



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VLIV PENB NA CENU RODINNÉHO DOMU V LOKALITĚ KOSOV (OKRES ŠUMPERK)

THE EFFECT OF THE ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATE OF BUILDING (EPCB) ON THE PRICE OF A
SINGLE-FAMILY HOUSE IN KOSOV (ŠUMPERK DISTRICT)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Martin Steidl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Pertl, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství
Student: **Ing. Martin Steidl**
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Realitní inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Marek Pertl, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

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

Vliv PENB na cenu rodinného domu v lokalitě Kosov (okres Šumperk)

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Posouzení energetické náročnosti rodinného domu v lokalitě Kosov (okres Šumperk). Stanovení PENB před provedenými stavebními úpravami a následně po provedených stavebních úpravách. Závěrem porovnat dosažené hodnoty, řádně okomentovat a odůvodnit případně rozdíly.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je zjištění, jak se mění cena zvoleného rodinného domu v důsledku provedených stavebních úprav v návaznosti na provedení PENB.

Seznam literatury:

Předpis č. 177/2006 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.

Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku v aktuálním znění.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce pojednává o ceně rodinného domu v obci Kosov a její závislosti na průkazu energetické náročnosti budovy náležící tomuto domu. Objekt rodinného domu je oceněn vzhledem k současnému stavu dle platných předpisů s přihlédnutím k energetické náročnosti, vybavení nemovité věci a jejímu technickému opotřebení. U rodinného domu je následně navrženo opatření, snižující energetickou náročnost budovy, tedy i finanční náročnost na vytápění a provoz budovy. Výsledkem je vyhodnocení pohybu ceny nemovité věci v závislosti na provedených opatřeních a novém technickém stavu rodinného domu.

Klíčová slova

Průkaz energetické náročnosti budovy
Ocenění rodinného domu
Vliv PENB na cenu nemovitosti
Energetická úspornost objektu

Abstract

The diploma thesis is focused on the price of a family house in the village of Kosov and its dependence on the Energy Performance Certificate of this house. The price of the family house, given its current condition, is determined in accordance with applicable regulations and taking into account the energy demands, the property facilities and the technical wear of the property. Then a measure reducing the building energy performance and thus financial demands regarding heating and operation of the house is proposed. The result of the thesis is the evaluation of the price of the property depending on the implemented measures and the new technical condition of the family house.

Keywords

Energy Performance Certificate
The valuation of the house
Dependence of the price of the family house on EPC
Energy efficiency of the family house

Bibliografická citace

STEIDL, M. *Vliv PENB na cenu rodinného domu v lokalitě Kosov (okres Šumperk)*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2016. 125 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Marek Pertl, Ph.D..

Prohlášení

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

V Brně

.....

Podpis diplomanta

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, kterým je Ing. Marek Pertl, Ph.D., za jeho ochotné poskytnutí cenných rad a informací při řešení zadaných úkolů.

V Brně dne 24. 5. 2016

.....
podpis autora
Ing. Martin Steidl

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Teoretická část	12
2.1	Hodnocení energetické náročnosti budovy	12
2.2	Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB).....	13
2.2.1	Energetický průkaz a energetický štítek budovy	15
2.3	Požadavky na konstrukce nízkoenergetického domu a domu v pasivním standardu	16
2.4	Dotace Zelená úsporám	18
2.5	Náklady na provoz budovy	19
2.6	Tepelné zisky	20
2.7	Přehřívání interiéru.....	23
2.8	Snížení energetické náročnosti staré zástavby	24
2.8.1	Zateplení pláště budovy	24
2.8.2	Výměna oken	28
2.8.3	Nucené větrání objektu	30
2.8.4	Využívání obnovitelných zdrojů energie	31
2.8.5	Elektrické spotřebiče a osvětlení	33
3	Praktická část	34
3.1	Předmět ocenění	34
3.2	Popis oblasti, ve které se nachází oceňovaný objekt rodinného domu	34
3.2.1	Lokalita	34
3.2.2	Infrastruktura	35
3.2.3	Doprava.....	35
3.2.4	Občanská vybavenost	35
3.2.5	Okolní příroda.....	36
3.3	Trh s nemovitými věcmi	36
3.3.1	Trh s nemovitými věcmi v okrese Šumperk	36
3.3.2	Trh s nemovitými věcmi v obci Kosov.....	37
3.4	Popis stavebních konstrukcí objektu a vybavení objektu	37

3.4.1	Celkový popis zónování.....	37
3.4.2	Základy, svíslé konstrukce.....	38
3.4.3	Vodorovné konstrukce, strop pod nevytápěnou půdou	39
3.4.4	Střecha	39
3.4.5	Povrchové úpravy	40
3.4.6	Výplně otvorů	40
3.4.7	Popis technologického vybavení objektu	41
3.5	Návržené opatření pro snížení energetické náročnosti objektu.....	44
3.5.1	Zateplení objektu	44
3.5.2	Výměna otvorových výplní	50
3.5.3	Výměna osvětlení	51
3.6	Stanovení a posouzení potencionálních finančních úspor na energiích.....	52
3.6.1	Úspora energií zateplením obalových konstrukcí budovy.....	52
3.6.2	Úspora výměnou otvorových výplní.....	53
3.6.3	Úspora výměnou osvětlení za úsporné LED žárovky.....	53
3.6.4	Celková roční úspora energií	53
3.7	Předpokládaná roční finanční úspora na energiích	57
3.7.1	Přepoččet potřeby energie na vytápění na hmotnostní potřebu černého uhlí 57	
3.7.2	Ceny energií a předpokládaná finanční úspora.....	57
3.8	Ocenění rodinného domu	58
3.9	Postup výpočtu	59
3.9.1	Základní cena upravená	59
3.9.2	Cena stavby v Kč určená nákladovým způsobem	60
3.9.3	Cena stavby.....	63
3.10	Cena rodinného domu – současný stav	67
3.11	Cena rodinného domu – po realizaci opatření.....	71
3.12	Posouzení vlivu PENB (snížení energetické náročnosti budovy a snížení finanční náročnosti na vytápění a provoz budovy) na cenu nemovité věci	78

4	Závěr	82
4.1	Seznam použitých zdrojů	84
5	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	89
6	Seznam tabulek	90
7	Seznam obrázků	92
8	Seznam grafů	93
9	Seznam příloh	94
10	Přílohy.....	95
10.1	Příloha 1 – Protokol k výpočtu PENB – před opatřením	95
10.2	Příloha 2 – Protokol k výpočtu PENB – po opatření.....	104
10.3	Příloha 3 – Ocenění navržených opatření	112
10.4	Příloha 4 – Výpočet návratnosti	118

1 Úvod

Cílem této diplomové práce je objasnit vliv průkazu energetické náročnosti budovy (dále PENB) na cenu nemovité věci. Tato závislost je objasněna na konkrétní budově rodinného domu v obci Kosov v Olomouckém kraji.

PENB hodnotí energetickou náročnost budovy a závisí především na kvalitě konstrukční obálky budovy a použitého technologického zařízení a vybavení. Z tohoto důvodu má obecně na cenu nemovité věci dvojitý vliv. Cena nemovité věci je výrazně ovlivněna jednak energetickou úsporností objektu, ale i modernizací technologického zařízení a rekonstrukcí obálky budovy, tedy výměnou jeho starých opotřebovaných částí za nové.

V této diplomové práci je uvažováno jak s vlivem energetické úspornosti, tak změnou technického opotřebení konstrukcí vlivem zhotovení nové fasády, nových oken a nové střechy.

2 Teoretická část

2.1 Hodnocení energetické náročnosti budovy

V posledních letech se klade čím dál větší důraz na šetrné hospodaření s energiemi, zejména v souvislosti s globálním oteplováním a snižováním ekologické stopy a především také z důvodu neustále rostoucích cen energií. Proto byly uvedeny v platnost některé zákony a vyhlášky, které hospodaření s energiemi upravují, a taktéž vzniklo nemálo dotačních programů pro výstavbu nízkoenergetických budov nebo modernizaci starší zástavby.

1. 1. 2001 vešel v účinnost zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, který mimo jiné stanovuje některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií. V § 7 tohoto zákona jsou následně uvedeny požadavky na snižování energetické náročnosti budov v nadcházejících letech. Ten ukládá stavebníkovi v případě výstavby nové budovy povinnost plnit požadavky na energetickou náročnost budovy podle prováděcího právního předpisu a při žádosti o stavební povolení nebo žádosti o změnu stavby před jejím dokončením to doložit průkazem energetické náročnosti budovy, který obsahuje:

- *„splnění požadavků na energetickou náročnost budovy na nákladově optimální úrovni od 1. ledna 2013,*
- *splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a to v případě budovy, jejímž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci nebo subjekt zřízený orgánem veřejné moci (dále jen „orgán veřejné moci“) a jejíž celková energeticky vztažná plocha bude:*
 - 1. větší než 1500 m², a to od 1. ledna 2016,*
 - 2. větší než 350 m², a to od 1. ledna 2017,*
 - 3. menší než 350 m², a to od 1. ledna 2018,*
- *splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a to v případě budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1500 m² od 1. ledna 2018, v případě budovy s celkovou energeticky vztažnou*

plochou větší než 350 m² od 1. ledna 2019 a v případě budovy s celkovou energeticky vztahnou plochou menší než 350 m² od 1. ledna 2020,

- *posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti místního systému dodávky energie využívajícího energii z obnovitelných zdrojů, kombinované výroby elektřiny a tepla, soustavy zásobování tepelnou energií a tepelného čerpadla (dále jen „alternativní systém dodávek energie“).“ [1]*

Obdobně si musí počínat i stavebník nebo vlastník, který plánuje změnu již dokončené budovy. Při podání žádosti o stavební povolení musí plnit požadavky na energetickou náročnost budovy podle právního předpisu a doložit ji průkazem energetické náročnosti budovy:

- *„splnění požadavků na energetickou náročnost budovy na nákladově optimální úrovni pro budovu nebo pro měněné stavební prvky obálky budovy a měněné technické systémy podle prováděcího právního předpisu,*
- *posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie podle prováděcího právního předpisu,*
- *stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy podle prováděcího právního předpisu.“ [2]*

2.2 Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB)

PENB slouží k vyhodnocení energetické náročnosti budovy podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budovy – kvantifikuje veškeré energie spotřebované při standardizovaném provozu hodnocené budovy a zařazuje budovu do příslušné třídy A – G viz tabulka 1. Průkaz se ovšem nevztahuje pouze na tepelné ztráty objektu, ale i na energii potřebnou pro ohřev teplé vody, chlazení, větrání a osvětlení objektu.[3]

Hodnota pro horní hranici náročnosti je stanovena hodnotou energetické náročnosti referenční budovy E_R , která udává, kolikrát je hodnocený objekt energeticky náročnější než referenční (normová) budova. Při dosažení hodnot obdobných jako u referenční budovy se objekt zařadí do třídy C, což mimo jiné znamená, že v současné době není možné navrhnout a postavit budovu, která by spadala do třídy D a horší. [4]

Platnost průkazu je 10 let od jeho vyhotovení nebo do provedení větší změny dokončené budovy nebo způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody. PENB musí být zpracován energetickým specialistou, kterým je fyzická osoba, která je držitelem oprávnění ke zpracování průkazu. [4]

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií dále ukládá povinnost vlastníkovi opatřit si průkaz při výstavbě nové budovy, při větších změnách dokončené stavby, prodeji budovy nebo její ucelené části, při pronájmu budovy a od 1. 1. 2016 taktéž při pronájmu ucelené části budovy. Vlastník je také povinen při prodeji zajistit uvedení klasifikační třídy ukazatele energetické náročnosti v informačních a reklamních materiálech při prodeji nebo nájmu, předložit jej nebo jeho ověřenou kopii potenciálnímu zájemci o koupi či pronájem jednotky a předat průkaz nebo jeho ověřenou kopii nejpozději v den podpisu kupní nebo nájemní smlouvy. [4]

Tab. 1 – Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy [5]

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	U_{em}	
A	0,5 x ER	0,65 x ER	Mimořádně úsporná
B	0,75 x ER	0,8 x ER	Velmi úsporná
C	ER		Úsporná
D	1,5 x ER		Méně úsporná
E	2 x ER		Nehospodárná
F	2,5 x ER		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná

Energetická náročnost objektu se stanovuje zapomocí těchto ukazatelů:

- „celková primární energie za rok (energie, která neprošla žádným procesem přeměny, celková primární energie je součtem obnovitelné a neobnovitelné primární energie),
- neobnovitelná primární energie za rok,
- celková dodaná energie za rok,
- dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok,
- průměrný součinitel prostupu tepla,

- *součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,*
- *účinnost technických systémů.*“ [5]

Vzor a obsah průkazu energetické náročnosti budovy stanovuje předpis č. 78/2013 Sb., vyhláška o energetické náročnosti budovy. Průkaz je tvořen protokolem a grafickým znázorněním. Protokol obsahuje:

- *„účel zpracování průkazu,*
- *základní informace o hodnocené budově,*
- *informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech,*
- *energetickou náročnost hodnocené budovy,*
- *posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie,*
- *doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy, včetně opatření při změně stavebního prvku obálky nebo technického systému,*
- *identifikační údaje energetického specialisty a datum vypracování průkazu,*
- *zdroj, kde lze získat informace k průkazu energetické náročnosti budovy, zejména možnosti realizace doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy a stanovení nákladů na realizaci těchto opatření a možnosti jejich financování.*“ [6]

Grafická část průkazu obsahuje zařazení budovy do klasifikačních tříd energetické náročnosti budovy, měrné hodnoty ukazatelů energetické náročnosti budovy vztažené na energeticky vztažnou plochu a také hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro celou budovu viz obrázek 1.

2.2.1 Energetický průkaz a energetický štítek budovy

Rozdíl mezi grafickou částí průkazu a štítku budovy může člověka, který se neorientuje v tomto oboru, lehce zmást. Na první pohled vypadají poměrně obdobně, avšak je mezi nimi velký rozdíl. Zatímco průkaz energetické náročnosti pracuje se všemi tepelně-technickými parametry budovy a energetickými náročnostmi dílčích technologických vybavení budovy, energetický štítek dokládá pouze splnění požadavků na vstup tepla obálkou budovy.

Objekt je zaříděn do klasifikační třídy A – G v závislosti na hodnotě průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) ve vztahu k normové hodnotě průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$). Jednoduše řečeno, je závislý pouze na kvalitě zateplení budovy a kvalitě výplní otvorů v obvodových konstrukcích. [6]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY
vytvářený podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: _____
 PSČ, místo: _____
 Typ budovy: _____
 Plocha obálky budovy: _____ m²
 Objemový faktor tvaru A/V: _____ m³/m²
 Celková energeticky vztáhná plocha: _____ m²

FOTO

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie <small>(Energie na vstupu do budovy)</small>	Neobnovitelná primární energie <small>(Vliv provozu budovy na životní prostředí)</small>																																																																																				
Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)																																																																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">Mimořádně úsporná</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">A</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Dop.</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">A</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">← XXX</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Velmi úsporná</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Úsporná</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Méně úsporná</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Neohospodárna</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Velmi neohospodárna</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mimořádně neohospodárna</td> <td style="text-align: center;">G</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">G</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> </table>	Mimořádně úsporná	A	Dop.	A	← XXX		Velmi úsporná	B	XXX	B	← XXX	XXX	Úsporná	C	XXX	C	← XXX	XXX	Méně úsporná	D	XXX	D	← XXX	XXX	Neohospodárna	E	XXX	E	← XXX	XXX	Velmi neohospodárna	F	XXX	F	← XXX	XXX	Mimořádně neohospodárna	G	XXX	G	← XXX	XXX	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">Dop.</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">A</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">← XXX</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">G</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> </tr> </table>	Dop.	A	← XXX				XXX	B	← XXX	XXX	← XXX	XXX	XXX	C	← XXX	XXX	← XXX	XXX	XXX	D	← XXX	XXX	← XXX	XXX	XXX	E	← XXX	XXX	← XXX	XXX	XXX	F	← XXX	XXX	← XXX	XXX	XXX	G	← XXX	XXX	← XXX	XXX
Mimořádně úsporná	A	Dop.	A	← XXX																																																																																	
Velmi úsporná	B	XXX	B	← XXX	XXX																																																																																
Úsporná	C	XXX	C	← XXX	XXX																																																																																
Méně úsporná	D	XXX	D	← XXX	XXX																																																																																
Neohospodárna	E	XXX	E	← XXX	XXX																																																																																
Velmi neohospodárna	F	XXX	F	← XXX	XXX																																																																																
Mimořádně neohospodárna	G	XXX	G	← XXX	XXX																																																																																
Dop.	A	← XXX																																																																																			
XXX	B	← XXX	XXX	← XXX	XXX																																																																																
XXX	C	← XXX	XXX	← XXX	XXX																																																																																
XXX	D	← XXX	XXX	← XXX	XXX																																																																																
XXX	E	← XXX	XXX	← XXX	XXX																																																																																
XXX	F	← XXX	XXX	← XXX	XXX																																																																																
XXX	G	← XXX	XXX	← XXX	XXX																																																																																
Hodnoty pro celou budovu <small>MWh/rok</small>	XX.X	XX.X																																																																																			

Obr. 1 – Vzor průkazu energetické náročnosti PENB [3]

2.3 Požadavky na konstrukce nízkoenergetického domu a domu v pasivním standardu

Jak je zmíněno výše, v případě potřeby získání stavebního povolení pro novostavbu nebo změnu stavby dokončené (rekonstrukce) je potřeba splnit požadavky na energetickou náročnost budovy. Nízké ENB (energetické náročnosti budovy) je dosaženo zejména tehdy, když se jednotliví účastníci výstavby, tedy investor, stavebník, projektant a zhotovitel, drží 4 obecných pravidel:

- **Promyšlené koncepční řešení budovy** – je nutné již ve fázi projekce důkladně promyslet účel a dispozici objektu tak, aby byl využíván co nejefektivněji s co nejvyšší možnou mírou slunečních energetických zisků.
- **Kvalitní tepelná izolace a dokonalé detaily styků konstrukcí** – tepelné ztráty objektu lze výrazně eliminovat kvalitní tepelnou izolací o vhodné tloušťce, ale taktéž správným provedením detailů, kterými se zmírňují nebo dokonce odstraní tepelné mosty, které mimo jiné mohou způsobit výskyt vlhkosti a plísní uvnitř interiéru.
- **Účinné technické systémy** – účinnost systému zde není dána pouze účinností samotného zařízení, ale jeho provedením a provázáním s koncepcí celé budovy.
- **Důraz na kvalitu provedení** – podmínkou pro dosažení úspor energie v praxi je taktéž význam technického dozoru stavebníka a autorského dozoru projektanta, který na kvalitu provedení dohlíží. [21]

Tab. 2 – Požadované a doporučené součinitele prostupu tepla konstrukcí [8]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	Těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		Lehká: 0,20	
Střecha plochá a do 45°	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Podlaha na terénu	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Okna ve vnější stěně	1,50	1,20	0,80 až 0,60

Norma ČSN 730540-2 – Požadavky, stanovuje požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně. Součinitel prostupu tepla U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) vyjadřuje, kolik tepla ve W projde m^2 stěny při rozdílu venkovní a vnitřní teploty 1 K.

V tabulce 2 jsou uvedeny základní hodnoty pro obvodové konstrukce budovy, kterých je nutno dle normy dosáhnout, hodnoty, kterých je doporučeno dosáhnout, a taktéž hodnoty doporučené pro pasivní domy.

Novým trendem ve výstavbě rodinných a bytových domů je navrhování staveb v pasivním standardu. Jak je možno vidět v tabulce 2, požadavky na pasivní dům jsou

mnohdy méně než poloviční oproti požadovaným hodnotám. Nejsou to ale jediné požadavky, které se musí při návrhu pasivního objektu splnit. Aby byla stavba klasifikována jako pasivní a aby měl stavebník (investor) nárok na dotaci, musí splnit další kritéria, kterými jsou:

- měrná roční spotřeba tepla na vytápění – max. $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$,
- průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy – max. $0,22 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$,
- neprůvzdušnost obálky budovy n_{50} musí být menší nebo rovno hodnotě $0,6^{-1}/\text{hod}$,
- celková potřeba primární energie je nižší než $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,
- účinnost rekuperace vyšší jak 75 %. [9]

Pro dosažení pasivní budovy nestačí pouze kvalitně zateplit obálku budovy, ale je nutné kvalitně provést vzduchotěsnou obálku budovy, zvolit vhodné zařízení pro rekuperaci tepla (vzduchotechnikou jednotku se zpětným získáváním tepla) a zařízení pro vytápění objektu a ohřev teplé vody. Pokud bude objekt zateplen dle pasivního standardu a vytápění bude navrženo, např. pouze elektrické z veřejné sítě, může se stát, že objekt nevyhoví na celkovou spotřebu primární energie.

2.4 Dotace Zelená úsporám

Investoři často od myšlenky stavět pasivní dům upouští zejména z obav z vysoké ceny stavby i přes možnost získání dotací. Odborníci, kteří se pasivními domy zabývají, určují prodražení domu o cca 10 % z ceny stavby. Návratnost této sumy záleží čistě na uživateli domu a jejich šetrném zacházení s energiemi.

Dotace na úspory energií spojené s bydlením se rozdělují do 3 oblastí – oblast podpory A, B a C. [10]

Oblast podpory A je zaměřena na snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů, konkrétně na výměnu oken a dveří, zateplení fasády, podlahy, střechy a stropu. Dotace je poskytována na základě výměry zateplované plochy a typu konstrukce a koeficientu upravujícím výši dotace na základě zvýhodnění (např. památkově chráněná budova). Při posuzování nároku na dotaci se přihlíží k požadovaným parametrům stanovených tepelně-technickým posouzením, a to zejména k měrné roční potřebě tepla na vytápění po realizaci E_A ($\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$),

průměrnému součiniteli prostupu tepla obálkou budovy U_{em} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$), vlastnostem stavebních prvků obálky budovy λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) a procentnímu snížení vypočtené měrné roční potřeby tepla na vytápění E_A oproti stavu před realizací opatření (%). [10]

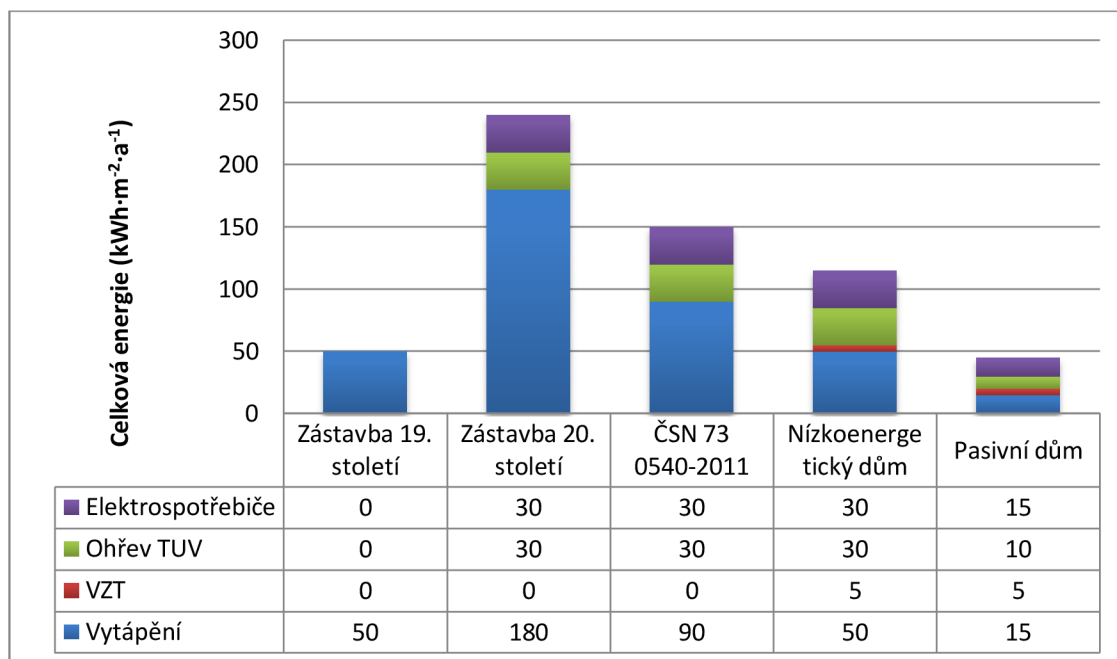
Oblast podpory B je zaměřena na výstavbu rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností a poskytuje jednorázové finanční krytí na jeden rodinný dům. Dotace při splnění požadavků dosahuje až 450 000 Kč/dům. Stejně jako u podpory A se přihlíží k měrné roční potřebě tepla na vytápění po realizaci E_A ($\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$), průměrnému součiniteli prostupu tepla obálkou budovy U_{em} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$), dále měrné neobnovitelné primární energii E_{em} ($\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$), součiniteli prostupu tepla na systémové hranici pasivního domu U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$), průvzdušnosti obálky budovy ($1\cdot\text{h}^{-1}$), nejvyšší denní teplotě vzduchu v místnosti v letním období a k povinné instalaci nuceného větrání. [10]

Oblast podpory C je zaměřena na efektivní využívání zdrojů energie. Dotace slouží na výměnu starého neekologického kotle spalujícího uhlí nebo koks za efektivní ekologicky šetrné zdroje, např. kotel na biomasu, tepelné čerpadlo nebo plynový kondenzační kotel, dále na instalaci fotovoltaických a solárních termických panelů a instalaci systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu. [10]

2.5 Náklady na provoz budovy

Energetická náročnost objektu zahrnuje veškerou spotřebu energie spojenou s provozem budovy. Započítávají se nároky jak na vytápění, chlazení, ohřev TUV, větrání, tak na elektrospotřebiče a osvětlení vnitřních prostor objektu.

