné vrstvy a doplňkové prvky (spojovací a připojovací prvky, ukončující prvky atd.) Nejdůležitější součástí zateplovacího systému je tepelně-izolační vrstva. Tloušťka této vrstvy se stanovuje podle potřeby zvýšení tepelného odporu.<sup>12</sup>

„Realizace dodatečného zateplení má následně pozitivní vliv na:

- snížení spotřeby energie při provozu objektu;
- odstranění hygienických nedostatků;
- zlepšení tepelné pohody uvnitř objektu;
- možnost zlepšení architektonického výrazu objektu;
- zlepšení životního prostředí (snížení množství exhalátů).<sup>12</sup>

## 2.6 ZATEPLOVÁNÍ STROPU A PODLAH

„Podlahou (ať již je na terénu nebo jde o strop sklepa) neuniká tolik tepla jako stropy nebo stěnami, protože je zde menší teplotní rozdíl. Kvalitní tepelná izolace je ale žádoucí nejen kvůli snížení úniku tepla, ale také pro zvýšení povrchové teploty podlahy. Studená podlaha je krajně nepříjemná. Bohužel zrovna tohle místo se často dá jen obtížně izolovat. Pokud není dům podsklepený, je třeba izolovat podlahu. Pokud je dům podsklepený, pak je nejsnazší dát tepelnou izolaci na strop sklepa nebo suterénu (u bytových domů). Lze nalepit polystyrénové desky a opatřit je vhodnou povrchovou úpravou nebo (lépe) použít takové, které již povrchovou úpravu již mají a stačí je jen natřít. Pokud desky vzepřeme proti stropu vhodnými podpěrami a použijeme k lepení rychle tvrdnoucí polyuretanové lepidlo, pak je možné se eventuálně obejít i bez kotvení pomocí hmoždinek. Musíme mít na paměti, že pěnový polystyrén nesnáší dlouhodobé působení světla a je hořlavý. Tam kde je hořlavost na závadu (garáž, místo, kde je kotel apod.) je lepší použít minerální vatu.“<sup>6</sup>

„Je možné například vytvořit zavěšený podhled ze sádkartonu s vloženou minerální vatou jako izolačním materiálem. Nevýhodou je, že takováto izolace má větší tloušťku a je třeba vrtat více otvorů pro hmoždinky.“<sup>6</sup>

„Lze použít i tuhé desky, nalepit je na strop a přichytit vhodnými hmoždinkami, Opět platí, že je vhodné použít desky s povrchovou úpravou. Dělat totiž na minerální vatu tenkovrstvou omítku s výztužnou tkaninou na stropě, je mnohem obtížnější a nepříjemnější než na fasádě.“<sup>6</sup>

„Často ovšem narazíme na problém s malou výškou sklepních místností, která neumožní použít potřebnou tloušťku tepelné izolace. Pak je nutné použít dražší desky PUR nebo PIR. Nejlepší, ale také nejdražší, jsou desky z fenolické pěny.“<sup>6</sup>

## 2.7 ZATEPLOVÁNÍ ŠIKMÝCH STŘECH V PODKROVÍ

„Zateplování podkroví se může provádět hned při výstavbě nového objektu nebo dodatečně. Podstatných konstrukčních rozdílů zde není a vše je závislé na požadavku investora a jeho zájmu na ztvárnění interiéru. V zásadě máme dvě řešení:

- viditelné krokve;
- skryté krokve.“<sup>12</sup>

„U viditelných krokví dáváme všechny vrstvy včetně tepelné izolace nad krokve na záklop (obr. č. 7). Toto řešení umožňuje zakomponovat konstrukci krovu do interiéru a využít ji jako výtvarného nebo doplňkového prvku. Zůstává využitelná celá světlá výška, což nám v mnoha případech vylepší stísněnost nového prostoru. Také při provádění je toto řešení poměrně výhodné, protože pracujeme sice na šikmé, ale jinak rovné ploše. Parozábranu dáváme na záklop, pak tepelnou izolaci a na ni se umístí difúzní fólie, nad kterou musí být provětrávaná dutina. Konstrukce pro vynášení krytiny je nad dutinou a opírá se o tepelnou izolaci. Při tomto řešení je důležité použít tepelnou izolaci tužší konzistence, aby měla dostatečnou pevnost pro přenesení zatížení od střešní krytiny a nahodilých zatížení (sníh, vítr).“<sup>12</sup>



Obr. č. 7 – Konstrukce zateplení s izolací nad krokviemi

„Pokud se rozhodneme provést zateplení nad krokviemi dodatečně, pak se musí celá krytina sundat včetně laťování, provést záklop, vrstvy zateplení a znovu položit krytinu.“<sup>12</sup>

„Řešení má jednu velkou přednost – skoro celá konstrukce krovu zůstává odkrytá a můžeme ji kdykoli zkontrolovat a případně opravit.“<sup>12</sup>

„Nevýhodou tohoto řešení, především u dodatečného provádění, je zvětšení tloušťky střešního pláště a tím i optická disproporce u okraje střechy a zvýšení úrovně hřebene.“<sup>12</sup>

„U skrytých krokví ukládáme tepelnou izolaci mezi krokve, a abychom zmenšili tepelný most v místech krokví, uchytíme část (druhou vrstvu) tepelné izolace pod krokev. Ze strany

*interiéru vložíme podle potřeby parozábranu. Nad tepelnou izolaci vytváříme jednu nebo dvě provětrávané dutiny o min. tloušťce 20 mm.*<sup>12</sup>

*„Při stavbě podkroví mohou být zvoleny dva způsoby přechodu šikmých zateplených ploch na svislé stěny. Rozhodující je, jestli prostor mezi pozednicí a svislou stěnou má zůstat přístupný.*<sup>12</sup>

## **2.8 TEPELNĚ IZOLAČNÍ MATERIÁLY**

*„Z hlediska zateplování budov jsou tepelně izolační materiály nejdůležitějším konstrukčním prvkem. Jejich výběru při návrhu je nutné věnovat náležitou pozornost, protože i zde může platit, že ne vždy je nejlepší ten nejdražší a naopak, ušetřením na ceně materiálu můžeme prodělat mnohem více při jeho používání. Je nutné si uvědomit, že tepelná izolace je vždy zabudována do konstrukce, čili nepřístupná a jakékoliv dodatečné opravy si vynutí částečné nebo úplné rozebrání konstrukce.*<sup>12</sup>

*„Tepelné izolace zamezují nežádoucím tepelným ztrátám a přispívají k zajištění požadované úrovně vnitřní pohody prostředí.*<sup>12</sup>

*„Hlavními kritériálními hodnotami je tepelná vodivost ( $\lambda$  co nejmenší,  $k$  co nejmenší) a nasákavost (co nejmenší). Jejich vzájemný vztah je ovlivňuje v nepřímé úměře – čím vlhčí izolant, tím horší tepelně izolační vlastnosti a naopak. Přirozená vlhkost (2-5%) se do tepelné izolace dostane z vnějšího ovzduší a je ovlivněna relativní vlhkostí vzduchu. Dalším druhem vlhkosti obsažené v izolantu je vlhkost kondenzační, která může vzniknout uvnitř zabudované konstrukce v důsledku špatného konstrukčního návrhu. Posledním zdrojem vlhkosti je nasycení izolační látky vodou např. při špatném skladování, provedením mokřích stavebních procesů přímo na některé druhy izolace, ale především nasycení deštěm. Tento poslední případ vzniká často na stavbách v důsledku nepříznivého počasí a špatné ochrany položené izolace (střecha, stěna, podlaha). Za těchto podmínek by se měla práce přerušit a počkat až tepelný izolant dobře vyschne. Jinak vlhkost zabudujeme do konstrukce a její odpaření může trvat i několik let. Z tohoto pohledu mají výhodu nenasákavé materiály (s uzavřenou buněčnou strukturou).*<sup>12</sup>

### **2.8.1 Izolace z minerálních vláken**

*„Desky a rohože z minerálních vláken patří mezi nejpoužívanější nejen pro svoji cenu, ale i dobré tepelně izolační vlastnosti a trvanlivost. Vyrábějí se roztavením vhodných hornin (čedič, sklářský písek atp.) s následným rozvlákněním. Tato vlákna se posléze lisují, tuží a*

hydrofobizují. Hydrofobizace se provádí proto, aby materiál odpuzoval vodu (vodní kapky sklouzávají po vláknech, aniž by izolační hmotu smáčely a rychle odchází ven).<sup>«12</sup>

„Izolanty z minerálních vláken (obr. č. 8) se dodávají v rolích i deskách. Mohou být kaširovány (potaženy) z jedné strany speciální vrstvou, která vytváří parozábranu nebo jednu z krycích (hydroizolačních) vrstev. K podkladu se upevňují lepením, pomocí terčových hmoždinek, vkládáním do rámu, vkládáním mezi krokve atp.<sup>«12</sup>



Obr. č. 8 – Minerální vata

## 2.8.2 Pěnové polymery

Dělíme je do čtyř skupin:

- pěnové polystyrény (PS)
- pěnové polyuretany (PUR)
- polyisokianurátová pěna (PIR)
- fenolická pěna

„Hlavním představitelem pěnových polymerů jsou pěnové polystyrény (PPS). Jsou to lehké, zdravotně naprosto nezávadné, na stavbě snadno opracovatelné hmoty. Poškozují je

však organická rozpouštědla, obsažená v některých lepidlech, hydroizolace na bázi PVC a proto nesmí být v přímém styku s těmito látkami.<sup>12</sup>

„Jsou jedny z nejlepších izolantů, avšak nesmí být trvale vystavovány teplotám vyšším než 80 °C (EPS), resp. 75 °C (XPS). Lze je recyklovat, jsou biologicky neutrální, nepoškozují ani zdraví, ani životní prostředí.“<sup>12</sup>

„Pěnové polystyrény se vyrábí dvěma technologiemi. Podle nich se polystyrény nazývají buď expandované nebo extrudované. Pro zateplování je možné použít obou typů, avšak je nutné zvážit vhodnost jejich technických parametrů a vlastností.“<sup>12</sup>

### **Expandovaný polystyrén (EPS)**

„Expandovaný polystyrén (obr. č. 9) je tuhý lehčený izolační materiál s pěnovou strukturou, která obsahuje 98% vzduchu uzavřeného v drobných buňkách hmoty. Je dodáván nejčastěji v deskách o různých tloušťkách, nebo svinovatelných pásech (po jedné straně je kaširován hmotou, která přidržuje jednotlivé díly pásu pohromadě a může vytvářet zároveň parozábranu nebo jednu z hydroizolačních vrstev). Upevňuje se lepením, kotvením pomocí hmoždinek nebo vkládáním do rámu s přichycením. Ve stavebních konstrukcích je třeba jej chránit před všeobecným dlouhodobým přístupem vody.“<sup>12</sup>



Obr. č. 9 – Expandovaný polystyrén (EPS)



