



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUT OF FORENSIC ENGINEERING

VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ ŠKOLKY A OBECNÍHO
ÚŘADU V OBCI KUČEROV NA VÝDAJE SPOJENÉ S
PROVOZEM TÉTO NEMOVITOSTI.

TITLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. VLASTIMIL BAČOVSKÝ

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. Vlastimil Bačovský

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 školky a obecního úřadu v obci Kučerov na výdaje spojené s provozem této nemovitosti.

v anglickém jazyce:

The Impact of Thermal Insulation of a Nursery and the Local Authority Premises in the Village of Kučerov on Running Expenses of this Property

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

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

Cíle diplomové práce:

Cílem bude zhodnocení ekonomické návratnosti provedeného zateplení vybrané nemovitosti.

Seznam odborné literatury:


BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. VIII. Přepracované a doplněné vydání;
Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2009 Brno. 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.
Dahlsveen, T., Petráš, D., Hirš, J. : Energetický audit budov
Zákon č. 406/2000 Sb. + prováděcí vyhlášky Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické
náročnosti budov

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Klika

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

V Brně, dne 11.10.2013




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

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá posouzením vlivu provedení zateplení obecních budov na výdaje spojené s provozem těchto nemovitostí. V práci je nejprve rozebrána problematika energetické náročnosti budov, práce se dále zabývá možnostmi snižování tepelných ztrát a možné materiálové varianty. Podrobněji je rozebrán způsob zateplení objektu pomocí zateplovacího systému ETICS.

Zateplení je navrženo v několika variantách pro každou budovu. Práce obsahuje tepelné posouzení původních stavů budov a následně tepelné posouzení po provedení jednotlivých variant zateplení. Závěr práce zhodnocuje dobu návratnosti jednotlivých variant.

Abstract

Diploma thesis evaluates the influence of the thermal insulation of municipal buildings and expenses associated with the running of these properties. First is analyzed the issue of energy demands of buildings then the possibilities of reducing heat loss and possible material variants. Using the method of building insulation ETICS is analyzed in detail.

Thermal insulation is designed in several versions for each building. The thesis includes thermal assessment of the original state of the building and subsequently heat-assessment after each variant insulation. The conclusion evaluates the payback period of each variant.

Klíčová slova

Energetická náročnost, zateplení, zateplovací systém, návratnost

Keywords

Energy demands, insulation, thermal insulation system, recoverability

Bibliografická citace

BAČOVSKÝ, V. *Vliv provedení zateplení školky a obecního úřadu v obci Kučerov na výdaje spojené s provozem této nemovitosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 164 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 8. 10. 2014

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomáhali s přípravou práce nebo mě jakkoliv podporovali během jejího vytváření. Zejména pak chci poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Pavlu Klikovi za ochotu, trpělivost a cenné rady při tvorbě této práce.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV	11
2.1	Průkaz energetické náročnosti budovy	11
2.2	Energetický štítek obálky budovy	14
2.3	Energetický audit	16
2.4	Energetický posudek	17
3	SNIŽOVÁNÍ TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOV	19
3.1	Zateplení obvodových stěn	19
3.2	Zateplení stropu	19
3.3	Snížení tepelných ztrát oken	20
4	SYSTEM ETICS	21
4.1	Podkladní vrstva	21
4.2	Lepení tepelně izolační desek	22
4.3	Kotvení hmoždinkami	23
4.4	Základní vrstva	24
4.5	Povrchová úprava	24
5	MATERIÁLY	26
5.1	Polystyren	26
5.2	Minerální vata	28
5.3	Expandovaný perlit	28
5.4	Celulóza	29
5.5	Ovčí vlna	29
5.6	Sláma	30
5.7	Konopí	31
5.8	Korek	31
6	VÝPLNĚ OTVORŮ	33
7	ZEMNÍ PLYN	37
7.1	Vlastnosti plynu	37
7.2	Těžba a přeprava	37
7.3	Dodávky do ČR	38
7.4	Cena plynu	39
8	POSOUZENÍ EKONOMICKÉ NÁVRATNOSTI ZATEPLENÍ	41
8.1	Budova obecního úřadu	41

8.1.1	<i>Identifikační údaje</i>	41
8.1.2	<i>Popis stávajícího stavu objektu</i>	41
8.1.3	<i>Popis navrhovaného stavu</i>	42
8.2	Budova mateřské školy.....	43
8.2.1	<i>Identifikační údaje</i>	43
8.2.2	<i>Popis stávajícího stavu</i>	44
8.2.3	<i>Popis navrhovaného stavu</i>	44
8.3	Zhodnocení zateplení.....	46
8.3.1	<i>Porovnání spotřeby energie na vytápění</i>	46
8.3.2	<i>Náklady na provedení prací</i>	47
8.3.3	<i>Prostá návratnost investic</i>	48
8.3.4	<i>Podrobné vyhodnocení investic</i>	49
8.3.5	<i>Dotační programy</i>	55
9	ZÁVĚR.....	57
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	58
11	SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ.....	62
12	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	62
13	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	63
14	SEZNAM PŘÍLOH.....	64

1 ÚVOD

Úspora energií je v dnešní době díky rostoucím cenám energií často diskutovaným tématem. Pro snížení množství odebrané vody si pořizujeme úsporné vodovodní kohoutky, kupujeme úspornější elektrické spotřebiče, měníme výplně otvorů a dodatečně zateplujeme své příbytky, abychom snížili náklady na vytápění.

Ušetřit se snaží jednotlivé domácnosti, podniky i obce. Nejinak je tomu v mé diplomové práci. Kučerov je malá obec s necelými 500 obyvateli, která leží 7 km jihovýchodně od Vyškova. Rozpočet obce byl v roce 2013 6,4 mil. Kč, na vytápění budov bylo vyčleněno 290 tisíc Kč, což je 4,5% z celkového rozpočtu obce. Mezi budovy, které jsou v majetku obce, patří budova obecního úřadu, pohostinství, víceúčelového sálu, bývalé základní školy a mateřské školy. Žádná z výše uvedených nemovitostí nesplňuje požadované vlastnosti pro energetickou náročnost.

Mým úkolem v této práci bude provést návrh zateplení vybraných obecních budov (budova obecního úřadu a budova mateřské školy). Na základě tohoto návrhu pak vyhodnotit rozdíl nákladů na provozování nemovitostí před provedením zateplení a po něm. V práci bude zhodnocena také ekonomická návratnost provedené investice. V práci nejsou řešeny problémy spojené s případnou vlhkostí. Energetické zhodnocení obvodových konstrukcí obou objektů je řešeno pomocí ČSN 73 0540 pomocí energetického štítku obálky budov.

Cílem práce je zhodnocení ekonomické návratnosti provedeného zateplení vybraných obecních budov – budovy obecního úřadu a budovy mateřské školy.

2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

Podle průzkumů je v Evropské unii podíl spotřeby energie budov na celkové spotřebě kolem 40 %. Právě proto se členské státy EU zavázaly ke snížení spotřeby energie v této oblasti. Danou problematiku řeší směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov. Jejím cílem je, aby od 31. prosince 2020 měly všechny nové budovy minimální spotřebu, nové budovy vlastněné a využívané veřejnoprávními orgány musejí tyto podmínky splňovat již od 31. prosince 2018.

V České republice tuto oblast řeší zákon č. 318/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. Z našeho pohledu je důležitá zejména oblast zvyšování hospodárnosti užití energie, povinnosti právnických a fyzických osob při nakládání s energií či požadavky na uvádění spotřeby energie na energetických štítcích. Zákon upřesňuje prováděcí vyhlášky:

- vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, která nahrazuje vyhlášku č. 148/2007 Sb.,
- novela vyhlášky o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie (nahradí vyhlášku č. 276/2007 Sb.),
- novela vyhlášky o kontrole klimatizačních systémů (nahradí vyhlášku č. 277/2007 Sb.) vyhláška č. 480/2012,
- vyhláška č. 480/2012 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického posudku,
- vyhláška o energetických specialistech a osobě oprávněné provádět instalaci zařízení vyrábějící energii z OZE,
- novela vyhlášky o vydávání stanovisek k SŘ, ÚŘ, ÚPD, ÚP, RP (novelizuje vyhlášku č. 195/2007 Sb.),
- vyhláška č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie nahrazující vyhlášku č. 349/2010 Sb..

2.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) je definován zákonem č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění novely zákona č. 177/2006 Sb., dále je rozepsán ve vyhlášce č. 78/2013 Sb. Používá se pro zhodnocení budovy z hlediska její energetické náročnosti. Průkaz sleduje veškeré energie spojené s provozem budovy – vytápění, ohřev teplé vody,

osvětlení, větrání, chlazení a klimatizaci. Budovu zařadí podle energetické náročnosti do jedné ze sedmi tříd, které označujeme písmeny A – G, slovním vyjádřením od mimořádně úsporných až po mimořádně neekonomické. Požadavky na energetickou náročnost splňují budovy zařazené do tříd A až C, budovy s vyšší energetickou náročností uvažujeme jako nevyhovující.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
Typ budovy, místní označení			Hodnocení budovy		
Adresa budovy			stávající stav	po realizaci doporučení	
Celková podlahová plocha:					
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			XY	XY	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			XY	XY	
Podíl dodané energie připadající na:					
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	
%	%	%	%	%	
Doba platnosti průkazu					
Průkaz vypracoval			Jméno a příjmení Osvědčení č.		

Obr. č. 1- Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy¹

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
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	67 - 121	122-183	184 - 241	242 - 300	301 - 362	> 362

Tab. č. 1 - Třídy energetické náročnosti¹

¹ ČSN 73 0540: 2011

Zajistit vypracování průkazu jsou povinni vlastníci budovy nebo společenství vlastníků jednotek při výstavbě nových budov a při větších změnách dokončených budov při žádosti o stavební povolení, při prodeji budovy nebo ucelené části budovy a při pronájmu budovy. Od 1. ledna 2016 bude tato povinnost také při pronájmu ucelené části budovy. V případě prodeje či pronájmu bytu se dá průkaz nahradit prokázáním energetické náročnosti pomocí vyúčtování za teplo, plyn a elektřinu za poslední tři roky. Přesné podmínky tohoto postupu vymezuje zákon.²

„Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek je povinen zajistit zpracování průkazu pro užívané bytové domy nebo administrativní objekty:

- *s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 500 m² do 1. ledna 2015,*
- *s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1 000 m² do 1. ledna 2017,*
- *s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 1 000 m² do 1. ledna 2019.*

Vlastník je povinen zajistit PENB u budovy užívané orgánem veřejné moci od 1. července 2013 s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 500 m² a od 1. července 2015 s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250 m².“³

Pořízení průkazu se naopak nevztahuje ke stavbám pro rodinnou rekreaci nebo ke stavbám s plochou pod 50 m². Povinnost se nevztahuje ani na budovy určené pro náboženské účely, kulturní památky nebo budovy v památkových rezervacích či zónách.

Provozovatelé budov o celkové podlahové ploše nad 1000 m², které jsou využívány pro účely školství, zdravotnictví, kultury, obchodu, sportu, ubytovacích a stravovacích služeb, zákaznických středisek odvětví vodního hospodářství, energetiky, dopravy a telekomunikací či veřejné správy, jsou povinni vystavit průkaz energetické náročnosti budovy na veřejně přístupném místě.⁴

Průkaz energetické náročnosti budov vyhotovuje energetický specialista, který je certifikovaný ministerstvem průmyslu a obchodu. Vystavený průkaz má platnost 10 let od data jeho vystavení. V případě, že si fyzická osoba průkaz nepořídí, hrozí ji pokuta do výše 100 000 Kč, právnickým osobám až 5 mil. Kč.

² *měšec.cz* www.mesec.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.mesec.cz/clanky/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-k-cemu-vam-je-a-kolik-bude-stat/>>


³ *ENVIROS* www.enviros.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.enviros.cz/budovy/prukaz-energeticke-narocnosti.html>>

⁴ *MPO Efekt* www.mpo-efekt.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.mpo-efekt.cz/cz/energeticke-expertizy/prukaz-energeticke-narocnosti-budov>>

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2012 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 148/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: _____
 PSČ, místo: _____
 Typ budovy: _____
 Plocha obálky budovy: _____ m²
 Obestavěný prostor: _____ m³
 Objemový faktor tvaru A/V: _____ m³/m²
 Energetická vztažná plocha: _____ m²

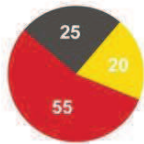


DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro:	Stanovena
	ano <input checked="" type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření v protokolu průkazu a vyhodnocení dopadu na energetickou náročnost látkou doplněným

PODÍL ENERGOISITELŮ NA DODANOU ENERGIÍ



ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)
Měrná hodnota kWh/(m ² ·rok)	Měrná hodnota kWh/(m ² ·rok)
A Mimořádně úsporná	A Dop.
B Velmi úsporná	B XXX
C Úsporná	C XXX
D Hladinová	D XXX
E Neohospodárna	E XXX
F Velmi neohospodárna	F XXX
G Mimořádně neohospodárna	G XXX

Hodnota pro celou budovu

Celková dodaná energie	XXXX	Neobnovitelná primární energie	XXXX
------------------------	------	--------------------------------	------

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
A Dop.	A Dop.	A Dop.	A Dop.	A Dop.	A Dop.	A Dop.
B XXX	B XXX	B XXX	B XXX	B XXX	B XXX	B XXX
C XXX	C XXX	C XXX	C XXX	C XXX	C XXX	C XXX
D XXX	D XXX	D XXX	D XXX	D XXX	D XXX	D XXX
E XXX	E XXX	E XXX	E XXX	E XXX	E XXX	E XXX
F XXX	F XXX	F XXX	F XXX	F XXX	F XXX	F XXX
G XXX	G XXX	G XXX	G XXX	G XXX	G XXX	G XXX