Jak je znázorněno na grafu 1, největší spotřebu vždy zaujímá vytápění objektu. Dům postavený v pasivním standardu může být ovšem 5 – 9 x úspornější než stavba postavená klasickým způsobem bez zvláštního přístupu k nízké spotřebě energie. Vzhledem k takto velkým nákladům na vytápění se v mnoha případech vyplácí dodatečné zateplení objektu včetně instalace moderního technologického zařízení, které pracuje mnohem efektivněji, šetří energii a tudíž i peníze. U pasivních domů se taktéž počítá s využitím nejmodernějších spotřebičů. Dnes jsou na trhu běžně k dostání spotřebiče, které spadají do energetické třídy A+++.

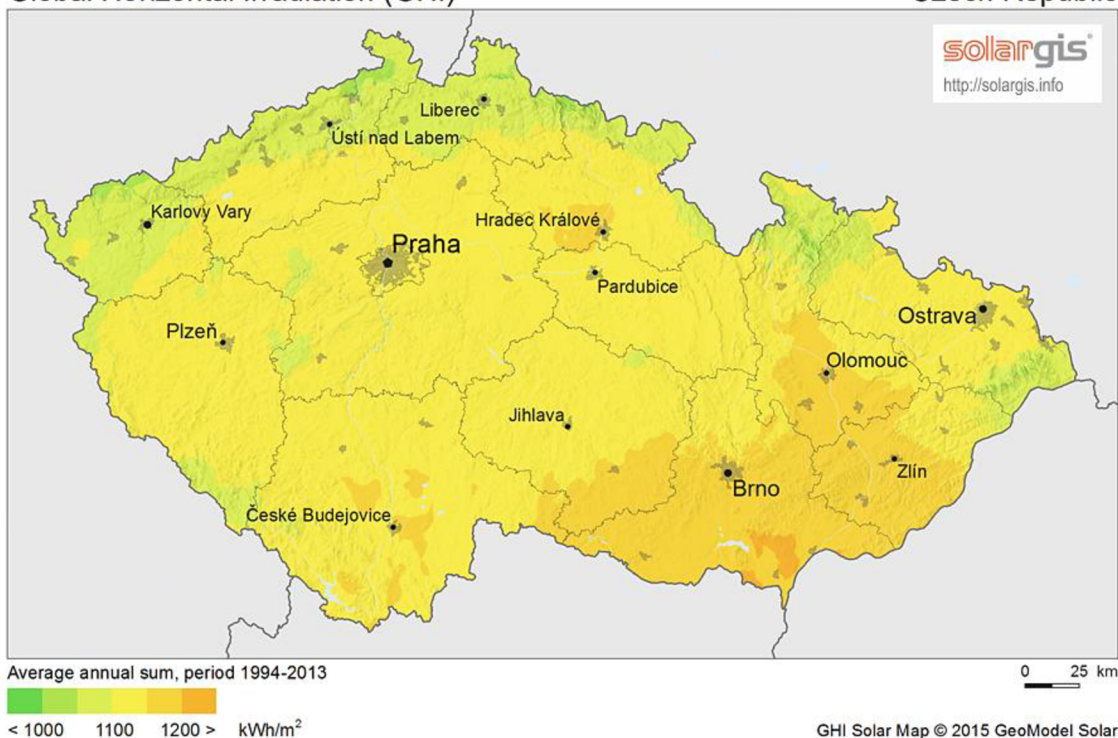


Graf 1 – Energetická náročnost dle typu zástavby [11]

2.6 Tepelné zisky

Jedním ze základních principů snížení energetické náročnosti budovy a snížení celkové dodané primární a neobnovitelné energie spočívá na správnem návrhu dispozice objektu a prosklených ploch obvodových stěn. Obytné místnosti se správně navrhují na jih, západ nebo jihozápad, tedy k těm světovým stranám, na které dopadá nejvíce slunečního záření.

Jak je znázorněno na obrázku 2, v naší zeměpisné šířce dopadá každým rokem průměrně 1000 – 1200 kWh na každý m² země. Toto obrovské množství energie je možné efektivně využívat, bohužel ne však na 100 %. Velikost slunečního záření dopadajícího na budovu se liší v závislosti nejen na orientaci konstrukce, ale i na denní době a ročním období.



Obr. 2 – Na obrázku je znázorněn průměrný roční úhrn dopadajícího slunečního záření na m^2 za období 1994-2013. Na území České republiky jsou hodnoty v rozmezí 1000-1200 kWh/m^2 [zdroj: www.solargis.info.cz]

Během letního dne je slunce vysoko nad obzorem a ostrý úhel mezi dopadajícími slunečními paprsky a oknem zapříčiní menší osluněnou plochu prosklení okna. Ovšem v zimních měsících je slunce níže nad obzorem, paprsky dopadají na konstrukci pod větším úhlem a prosklenou část okna osvětluje celou, což je vede k větší intenzitě záření.

V zásadě sluneční energii využíváme dvěma způsoby, a to aktivně a pasivně, viz diagram 1.

Aktivní způsob využití tepla je nejrozšířenější. Jedná se o obnovitelný zdroj energie, který nezanechává natolik velkou ekologickou stopu jako jiné způsoby pro vytápění objektů. Využívá se tedy jak pro výrobu elektrické energie, která je spotřebována přímo uživatelem domu, tak pro výrobu tepla, které se ukládá v akumulacím zásobníku a používá se pro ohřev užitkové vody nebo vytápění objektu.

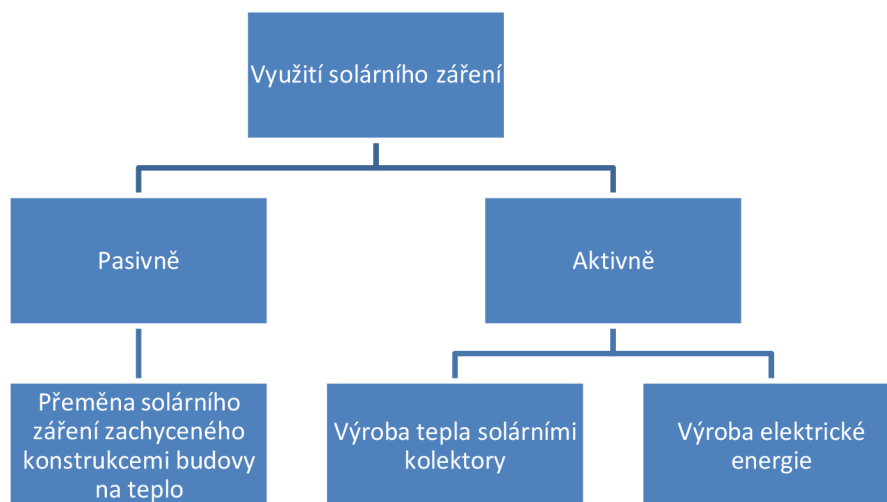
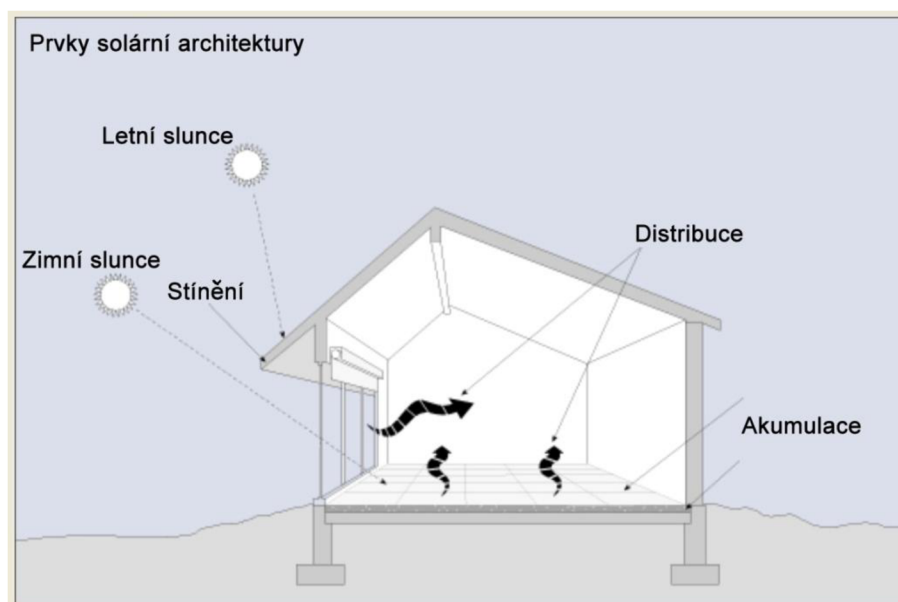


Diagram 1 - Znáznornění využití sluneční energie [23]

Pasivní způsob nevyžaduje žádné technologické zařízení, ale pracuje s konstrukcemi domu. Energie ze slunce se do interiéru dostává dvěma způsoby, a to převážná většina skrze prosklené plochy jako sluneční záření o intenzitě I_t (W/m^2) a druhá část obvodovými zdi, která je charakterizována teplotním útlumem konstrukce v (-) a fázovým posunutím teplotních kmitů ψ (hod). Základní princip pasivního využití slunečního záření je na obrázku 3.



Obr. 3 – Prvky solární architektury [24]

Tepelné zisky u okna tvoří podstatnou část vnějších zisků, které snižují energetickou náročnost. Zářením je ohříván vzduch v místnosti, ale i osvětlená část konstrukce (podlaha, stěna), která v sobě akumuluje teplo do té doby, než teplota v interiéru poklesne.

Sluneční energie prostoupí obvodovou neprůsvitnou konstrukcí do interiéru s jistým časovým posunem a teplotním útlumem. Velkou roli zde hraje projektant, který má za úkol navrhnout skladbu tak, aby časový posun byl okolo 12 hodin. Tím se zajistí, že maximální teplota na povrchu konstrukce v exteriéru, které je dosaženo v 15:00, prostoupí na stranu interiéru v 3:00 – 4:00 ráno, tedy tehdy, kdy je teplota vzduchu nejnižší.

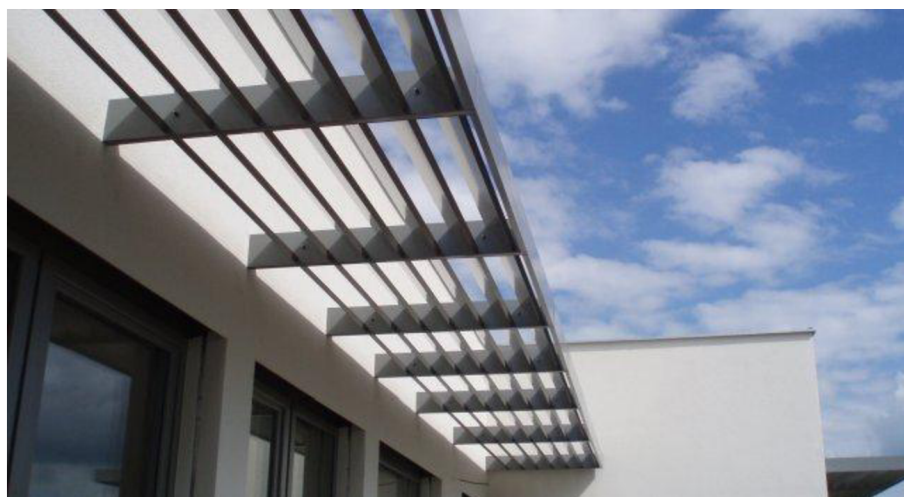
2.7 Přehřívání interiéru

I když na první pohled vypadá, že nám sluneční paprsky pouze pomáhají snížit energetickou náročnost budovy, v letních měsících tomu tak být nemusí. Pokud u moderní stavby není řešeno stínění velkých prosklených ploch, může prostupující záření způsobit přehřívání interiéru. S tím je potom spojeno chlazení interiéru klimatizací, která není energeticky šetrnou záležitostí.

Proto je při návrhu nového domu nebo rekonstrukci starší zástavby přestavěnou na nízkoenergetickou navrhovat stínící prvky, které nepropustí sluneční paprsky do interiéru.

Jako stínící prvky lze použít:

- žaluzie (vnitřní, nejlépe exteriérové),
- rolety,
- slunolamy (viz obrázek 4),
- markýzy,
- převis střechy, balkónu nebo jiné stavební konstrukce.



Obr. 4 – Slunolam [25]

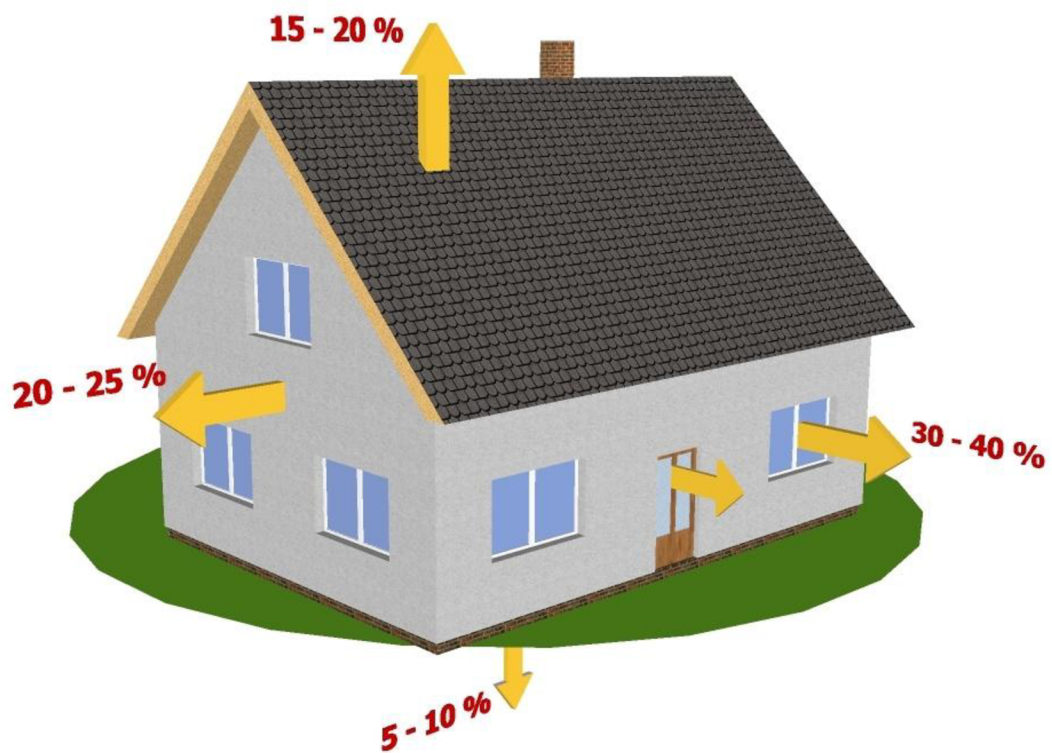
2.8 Snížení energetické náročnosti staré zástavby

2.8.1 Zateplení pláště budovy

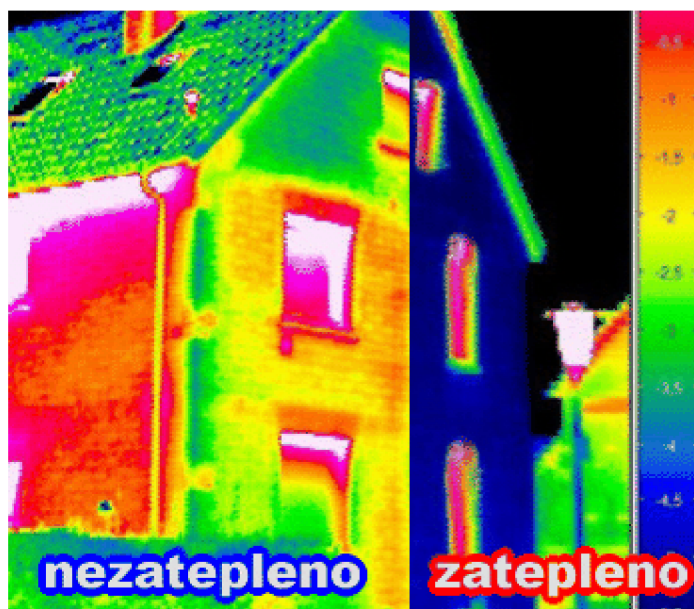
Při rekonstrukci starší zástavby nejvíce investorů začíná výměnou oken a zateplením obvodových stěn budovy. Tou uniká podstatné množství tepla (jak je vidět na obrázku 5 a 6). Každopádně je vhodné výměnu oken spojit přímo se zateplením obvodových stěn, jelikož by mohl nastat problém kondenzace páry na vnitřním povrchu konstrukce vlivem nízké teploty konstrukce v rozích stavby a velkého množství vodní páry z důvodu vyšší těsnosti nových oken.

Na obrázku je znázorněno procentuální zastoupení jednotlivých konstrukcí, které se podílejí na úniku tepla z budovy. Únik tepla podlahou na terénu je pochopitelně nejmenší, jelikož teplo stoupá zákonitě nahoru a taktéž proto, že zemina pod domem není natolik chladná jako okolní vzduch a má v podstatě konstantní teplotu.

Na obrázku 6 je únik tepla skrze obvodové konstrukce zachycen termokamerou. Na levém snímku je dům před zateplením, na kterém jsou vidět pole o teplotě 2 °C. Na pravém snímku jsou zachycena stejná místa po zateplení a jejich teplota dosahuje téměř -6 °C.



Obr. 5 – Znáznornění poměrů tepelných ztrát objektu [26]



Obr. 6 – Znáznornění tepelných ztrát fotografií z termokamery [27]

Nejčastěji voleným materiálem pro dodatečné zateplení stavby je používán polystyren EPS (označení F pro fasádu, S pro podlahu). Je totiž nejlevnější variantou a tepelně technické vlastnosti á obdobné jako minerální vata ($\lambda = 0,034 - 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Kromě toho je na trhu k dostání šedý polystyrén, který má součinitel tepelné vodivosti λ o 20 % lepší než polystyren bílý. Je pochopitelně o něco dražší, ale obdobných izolačních vlastností je možné dosáhnout při menších tloušťkách ($\lambda = 0,031 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Používá se jak pro zateplení obvodové stěny, podlahy, tak i ploché střechy. Pro zateplení plochých pochůzných a obrácených střech nebo zateplení základu a suterénu je používán polystyrén extrudovaný XPS ($\lambda = 0,035 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$), který je nenasákavý, má vyšší pevnost v tlaku a tudíž i vyšší cenu.

Druhou nejčastější variantou je izolace z minerální vaty ($\lambda = 0,041 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Je dražší, ovšem méně ekologicky závažnou. Výhodou materiálu je nízký difúzní odpor, který se používá zejména u skladeb difúzně otevřených, nevýhodou je velká nasákavost. Dodává se buď jako tvrdé desky pro zateplení stěny nebo ploché střechy, nebo v rolích pro zateplení fasády v dřevěném roštu nebo šikmé střechy mezi krokviemi a pod krokviemi v dřevěném roštu.

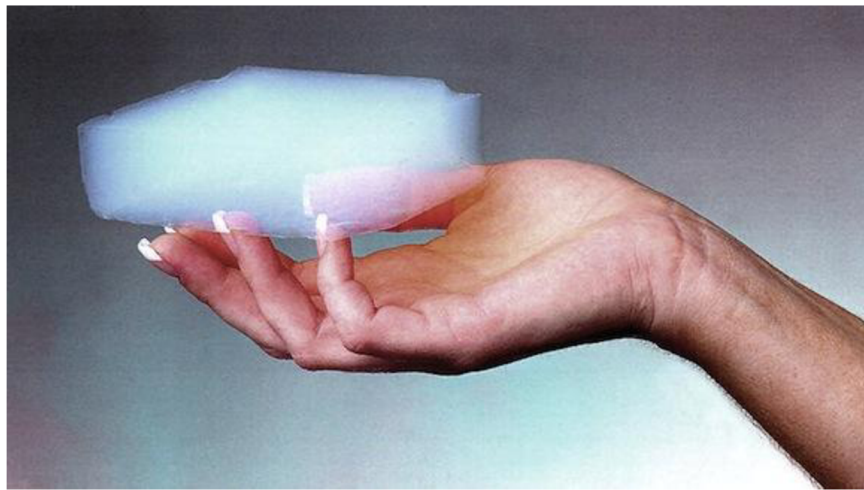


Obr. 7 – Pěnové sklo – deska a granulát [28]

Dalším ekologicky šetrnějším způsobem zateplení je izolace z dřevní hmoty. Dřevovláknité desky se prodávají v několika velikostních úpravách s polodrážkou nebo perem a drážkou, jako foukaná dřevní hmota i jako systémové ucelené skladby pro

dřevostavby. Jejich využití je prakticky neomezené. Výhodou je vysoká akumulace tepla látky, dokonalá difúze vodních par, nevýhodou je vyšší cena a nižší izolační schopnost ($\lambda = 0,048 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).

U pasivních novostaveb je v současnosti hojně používáno pěnové sklo ve formě granulátu nebo desek ($\lambda = 0,070 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Granulát se používá pro zateplení plovoucí základové desky zespoďu, u rekonstrukcí historických objektů jako tepelná izolace do podlahy. Desky, které jsou 10x dražší než granulát a stojí tak až 15 000,-Kč/m³, se používají velmi málo, a to jen pro přerušení tepelného mostu v patě zdiva 1.NP. Velkou a nespornou výhodou pěnového skla je ekologičnost, recyklovatelnost, nenasákavost a požární odolnost.



Obr. 8 – Aerogel [29]

Další kategorii tvoří izolace používané jen v ojedinělých případech, kdy není možné použít běžný izolant, například z nedostatku místa pro jeho aplikaci, případně se tyto izolace, které mají lepší izolační vlastnosti, používají pro řešení detailů a eliminování tepelných mostů. Samozřejmě je nutné si za kvalitu připlatit. Mezi tyto izolace patří:

Compactfoam – látka na bázi polymeru polystyrenu, která vlastnostmi odpovídá EPS, ovšem pevnost v tlaku je až 2x vyšší, $\lambda = 0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, [17]

Aerogel – vyjímečně nízký součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,013 - 0,020 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, velmi vysoká cena (deska o ploše 1 m² a tl. 10 mm stojí 2 000,-Kč), vhodné pro řešení kritických detailů (např. izolace roletového boxu),

Izolace PIR a PUR – polyuretanová a polyisokianurátová pěna je dodávána v deskách nebo jako stříkaná přímo na stavbě, vyšší cena, použití pro nadkroevní izolaci, izolaci podlah a stěn, $\lambda = 0,022 - 0,045 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$,

Vakuová izolace – výborné tepelně technické vlastnosti, $\lambda = 0,007 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, vysoká cena, vhodné pro řešení kritických detailů,

Fenolická pěna – lepší reakce na oheň než PUR a PIR, $\lambda = 0,021 - 0,024 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Taktéž se pro novostavby používají materiály na organické bázi, které jsou pro jejich dostupnost využívány zřídka, a to převážně ekologickými aktivisty. Mezi ně patří:

- jutová izolace,
- sláma,
- konopí,
- len,
- ovčí vlna,
- mořské řasy,
- celulóza.

2.8.2 Výměna oken

Tepelné ztráty okny jsou vždy jedny z největších v obalové konstrukci budovy. O tepelně izolačních vlastnostech okna nevypovídá pouze počet komor okna, jak si mnozí investoři myslí, ale i způsob přerušení tepelného mostu, typ zasklení, typ distančního rámečku a další možné doplňky okna.

U okna je důležité při výběru sledovat zejména tři vlastnosti, a to součinitel prostupu tepla okna U_w , rámu U_f , zasklení U_g a součiniteli propustnosti celkové energie slunečního záření g .

Součinitel U_w vyjadřuje prostup tepla celým oknem, který je proměnlivý v závislosti na velikosti okna. Tepelné ztráty oken jsou vždy větší prostřednictvím rámu než zasklením. Proto se nedoporučuje navrhovat okna rozměru 600x600 mm, které mají malou plochu prosklení, tedy malý zisk světla, zato velkou ztrátu prostřednictvím velkého poměru rámu k zasklení.

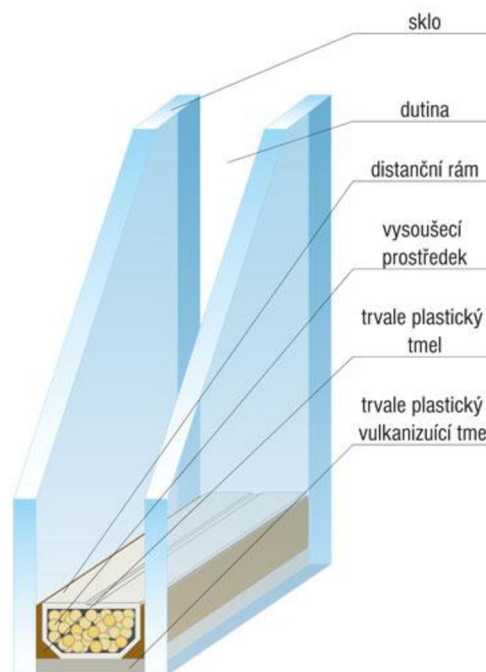
Hodnoty U_f se pohybují v závislosti na materiálové charakteristice a v případě plastového okna i na počtu komor v rozmezí $0,8 - 1,2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, zasklení $U_g = 0,3 - 1,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Při návrhu je tedy nutné počítat s různými hodnotami U_w v závislosti na velikosti prosklené části a velikosti rámu.