### **Extrudovaný polystyrén (XPS)**

„Extrudovaný polystyrén (obr. č. 10) se vyrábí procesem, kdy je vypěňování prováděno extrudováním (protlačováním) suroviny ve speciálním tunelu (extrudéru). Proto se také někdy nazývá vytlačovaný. Hlavní jeho předností před EPS je uzavřená buněčná struktura. Tím se podstatně vylepšuje (snižuje) jeho tepelná vodivost a rovněž klesá nasákavost. Díky uzavřené buněčné struktuře má XPS nulovou kapilaritu. Výhody jsou vyváženy vyšší cenou.“<sup>12</sup>

„Vyrábí se v deskách, jejichž okraje bývají tvarované (polodrážka, pero a drážka), čímž se zamezuje vzniku tepelných mostů ve spárách. Není nutné sledovat vystřídání spár při vícevrstevném kladení. Desky mohou být již z výroby opatřeny ochrannou vrstvou z plastbetonu, který je chrání proti mechanickému poškození (izolace stěn pod terénem, obrácené střechy).“<sup>12</sup>



Obr. č. 10 – Extrudovaný polystyrén (XPS)

### **Pěnový polyuretan (PUR)**

„Pěnový polyuretan (obr. č. 11) je makromolekulární materiál na organické bázi vzniklý smíšením dvou složek diphenylmetandiisokyanátu a směsí vícesytných alkoholů,

aktivátorů a katalyzátorů, retardérů hoření a nadouvadel. Chemickou reakcí vzniká pěna s uzavřenou buněčnou strukturou. Pěnový polyuretan se aplikuje na stavbách dvěma způsoby:

- ve formě desek a dílů, vypěněných do příslušného tvaru v továrně;
- ve formě komponentů stříkaných přímo na stavbě a také zde, přímo na místě, vypěňované.<sup>12</sup>

„Na rozdíl od pěnového polystyrénu je PUR trvale odolný vůči teplotám až 100°C a nepoškozují jej výpary rozpouštědel. Z hlediska požární bezpečnosti je PUR srovnatelný s PS. Některé dílce PUR jsou vyztuženy sítí ze skelné tkaniny a povrch může být opatřen ochrannou nebo hydroizolační vrstvou. Způsoby kladení a kotvení jsou shodné jako u PS. Při vypěňování přímo na stavbě musí být zajištěno vhodné prostředí – teplota povrchu konstrukce min. 15°C, relativní vlhkost vzduchu musí být do 70% a nesmí foukat vítr. Z toho vyplývá, že vypěňování přímo na místě je pouze sezónní záležitostí.“<sup>12</sup>



Obr. č. 11 – Polyuretanová pěna (PUR)

### **Polyisokyanurátová pěna (PIR)**

„Materiál je tvořen kombinací uretanových a isokyanurátových vazeb. Jde o velmi podobný materiál jako známější polyuretan (PUR), PIR (obr. č. 12) má ale obecně vyšší pevnost v tlaku (PUR 100 kPa, PIR 170 kPa) a menší tepelnou vodivost. Aplikovat se může jak litím, tak stříkáním na povrch či do dutin.“<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> stavba.tzb-info.cz [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <<http://stavba.tzb-info.cz/tepeln-izolace/izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>>.



Obr. č. 12 – Polyisokianurátová pěna (PIR)

### **Fenolická pěna**

Jedná se o novinku v kontaktním zateplování fasád.

„Fenolická pěna (obr. č. 13) se vyrábí napěněním fenolformaldehydových pryskřic do bloků, které se následně řezou na desky a oboustranně opatřují skelným vláknem či reflexní hliníkovou fólií. Používá se pro zateplení fasád, s výhodou u rekonstrukcí či v detailech, kde není místo na velkou tloušťku izolantu pro její dobrou hodnotu součinitele tepelné vodivosti. Oproti materiálům PUR a PIR má lepší tepelněizolační vlastnosti a reakci na oheň.“<sup>13</sup>

„U fenolických izolací je potřeba věnovat pozornost správnému návrhu a provedení konstrukce s vyloučením kondenzace vody v izolačním materiálu, aby nedošlo k degradaci velmi nízké tepelné vodivosti. Zejména je to nutné zabezpečit u izolací střech. Výhodou fenolických pěn kromě nízké tepelné vodivosti je dobrá mechanická odolnost a pevnost.“<sup>13</sup>



Obr. č. 13 – Fenolická pěna

### 2.8.3 Pěnové sklo

„Představitelem jsou tuhé deskové izolační hmoty na organické bázi. Vyrábí se z rozemletého vytaveného skla na jemný prach a smícháním s prachovým uhlíkem. Tato směs se ve formách zahřívá na 1000°C, kdy dochází k natavení hmoty a k současné oxidaci uhlíku na CO<sub>2</sub>. Tento plyn vytvoří bublinky, které dvacetinásobně zvětší objem směsi skleněného a uhlíkového prachu. Poté je napěněná sklovina postupně zchlazována na 20°C. Při 750°C je skleněná hmota již prakticky tuhá. Protože vytvořené drobné bublinky jsou zcela plynotěsné, dochází při dalším ochlazení CO<sub>2</sub> v buňkách k jeho smršťování a tím ke vzniku podtlaku, který po definitivním zchlazení je ve výši 1/3 atmosférického tlaku a zlepšuje tepelně izolační vlastnosti.“<sup>12</sup>

„Izolační pěnové sklo (obr. č. 14) má několik podstatných výhod oproti ostatním izolačním materiálům. Odolává teplotám -260°C až +430°C, má vysokou pevnost, je absolutně vodotěsný, nulovou kapilaritu, faktor difúzního odporu nekonečně malý, biologicky inertní, objemově stabilní. Díky těmto vlastnostem je možné jej vkládat přímo do zdiva v místech, kde umísťujeme obvykle hydroizolaci proti zemní vlhkosti. Dosáhneme tím nejen přerušení tepelného mostu mezi svislou a základovou konstrukcí, ale zároveň i trvanlivou hydroizolaci. Nevýhodou pěnového skla je jeho velká cena.“<sup>12</sup>

„Při pokládání se desky pěnového skla celoplošně lepí do asfaltu, styčné spáry a povrch se zalévají asfaltem. Tím se získá i jistá parotěsná zábrana a zabrání se pohybu případně zateklé vlhkosti pod izolací.“<sup>14</sup>



Obr. č. 14 – Pěnové sklo

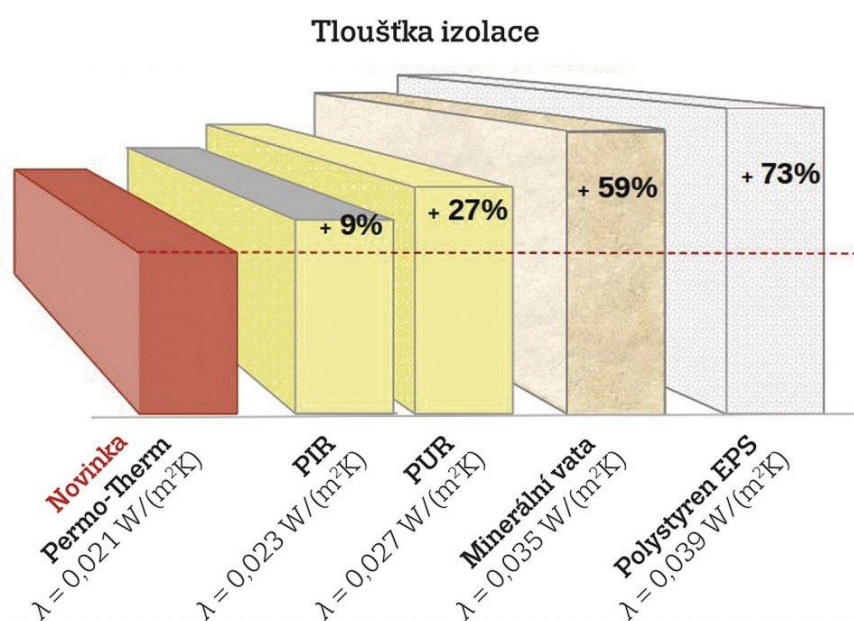
---

<sup>14</sup> SVOBODA, L. a TOBOLKA, Z. *Stavební izolace*. 1. vyd. Praha : Český svaz stavebních inženýrů, 1997. 150 s. s. 87, 88.

## 2.8.4 Porovnání izolačních materiálů

„Fenolické desky mají ty nejlepší tepelněizolační vlastnosti, které dalece převyšují fasádní polystyren a vatu. Pokud hledáte izolant, který Vám (např. v 6 cm zateplí jako 12 cm polystyrenu nebo vaty) - zvolte desky z fenolické pěny. Tyto desky jsou vhodné na zateplení ostění oken a dveří, kde docílíte lepší tepelné ochrany.“<sup>15</sup>

Na porovnání izolačních materiálů (obr. č. 15) můžeme vidět porovnání materiálů EPS, minerální vaty, PUR, PIR a právě fenolické pěny.



Obr. č. 15 – Porovnání izolačních materiálů

## 2.9 FASÁDNÍ OMÍTKY

### 2.9.1 Akrylátová omítka

„Obsahují pojivo z umělé pryskyřice, díky kterému jsou omítky tvrdé, houževnaté a vodoodpudivé. Jsou zpravidla nejpříznivější z hlediska ceny a dá se říci, že zřejmě z toho důvodu také zákaznický nejžádanější. Mají ale také své slabší stránky a těmi jsou menší odolnost proti ulpívání prachu (více se špiní) a horší paropropustnost. Vzhledem ke snížené paropropustnosti nejsou tyto omítky doporučovány na kontaktní zateplovací systémy s minerální vlnou, kde by negativně ovlivnili jinak vcelku dobré vlastnosti paropropustnosti

<sup>15</sup> [www.zatepleni-fasad.eu](http://www.zatepleni-fasad.eu) [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/fasadni-tepelne-izolace/specialni-desky-z-fenolicke-peny/>.

celého systému. U zateplovacích systémů s polystyrenem je jejich použití bez problémů, jelikož je fasáda tak jako tak uzavřena neprodyšným polystyrénem.<sup>16</sup>

### **2.9.2 Silikátová omítka**

*„Pojivo silikátových omítek tvoří draselné vodní sklo. Z toho důvodu mají vynikající paropropustnost a jsou použitelné na všechny druhy zateplovacích systémů. Mezi jejich nevýhody patří horší pružnost a vodoodpudivost. Cenově jsou o něco dražší než akrylátové. Mimoto díky pojivu, které je velmi zásadité, je tato omítka přirozeně odolná proti plísním a mechům (do silikonové a akrylátové omítky se algicidní a fungicidní látky přidávají uměle a mají v nich omezenou dobu působení).“<sup>16</sup>*

### **2.9.3 Silikonová omítka**

*„Jsou současnou jedničkou mezi šlechtěnými omítkami. Mají všechny výhody akrylátových i silikátových omítek, tzn. jsou pružné, vodoodpudivé a zároveň paropropustné. Mimo to mají menší sklon k upívání prachu. Samozřejmě jejich cena je odpovídající jejich kvalitě, a tudíž nejvyšší ze všech jmenovaných.“<sup>16</sup>*

### **2.9.4 Silikon – silikátová omítka**

*„Hitem poslední doby je kompromis mezi silikonovou a silikátovou omítkou – tzv. omítka silikon-silikátová. Je to vlastně silikátová omítka s přídavkem silikonu, díky kterému má omítka větší odolnost proti upívání nečistot než klasická silikátová. Cenově je tato omítka mezi silikonem a silikátem.“<sup>16</sup>*

---

<sup>16</sup> [www.zatepleni-fasad.eu](http://www.zatepleni-fasad.eu) [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <<http://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/jaky-je-rozdil-mezi-akrylatovou-silikatovou-silikonovou-omitkou/>>.