Díličí dodané energie pro celou budovu

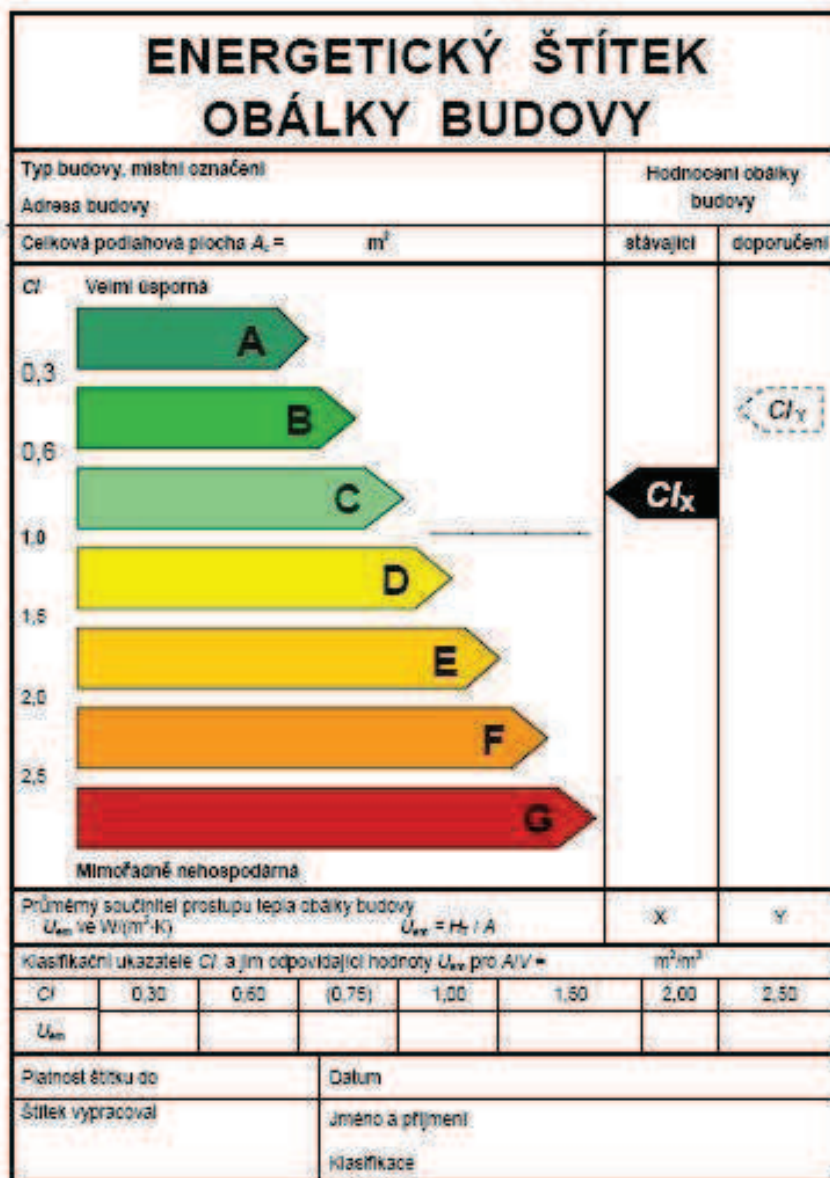
Vyhotoveno dne: _____ Platnost do: _____
 Zpracovatel: _____ Osvědčení č.: _____
 Kontakt: _____ Podpis: _____

Obr. č 2 - Průkaz energetické náročnosti budovy⁵

2.2 Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy je dokument, který je stanoven na základě technické normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – část 2 (2011). Posuzuje tepelně – technické vlastnosti obálky budovy, tedy stavební konstrukci mezi interiérem a exteriérem, popř. nevytápěným prostorem. Dokument tvoří dvě části, a to protokol k energetickému štítku obálky budovy a jeho grafické znázornění. Protokol obsahuje základní údaje, které popisují tepelné chování budovy a jednotlivých konstrukcí. Barevné grafické znázornění štítku je vzhledově podobné energetickému štítku používaného u elektrických spotřebičů.

⁵ NEMO inspekt www.nemoinspekt.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.nemoinspekt.cz/penb>>



Obr. č. 3 - Energetický štítek obálky budovy⁶

Energetický štítek klasifikuje budovy do jedné ze sedmi kategorií A – G od velmi úsporných (A) až po mimořádně neekonomické (G). Zařazení se provádí porovnáním vypočítaného průměrného součinitele prostupu U_{em} [W/(m²·K)] s normou požadovanou hodnotou průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N}$ [W/(m²·K)]. K porovnání se využívá klasifikační ukazatel CI . Vynásobením této hodnoty hodnotou průměrného normového

⁶ SUCHÁNEK s.r.o. www.petrsuchanek.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.petrsuchanek.cz/energetika-staveb/co-je-energeticky-stitek-obalky-budovy/>>

součinitele prostupu tepla obálkou budovy $U_{em,N}$ dostáváme hraniční hodnoty jednotlivých klasifikačních tříd.⁷

Za vyhovující jsou opět považovány budovy v kategoriích A–C, přičemž kategorii A přiřazujeme pasivním domům, kategorii B nízkoenergetickým domům. Budovu spadající do kategorie A neoznačujeme automaticky jako pasivní dům, pro toto označení musí splňovat také další kritéria. Kategorie C se dělí na podkategorie C1, která vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla, a C2 vyhovující požadované hodnotě.

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em}	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C1
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi úsporná	$\leq 0,5$
B	$0,5 \cdot U_{em,N} \leq U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	Úsporná	$\leq 0,75$
C	$0,75 \cdot U_{em,N} \leq U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	$\leq 1,0$
D	$U_{em,N} \leq U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující	$\leq 1,5$
E	$1,5 \cdot U_{em,N} \leq U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná	$\leq 2,0$
F	$2,0 \cdot U_{em,N} \leq U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	$\leq 2,5$
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	$> 2,5$

Tab. č. 2 - Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Svým grafickým zpracováním bývá často zaměňován s průkazem energetické náročnosti budov. Ten ale hodnotí budovu z pohledu celkové energetické náročnosti budovy spojené s jejím provozem, zatímco energetický štítek posuzuje danou budovu z hlediska prostupu tepla obálkou budovy.

Energetický štítek obálky budovy je spolu se svým protokolem povinnou součástí energetického auditu budovy zpracovaného podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.⁸

2.3 Energetický audit

Energetický audit je zpráva popisující efektivitu využívání energie v budově, analyzuje energetické hospodaření. Součástí auditu je rozbor obalových stavebních konstrukcí, způsobu

⁷ INKAPO www.inkapo.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.inkapo.cz/sluzby/energeticky-stitek-obalky-budovy>>

⁸ ENERGO-STEEL www.energo.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.energo.cz/nabidka-sluzeb/energetika/energeticky-stitek-obalky-budovy/>>

vytápění a přípravy teplé vody, osvětlení, elektrických spotřebičů a vyhodnocení energetické účinnosti technologických procesů. Jeho úkolem je identifikovat nedostatky a doporučit opatření ke snížení energetické náročnosti. Obsahuje ekonomickou rozvahu pro toto opatření včetně výpočtu doby návratnosti. Povinnost vypracovávat energetické audity je stanovena na základě § 9 zákona č.318/2012 Sb., náležitosti auditu upravuje vyhláška č. 480/2012Sb. Zpracování energetického auditu může provádět pouze energetický auditor, který má osvědčení Ministerstva průmyslu a obchodu.

Zpracování energetického auditu je podle zákona povinné pro:

- fyzické a právnické osoby, které žádají o státní dotaci v rámci Státního programu úspor energií, pokud instalovaný výkon energetického zdroje přesahuje 200 kW,
- organizační složky státu, krajů, obcí a příspěvkových organizací s celkovou roční spotřebou energie (tj. spotřeba energie všech odběrných míst provozovaných pod jedním IČ) vyšší než 1 500 GJ,
- právnické a fyzické osoby s celkovou roční spotřebou energie (tj. potřeba energie všech odběrných míst provozovaných pod jedním IČ) vyšší než 35 000 GJ

U osob s celkovou roční spotřebou energie nad stanovenou hranici (1 500 GJ, resp. 35 000 GJ) vzniká povinnost zajistit zpracování energetického auditu pro všechny budovy a areály samostatně zásobované energií od 700 GJ celkové roční spotřeby energie. Budovy, pro které bylo provedeno hodnocení energetické náročnosti a vystaven průkaz energetické náročnosti budovy, zpracovávat energetický audit nemusí.⁹

Energetický audit bývá požadován jako příloha žádosti o dotaci či úvěr na energetický projekt. Používá se při plánování rekonstrukce budovy, při hledání úspor ve výrobních a dalších provozech.

2.4 Energetický posudek

"Energetickým posudkem je písemná zpráva obsahující informace o posouzení plnění předem stanovených technických, ekologických a ekonomických parametrů určených zadavatelem energetického posudku včetně výsledků a vyhodnocení."¹⁰

⁹MPO *Efekt* www.mpo-efekt.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.mpo-efekt.cz/cz/energeticke-expertizy/energeticky-audit>>

¹⁰ Zákon č. 318/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Energetický posudek může vyhotovit pouze energetický specialista, který má oprávnění udělené Ministerstvem průmyslu a obchodu pro zpracovávání energetického auditu a energetického posudku.

Posudek zajistí stavebník, společenství vlastníků jednotek nebo vlastník budovy nebo energetického hospodářství dle podmínek stanovených § 9a zákona č. 318/2012Sb. Používá se mimo jiné k vyhodnocení provedených opatření navržených energetickým auditem nebo jako příloha k žádosti o poskytnutí dotace.

3 SNIŽOVÁNÍ TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOV

Jak už jsem zmínil v úvodu, hlavním faktorem pro zateplování budov, kterým docílíme snížení tepelných ztrát, jsou rostoucí ceny energií. Dalšími faktory pak mohou být rekonstrukce a opravy spojené s údržbou objektu. V posledních letech došlo k navýšení počtu těchto prací i díky podpoře státu v rámci vypsání dotačních titulů. Dle okamžiku provádění zateplení můžeme rozlišovat dva základní typy, a to izolace budované zároveň s novostavbou a zateplení dodatečné. Vzhledem k charakteru práce se budeme zabývat především dodatečným zateplením.

3.1 Zateplení obvodových stěn

Zateplení z interiéru umožňuje zachování členitosti fasád, což je žádané především u historické zástavby. Za částečnou výhodu lze požadovat, že teplo není pohlcováno nejdříve stěnami. Pokud zatopíme, prostor se nám rychle vyhřeje, pokud však přestaneme topit, prostor se rychle ochladí – vhodné především do prostorů s krátkodobým pobytem.

Nevýhody spočívají v úbytku vnitřního prostoru a s tím spojené problémy s umístěním otopných těles, zásuvek aj. Problematické jsou tepelné mosty v místech napojení obvodových stěn na příčky a stropy. Největším problémem je možná kondenzace vlhkosti v konstrukci a s tím spojený vznik plísní.

Zateplení z exteriéru je spojeno s vyšší finanční náročností, provádění je závislé na klimatických podmínkách. Oproti zateplení z interiéru však poskytuje lepší tepelnou stabilitu budovy, využívá akumulaci zdiva a chrání konstrukci proti klimatickým vlivům.

3.2 Zateplení stropu

Při zateplování stropu máme možnost výběru hned ze tří variant, zateplení lze provést ze spodu, využít prostoru mezi trámy nebo zateplení ze strany půdy.

Nejjednodušším způsobem je vyplnění prostoru mezi trámy foukanou izolací. Její přednosti spočívají především v rychlosti provádění - foukání izolace se provádí skrz montážní otvory. Jako izolant lze použít také minerální vlnu, při realizaci však musíme odstranit skladby podlahy půdy včetně záklopu. Poté se položí parotěsná zábrana a vlastní izolace, na kterou přijde opět záklop. Nevýhodou zateplení mezi trámy je omezená tloušťka izolace, která je dána výškou trámu.

Další možností je zateplení stropu zespodu pomocí izolačních desek. Snížením podhledu je ovšem spojené se zmenšením světlé výšky místnosti, tloušťka izolace je proto omezená a provedené zateplení není tak účinné.

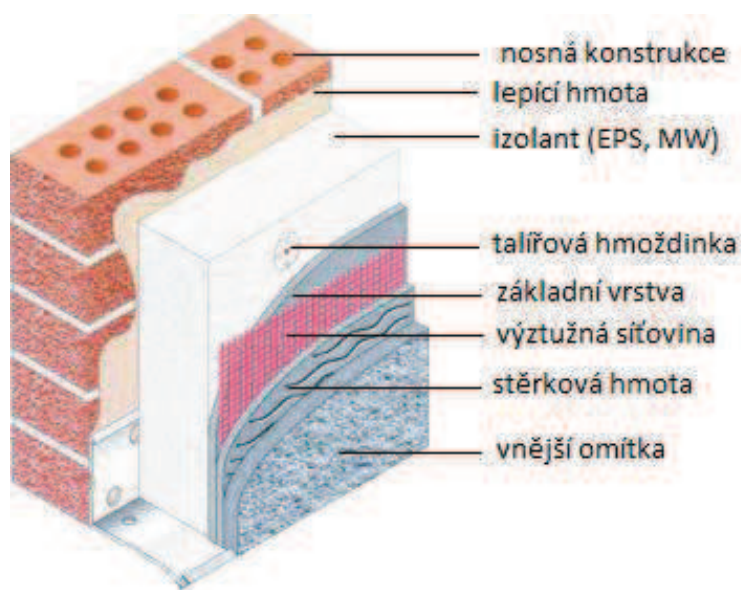
Jako nejefektivnější zateplení se pak jeví zateplení stropu shora, na podlaze půdy (alespoň co se týče tloušťky izolace). Ideálním řešením je odstranění skladeb podlahy až po záklop, na který se pokládá izolace. Provedení se liší podle toho, zda je půda pochozí či nepochozí. U nepochozí půdy se izolace provádí prostým položením, u pochozí půdy je nutné vytvořit rošt, do kterého vkládáme izolant a tuto konstrukci opatříme záklopem. Důležitou součástí skladby je parotěsná zábrana a její umístění v konstrukci. Ideálním řešením je vytvoření sádkartonového podhledu s parozábranou, popřípadě parozábranu vložíme pod izolaci na půdě (tzn. na záklop stropu).

3.3 Snížení tepelných ztrát oken

Zateplování oken se provádí výměnou stávajícího zasklení za izolační dvojsklo, popř. trojsklo. Původní konstrukce okna zůstává, netěsnosti se odstraní vložením dodatečného těsnění. Tento způsob uvažuje jen prostup tepla zasklením a nezabývá se tepelnými mosty v rámu. Na trhu existuje také celá řada odrazových folií, jejichž význam spočívá zejména v odražení slunečního záření, čímž snižují nežádoucí tepelné zisky a zabraňují přehřívání vnitřního prostoru. I přes uvedené možnosti bych za nejefektivnější řešení považoval celkovou výměnu oken.

4 SYSTÉM ETICS

ETICS, v anglickém znění External Thermal Isolation Composite Systems, což v překladu znamená vnější tepelně izolační kompozitní systém, je ucelený systém zateplení pro obvodové stěny. Skládá se z lepicí hmoty, tepelného izolantu, kotvících prvků, základní vrstvy a povrchové úpravy. Je dodáván od jednoho dodavatele v rámci jedné obchodní transakce. Jeho provádění se řídí dle ČSN 73 2901:2005 Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů a ČSN 73 2902: 2011 Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Systém musí splňovat požadované mechanické vlastnosti, požadavky na požární bezpečnost, ochranu proti hluku, úspory energie a tepelnou ochranu. Významně ovlivňuje vlastnosti obvodového pláště, zejména po stránce prostupu tepla nebo kondenzace vodní páry a tím možný nežádoucí vznik plísní.