Hodnoty U_g závisí především na počtu zasklení (dvojitě nebo trojitě zasklení), výplňovém plynu mezi skly (argon, krypton) a distančním rámečkem viz obrázek 9. Ty mohou být:

- termoplastové ($\lambda = 0,016 - 0,022 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$),
- nerezové ($\lambda = 15 - 17 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$),
- hliníkové ($\lambda = 160 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).

Vlastnosti oken je možné vylepšit fólií Heat Mirror. Jedná se o fólii pokrytou nízkoemisivní vrstvou, která je napnutá uprostřed dvojitěho zasklení. Tato fólie je propustná pro oblast viditelného světla, hůře pak propustná pro UV záření a nepropustná pro určité oblasti infračerveného záření. Tepelné záření se od této fólie odráží zpět do místnosti, zatímco světlo z exteriéru do interiéru proudí bez překážky.

[12]

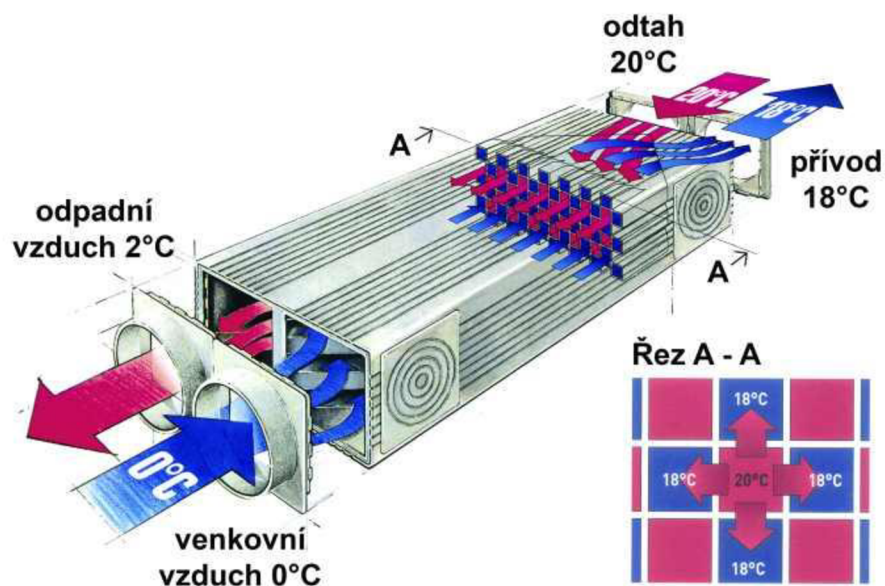


Obr. 9 – Distanční rámeček okna [30]

Součinitel propustnosti celkové energie slunečního záření g (%) udává, kolik % sluneční energie je propuštěno do interiéru. Tato hodnota závisí na počtu zasklení a provedení povrchových úprav zasklení. Veličina g dosahuje hodnot v rozmezí 30 – 60 %, přičemž vyšší číslo značí vyšší prostup sluneční energie. S rostoucím g ovšem klesá hodnota U_w , proto je vhodné navrhnout výplně otvorů různé v závislosti na orientaci oken ke světovým stranám. Na jihu, kde jsou menší tepelné ztráty a vysoké zisky, se navrhuje okno s větším g pro efektivnější tepelné zisky ze slunečního záření. Na severní straně se použije okno s menší světelnou propustností g a nižší tepelnou vodivostí, jelikož zde jsou ztráty maximální a zisky minimální. [13]

2.8.3 Nucené větrání objektu

V případě stavby nízkoenergetické budovy, pasivní budovy nebo v případě potřeby dosažení některé z dotačních podkategorií je nutné v domě instalovat systém nuceného větrání. Ten se nejčastěji realizuje jako centrální, kdy jednotka umístěná v technické místnosti zajistí přívod čerstvého vzduchu, odvod odpadního vzduchu, zpětné získání tepla a vlhkosti a případně i elektrický dohřev přiváděného vzduchu. Odpadní vzduch je odváděn z kuchyně, WC místnosti, koupelny, chodby nebo šatny a čerstvý vzduch je přiváděn do obytných místností jako je obývací pokoj, ložnice a pokoje.



Obr. 10 – Princip rekuperace tepla (zpětného získávání tepla) [31]

Důležitou součástí je rekuperace tepla nebo-li zpětné získávání tepla, které probíhá v protiproudém nebo křížovém výměníku a nedochází přitom k promísení vzduchu. Účinnost rekuperace závisí na konstrukci jednotky, teplotě vzduchu a rychlosti výměny vzduchu. Nejčastější hodnoty se pohybují kolo 70 – 90 %, přičemž pro dosažení dotací stačí 75% účinnost. Tímto způsobem lze obrovské tepelné ztráty větráním okny minimalizovat na velmi příznivou úroveň. [18]

2.8.4 Využívání obnovitelných zdrojů energie

Jak již bylo popsáno výše, dotace jsou poskytovány i na systémy obnovitelných zdrojů energií. I když bude dům splňovat pasivní standard z hlediska tepelných ztrát, kotlem na koks nebo uhlí bude narušena celá koncepce domu a jako pasivní by jej nebylo možné klasifikovat.

Proto se v těchto objektech, ale i v nízkoenergetických budovách a budovách po rekonstrukci navrhuje zdroje tepla, které jsou energeticky šetrnější. Dotacemi podporované jsou především kotle na biomasu, bioplyn, fotovoltaické panely, fototermické kolektory a tepelná čerpadla.

Fotovoltaické panely

Panely slouží k výrobě elektrické energie ze slunečního záření a navrhují se o takovém výkonu, aby pokryly potřebu uživatele stavby. Přebytek může být veden do veřejné sítě. Účinnost těchto panelů se pohybuje okolo 17 – 20 %.

Fototermické kolektory

Fototermické kolektory se využívají k ohřevu vody pro vytápění nebo přípravu teplé užitkové vody. Teplo je ukládáno do akumulčního zásobníku, ze kterého jsou zajištěny výše zmíněné potřeby. Kolektory jsou k dostání v plochém provedení s účinností $n = 0,7 - 0,8$ a trubicovém provedení s účinností $0,8 - 0,95$.

Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo zajišťuje přísun energie formou odnímání energie z vnějšího prostředí. Funguje na podobném principu jako lednice s tím, že ochladí médium v exteriéru a teplo přivede vodou do interiéru. Tepelná čerpadla mají různé výkony dle potřeby pro konkrétní objekt. Důležitým parametrem je topný faktor. Jde o poměr energie, kterou tepelné čerpadlo produkuje, a energie, která je nutná na provoz tepelného čerpadla. Běžně se topný faktor pohybuje v rozmezí 2 - 7 (-). [14]



Obr. 11 – Tepelná centrála Regulus EcoHeat 400 [zdroj: www.regulus.cz]

Tepelná čerpadla jsou v několika variantách dle možnosti získávání tepla:

Země x voda – stále konstantní teplota prostředí, ze které se odebírá teplo, možnost chlazení objektu, větší investiční náklady na pořízení vrtu.

Vzduch x voda – jednotku je možné osadit kamkoli a libovolně ji přemístit, nejlevnější varianta, nutno řešit odtávání námrazy, v zimním období menší účinnost.

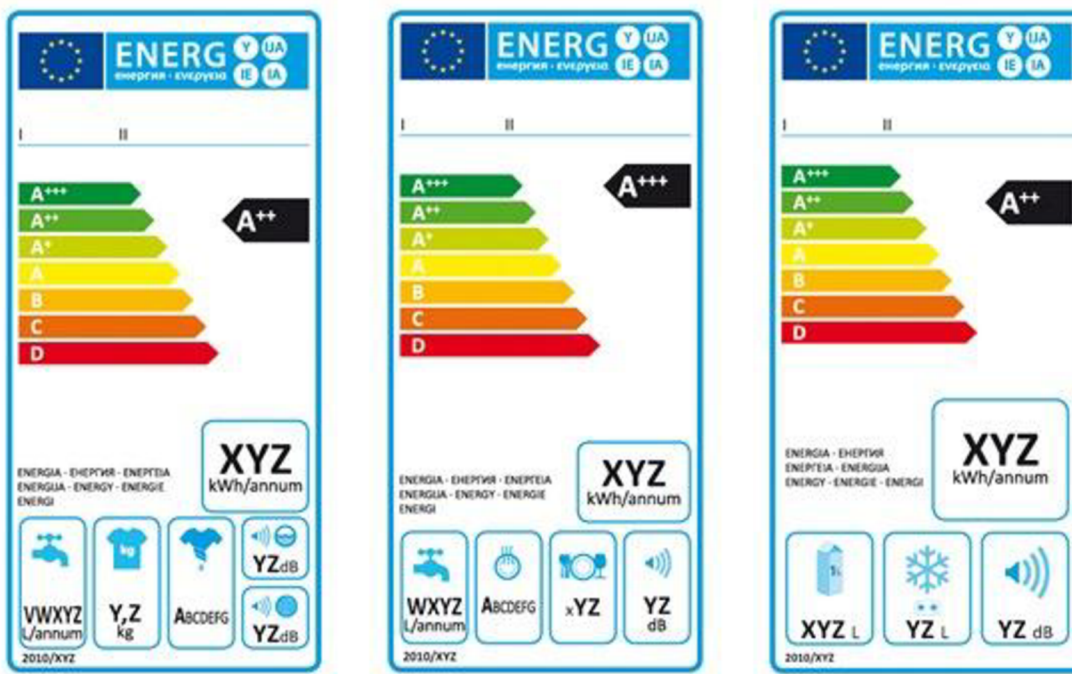
Voda x voda – nutnost výskytu vhodných zdrojů, stálá konstantní teplota média, ze kterého se odebírá teplo. [15]

Na trhu jsou také k dostání tepelné centrály, které plní funkci tepelného čerpadla a akumulčního zásobníku s průtokovým ohřivačem pro teplou užitkovou vodu a vodu pro vytápění objektu viz obrázek 11. Centrály je možné dodatečně doplnit o elektrický ohřev o různém výkonu.

2.8.5 Elektrické spotřebiče a osvětlení

Jedním z nejdůležitějších kritérií pro výběr spotřebiče je náklad na provoz spotřebiče v průběhu jeho životnosti. Tento údaj poskytuje energetický štítek spotřebiče, který musí od roku 2001 obsahovat pračky, sušičky, chladničky, mrazničky, myčky, trouby, ohřivače, žárovky a klimatizační jednotky. Ty mimo roční spotřebu energie a umístění v energetické třídě také upřesňují jiná kritéria, jako je roční spotřeba vody, energetická třída sušení, hlučnost apod. Spotřebiče jsou v závislosti na energetické náročnosti umístěny ve skupinách A+++ – G. [16]

Doba klasických žárovek s příkonem 100 W už je dávno pryč a v obchodech jsou k dostání úsporné zářivky a LED žárovky. Pro srovnání: LED žárovka o příkonu 3,2 W má stejný světelný tok jako klasická žárovka o příkonu 25 W. Led žárovky jsou sice úspornější, ale také téměř 10 x dražší než klasické žárovky.



Obr. 12 – Vzor energetického štítku spotřebiče – zleva pro pračku, myčku nádobí, kombinovanou ledničku [32]

3 Praktická část

3.1 Předmět ocenění

Pro určení vlivu PENB na cenu nemovité věci byl zvolen objekt rodinného domu v obci Kosov, který byl postaven v roce 1989. Jedná se o podsklepený, dvoupodlažní objekt s obytným podkrovím a neobytnou půdou. Rodinný dům má půdorys tvaru L a je zastřešen sedlovou šikmou střechou.

3.2 Popis oblasti, ve které se nachází oceňovaný objekt rodinného domu

3.2.1 Lokalita

Obec Kosov patří územně do okresu Šumperk a spadá pod Olomoucký kraj. Jedná se o malou vesnici, která leží v oblasti spádového města Zábřeh na Moravě. Obec Kosov má přibližně 320 obyvatel a rozkládá se na ploše 547 ha.



Obr. 13 – Ortofoto mapa obce Kosov [zdroj: www.mapy.cz]

3.2.2 Infrastruktura

V obci Kosov není kompletní technická infrastruktura. Nachází se zde vodovod, vedení elektrické sítě a dešťová kanalizace, do které jsou svedeny přepady ze septiků od jednotlivých domů. Do budoucna se uvažuje s vybudováním oddílné kanalizační sítě společně s ČOV. O plynofikaci obce se v současné době neuvažuje z důvodu nedostatečného zájmu ze strany jak odběratelů, tak ze strany distribučních společností.

3.2.3 Doprava

Obec Kosov se nachází západně od města Zábřeh při silnici 2. třídy II/315, která zajišťuje dopravní spojení se spádovým městem Zábřeh a méně významnými spádovými městy Šumperk a Mohelnice. Obec leží v blízkosti významných dopravních koridorů Praha-Olomouc, Praha-Ostrava, Olomouc-Jeseník, Brno-Wroclaw. V oblasti železniční dopravy je to koridor Praha-Ostrava.

Hromadná doprava v obci je zajištěna pouze autobusovou dopravou. V obci jsou dvě autobusové zastávky. Hromadná doprava je z obce Kosov do města Zábřeh zajištěna 8x denně.

Vlakové spojení v obci není. Nejbližší vlaková zastávka je v obci Hoštejn (vzdálenost 2 km), kde je zajištěna doprava osobním vlakem na trase Zábřeh – Česká Třebová. Další nejbližší vlaková zastávka je v městě Zábřeh na Moravě, které leží na hlavním koridoru Praha-Ostrava. [19]

3.2.4 Občanská vybavenost

Vzhledem k velikosti a rozloze obce je občanská vybavenost minimální. V obci Kosov se nachází pouze obchod se smíšeným zbožím. Co se týká sportovního vyžití, obec má při svém okraji fotbalové hřiště se zázemím pro pořádání společenských a sportovních akcí.

Kulturní vybavenost skýtá bývalá rychta, na které se pořádají společenské akce.

V obci se taktéž nachází rozsáhlý komplex letního dětského tábora v soukromém vlastnictví. V komplexu se je několik dřevěných chatek, bazén, hřiště na basketbal, florbal a tenisový kurt. Přístup občanům však není umožněn.

3.2.5 Okolní příroda

Z turistického hlediska patří obec Kosov do oblasti Jeseníků. Obec se rozkládá v malebné horské oblasti v nadmořské výšce 404 m. n. m. v kopcích Zábřežské vrchoviny. Obec je kolem dokola lemována lesy, které tvoří podstatnou část katastrální výměry.

Nedaleko od obce Kosov najdeme několik rybníků, přehradu Nemilku a řeku Moravskou Sázavu.

Obec Kosov je díky své přírodě z velké části využívána k rekreaci. V jihovýchodní části obce jsou celkem dvě chatářské oblasti.

3.3 Trh s nemovitými věcmi

3.3.1 Trh s nemovitými věcmi v okrese Šumperk

V okrese Šumperk je zastoupení jednotlivých druhů nemovitých věcí v tomto podílu:

Tab. 3 – Procentuální zastoupení nemovitých věcí na trhu [zdroj: www.sreality.cz]

Komodita	Počet nabídek (květen 2016)	Podíl z celku (%)
Domy	313	39,6
Byty	140	17,7
Pozemky	256	32,4
Komerční prostory	81	10,3
Celkem	790	100,0

Je jasné, že nabídka rodinných domů je oproti nabídce bytů téměř 3x vyšší. Zatímco byty jsou dostupné ve větších městech, jako je Zábřeh, Šumperk, Mohelnice, Velké Losiny a Hanušovice, nabídka domů je dostupná i v menších vesnicích s řádově stovkami trvalých obyvatel.

Domy, které jsou běžně prodávány v obdobných vesnicích, jsou však několik desítek let staré a počítá se u nich s kompletní rozsáhlou rekonstrukcí. Tento faktor výrazně ovlivní cenu nemovité věci.

Na realitním trhu na Šumpersku převažuje nabídka nad poptávkou, což může být dáno několika faktory. Jedním z faktorů je panující nezaměstnanost v kraji, která se

pohybuje v rozmezí 6 – 8 %. Je tedy nadprůměrná vzhledem k celorepublikovému průměru.

Dalším faktorem může být snižující se počet obyvatel v okrese. Okres Šumperk je druhý v pořadí s nevyšším úbytkem obyvatelstva. V roce 2014 došlo dle statistického úřadu k relativnímu úbytku 8,2 osob na každých 1000 obyvatel. [20]

Posledním důvodem může být taktéž převládající úmrtnost nad porodností, která je od roku 2010 každoročně vyšší. [20]

3.3.2 Trh s nemovitými věcmi v obci Kosov

V obci Kosov není žádná nabídka bytů a nabídka rodinných domů je velmi ojedinělá. V případě prodeje rodinného domu se jedná o zástavbu starou desítky let.

Největší zastoupení na realitním trhu mají v obci Kosov chaty a rekreační chalupy v chatařských oblastech. V nabídce jsou konstantně 1 – 4 chalupy k prodeji.

Vzhledem k rozloze obce má poměrně velké zastoupení i trh s pozemky. Nabízí se pole a lesy, ale především stavební pozemky pro zástavbu rodinnými domy.

Navzdory špatnému demografickému vývoji v šumperském okrese a celkově olomouckém kraji se počet obyvatel v obci Kosov výrazně nemění a stagnuje na hodnotě přibližně 320 obyvatel.

3.4 Popis stavebních konstrukcí objektu a vybavení objektu

3.4.1 Celkový popis zónování

Objekt je podsklepený, dvoupodlažní s obytným podkrovím a nevyužívanou půdou. V suterénu objektu se nachází garáž, sklad, sklep, prádelna a technické zázemí. Suterén není vytápěn.

Tab. 4 – Geometrické charakteristiky budovy [zdroj: vlastní zpracování]

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	424,9
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	415,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,98
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	215,2

Všechny prostory 1.NP a 2.NP jsou vytápěné s výjimkou spíže. Nad stropem 2.NP se nachází nevytápěná půda, která je využívána ke skladování věcí.



Obr. 14 – jihovýchodní pohled na RD [zdroj: vlastní zpracování]

3.4.2 Základy, svislé konstrukce

Objekt rodinného domu je založen na betonových pasech, které jsou prokládány kamenem.

Svislé obvodové konstrukce podzemního podlaží jsou vybetonovány z prostého betonu tl. 250 mm do bednění. Ze strany exteriéru je vzduchová mezera a dále vyzděna ochranná přízdívka z cihel plných pálených tl. 150 mm. Svislé stěny nadzemního podlaží jsou zhotoveny z panelu Siporex (lehčený beton) tl. 300 mm. Štítové stěny jsou vyzdívány na maltu vápenocementovou z plynosilikátu tl. 400 mm.

Vnitřní příčkové zdivo je vyzděno vesměs z cihel plných pálených v tloušťce 75 nebo 150 mm. Obvodové stěny jsou zatepleny polystyrenem EPS v tl. 30 mm a třískocementovou deskou tl. 20 mm.

Tab. 5 – Plocha svislých konstrukcí dle orientace ke světovým stranám [zdroj: vlastní]

Soupis svislých konstrukcí	
Orientace	Plocha (m²)
Sever	39,35
Jih	37,54
Východ	42,40
Západ	41,95

3.4.3 Vodorovné konstrukce, strop pod nevytápěnou půdou

Strop suterénu je zhotoven z ocelových nosníků, mezi kterými jsou položeny stropní keramické vložky HURDIS tl. 80 mm. Strop nad suterénem je zateplen 30 mm polystyrenu EPS a škvárovým násypem v tl. 60 mm.

Strop přízemí je zhotoven, stejně jako strop suterénu, z ocelových nosníků a keramických vložek HURDIS. Strop je vysypán škvárovým zásypem, ale není zateplen polystyrenem EPS.

Strop pod nevytápěnou půdou je tvořen dřevěným záklopem na kleštinách krovu. Strop je zateplen 100 mm minerální vaty a 30 mm polystyrenu.

Tab. 6 – Plocha vodorovných konstrukcí [zdroj: vlastní zpracování]

Soupis vodorovných konstrukcí	
Konstrukce	Plocha (m ²)
Strop nad nevytápěným suterénem	107,58
Strop pod nevytápěnou půdou	47,30

3.4.4 Střecha

Střešní konstrukce je zhotovena z dřevěného krovu, který je zateplen mezi kleštinami minerální vatou tl. 100 mm a polystyrenem tl. 30 mm. Tepelné mosty nejsou eliminovány. Střešní kytina je tvořena vláknocementovými vlnitými šablonami.

Tab. 7 – Plocha střešních konstrukcí dle orientace ke světovým stranám [zdroj: vlastní zpracování]

Soupis střešních konstrukcí	
Orientace	Plocha (m ²)
Sever	37,20
Jih	28,95
Východ	13,11
Západ	13,11

3.4.5 Povrchové úpravy

Vnitřní a vnější povrchové úpravy jsou provedeny z vápenocementové omítky tl. 20 mm. V místnostech technického a hygienického zázemí, kuchyni a prádelně jsou stěny obloženy keramickým obkladem do výšky 1,8 – 2,5 m.

Stěny podzemního podlaží ve styku s exteriérem jsou obloženy kamenným obkladem v tl. 200 mm.

3.4.6 Výplně otvorů

Okna objektu jsou dřevěná s dvojitým izolačním zasklením s hliníkovým dělicím izolačním rámečkem. Okna dodatečně doplněna o kontaktní funkční těsnění. Některá okna jsou vlivem klimatických podmínek zkroucená a netěsní.

Střešní okna jsou dřevěná s dvojitým zasklením bez selektivní vrstvy.

Tab. 8 – Soupis okenních výplní dle světových stran [zdroj: vlastní zpracování]

Soupis oken				
Rozměr okna (mm x mm)	Orientace	Počet kusů (ks)	Plocha oken (m ²)	Plocha celkově (m ²)
1500 x 1500	Západ	1	2,25	25,07
1800 x 1500		1	2,70	
800 x 1400	Jih	1	1,12	
2200 x 900		2	3,96	
1800 x 1500		1	2,70	
2400 x 1500		1	3,60	
1200 x 1500		1	1,80	
1500 x 900	Východ	2	2,70	
1200 x 1500		1	1,80	
500 x 1400	Sever	1	0,70	
1400 x 600		1	0,84	
600 x 1500		1	0,90	

Vstupní dveře a garážová vrata jsou dřevěné, prosklené jednoduchým zasklením.

Tab. 9 – Přehled dveřních výplní dle světových stran [zdroj: vlastní zpracování]

Soupis dveří				
Rozměr dveří (mm x mm)	Orientace	Počet kusů (ks)	Plocha dveří (m ²)	Plocha celkově (m ²)
1100 x 2100	S	1	2,31	2,31

3.4.7 Popis technologického vybavení objektu

Vytápění

Vytápění objektu je zajištěno kotlem na tuhá paliva s ručním přikládáním, upravená na automatizované přikládání ze zásobníku na uhlí s automatickým hlídáním teploty otopné vody. Kotel je přes čtyřcestný směšovací ventil s manuálním ovládním napojen na dvě otopné větve. První větev slouží pro vytápění celého objektu, druhá větev slouží pro vytápění akumulčního zásobníku o objemu 3 500 l otopné vody.

Dům je vybaven termostatem, který automaticky reguluje teplotu otopné vody v soustavě. Radiátory v objektu jsou ocelové žebrové s termostatickými ventily.



Obr. 15 – Zdroj tepla, kotel na tuhá paliva s automatickým přikládáním [zdroj: vlastní]



Obr. 16 – Otopné deskové těleso s termoregulační hlavici [zdroj: vlastní]

Chlazení

V objektu se nenachází žádný zdroj chladu.

Ohřev teplé vody

Teplá voda je zajišťována centrálně. Ohřev teplé vody je zajištěn prostřednictvím elektrického bojleru Dražice OKCEV 200 o objemu 200 l s výkonem 2,2 kW, který je umístěn v nevytápěném suterénu budovy.



Obr. 17 – Zdroj teplé vody, elektrický bojler o objemu 200 l [zdroj: vlastní zpracování]

Větrání

Větrání objektu je přirozené. V objektu není instalováno žádné vzduchotechnické zařízení.

Osvětlení

Osvětlení v objektu je zajištěno převážně klasickými žárovkami o průměrném příkonu 60 W.

Tab. 10 – Soupis žárovkového osvětlení dle místností a příkonu zdroje světla [zdroj: vlastní zpracování]

Soupis žárovkového osvětlení			
Místnost	Příkon (W)	Počet (ks)	Celkový příkon (W)
Garáž	80	1	80
Prádelna	80	1	80
Chodba	80	2	160
Sklad	80	1	80
Sušárna	80	1	80
Kotelna	80	1	80
Chodba	80	1	80
Koupelna	80	1	80
WC místnost	40	1	40
Kuchyň	80	2	160
Obývací pokoj	40	13	460
Pracovna 1	60	1	60
Pracovna 2	60	1	60
Spíž	40	1	40
Schodiště	60	3	180
Ložnice	40	3	120
Koupelna	80	1	80
Dětský pokoj 1	40	7	320
Dětský pokoj 2	40	4	160

3.5 Návržené opatření pro snížení energetické náročnosti objektu

3.5.1 Zateplení objektu

Vyhodnocení současného stavu

Vytápěná zóna objektu je vymezena podlahou nad nevytápěným suterénem, obvodovými stěnami, stropem do nevytápěné půdy a střešní konstrukcí. Sklady konstrukcí byly navrženy v roce 1985, tedy v době, kdy se nekladl zvláštní důraz na zateplení objektu a snížení jeho energetické náročnosti.