## 3 PRAKTICKÁ ČÁST

### 3.1 KONSTRUKČNÍ ČÁST RODINNÉHO DOMU

Jedná se o čtyřpodlažní rodinný dům se dvěma lodžii postavený v 80. letech. RD je řešen jako vícepatrový objekt, s jedním podzemním a dvěma nadzemními podlažními a podkrovím, obdélníkového půdorysu o rozměrech 11 x 10,8 m. Podkroví je obytné se dvěma pokoji. Garáž se nachází v suterénu. Obvodové zdivo je z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm. Fasáda je z tvrdé jednovrstvé cementové jádrové omítky, která se nazývá brizolit. RD má dřevěný krov se sedlovou střechou a pěti střešními okny Velux. Krytina je z vlnitých vláknocementových desek Cembrit B8. Střešní plášť se skládá z krytiny Cembrit B8, latí 50 x 60, kontralatí 50 x 60, pojistné hydroizolace Tyvek, krokví, minerální vlny tl. 160 mm, parozábrany a sádkartonové desky. Okna jsou dřevěná zdvojená, otevíravá a sklápěcí. Vstupní dveře jsou dřevěné jednokřídlé. Vytápění je řešeno jako ústřední pomocí kotle na tuhá paliva.

### 3.2 VÝBĚR MATERIÁLU NA ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN

Při výběru materiálu na kontaktní zateplení obvodových stěn jsem se rozhodoval mezi dvěma v současnosti nejpoužívanějšími materiály, a to minerální vatou a polystyrénem.

Mezi výhody minerální vaty patří dobré tepelně izolační vlastnosti, trvanlivost, hydrofobizace a především nehořlavost. Nevýhodou je vyšší cena oproti polystyrénu. Naproti tomu výhodou expandovaného polystyrénu je to, že se jedná o tuhý, lehčený materiál s dobrými izolačními vlastnostmi a nízkou cenou. Mezi nevýhody patří hořlavost.

Požární výška objektu  $h$  v metrech je definována jako vzdálenost od podlahy prvního nadzemního podlaží k podlaze posledního užitného nadzemního podlaží objektu.

Z důvodu, že řešenou nemovitostí je rodinný dům, jehož požární výška je menší než 12 m, není potřeba využít na zateplení nehořlavý tepelný izolant. U objektů s požární výškou  $h \leq 12$  m nejsou na dodatečné zateplení kladeny žádné požadavky z hlediska požární bezpečnosti. Lze použít necertifikované zateplovací systémy, nicméně norma ČSN 73 0810 doporučuje použít certifikovaný zateplovací systém stejně jako u větší požární výšky. U objektů s požární výškou  $h > 12$  m je nutnost použití nehořlavého tepelného izolantu u konstrukce s výškovou polohou podlaží  $h_p > 22,5$  m.

A proto jsem se rozhodl použít na zateplení obvodových stěn polystyrén EPS, protože jeho vlastnosti nejsou oproti minerální vatě o tolik horší, ale v porovnání s cenou je polystyrén levnější. Navíc při využití minerální vaty bych nemohl použít akrylátovou omítku, která je z omítek nejlevnější, protože její nevýhodou je nízká paropropustnost, která by snížila dobré vlastnosti paropropustnosti celého systému. Naopak bych musel použít silikátovou, silikonovou nebo silikon-silikátovou omítku, které jsou dražší než akrylátová.

### 3.3 STÁVAJÍCÍ STAV

U rodinného domu za současného stávajícího stavu (tab. č. 3) splňuje požadovaný součinitel prostupu tepla pouze střecha, ostatní konstrukce a výplně otvorů nikoliv. A proto bude potřeba udělat varianty návrhu, aby i ostatní konstrukce a výplně otvorů splňovaly minimálně normou požadované hodnoty, lépe však hodnoty doporučené.

Obvodové stěny jsou z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm, okna a dveře jsou dřevěné, střecha je zateplená minerální vatou tl. 160 mm a strop nad suterénem je z keramických vložek Miako s tepelnou izolací tl. 50 mm a potěru tl. 30 mm.

Tab. č. 3 – Celková ztráta obálkou budovy – stávající stav

Stávající stav					
Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Rozdíl teplot θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	Ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]
Stěny obvodové	213,37	0,81	0,30	36	6221,9
Okna	24,22	2,80	1,50	36	2441,4
Dveře	1,77	2,60	1,70	36	165,7
Luxfery	1,50	3,00	1,50	36	162,0
Střecha	140,25	0,22	0,24	36	1110,8
Strop nad suterénem	110,23	0,65	0,60	20	1433,0
Celkem	491,34	-	-	-	11534,7
Tepelné vazby $\Delta U_{em} = \Sigma A * \Delta U * (\theta_{int,e} - \theta_e)$					884,4W
$\Delta U =$	0,05				
Ztráty prostupem celkem $\phi_T = \Sigma \phi_{T,i} + \Delta U_{em}$					12419,1W
Množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i} = V_m * n_{min}$					
$V_m =$	660,00		$V_{min,i}$		
$n_{min} =$	0,5		330,00		
Ztráta větráním $\phi_V = V_{min,i} * \rho.c * (\theta_{int,i} - \theta_e)$					4039,2W
$\rho.c =$	0,34				
Celková ztráta obálkou budovy $\phi = \phi_T + \phi_V$					16458,3W



### 3.4 VARIANTY NÁVRHU

Po provedení jednotlivých variant návrhu (tab. č. 4) a jejich kombinací bych se chtěl přiblížit k hodnotám energeticky úsporného domu, konkrétně nízkoenergetického domu, který má plošnou měrnou potřebu tepla na vytápění menší než  $50 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$ .

U nízkoenergetických domů by se měl součinitel prostupu tepla obvodových konstrukcí a střechy pohybovat v rozpětí  $0,1 - 0,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  a u výplní otvorů by měl být do hodnoty  $1,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

Udělat ze staršího rodinného domu pasivní dům by nebyl problémem. Lze toho dosáhnout použitím větší tloušťky izolačního materiálu na zateplení obvodových stěn, střechy či zateplení stropu nad suterénem a lepšími tepelně izolačními vlastnostmi výplní otvorů. Ale přijde mi to zbytečné, neboť náklady na realizaci by byly mnohem vyšší a roční úspora potřeby tepla na vytápění by se od energeticky úsporného domu – nízkoenergetické varianty – tolik nelišila.

Tab. č. 4 – Varianty návrhu

Varianty	Popis variant
1	Výplně
2	Stěny obvodové + výplně
3	Střecha
4	Strop nad suterénem
5	Stěny obvodové + výplně + střecha
6	Stěny obvodové + výplně + strop nad suterénem
7	Stěny obvodové + výplně + střecha + strop nad suterénem

### 3.4.1 Varianta 1 – výměna výplní

Varianta 1 (tab. č. 5) se bude týkat výměny výplní otvorů. Jelikož se jedná o RD postavený v 80. letech s dřevěnými okny a vstupními dveřmi, dojde k výměně oken a dveří, protože jsou na konci své životnosti a již neplní tepelně izolační vlastnosti. Luxfery na schodišti v přízemí budou také vyměněny za plastové okno, protože mají nejhorší součinitel prostupu tepla z původních výplní otvorů.

Výměnu oken a dveří bude provádět firma *Windoors Příbram, spol. s.r.o.*. Tato firma působí na Příbramsku již řadu let a patří k největším firmám v tomto odvětví v regionu.

Cenová nabídka obsahuje demontáž původních výplní a jejich likvidaci, montáž a začištění nových výplní, venkovní hliníkové parapety, vnitřní plastové parapety, žaluzie a servisní balíček. Záruka na výrobky a montáž je 5 let.

Původní dřevěná zdvojená okna  $U = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a luxfery  $U = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  budou vyměněny za nová plastová okna s izolačním trojsklem  $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Rám plastových oken ALUPLAST ID 7000 RL je šesti-komorový a hloubka rámu je 80 mm. Okna jsou taktéž otevíravá a sklápěcí. Původní vstupní dřevěné dveře  $U = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  budou nahrazeny plastovými dveřmi s izolačním trojsklem  $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Rám plastových dveří ALUPLAST IDEAL 4000 má hloubku 70 mm.

Požadovaný součinitel prostupu tepla  $U$  oken je  $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  a dveří  $1,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Doporučený součinitel prostupu tepla  $U$  oken a dveří je  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Při použití izolačního trojskla je hodnota  $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , proto výplně otvorů splňují požadované i doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$ .

Tab. č. 5 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 1 – výměna výplní

Varianta 1					
Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Rozdíl teplot θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	Ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]
Stěny obvodové	213,37	0,81	0,30	36	6221,9
Okna	24,22	0,80	1,50	36	697,5
Dveře	1,77	0,80	1,70	36	51,0
Luxfery	1,50	0,80	1,50	36	43,2
Střecha	140,25	0,22	0,24	36	1110,8
Strop nad suterénem	110,23	0,65	0,60	20	1433,0
Celkem	491,34	-	-	-	9557,4
Tepelné vazby $\Delta U_{em} = \Sigma A * \Delta U * (\theta_{int,e} - \theta_e)$					884,4W
$\Delta U =$	0,05				
Ztráty prostupem celkem $\phi_T = \Sigma \phi_{T,i} + \Delta U_{em}$					10441,8W
Množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i} = V_m * n_{min}$					
$V_m =$	660,00		$V_{min,i}$		
$n_{min} =$	0,5		330,00		
Ztráta větráním $\phi_V = V_{min,i} * \rho.c * (\theta_{int,i} - \theta_e)$					4039,2W
$\rho.c =$	0,34				
<b>Celková ztráta obálkou budovy <math>\phi = \phi_T + \phi_V</math></b>					<b>14481,0W</b>

### 3.4.2 Varianta 2 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní

Tato varianta (tab. č. 6) bude řešit výměnu výplní otvorů viz. varianta 1 a zateplení obvodových stěn.

Zateplení bude provádět stavební firma *Beznoska stavební práce*. Tato firma sídlí ve Smečně u Kladna a provádí veškeré stavební a zednické práce.

Bude se jednat o kontaktní zateplovací systém ETICS. Obvodové stěny (obr. č. 16) z pórobetonových tvárnice budou zatepleny polystyrénem Isover EPS 70F tl. 150 mm. Jedná se o tepelně izolační desky se sníženou hořlavostí, které mají  $\lambda_D = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

U omítky jsem se rozhodl pro použití akrylátové, která je z dostupných omítek na trhu nejlevnější i při její nevýhodě, že se více špiní.

V ceně nejsou zahrnuty vnější parapety, ty jsou v cenové nabídce výměny výplní.