Obr. č. 4 – Skladba ETICS¹¹

4.1 Podkladní vrstva

Při průzkumu podkladní vrstvy provádíme zejména kontrolu jeho kvality, tzn. jeho pevnosti a rovinnosti (nedostatečná rovinnost by se přenesla do základní vrstvy). Na základě tohoto průzkumu projektant provede statické posouzení, jehož výstupem je množství a rozmístění hmoždinek, kterými kotvíme izolační desky. Povrch by měl být dostatečně

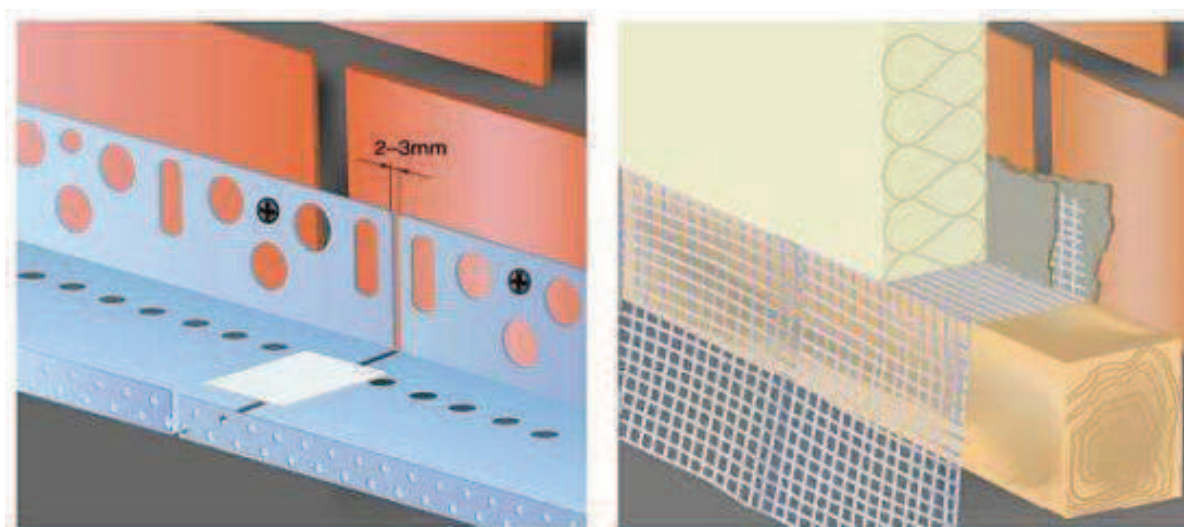
¹¹ REBU-STAV www.rebustav.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.rebustav.cz/zateplovani-budov.htm>>

vyzrálý, suchý, pevný a zbavený nečistot. Staré zvětralé omítky je třeba oklepat, případné vyduté části odstranit a vyspravit. Fasádu čistíme pomocí tlakové vody.

Povrch nesmí být upraven minerálními či organickými omítkami nebo nátěrovými hmotami. Nesmí vykazovat zvýšenou ustálenou vlhkost a nesmí být trvale zvlhčován. Oba tyto případy by měly negativní vliv na celý systém – vznik plísní na vnitřním povrchu, vlhnutí izolantu a tím způsobený vznik tepelných mostů.

4.2 Lepení tepelně izolačních desek

První řada izolantu se lepí na soklový profil nebo pomocí dřevěné základové latě. Soklový profil vkládáme do lože z lepící hmoty a připevníme ho pomocí hmoždinek. Mezi jednotlivými profily udržujeme mezeru 2-3 mm, spojení zajistíme pomocí speciálních spojek. Druhá možnost při lepení první řady je využití dřevěné latě. Nejprve nalepíme sklotextilní síťovinu do výšky min 200 mm od okraje budoucí první řady. Po nalepení desek izolantu a odstranění latě síťovinu přehneme na vnější povrch tepelně izolačních desek.¹²



Obr. č. 5 – Založení systému ETICS¹³

Lepidlo na desky nanášíme po celém obvodu, v pásu širokém 20-30 mm, a na tři vnitřní terče. Tímto způsobem zajistíme odstranění případných nerovností na podkladu. Další způsob je celoplošné lepení, které se používá především u izolantů z minerálních vln. Lepící hmotu nanášíme nerezovým hřebenovým hladítkem. Pokud lepidlo nanášíme jiným způsobem

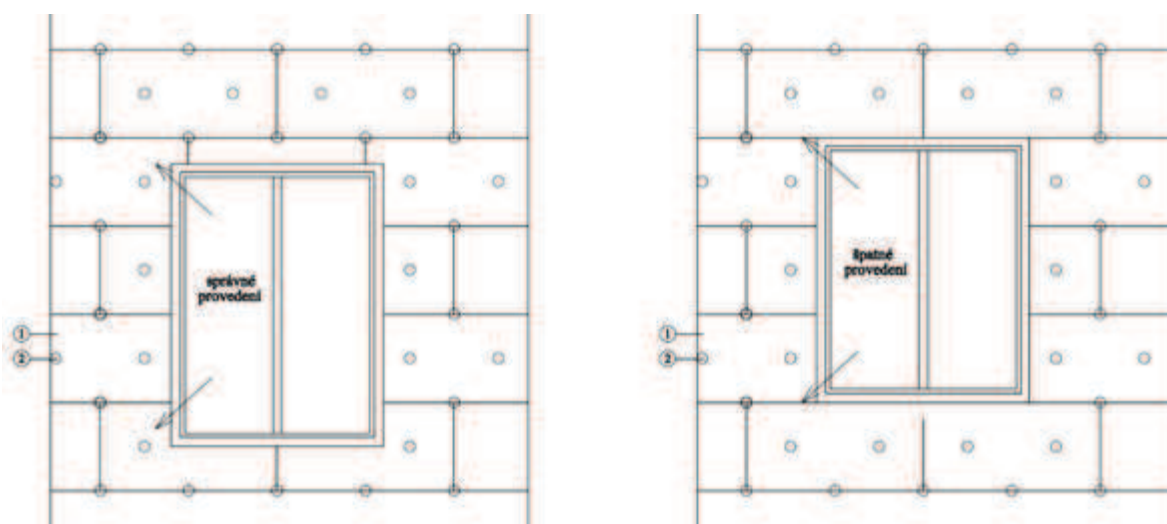
¹² *Technologický předpis zateplovacích systémů Baumit* www.baumit.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.baumit.cz/upload/Dokumentace/Technol_predpisy/Zateplovaci_systemy_Baumit_-_TP.pdf>

¹³ *Izolace-info* www.izolace-info.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.izolace-info.cz/aktuality/?nid=9060-zatepleni-fasady-technologicky-postup.html>>

(např. tzv. na buchtu), objemová roztažnost způsobuje tzv. polštářový efekt. Roztažení a smršťování izolantu vede k jeho prohnutí, k uvolnění lepeného spoje a ke vzniku trhlin.¹⁴

Desky lepíme ve vodorovné poloze na sraz, přitlačením na podklad. Lepidlo nesmí být vytlačeno do prostoru bočních ploch. Pokud vzniknou spáry, vyplní se tepelně izolačním materiálem. V žádném případě není vhodné vyplnit vzniklou spáru lepicí hmotou – dochází ke vzniku tepelných mostů. Ze stejného důvodu je také využití odřezků možné jen za určitých podmínek. Odřezky musí mít minimální šířku 150 mm a musí být rozmístěny v ploše, není vhodné je umisťovat v nárožích, koutech a u výplní otvorů.

Při pokládání desek kolem otvorů nesmí spára mezi izolanty lícovat s hranou tohoto otvoru. Porušením tohoto předpisu riskujeme vznik trhlin v základní vrstvě a v omítce. U nároží lepíme desky s přesahem, po zatvrdnutí lepicí hmoty se přesah zařízne a obrousí. Při lepení izolačních desek zachováváme dilatační spáry objektu.



Obr. č. 6 – Vazba desek u okna – správné a špatné provedení¹⁵

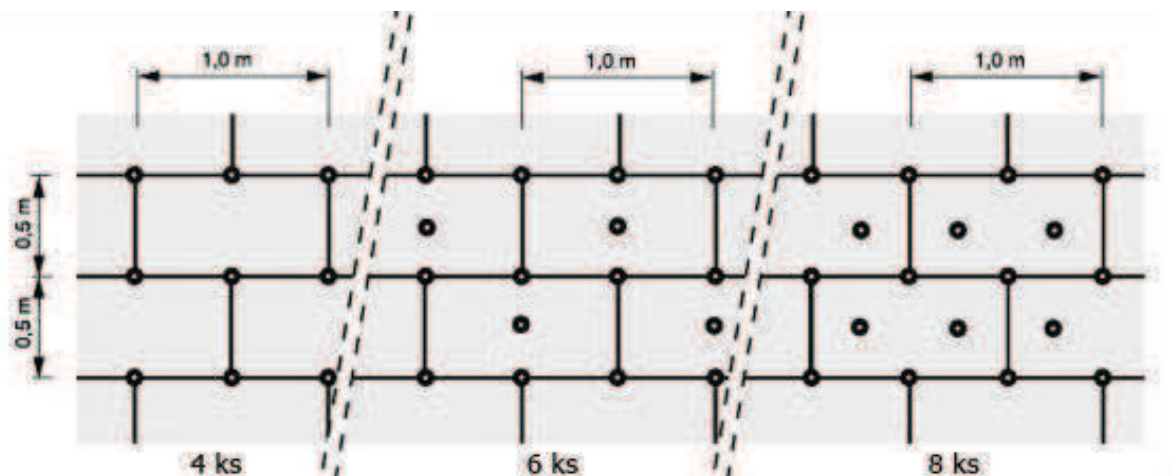
4.3 Kotvení hmoždinkami

Pro kotvení izolantu využíváme plastových kotev, které zasahují až do nosné konstrukce obvodové stěny. Kotvení provádíme nejdříve po 24 hodinách od lepení izolačních desek, obvykle před provedením základní vrstvy. Hmoždinky umísťujeme v rozích desek a v jejich ploše. Talíř hmoždinek nesmí narušovat rovinnost základní vrstvy. Při kotvení

¹⁴ STOMIX www.stomix.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.stomix.cz/nejcastejsi-nedostatky-a-vady-pri-aplikaci-zateplovacich-systemu-%E2%80%93-etics-t_18.html>

¹⁵ Fasádní minerální deska www.fasadnideska.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.fasadnideska.cz/informace/lepeni-izolantu/27>>

izolačních desek vycházíme ze statického posudku, který nám stanoví druh, množství a umístění hmoždinek)



Obr. č. 7 – Příklad rozmístění hmoždinek¹⁶

4.4 Základní vrstva

Základní vrstva je nejdůležitější vrstva celého systému, protože má velký vliv na celkovou životnost. Provádí se 1-3 dny po lepení na suché a čisté desky. Lepící hmotu nanášíme opět nerezovým hladítkem. Do nanesené vrstvy vtlačíme sklotextilní síťovinu. Překrytí jednotlivých pásů síťoviny udržujeme min 100 mm, porušení tohoto pravidla může vést ke vzniku trhlin. Druhá vrstva slouží k vyrovnání podkladu.

V okolí výplní otvorů pro zamezení vzniku trhlin přidáváme zesilující vyztužení. Při změně izolantu bez dilatační spáry zesilujeme vyztužení neméně 150 mm na každou stranu. Dodržujeme minimální krytí síťoviny 1 mm, v místě překrytí 0,5 mm. Celková tloušťka základní vrstvy se pohybuje od 2 do 6 mm.

4.5 Povrchová úprava

Podklad pro povrchovou úpravu musí být vyzrálý. Pod tímto pojmem chápeme stav, kdy z povrchu zmizí hydroxid vápenatý, který vzniká reakcí cementu s vodou. Vyzrálost zjistíme indikátorem pH, pokud se zbarví, materiál je zásaditý – stále obsahuje nezreagovaný hydroxid vápenatý.¹⁷

¹⁶ HOBRA holding s.r.o. www.hobrholding.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.hobrholding.cz/clanky/tepelne-izolacni-systemy.html>>

¹⁷ SAINT-GOBAIN www.saint-gobain.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<file:///D:/Dokumenty/Downloads/CEEEERES%202008-ETICS,%20%C4%8D%C3%A1st%20-Ing.%20Robert%20Mike%C5%A1.pdf>>

Malé nerovnosti se přebrousí skelným papírem, případné nerovnosti vedou k nepravdělnosti struktury finální omítky. Nedosažením potřebné struktury dochází také při realizaci povrchové úpravy za nevhodných klimatických podmínek. Vhodné klimatické podmínky uvažujeme při teplotě 5-30°C.¹⁸

Před nanášením samotné omítky je třeba chránit přilehlé konstrukce zakrytím (oplechování, výplně otvorů, aj.). Minimálně 24 hodin před nanášením je třeba povrch napenetrovat. Omítka se nanáší nerezovým hladítkem, ihned potom se dosáhne požadované struktury přímočarým nebo krouživým pohybem – odtud označení drásaná a točená. Pohledově ucelené plochy provádíme v jednom záběru, přerušení prací je možné na rozhraní odstínů a na hranách.

¹⁸ *Technologický předpis zateplovacích systémů Baumit* www.baumit.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.baumit.cz/upload/Dokumentace/Technol_predpisy/Zateplovaci_systemy_Baumit_-_TP.pdf>

5 MATERIÁLY

Pro vlastnosti a kvalitu stavby je důležitý správný výběr a použití tepelně izolačních materiálů. Tepelné izolace se vyznačují minimální tepelnou vodivostí, objemovou stálostí, žádaná je také nehořlavost materiálu. Pro izolace jsou typické nízké hodnoty tepelné vodivosti. Tato veličina, udávaná v jednotkách W/mK, nám udává, jak rychle se projeví zahřátí o 1 °C na jedné straně izolantu o tloušťce 1 m na jeho druhé straně. Čím je hodnota nižší, tím lepší má tepelně izolační vlastnosti.

Hodnotu tepelné vodivosti využíváme pro výpočet součinitele prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

kde d tloušťka materiálu [m]

λ součinitel tepelné vodivosti [W/(m.K)]

R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

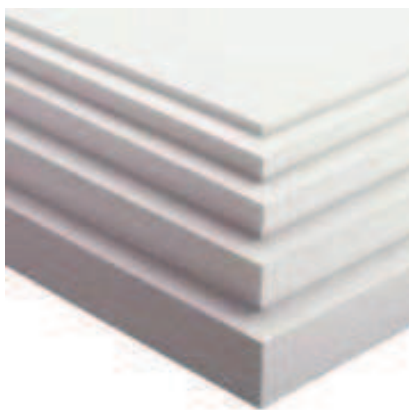
R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$].