Níže jsou vypsány a popsány všechny skladby obálky budovy, které vstupují do hodnocení energetické náročnosti budovy společně s jejich vyhodnocením vzhledem k v současnosti platné a závazné normě ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Funkční požadavky.

Tab. 11 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce [zdroj: vlastní zpracování]

Obvodová stěna				
Č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy d (m)	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)
1	Omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
2	Panel Siporex	0,300	0,275	1,091
3	Pěnový polystyren	0,030	0,051	0,588
4	Třískocementová deska	0,020	0,190	0,105
5	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	0,020
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok vodorovně	0,130
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně R_{se} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok venkovní prostředí	0,040
Celkový tepelný odpor R konstrukce ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)				1,992
Součinitel prostupu tepla U konstrukce ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,502
Korekční součinitel prostupu ΔU ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,100
Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce U_k ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,602

Tab. 12 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

Střecha				
Č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy d (m)	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,018	0,180	0,100
2	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
3	Pěnový polystyren	0,030	0,059	0,508
4	Skelná vata	0,100	0,056	1,786
5	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok nahoru	0,100
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně R_{se} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok venkovní prostředí	0,040
Celkový tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)				2,812
Součinitel prostupu tepla konstrukce U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,356
Korekční součinitel prostupu ΔU ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,100
Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce U_k ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,456

Tab. 13 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

Podlaha nad nevytápěným suterénem				
Č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy d (m)	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)
1	Beton hutný	0,050	1,230	0,041
2	Škvára	0,060	0,367	0,163
3	Pěnový polystyren	0,030	0,090	0,333
4	Stropní konstrukce	0,080	0,720	0,111
5	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	0,020
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok vodorovně	0,170
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně R_{se} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok interiér	0,170
Celkový tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)				1,009
Součinitel prostupu tepla konstrukce U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,991
Korekční součinitel prostupu ΔU ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,100
Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce U_k ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				1,091

Tab. 14 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

Strop pod nevytápěnou půdou				
Č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy d (m)	Součinitel tepelné vodivosti λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Tepelný odpor konstrukce R ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,018	0,180	0,100
2	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
3	Pěnový polystyren	0,030	0,059	0,508
4	Skelná vata	0,100	0,056	1,786
5	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si} ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)			Tepelný tok nahoru	0,100
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně R_{se} ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)			Tepelný tok interiér	0,100
Celkový tepelný odpor konstrukce R ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)				2,872
Součinitel prostupu tepla konstrukce U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)				0,348
Korekční součinitel prostupu ΔU ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)				0,100
Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce U_k ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)				0,448

Porovnání vypočtených hodnot součinitele prostupu tepla konstrukce U s požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011):

Tab. 15 – Porovnání hodnoty součinitele prostupu tepla U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) s požadovaným součinitelem prostupu tepla $U_{n,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) [zdroj: vlastní zpracování]

Posouzení					
Č.	Název konstrukce	Vypočtený součinitel U_v ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Požadovaný součinitel $U_{n,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Doporučený součinitel $U_{rec,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Splnění požadavků normy ČSN 73 0540-2 (2011)
1	Obvodová stěna	0,60	0,30	0,25	Ne
2	Střecha	0,46	0,24	0,16	Ne
3	Strop nad nevytápěným suterénem	1,09	0,60	0,40	Ne
4	Strop pod nevytápěnou půdou	0,45	0,30	0,20	Ne

Všechny konstrukce, které tvoří obálku vytápěné zóny objektu, nevyhovují současným požadavkům normy ČSN 730540-2 (2011). Zateplením objektu materiálem s vysokým tepelným odporem R se docílí snížení součinitele prostupu tepla konstrukce U a tudíž i tepelných ztrát a energetické náročnosti objektu.

Realizace zateplení objektu

Uvažuje se provést zateplení těchto konstrukcí:

Stěny

Stěny se uvažují zateplít kontaktním zateplovacím systémem z polystyrenových desek EPS F 70 v tl. 100 mm. Součinitel tepelné vodivosti zateplovacího materiálu je uvažován $\lambda = 0,033 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Tepelné systematické mosty (kotvení fasádního zateplovacího systému hmoždinkami) jsou uvažovány prostřednictvím korekce součinitele prostupu tepla $\Delta U = 0,05 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení obvodové konstrukce je navrženo na normou doporučenou hodnotu $U_{\text{rec},20} = 0,25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Tab. 16 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

Obvodová stěna				
Č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy d (m)	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)
1	Omítka vápenná	0,015	0,870	0,017
2	Panel Siporex	0,300	0,275	1,091
3	Pěnový polystyren	0,030	0,051	0,588
4	Třískocementová deska	0,020	0,190	0,105
5	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	0,020
6	Stavební tmel	0,006	0,220	0,027
7	Pěnový polystyren	0,100	0,033	3,030
8	JUB Minerální omítka	0,006	0,870	0,007
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok vodorovně	0,130
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně R_{se} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok venkovní prostředí	0,040
Celkový tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)				5,056
Součinitel prostupu tepla konstrukce U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,198
Korekční součinitel prostupu ΔU ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,050
Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce U_{k} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,248

Zateplení střešního pláště

Zateplení střešního pláště se uvažuje provést položením tepelné izolace z minerálních vláken na stávající dřevěné bednění krovu. Tepelná izolace bude realizována jako nadkroevní, mezi tepelně izolační nosné trámký z tvrzených minerálních vláken v celkové tloušťce 200 mm. Součinitel tepelné vodivosti zateplovacího materiálu je uvažován $\lambda = 0,043 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. V této hodnotě je zohledněna vyšší vodivost materiálu nehomogenní vrstvy (tvrzené nosné trámký).

Zateplení obvodové konstrukce je navrženo na normou doporučenou hodnotu $U_{\text{rec},20} = 0,16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Tab. 17 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

Střecha				
Č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy d (m)	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,018	0,180	0,100
2	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
3	Pěnový polystyren	0,030	0,059	0,508
4	Skelná vata	0,100	0,056	1,786
5	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
6	Isover Orsik	0,200	0,043	4,651
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok nahoru	0,100
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně R_{se} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok venkovní prostředí	0,040
Celkový tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)				7,463
Součinitel prostupu tepla konstrukce U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,134
Korekční součinitel prostupu ΔU ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,020
Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce U_{k} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,154

Strop pod nevytápěnou půdou

U stropu pod nevytápěnou půdou se uvažuje se zateplením minerální vatou v celkové tloušťce 200 mm, která bude kladena na stávající konstrukci podlahy neobytné půdy. Na položeném zateplení bude realizována revizní lávka, která bude sloužit pro případnou obsluhu televizní antény nebo pro přístup na střechu ke komínu

z důvodu jeho čištění. Součinitel tepelné vodivosti zateplovacího materiálu je uvažován $\lambda = 0,043 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Zateplení obvodové konstrukce je navrženo na normou doporučenou hodnotu $U_{\text{rec},20} = 0,20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Tab. 18 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce [zdroj: vlastní]

Strop pod nevytápěnou půdou				
Č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy d (m)	Součinitel tepelné vodivosti λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,018	0,180	0,100
2	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
3	Pěnový polystyren	0,030	0,059	0,508
4	Skelná vata	0,100	0,056	1,786
5	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	0,025	0,180	0,139
6	Isover Orsik	0,200	0,043	4,651
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok nahoru	0,100
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně R_{se} ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)			Tepelný tok interiér	0,100
Celkový tepelný odpor konstrukce R ($\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$)				7,523
Součinitel prostupu tepla konstrukce U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,133
Korekční součinitel prostupu ΔU ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,020
Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce U_k ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)				0,153

Strop nad nevytápěným suterénem

Strop nad nevytápěným suterénem se nebude žádným způsobem zateplovat, a to ze dvou důvodů. Jednak v případě zateplení by se snížila buď světlá výška 1.PP, nebo 1.NP. Tato podlaží mají minimální normovou světlou výšku, a tedy z tohoto důvodu není možné světlou výšku podlaží snížit. Dalším důvodem je fakt, že zásah do konstrukce včetně bouracích prací roznášecí betonové vrstvy celého podlaží by byl velmi finančně a časově nákladný a vzhledem k tepelným ztrátám by došlo k minimálnímu nepodstatnému snížení tepelných ztrát.

Porovnání vypočtených hodnot součinitele prostupu tepla konstrukce U s požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011):

Tab. 19 – Porovnání hodnoty součinitele prostupu tepla U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) s požadovaným součinitelem prostupu tepla $U_{N,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) [zdroj: vlastní zpracování]

Posouzení					
Č.	Název konstrukce	Vypočtený součinitel U_v ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Požadovaný součinitel $U_{n,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Doporučený součinitel $U_{rec,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Splnění požadavků normy ČSN 73 0540-2 (2011)
1	Obvodová stěna + 100 mm EPS	0,25	0,30	0,25	Ano
2	Střecha + 200 mm MV	0,15	0,24	0,16	Ano
3	Strop nad nevytápěným suterénem	1,09	0,60	0,40	Ne
4	Strop pod nevytápěnou půdou + 200 mm MV	0,15	0,30	0,20	Ano

3.5.2 Výměna otvorových výplní

Okna

V objektu je navržena výměna všech starých otvorových výplní. U starých dřevěných oken s izolačním zasklením je součinitel prostupu tepla okna odhadem stanoven na hodnotu $U_w = 3,00 - 3,20 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ v závislosti na velikosti okna a poměru plochy zasklení a rámu okna, resp. $U_w = 3,30 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ v případě sklobetonových tvárnic. Tato hodnota je z pohledu nových požadavků nevyhovující.

Všechna okna budou vyměněna za nová plastová okna s izolačním dvojsklem s hodnotou součinitele prostupu tepla $U_w = 1,20 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, resp. $U_w = 1,10 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ (střešní okna) s termoizolačním distančním rámečkem a meziskelní výplní s tepelně-izolačním plynem.

Dveře

V objektu je navržena výměna stávajících dřevěných vstupních dveří s jednoduchým zasklením. Hodnota součinitele prostupu tepla byla stanovena

na základě odhadu na hodnotu $U_d = 4,00 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Tyto dveře budou vyměněny za nové plastové dveře s izolačním zasklením s dvojsklem a hodnotou součinitele prostupu tepla $U_d = 1,20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Tab. 20 – Posouzení tepelně-technických vlastností otvorových výplní [zdroj: vlastní zpracování]

Posouzení tepelně-technických vlastností oken před výměnou				
Konstrukce	Určený součinitel prostupu tepla U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{rec,20}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	Vyhoví
Okno dřevěné s izolačním zasklením	3,10	1,50	1,20	Ne
Střešní okno	3,10	1,40	1,10	Ne
Luxferové tvárnice	3,30	1,50	1,20	Ne
Posouzení tepelně-technických vlastností oken po výměně				
Okno plastové s izolačním dvojsklem	1,20	1,50	1,20	Ano
Střešní okno plastové s izolačním dvojsklem	1,10	1,40	1,10	Ano

3.5.3 Výměna osvětlení

Staré klasické žárovkové osvětlení bude vyměněno za úsporné LED žárovkové osvětlení s příkonem řádově 6x nižším. Osvětlení je navrženo vzhledem k doporučeným hodnotám intenzity osvětlení jednotlivých prostor. S uvážením celkového příkonu všech žárovek a celkové doby svícení během roku tvoří osvětlení objektu nezanedbatelnou část celkové spotřeby energie. Výměnou za žárovky s nižším příkonem a stejným světelným tokem dojde k podstatnému snížení spotřeby elektrické energie.

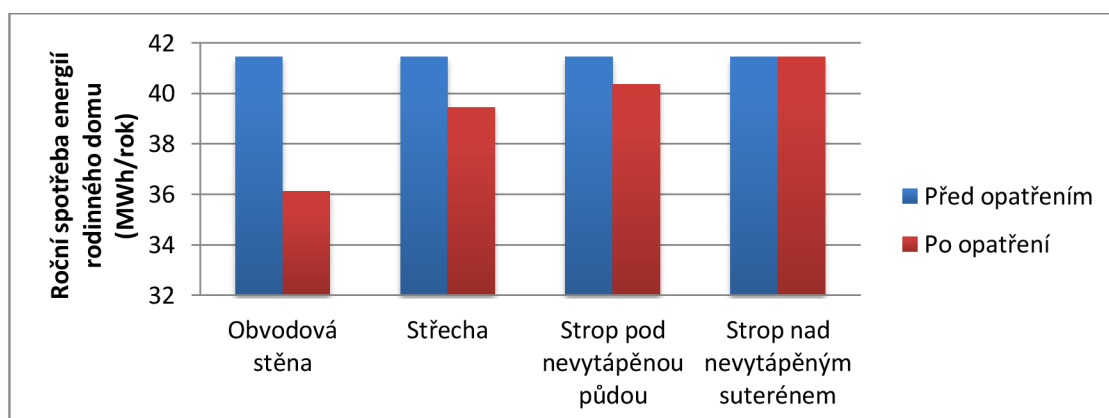
3.6 Stanovení a posouzení potencionálních finančních úspor na energiích

3.6.1 Úspora energií zateplením obalových konstrukcí budovy

Zateplením obálky budovy dojde ke snížení tepelných ztrát skrze tyto konstrukce. V tabulce 21 jsou vypsány vypočtené úspory energie na vytápění Q_v (MWh) k jednotlivým konstrukcím, které se zateplovaly. Porovnání energetických úspor je taktéž znázorněno na grafu 2. Nejvíce energie je možné uspořit zateplením obvodové stěny. Zateplením objektu je dosaženo roční úspory na energiích o více jak 21 %.

Tab. 21 – Úspora energií na vytápění vlivem zateplení jednotlivých obalových konstrukcí budovy [zdroj: vlastní zpracování]

Konstrukce	Plocha (m ²)	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ (W/K)		Dodaná energie na vytápění objektu Q_v (MWh/rok)		Úspora energie za rok Q_v (MWh)
		Před	Po	Před	Po	
Obvodová stěna	161,24	97,1	40,0	43,62	38,24	5,38
Střecha	92,41	41,8	14,1		41,05	2,57
Strop pod nevytápěnou půdou	47,30	17,9	6,0		42,53	1,09
Strop nad nevytápěným suterénem	107,58	45,7	45,7		43,62	0



Graf 2 – Změna spotřeby energie rodinného domu vzhledem k provedeným opatřením [zdroj: vlastní zpracování]

3.6.2 Úspora výměnou otvorových výplní

Výměnou otvorových výplní dojde ke snížení tepelných ztrát jednak prostupem, díky vícekomorovému profilu rámu a tepelně-izolačnímu dvojitému zasklení, ale taktéž díky snížení infiltrací okna, která je zapříčiněna těsností moderních profilů. Výměnou otvorových výplní došlo ke snížení roční potřeby energie o přibližně 15 %.

Tab. 22 – Úspora energií na vytápění vlivem výměny otvorových výplní [zdroj: vlastní]

Konstrukce	Plocha (m ²)	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ (W/K)		Dodaná energie na vytápění objektu Q_v (MWh/rok)		Úspora energie za rok Q_v (MWh)
		Před	Po	Před	Po	
Okna + dveře	29,69	70,73	32,67	43,62	35,16	8,46

3.6.3 Úspora výměnou osvětlení za úsporné LED žárovky

Výměnou klasických žárovek za úsporné LED žárovky bylo docíleno snížení energetické náročnosti o 80 %.

Tab. 23 – Úspora energií (MWh) vlivem výměny osvětlení [zdroj: vlastní zpracování]

Zařízení	Instalovaný příkon (W)		Uvažovaná doba provozu (hod)	Roční úspora energií (MWh)
	Před	Po		
Žárovkové osvětlení	2 400	460	1600	2,23

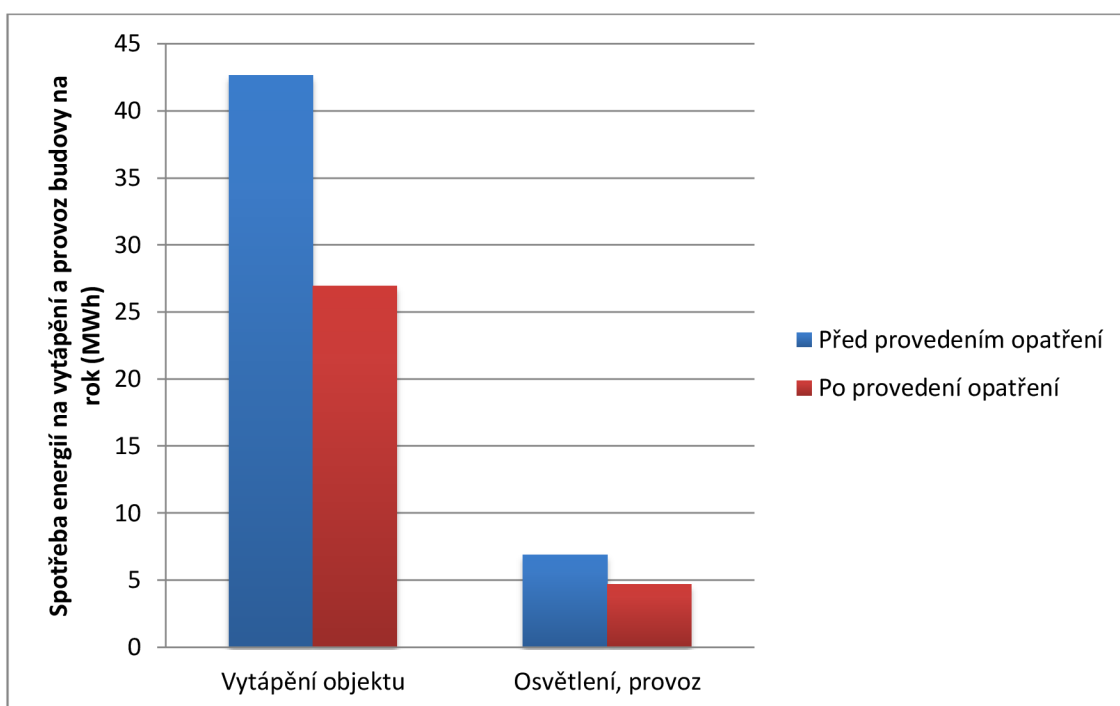
3.6.4 Celková roční úspora energií

Vzhledem k provedeným opatřením bylo docíleno snížení energetické náročnosti celé budovy o 36 % z původních 43,62 MWh/rok na 27,74 MWh/rok v případě energie na vytápění objektu (energetický nositel – černé uhlí) a o 32 % z původních 6,89 MWh/rok na 4,66 MWh/rok v případě energie na osvětlení a provoz objektu (energetický nositel – elektrická energie).

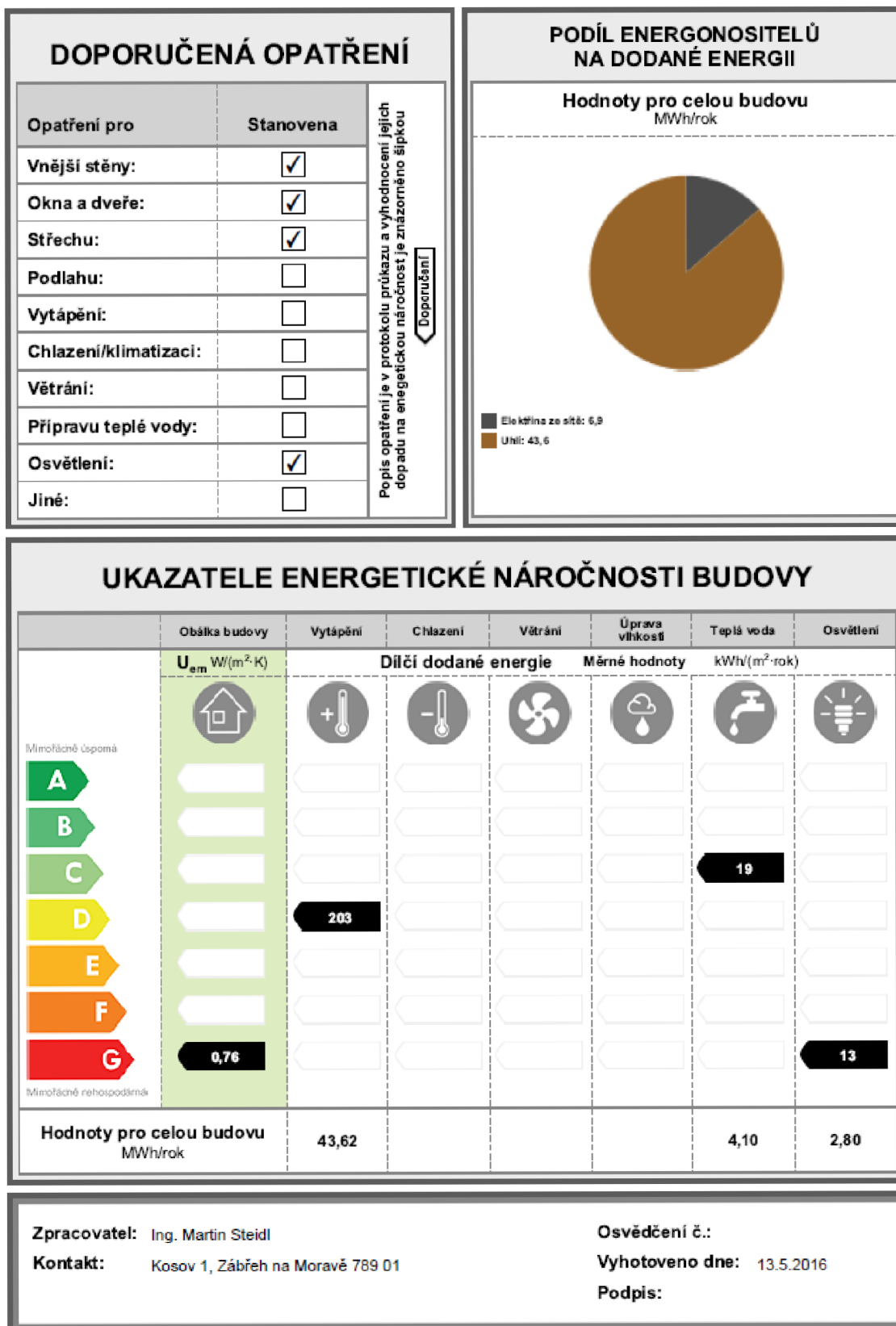
Celkové hodnocení jednotlivých ukazatelů energetické náročnosti budovy včetně podílu energonositelů je znázorněno na obrázcích 18 a 19.