Stávající součinitel prostupu tepla  $U$  obvodové stěny je  $0,81 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , který nesplňuje požadovanou hodnotu  $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Při použití polystyrénu tl. 120 mm vychází součinitel prostupu tepla  $U = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , polystyrén tl. 150 mm má  $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Již tloušťka 120 mm splňuje jak požadovanou hodnotu, tak i hodnotu doporučenou  $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Ale přesto jsem se rozhodl pro použití polystyrénu tloušťky 150 mm, kdyby v budoucnu došlo ke zpřísnění požadovaných a doporučených hodnot. A abych se více přiblížil k hodnotám nízkoenergetického domu.

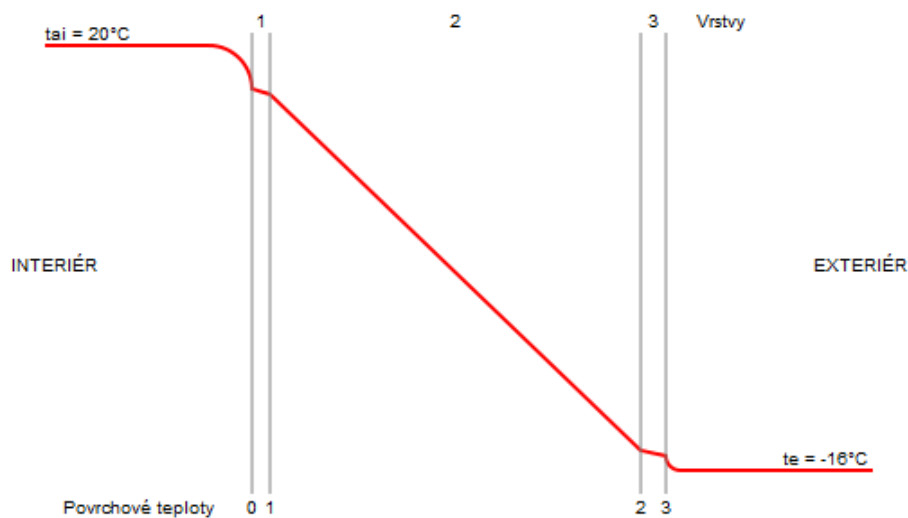
			Stávající skladba konstrukce	Tloušťka [mm]	
1	2	3	1	Vápenná hladká omítka	15
			2	Pórobetonové tvárnice	300
			3	Jednovrstvá cementová jádrová omítka	20
			Navrhovaná skladba konstrukce	Tloušťka [mm]	
1	2	3 4 5	1	Vápenná hladká omítka	15
			2	Pórobetonové tvárnice	300
			3	Jednovrstvá cementová jádrová omítka	20
				Lepidlo	6
			4	Isover EPS 70F	150
				Lepidlo + výztužná tkanina	6
				Penetrační nátěr	-
			5	Akrylátová omítka	4

Obr. č. 16 – Stávající a navrhovaná skladba konstrukce obvodové stěny

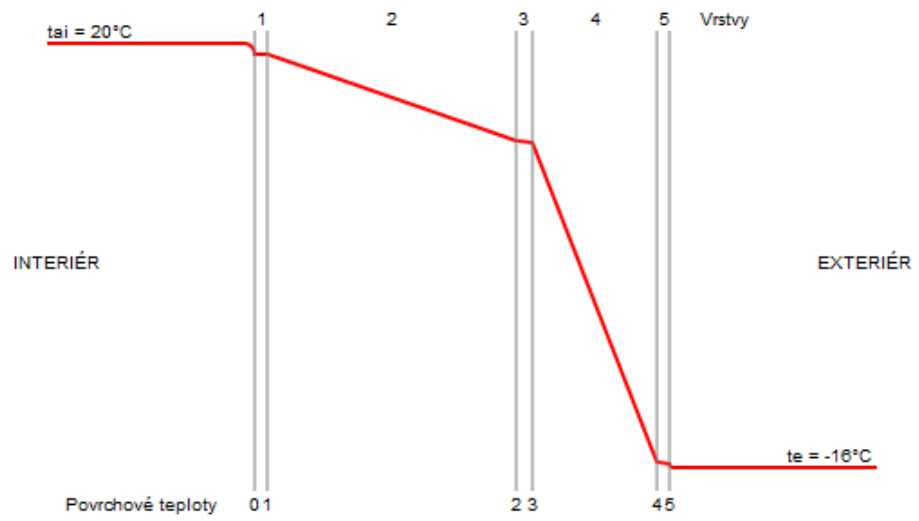
Tab. č. 6 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 2 – zateplení obvodových stěn + výměna výplně

Varianta 2					
Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Rozdíl teplot θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	Ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]
Sěny obvodové	213,37	0,20	0,30	36	1536,3
Okna	24,22	0,80	1,50	36	697,5
Dveře	1,77	0,80	1,70	36	51,0
Luxfery	1,50	0,80	1,50	36	43,2
Střecha	140,25	0,22	0,24	36	1110,8
Strop nad suterénem	110,23	0,65	0,60	20	1433,0
Celkem	491,34	-	-	-	4871,7
Tepelné vazby $\Delta U_{em} = \Sigma A * \Delta U * (\theta_{int,e} - \theta_e)$					884,4W
$\Delta U =$	0,05				
Ztráty prostupem celkem $\phi_T = \Sigma \phi_{T,i} + \Delta U_{em}$					5756,2W
Množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i} = V_m * n_{min}$					
$V_m =$	660,00		$V_{min,i}$		
$n_{min} =$	0,5		330,00		
Ztráta větráním $\phi_V = V_{min,i} * \rho.c * (\theta_{int,i} - \theta_e)$					4039,2W
$\rho.c =$	0,34				
<b>Celková ztráta obálkou budovy <math>\phi = \phi_T + \phi_V</math></b>					<b>9795,4W</b>

Ve stávající konstrukci obvodové stěny bez zateplení (obr. č. 17) a v navrhované konstrukci se zateplením z polystyrénu tl. 150 mm (obr. č. 18) můžeme vidět průběh teplot.



Obr. č. 17 – Průběh teplot v konstrukci bez zateplení



Obr. č. 18 – Průběh teplot v konstrukci se zateplením

### 3.4.3 Varianta 3 – zateplení střechy

U varianty 3 (tab. č. 7) by se jednalo o zateplení střechy. Zateplení střešní konstrukce může probíhat buď zevnitř (mezi krokve) nebo zvenku (nad krokve). Mezi výhody vkládání izolace mezi krokve patří fakt, že se nemusí zasahovat do střešní konstrukce. Většinou ale výška krokví nestačí, a tak se pod ně musí vkládat další vrstva izolace. Tudíž dochází ke snížení užité výšky podkroví, která patří mezi nevýhody.

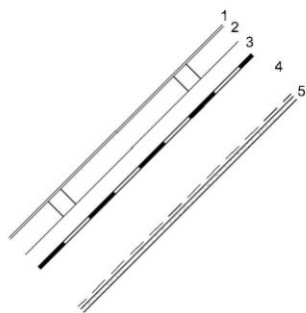
V roce 2003 proběhla rekonstrukce půdního prostoru, při které došlo k vybudování obytného podkroví, kde vzniklo schodiště, chodba, pokoj a pokoj s koupelnou.

Při rekonstrukci proběhla výměna střešní krytiny, kdy původní azbestocementovou krytinu nahradila vláknocementová. Na jižní straně byly osazeny dvě dvojice střešních oken 750 x 1400 mm a jedno střešní okno 750 x 500 mm pro osvětlení schodiště. Stávající krov včetně laťování zůstal zachován z důvodu zachování původního štítového lemování. Byl pouze doplněn o tepelnou izolaci tl. 160 mm, která byla vložena mezi krokve, pojistnou hydroizolaci a parozábranu. Příčky v podkroví byly vytvořeny pomocí sádrokartonových desek s vloženou tepelnou izolací. Vstup do podkroví byl vyřešen dřevěným schodištěm z masivu bez podstupnic. Radiátory byly umístěny na stěně pod střešními okny. Zapojení těchto radiátorů bylo provedeno do stoupaček v prvním patře.

Jelikož střecha obsahuje tepelnou izolaci v tloušťce 160 mm, tak součinitel prostupu tepla  $U$  vychází  $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , což již splňuje normou požadovanou hodnotu, která je  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Abych splnil doporučenou hodnotu  $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , tak bych musel zateplit střechu ještě 60 mm minerální vaty.

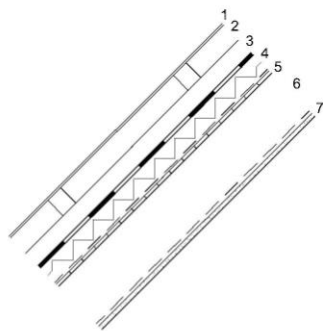
Protože řeším zateplení střešní konstrukce, kde je obytné podkroví tvořené sádrokartonovými podhledy, tak nelze použít izolaci pod krokve, tudíž připadá v úvahu nadkroevní izolace. Jako nadkroevní izolaci bych využil desky z minerální vaty Isover UNI (obr. č. 19). Tato varianta je výhodná, neboť nemusím zasahovat do již vybudovaného podkroví a snižovat jeho užitou výšku. Naopak nevýhodou této varianty je sundání krytiny a laťování, na krokvích se musí provést bednění, položit pojistná vzduchotěsná fólie, následně dát minerální vatu Isover UNI s pojistnou hydroizolací a znovu provést laťování s krytinou. Další nevýhodou je zvětšení tloušťky střešního pláště.

Ale už jen podle prvních odhadů a provedených výpočtů jsem zjistil, že by varianta 3 byla ekonomicky nevýhodná, a proto ani nevyužívám u této varianty nacenění firmou.