Dělení tepelně izolačních materiálů:

- Druh základní hmoty – anorganická, organická
- Struktury – vláknité, pórovité, zrnité
- Obsahu pojiva – obsahující a neobsahující pojivo
- Tvaru – volný (zásyp, vlna), plochý (deska, rohož, plst'), tvarový (skruže, segmenty), šňůrový (těsnící provazce)
- Hořlavosti – nehořlavé, nesnadno hořlavé, hořlavé
- Materiálu – lehké silikátové hmoty, pěnové organické hmoty, pěnové anorganické hmoty, hmoty z organických materiálů

5.1 Polystyren

Polystyren patří mezi nejpoužívanější izolační materiály. Jak už název napovídá, vzniká chemickou reakcí – polymerací styrenu. Vyniká dobrými izolačními vlastnostmi a nízkou pořizovací cenou. Polystyren se používá ve formě desek o rozměrech 500×1000 mm (desky EPS) nebo 600×1250 mm (desky XPS).



Obr. č. 8 – Expandovaný polystyren¹⁹

Podle způsobu výroby rozlišujeme polystyren expandovaný (EPS) a extrudovaný (XPS). Používanějším typem je polystyren expandovaný.

Rozdělení EPS dle užití:

- EPS Z (základní) – používá se na podlahy s běžným zatížením,
- EPS S (stabilizovaný) – využívá se pro zateplení střech,
- EPS F (fasádní) – používá se pro kontaktní zateplení fasád.

Nevýhodou EPS je jeho nasákavost. Nízkou nasákavostí se vyznačuje polystyren extrudovaný. Právě proto se používá pro zateplení spodní stavby a či soklové části domu.



Obr. č. 9 – Extrudovaný polystyren²⁰

¹⁹ Stavební centrum WOODCOTE www.woodcote.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.woodcote.cz/produkty/expandovany-polystyren-stabilizovany-pro-vetsi-odolnost-eps-s>>

²⁰ GAVENDA POLYSTYREN www.gavenda.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.gavenda.cz/nabidka.htm>>

Zvláštní variantou bílého EPS je šedý polystyren. Ten oproti EPS oplývá lepšími izolačními vlastnostmi. Tato skutečnost je dána přítomností nanočástic grafitu, které odráží teplo zpět ke zdroji.

5.2 Minerální vata

Spolu s polystyrenem patří minerální vaty k nejpoužívanějším tepelně izolačním materiálům. Většina druhů se vyrábí tavením čediče. Oproti polystyrenu umožňuje stavbě dýchat. Oceňována je také jejich nehořlavost a zvuková nepropustnost.

Rozlišujeme minerální vaty deskové a v rolích. Minerální vaty v rolích jsou pružnější a lehčí, výhodná je také jejich skladovatelnost. Na tloušťce nabývají až po rozbalení. Používají se pro izolaci šikmých střech, mezi krokve, do stropních podhledů nebo lehkých podlah. Deskové minerální vaty vkládáme do provětrávaných fasád, mezi krokve nebo do příček.



Obr. č. 10 – Minerální vata v roli²¹

5.3 Expandovaný perlit

Perlit je pórovitá látka, která vzniká při tepelném zpracování surového perlitu. Následkem rozpínání vzniká expandovaný perlit. Vyznačuje se nízkou objemovou hmotností, dobrými izolačními vlastnostmi. Používá se na zásypy i na vyplnění volných prostor (např. duté tvárnice).

²¹ ISOVER www.isover.eshop.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: < <http://www.isover-eshop.cz/isover-domo-comfort> >



Obr. č. 11 – Perlit²²

5.4 Celulóza

Celulóza se vyrábí ze starého novinového papíru, pro zvýšení odolnosti proti ohni a plísním je obohacena borovitými solemi. Udržuje příjemné vnitřní klima – je schopna přijímat a vydávat vlhkost. K neznámějším použitím patří foukaná izolace, která se transportuje do dutin konstrukce přímo z nákladního auta.



Obr. č. 12 - Celulóza²³

5.5 Ovčí vlna

Ovčí vlna patří mezi přírodní typy izolací, má podobné izolační vlastnosti jako minerální vata. Je nehořlavá, charakteristické jsou pro ni také výborné akustické vlastnosti. Aniž by ztratila své tepelně izolační vlastnosti, působí hyroskopicky – tzn., že dokáže vázat

²² DŘEVO & Stavby www.drevostavby.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.drevostavby.cz/cs/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2238-perlit-je-darem-prirody>>

²³ Nazeleno www.nazeleno.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/kdyz-tepelnou-izolaci-tak-isocell.aspx>>

vzdušnou vlhkost, pokud je vlhkost v interiéru vyšší, nebo naopak ji uvolnit, pokud je nižší. Pohlcuje škodliviny z interiéru (např. formaldehyd)²⁴, působí tedy jako prostorový filtr. Protože se jedná o biologický materiál, podléhá degradaci – musí se chránit proti poškození moly. Své uplatnění najde v celé stavbě, je vhodná pro izolaci fasád, stěn, stropů, střech i podlah.



Obr. č. 13 – Izolace z ovčí vlny²⁴

5.6 Sláma

Sláma patří mezi tradiční stavební materiály, není tedy divu, že se používá i jako izolační materiál. Filozofie zateplování ze slámy vychází z myšlenky, že ji můžeme sehnat v blízkém okolí stavby. Nenajdeme ji tedy ve stavebninách, ale obrátíme se na nejbližšího zemědělce. Mezi její největší přednosti tedy patří pořizovací cena. Sláma má vyšší součinitel tepelné vodivosti, musíme proto používat větší tloušťky izolací. Vzhledem k větším rozměrům balíků musíme počítat také s větší časovou náročností pro zabudování izolace.



Obr. č. 14 – Využití izolace ze slámy²⁵

²⁴ Naturwool www.naturwool.cz [online], 2014 [2014-08-21]. Dostupné z: <<http://www.naturwool.cz/izolace-z-ovci-vlny>>

²⁵ www.lepebydlet.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.lepebydlet.cz/stavebnictvi/ekologicka-alternativa-slamene-stavitelstvi/>>

Hořlavost balíků by neměla být problém – stlačená sláma obsahuje jen malé procento vzduchu potřebného pro k oksylichování hoření.²⁶ Větší problém nastává při kontaktu s vodou, sláma nesmí zvlhnout. Pokud zmokne, hrozí riziko vzniku plísní. Rozeznáváme dva typy nosných konstrukcí – stěny mohou být tvořeny samotnými balíky anebo nosnou konstrukci tvoří dřevěná konstrukce a balíky slámy slouží jako výplň.

5.7 Konopí

Konopí vyniká výbornými izolačními vlastnostmi, stejně jako ovčí vlna dokáže absorbovat vzdušnou vlhkost a v případě potřeby ji opět uvolnit. Je hořlavé, musí být uzavřené požárně odolným obkladem. Další nevýhodou je horší dostupnost – oproti minerální vatě nebo polystyrenu ho nenajdeme v každých stavebninách. K dostání je ve formě rolí nebo desek. Lze jej použít k zateplení stropů, střech, podlah i stěn.



Obr. č. 15 – Izolace z konopí²⁷

²⁶ Slaměné domy.cz www.slamedomy.cz [online], 2014 [2014-08-20]. Dostupné z: <<http://slamedomy.cz/128-dum-ze-slamy-tradicni-technologie-budoucnosti.html>>

²⁷ Termo konopí www.termo-izolace.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.konopi-izolace.cz/produkt/termo-konopi-combi-jute-80x580x6000-mm-role>>

5.8 Korek

Korek je přírodní surovina získávaná loupáním kůry korkového dubu, jedná se tedy o obnovitelný a stálý zdroj. Spolu s konopím patří mezi exotické izolační materiály. Není nasákavý, umožňuje prostup vlhkosti z interiéru ven. Jeho nevýhodou je stejně jako u všech alternativních izolačních materiálů vyšší pořizovací cena. Používá se ve všech částech stavby, může se použít i jako izolace proti kročejovému hluku.



Obr. č. 16 – Izolace z korku²⁸

²⁸ *Ecolife trading s.r.o.* www.ecolife-trading.eu [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.ecolife-trading.eu/produkty/korkova-deska-izolacni-1000x500x50mm-spld/>>

6 VÝPLNĚ OTVORŮ

Výplně otvorů, mezi které řadíme okna, dveře a vrata, z energetického hlediska patří mezi nejslabší články celé konstrukce. Dochází zde k největším tepelným ztrátám. Na druhou stranou přes výplně otvorů, především přes okna, dochází také k tepelným ziskům – prostřednictvím slunečního záření. Výplně plní ve stavbě důležitou funkci, jsou prvkem pro větrání místností, dodávají denní osvětlení, umožňují vizuální kontakt s venkovním prostředím.

Rozdělení oken dle způsobu otevírání:

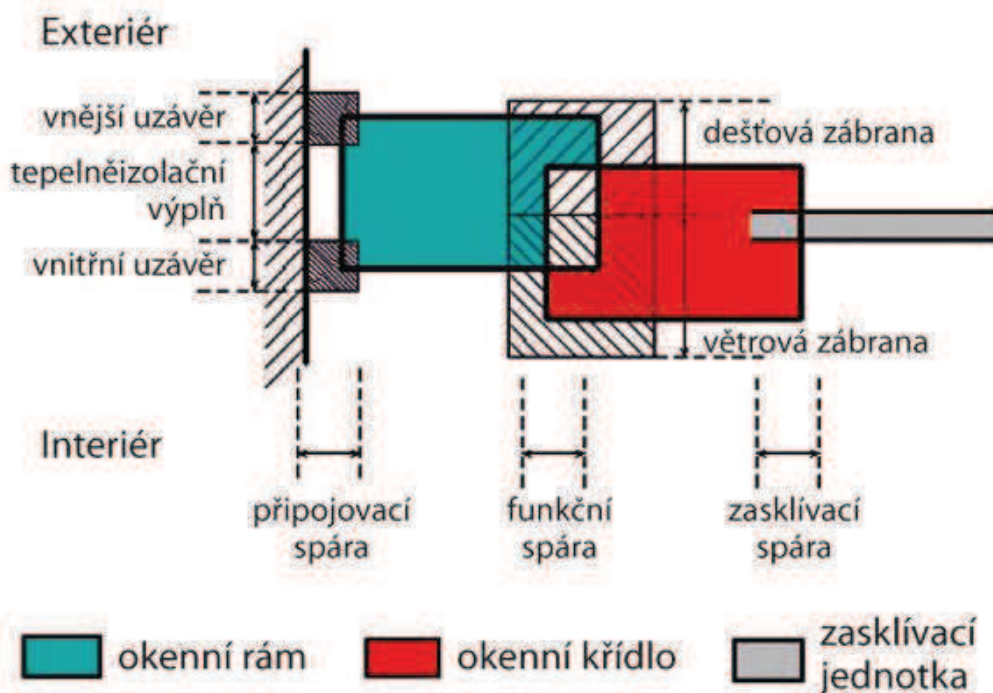
Poř. číslo	Druh okenního křídla	Zobrazení ¹⁾ v pohledu	Poř. číslo	Druh okenního křídla	Zobrazení ¹⁾ v pohledu
1	Otevíravé dovnitř		7	Posuvné	
2	Otevíravé ven		8	Výsuvně, spouštěcí	
3	Sklápěcí (dovnitř)		9	Pevné (neotevíratelné)	
4	Vyklápěcí (ven)		10	Vyjímatelné	
5	Kyvné		11	Otevíravé a sklápěcí dovnitř (příklad kombinovaného označení)	
6	Otočné				
1) Pro kombinace otevírání okenních křídel se grafické značení může odvodit (např. poř. číslo 11)					

V rámci okna rozeznáváme tři problematické spáry – spáru přípojovací, funkční a zasklívací. Přípojovací spára se nachází mezi okenním rámem a obvodovou konstrukcí. Do vzniklého volného prostoru vnášíme tepelně izolační výplň. Nejčastěji se používá PUR pěna, která musí být vyplněna po celé šířce i hloubce spáry. Z exteriéru zajistíme vodotěsnost a ochranu pěny pomocí venkovní nebo kompresní pásky. Z interiérové strany je tepelně izolační vrstva chráněna parotěsnou páskou, která zamezí průnik vzdušné vlhkosti do spáry.

Ve styku okenního rámu a křídla vzniká funkční spára. Ta slouží jako zábrana proti větru a dešti. Dešťová zábrana se nachází poblíž vnějšímu líci, musí být natolik těsná, aby

zamezila průniku vody do vnitřního prostředí. Funkční spára je během své životnosti vystavena vysokému mechanickému zatížení, je zde nejvyšší riziko poruchy.

Zasklívací spáru najdeme ve styku okenního křídla se zasklením. Dříve se sklo upevnilo pomocí tmelu – v okenním křídle se vyfrézovala drážka, sklo se ukládalo do tmelového lože v této drážce. V dnešní době, kdy využíváme izolačních dvojskel či trojskel, používáme pro eliminaci tepelných mostů různé těsnící profily.



Obr. č. 17 – Problematické spáry okna²⁹

Dle materiálu rozlišujeme okna dřevěná, plastová, kovová, popř. jejich vzájemnou kombinaci.

Dřevěná okna

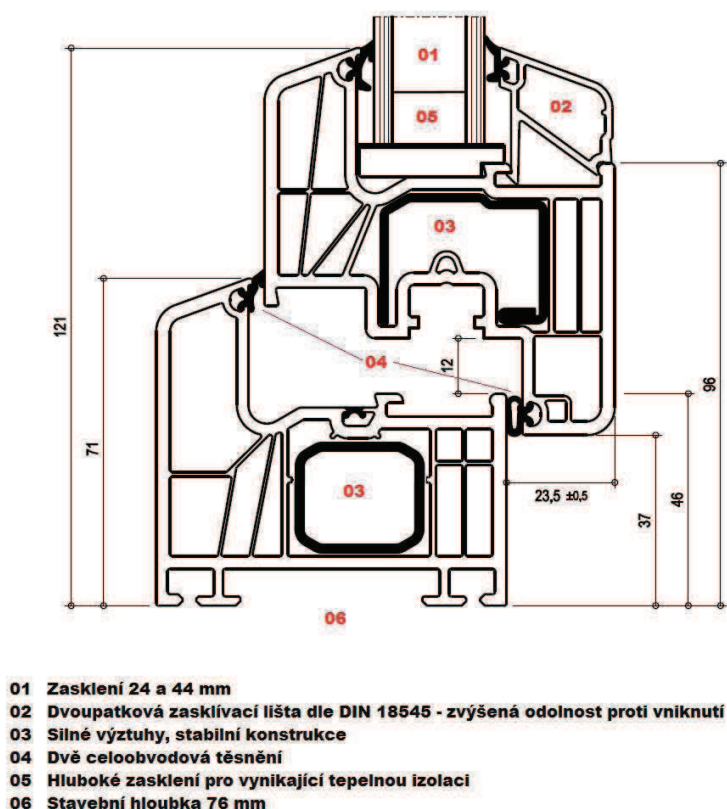
Dřevěná okna jsou nejrozšířenější materiálovou variantou oken. Mohou být vyrobena z masivu (borovice, smrk, dub) nebo z vícevrstvých lepených hranolů. Uživatelé bývají oblíbené pro svůj přírodní vzhled. Výhodou dřeva je snadná dostupnost a zpracovatelnost. Oproti jiným materiálům se dřevo vyznačuje nižší tepelnou roztažností, proti povrchovým

²⁹ ASB-portal.cz www.asb-portal.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/konstrukce-a-prvky/okna-dvere/konstrukce-opatreni-pro-zvyseni-teploty-voblasti-zasklivaci-spary>>

vlivům je však musíme chránit vícevrstvou povrchovou úpravou. Dřevěná okna vyžadují zvýšenou péči v podobě pravidelných nátěrů, výhodná je jejich určitá opravitelnost. Při zvýšené vlhkosti hrozí napadení hnilobou a škůdci. Cena dřevěných oken se mění s konkrétní dřevinou, mezi nejlevnější variantu patří okna smrková.