Tab. 24 – Celková úspora (MWh) jednotlivých energonositelů [zdroj: vlastní zpracování]

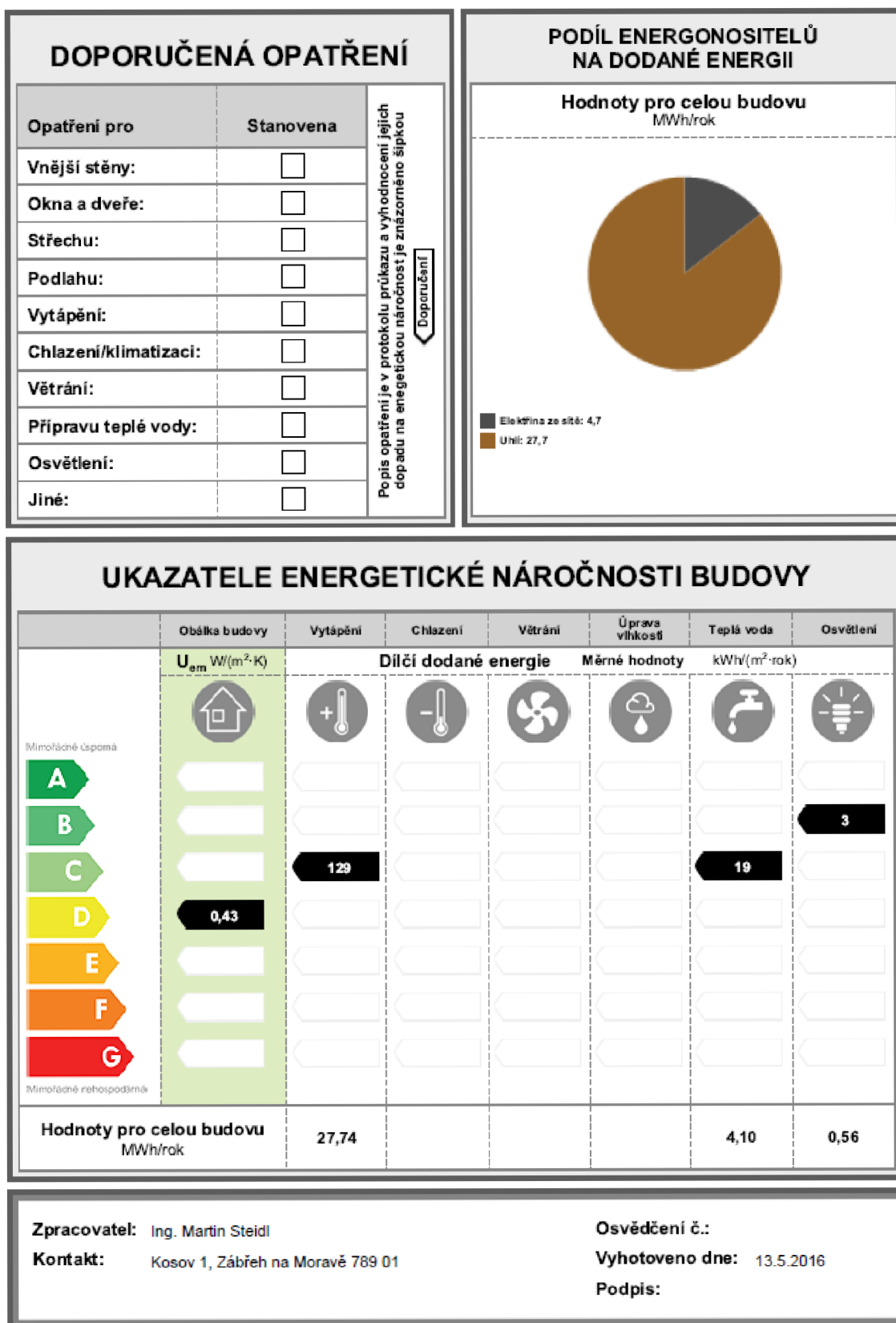
Objekt	Úspora energií (MWh) – energetický zdroj černé uhlí a dřevo		Úspora energií (MWh) – energetický zdroj elektrina	
	Před	Po	Před	Po
RD Kosov	43,62	27,74	6,89	4,66
Úspora celkem	15,88		2,23	



Graf 3 – Celkový přehled změny energetické úspory vzhledem k provedeným opatřením [zdroj: vlastní zpracování]



Obr. 18 – Průkaz energetické náročnosti budovy současného stavu ke dni ocenění
[zdroj: Program Energie]



Obr. 19 – Průkaz energetické náročnosti budovy po provedení opatření [zdroj: Program Energie]

3.7 Předpokládaná roční finanční úspora na energiích

3.7.1 Přepočet potřeby energie na vytápění na hmotnostní potřebu černého uhlí

Výhřevnost černého uhlí se pohybuje v závislosti na druhu mezi 21 – 31 MJ/kg. Hodnota výhřevnosti je zvolena na základě poskytnutých údajů od dodavatele, a sice 22,5 MJ/kg. Pro přepočet MJ na MWh se použije vztah:

$$W \cdot s = J$$

neboli

$$MWh = 3\,600\ MJ$$

Z jednoduchého výpočtu se určí, kolik je zapotřebí kg černého uhlí k získání 1 MWh.

$$x = \frac{MJ}{MJ/kg} = \frac{3600}{22,5}$$

$$x = 160\ kg$$

Pro získání 1 MWh energie je zapotřebí 160 kg černého uhlí. Vzhledem k úspoře 15,88 MWh ročně dojde k úspoře 2 540 kg černého uhlí.

3.7.2 Ceny energií a předpokládaná finanční úspora

Pro vytápění a provoz rodinného domu se využívají 2 energonositele, a to elektrická energie a černé uhlí. Pro rodinný dům je vzhledem k navrženým opatřením stanovena finanční úspora, které bude dosaženo na základě snížení energetické náročnosti budovy zlepšením tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí a výměnou žárovkového osvětlení za úsporné LED žárovky.

Pro výpočet potencionálních úspor za energie se uvažuje s průměrnými cenami dodavatelů k 1. 1. 2016.

Tab. 25 – Ceny energií a celková finanční úspora na energiích [zdroj: vlastní]

Ergonositel	Jednotka (MWh)	Cena za MJ (Kč)	Cena celkem (Kč)
Elektrická energie	2,23	3 200	7 140
Ergonositel	Jednotka (t)	Cena za MJ (Kč)	Cena celkem (Kč)
Černé uhlí	2,540	5 500	13 970

3.8 Ocenění rodinného domu

Rodinný dům je oceněn nákladovým způsobem dle §10 a §11 předpisu č. 441/2013 Sb., vyhláška k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška).

„§ 10

(1) *Cena stavby se zjistí vynásobením počtu měrných jednotek, určeného způsobem uvedeným v příloze č. 1 k této vyhlášce, základní cenou upravenou podle příslušného ustanovení této vyhlášky v závislosti na účelu užití stavby.*

(2) *Cena stavby, kromě stavby rybníku a malé vodní nádrže, se určí podle vzorce*

$$CS = CS_N \cdot pp$$

kde

CS ... cena stavby v Kč,

CS_N ... cena stavby v Kč určená nákladovým způsobem,

Pp ... koeficient úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu, který se určí podle vzorce

$$pp = I_T \cdot I_P$$

kde

I_T ... index trhu podle § 4 odst. 1,

I_P ... index polohy podle § 4 odst. 1.

§ 11

Cena stavby nákladovým způsobem se zjistí podle vzorce

$$CS_N = ZCU \cdot P_{mj} \cdot 1 - \frac{o}{100}$$

kde

CS_N ... cena stavby v Kč určená nákladovým způsobem,

ZCU ... základní cena upravená v Kč za měrnou jednotku, kterou určuje druh a účel užití stavby podle § 12 až 21,

P_{mj} ... počet měrných jednotek stavby,

o ... opotřebení stavby v %,

1 a 100 ... konstanty.“ [7]

3.9 Postup výpočtu

3.9.1 Základní cena upravená

Základní cena upravená se pro rodinný dům vypočte na základě §13 oceňovací vyhlášky ze vzorce:

$$ZCU = ZC \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_i$$

„kde

ZCU...základní cena upravená v Kč za m³ obestavěného prostoru,

ZC...základní cena v Kč za m³ obestavěného prostoru podle přílohy č. 11 k této vyhlášce,

K₄ ...koeficient vybavení stavby se vypočte podle vzorce

$$K_4 = 1 + (0,5 \cdot n),$$

kde

1 a 0,54 ... konstanty,

n... součet cenových podílů konstrukcí a vybavení, uvedených v tabulce č. 3 v příloze č. 21 k této vyhlášce, s nadstandardním vybavením, snížený o součet cenových podílů konstrukcí a vybavení s podstandardním vybavením, určených z uvedených tabulek.

K₅ ... koeficient polohový uvedený v tabulce č. 1 v příloze č. 20 k této vyhlášce,

K_i ... koeficient změny cen staveb podle přílohy č. 41 k této vyhlášce, vztahený k cenové úrovni roku 1994.“ [7]

Základní cena v Kč za m³ se určí dle přílohy č. 11, tabulky č. 1 na základě typu nemovité věci, která závisí na typu střechy objektu (střecha plochá, šikmá), zda je objekt podsklepen, kolik má nadzemních podlaží a z jakého konstrukčního systému jsou zhotoveny svislé konstrukce.

Vzhledem k tomu, že objekt má střechu šikmou, je podsklepený, s jedním nadzemním podlažím a konstrukcí železobetonovou montovanou, spadá objekt do typu budovy J. U tohoto typu budovy je určena ZC objektu za m³ obestavěného prostoru ve výši 2 235,-Kč.

Koeficient K_4 je určen na základě rozsáhlého výpočtu, který je zobrazen v tabulce 31 níže. Budova je rozdělena na 26 druhů konstrukcí a vybavení, přičemž je každé položce na základě typu budovy přidělen cenový podíl. Součet všech podílů je roven 1. Každá položka se následně násobí koeficientem v hodnotě:

- 0,46 – v případě, že se jedná o konstrukci nebo vybavení podstandardní,
- 1,54 – v případě, že se jedná o konstrukci nebo vybavení nadstandardní,
- 1,852 – v případě, že konstrukce nebo vybavení zcela chybí a výsledný cenový podíl se od součtu odečte. [7]

Zda-li je konstrukce standardní, podstandardní nebo nadstandardní se zjistí v tabulce č. 6 přílohy č. 11.

Koeficient polohový K_5 se zjistí na základě skupiny měst a obcí v tabulce č. 1 přílohy č. 20. Vzhledem k tomu, že se budova nachází v obci se 317 obyvateli, řadí se do skupiny 6 – „Ostatní obce do 1000 obyvatel včetně“ a koeficient $K_5 = 0,80$. [7]

Koeficient změn cen staveb K_i je určen na základě přílohy č. 41. Jedná se o budovu jednobytovou a hodnota součinitele $K_i = 2,137$.

3.9.2 Cena stavby v Kč určená nákladovým způsobem

Pro určení ceny stavby nákladovým způsobem potřebujeme znát základní cenu upravenou ZCU, počet měrných jednotek obestavěného prostoru s opotřebením stavby.

Počet měrných jednotek stavby P_{mj}

Obestavěný prostor (OP) budovy se vypočte jako obestavěný prostor spodní stavby, vrchní stavby a zastřešení.

Obestavěný prostor spodní stavby je vypočten vynásobením zastavěné plochy 1.PP a konstrukční výškou, která je uvažována mezi spodním lícem podlahy 1.PP a spodním lícem podlahy 1.NP.

Zastavěná plocha 1.PP budovy je v tomto případě $126,51 \text{ m}^2$ a výška od spodní hrany podlahové konstrukce 1.PP po spodní hranu podlahové konstrukce 1.NP je $2\,900 \text{ mm}$. K objektu je také v suterénní části připojen sklep o půdorysné ploše $14,4 \text{ m}^2$ a výšce od spodní hrany podlahy po vrchní líc konstrukce $2\,350 \text{ mm}$. Obestavěný prostor je v tomto případě $400,72 \text{ m}^3$.

$$OP_{ss} = PP \cdot KV$$

$$OP_{ss} = 126,51 \cdot 2,9 + 14,40 \cdot 2,35$$

$$OP_{ss} = 400,72$$

Obestavěný prostor vrchní stavby je vypočtem jako zastavěná plocha 1. NP, která je vynásobena konstrukční výškou, která je uvažována od spodního líce podlahy 1.NP po horní líc podlahy 2.NP.

Zastavěná plocha 1.NP budovy je v tomto případě 107,58 m² a výška od spodní hrany podlahové konstrukce 1.NP po horní hranu podlahové konstrukce 2.NP je 2 800 mm. Obestavěný prostor je v tomto případě 301,22 m³. K obestavěnému prostoru vrchní stavby taktéž náleží obestavěný prostor terasy, která má půdorysnou plochu 18,93 m² a dále zastřešené závětrí s půdorysnou plochou 2,8 m². Půdorysná plocha terasy se násobí výškou 1 000 mm a půdorysná plocha závětrí výškou 3 200 mm.

$$OP_{ss} = PP \cdot KV$$

$$OP_{ss} = 107,58 \cdot 2,8 + 18,93 \cdot 1 + 2,8 \cdot 3,2$$

$$OP_{ss} = 329,11$$

Obestavěný prostor zastřešení je vypočten vynásobením zastavěné plochy podkroví součtem výšky nadezdívky a poloviny výšky hřebene nad úrovní nadezdívky.

Zastavěná plocha 2.NP budovy je v tomto případě 107,58 m² a výška od vrchního líce podlahové konstrukce 2.NP po průměrnou úroveň půdní nadezdívky je $h_{pn} = 850$ mm. Výška hřebene nad úrovní půdní nadezdívky je $h_h = 3 600$ mm. Obestavěný prostor je v tomto případě 285,09 m³.

$$OP_{ss} = PP \cdot (h_{pn} + 0,5 \cdot h_h)$$

$$OP_{ss} = 107,58 \cdot (0,85 + 0,5 \cdot 3,6)$$

$$OP_{ss} = 285,09$$

Celkový oběstavený prostor

Tab. 26 – Přehled obestaveného prostoru jednotlivých částí stavby a celkový OP (m³)

[zdroj: vlastní zpracování]

Část stavby	Plocha (m ³)
Spodní stavba	400,72
Vrchní stavba	329,11
Zastřešení	285,09
Celkem	1014,92

Opotřebení stavby

Opotřebení stavby se určí na základě přílohy č. 21 vyhlášky 441/2013 Sb. vzhledem k jejímu stáří, stavu a předpokládané další životnosti stavby nebo její části. Výpočet je proveden metodou analytickou, tedy každá jednotlivá konstrukční část se hodnotí zvlášť.

Stáří stavby se určuje podle počtu let, které uplynuly od kolaudačního rozhodnutí, souhlasu nebo od doby, kdy započalo užívání objektu na základě oznámení stavebního úřadu. Stavba byla dokončena a kolaudována v roce 1989. Stáří stavby ke dni ocenění je tedy 27 let. U vybavení kuchyně, elektrického bojleru a zdroje tepla na tuhá paliva je uvažováno stáří 5 let z důvodu modernizace technologického vybavení.

Opotřebení objektu analytickou metodou se určí na základě vzorce:

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{B_i}{C_i} \cdot 100 \cdot A_i \right)$$

„kde

n ... počet položek konstrukcí a vybavení ve stavbě se vyskytujících,

A_i ... cenové podíly jednotlivých konstrukcí a vybavení uvedené v tabulkách č. 1 až 6 upravené podle skutečně zjištěného stavu v návaznosti na výpočet koeficientu vybavení *K₄*; součet cenových podílů se *i* po těchto úpravách rovná 1,000,

B_i ... skutečné stáří jednotlivých konstrukcí a vybavení,

C_i ... předpokládaná celková životnost příslušné konstrukce a vybavení uvedená v tabulce č. 7.“ [7]

Opotřebením analytickou metodou bylo pro oceňovaný objekt určeno na 38,5 % před provedením opatření a 31,5 % po provedení navrženého opatření. Podrobnější výpočet je zobrazen v tabulce č. 32 a 38.

3.9.3 Cena stavby

Koeficient úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu pp

– koeficient pp se vypočte na základě vzorce:

$$pp = I_T \cdot I_P$$

„kde

I_T ... index trhu,

I_P ... index polohy.“ [7]

Index trhu

- vypočte se na základě vzorce:

$$I_T = P_6 \cdot \left(1 + \sum_{i=1}^5 P_i\right)$$

„kde

1 ... konstanta,

P_i ... hodnota kvalitativního pásma i -tého znaku indexu trhu uvedeného v tabulce č. 1 v příloze č. 3 k této vyhlášce,

i ... pořadové číslo znaku indexu trhu.“ [7]

Pro oceňovanou budovu jsou zvolena tato kvalitativní pásma:

Tab. 27 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu trhu I_T [7]

Znak		Kvalitativní pásma		
P_i	Název znaku	Číslo	Popis pásma	Hodnota
1	Situace na dílčím (segmentu) trhu s nemovitými věcmi	III.	Poptávka je vyšší než nabídka (komentář: poptávka po stavebních parcelách, domech a chalupách v obci Kosov je vyšší jak nabídka, prodej staveb je ojedinělou záležitostí)	0,02
2	Vlastnické vztahy	V.	Nezastavěný pozemek nebo pozemek, jehož součástí je stavba (stejný vlastník), nebo jednotka, nebo jednotka se spoluvlastnickým podílem na pozemku	0,00
3	Změny v okolí s vlivem na prodejnost nem. věci	II.	Bez vlivu nebo stabilizovaná území	0,00
4	Vliv právních vztahů na prodejnost (např. prodej podílu, pronájem, právo stavby)	II.	Bez vlivu	0,00
5	Ostatní neuvedené (např. nový investiční záměr, energetická úspornost, vysoká ekonomická návratnost)	II.	Bez dalších vlivů	0,00
6	Povodňové riziko	IV.	Zóna se zanedbatelným nebezpečím výskytu záplav	1,00

Hodnota indexu trhu I_T je po dosazení:

$$I_T = 1 \cdot (1 + (0,02 + 0 + 0 + 0 + 0))$$

$$I_T = 1,02$$

Index polohy

- vypočte se na základě vzorce:

$$I_P = P_1 \cdot \left(1 + \sum_{i=2}^{11} P_i\right)$$

„kde

P_i ... hodnota kvalitativního pásma i -tého znaku indexu polohy uvedeného v tabulce č. 3 nebo 4 v příloze č. 3 k této vyhlášce podle druhu hlavní stavby,

i ... pořadové číslo znaku indexu polohy,

n ... počet znaků indexu polohy.“ [7]

Pro oceňovanou budovu jsou zvolena tato kvalitativní pásma:

Tab. 28 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu polohy I_P [7]

Znak			Kvalitativní pásma	
P_i	Název znaku	Č.	Popis pásma	Druh a účel stavby na pozemku
				Rezidenční stavby v obcích do 2000 ob. včetně
a	b	c	d	e
1	Druh a účel užití stavby	I.	Druh hlavní stavby v jednotném funkčním celku	1,01
2	Převažující zástavba v okolí pozemku a životní prostředí	I.	Rezidenční zástavba	0,03
3	Poloha pozemku v obci	I.	Střed obce - centrum obce	0,01
4	Možnost napojení pozemku na inženýrské sítě, které jsou v obci	I.	Pozemek lze napojit na všechny sítě v obci nebo obec bez sítí	0,00
5	Občanská vybavenost v okolí pozemku	III.	V okolí nemovité věci není dostupná žádná občanská vybavenost v obci (komentář: v obci je jedinou občanskou vybaveností školka a obchod se smíšeným zbožím, oba ve vzdálenosti 300 m)	-0,05
6	Dopravní dostupnost k pozemku	VII.	Příjezd po zpevněné komunikaci, s možností parkování na pozemku (komentář: objekt má dvě příjezdové komunikace, parkování je možné na komunikaci nebo na zpevněné ploše před garáží)	0,01
7	Osobní hromadná doprava	III.	Zastávka do 200 m včetně MHD - dobrá dostupnost centra obce (komentář: zastávka do vzdálenosti 200 m, četnost spojů cca 8 denně)	0,01
8	nebo stavby z hlediska komerční využitelnosti	II.	Bez možnosti komerčního využití stavby na pozemku	0,00
9	Obyvatelstvo	II.	Bezproblémové okolí	0,00
10	Nezaměstnanost	II.	Průměrná nezaměstnanost	0,00
11	Vlivy ostatní neuvedené	II.	Bez dalších vlivů	0,00

Hodnota indexu polohy I_p je po dosazení:

$$I_p = 1,01 \cdot (1 + 0,03 + 0,01 + 0 - 0,05 + 0,01 + 0,01 + 0 + 0 + 0 + 0)$$

$$I_p = 1,02$$

Index omezujících vlivů pozemku

Pro výpočet ceny stavebního pozemku, na kterém se stavba oceňovaného domu vyskytuje, se dále určuje index omezujících vlivů pozemku I_o . Jednotlivé hodnoty znaků pro výpočet indexu jsou uvedeny v tabulce 29.

Vypočte se na základě vzorce:

$$I_o = 1 + \sum_{i=1}^6 P_i$$

„kde

I ... konstanta,

P_i ... hodnota kvalitativního pásma i -tého znaku indexu omezujících vlivů uvedeného v tabulce č. 2 v příloze č. 3 k této vyhlášce,

i ... pořadové číslo znaku indexu omezujících vlivů,

I_p ... index polohy, který se určí podle vzorce.“ [7]

Tab. 29 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu omezujících vlivů pozemku I_o [7]

Znak		Kvalitativní pásma		
P_i	Název znaku	Číslo	Popis pásma	Hodnota
1	Geometrický tvar pozemku a velikost pozemku	I.	Nevhodný tvar, nebo velikost - omezující jeho využití	-0,01
2	Svažítost pozemku a expozice	IV.	Svažítost terénu pozemku do 15 % včetně; ostatní orientace	0,00
3	Ztížené základové podmínky	III.	Neztížené základové podmínky	0,00
4	Chráněná území a ochranná pásma	I.	Mimo chráněné území a ochranné pásmo	0,00
5	Omezení užívání pozemku	I.	Bez omezení užívání	0,00
6	Ostatní neuvedené	II.	Bez dalších vlivů	0,00

$$I_o = 1 - 0,01 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$I_o = 0,99$$

3.10 Cena rodinného domu – současný stav

V níže uvedených tabulkách 30 – 34 je znázorněn podrobný výpočet ceny nemovité věci ke dni ocenění pro současný stav.

Tab. 30 – Informace, koeficienty a stanovené indexy vstupující do výpočtu ceny nemovité věci [zdroj: vlastní zpracování]

Výpočet ceny - rodinný dům		Ocenění podle § 13 vyhlášky č. 441/2013 Sb.			
Výpočet ceny nákladovým způsobem (§ 13, příloha č. 11)		Vypočteno tabulkovým procesorem MS Excel			
RD - § 13 a příloha č. 11	Rodinný dům typu J	typ	Kč/m ³	CZ-CC	112
Základní cena	dle typu z přílohy č. 11 vyhlášky	ZC	Kč/m ³	2 235,00	
Koeficient pro úpravu podkroví			-	1,12	
Obestavěný prostor objektu		Pmj	m ³	1 014,92	
Koeficient polohový	(příloha č. 20 vyhlášky)	K ₅	-	0,80	
Koeficient změny cen staveb	(příloha č. 41 vyhlášky)	K _i	-	2,137	
Index trhu	(příloha č. 3 vyhlášky)	IT	-	1,020	
Index polohy	(příloha č. 3 vyhlášky)	IP	-	1,020	
Koeficient úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu (§ 10 odst. 2) = IT × IP		pp	-	1,041	
Podklady pro přípočet konstrukce neuvedené a konstrukce, jejichž cena je více než dvojnásobná oproti konstrukci standardní					
Pořizovací cena konstrukce v čase a místě odhadu (zjištěna znalcem)		CK	Kč	0,00	
Podíl ceny konstr. neuvedené	=CPK/(ZC×OP×K ₅ ×K _i)	PK	-		

Tab. 31 – Stanovení koeficientu vybavení stavby K4 [zdroj: vlastní zpracování]

Koeficient vybavení stavby						
P. č.	Konstrukce a vybavení	Provedení	St.	Podíl (př.21)	Koef.	Uprav. podíl
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(8)	(9)
1	Základy	Betonové pasy s hydroizolací	S	0,05400	1,00	0,05400
2	Svislé konstrukce	Plynosilikátové prefabrikované	S	0,23400	1,00	0,23400
3	Stropy	Hurdis mezi ocelové I profily	S	0,09100	1,00	0,09100
4	Zastřešení mimo krytinu	Krov dřevěný, vázaný, střecha sedlová	S	0,05400	1,00	0,05400
5	Krytiny střech	Vlnité vláknocementové tabule	S	0,03300	1,00	0,03300
6	Klempířské konstrukce	Pozinkovaný plech opatřený nátěrem (žlaby, svody, komín, průniky, parapety)	S	0,00800	1,00	0,00800
7	Úprava vnitř. povrchů	Dvouvrstvé vápenné omítky, keramické obklady v kuchyni, na WC, v koupelně	S	0,06100	1,00	0,06100
8	Úprava vněj. povrchů	Vápenná omítka, keramický nebo kamenný sokl	S	0,02800	1,00	0,02800
9	Vnější obklady	Kamenné, keramický sokl	S	0,00500	1,00	0,00500
10	Vnitřní obklady	Keramické obklady v kuchyni, na WC, v koupelně	S	0,02200	1,00	0,02200
11	Schody	Betonové schody tvaru U s dřevěným obložením	S	0,02300	1,00	0,02300
12	Dveře	Vnitřní dřevěné voštinové plné i prosklené	S	0,03200	1,00	0,03200
13	Okna	Dřevěná jednoduchá s izolačním dvojsklem	N	0,05100	1,54	0,07854
14	Podlahy obytných místností	Parkety nebo koberec (v pokojích), plovoucí podlaha	S	0,02100	1,00	0,02100
15	Podlahy ostatních místností	Keramická dlažba (WC, chodba, koupelna), plovoucí podlaha	S	0,01300	1,00	0,01300
16	Vytápění	Ústřední na tuhá paliva	S	0,05300	1,00	0,05300
17	Elektroinstalace	Světelný i motorový proud	S	0,04200	1,00	0,04200
18	Bleskosvod	Tyčový bleskosvod	S	0,00600	1,00	0,00600

19	Rozvod vody	Ocelové potrubí pro rozvod teplé i studené vody	S	0,02900	1,00	0,02900
20	Zdroj teplé vody	Elektrický bojler	S	0,01700	1,00	0,01700
21	Instalace plynu	Není	S	0,00500	-1,85	-0,00926
22	Kanalizace	Plastické potrubí	S	0,02700	1,00	0,02700
23	Vybavení kuchyní	Elektrický sporák, mraznice, lednice	S	0,00500	1,00	0,00500
24	Vnitřní hygienické vybavení	Umyvadla, sprchy, WC splachovací, vše běžného provedení	N	0,04300	1,54	0,06622
25	Záchod	Keramické mísy, umývatka	S	0,00300	1,00	0,00300
26	Ostatní	Vestavěná skříň, digestoř	S	0,04000	1,00	0,04000
27	Konstrukce neuvedené	nejsou			1,00	0,00000
	Celkem			1,00000		1,03650

Tab. 32 – Stanovení opotřebení konstrukcí a vybavení nemovité věci [zdroj: vlastní zpracování]

Pol. č.	Konstrukce a vybavení	Přepočtený podíl A	Stáří B	Životnost prvku C	Opotřebení B/C	100×A×B / C
(1)	(2)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
1	Základy	0,05210	27	175	0,15429	0,80380
2	Svislé konstrukce	0,22576	27	120	0,22500	5,07959
3	Stropy	0,08780	27	120	0,22500	1,97540
4	Zastřešení mimo krytinu	0,05210	27	100	0,27000	1,40666
5	Krytiny střech	0,03184	27	60	0,45000	1,43271
6	Klempířské konstrukce	0,00772	27	55	0,49091	0,37890
7	Úprava vnitř. povrchů	0,05885	27	65	0,41538	2,44462
8	Úprava vněj. povrchů	0,02701	27	45	0,60000	1,62084
9	Vnější obklady	0,00482	27	40	0,67500	0,32562
10	Vnitřní obklady	0,02123	27	40	0,67500	1,43271
11	Schody	0,02219	27	120	0,22500	0,49928
12	Dveře	0,03087	27	60	0,45000	1,38929
13	Okna	0,07577	27	75	0,36000	2,72787
14	Podlahy obytných místností	0,02026	27	50	0,54000	1,09407