Stávající skladba konstrukce Tloušťka [mm]

1	Vláknocementová deska Cembrit B8	6
2	Latě 50 x 60 mm	
3	Kontralatě 50 x 60 mm	
	Pojistná hydroizolace Tyvek	2,5
4	Krokve 80 x 160 mm	
	Minerální vata Isover ORSET	160
	Parozábrana	0,25
5	Sádkartonové desky	12,5



Navrhovaná skladba konstrukce Tloušťka [mm]

1	Vláknocementová deska Cembrit B8	6
2	Latě 50 x 60 mm	
3	Kontralatě 50 x 60 mm	
	Pojistná hydroizolace Tyvek	2,5
4	Minerální vata Isover UNI	60
	Pojistná vzduchotěsná fólie	2,5
5	Dřevěné bednění	10
6	Krokve 80 x 160 mm	
	Minerální vata Isover ORSET	160
	Parozábrana	0,25
7	Sádkartonové desky	12,5

Obr. č. 19 – Stávající a navrhovaná skladba konstrukce střechy

Tab. č. 7 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 3 – zateplení střechy

Varianta 3					
Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Rozdíl teplot θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	Ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]
Stěny obvodové	213,37	0,81	0,30	36	6221,9
Okna	24,22	2,80	1,50	36	2441,4
Dveře	1,77	2,60	1,70	36	165,7
Luxfery	1,50	3,00	1,50	36	162,0
<b>Střecha</b>	<b>140,25</b>	<b>0,16</b>	<b>0,24</b>	<b>36</b>	<b>807,8</b>
Strop nad suterénem	110,23	0,65	0,60	20	1433,0
Celkem	491,34	-	-	-	11231,7
Tepelné vazby ΔU <sub>em</sub> = ΣA * ΔU * (θ <sub>int,e</sub> - θ <sub>e</sub> )					884,4W
ΔU =	0,05				
Ztráty prostupem celkem φ <sub>T</sub> = Σφ <sub>T,i</sub> + ΔU <sub>em</sub>					12116,2W
Množství vzduchu přirozeným větráním V <sub>min,i</sub> = V <sub>m</sub> * n <sub>min</sub>					
V <sub>m</sub> =	660,00		V <sub>min,i</sub>		
n <sub>min</sub> =	0,5		330,00		
Ztráta větráním φ <sub>V</sub> = V <sub>min,i</sub> * ρ.c * (θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> )					4039,2W
ρ.c =	0,34				
<b>Celková ztráta obálkou budovy φ = φ<sub>T</sub> + φ<sub>V</sub></b>					<b>16155,4W</b>



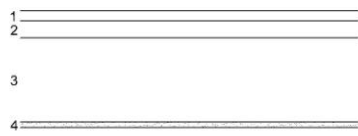
### 3.4.4 Varianta 4 – zateplení stropu nad suterénem

U varianty 4 (tab. č. 8) by se provádělo zateplení stropu nad suterénem. Celý suterén, kde se nachází i garáž, je nevytápěn.

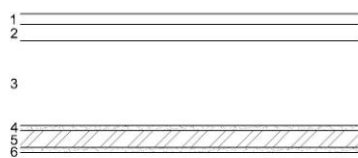
Zateplení stropu by prováděla opět stavební firma *Beznoska stavební práce*. Docházelo by k zateplení stropu zespoda.

Stávající skladba stropní konstrukce (obr. č. 20) je tvořena keramickými vložkami Míako s tepelnou izolací tl. 50 mm a potěrem tl. 30 mm.

Součinitel prostupu tepla  $U$  stropu nad suterénem je  $0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  nesplňuje tedy požadovanou hodnotu  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Tudíž musím provést zateplení stropu polystyrénem Isover EPS 70F tl. 50 mm. Jen v kotelně z důvodu požární bezpečnosti použiji minerální vatu Isover NF 333 tl. 50 mm. Po navrhovaném zateplení tl. 50 mm se dostanu na hodnotu  $U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Ta už splňuje požadovanou hodnotu i hodnotu doporučenou  $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

	Stávající skladba konstrukce	Tloušťka [mm]
	1 Potěr	30
	2 Polystyrén	50
	3 Strop MIAKO	250
	4 Vápenná hladká omítka	15

	Navrhovaná skladba konstrukce	Tloušťka [mm]
	1 Potěr	30
	2 Polystyrén	50
	3 Strop MIAKO	250
	4 Vápenná hladká omítka	15
	5 Lepidlo Isover EPS 70F / Isover NF 333	6 50
	6 Lepidlo + výztužná tkanina Penetrační nátěr Štuková omítka	6 - 4

Obr. č. 20 – Stávající a navrhovaná skladba konstrukce stropu nad suterénem

Tab. č. 8 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 4 – zateplení stropu nad suterénem

Varinata 4					
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný součinitel prostupu tepla	Rozdíl teplot	Ztráta prostupem
	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	φ <sub>T,i</sub> [W]
Stěny obvodové	213,37	0,81	0,30	36	6221,9
Okna	24,22	2,80	1,50	36	2441,4
Dveře	1,77	2,60	1,70	36	165,7
Luxfery	1,50	3,00	1,50	36	162,0
Střecha	140,25	0,22	0,24	36	1110,8
Strop nad suterénem	110,23	0,35	0,60	20	771,6
Celkem	491,34	-	-	-	10873,3
Tepelné vazby $\Delta U_{em} = \Sigma A * \Delta U * (\theta_{int,e} - \theta_e)$					884,4W
$\Delta U =$	0,05				
Ztráty prostupem celkem $\phi_T = \Sigma \phi_{T,i} + \Delta U_{em}$					11757,7W
Množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i} = V_m * n_{min}$					
$V_m =$	660,00		$V_{min,i}$		
$n_{min} =$	0,5		330,00		
Ztráta větráním $\phi_V = V_{min,i} * \rho.c * (\theta_{int,i} - \theta_e)$					4039,2W
$\rho.c =$	0,34				
Celková ztráta obálkou budovy $\phi = \phi_T + \phi_V$					15796,9W

### 3.4.5 Varianta 5 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy

U varianty 5 (tab. č. 9) by docházelo ke kombinaci některých předchozích variant. Konkrétně by došlo k zateplení obvodových stěn, výměně výplní otvorů a zateplení střechy.

Jak už jsem zmiňoval u varianty 3 – zateplení střechy, ta je ekonomicky nevýhodná. U této varianty by se z důvodu zateplení střechy jednalo také o ekonomicky nevýhodnou variantu.

Tab. č. 9 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 5 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy

Varianta 5					
Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Rozdíl teplot θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	Ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]
Stěny obvodové	213,37	0,20	0,30	36	1536,3
Okna	24,22	0,80	1,50	36	697,5
Dveře	1,77	0,80	1,70	36	51,0
Luxfery	1,50	0,80	1,50	36	43,2
Střecha	140,25	0,16	0,24	36	807,8
Strop nad suterénem	110,23	0,65	0,60	20	1433,0
Celkem	491,34	-	-	-	4568,8
Tepelné vazby $\Delta U_{em} = \Sigma A * \Delta U * (\theta_{int,e} - \theta_e)$					884,4W
$\Delta U =$	0,05				
Ztráty prostupem celkem $\phi_T = \Sigma \phi_{T,i} + \Delta U_{em}$					5453,2W
Množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i} = V_m * n_{min}$					
$V_m =$	660,00			$V_{min,i}$	
$n_{min} =$	0,5			330,00	
Ztráta větráním $\phi_V = V_{min,i} * \rho.c * (\theta_{int,i} - \theta_e)$					4039,2W
$\rho.c =$	0,34				
<b>Celková ztráta obálkou budovy <math>\phi = \phi_T + \phi_V</math></b>					<b>9492,4W</b>

### 3.4.6 Varianta 6 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení stropu nad suterénem

Varianta 6 (tab. č. 10) by byla obdobnou variantou jako předchozí, místo zateplení střechy by ale docházelo k zateplení stropu nad suterénem.

Konkrétně by tedy došlo k zateplení obvodových stěn, výměně výplní otvorů a zateplení stropu nad suterénem.

Tab. č. 10 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 6 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení stropu nad suterénem

Varianta 6					
Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Rozdíl teplot θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	Ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]
Stěny obvodové	213,37	0,20	0,30	36	1536,3
Okna	24,22	0,80	1,50	36	697,5
Dveře	1,77	0,80	1,70	36	51,0
Luxfery	1,50	0,80	1,50	36	43,2
Střecha	140,25	0,22	0,24	36	1110,8
Strop nad suterénem	110,23	0,35	0,60	20	771,6
Celkem	491,34	-	-	-	4210,4
Tepelné vazby $\Delta U_{em} = \Sigma A * \Delta U * (\theta_{int,e} - \theta_e)$					884,4W
$\Delta U =$	0,05				
Ztráty prostupem celkem $\phi_T = \Sigma \phi_{T,i} + \Delta U_{em}$					5094,8W
Množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i} = V_m * n_{min}$					
$V_m =$	660,00		$V_{min,i}$		
$n_{min} =$	0,5		330,00		
Ztráta větráním $\phi_V = V_{min,i} * \rho.c * (\theta_{int,i} - \theta_e)$					4039,2W
$\rho.c =$	0,34				
<b>Celková ztráta obálkou budovy <math>\phi = \phi_T + \phi_V</math></b>					<b>9134,0W</b>

### 3.4.7 Varianta 7 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy + zateplení stropu nad suterénem

Varianta 7 (tab. č. 11) by obnášela kombinaci všech předchozích variant. Jednalo by se o zateplení obvodových stěn, výměna výplní otvorů, zateplení střechy a zateplení stropu nad suterénem.

U této varianty z důvodu obsahu varianty 3 – zateplení střechy, by se opět jednalo o ekonomicky nevýhodnou variantu.

Tab. č. 11 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 7 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy + zateplení stropu nad suterénem

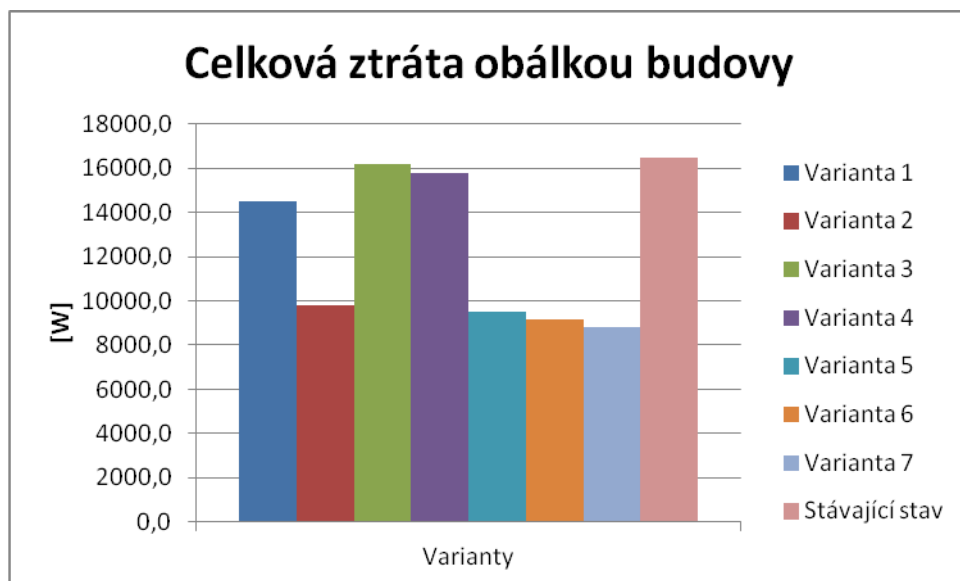
Varianta 7					
Konstrukce	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Rozdíl teplot θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub> [°C]	Ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]
Stěny obvodové	213,37	0,20	0,30	36	1536,3
Okna	24,22	0,80	1,50	36	697,5
Dveře	1,77	0,80	1,70	36	51,0
Luxfery	1,50	0,80	1,50	36	43,2
Střecha	140,25	0,16	0,24	36	807,8
Strop nad suterénem	110,23	0,35	0,60	20	771,6
Celkem	491,34	-	-	-	3907,4
Tepelné vazby $\Delta U_{em} = \Sigma A * \Delta U * (\theta_{int,e} - \theta_e)$					884,4W
$\Delta U =$	0,05				
Ztráty prostupem celkem $\phi_T = \Sigma \phi_{T,i} + \Delta U_{em}$					4791,8W
Množství vzduchu přirozeným větráním $V_{min,i} = V_m * n_{min}$					
$V_m =$	660,00			$V_{min,i}$	
$n_{min} =$	0,5			330,00	
Ztráta větráním $\phi_V = V_{min,i} * \rho.c * (\theta_{int,i} - \theta_e)$					4039,2W
$\rho.c =$	0,34				
Celková ztráta obálkou budovy $\phi = \phi_T + \phi_V$					8831,1W

### 3.5 POSOUZENÍ VARIANT

Při posouzení celkové ztráty obálkou budovy (tab. č. 12) je vidět, že varianty 1, 3 a 4 mají minimální celkovou ztrátu obálky budovy oproti stávajícímu stavu (obr. č. 21). Naopak varianty 2, 5, 6 a 7 mají celkovou ztrátu výrazně nižší a tudíž i cena za vytápění se snižuje.