Plastová okna

Okna z plastu patří mezi nejlevnější typ oken. Jejich profily se skládají z několika uzavřených komor, od tříkomorových až po šestikomorové. Důležitý je nejen počet těchto komor, ale také jejich vzájemná poloha. Požadovanou tuhost rámu docílíme vložením ocelové výztuhy, která má za následek zhoršení tepelně technických vlastností rámu.



Obr. č. 18 – Řez šestikomorovým plastovým oknem³⁰

Kovová okna

Z kovových oken jsou nejžádanější okna hliníková. Vyznačují se dlouhou životností a nízkou náročností na údržbu. Výhodná je také jejich přesnost a především nízká hmotnost.

³⁰ DECPLAST www.decplast.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.decplast.cz/img/Original76-rez.jpg>>

Pro přerušení tepelných mostů v hliníkovém rámu používáme plastovou vložku, popř. vnitřní dutinu vypěníme. Největší nevýhodou hliníkových oken je jejich pořizovací cena.

Kombinovaná okna

Při kombinaci využíváme výhod jednotlivých materiálů. Např. u dřevohliníkových využíváme estetických vlastností hliníku a materiálových vlastností dřeva. Rám je tvořen ze dřevěných profilů, vnější plocha je z hliníku. Vzniklá varianta je charakteristická snadnější údržbou a delší životností.

Zasklení

Důležitou součástí oken je zasklení. Jednoduché zasklení se dnes již téměř nepoužívá (používá se především u nevytápěných prostor), nejpoužívanějším typem je izolační dvojsklo či trojsklo o různých šířkách. Skla lze olepit bezpečnostní nebo termoizolační folií. Prostor mezi skly je vyplněn tepelně izolačním plynem, nejčastěji argonem. Sklo je navíc pokoveno – tenká kovová vrstva je průhledná a odráží teplo zpět do místnosti.³¹

Dělení oken dle typu zasklení

- Jednoduchá okna
 - zasklená jednoduchou tabulí, izolačním dvojsklem či trojsklem
- Okna zdvojená
 - zasklená jednoduchými tabulemi
 - z vnější strany zasklená izolačním sklem, z vnitřní jednoduchou tabulí
- Okna dvojitá
 - z jednoduchých tabulí
 - z vnější strany zasklená izolačním sklem, z vnitřní jednoduchou tabulí nebo izolačním dvojsklem

³¹ Dřevěná okna a euro okna www.drevena-okna-online.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.drevena-okna-online.cz/>

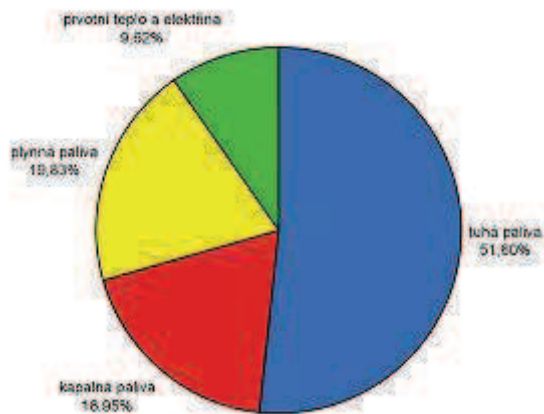
7 ZEMNÍ PLYN

7.1 Vlastnosti plynu

Zemní plyn je bezbarvá, nezapáchající, hořlavá plynná látka lehčí než vzduch. Aby se dal rozpoznat případný únik plynu, přidávají se do něj tzv. odoranty, tedy látky s charakteristickým zápachem. V domácnostech se využívá pro vytápění, ohřev vody a vaření.

Podle chemického složení rozeznáváme:

- zemní plyn suchý (chudý), který obsahuje až 99% metanu,
- zemní plyn vlhký (bohatý) obsahující vyšší podíl vyšších uhlovodíků,
- zemní plyn kyselý s vyšším množstvím sulfanu,
- zemní plyn s vyšším množstvím nehořlavých plynů (dusík, oxid uhličitý).



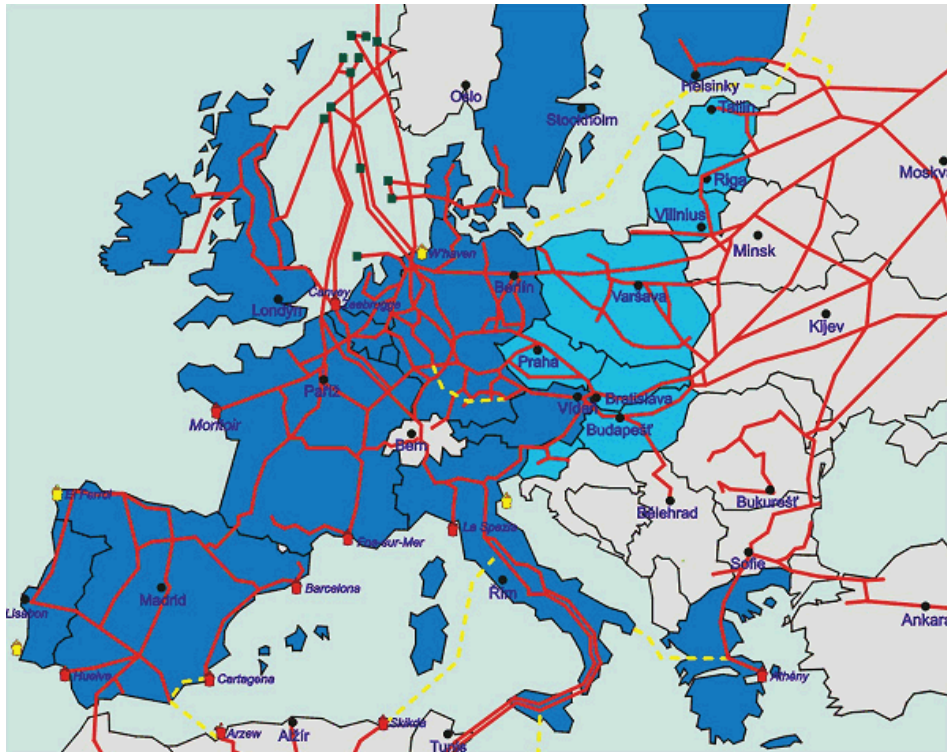
Graf č. 1 – Podíl primárních energetických zdrojů v ČR³²

7.2 Těžba a přeprava

Plyn se těží z hloubky 3-8 km a to jak na pevnině (např. Rusko), tak i pod mořským dnem (např. Severní moře). Podle místa těžby rozeznáváme zemní plyn karbonský, který se těží v uhelných ložiscích, a zemní plyn naftový, který je těžen u ložisek ropy.

Plyn se přepravuje potrubím nebo ve zkapalněném stavu tankery. Před dálkovou dopravou je nutné plyn upravit na požadovanou kvalitu.

³² *zemní plyn* www.zemniplyn.cz [online], 2014 [2014-06-18]. Dostupné z: <<http://www.zemniplyn.cz/doprava/>>



Obr. č. 19 – Mapa plynovodní sítě Evropy³³

7.3 Dodávky do ČR

Dodávky do České republiky proudí z Ruska a Norska. Z Ruska plyn proudí přes Slovensko, na našem území se napojuje přes předávací stanici v Lanžhotě. Od roku 1997 proudí přes Německo a předávací stanici Hora sv. Kateřiny také plyn z Norska. Tato cesta se osvědčila v roce 2009 při Rusko-Ukrajinském sporu o plyn. Důsledkem bylo uzavření kohoutů s dodávkami plynu přes Ukrajinu – velký problém to znamenalo např. pro sousední Slovensko, které je na dodávkách zemního plynu z Ruska závislé.

Snížit závislost evropských států na ruském plynu měl plánovaný plynovod Nabucco. Ten by dodával plyn z Ázerbájdžánu přes Turecko až do jihovýchodní Evropy. Celý projekt ztroskotal vytvořením kratšího plynovodu TAP (Trans-Adriatic Pipeline) vedoucího rovněž z Ázerbájdžánu přes Turecko a Řecko do jižní Itálie.

Malé procento plynu se těží také v naší republice – v oblasti Hodonínska a Břeclavska. Vnitrostátní transport plynu zajišťují vysokotlaké, středotlaké a nízkotlaké plynovody, pro regulaci plynu využíváme předávací stanice.

³³ tzbinfo www.tzn-info.cz [online], 2014 [2014-06-18]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/1908-co-mozna-nevite-o-zemnim-plynu>>

Dodávky plynu dálkovými plynovody jsou během roku konstantní. Protože se plyn využívá především pro vytápění, musí se během letních měsíců skladovat. Pro tyto účely slouží podzemní zásobníky.

Rozlišujeme:

- **sezonní zásobníky**, které jsou plněny během letních měsíců, v zimních měsících z nich plyn čerpáme,
- **špičkové zásobníky** sloužící k dotování sítě velkým množstvím plynu během krátkého časového úseku.

Naše republika je rozdělena do tří distribučních oblastí. O distribuci se starají firmy RWE GasNet, E.ON Distribuce a Pražská plynárenská Distribuce. Distributor se stará o provoz plynovodů a odpovídá za přepravu plynu až ke koncovému zákazníkovi.



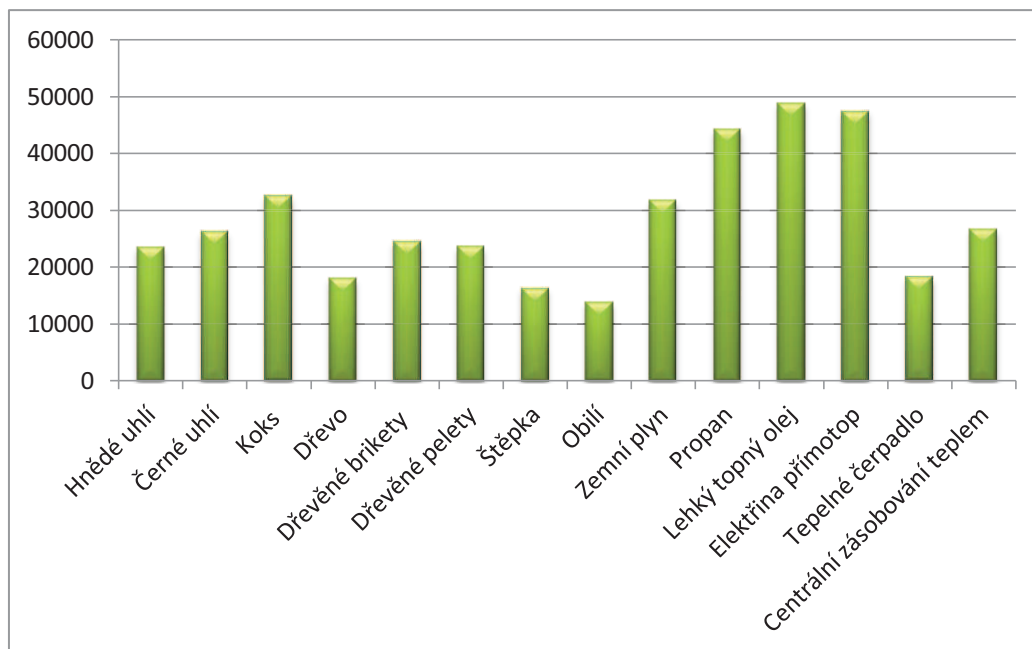
Obr. č. 20 – Distribuční oblasti ČR³⁴

7.4 Cena plynu

Základní cenu plynu tvoří regulovaná a neregulovaná část. Regulovanou složku usměrňuje stát prostřednictvím Energetického regulačního úřadu a tvoří zhruba 19% ze základní ceny. Skládá se z ceny za přepravu, ceny za distribuci a ceny za služby operátora trhu. Je pevně určena pro každou distribuční oblast. Neregulovanou složku si určuje sám dodavatel, je tedy řízena trhem. Oproti distributorovi, který je dán pro každou oblast, si dodavatele můžeme vybrat ze široké nabídky obchodníků s plynem. Neregulovaná složka tvoří až 81% ze základní ceny a zahrnuje cenu plynu jako komodity, náklady na činnost dodavatele a obchodní marži. K základní ceně je potřeba přičíst DPH, v současné době 21%.

³⁴ *ušetřeno.cz* www.usetreno.cz [online], 2014 [2014-06-18]. Dostupné z: <<http://www.usetreno.cz/distribuce-plynu/>>

Pro právnické osoby a podnikatele je také důležitá daň ze zemního plynu, domácnosti jsou od této daně osvobozené.



Graf č. 2 – Porovnání nákladů na vytápění pro výpočtovou spotřebu tepla 65 GJ³⁵

³⁵ Výpočet pomocí TZBinfo www.tzb-info.cz [online], 2014 [2014-08-27]. Dostupné z: <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>>

8 POSOUZENÉ EKONOMICKÉ NÁVRATNOSTI ZATEPLENÍ

Jako podklady pro posouzení návratnosti použijeme projektové dokumentace zapůjčené OÚ Kučerov. Pro budovu obecního úřadu se jedná o dokumentaci z roku 1973, pro mateřskou školu jde o projekt k rekonstrukci z roku 1995. Hodnověrnost dokumentace byla ověřena prohlídkou objektů. Na základě této prohlídky byla dokumentace poupravena – schematické obrázky půdorysů, řezů a pohledů jsou součástí příloh.

8.1 Budova obecního úřadu

8.1.1 Identifikační údaje

Adresa budovy:	Kučerov 21, 682 01 Vyškov
Katastrální území:	Kučerov
Parcelní číslo:	st. 114
Typ budovy:	Administrativní budova
Vlastník:	Obec Kučerov, Kučerov 21, 682 01 Vyškov



Obr. č. 21 – Budova obecního úřadu

8.1.2 Popis stávajícího stavu objektu

Jedná se o řadový dům s půdorysem do tvaru L, který byl postaven v 1. polovině 20. století. Objekt je nepodsklepený, má jedno nadzemní podlaží. Střecha objektu je sedlová. V přízemí se nachází kancelář OÚ, zasedací místnost, knihovna, komunikační prostory,

hygienické zázemí a technická místnost. Základní půdorysné rozměry objektu jsou cca 18,65×16,2 m.