15	Podlahy ostatních místností	0,01254	27	35	0,77143	0,96754
16	Vytápění	0,05113	5	40	0,12500	0,63917
17	Elektroinstalace	0,04052	27	40	0,67500	2,73517
18	Bleskosvod	0,00579	27	35	0,77143	0,44656
19	Rozvod vody	0,02798	27	45	0,60000	1,67873
20	Zdroj teplé vody	0,01640	5	35	0,14286	0,23431
21	Instalace plynu	-0,00893	27	30	0,90000	-0,80405
22	Kanalizace	0,02605	27	25	1,08000	2,81331
23	Vybavení kuchyní	0,00482	5	45	0,11111	0,05360
24	Vnitřní hygienické vybavení	0,06389	27	40	0,67500	4,31245
25	Záchod	0,00289	27	40	0,67500	0,19537
26	Ostatní	0,03859	27	40	0,67500	2,60492
27	Konstrukce neuvedené	0,00000	0	0	0,00000	0,00000
	Celkem	1,00				38,48841
Opotřebení analytickou metodou						38,49 %

Tab. 33 – Výpočet ceny stavebního pozemku [zdroj: vlastní zpracování]

Cena pozemku, výpočet ceny dle § 4, vyhlášky 441/2013 Sb.		
Označení pozemku		st. 77/1 (669997)
Evidován v KN		Zastavěná plocha a nádvoří
Plocha pozemku	m ²	493,00
Základní cena stavebního pozemku ZCv podle přílohy č. 2	Kč/m ²	1450,00
Úprava ceny pozemku dle znaků O1-O6 na základě tabulky č. 2 přílohy č. 2 vyhlášky 441/2013 Sb.	O1	0,50
	O2	0,60
	O3	0,80
	O4	0,85
	O5	0,90
	O6	0,85
Základní cena pozemku ZC	Kč	226,29
Index trhu	-	1,02
Index polohy	-	1,02
Index omezujících vlivů pozemku	-	0,99
Index cenového porovnání	-	1,03
Základní cena pozemku upravená ZCU	Kč/m ²	233,10
Zaokrouleno	Kč/m ²	233,00
Celková cena pozemku	Kč	114 869,00

Tab. 34 – Stanovení ceny nemovité věci s přihlédnutím k opotřebení konstrukcí a vybavení a koeficientu úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu [zdroj: vlastní zpracování]

Koeficient vybavení stavby	(z výpočtu výše)	K ₄	-	1,55971
Zákl. cena upravená bez pp	$ZC \times K_4 \times K_5 \times K_i$		Kč/m ³	5 959,58
Zákl. cena upravená s pp	$ZC \times K_4 \times K_5 \times K_i \times pp$	ZCU	Kč/m ³	6 200,96
Rok odhadu				2016
Rok pořízení				1989
Stáří		S	roků	27
Způsob výpočtu opotřebení	(lineárně / analyticky)			analyticky
Celková předpokládaná životnost		Z	roků	
Opotřebení stavby		O	%	38,49
Výchozí cena stavby bez pp		CN	Kč	6 048 500,27
Odpočet na opotřebení stavby	38,49 %	O	Kč	-2 328 067,75
Cena ke dni odhadu bez koeficientu pp			Kč	3 720 432,52
Cena ke dni odhadu s koeficientem pp		CS	Kč	3 871 117,48
Věcné břemeno č. 1 (odpočet celkem max. 80 % ceny stavby - § 49 vyhlášky)		CVBI	Kč	odpočet 0,00
Cena ke dni odhadu s koeficientem pp po odpočtu věcných břemen		CS	Kč	3 871 117,48
Cena stavebního pozemku dle §4 vyhlášky		ZCU	Kč	114 869,00
Cena nemovité věci celkem			Kč	3 985 986,48
Cena nemovité věci celkem - zaokrouleno			Kč	3 985 990,00

3.11 Cena rodinného domu – po realizaci opatření

Vliv PENB na cenu nemovité věci lze při ocenění zohlednit pozměněním dvou dílčích koeficientů a výpočtem opotřebení. Jedná se o součinitel K₄ – koeficient vybavení stavby a kvalitativní znak P5 při výpočtu indexu trhu I_T.

Jak již bylo popsáno výše, součinitel K₄ se vypočítá na základě cenových podílů jednotlivých konstrukcí, které se násobí součinitelem vyjadřující podstandardní, standardní nebo nadstandardní provedení konstrukce.

V případě ocenění objektu rodinného domu a provedení opatření vedoucích ke snížení energetické náročnosti objektu se jedná o 3 konstrukce, a to:

- svislé konstrukce, u kterých se tepelně technické vlastnosti zlepšily přidáním 100 mm polystyrenu EPS,
- zastřešení mimo krytinu, kde se střešní konstrukce dozateplila 200 mm minerální vaty,
- okna, která byla vyměněna za moderní plastové profily s dvojitým izolačním zasklením s termo-izolačním distančním rámečkem a dvojitým dorazovým těsněním.

Index trhu I_T zahrnuje mimo jiné i kvalitativní pásmo s názvem „Ostatní neuvedené (např. nový investiční záměr, energetická úspornost, vysoká ekonomická návratnost). Hodnota tohoto kvalitativního pásma se volí v rozmezí 0,01 až 0,30 v závislosti na uvážení odhadce a v případě ocenění objektu rodinného domu se posuzuje zmíněná energetická úspornost objektu, které bylo dosaženo zateplením obálky budovy a výměnou starých oken za nová.

Opotřebení stavby má na cenu nemovité věci po provedení opatření dvojitý vliv.

Poprvé vstoupí do výpočtu tehdy, kdy se pro potřebu určení opotřebení přepočítává upravený podíl (sloupec 9 tab. 31) na přepočtený podíl A (sloupec 13 tab. 32). Je to zapříčiněno tím, že u svislých konstrukcí a zastřešení objektu mimo krytinu bylo provedeno zateplení, tím pádem je konstrukce nadstandardní a upravený cenový podíl konstrukce se zvýší o násobek 1,54. Jelikož se jedná o konstrukce, u kterých je určena životnost 100 let, tedy vyšší než u ostatních konstrukcí a vybavení, celkové opotřebení stavby se sníží.

Podruhé vstoupí do výpočtu tehdy, kdy se stáří konstrukce (ke dni ocenění 27 let) přepíše na novou hodnotu. Jedná se o konstrukce oken, vnější fasády a krytiny střechy.

Index trhu I_T

Tab. 35 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu trhu I_T po provedení opatření [zdroj: vlastní zpracování]

Znak		Kvalitativní pásma		
P_i	Název znaku	Číslo	Popis pásma	Hodnota
1	Situace na dílčím (segmentu) trhu s nemovitými věcmi	III.	Poptávka je vyšší než nabídka	0,02
2	Vlastnické vztahy	V.	Nezastavěný pozemek nebo pozemek, jehož součástí je stavba (stejný vlastník), nebo jednotka, nebo jednotka se spoluvlastnickým podílem na pozemku	0,00
3	Změny v okolí s vlivem na prodejnost nem. věci	II.	Bez vlivu nebo stabilizovaná území	0,00
4	Vliv právních vztahů na prodejnost (např. prodej podílu, pronájem, právo stavby)	II.	Bez vlivu	0,00
5	Ostatní neuvedené (např. nový investiční záměr, energetická úspornost, vysoká ekonomická návratnost)	II.	Zlepšení tepelně-izolačních vlastností obvodových konstrukcí	0,03
6	Povodňové riziko	IV.	Zóna se zanedbatelným nebezpečím výskytu záplav	1,00

Hodnota indexu trhu I_T a koeficientu pp je po dosazení:

$$I_T = 1 \cdot (1 + (0,02 + 0 + 0 + 0 + 0,03))$$

$$I_T = 1,05$$

$$pp = I_T \cdot I_P$$

$$pp = 1,05 \cdot 1,02$$

$$pp = 1,071$$

Výpočet ceny rodinného domu po provedených opatřeních je uveden v tabulkách č. 39 – 39 níže.

Tab. 36 – Informace, koeficienty a stanovené indexy vstupující do výpočtu ceny nemovitě věci [zdroj: vlastní zpracování]

Výpočet ceny - rodinný dům		Ocenění podle § 13 vyhlášky č. 441/2013 Sb.			
Výpočet ceny nákladovým způsobem (§ 13, příloha č. 11)		Vypočteno tabulkovým procesorem MS Excel			
RD - § 13 a příloha č. 11	Rodinný dům typu J	typ	Kč/m ³	CZ-CC	112
Základní cena	dle typu z přílohy č. 11 vyhlášky	ZC	Kč/m ³		2 235,00
Koeficient pro úpravu podkroví			-		1,12
Obestavěný prostor objektu		Pmj	m ³		1 014,92
Koeficient polohový	(příloha č. 20 vyhlášky)	K ₅	-		0,80
Koeficient změny cen staveb	(příloha č. 41 vyhlášky)	Ki	-		2,137
Index trhu	(příloha č. 3 vyhlášky)	IT	-		1,050
Index polohy	(příloha č. 3 vyhlášky)	IP	-		1,020
Koeficient úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu (§ 10 odst. 2) = IT × IP		pp	-		1,071
Podklady pro přípočet konstrukce neuvedené a konstrukce, jejichž cena je více než dvojnásobná oproti konstrukci standardní					
Pořizovací cena konstrukce v čase a místě odhadu (zjištěna znalcem)		CK	Kč		0,00
Podíl ceny konstr. neuvedené	= CPK/(ZC×OP×K ₅ ×Ki)	PK	-		

Tab. 37 – Stanovení koeficientu vybavení stavby K4 [zdroj: vlastní zpracování]

Koeficient vybavení stavby						
P. č.	Konstrukce a vybavení	Provedení	S.	Podíl (př.21)	Koef.	Uprav. podíl
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(8)	(9)
1	Základy	Betonové pasy s hydroizolací	S	0,05400	1,00	0,05400
2	Svislé konstrukce	Plynosilikátové prefabrikované + 100 mm EPS	N	0,23400	1,54	0,21622
2	Svislé konstrukce	Plynosilikátové prefabrikované, CPP	S	0,23400	1,00	0,09360
3	Stropy	Hurdis mezi ocelové I profily	S	0,09100	1,00	0,09100
4	Zastřešení mimo krytinu	Krov dřevěný, vázaný, střecha sedlová + 100 mm MV	N	0,05400	1,54	0,08316
5	Krytiny střech	Taška pálená	S	0,03300	1,00	0,03300

6	Klempířské konstrukce	Pozinkovaný plech opatřený nátěrem (žlaby, svody, komín, průniky, parapety)	S	0,00800	1,00	0,00800
7	Úprava vnitř. povrchů	Dvouvrstvé vápenné omítky, keramické obklady v kuchyni, na WC, v koupelně	S	0,06100	1,00	0,06100
8	Úprava vněj. povrchů	Minerální omítka, keramický nebo kamenný sokl	S	0,02800	1,00	0,02800
9	Vnější obklady	Kamenné, keramický sokl	S	0,00500	1,00	0,00500
10	Vnitřní obklady	Keramické obklady v kuchyni, na WC, v koupelně	S	0,02200	1,00	0,02200
11	Schody	Betonové schody tvaru U s dřevěným obložením	S	0,02300	1,00	0,02300
12	Dveře	Vnitřní dřevěné voštinové plné i prosklené	S	0,03200	1,00	0,03200
13	Okna	Dřevěná jednoduchá s izolačním dvojsklem - nová, těsná	N	0,05100	1,54	0,07854
14	Podlahy obytných místností	Parkety nebo koberec (v pokojích), plovoucí podlaha	S	0,02100	1,00	0,02100
15	Podlahy ostatních místností	Keramická dlažba (WC, chodba, koupelna), plovoucí podlaha	S	0,01300	1,00	0,01300
16	Vytápění	Ústřední na tuhá paliva	S	0,05300	1,00	0,05300
17	Elektroinstalace	Světelný i motorový proud	S	0,04200	1,00	0,04200
18	Bleskosvod	Tyčový bleskosvod	S	0,00600	1,00	0,00600
19	Rozvod vody	Ocelové potrubí pro rozvod teplé i studené vody	S	0,02900	1,00	0,02900
20	Zdroj teplé vody	Elektrický bojler	S	0,01700	1,00	0,01700
21	Instalace plynu	Není	S	0,00500	-1,85	-0,00926
22	Kanalizace	Plastické potrubí	S	0,02700	1,00	0,02700
23	Vybavení kuchyní	Elektrický sporák, mraznice, lednice	S	0,00500	1,00	0,00500
24	Vnitřní hygienické vybavení	Umyvadla, sprchy, WC splachovací, vše běžného provedení	N	0,04300	1,54	0,06622
25	Záchod	Keramické mísy, umývatka	S	0,00300	1,00	0,00300
26	Ostatní	Vestavěná skříň, digestoř	S	0,04000	1,00	0,04000
27	Konstrukce neuvedené	nejsou			1,00	0,00000
	Celkem			1,00000		1,14148

Tab. 38 – Stanovení opotřebení konstrukcí a vybavení nemovité věci [zdroj: vlastní]

Pol. č.	Konstrukce a vybavení	Přepočtený podíl A	Stáří B	Životnost prvku C	Opotřebení B/C	100×A×B / C
(1)	(2)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
1	Základy	0,04731	27	175	0,15429	0,72988
2	Svislé konstrukce	0,18942	27	120	0,22500	4,26190
2	Svislé konstrukce	0,08200	27	120	0,22500	1,84498
3	Stropy	0,07972	27	120	0,22500	1,79373
4	Zastřešení mimo krytinu	0,07285	27	100	0,27000	1,96703
5	Krytiny střech	0,02891	0	60	0,00000	0,00000
6	Klempířské konstrukce	0,00701	0	55	0,00000	0,00000
7	Úprava vnitř. povrchů	0,05344	27	65	0,41538	2,21980
8	Úprava vněj. povrchů	0,02453	0	45	0,00000	0,00000
9	Vnější obklady	0,00438	27	40	0,67500	0,29567
10	Vnitřní obklady	0,01927	27	40	0,67500	1,30095
11	Schody	0,02015	27	120	0,22500	0,45336
12	Dveře	0,02803	27	60	0,45000	1,26152
13	Okna	0,06881	0	75	0,00000	0,00000
14	Podlahy obytných místností	0,01840	27	50	0,54000	0,99345
15	Podlahy ostatních místností	0,01139	27	35	0,77143	0,87856
16	Vytápění	0,04643	5	40	0,12500	0,58039
17	Elektroinstalace	0,03679	27	40	0,67500	2,48363
18	Bleskosvod	0,00526	27	35	0,77143	0,40549
19	Rozvod vody	0,02541	27	45	0,60000	1,52434
20	Zdroj teplé vody	0,01489	5	35	0,14286	0,21276
21	Instalace plynu	-0,00811	27	30	0,90000	-0,73011
22	Kanalizace	0,02365	27	25	1,08000	2,55459
23	Vybavení kuchyní	0,00438	5	45	0,11111	0,04867
24	Vnitřní hygienické vybavení	0,05801	27	40	0,67500	3,91585
25	Záchod	0,00263	27	40	0,67500	0,17740
26	Ostatní	0,03504	27	40	0,67500	2,36536
27	Konstrukce neuvedené	0,00000	0	0	0,00000	0,00000
						31,53921
Opotřebení analytickou metodou						31,54 %

Tab. 39 – Stanovení ceny nemovité věci s přihlédnutím k opotřebení konstrukcí a vybavení a koeficientu úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu [zdroj: vlastní]

Koeficient vybavení stavby	(z výpočtu výše)	K ₄	-	1,61640
Zákl. cena upravená bez pp	$ZC \times K_4 \times K_5 \times K_i$		Kč/m ³	6 176,18
Zákl. cena upravená s pp	$ZC \times K_4 \times K_5 \times K_i \times pp$	ZCU	Kč/m ³	6 615,34
Rok odhadu				2016
Rok pořízení				1989
Stáří		S	roků	27
Způsob výpočtu opotřebení	(lineárně / analyticky)			analyticky
Celková předpokládaná životnost		Z	roků	
Opotřebení stavby		O	%	31,54
Výchozí cena stavby bez pp		CN	Kč	6 268 330,60
Odpočet na opotřebení stavby	31,54 %	O	Kč	-1 977 031,47
Cena ke dni odhadu bez koeficientu pp			Kč	4 291 299,13
Cena ke dni odhadu s koeficientem pp		CS	Kč	4 596 431,95
Věcné břemeno č. 1 (odpočet celkem max. 80 % ceny stavby - § 49 vyhlášky)		CVB1	Kč	odpočet 0,00
Cena ke dni odhadu s koeficientem pp po odpočtu věcných břemen		CS	Kč	4 596 431,95
Cena stavebního pozemku dle §4 vyhlášky		ZCU	Kč	114 869,00
Cena nemovité věci celkem			Kč	4 711 300,95
Cena nemovité věci celkem - zaokrouleno			Kč	4 711 300,00

3.12 Posouzení vlivu PENB (snížení energetické náročnosti budovy a snížení finanční náročnosti na vytápění a provoz budovy) na cenu nemovité věci

Cena nemovitosti před provedenými opatřeními, které snižují energetickou náročnost objektu a ovlivňují finanční výdaje za energie potřebné pro vytápění a provoz budovy, je stanovena na 3 985 990,-Kč. Cena budovy, u které byly provedené stavební úpravy, je stanovena bez změny vlivu opotřebení na částku 4 711 300,-Kč. Rozdíl ceny je tedy 725 310,-Kč.

V tabulce č. 40 je uvedeno, že roční finanční úspory na energiích potřebných pro vytápění a provoz budovy jsou okolo 21 110,-Kč. Tato cenová úspora platí pro rok 2016.

Tab. 40 – Přehled odhadovaných cen provedených opatření [zdroj: vlastní zpracování]

Konstrukce	Cena (Kč)	Životnost (rok)	Vypočtená úspora za rok 2016 (Kč)
Obvodové stěny	180 000	50	4 295
Střecha a strop do nevytápěné půdy	350 000	60	2 921
Okna a dveře	175 000	60	6 754
Osvětlení	5 000	2	7 140
Celkem	710 000	-	21 110

Tato hodnota finanční úspory je dále využita k výpočtu návratnosti investice pro každé navržené opatření zvlášť.

Pro výpočet doby návratnosti je využita metoda čisté současné hodnoty investičního záměru, u kterého se uvažuje s diskontní sazbou 3 % a čistá současná hodnota se počítá k celé životnosti konstrukce dle vzorce:

$$NPV = IN - \sum \frac{CF}{(1+r)^n}$$

kde

NPV...je čistá současná hodnota,

IN...hodnota investice,

CF...vypočtená finanční úspora pro rok 2016,

r...diskontní sazba,

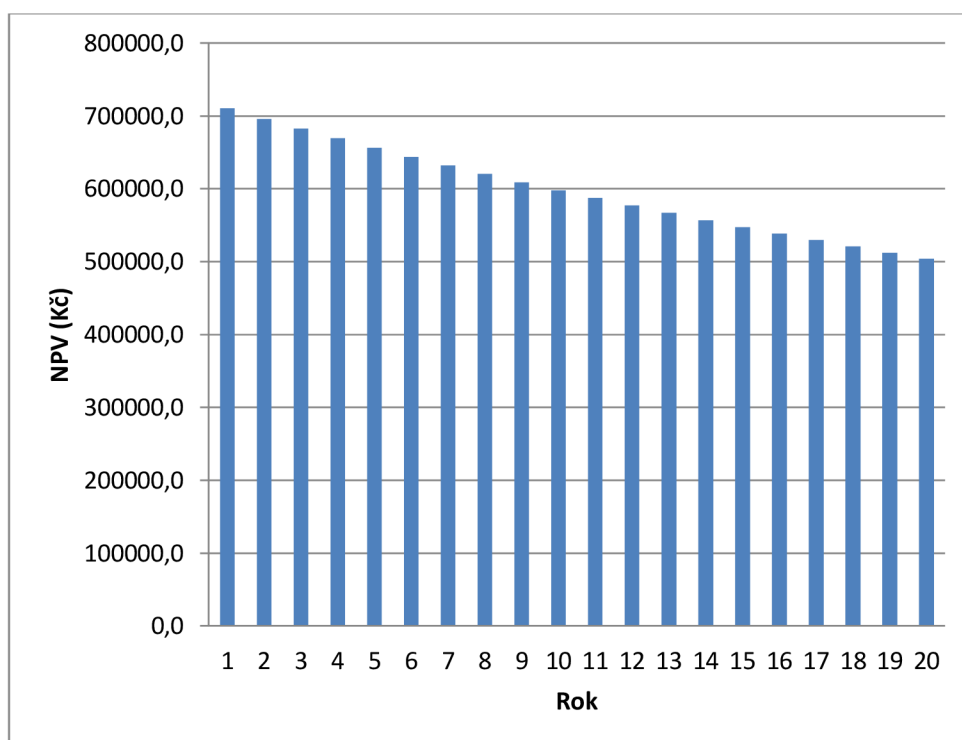
n...životnost konstrukce. [22]

Tab. 41 – Výpočet návratnosti investice [zdroj: vlastní zpracování]

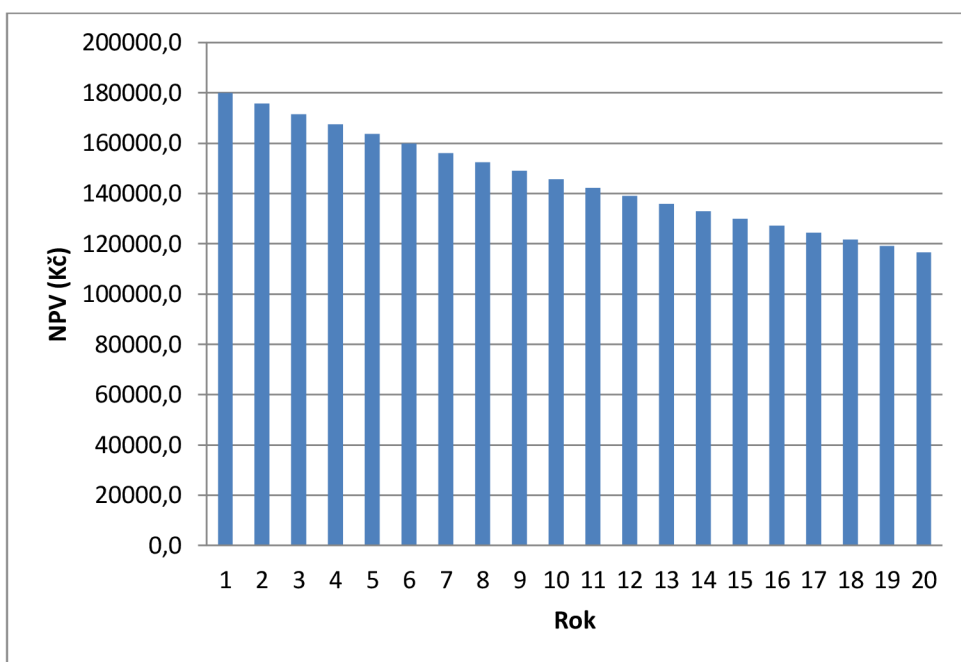
Konstrukce	NPV po skončení životnosti (Kč)	Celková úspora po skončení životnosti (Kč)	Úspora po 20 letech (Kč)
Obvodové stěny	67 185	113 825	65 816
Střecha a strop do nevytápěné půdy	267 245	83 266	44 761
Okna a dveře	-16 348	192 528	103 497
Osvětlení	-9 072	14 072	-
Celkem uspořené částka (Kč)		443 572	

Jak je z tabulky pozorovatelné, nejefektivnějším opatřením, které se vzhledem k čisté současné hodnotě investice vyplatí, je výměna osvětlení za úsporné LED žárovky a výměna výplní otvorů. Právě okna a dveřmi uniká nejvíce tepla a vzhledem k finanční náročnosti realizace opatření je toto opatření nejefektivnější.