Tab. č. 12 – Posouzení celkové ztráty obálkou budovy

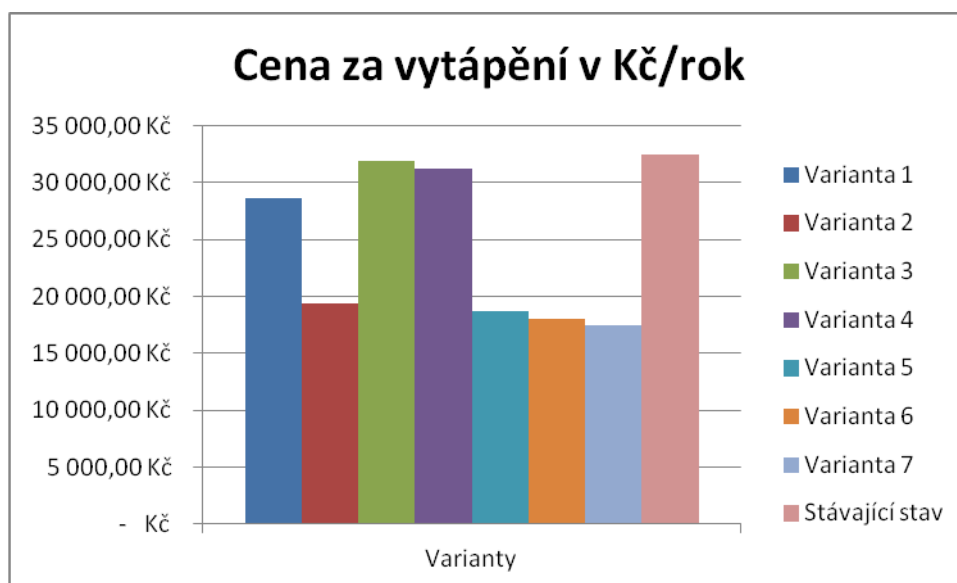
	Popis variant	Celková ztráta obálky budovy [W]	Cena za vytápění [Kč/rok]
<b>stávající</b>		16458,3	32 500,00 Kč
<b>Varianty</b>	<b>1</b> Výplně	14481,0	28 595,39 Kč
	<b>2</b> Stěny + výplně	9795,4	19 342,79 Kč
	<b>3</b> Střecha	16155,4	31 901,79 Kč
	<b>4</b> Strop	15796,9	31 193,98 Kč
	<b>5</b> Stěny + výplně + střecha	9492,4	18 744,58 Kč
	<b>6</b> Stěny + výplně + strop	9134,0	18 036,78 Kč
	<b>7</b> Stěny + výplně + střecha + strop	8831,1	17 438,57 Kč



Obr. č. 21 – Celková ztráta obálkou budovy ve watech

Jak už jsem se výše zmiňoval, vytápění je řešeno jako ústřední pomocí kotle na tuhá paliva. Palivem je hnědé uhlí – hnědý ořech o zrnitosti 20 – 40 mm a dále palivové dřevo.

Cena za vytápění (obr. č. 22) je u řešeného rodinného domu 32 500 Kč ročně. Jedná se tedy o náklady na vytápění před provedením zateplení. K hodnotě jsem dospěl z průměrných hodnot a cen paliv za poslední čtyři roky, kdy se průměrně spotřebuje 80 q uhlí a 10 m<sup>3</sup> dřeva.



Obr. č. 22 – Cena za vytápění v Kč/rok

### 3.6 VÝBĚR A ZHODNOCENÍ NEJVÝHODNĚJŠÍ VARIANTY

Současná střecha již splňuje normou požadovaný součinitel prostupu tepla  $U = 0,24$  W/(m<sup>2</sup>.K). Tudíž další zateplení, abych se dostal na hodnotu doporučenou, je ekonomicky nevýhodné, protože realizace této varianty by byla velice nákladná a roční úspora za vytápění (tab. č. 13) by byla pouze 598,21 Kč.

A proto všechny varianty, kde je obsažená varianta 3 – zateplení střechy, jsou ekonomicky nevýhodné. Jedná se o varianty 3, 5 a 7. Minimální úspora za vytápění je u variant 1, 3 a 4. Jako nejvýhodnější se tedy jeví varianty 2 a 6. Ale jelikož varianta 6 obsahuje i zateplení stropu suterénu, které má minimální roční úsporu za vytápění, tak nejvýhodnější variantou je varianta 2.

Při výběru nejvýhodnější varianty jsem se rozhodl pro variantu 2, která obsahuje výměnu výplní otvorů a zateplení obvodových stěn. Její roční úspora za vytápění (obr. č. 23) bude 13 157,21 Kč a celková úspora za vytápění po 30 letech (obr. č. 24) pak 394 716 Kč.

Tab. č. 13 – Posouzení úspor jednotlivých variant

		<b>Celková ztráta obálky budovy [W]</b>	<b>Cena za vytápění [Kč/rok]</b>	<b>Úspora za vytápění [Kč/rok]</b>	<b>Životnost [roky]</b>	<b>Celková úspora za vytápění [Kč]</b>
	<b>stávající</b>	16458,3	32 500,00 Kč	-	-	-
<b>Varianty</b>	<b>1</b>	14481,0	28 595,39 Kč	3 904,61 Kč	30	117 138 Kč
	<b>2</b>	9795,4	19 342,79 Kč	13 157,21 Kč	30	394 716 Kč
	<b>3</b>	16155,4	31 901,79 Kč	598,21 Kč	30	17 946 Kč
	<b>4</b>	15796,9	31 193,98 Kč	1 306,02 Kč	30	39 181 Kč
	<b>5</b>	9492,4	18 744,58 Kč	13 755,42 Kč	30	412 663 Kč
	<b>6</b>	9134,0	18 036,78 Kč	14 463,22 Kč	30	433 897 Kč
	<b>7</b>	8831,1	17 438,57 Kč	15 061,43 Kč	30	451 843 Kč

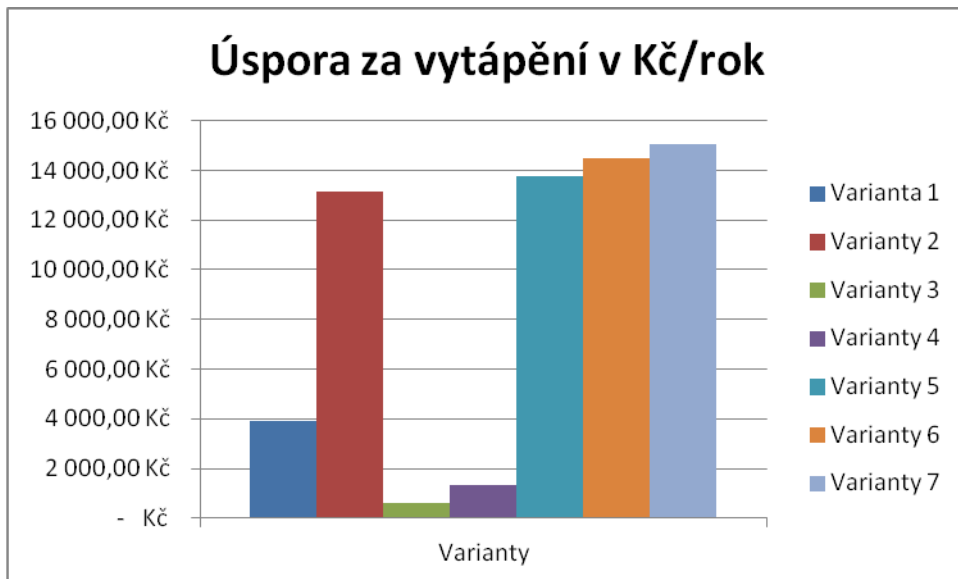
Životnost zateplovacího systému se nejčastěji uvádí 30 roků. Odborníci dále tvrdí, že vlastnosti polystyrénu ani po tolika letech neztrácí své dobré tepelně izolační a pevnostní vlastnosti. Tudíž při správném technologickém postupu, použití kvalitních materiálů a odborném provedení by měl mít zateplovací systém vyšší životnost než uváděných 30 let.

Zateplení stropu nad suterénem, které není vystavováno povětrnostním a teplotním vlivům, by mělo mít životnost také vyšší, než je uváděno.

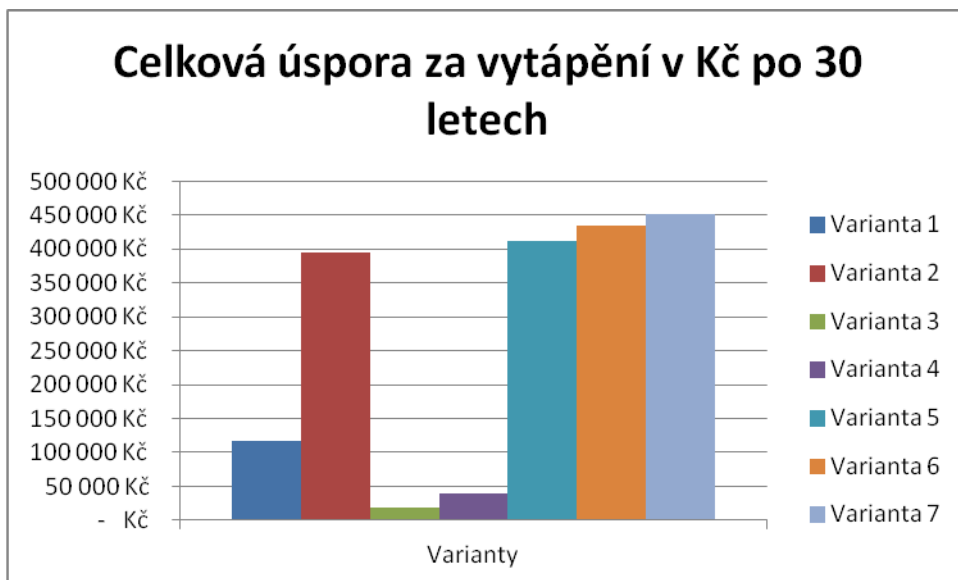
Životnost plastových oken a dveří je odhadována dokonce až na 50 roků.

Pro výpočet celkové úspory jsem počítal s životností všech variant 30 roků.