Nosný systém je koncipován jako obousměrný stěnový. Obvodové stěny tvoří CPP tl. 300 a 450 mm. Stropy objektu jsou dřevěné, trámové, nad částí knihovny strop Hurdis. Okna a dveře jsou dřevěné, okna dvojitá, špaletová.

Stávající zdroj tepla na vytápění je plynový kondenzační kotel Brötje Heizung. Stávající otopná soustava teplovodní dvoutrubková uzavřená s nuceným oběhem. Distribuce tepla je zajištěna otopnými tělesy. Tělesa jsou osazena termostatickými ventily s termostatickými hlavicemi.

Systém přípravy a distribuce teplé vody je řešen odděleně od systému vytápění. Teplá voda v objektu je připravována průtokovým způsobem. Stávající zdroj pro přípravu teplé vody je elektrický průtokový ohřívač General.

Objekt je větrán přirozeně okny.

8.1.3 Popis navrhovaného stavu objektu

Navrženými opatřeními se nemění dispoziční a architektonické uspořádání objektu. Systémové hranice obálky budovy se nemění. Schémata obálky budovy jsou uvedeny v přílohách. Výměna zdroje tepla na ohřev vody a na vytápění není součástí práce. Stávající rozvody a tělesa otopné soustavy budou zachovány.

Výměna výplní

Nová okna a dveře budou plastová s izolačním trojsklem s celkovým prostupem $U_w=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Výměna výplní, zateplení obvodových stěn

Nová okna a dveře budou plastová s izolačním trojsklem s celkovým prostupem $U_w=0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Obvodové stěny budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelným izolantem EPS tl. 160 mm. Kontaktní zateplovací systém bude po obvodu budovy aplikován jen do úrovně okapu střechy – štít zůstane nezateplen. V této části bude pro ochranu zateplovacího systému namontováno oplechování.

Zateplení stropu

Strop k půdě bude zateplen minerální vatou o tl. 200 mm, se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$. Půda je koncipována jako pochozí, minerální vatou vkládáme do roštu, který opatříme záklopem. Před samotným zateplením odstraníme u trémového stropu vrstvy skladby až po záklop a natáhneme parozábranu.

Kombinace předchozích možností

Obvodové stěny budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelným izolantem EPS tl. 160 mm (opět bez šítu). Strop k půdě bude zateplen minerální vatou tl. 200 mm. Stejným způsobem bude navíc zatepleno schodiště vedoucí na půdu. Nová okna a dveře budou plastová s izolačním trojsklem s celkovým prostupem $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Konstrukce	Normové hodnoty U_N [W/(m ² .K)]		Výpočtové hodnoty U [W/(m ² .K)]	
	Požadované	Doporučené	Stávající	Navrhované
Okna	1,5	1,2	2,35	0,9
Dveře	1,7	1,2	2,3	0,9
Vnější stěna tl. 300 mm	0,3	0,25	1,84	0,24
Vnější stěna tl. 450 mm	0,3	0,25	1,38	0,23
Trémový strop	0,3	0,2	1,21	0,2
Strop hurdís	0,3	0,2	3,04	0,22

Tab. č. 3 – Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi

8.2 Budova mateřské školy

8.2.1 Identifikační údaje

Adresa budovy: Kučerov 4, 682 01 Vyškov
Katastrální území: Kučerov
Parcelní číslo: st. 93
Typ budovy: Budova pro vzdělávání
Vlastník: Obec Kučerov, Kučerov 21, 682 01 Vyškov

8.2.2 Popis stávajícího stavu objektu

Jedná se o samostatně stojící dům s téměř čtvercovým půdorysem, který byl postaven v 2. polovině 19. století. Objekt je nepodsklepený, má dvě nadzemní podlaží. Střecha objektu je sedlová. V 1.NP se nachází provozovna kadeřnictví, šatny, komunikační prostory, kuchyně, jídelna, hygienické zázemí a technická místnost. Ve 2.NP se nachází lehárna, herna, hygienické zázemí a sborovna. Základní půdorysné rozměry objektu jsou cca 15,8× 16,5 m.

Nosný systém je koncipován jako obousměrný stěnový. Obvodové stěny tvoří CPP tl. 450, 600 a 800 mm. Stropy objektu jsou dřevené, trémové, nad lehárnou a hernou strop Hurdis. Okna a dveře jsou plastová s izolačním dvojsklem.

Stávající zdroj tepla na vytápění je plynový kondenzační kotel Brötje Heizung. Stávající otopná soustava teplovodní dvoutrubková uzavřená s nuceným oběhem. Distribuce tepla je zajištěna otopnými tělesy. Tělesa jsou osazena termostatickými ventily s termostatickými hlavicemi.

System přípravy a distribuce teplé vody je řešen odděleně od systému vytápění. Teplá voda v objektu je připravována zásobníkovým způsobem. Stávající zdroj pro přípravu teplé vody je elektrický zásobníkový ohřívač Dražice.

Objekt je větrán přirozeně okny.



Obr. č. 22 – Budova mateřské školy

8.2.3 Popis navrhovaného stavu objektu

Navrženými opatřeními se nemění dispoziční a architektonické uspořádání objektu. Systémové hranice obálky budovy se nemění. Schémata obálky budovy jsou uvedeny

v přílohách. Výměna zdroje tepla na ohřev vody a na vytápění není součástí práce. Stávající rozvody a tělesa otopné soustavy budou zachovány.

Zateplení obvodových stěn

Obvodové stěny, vč. štítu, budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelným izolantem EPS tl. 160 mm.

Zateplení stropu

Strop k půdě bude zateplen minerální vatou tl. 180 mm a se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$. Půda nad stropem Hurdis je opět uvažována jako pochozí, minerální vatu vkládáme do roštu, který opatříme záklopem. Před samotným zateplením trémového stropu odstraníme vrstvy skladby až po záklop a natáhneme parozábranu. Půda je nepochozí, minerální vata se volně položí na konstrukci stropu. Výjimku představuje část mezi schodištěm a půdou nad stropem Hurdis, kde je také zřízena pochozí konstrukce.

Kombinace předchozích možností

Obvodové stěny budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem s tepelným izolantem EPS tl. 160 mm. Strop k půdě bude zateplen minerální vatou tl. 180 mm, stejným způsobem jako v předchozí variantě. Zatepleny pomocí EPS budou také stěny schodiště, které vede na půdu.

Konstrukce	Normové hodnoty U_N [W/(m ² .K)]		Výpočtové hodnoty U [W/(m ² .K)]	
	Požadované	Doporučené	Stávající	Navrhované
Vnější stěna tl. 450 mm	0,3	0,25	1,38	0,23
Vnější stěna tl. 600 mm	0,3	0,25	1,11	0,22
Vnější stěna tl. 800 mm	0,3	0,25	0,9	0,21
Trémový strop	0,3	0,2	1,22	0,22
Strop hurdis	0,3	0,2	0,74	0,19

Tab. č. 4 – Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi

8.3 ZHODNOCENÍ ZATEPLENÍ

8.3.1 Porovnání spotřeby energie na vytápění

Posouzení objektů bylo provedeno pomocí softwaru DEKSOFT – aplikace ENERGETIKA. Práce je zaměřena pouze na spotřebu energie dodávané na vytápění. Abychom ověřili kvalitu obálek budov, vypracujeme pro každou variantu energetický štítek obálky budov. Roční spotřebu energie [MWh/rok] odečteme z grafických příloh průkazu energetické náročnosti.

Při výpočtu je uvažováno s nasákavostí EPS ve výši 3% a se 7% nasákavostí minerální vaty. U trémových stropů je ve skladbě přihlédnuto k prostupu trámů uzavřenou vzduchovou vrstvou. Trámy jsou uvažovány dřevěné o šířce 120 mm, s osovou vzdáleností 900 mm. Při zateplení stěn systémem ETICS uvažujeme korekci součinitele prostupu tepla 0,02 W/(m².K). Tato korekce vyjadřující minimální tepelné mosty zohledňuje vliv prostupu kotvících hmoždinek polystyrenem.

Z uvedených variant si slibujeme minimalizaci nákladů na vytápění, energetické náročnosti jednotlivých variant u zadaných objektů si můžeme porovnat v tabulce č. 3 a 4.

	Stávající stav	Výměna výplně	Výměna výplně + zateplení fasády	Zateplení stropu	Kombinace
Spotřeba energie na vytápění [MWh/rok]	67,3	64,2	53,7	52,7	27,0
Náklady na vytápění [Kč]	80 807	77 446	67 610	66491	35 474
Úspora [%]	-	4,16	16,33	17,72	56,10

Tab. č. 5 – Přehled úspor pro jednotlivé varianty u budovy obecního úřadu

Pro budovu obecního úřadu je stávající spotřeba energie na vytápění 67,3 MWh za rok. Výměnou starých, již nevyhovujících výplní v obvodových konstrukcích za nové, s izolačním trojsklem náklady na vytápění klesnou jen o 4,16%. Pokud s výměnou výplní provedeme také zateplení obvodových stěn pomocí EPS o tl. 160 mm, klesnou nám náklady něco málo přes 16%. Zateplením samotného stropu náklady snížíme o téměř 18%. Pokud

zkombinujeme předešlé varianty, tzn., vyměníme výplně otvorů, zateplíme obvodové stěny a strop a navíc zateplíme prostor schodiště, které vede na půdu, úspora nákladů dosahuje až 56% oproti stávajícímu stavu.

Pro obecní úřad je dodavatelem plynu firma E.ON. Obec pro dodávky plynu využívá tarif s názvem Produkt Standart plyn. Při výpočtu jsou použity hodnoty z ceníku pro rok 2014, který platí již od 1. 1. 2014.

	Stávající stav	Zateplení fasády	Zateplení stropu	Kombinace
Spotřeba energie na vytápění [MWh/rok]	78,5	53,2	66,9	35,6
Náklady na vytápění [Kč]	106 257	76 998	90 666	52 829
Úspora [%]	-	27,54	14,67	50,28

Tab. č. 6 – Přehled úspor pro jednotlivé varianty u budovy mateřské školy

V budově mateřské školy spotřebujeme ročně jen na vytápění 78,5 MWh. Zateplením obvodových stěn ušetříme přes 27% nákladů na vytápění. Při zateplení stropu se úspora energie pohybuje kolem 15%. Kombinací předešlých možností spolu se zateplením schodiště vedoucího na půdu ročně ušetříme necelých 51% energie.

Do budovy mateřské školy plyn dodává firma RWE. Mateřská škola jakožto maloodběratel využívá pro dodávky plynu tarif RWE plyn Benefit. Při výpočtu jsou použity hodnoty z ceníku platného od 1. 9. 2014.

8.3.2 Náklady na provedení prací

Pro výpočet nákladů na provedení jednotlivých variant zateplení bylo použito programu BUILDpower od firmy RTS. Jednotlivé rozpočty zahrnují provedení jednotlivých prací i potřebný materiál. Při variantě „Výměna výplní“ vycházíme z cenové nabídky od firmy Okna Macek. Přehled nákladů potřebných pro dané varianty zateplení pro jednotlivé budovy nalezneme v tabulce č. 6 a 7.

Varianta	Náklady [Kč]
Výměna výplní	212 724
Výměna výplní + zateplení fasády	459 315
Zateplení stropu	186 483
Kombinace	693 205

Tab. č. 7 – Přehled nákladů pro jednotlivé varianty zateplení obecního úřadu

Varianta	Náklady [Kč]
Zateplení fasády	690 488
Zateplení stropu	210 389
Kombinace	926 839

Tab. č. 8 – Přehled nákladů pro jednotlivé varianty zateplení mateřské školy

8.3.3 Prostá návratnost investic

Metoda prosté návratnosti je nejjednodušší a tím pádem také nejpoužívanější formou ke stanovení doby návratnosti investice. Slouží k rychlému zjištění, zda má investice význam. Pokud je doba návratnosti vyšší než životnost konstrukce, investice se nevrátí. Úpravy vnějších povrchů uvažujeme s životností 30-60 let, výplně otvorů 50 – 80 let.³⁶

Při výpočtu vycházíme ze vztahu:

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{náklady na stavební úpravy}}{\text{úspora energie na vytápění}} \text{ [rok]}$$

Varianta	Úspora energie na vytápění [Kč]	Náklady na stavební úpravy [Kč]	Doba návratnosti [rok]
Výměna výplní	3 361	212 724	54,1
Výměna výplní + zateplení fasády	13 197	459 315	34,8
Zateplení stropu	14 316	186 483	13,0
Kombinace	45 333	693 205	15,3

Tab. č. 9 – Doba návratnosti jednotlivých investic pro obecní úřad

³⁶ Převzato z vyhlášky č. 441/2013 Sb. ze dne 17. prosince 2013 k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), příloha č. 21, tabulka č. 7 – Předpokládaná životnost konstrukcí a vybavení

Varianta	Úspora energie na vytápění [Kč]	Náklady na stavební úpravy [Kč]	Doba návratnosti [rok]
Zateplení fasády	29 259	690 488	23,6
Zateplení stropu	15 590	210 389	11,5
Kombinace	53 428	926 839	16,8

Tab. č. 10 – Doba návratnosti jednotlivých investic pro budovu mateřské školy

8.3.4 Podrobné vyhodnocení investic

Podrobné vyhodnocení je oproti výpočtu prosté návratnosti mnohem přesnější, ale také složitější. Náš případ uvažuje pouze růst ceny energií a splácení úvěru pomocí anuitních splátek. Odhadnout růst, popř. pokles ceny energií je velmi složité. Pokud zvolíme hodnotu nízkou, návratnost se nám prodlužuje, pokud dáme hodnotu vyšší, návratnost se nám zkrátí. Ve výpočtu uvažujeme růst ceny energií ve výši 2%. Návratnost ovlivňuje také výše úrokové míry. Ve výpočtu uvažujeme s 5% úrokovou mírou, skutečná úroková míra závisí na konkrétní nabídce bank.