Obr. č. 23 – Úspora za vytápění v Kč



Obr. č. 24 – Celková úspora za vytápění v Kč po 30 letech

### 3.7 POSOUZENÍ EKONOMICKÉ NÁVRATNOSTI VYBRANÉ VARIANTY

Daň z přidané hodnoty (DPH) v České republice rozlišuje základní a sníženou sazbu. Sazby DPH se neustále mění. V současnosti je základní sazba 21% a sazba snížená 15%.

Jak výměna výplní otvorů, tak zateplení obvodových stěn případně stropu využívá sníženou sazbu 15%, což můžeme vidět v cenových nabídkách jednotlivých firem.

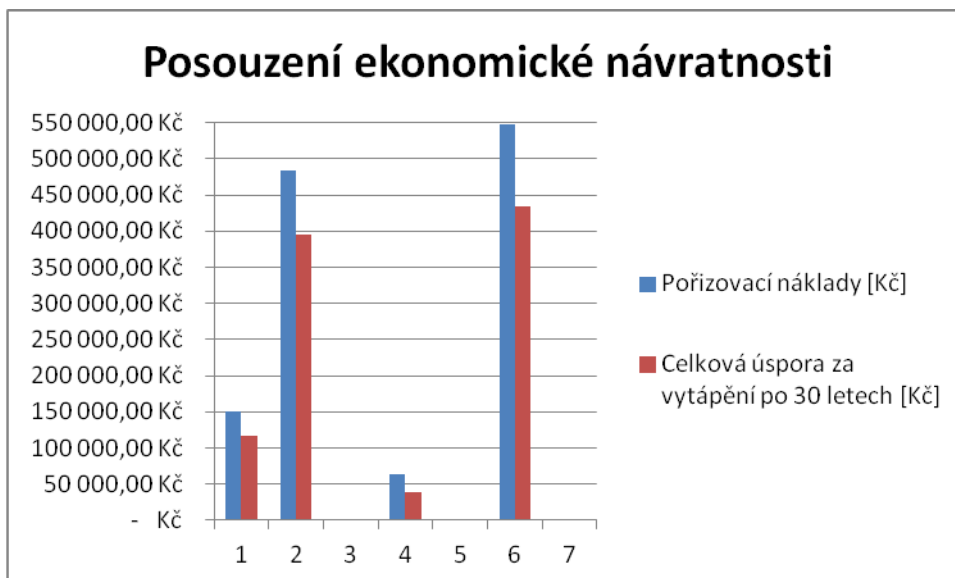
Cenový rozdíl při použití polystyrénu Isover EPS 70F tl. 120 mm respektive tl. 150 mm na zateplení fasády je 14 490 Kč na celém objektu, což považuji vzhledem k ceně celé fasády za zanedbatelnou částku, a jak již výše zmiňuji, cílem je přiblížit se k hodnotám nízkoenergetického domu. A proto jsem se rozhodl pro tl. 150 mm.

Při posouzení ekonomické návratnosti varianty 2 je celková úspora za vytápění po 30 letech 394 716 Kč, ale pořizovací náklady činí 483 418 Kč. Rozdíl nákladů (tab. č. 14) tedy je 88 702 Kč.

Tab. č. 14 – Rozdíl nákladů

	Popis variant	Celková úspora za vytápění [Kč]	Pořizovací náklady [Kč]	Rozdíl nákladů [Kč]
<b>stávající</b>		-	-	
<b>Varianty</b>	<b>1</b> Výplně	117 138 Kč	149 625,72 Kč	- 32 487,29 Kč
	<b>2</b> Stěny + výplně	394 716 Kč	483 418,18 Kč	- 88 702,00 Kč
	<b>3</b> Střecha	17 946 Kč	-	-
	<b>4</b> Strop	39 181 Kč	64 112,50 Kč	- 24 932,00 Kč
	<b>5</b> Stěny + výplně + střecha	412 663 Kč	-	-
	<b>6</b> Stěny + výplně + strop	433 897 Kč	547 530,68 Kč	- 113 634,00 Kč
	<b>7</b> Stěny + výplně + střecha + strop	451 843 Kč	-	-

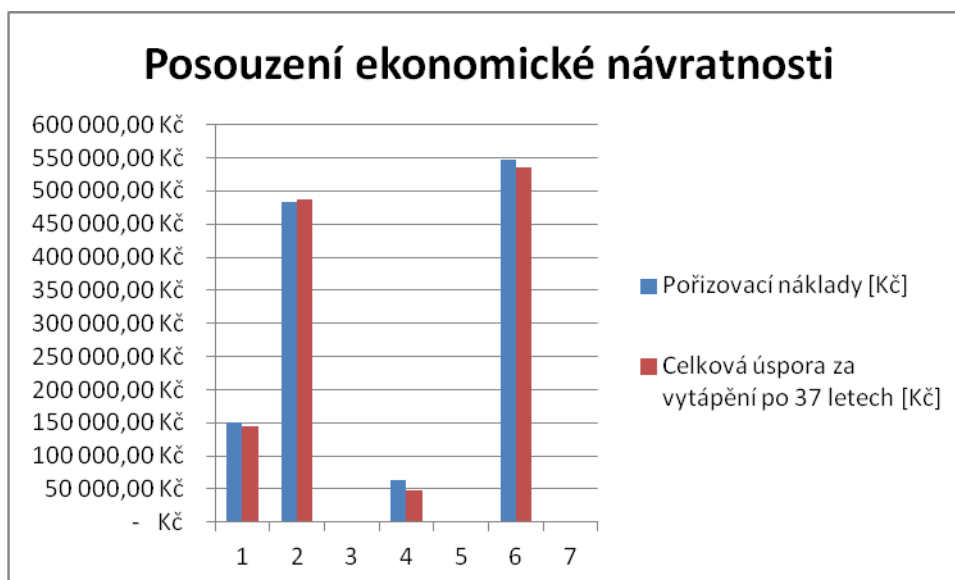
Z grafu (obr. č. 25) je vidět, že pořizovací náklady jsou vždy vyšší než celková úspora za vytápění po 30 letech. I z důvodu levného vytápění není úspora za vytápění tak velká, jak by byla například u vytápění elektřinou. Na druhou stranu každým rokem se zvedá cena paliv. I když teď vycházím z průměrných cen za poslední čtyři roky, nikdo nemůže zaručit, že cena paliv poroste stejným způsobem jako dodnes a nebude provázána extrémními výkyvy. Dle mého názoru vývoj cen na 30 let dopředu předvídat nelze.



Obr. č. 25 – Posouzení ekonomické návratnosti po 30 letech bez využití NZÚ 2014

Po 37 letech by celková úspora za vytápění (obr. č. 26) byla prvně vyšší než pořizovací náklady a až tehdy by tedy došlo k návratnosti vložené investice a každým rokem k úspoře peněz za vytápění.

A proto si myslím, že bez dotačního programu je realizace nevýhodná.



Obr. č. 26 – Posouzení ekonomické návratnosti po 37 letech bez využití NZÚ 2014

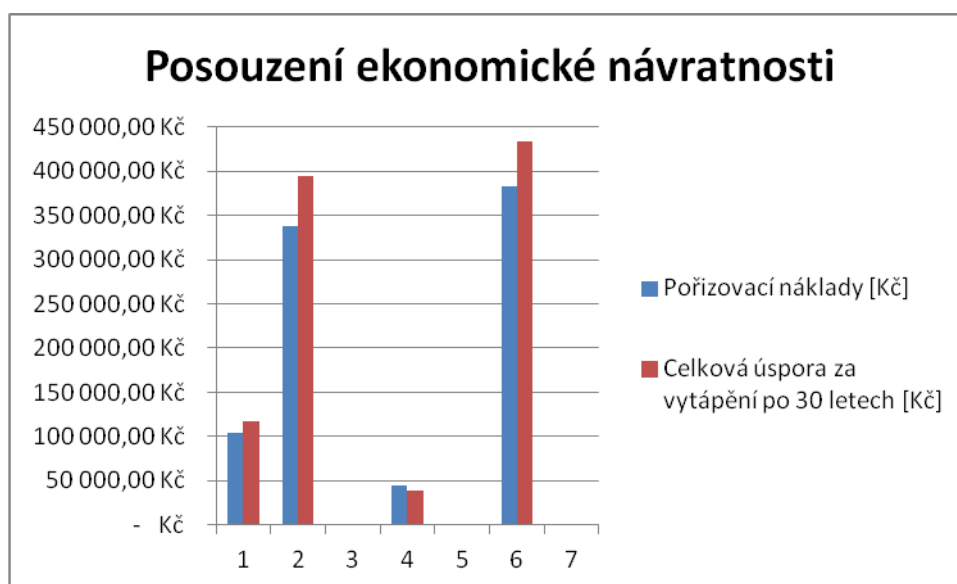
Všechny tyto mnou počítané varianty návrhu z hlediska programu Nová zelená úsporám spadají do oblasti podpory A – snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů.

Protože jsem se rozhodl pro variantu 2, u které splňuji nároky na snížení potřeby tepla o 40% oproti stávajícímu stavu, tak můžu čerpat finanční prostředky z dotačního programu NZÚ 2014.

V mém případě bych mohl žádat v oblasti A, kde dosáhnu minimálně na částku 30% z uznatelných nákladů, dále o dotaci na odborný posudek 10 000 Kč a technický dozor 5 000 Kč. Dále bych mohl žádat o dotaci v oblasti C, kdy se jedná o výměnu stávajícího zdroje za nový ekologický zdroj. Výše dotace je maximálně 75% z uznatelných nákladů.

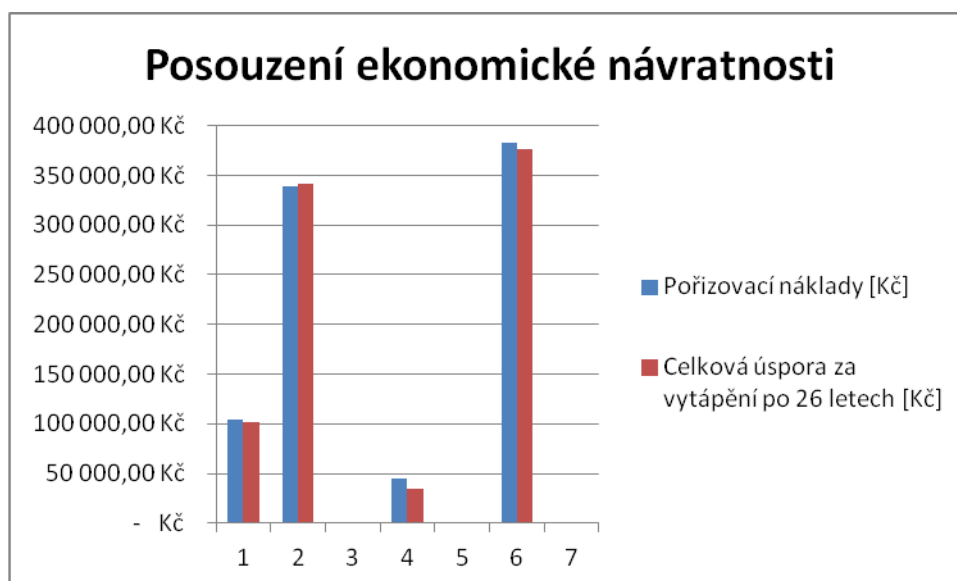
Hnědé uhlí a dřevo patří k nejlevnějším palivům na vytápění oproti zemnímu plynu, propanu, lehkému topnému oleji a zejména elektřině. A proto jsem se pro změnu zdroje na vytápění zatím nerozhodl a v této DP výměnu stávajícího zdroje za nový neřeším.

Při využití dotačního programu NZÚ 2014 je celková úspora za vytápění (obr. č. 27) po 30 letech vyšší než pořizovací náklady.



Obr. č. 27 – Posouzení ekonomické návratnosti po 30 letech s využitím NZÚ 2014

K návratnosti vložené investice a každým rokem k úspoře peněz za vytápění při využití NZÚ 2014 dojde již po 26 letech, kdy je varianta 2 poprvé vyšší než pořizovací náklady (obr. č. 28).



*Obr. č. 28 – Posouzení ekonomické návratnosti po 26 letech s využitím NZÚ 2014*

Rozhodně je dobré využít státního programu Nová zelená úsporám 2014, který ušetří investorovi nemalou část finančních prostředků na realizaci tohoto opatření.

## 4 ZÁVĚR

Diplomová práce na téma *Vliv provedení zateplení rodinného domu v obci Žežice na výdaje spojené s jeho užíváním* se zabývala studií zateplení rodinného domu. Úkolem práce bylo provést zateplení vybrané nemovitosti. Nemovitost jsem si vybral sám z důvodu budoucího realizování zateplení a s ním spojené výměny výplní otvorů. Na základě tohoto návrhu pak vyhodnotil rozdíl nákladů na provozování nemovitosti před a po provedení zateplení a zhodnotil ekonomickou návratnost provedené investice.

V teoretické části jsem se zmínil o energeticky úsporných domech, energetické náročnosti budov, způsobech vnějšího zateplování obvodových stěn, zateplování stropu a podlah, zateplování šikmých střech, tepelně izolačních materiálech a fasádních omítkách.

V praktické části jsem se nejprve rozhodoval při výběru materiálu na zateplení obvodových stěn a použití fasádní omítky. Pak došlo k počítání jednotlivých variant zateplení, kde jsem posuzoval celkovou ztrátu obálkou budovy a s ním spojenou úsporu za vytápění. Poté jsem dospěl k výběru a zhodnocení nejvýhodnější varianty a posouzení ekonomické návratnosti vybrané varianty.

Před provedením jednotlivých variant návrhu bylo cílem přiblížit se k hodnotám nízkoenergetického domu. To se mi povedlo jen do určité míry, neboť součinitel prostupu tepla obvodových konstrukcí, střechy a výplní otvorů se ne vždy pohyboval v předepsaném rozpětí hodnot. Hodnoty součinitele prostupu tepla by měly být nižší než normou doporučené hodnoty. Výplně otvorů a obvodové konstrukce to sice splňovaly, zatímco u střechy jsem se do rozpětí hodnot nedostal z důvodu ekonomické náročnosti provedení tohoto opatření a hodnota součinitele prostupu tepla je tedy větší než normou doporučená hodnota.

Nejvýhodnější variantou je varianta 2, která obsahuje výměnu výplní otvorů a zateplení obvodových stěn. Původní dřevěná zdvojená okna, dřevěné vstupní dveře a luxfery budou nahrazeny plastovými výplněmi s izolačním trojsklem. Zateplení fasády bude provedeno polystyrénem Isover EPS 70F tl. 150 mm. Jedná se kontaktní zateplovací systém ETICS. Fasádní omítka bude akrylátová.

Požizovací náklady budou 483 418 Kč, ale celková úspora za vytápění po 30 letech bude pouze 394 716 Kč. Tudíž ani po 30 letech nedojde k návratnosti. K té by došlo až po 37 letech. Ale při využití státního programu Nová zelená úsporám 2014, kde mám nárok na minimálně 30% z uznatelných nákladů bude pořizovací cena 338 393 Kč a proto dojde k ekonomické návratnosti již po 26 letech.

## 5 POUŽITÁ LITERATURA

- KABELE, K., URBAN, M., ADAMOVSÝ, D. et al. *Energetická náročnost budov v souvislostech s platnou legislativou ČR*. 1. vyd. Praha : ARCH, 2008. 142 s. ISBN 978-80-86905-45-7.
- Murtinger, K. *Úsporný rodinný dům*. 1. vyd. Praha : Grada, 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4559-6.
- POČINKOVÁ, M., ČUPROVÁ, D. et al. *Úsporný dům*. 1. vyd. Brno : ERA, 2004. 183 s. ISBN 80-86517-96-9.
- PREGIZER, D. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. 1. vyd. Praha : Grada, 2009. 128 s. ISBN 978-80-247-2431-7.
- SRDEČNÝ, K. *Energeticky soběstačný dům – realita, či fikce?*. 1. vyd. Praha : ERA, 2006. 92 s. ISBN 80-7366-052-0.
- SVOBODA, L. a TOBOLKA, Z. *Stavební izolace*. 1. vyd. Praha : Český svaz stavebních inženýrů, 1997. 150 s.
- ŠÁLA, J. *Zateplování budov*. 1. vyd. Praha : Grada, 2000. 163 s. ISBN 80-7169-833-4.
- ŠÁLA, J., KEIM, L., SVOBODA, Z. et al. *Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540*. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2008. 290 s. ISBN 978-80-87093-30-6.
- ŠUBRT, R. *Zateplování*. 1. vyd. Brno : ERA, 2008. 102 s. ISBN 978-80-7366-138-0.
- VLČEK, M. a BENEŠ, P. *Zateplování staveb*. Brno : CERM, 2000. 110 s. ISBN 80-7204-164-9.
- Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území ve znění č. 431/2012 Sb.
- [www.petrsuchanek.cz](http://www.petrsuchanek.cz) [online], 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <<http://www.petrsuchanek.cz/energetika-staveb/co-je-energeticky-stitek-obalky-budovy/>>.
- [www.postavme-dum.cz](http://www.postavme-dum.cz) [online], 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <<http://www.postavme-dum.cz/energeticky-usporne-domy/>>.
- [www.zatepleni-fasad.eu](http://www.zatepleni-fasad.eu) [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <<http://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/jaky-je-rozdil-mezi-akrylatovou-silikatovou-silikonovou-omitkou/>>.
- [www.zatepleni-fasad.eu](http://www.zatepleni-fasad.eu) [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <<http://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/fasadni-tepelne-izolace/specialni-desky-z-fenolicke-peny/>>.
- [stavba.tzb-info.cz](http://stavba.tzb-info.cz) [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <<http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena/>>.

## SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

DPH	daň z přidané hodnoty
EN	energetická náročnost
EPS	expandovaný polystyrén
$E_R$	výsledek energetického hodnocení referenční budovy
ETICS	external thermal insulation composite systems (vnější kontaktní zateplovací systém)
EU	evropská unie
NED	nízkoenergetický dům
NZÚ	Nová zelená úsporám
PD	pasivní dům
PENB	průkaz energetické náročnosti budovy
PIR	polyisokianurátová pěna
PS	pěnový polystyrén
PUR	pěnový polyuretan
RD	rodinný dům
XPS	extrudovaný polystyrén



## SEZNAM TABULEK

*Tab. č. 1 – Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy*

*Tab. č. 2 – Normové hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011*

*Tab. č. 3 – Celková ztráta obálkou budovy – stávající stav*

*Tab. č. 4 – Varianty návrhu*

*Tab. č. 5 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 1 – výměna výplní*

*Tab. č. 6 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 2 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní*

*Tab. č. 7 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 3 – zateplení střechy*

*Tab. č. 8 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 4 – zateplení stropu nad suterénem*

*Tab. č. 9 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 5 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy*

*Tab. č. 10 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 6 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení stropu nad suterénem*

*Tab. č. 11 – Celková ztráta obálkou budovy varianty 7 – zateplení obvodových stěn + výměna výplní + zateplení střechy + zateplení stropu nad suterénem*

*Tab. č. 12 – Posouzení celkové ztráty obálkou budovy*

*Tab. č. 13 – Posouzení úspory jednotlivých variant*

*Tab. č. 14 – Rozdíl nákladů*

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. č. 1 – Klasifikace třídy EN hodnocení energetické náročnosti budovy*
- Obr. č. 2 – Grafické znázornění Průkazu energetické náročnosti budovy (lícová strana)*
- Obr. č. 2 – Grafické znázornění Průkazu energetické náročnosti budovy (rubová strana)*
- Obr. č. 3 – Grafické znázornění energetického štítu obálky budovy*
- Obr. č. 4 – Schéma tepelně izolační omítky*
- Obr. č. 5 – Skladba kontaktního zateplovacího systému*
- Obr. č. 6 – Skladba odvětrávaného zateplovacího systému*
- Obr. č. 7 – Konstrukce zateplení s izolací nad krokvemi*
- Obr. č. 8 – Minerální vata*
- Obr. č. 9 – Expandovaný polystyrén (EPS)*
- Obr. č. 10 – Extrudovaný polystyrén (XPS)*
- Obr. č. 11 – Polyuretanová pěna (PUR)*
- Obr. č. 12 – Polyisokianurátová pěna (PIR)*
- Obr. č. 13 – Fenolická pěna*
- Obr. č. 14 – Pěnové sklo*
- Obr. č. 15 – Porovnání izolačních materiálů*
- Obr. č. 16 – Stávající a navrhovaná skladba konstrukce obvodové stěny*
- Obr. č. 17 – Průběh teplot v konstrukci bez zateplení*
- Obr. č. 18 – Průběh teplot v konstrukci se zateplením*
- Obr. č. 19 – Stávající a navrhovaná skladba konstrukce střechy*
- Obr. č. 20 – Stávající a navrhovaná skladba konstrukce stropu nad suterénem*
- Obr. č. 21 – Celková ztráta obálkou budovy ve watech*
- Obr. č. 22 – Cena za vytápění v Kč/rok*
- Obr. č. 23 – Úspora za vytápění v Kč/rok*
- Obr. č. 24 – Celková úspora za vytápění v Kč po 30 letech*

*Obr. č. 25 – Posouzení ekonomické návratnosti po 30 letech bez využití NZÚ 2014*

*Obr. č. 26 – Posouzení ekonomické návratnosti po 37 letech bez využití NZÚ 2014*

*Obr. č. 27 – Posouzení ekonomické návratnosti po 30 letech s využitím NZÚ 2014*

*Obr. č. 28 – Posouzení ekonomické návratnosti po 26 letech s využitím NZÚ 2014*

## **SEZNAM PŘÍLOH**

*Příloha č. 1 – Půdorys přízemí rodinného domu*

*Příloha č. 2 – Řez rodinného domu*

*Příloha č. 3 – Cenová nabídka výměny výplní otvorů*

*Příloha č. 4 – Cenová nabídka na zateplení fasády – tl. 120 mm*

*Příloha č. 5 – Cenová nabídka na zateplení fasády – tl. 150 mm*

*Příloha č. 6 – Cenová nabídka na zateplení stropu suterénu*