Výpočty jednotlivých variant pro obecní úřad

Rok	Výnosy	Růst cen energie	Výnosy skutečné	Investice	Anuitní splátka	Úrok	Úmor	Zůstatek dluhu	Kumulovaný CF
0	-	-	0	212 724				212 724	0
1	3 361	2%	3 428	0	79 582	12 763	66 819	145 905	-76 154
2	3 361	2%	3 497	0	79 582	8 754	70 828	75 077	-152 239
3	3 361	2%	3 567	0	79 582	4 505	75 077	0	-228 255
4	3 361	2%	3 638	0	0	0	0	0	-224 617
5	3 361	2%	3 711	0	0	0	0	0	-220 906
6	3 361	2%	3 785	0	0	0	0	0	-217 121
7	3 361	2%	3 861	0	0	0	0	0	-213 260
8	3 361	2%	3 938	0	0	0	0	0	-209 322
9	3 361	2%	4 017	0	0	0	0	0	-205 305
10	3 361	2%	4 097	0	0	0	0	0	-201 208
11	3 361	2%	4 179	0	0	0	0		-197 029
12	3 361	2%	4 263	0	0	0	0		-192 767
13	3 361	2%	4 348	0	0	0	0		-188 419
14	3 361	2%	4 435	0	0	0	0		-183 984
15	3 361	2%	4 523	0	0	0	0		-179 461
16	3 361	2%	4 614	0	0	0	0		-174 847

17	3 361	2%	4 706	0	0	0	0		-170 141
18	3 361	2%	4 800	0	0	0	0		-165 340
19	3 361	2%	4 896	0	0	0	0		-160 444
20	3 361	2%	4 994	0	0	0	0		-155 450
21	3 361	2%	5 094	0	0	0	0		-150 356
22	3 361	2%	5 196	0	0	0	0		-145 159
23	3 361	2%	5 300	0	0	0	0		-139 860
24	3 361	2%	5 406	0	0	0	0		-134 454
25	3 361	2%	5 514	0	0	0	0		-128 939
26	3 361	2%	5 624	0	0	0	0		-123 315
27	3 361	2%	5 737	0	0	0	0		-117 578
28	3 361	2%	5 852	0	0	0	0		-111 727
29	3 361	2%	5 969	0	0	0	0		-105 758
30	3 361	2%	6 088	0	0	0	0		-99 670
31	3 361	102%	6 210	0	0	0	0		-93 460
32	3 361	202%	6 334	0	0	0	0		-87 126
33	3 361	302%	6 461	0	0	0	0		-80 666
34	3 361	402%	6 590	0	0	0	0		-74 076
35	3 361	502%	6 722	0	0	0	0		-67 354
36	3 361	602%	6 856	0	0	0	0		-60 498
37	3 361	702%	6 993	0	0	0	0		-53 505
38	3 361	802%	7 133	0	0	0	0		-46 372
39	3 361	902%	7 276	0	0	0	0		-39 096
40	3 361	1002%	7 421	0	0	0	0		-31 675
41	3 361	1102%	7 570	0	0	0	0		-24 105
42	3 361	1202%	7 721	0	0	0	0		-16 384
43	3 361	1302%	7 875	0	0	0	0		-8 509
44	3 361	1402%	8 033	0	0	0	0		-476
45	3 361	1502%	8 194	0	0	0	0		7 718

Tab. č. 11 – Doba návratnosti výměny výplní obecního úřadu

Než se nám vrátí investice do výplní otvorů, uběhne přes 44 let. Vzhledem k životnosti výplní, která se pohybuje od 50 do 80 let, se investice jeví jako neefektivní. I přes to tuto variantu vnímám jako možný začátek při zateplení celé budovy. Výměna oken a dveří sice představuje minimální úspory, ale přináší s sebou také lepší technické a estetické vlastnosti.

Rok	Výnosy	Růst cen energie	Výnosy skutečné	Investice	Anuitní splátka	Úrok	Úmor	Zůstatek dluhu	Kumulovaný CF
0	-	-	0	463 474				463 474	0
1	13 197	2%	13 461	0	110 027	27 808	82 219	381 255	-96 566
2	13 197	2%	13 730	0	110 027	22 875	87 152	294 104	-192 863
3	13 197	2%	14 005	0	110 027	17 646	92 381	201 723	-288 885
4	13 197	2%	14 285	0	110 027	12 103	97 924	103 799	-384 628

5	13 197	2%	14 571	0	110 027	6 228	103 799	0	-480 084
6	13 197	2%	14 862	0	0	0	0	0	-465 222
7	13 197	2%	15 159	0	0	0	0	0	-450 063
8	13 197	2%	15 462	0	0	0	0	0	-434 600
9	13 197	2%	15 772	0	0	0	0	0	-418 829
10	13 197	2%	16 087	0	0	0	0	0	-402 742
11	13 197	2%	16 409	0	0	0	0		-386 333
12	13 197	2%	16 737	0	0	0	0		-369 596
13	13 197	2%	17 072	0	0	0	0		-352 524
14	13 197	2%	17 413	0	0	0	0		-335 111
15	13 197	2%	17 761	0	0	0	0		-317 350
16	13 197	2%	18 117	0	0	0	0		-299 233
17	13 197	2%	18 479	0	0	0	0		-280 754
18	13 197	2%	18 849	0	0	0	0		-261 905
19	13 197	2%	19 226	0	0	0	0		-242 680
20	13 197	2%	19 610	0	0	0	0		-223 070
21	13 197	2%	20 002	0	0	0	0		-203 068
22	13 197	2%	20 402	0	0	0	0		-182 665
23	13 197	2%	20 810	0	0	0	0		-161 855
24	13 197	2%	21 227	0	0	0	0		-140 628
25	13 197	2%	21 651	0	0	0	0		-118 977
26	13 197	2%	22 084	0	0	0	0		-96 893
27	13 197	2%	22 526	0	0	0	0		-74 367
28	13 197	2%	22 976	0	0	0	0		-51 391
29	13 197	2%	23 436	0	0	0	0		-27 955
30	13 197	2%	23 905	0	0	0	0		-4 051
31	13 197	102%	24 383	0	0	0	0		20 332

Tab. č. 12 – Doba návratnosti výměny výplně a zateplení fasády obecního úřadu

Investice do výplně otvorů spojená se zateplením obvodových stěn se nám vrátí za 30,2 let. Tato varianta je opět silně ovlivněna investicí do oken a dveří, která je nákladná a přináší jen malé úspory. Při porovnání životnosti vnějších povrchů (30 – 60 let) s dobou návratnosti působí jako málo efektivní. Zateplením stěn bez výměny výplně by efektivnost investice byla mnohem vyšší, i přesto vnímám výměnu výplně jako potřebný krok před zateplením obvodových stěn.

Rok	Výnosy	Růst cen energie	Výnosy skutečné	Investice	Anuitní splátka	Úrok	Úmor	Zůstatek dluhu	Kumulovaný CF
0	-	-	0	186 483				186 483	0
1	14 316	2%	14 602	0	69 765	11 189	58 576	127 907	-55 163
2	14 316	2%	14 894	0	69 765	7 674	62 091	65 816	-110 034
3	14 316	2%	15 192	0	69 765	3 949	65 816	0	-164 606

4	14 316	2%	15 496	0	0	0	0	0	-149 110
5	14 316	2%	15 806	0	0	0	0	0	-133 304
6	14 316	2%	16 122	0	0	0	0	0	-117 182
7	14 316	2%	16 445	0	0	0	0	0	-100 738
8	14 316	2%	16 773	0	0	0	0	0	-83 964
9	14 316	2%	17 109	0	0	0	0	0	-66 855
10	14 316	2%	17 451	0	0	0	0	0	-49 404
11	14 316	2%	17 800	0	0	0	0	0	-31 604
12	14 316	2%	18 156	0	0	0	0	0	-13 448
13	14 316	2%	18 519	0	0	0	0	0	5 072
14	14 316	2%	18 890	0	0	0	0	0	23 961
15	14 316	2%	19 267	0	0	0	0	0	43 229

Tab. č. 13 – Doba návratnosti zateplení stropu obecního úřadu

Jako nejefektivnější investice se jeví zateplení stropu, při kterém je doba návratnosti necelých 13 let. Oproti ostatním variantám jde o investici s relativně nízkými náklady na provedení zaručující značné úspory nákladů na vytápění.

Rok	Výnosy	Růst cen energie	Výnosy skutečné	Investice	Anuitní splátka	Úrok	Úmor	Zůstatek dluhu	Kumulovaný CF
0	-	-	0	697 081				697 081	0
1	45 333	2%	46 240	0	94 711	41 825	52 886	644 195	-48 471
2	45 333	2%	47 164	0	94 711	38 652	56 059	588 136	-96 018
3	45 333	2%	48 108	0	94 711	35 288	59 423	528 713	-142 621
4	45 333	2%	49 070	0	94 711	31 723	62 988	465 725	-188 262
5	45 333	2%	50 051	0	94 711	27 943	66 767	398 957	-232 922
6	45 333	2%	51 052	0	94 711	23 937	70 774	328 184	-276 580
7	45 333	2%	52 073	0	94 711	19 691	75 020	253 164	-319 218
8	45 333	2%	53 115	0	94 711	15 190	79 521	173 642	-360 814
9	45 333	2%	54 177	0	94 711	10 419	84 292	89 350	-401 348
10	45 333	2%	55 261	0	94 711	5 361	89 350	0	-440 798
11	45 333	2%	56 366	0	0	0	0		-384 432
12	45 333	2%	57 493	0	0	0	0		-326 939
13	45 333	2%	58 643	0	0	0	0		-268 296
14	45 333	2%	59 816	0	0	0	0		-208 480
15	45 333	2%	61 012	0	0	0	0		-147 468
16	45 333	2%	62 232	0	0	0	0		-85 236
17	45 333	2%	63 477	0	0	0	0		-21 758
18	45 333	2%	64 747	0	0	0	0		42 988
19	45 333	2%	66 042	0	0	0	0		109 030
20	45 333	2%	67 362	0	0	0	0		176 392

Tab. č. 14 – Doba návratnosti kompletního zateplení obecního úřadu

Investice do kompletního zateplení obecního úřadu se nám vrátí za 18,3 let. I tato varianta je ovlivněna nezanedbatelnou investicí do oken. I přes vyšší dobu návratnosti (oproti zateplení samotného stropu) jde o variantu s nejvyšší úsporou nákladů na vytápění.

Výpočty jednotlivých variant pro mateřskou školu

Rok	Výnosy	Růst cen energie	Výnosy skutečné	Investice	Anuitní splátka	Úrok	Úmor	Zůstatek dluhu	Kumulovaný CF
0	-	-	0	690 488				690 488	0
1	29 259	2%	29 844	0	93 815	41 429	52 386	638 102	-63 971
2	29 259	2%	30 441	0	93 815	38 286	55 529	582 573	-127 345
3	29 259	2%	31 050	0	93 815	34 954	58 861	523 712	-190 110
4	29 259	2%	31 671	0	93 815	31 423	62 392	461 320	-252 255
5	29 259	2%	32 304	0	93 815	27 679	66 136	395 184	-313 766
6	29 259	2%	32 950	0	93 815	23 711	70 104	325 080	-374 630
7	29 259	2%	33 609	0	93 815	19 505	74 310	250 769	-434 836
8	29 259	2%	34 282	0	93 815	15 046	78 769	172 000	-494 370
9	29 259	2%	34 967	0	93 815	10 320	83 495	88 505	-553 218
10	29 259	2%	35 667	0	93 815	5 310	88 505	0	-611 367
11	29 259	2%	36 380	0	0	0	0		-574 987
12	29 259	2%	37 107	0	0	0	0		-537 879
13	29 259	2%	37 850	0	0	0	0		-500 029
14	29 259	2%	38 607	0	0	0	0		-461 423
15	29 259	2%	39 379	0	0	0	0		-422 044
16	29 259	2%	40 166	0	0	0	0		-381 878
17	29 259	2%	40 970	0	0	0	0		-340 908
18	29 259	2%	41 789	0	0	0	0		-299 119
19	29 259	2%	42 625	0	0	0	0		-256 494
20	29 259	2%	43 477	0	0	0	0		-213 017
21	29 259	2%	44 347	0	0	0	0		-168 670
22	29 259	2%	45 234	0	0	0	0		-123 436
23	29 259	2%	46 138	0	0	0	0		-77 298
24	29 259	2%	47 061	0	0	0	0		-30 236
25	29 259	2%	48 002	0	0	0	0		17 766

Tab. č. 15 – Doba návratnosti zateplení fasády mateřské školy

I přes významné úspory nákladů na vytápění se investice do zateplení obvodových stěn mateřské školy vrátí za necelých 25 let. Tento fakt je způsoben především velkými náklady spojenými s realizací.

Rok	Výnosy	Růst cen energie	Výnosy skutečné	Investice	Anuitní splátka	Úrok	Úmor	Zůstatek dluhu	Kumulovaný CF
0	-	-	0	179 493				179 493	0
1	15 590	2%	15 902	0	67 150	10 770	56 381	123 112	-51 248
2	15 590	2%	16 220	0	67 150	7 387	59 763	63 349	-102 179
3	15 590	2%	16 544	0	67 150	3 801	63 349	0	-152 784
4	15 590	2%	16 875	0	0	0	0	0	-135 909
5	15 590	2%	17 213	0	0	0	0	0	-118 697
6	15 590	2%	17 557	0	0	0	0	0	-101 140
7	15 590	2%	17 908	0	0	0	0	0	-83 232
8	15 590	2%	18 266	0	0	0	0	0	-64 966
9	15 590	2%	18 631	0	0	0	0	0	-46 334
10	15 590	2%	19 004	0	0	0	0	0	-27 330
11	15 590	2%	19 384	0	0	0	0	0	-7 946
12	15 590	2%	19 772	0	0	0	0	0	11 826
13	15 590	2%	20 167	0	0	0	0	0	31 993
14	15 590	2%	20 571	0	0	0	0	0	52 564
15	15 590	2%	20 982	0	0	0	0	0	73 546

Tab. č. 16 – Doba návratnosti zateplení stropu mateřské školy

Stejně jako u obecního úřadu je nejefektivnější variantou zateplení stropu, kde se návratnost pohybuje okolo 11,5 let. Také důvod je obdobný – poměr nízkých pořizovacích nákladů a významných úspor.

Rok	Výnosy	Růst cen energie	Výnosy skutečné	Investice	Anuitní splátka	Úrok	Úmor	Zůstatek dluhu	Kumulovaný CF
0	-	-	0	895 945				895 945	0
1	53 428	2%	54 497	0	121 730	53 757	67 974	827 971	-67 234
2	53 428	2%	55 586	0	121 730	49 678	72 052	755 920	-133 377
3	53 428	2%	56 698	0	121 730	45 355	76 375	679 545	-198 409
4	53 428	2%	57 832	0	121 730	40 773	80 958	598 587	-262 307
5	53 428	2%	58 989	0	121 730	35 915	85 815	512 772	-325 049
6	53 428	2%	60 169	0	121 730	30 766	90 964	421 808	-386 610
7	53 428	2%	61 372	0	121 730	25 308	96 422	325 386	-446 969
8	53 428	2%	62 599	0	121 730	19 523	102 207	223 179	-506 099
9	53 428	2%	63 851	0	121 730	13 391	108 339	114 840	-563 978
10	53 428	2%	65 128	0	121 730	6 890	114 840	0	-620 580
11	53 428	2%	66 431	0	0	0	0	0	-554 149
12	53 428	2%	67 760	0	0	0	0	0	-486 389
13	53 428	2%	69 115	0	0	0	0	0	-417 275
14	53 428	2%	70 497	0	0	0	0	0	-346 777
15	53 428	2%	71 907	0	0	0	0	0	-274 870
16	53 428	2%	73 345	0	0	0	0	0	-201 525

17	53 428	2%	74 812	0	0	0	0	-126 713
18	53 428	2%	76 308	0	0	0	0	-50 405
19	53 428	2%	77 835	0	0	0	0	27 430
20	53 428	2%	79 391	0	0	0	0	106 821

Tab. č. 17 – Doba návratnosti kompletního zateplení mateřské školy

Náklady na kompletní zateplení mateřské školy se vrátí do 19 let. Tato varianta představuje nejvyšší úspory energie.

Obecní úřad		
Varianta	Prostá návratnost	Podrobný výpočet
Výměna výplní	54,1	44,1
Výměna výplní + zateplení fasády	34,8	30,2
Zateplení stropu	13,0	12,7
Kombinace	15,3	18,3
Mateřská škola		
Varianta	Prostá návratnost	Podrobný výpočet
Zateplení fasády	23,6	24,6
Zateplení stropu	11,5	11,4
Kombinace	16,8	18,6

Tab. č. 18 – Porovnání dob návratnosti vypočítaných prostou návratností a podrobným výpočtem

8.3.5 Dotační programy

Při využití financování lze využít některého z dotačních titulů. Čerpat můžeme z regionálních, státních i evropských zdrojů. Každá žádost o dotaci s sebou kromě možné finanční podpory přináší také vyšší administrativní zátěž a s tím spojené vedlejší, často neuznatelné výdaje. Protože není jistota, že bychom dotaci obdrželi, nepočítáme s ní ani při výpočtu návratnosti. V případě přiznání dotace by se nám návratnost investic značně zkrátila.

Krajské dotace

Z kraje lze žádat o dotaci z Programu rozvoje venkova JMK. Nás zajímá především podtitul Obnova a údržba venkovské zástavby a občanské vybavenosti, který slibuje až 50% podporu. Nevýhodou je, že kraj poskytuje dotace jen do výše 200.000 Kč. Další nevýhodou

vidím v bodovém hodnocení žádostí, které téměř vylučuje šanci pro získání dotace na zateplení obecního úřadu.

Operační program Životní prostředí

Žádat o dotaci lze také přes Ministerstvo životního prostředí. Operační program Životní prostředí je 2. největším českým operačním programem a slibuje až 90% podporu. Pro nás je prioritní osa 3, která je určena zejména pro obce, města, kraje, vysoké školy, ale také příspěvkové organizace apod., které jsou vlastněné obcemi. Zaměřen je nejen na úsporu energie, ale také na výstavbu či rekonstrukci větrných elektráren a zdrojů tepla na obnovitelné zdroje či uplatnění technologií na využití odpadního tepla.

Nová zelená úsporám

V současnosti je aktuální pouze program pro rodinné domy, na příští rok se chystá spuštění programu pro bytové domy. Program pro veřejné budovy je zatím v přípravě. Podmínky pro získání dotace by měly být obdobné jako v operačním programu Životní prostředí. Pokud ovšem srovnáme kritéria s programem pro rodinné domy, nevidím získání dotace jako reálné. Obálky budov našich objektů budou i po kompletním zateplení spadat do kategorie energetické náročnosti D, tzn. méně úsporné. Důvodem jsou nevyhovující skladby podlah, které představují značné procento ochlazovaných konstrukcí.

Evropské dotace

Současný problém evropským dotacím spočívá v přechodu z programového období 2007 – 2013 na 2014 – 2020. V období 2007 – 2013 byla možnost žádat o dotaci přímo přes Státní zemědělský intervenční fond z osy III., konkrétně III. 2 – opatření ke zlepšení kvality života ve venkovských oblastech. Žádat se dalo také přes MAS Společná cesta, o.s. z osy IV. – Leader. Jaká bude možnost žádat o dotaci v programovém období 2014 – 2020 ještě stále není jasné.

9 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení ekonomické návratnosti navrženého zateplení vybraných obecních budov v obci Kučerov. Jednalo se o budovu obecního úřadu a mateřské školy.

V teoretické části byly popsány metody hodnocení energetické náročnosti budov, dále byly popsány možnosti dodatečného zateplení stěn, stropů a oken, kterými lze energetickou náročnost snížit. Vzhledem k navrženému systému zateplení obvodových stěn byl detailně popsán systém ETICS. Práce se věnuje také izolačním materiálům, a to jak tradičním, tak i alternativním. Jednou z navržených variant je výměna oken a dveří, proto byla objasněna základní problematika výplní otvorů. Část práce je věnována zemnímu plynu, kterému se věnujeme nejen z hlediska ceny, ale také z pohledu původu, dopravy či distribuce.

Při zhodnocení ekonomické návratnosti byly nejprve navržené varianty posouzeny z energetického hlediska. Výsledky byly porovnány se stávajícími stavy a byly spočítány roční úspory nákladů na vytápění. Pro jednotlivé varianty byly vypočteny náklady potřebné pro realizaci zateplení. Výpočet byl proveden pomocí programu BUILDpower od firmy RTS. Při ocenění výměny výplní otvorů vycházíme z cenové nabídky od firmy Okna Macek. Skutečné náklady pro provedení prací závisí na konkrétní cenové nabídce od oslovených firem. Při výpočtu návratnosti vycházíme z pořizovací ceny zateplení a roční úspory nákladů na vytápění. Skutečné návratnosti závisí na mnoha faktorech – růst, popř. pokles cen plynu, vývoj úrokové míry, atd.

Při výměně výplní na obecním úřadě ročně ušetříme necelých 3.500 Kč ročně, tedy oproti stávajícímu stavu 4.16% nákladů na vytápění. Investice ve výši 212.724 Kč by se vrátila až za 44,1 let.

Investice do zateplení fasády spojená s výměnou výplní otvorů se vrátí za 30,2 let. Zateplením ročně ušetříme 16,33% nákladů potřebných na vytápění, což je 13.197 Kč ročně. Celková investice do této varianty dosahuje 459.315 Kč.

Zateplením stropu ušetříme 17.72%, což je roční úspora na nákladech na vytápění 14.316 Kč. Investice ve výši 168.483 Kč se vrátí za 12,7 let.

Náklady na kompletní zateplení obecního úřadu se vyšplhají na 693,205 Kč. Tímto zateplením ročně ušetříme až 56,1%, což je 45.333 Kč ročně. Investice se vrátí za 18,3 let.

Pokud zateplíme obvodové stěny mateřské školy, ušetříme ročně 29.259 Kč. Úspora je spojená s počáteční investicí 690.488 Kč, která se vrátí za 24,6 let.

Investice do zateplení stropu ve výši 179.493 Kč se vrátí za 11,4 let. Pomocí této varianty ročně ušetříme 15.990 Kč, tedy 14,67% nákladů na vytápění. Stejně jako u obecního úřadu jde o nejefektivnější variantu.

Pokud vložíme 895.945 Kč do kompletního zateplení mateřské školy, ušetříme každý rok 53.428 Kč, které představují 50,28% nákladů na vytápění. Investované prostředky se nám vrátí za 18,6 let.

Všeobecně lze za nejefektivnější investici považovat zateplení stropu. V obou případech se vložené prostředky vrátí okolo 12. roku. Pokud pro financování využijeme některého z dotačních titulů, návratnost investic se nám výrazně sníží. Musíme ovšem počítat s vedlejšími náklady, které jsou spojené s pořízením potřebné projektové dokumentace. I když s sebou kompletní zateplení budov přináší nemalé investice, které se vrátí za necelých 20 let, lze do návratnosti zahrnout také zlepšení technických vlastností a zatraktivnění celkového vzhledu budov.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ČSN 73 0540: 2011
- *měsec.cz* www.mesec.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.mesec.cz/clanky/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-k-cemu-vam-je-a-kolik-bude-stat/>>
- *ENVIROS* www.enviros.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.enviros.cz/budovy/prukaz-energeticke-narocnosti.html>>
- *MPO Efekt* www.mpo-efekt.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.mpo-efekt.cz/cz/energeticke-expertizy/prukaz-energeticke-narocnosti-budov>>
- *NEMO inspekt* www.nemoinspekt.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.nemoinspekt.cz/penb>>
- *SUCHÁNEK s.r.o.* www.petrsuchanek.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.petrsuchanek.cz/energetika-staveb/co-je-energeticky-stitek-obalky-budovy/>>
- *INKAPO* www.inkapo.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.inkapo.cz/sluzby/energeticky-stitek-obalky-budovy>>
- *ENERGO-STEEL* www.energo.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.energo.cz/nabidka-sluzeb/energetika/energeticky-stitek-obalky-budovy/>>
- *MPO Efekt* www.mpo-efekt.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.mpo-efekt.cz/cz/energeticke-expertizy/energeticky-audit>>
- Zákon č. 318/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů
- *REBU-STAV* www.rebustav.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.rebustav.cz/zateplovani-budov.htm>>
- *Technologický předpis zateplovacích systémů Baumit* www.baumit.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.baumit.cz/upload/Dokumentace/Technol_predpisy/Zateplovaci_systemy_Baumit_-_TP.pdf>

- *Izolace-info* www.isolace-info.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.isolace-info.cz/aktuality/?nid=9060-zatepleni-fasady-technologicky-postup.html>>
- *STOMIX* www.stomix.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.stomix.cz/nejcastejsi-nedostatky-a-vady-pri-aplikaci-zateplovacich-systemu-%E2%80%93-etics-t_18.html>
- *Fasádní minerální deska* www.fasadnideska.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.fasadnideska.cz/informace/lepeni-izolantu/27>>
- *HOBRA holding s.r.o.* www.hobrholding.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.hobrholding.cz/clanky/tepelne-izolacni-systemy.html>>
- *SAINT-GOBAIN* www.saint-gobain.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<file:///D:/Dokumenty/Downloads/CEEEERES%202008-ETICS,%20%C4%8D%C3%A1st%20-Ing.%20Robert%20Mike%C5%A1.pdf>>
- *Technologický předpis zateplovacích systémů Baumit* www.baumit.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.baumit.cz/upload/Dokumentace/Technol_predpisy/Zateplovaci_systemy_Baumit_-_TP.pdf>
- *Stavební centrum WOODCOTE* www.woodcote.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.woodcote.cz/produkty/expandovany-polystyren-stabilizovany-pro-vetsi-odolnost-eps-s>>
- *GAVENDA POLYSTYREN* www.gavenda.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.gavenda.cz/nabidka.htm>>
- *ISOVER* www.isover.eshop.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.isover-eshop.cz/isover-domo-comfort>>
- *DŘEVO & Stavby* www.drevostavby.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.drevostavby.cz/cs/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/2238-perlit-je-darem-prirody>>
- *Nazeleno* www.nazeleno.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/kdyz-tepelnou-izolaci-tak-isocell.aspx>>

- *Naturwool* www.naturwool.cz [online], 2014 [2014-08-21]. Dostupné z: <<http://www.naturwool.cz/izolace-z-ovci-vlny>>
- *lepebydlet.cz* www.lepebydlet.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.lepebydlet.cz/stavebnictvi/ekologicka-alternativa-slamene-stavitelstvi/>>
- *Termo konopí* www.termo-izolace.cz [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.konopi-izolace.cz/produkt/termo-konopi-combi-jute-80x580x6000-mm-role>>
- *Ecolife trading s.r.o.* www.ecolife-trading.eu [online], 2014 [2014-08-25]. Dostupné z: <<http://www.ecolife-trading.eu/produkty/korkova-deska-izolacni-1000x500x50mm-spld/>>
- *ASB-portal.cz* www.asb-portal.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/konstrukce-a-prvky/okna-dvere/konstrukcni-opatreni-pro-zvyseni-teploty-voblasti-zasklivaci-spary>>
- *DECPLAST* www.decplast.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.decplast.cz/img/Original76-rez.jpg>>
- Dřevěná okna a euro okna www.drevena-okna-online.cz [online], 2014 [2014-03-19]. Dostupné z: <<http://www.drevena-okna-online.cz/>>
- *zemní plyn* www.zemniplyn.cz [online], 2014 [2014-06-18]. Dostupné z: <<http://www.zemniplyn.cz/doprava/>>
- *TZBinfo* www.tzn-info.cz [online], 2014 [2014-06-18]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/1908-co-mozna-nevite-o-zemnim-plynu>>
- *ušetřeno.cz* www.usetreno.cz [online], 2014 [2014-06-18]. Dostupné z: <<http://www.usetreno.cz/distribuce-plynu/>>
- *TZBinfo* www.tzb-info.cz [online], 2014 [2014-08-27]. Dostupné z: <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>>

11 SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č. 1 – Podíl primárních energetických zdrojů v ČR

Graf č. 2 – Porovnání nákladů na vytápění pro výpočtovou spotřebu tepla 65 GJ

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. č. 1 - Třídy energetické náročnosti

Tab. č. 2 - Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Tab. č. 3 – Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi

Tab. č. 4 – Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi

Tab. č. 5 – Přehled úspor pro jednotlivé varianty u budovy obecního úřadu

Tab. č. 6 – Přehled úspor pro jednotlivé varianty u budovy mateřské školy

Tab. č. 7 – Přehled nákladů pro jednotlivé varianty zateplení obecního úřadu

Tab. č. 8 – Přehled nákladů pro jednotlivé varianty zateplení mateřské školy

Tab. č. 9 – Doba návratnosti jednotlivých investic pro obecní úřad

Tab. č. 10 – Doba návratností jednotlivých investic pro budovu mateřské školy

Tab. č. 11 – Doba návratnosti výměny výplní obecního úřadu

Tab. č. 12 – Doba návratnosti výměny výplní a zateplení fasády obecního úřadu

Tab. č. 13 – Doba návratnosti zateplení stropu obecního úřadu

Tab. č. 14 – Doba návratnosti kompletního zateplení obecního úřadu

Tab. č. 15 – Doba návratnosti zateplení fasády mateřské školy

Tab. č. 16 – Doba návratnosti zateplení stropu mateřské školy

Tab. č. 17 – Doba návratnosti kompletního zateplení mateřské školy

Tab. č. 18 – Porovnání dob návratností vypočítaných prostou návratností a podrobným výpočtem

13 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. č. 1- Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy

Obr. č. 2 - Průkaz energetické náročnosti budovy

Obr. č. 3 - Energetický štítek obálky budovy

Obr. č. 4 – Skladba ETICS

Obr. č. 5 – Založení systému ETICS

Obr. č. 6 – Vazba desek u okna – správné a špatné provedení

Obr. č. 7 – Příklad rozmístění hmoždinek

Obr. č. 8 – Expandovaný polystyren

Obr. č. 9 – Extrudovaný polystyren

Obr. č. 10 – Minerální vata v roli

Obr. č. 11 – Perlit

Obr. č. 12 – Celulóza

Obr. č. 13 – Izolace z ovčí vlny

Obr. č. 14 – Využití izolace ze slámy

Obr. č. 15 – Izolace z konopí

Obr. č. 16 – Izolace z korku

Obr. č. 17 – Problematické spáry okna

Obr. č. 18 – Řez šestikomorovým plastovým oknem

Obr. č. 19 – Mapa plynovodní sítě Evropy

Obr. č. 20 – Distribuční oblasti ČR

Obr. č. 21 – Budova obecního úřadu

Obr. č. 22 – Budova mateřské školy