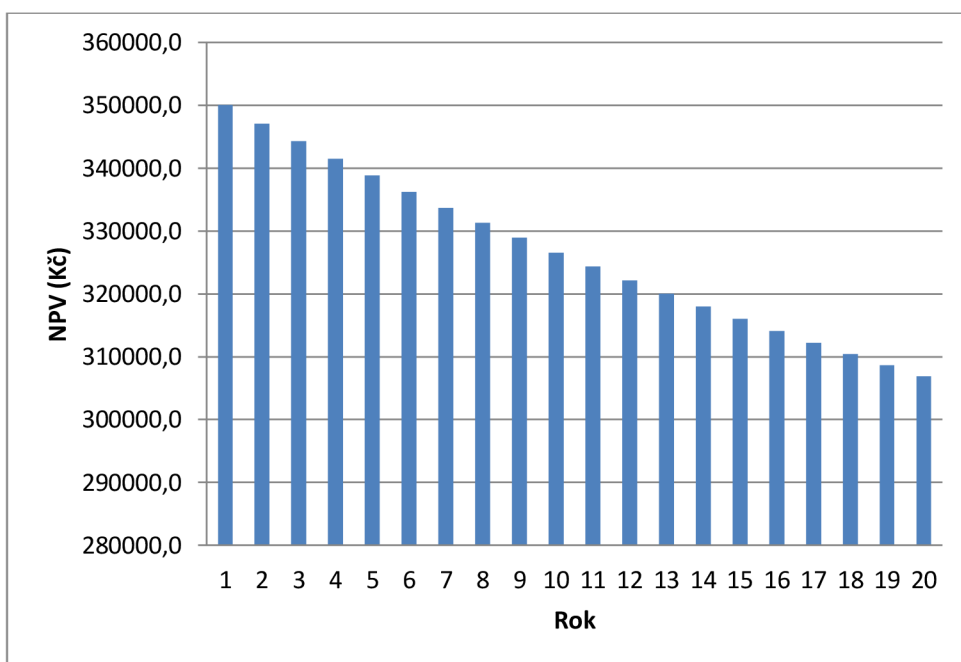
Na grafech 4 – 7 jsou následně zobrazeny roční úspory a čistá současná hodnota investice na 20 let dopředu. Kompletní výpočet NPV je zobrazen v příloze č. 5.



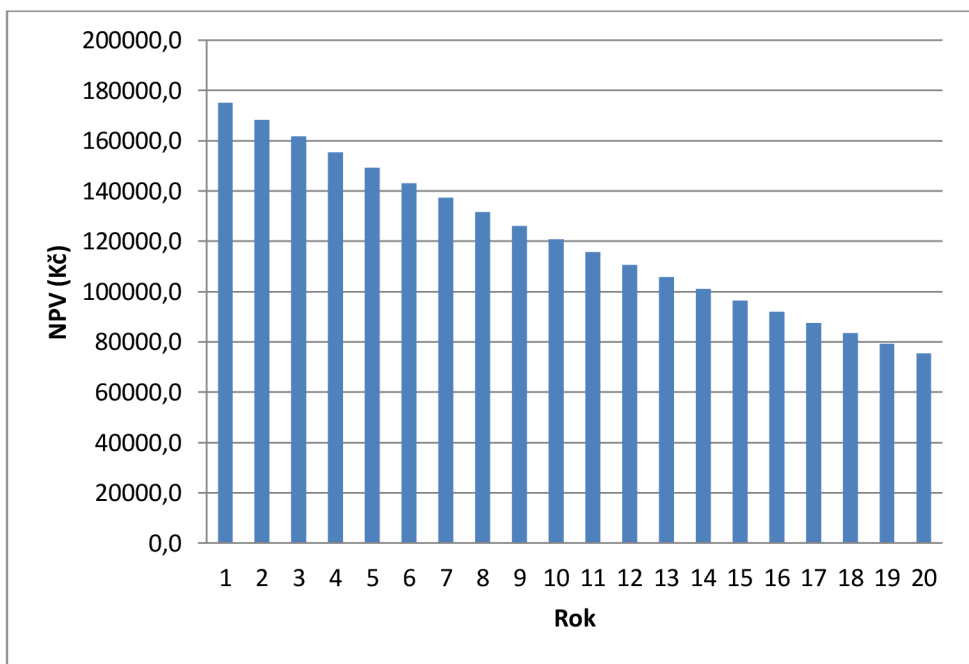
Graf 4 – NPV celkové investice na 20 let dopředu [zdroj: vlastní zpracování]



Graf 5 – NPV investice do zateplení stěn objektu na 20 let dopředu [zdroj: vlastní zpracování]



Graf 6 – NPV investice do zateplení střechy a stropu objektu na 20 let dopředu [zdroj: vlastní zpracování]



*Graf 7 – NPV investice do výměny výplní otvorových výplní objektu na 20 let dopředu
[zdroj: vlastní zpracování]*

4 Závěr

PENB má na cenu nemovité věci výrazný vliv. Vliv PENB je vyjádřen zejména dílčím indexem trhu, který hodnotí mimo jiné i energetickou úspornost objektu a dále koeficientem vyjadřující provedení konstrukce (standardní/nadstandardní). Zateplením objektu a výměnou otvorových výplní bylo dosaženo výrazné energetické úspory a cena se v tomto konkrétním případě zvýšila o 18,2 %. Nejde však pouze o zvýšení ceny v závislosti na PENB, ale i v závislosti na rekonstrukci obvodového pláště budovy souvisejí se zateplením objektu.

Cena nemovité věci v závislosti na PENB se následně řídí převážně cenou energonositele použitým k vytápění a provozu budovy. Je podstatný rozdíl, zda je objekt vytápěn kusovým dřívím, uhlím, plynem nebo elektřinou.

Pohyb ceny nemovité věci a investice do realizovaných opatření je taktéž vnímána jinak majitelem, který stavbu hodlá nadále využívat, a jinak potenciálním kupcem, který si plánuje stavbu pořídit.

Pohled majitele

Majitele jako investora zajímá především finanční částka, která bude do investičního záměru vložena a kolik ročně ušetří, resp. za jak dlouho se mu investice navrátí.

Prostá doba návratnosti provedení zateplení obálky budovy je v tomto případě téměř 51 let. Neuvažuje se ovšem ani s inflací a ani se zvyšováním cen energií a možností investovat peníze na jiném trhu.

V případě uvážení diskontní míry ve výši 3,0 %, která zahrnuje výše zmíněné faktory je doba návratnosti celého projektu snížení energetické náročnosti objektu více jak 100 let, a tedy investice do zateplení není ekonomicky rentabilní.

Je to dáno zejména levným způsobem vytápěním, ale především poměrně dobrými tepelně-izolačními vlastnosti stávajících konstrukcí. Ty sice nevyhovují současným normovým požadavkům, avšak jsou na takové úrovni, že realizace dodatečného zateplení vzhledem k cenám energií není výhodné.

Vzhledem k návratnosti projektu je vhodné investovat pouze do výměny oken a výměny osvětlení za úsporné LED žárovky. V případě výměny oken je investice ve

výši 175 000,-Kč navracena po přibližně 47 letech. V případě uvážení životnosti oken 60 let se na konci životnosti dostane investor do kladných čísel a současná hodnota investice je 16 000,-Kč, tedy celková ušetřená částka za dobu životnosti oken a dveří je 193 000,-Kč.

Pohled investora

Investora při koupi nemovité věci zajímá zejména cena nemovité věci, budoucí investice do oprav a náklady na provoz a vytápění budovy.

Cena nemovité věci určená na základě oceňovací vyhlášky 441/2013 Sb. se vlivem provedení opatření v hodnotě 710 000,-Kč zvýšila z původních 3 985 990,-Kč na 4 711 300,-Kč, tedy o 725 310,-Kč, což je adekvátní hodnota odpovídající hodnotě investice do zateplení objektu.

Touto investicí se nejenže snížila energetická úpornost objektu a majitel tak na energiích ušetří 21 110,-Kč ročně, ale také se snížilo celkové opotřebení stavby. Za cenu 710 000,-Kč bylo rekonstruováno opláštění střechy, byla realizována nová vnější fasáda objektu a byly vyměněny všechny otvorové výplně. Tím pádem se hodnota objektu zvýšila a pro potenciálního kupce to do budoucna znamená méně investicí do oprav, údržby a energií.

Vzhledem k vloženým penězům do energetických opatření objektu je cena stanovena adekvátně, avšak v případě porovnání pouze závislosti cen nemovité věci a potenciálních finančních úspor na energiích je objekt vzhledem k PENB předražen.

Celková doba návratnosti se ovšem může lišit. Jedná se pouze o odhad a odhadce není schopen předvídat vývoj cen energií a průměrnou výši inflace na rok dopředu, natož na 50 let. Doba návratnosti investice se taktéž může lišit v závislosti na způsobu užívání nemovité věci. V případě občasného nebo sezónního využívání objektu doba návratnosti vzroste.

Cena, o kterou je navýšena hodnota rodinného domu, odpovídá jednak zrekonstruování některých konstrukcí a také sumě diskontovaného cashflow, který udává ročně uspořeno finanční částku na energiích. Zde je na zvážení, jak dlouhou dobu návratnosti a jakou diskontní míru odhadce užije. Vzhledem k lokalitě, v níž se stavba nachází, by cena rodinného domu po provedených opatřeních neměla převyšovat součet ceny rodinného před opatřeními a ceny provedených prací.

4.1 Seznam použitých zdrojů

- [1] ČESKO. § 7 odst. 1 písm. a) - d) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2016 [cit. 23. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406#p7-1-a>
- [2] ČESKO. § 7 odst. 2 písm. a) - c) zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2016 [cit. 23. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406#p7-2-a>
- [3] Odbor 32100. Průkaz energetické náročnosti budovy. www.mpo.cz. [online]. © Copyright 2005 MPO, [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument119528.html>
- [4] ČESKO. § 7a zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2016 [cit. 23. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406#p7a>
- [5] ČESKO. Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2016 [cit. 23. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406#p7a>
- [6] ČESKO. Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2016 [cit. 23. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78#p1>
- [7] ČESKO. Vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška). In *Sbírka zákonů ČR*, ročník 2013, částka 173. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-441> [cit. 2016-02-12]. ISSN 1211-1244
- [8] ČSN 730540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. © Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011

- [9] Autor neznámý. Podmínky oblasti podpory B. www.novazelenausporam.cz [online]. © 2008–2015 Ministerstvo životního prostředí [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/podminky-oblasti-podpory-b-3-vyzva/>
- [10] Autor neznámý. Oblasti podpory. www.novazelenausporam.cz [online]. © 2008–2015 Ministerstvo životního prostředí [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/oblasti-podpory-3-vyzva/>
- [11] Autor neznámý. Název neznámý. In: pasivnidomy.cz [online]. 2013 [cit. 22.1.2016]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/3442841/>
- [12] Autor neznámý. Izolační skla s meziskelní tepelnou fólií – HEAT MIRROR. www.izolacniskla.cz [online]. Copyright 2016 © Izolační skla a.s.[cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.izolacniskla.cz/produkt.php?skupina=Izolacni-skla-s-meziskelni-tepelnou-folii---HEAT-MIRROR>
- [13] Autor neznámý. G – energetická propustnost. www.slavona.cz [online]. Slavona, s.r.o. [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.slavona.cz/slovník-pojmu/g-energeticka-propustnost.html>
- [14] Autor neznámý. Topný faktor. www.nazeleno.cz [online-časopis]. © 2015 Nazeleno.cz, [cit. 22. 1. 2016]. ISSN 1803-4160. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/topny-faktor.dic>
- [15] Autor neznámý. Tepelná čerpadla. www.tzb.info.cz [online-časopis]. © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2015, [cit. 22. 1. 2016]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [16] Autor neznámý. Kupujete nový elektrický spotřebič? Pomohou Vám štítky! www.uspornespotrebice.cz. [online časopis]. SEVEN, Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s. [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z:

<http://www.uspornespotrebice.cz/informace/o-stitkovani/>

[17] Autor neznámý. Co je COMPACFOAM? www.compacfoam.cz. [online]. [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z:<http://www.compacfoam.cz/12-co-je-compacfoam.html>

[18] Autor neznámý. Větrání (a vytápění). www.pasivnidomy.cz. [online časopis]. © 2006-2016 Centrum pasivního domu, z.s. [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z:
<http://www.pasivnidomy.cz/vetrani-a-vytapeni/t4029?s=102>

[19] TOMAN, Zdeněk. Územní plán Kosov. [online]. Atelier AVM, s.r.o, Brno, 2004 [cit. 20. 4. 2016]. Dostupné z:
http://muzabreh.cz/multisites/zabreh/images/stories/other/UP/UP_kosov/0_kos_txt_a_b.pdf

[20] Autor neznámý. Demografický vývoj. Základní tendence demografického, sociálního a ekonomického vývoje Olomouckého kraje – 2014 [online]. Český statistický úřad, 2014 [cit. 20. 4. 2016]. Dostupné z:
<https://www.czso.cz/documents/10180/33670700/330135151.pdf/e81b76a2-8f2f-47d8-a3a6-7dcde0eaac21?version=1.1>

[21] ŠÁLA, Jiří. Energetická náročnost, tepelná ochrana a vnitřní prostředí budov. www.tzb.info.cz [online]. © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2015, [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z:
<http://stavba.tzb-info.cz/smernice-2010-31-eu/12027-energeticka-narocnost-tepelna-ochrana-a-vnitri-prostredi-budov>

[22] CHADIM, Tomáš. Výpočtová pomůcka ekonomická návratnost investic. www.tzb.info.cz [online]. © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2015, [cit. 22. 4. 2016]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>

- [23] BERANOVSKÝ, Jiří. Energie slunce – výroba elektřiny. www.ekowatt.cz [online]. © EkoWATT, 2007, [cit. 2. 4. 2016]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-slunce---vyroba-elektriny>
- [24] BALIK, Petr. Pasivní využívání sluneční energie – Dům a slunce. www.stavebnikomunita.cz [online]. [cit. 25. 4. 2016]. Dostupné z: <http://stavebnikomunita.cz/m/blogpost?id=6453524%3ABlogPost%3A15210>
- [25] HEJHÁLEK, Jiří. Slunolamy jako moderní a funkční prvek. www.stavebnictvi3000.cz [online]. Vega spol. s.r.o., © 2014–2016 [cit. 26. 4. 2016]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/slunolamy-jako-moderni-architektonicky-a-funkcni-prvek/>
- [26] Autor neznámý. Zateplení střechy. www.stromont.cz [online]. STROMONT s.r.o [cit. 26. 4. 2016]. Dostupné z: <http://www.stromont.cz/strechy-stromsky/9-Zatepleni-strech/25-Proc-jak-a-cim>
- [27] Autor neznámý. Měření termokamerou. www.izolacek.cz [online]. Izolacek.cz [cit. 15. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.izolacek.cz/termografie.html>
- [28] Autor neznámý. Pěnové sklo – tepelná izolace pro jednodušší a levnější stavební řešení. www.stavebnictvi3000.cz [online]. Vega spol. s.r.o., © 2014–2016 [cit. 26. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/penove-sklo-tepelna-izolace-pro-jednodussi-a-levnejsi-stavebni-reseni/>
- [29] HORČÍK, Jan. Aerogel – dokonalá tepelná izolace. www.ekobydleni.eu [online]. Chamanne s.r.o. [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/domy/aerogel-dokonala-tepelna-izolace>

[30] Autor neznámý. Izolační dvojskla a základní informace o nich. www.arsus.cz [online]. ARSUS s. r. o. [cit. 19. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.arsus.cz/skla.htm>

[31] Autor neznámý. Větrání (a vytápění). www.pasivnidomy.cz [online]. Centrum pasivního domu, z.s. Poslední změna 7. 1. 2014.[cit. 19. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/vetrani-a-vytapeni/t4029?s=102>

[32] CRAFT, Tom. Nové energetické štítky spotřebičů jasně udávají jejich kvalitu. www.bydleni.idnes.cz [online]. © 1999–2016 MAFRA, a. s. Poslední změna 31. 3. 2011.[cit. 20. 1. 2016]. Dostupné z: http://bydleni.idnes.cz/energeticke-stitky-00l/spotrebice.aspx?c=A110330_121352_spotrebice_rez

5 Seznam použitých zkratk a symbolů

PENB – Průkaz energetické náročnosti budovy

NPV – Net Present Value (čistá současná hodnota)

PIR – Polyisokyanurát

PUR – Polyuretan

EPS – Expandovaný polystyren

XPS – Extrudovaný polystyren

TUV – Teplá užitková voda

ČOV – Čistírna odpadních vod

6 Seznam tabulek

- Tab. 1 – Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy
- Tab. 2 – Požadované a doporučené součinitele prostupu tepla konstrukcí
- Tab. 3 – Procentuální zastoupení nemovitých věcí na trhu
- Tab. 4 – Geometrické charakteristiky budovy
- Tab. 5 – Plocha svislých konstrukcí dle orientace ke světovým stranám
- Tab. 6 – Plocha vodorovných konstrukcí
- Tab. 7 – Plocha střešních konstrukcí dle orientace ke světovým stranám
- Tab. 8 – Soupis okenních výplní dle světových stran
- Tab. 9 – Přehled dveřních výplní dle světových stran
- Tab. 10 – Soupis žárovkového osvětlení dle místností a příkonu zdroje světla
- Tab. 11 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce
- Tab. 12 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce
- Tab. 13 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce
- Tab. 14 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce
- Tab. 15 – Porovnání hodnoty součinitele prostupu tepla U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) s požadovaným součinitelem prostupu tepla $U_{N,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
- Tab. 16 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce
- Tab. 17 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce
- Tab. 18 – Tepelně-technické parametry obvodové konstrukce
- Tab. 19 – Porovnání hodnoty součinitele prostupu tepla U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) s požadovaným součinitelem prostupu tepla $U_{N,20}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
- Tab. 20 – Posouzení tepelně-technických vlastností otvorových výplní
- Tab. 21 – Úspora energií na vytápění vlivem zateplení jednotlivých obalových konstrukcí budovy
- Tab. 22 – Úspora energií na vytápění vlivem výměny otvorových výplní
- Tab. 23 – Úspora energií (MWh) vlivem výměny osvětlení
- Tab. 24 – Celková úspora (MWh) jednotlivých energonositelů
- Tab. 25 – Ceny energií a celková finanční úspora na energiích
- Tab. 26 – Přehled obestavěného prostoru jednotlivých částí stavby a celkový OP (m^3)
- Tab. 27 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu trhu I_T

- Tab. 28 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu polohy I_P
- Tab. 29 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu omezujících vlivů pozemku I_O
- Tab. 30 – Informace, koeficienty a stanovené indexy vstupující do výpočtu ceny nemovité věci
- Tab. 31 – Stanovení koeficientu vybavení stavby K_4
- Tab. 32 – Stanovení opotřebení konstrukcí a vybavení nemovité věci
- Tab. 33 – Výpočet ceny stavebního pozemku
- Tab. 34 – Stanovení ceny nemovité věci s přihlédnutím k opotřebení konstrukcí a vybavení a koeficientu úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu
- Tab. 35 – Určené hodnoty kvalitativních pásem pro výpočet indexu trhu I_T po provedení opatření
- Tab. 36 – Informace, koeficienty a stanovené indexy vstupující do výpočtu ceny nemovité věci
- Tab. 37 – Stanovení koeficientu vybavení stavby K_4
- Tab. 38 – Stanovení opotřebení konstrukcí a vybavení nemovité věci
- Tab. 39 – Stanovení ceny nemovité věci s přihlédnutím k opotřebení konstrukcí a vybavení a koeficientu úpravy ceny pro stavbu dle polohy a trhu
- Tab. 40 – Přehled odhadovaných cen provedených opatření
- Tab. 41 – Výpočet návratnosti investice

7 Seznam obrázků

Obr. 1 – Vzor průkazu energetické náročnosti PENB

Obr. 2 – Na obrázku je znázorněn průměrný roční úhrn dopadajícího slunečního záření na m² za období 1994-2013. Na území České republiky jsou hodnoty v rozmezí 1000-1200 kWh/m²

Obr. 3 – Prvky solární architektury

Obr. 4 – Slunolam

Obr. 5 – Znázornění poměrů tepelných ztrát objektu

Obr. 6 – Znázornění tepelných ztrát fotografií z termokamery

Obr. 7 – Pěnové sklo – deska a granulát

Obr. 8 – Aerogel

Obr. 9 – Distanční rámeček okna

Obr. 10 – Princip rekuperace tepla (zpětného získávání tepla)

Obr. 11 – Tepelná centrála Regulus EcoHeat 400

Obr. 12 – Vzor energetického štítku spotřebiče – zleva pro pračku, myčku nádobí, kombinovanou ledničku

Obr. 13 – Ortofoto mapa obce Kosov

Obr. 14 – jihovýchodní pohled na RD

Obr. 15 – Zdroj tepla, kotel na tuhá paliva s automatickým příkládáním

Obr. 16 – Otopné deskové těleso s termoregulační hlavicí

Obr. 17 – Zdroj teplé vody, elektrický bojler o objemu 200 l

Obr. 18 – Průkaz energetické náročnosti budovy současného stavu ke dni ocenění

Obr. 19 – Průkaz energetické náročnosti budovy po provedení opatření

8 Seznam grafů

Graf 1 – Energetická náročnost dle typu zástavby

Graf 2 – Změna spotřeby energie rodinného domu vzhledem k provedeným opatřením

Graf 3 – Celkový přehled změny energetické úspory vzhledem k provedeným opatřením

Graf 4 – NPV celkové investice na 20 let dopředu

Graf 5 – NPV investice do zateplení stěn objektu na 20 let dopředu

Graf 6 – NPV investice do zateplení střechy a stropu objektu na 20 let dopředu

Graf 7 – NPV investice do výměny výplní otvorových výplní objektu na 20 let dopředu

9 Seznam příloh

Příloha 1 – Protokol k výpočtu PENB – před opatřením

Příloha 2 – Protokol k výpočtu PENB – po opatření

Příloha 3 – Ocenění navržených opatření

Příloha 4 – Výpočet návratnosti

10 Přílohy

10.1 Příloha 1 – Protokol k výpočtu PENB – před opatřením

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2

a podle EN ISO 13790, EN ISO 13789 a EN ISO 13370

Název úlohy: **RD Kosov**
Zpracovatel: Ing. Martin Steidl
Zakázka:
Datum: 1.4.2016

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m ²]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m ²]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2
srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny:	Obytná budova
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	rodinný dům
Typ hodnocení:	prodej budovy nebo její části
Obsazenost zóny:	40,0 m2/osobu
Uvažovaný počet osob v zóně:	3,8 (použije se pro stanovení roční potřeby teplé vody)
Objem z vnějších rozměrů:	424,94 m3
Podlah. plocha (celková vnitřní):	152,6 m2
Celk. energet. vztažná plocha:	215,16 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	0,0 kJ/(m2.K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	přerušované s přestávkou 48,0 hodin v týdnu
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	539 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none">· produkci tepla: 1,5+3,0 W/m2 (osoby+spotřebiče)· časový podíl produkce: 70+20 % (osoby+spotřebiče)· zohlednění spotřebičů: jen zisky· minimální přípustnou osvětlenost: 50,0 lx· příkon osvětlení: 1000,0 W· prům. účinnost osvětlení: 10 %· spotřebu nouzového osvětlení: 0,0 kWh/(m2.a)· činitel obsazenosti 1,0 a závislosti na denním světle 1,0· roční dobu využití osvětlení ve dne/v noci: 1600 / 1200 h· další tepelné zisky: 0,0 W
Potřeba tepla na přípravu TV:	10435,79 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none">· denní potřebu teplé vody: 40,0 l/(osobu.den)· roční potřebu teplé vody: 55,5 m3· teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Teplovzdušné vytápění:	ne
<u>Zdroj tepla č. 1 a na něj napojená otopná soustava:</u>	
Název zdroje tepla:	Kotel na uhlí dřevo (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	90,0 %
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 89,0 %
Objem akumulční nádrže:	3500,0 l
Měrná ztráta nádrže:	5,8 Wh/(l.d)
Příkon čerpadel vytápění:	0,0 W (prům. roční příkon)
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	Bojler (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV:	90,0 %
Objem zásobníku TV:	200,0 l
Měrná tep. ztráta zásobníku TV:	7,9 Wh/(l.d)
Délka rozvodů TV:	15,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	38,4 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	339,952 m3
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %

Typ větrání zóny: přirozené

Intenzita větrání byla odvozena na základě spárové průvzdušnosti oken:

Název výplně otvoru	Délka spáry [m]	Souč. spár. průvzd. iLV	Char. č. budovy B
západní okna sloučená	10,2 (1 x)	0,000190	6
600x1500 sever	3,24 (1 x)	0,000190	6
1400x800 jih	3,44 (1 x)	0,000190	6
2200x900 jih	5,24 (2 x)	0,000190	6
jížní okna sloučená	15,48 (1 x)	0,000190	6
1400x600 luxfery	6,48 (1 x)	0,000190	6
2100x1100 dveře	7,68 (1 x)	0,000190	6
1500x900 východ	3,84 (2 x)	0,000190	6
1200x1500 východ	4,44 (1 x)	0,000190	0
500x1400 střešní sever	2,84 (1 x)	0,000190	0
Výsledná intenzita větrání n:	0,78 1/h		
Měrný tepelný tok větráním Hv:	87,597 W/K		

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m ² K]
Obvodová stěna	39,35	0,602	1,00	23,689	0,300
Obvodová stěna	37,54	0,602	1,00	22,599	0,300
Obvodová stěna	42,4	0,602	1,00	25,525	0,300
Obvodová stěna	41,95	0,602	1,00	25,254	0,300
Střecha	36,5	0,456	1,00	16,644	0,240
Střecha	28,95	0,456	1,00	13,201	0,240
Střecha	13,11	0,456	1,00	5,978	0,240
Střecha	13,11	0,456	1,00	5,978	0,240
Strop pod nevytápěnou půdou	47,3	0,456	0,83	17,902	0,240
západní okna sloučená	4,95 (3,3x1,5 x 1)	3,060	1,00	15,147	1,500
600x1500 sever	0,9 (0,6x1,5 x 1)	3,020	1,00	2,718	1,500
1400x800 jih	1,12 (0,8x1,4 x 1)	3,060	1,00	3,427	1,500
2200x900 jih	3,96 (0,9x2,2 x 2)	3,110	1,00	12,316	1,500
jížní okna sloučená	8,1 (5,4x1,5 x 1)	2,980	1,00	24,138	1,500
1400x600 luxfery	0,84 (0,6x1,4 x 1)	3,300	1,00	2,772	1,500
2100x1100 dveře	2,31 (1,1x2,1 x 1)	4,000	1,00	9,240	1,500
1500x900 východ	2,7 (0,9x1,5 x 2)	3,090	1,00	8,343	1,500
1200x1500 východ	1,8 (1,2x1,5 x 1)	3,120	1,00	5,616	1,500
500x1400 střešní sever	0,7 (0,5x1,4 x 1)	3,090	1,00	2,163	1,500

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je činitel teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro Tim=20 C.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).

Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,10 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 242,650 W/K
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 32,759 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	Podlaha nad nevytápěným suterénem
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	107,58 m ²
Exponovaný obvod podlahy:	45,2 m
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
Tloušťka suterénních stěn:	0,45 m
Tepelný odpor podlahy nad suterénem:	1,238 m ² K/W
Tepelný odpor podlahy suterénu:	3,261 m ² K/W
Tepelný odpor suterénních stěn:	1,733 m ² K/W
Tepelný odpor stěn nad terénem:	0,602 m ² K/W
Hloubka podlahy suterénu pod terénem:	1,2 m
Výška horní hrany podlahy nad terénem:	1,2 m
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:	0,3 1/h
Objem vzduchu v suterénu:	258,2 m ³
Plocha vytápěné části suterénu:	0,0 m ²
Součinitel prostupu tepla bez vlivu zeminy Uf:	0,634 W/m ² K

Požadovaná hodnota souč. prostupu U,N,20:	0,45 W/m2K
Činitel teplotní redukce b:	0,67
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,425 W/m2K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	45,714 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 37,874 do 127,777 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	50,715 / 28,557 W/K
Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg:	45,714 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hg,tb:	10,758 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 37,874 do 127,777 W/K

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory u zóny č. 1 :

I. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	Nevytápěný suterén
Objem vzduchu v prostoru:	258,19 m3
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h
Násobnost výměny do exteriéru:	0,3 1/h
Trvalý vnitřní tepelný zisk:	500 W

Název konstrukce	Plocha [m2]	U [W/m2K]	Umístění	U,N,20 [W/m2K]
Stěna do exteriéru	22,0	0,602	do exteriéru	-----
Stěna k zemině	86,5	1,733	do exteriéru	-----
Shoz na uhlí	3,0	6,000	do exteriéru	-----
Okno	1,44	3,100	do exteriéru	-----
Vrata	5,46	5,000	do exteriéru	-----

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro Tim=20 C.

Měrný tep. tok prostupem H,t,iu:	0,0 W/K
Měrný tep. tok prostupem H,t,ue:	212,913 W/K
Měrný tok Hiu (z interiéru do nevytápěného prostoru):	0,0 W/K
Měrný tok Hue (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	238,473 W/K
Teplota v nevytápěném prostoru:	-12,9 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,94

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory Hu:	0,000 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb:	0,000 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Zeměpisná šířka lokality: 45,0 st. sev. šířky

Celk. Název výplně otvoru F,fin	Orientace	Markýza		Levá stěna		Pravá stěna	
		Úhel	F,ov	Úhel	F,finL	Úhel	F,finR
západní okna sloučená	Z	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
600x1500 sever	S	0,0°	1,000	0,0°	1,000	0,0°	1,000
1400x800 jih	J	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
2200x900 jih	J	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
jižní okna sloučená	J	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
1400x600 luxfery	S	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
2100x1100 dveře	S	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
1500x900 východ	V	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
1200x1500 východ	V	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000
500x1400 střešní sever	S	-----	1,000	-----	-----	-----	1,000

Název výplně otvoru	Orientace	Okolí / Horiz.		Celkový činitel Fsh	Způsob stanovení celk. činitele stínění
		Úhel	F,hor		
západní okna sloučená	Z	-----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
600x1500 sever	S	0,0°	1,000	1,000	příloha G v EN ISO 13790
1400x800 jih	J	-----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
2200x900 jih	J	-----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
jižní okna sloučená	J	-----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
1400x600 luxfery	S	-----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
2100x1100 dveře	S	-----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
1500x900 východ	V	-----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem

1200x1500 východ	V	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
500x1400 střešní sever	S	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem

Vysvětlivky: F_{ov} je korekční číselník stínění markýzou, F_{finL} je korekční číselník stínění levou boční stěnou/žebrem (při pohledu zevnitř), F_{finR} je korekční číselník stínění pravou boční stěnou, F_{fin} je souhrnný korekční číselník stínění bočními stěnami, F_{hor} je korekční číselník stínění horizontem (okolím budovy) a úhel je příslušný stínící úhel.

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	F _{gl} /F _{ff} [-]	F _{c,h} /F _{c,c} [-]	F _{sh} [-]	
západní okna sloučená	4,95	0,75	0,65/0,35	0,30/0,30*	1,0	Z (90°)
			*čas. podíl 37,5% (vyt.) a 49,2% (chlaz.)			
600x1500 sever	0,9	0,75	0,5/0,5	0,30/0,30*	1,0	S (90°)
			*čas. podíl 0,0% (vyt.) a 0,0% (chlaz.)			
1400x800 jih	1,12	0,75	0,58/0,42	0,30/0,30*	1,0	J (30°)
			*čas. podíl 62,8% (vyt.) a 57,3% (chlaz.)			
2200x900 jih	3,96	0,75	0,65/0,35	0,30/0,30*	1,0	J (90°)
			*čas. podíl 62,8% (vyt.) a 57,3% (chlaz.)			
jižní okna sloučená	8,1	0,75	0,61/0,39	0,30/0,30*	1,0	J (90°)
			*čas. podíl 62,8% (vyt.) a 57,3% (chlaz.)			
1400x600 lufery	0,84	0,7	0,5/0,5	1,00/1,00*	1,0	S (90°)
			*čas. podíl 0,0% (vyt.) a 0,0% (chlaz.)			
2100x1100 dveře	2,31	0,85	0,62/0,38	1,00/1,00*	1,0	S (90°)
			*čas. podíl 0,0% (vyt.) a 0,0% (chlaz.)			
1500x900 východ	2,7	0,75	0,62/0,38	0,30/0,30*	1,0	V (90°)
			*čas. podíl 33,5% (vyt.) a 47,5% (chlaz.)			
1200x1500 východ	1,8	0,75	0,67/0,33	0,30/0,30*	1,0	V (90°)
			*čas. podíl 33,5% (vyt.) a 47,5% (chlaz.)			
500x1400 střešní sever	0,7	0,75	0,43/0,57	1,00/1,00*	1,0	S (30°)
			*čas. podíl 0,0% (vyt.) a 0,0% (chlaz.)			
Obvodová stěna	39,35	0,6	---	---	1,0	S (90°)
Obvodová stěna	37,54	0,6	---	---	1,0	J (90°)
Obvodová stěna	42,4	0,6	---	---	1,0	V (90°)
Obvodová stěna	41,95	0,6	---	---	1,0	Z (90°)
Střecha	36,5	0,96	---	---	1,0	S (90°)
Střecha	28,95	0,96	---	---	1,0	J (90°)
Střecha	13,11	0,96	---	---	1,0	V (90°)
Střecha	13,11	0,96	---	---	1,0	Z (90°)
Strop pod nevytápěnou půdou	47,3	0,9	---	---	1,0	H (90°)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; F_{gl} je korekční číselník zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); F_{ff} je korekční číselník rámu (podíl plochy rámu k celkové ploše okna); F_{c,h} je korekční číselník clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; F_{c,c} je korekční číselník clonění pro režim chlazení a F_{sh} je korekční číselník stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Q_s (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	269,3	885,1	1788,8	2724,8	3226,3	3155,2
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	3055,5	3117,4	2067,2	1514,8	546,0	99,1

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	Obytná budova
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Regulace otopné soustavy:	ano

Měrný tepelný tok větráním H _v :	87,597 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru H _d a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H _{t,b} :	286,167 W/K
Ustálený měrný tok zeminou H _g :	45,714 W/K
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory H _{u,t} :	---
Měrný tok větráním nevytápěnými prostory H _{u,v} :	---
Měrný tok Trombeho stěnami H _{t,w} :	---
Měrný tok větráním stěnami H _{t,vw} :	---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H _{t,i} :	---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dH _t :	---
Výsledný měrný tok H:	419,478 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	23,484	1,846	0,269	2,115	0,917	100,0	15,388
2	20,043	1,479	0,885	2,364	0,894	100,0	12,806
3	18,096	1,476	1,789	3,264	0,847	100,0	10,950
4	12,924	1,286	2,725	4,011	0,763	100,0	7,045
5	7,751	1,214	3,226	4,440	0,636	100,0	3,520
6	4,581	1,137	3,155	4,292	0,516	100,0	1,689
7	2,687	1,175	3,055	4,231	0,388	100,0	0,745
8	2,794	1,214	3,117	4,331	0,392	100,0	0,783
9	7,293	1,301	2,067	3,369	0,684	100,0	3,563
10	13,139	1,468	1,515	2,983	0,815	100,0	7,649
11	18,034	1,577	0,546	2,123	0,895	100,0	11,524
12	21,544	1,830	0,099	1,929	0,918	100,0	14,124

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 89,788 GJ (s vlivem přeruš. vytápění)

Roční energetická bilance výplně otvorů:

Název výplně otvoru	Orientace	QI [GJ]	Qs,ini [GJ]	Qs [GJ]	Qs/QI	U,eq,min	
západní okna sloučená	Z	5,501	3,122	1,922	0,35	-3,5	3,0
600x1500 sever	S	0,987	0,287	0,170	0,17	-0,9	3,0
1400x800 jih	J	1,245	0,914	0,576	0,46	-4,7	2,9
2200x900 jih	J	4,473	2,450	1,647	0,37	-2,2	2,8
jižní okna sloučená	J	8,766	4,688	3,150	0,36	-2,0	2,7
1400x600 luxfery	S	1,007	0,238	0,139	0,14	-0,3	3,3
2100x1100 dveře	S	3,356	1,054	0,627	0,19	-1,6	4,0
1500x900 východ	V	3,030	1,681	1,034	0,34	-3,3	3,0
1200x1500 východ	V	2,040	1,223	0,754	0,37	-3,9	3,0
500x1400 střešní sever	S	0,786	0,450	0,260	0,33	-5,3	3,1

Vysvětlivky: QI je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty prostupem za rok; Qs,ini jsou celkové solární zisky za rok; Qs jsou využitelné solární zisky za rok; Qs/QI je poměr ukazující, kolikrát jsou využitelné solární zisky vyšší než ztráty prostupem. U,eq,min je nejnižší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna (rozdíl QI-Qs vydělený plochou okna a počtem denostupňů) během roku a U,eq,max je nejvyšší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna během roku.

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	24,349	---	---	---	1,234	1,301	---	26,883
2	20,441	---	---	---	1,208	0,967	---	22,616
3	18,052	---	---	---	1,234	0,890	---	20,176
4	12,430	---	---	---	1,225	0,704	---	14,360
5	7,511	---	---	---	1,234	0,599	---	9,344
6	4,833	---	---	---	1,225	0,539	---	6,596
7	3,575	---	---	---	1,234	0,556	---	5,365
8	3,628	---	---	---	1,234	0,599	---	5,461
9	7,491	---	---	---	1,225	0,721	---	9,437
10	13,368	---	---	---	1,234	0,882	---	15,484
11	18,785	---	---	---	1,225	1,027	---	21,038
12	22,555	---	---	---	1,234	1,284	---	25,072

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinnosti technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 181,831 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 331,9 W/K
 Plocha obalových konstrukcí zóny: 435,2 m²
 Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,38 W/m²K
Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,76 W/m²K

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 1,02 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	419,478	100,00 %
z toho:	Měrný tok větráním Hv:	---	87,597	20,88 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	45,714	10,90 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	---	0,00 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	43,517	10,37 %
	Měrný tok do ext. plošnými kce mi Hd,c:	---	242,650	57,85 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:				
	Obvodová stěna:	161,2	97,066	23,14 %
	Střecha:	91,7	41,802	9,97 %
	Podlaha:	107,6	45,714	10,90 %
	2200x900 jih:	4,0	12,316	2,94 %
	1500x900 východ:	2,7	8,343	1,99 %
	1200x1500 východ:	1,8	5,616	1,34 %
	1400x800 jih:	1,1	3,427	0,82 %
	600x1500 sever:	0,9	2,718	0,65 %
	západní okna sloučená:	5,0	15,147	3,61 %
	jižní okna sloučená:	8,1	24,138	5,75 %
	1400x600 luxfery:	0,8	2,772	0,66 %
	2100x1100 dveře:	2,3	9,240	2,20 %
	500x1400 střešní sever:	0,7	2,163	0,52 %
	Strop k půdě:	47,3	17,902	4,27 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc: 419,478 W/K
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 424,9 m³
 Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994): 0,99 W/m³K
 Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997): 72,6 kWh/(m³.a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht: 331,9 W/K
 Plocha obalových konstrukcí budovy: 435,2 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,38 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U,em: 0,76 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 89,788 GJ 24,941 MWh
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 424,9 m³
 Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 215,2 m²
 Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m³): 58,7 kWh/(m³.a)

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 116 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 4203.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q _{f,H} [GJ]	Q _{f,C} [GJ]	Q _{f,RH} [GJ]	Q _{f,F} [GJ]	Q _{f,W} [GJ]	Q _{f,L} [GJ]	Q _{f,A} [GJ]	Q _{fuel} [GJ]
1	24,349	---	---	---	1,234	1,301	---	26,883
2	20,441	---	---	---	1,208	0,967	---	22,616
3	18,052	---	---	---	1,234	0,890	---	20,176
4	12,430	---	---	---	1,225	0,704	---	14,360
5	7,511	---	---	---	1,234	0,599	---	9,344
6	4,833	---	---	---	1,225	0,539	---	6,596
7	3,575	---	---	---	1,234	0,556	---	5,365
8	3,628	---	---	---	1,234	0,599	---	5,461
9	7,491	---	---	---	1,225	0,721	---	9,437

10	13,368	---	---	---	1,234	0,882	---	15,484
11	18,785	---	---	---	1,225	1,027	---	21,038
12	22,555	---	---	---	1,234	1,284	---	25,072

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	157,018 GJ	43,616 MWh	203 kWh/m2
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	---	---	---
Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	157,018 GJ	43,616 MWh	203 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	---	---	---
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	14,743 GJ	4,095 MWh	19 kWh/m2
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	14,743 GJ	4,095 MWh	19 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	10,070 GJ	2,797 MWh	13 kWh/m2
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	10,070 GJ	2,797 MWh	13 kWh/m2
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	181,831 GJ	50,509 MWh	235 kWh/m2

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie: 50,509 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 424,9 m3

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 215,2 m2

Měrná dodaná energie EP,V: 118,9 kWh/(m3.a)

Měrná dodaná energie budovy EP,A: 235 kWh/(m2.a)

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO2

Ergo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	43,6	48,0	48,0	14,4	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	4,1	12,3	13,1	4,8
SOUČET				43,6	48,0	48,0	14,4	4,1	12,3	13,1	4,8

Ergo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	---	---	---	---	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	2,8	8,4	9,0	3,3	---	---	---	---
SOUČET				2,8	8,4	9,0	3,3	---	---	---	---

Ergo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	---	---	---	---	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---	---

Ergo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,el	Q,pN	Q,pC
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	---	---	---	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO2 je součinitel emise CO2 v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele: [t/a]	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO2
černé uhlí	43,616	47,978	47,978	14,393
elektrina ze sítě	6,893	20,678	22,056	8,064
SOUČET	50,509	68,655	70,034	22,458

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Měrná primární energie a emise CO2 budovy

Emise CO2 za rok:	22,458 t	
Celková primární energie za rok:	70,034 MWh	252,122 GJ
Neobnovitelná primární energie za rok:	68,655 MWh	247,160 GJ
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	424,9 m3	
Celková energeticky vztázná podlah. plocha budovy:	215,2 m2	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m3):	52,8 kg/(m3.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,V:	164,8 kWh/(m3.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	161,6 kWh/(m3.a)	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m2):	104 kg/(m2.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,A:	325 kWh/(m2.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A:	319 kWh/(m2.a)	

10.2 Příloha 2 – Protokol k výpočtu PENB – po opatření

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2

a podle EN ISO 13790, EN ISO 13789 a EN ISO 13370

Název úlohy: **RD Kosov**
Zpracovatel: Ing. Martin Steidl
Zakázka:
Datum: 1.4.2016

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2
srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: Obytná budova
Typ zóny pro určení Uem,N: jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu: rodinný dům
Typ hodnocení: prodej budovy nebo její části
Obsazenost zóny: 40,0 m2/osobu
Uvažovaný počet osob v zóně: 3,8 (použije se pro stanovení roční potřeby teplé vody)

Objem z vnějších rozměrů:	424,94 m ³
Podlah. plocha (celková vnitřní):	152,6 m ²
Celk. energet. vztažná plocha:	215,16 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	0,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	přerušované s přestávkou 48,0 hodin v týdnu
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	309 W
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · produkci tepla: 1,5+3,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 70+20 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: jen zisky · minimální přípustnou osvětlenost: 50,0 lx · příkon osvětlení: 200,0 W · prům. účinnost osvětlení: 10 % · spotřebu nouzového osvětlení: 0,0 kWh/(m².a) · činitel obsazenosti 1,0 a závislosti na denním světle 1,0 · roční dobu využití osvětlení ve dne/v noci: 1600 / 1200 h · další tepelné zisky: 0,0 W
Potřeba tepla na přípravu TV:	10435,79 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · denní potřebu teplé vody: 40,0 l/(osobu.den) · roční potřebu teplé vody: 55,5 m³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Teplovzdušné vytápění:	ne
<u>Zdroj tepla č. 1 a na něj napojená otopná soustava:</u>	
Název zdroje tepla:	Kotel na uhlí dřevo (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	90,0 %
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 89,0 %
Objem akumulační nádrže:	3500,0 l
Měrná ztráta nádrže:	5,8 Wh/(l.d)
Příkon čerpadel vytápění:	0,0 W (prům. roční příkon)
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	Bojler (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV:	90,0 %
Objem zásobníku TV:	200,0 l
Měrná tep. ztráta zásobníku TV:	7,9 Wh/(l.d)
Délka rozvodů TV:	15,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	38,4 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	339,952 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	přirozené
Minimální násobnost výměny:	0,5 1/h
Návrhová násobnost výměny:	0,0 1/h
<u>Měrný tepelný tok větráním H_v:</u>	<u>56,092 W/K</u>

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m ² K]
Obvodová stěna	39,35	0,248	1,00	9,759	0,300
Obvodová stěna	37,54	0,248	1,00	9,310	0,300
Obvodová stěna	42,4	0,248	1,00	10,515	0,300

Obvodová stěna	41,95	0,248	1,00	10,404	0,300
Střecha	36,5	0,154	1,00	5,621	0,240
Střecha	28,95	0,154	1,00	4,458	0,240
Střecha	13,11	0,154	1,00	2,019	0,240
Střecha	13,11	0,154	1,00	2,019	0,240
Strop pod nevytápěnou půdou	47,3	0,153	0,83	6,007	0,240
západní okna sloučená	4,95 (3,3x1,5 x 1)	1,200	1,00	5,940	1,500
600x1500 sever	0,9 (0,6x1,5 x 1)	1,200	1,00	1,080	1,500
1400x800 jih	1,12 (0,8x1,4 x 1)	1,100	1,00	1,232	1,500
2200x900 jih	3,96 (0,9x2,2 x 2)	1,200	1,00	4,752	1,500
jižní okna sloučená	8,1 (5,4x1,5 x 1)	1,200	1,00	9,720	1,500
1400x600 luxfery	0,84 (0,6x1,4 x 1)	1,200	1,00	1,008	1,500
2100x1100 dveře	2,31 (1,1x2,1 x 1)	1,200	1,00	2,772	1,500
1500x900 východ	2,7 (0,9x1,5 x 2)	1,200	1,00	3,240	1,500
1200x1500 východ	1,44 (1,2x1,2 x 1)	3,120	1,00	4,493	1,500
500x1400 střešní sever	0,55 (0,5x1,1 x 1)	3,090	1,00	1,699	1,500

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je číselník teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro $T_{in}=20\text{ C}$.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).

Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,10 W/m2K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 96,048 W/K
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 32,708 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	Podlaha nad nevytápěným suterénem
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	107,58 m ²
Exponovaný obvod podlahy:	45,2 m
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
Floušťka suterénní stěny:	0,45 m
Tepelný odpor podlahy nad suterénem:	1,238 m ² K/W
Tepelný odpor podlahy suterénu:	3,261 m ² K/W
Tepelný odpor suterénních stěn:	1,733 m ² K/W
Tepelný odpor stěn nad terénem:	0,602 m ² K/W
Hloubka podlahy suterénu pod terénem:	1,2 m
Výška horní hrany podlahy nad terénem:	1,2 m
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:	0,3 1/h
Objem vzduchu v suterénu:	258,2 m ³
Plocha vytápěné části suterénu:	0,0 m ²
Součinitel prostupu tepla bez vlivu zeminy Uf:	0,634 W/m ² K
Požadovaná hodnota souč. prostupu U,N,20:	0,45 W/m ² K
Číselník teplotní redukce b:	0,67
Souč. prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,425 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	45,714 W/K
Kolisání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 37,874 do 127,777 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	50,715 / 28,557 W/K
Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg:	45,714 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hg,tb:	10,758 W/K
Kolisání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 37,874 do 127,777 W/K

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory u zóny č. 1 :

1. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	Nevytápěný suterén
Objem vzduchu v prostoru:	258,19 m ³
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h
Násobnost výměny do exteriéru:	0,3 1/h
Trvalý vnitřní tepelný zisk:	500 W

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	Umístění	U,N,20 [W/m ² K]
Stěna do exteriéru	22,0	0,602	do exteriéru	----
Stěna k zemině	86,5	1,733	do exteriéru	----

Shoz na uhlí	3,0	6,000	do exteriéru	----
Okno	1,44	3,100	do exteriéru	----
Vrata	5,46	5,000	do exteriéru	----

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce a U_{N,20} je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro T_{in}=20 C.

Měrný tep. tok prostupem H,t,i,u:	0,0 W/K
Měrný tep. tok prostupem H,t,u,e:	212,913 W/K
Měrný tok H _{iu} (z interiéru do nevytápěného prostoru):	0,0 W/K
Měrný tok H _{ue} (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	238,473 W/K
Teplota v nevytápěném prostoru:	-12,9 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,94

<u>Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory Hu:</u>	<u>0,000 W/K</u>
..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb:	0,000 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Zeměpisná šířka lokality: 45,0 st. sev. šířky

Název výplně otvoru	Orientace	Markýza		Levá stěna		Pravá stěna		Celk. F _{fin}
		Úhel	F _{ov}	Úhel	F _{finL}	Úhel	F _{finR}	
západní okna sloučená	Z	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
600x1500 sever	S	0,0°	1,000	0,0°	1,000	0,0°	1,000	1,000
1400x800 jih	J	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
2200x900 jih	J	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
jižní okna sloučená	J	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
1400x600 luxfery	S	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
2100x1100 dveře	S	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
1500x900 východ	V	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
1200x1500 východ	V	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000
500x1400 střešní sever	S	----	1,000	----	-----	----	-----	1,000

Název výplně otvoru	Orientace	Okolí / Horiz.		Celkový čísel F _{sh}	Způsob stanovení celk. čísel stínění
		Úhel	F _{hor}		
západní okna sloučená	Z	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
600x1500 sever	S	0,0°	1,000	1,000	příloha G v EN ISO 13790
1400x800 jih	J	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
2200x900 jih	J	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
jižní okna sloučená	J	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
1400x600 luxfery	S	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
2100x1100 dveře	S	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
1500x900 východ	V	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
1200x1500 východ	V	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem
500x1400 střešní sever	S	----	1,000	1,000	přímé zadání uživatelem

Vysvětlivky: F_{ov} je korekční čísel stínění markýzou, F_{finL} je korekční čísel stínění levou boční stěnou/žebrem (při pohledu zevnitř), F_{finR} je korekční čísel stínění pravou boční stěnou, F_{fin} je souhrnný korekční čísel stínění bočními stěnami, F_{hor} je korekční čísel stínění horizontem (okolím budovy) a úhel je příslušný stínící úhel.

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	F _{gl} /F _f [-]	F _{c,h} /F _{c,c} [-]	F _{sh} [-]	Orientace
západní okna sloučená	4,95	0,75	0,65/0,35	0,30/0,30*	1,0	Z (90°)
600x1500 sever	0,9	0,75	0,5/0,5	0,30/0,30*	1,0	S (90°)
1400x800 jih	1,12	0,75	0,58/0,42	0,30/0,30*	1,0	J (30°)
2200x900 jih	3,96	0,75	0,65/0,35	0,30/0,30*	1,0	J (90°)
jižní okna sloučená	8,1	0,75	0,61/0,39	0,30/0,30*	1,0	J (90°)
1400x600 luxfery	0,84	0,7	0,5/0,5	1,00/1,00*	1,0	S (90°)
2100x1100 dveře	2,31	0,85	0,62/0,38	1,00/1,00*	1,0	S (90°)
1500x900 východ	2,7	0,75	0,62/0,38	0,30/0,30*	1,0	V (90°)
1200x1500 východ	1,44	0,75	0,67/0,33	0,30/0,30*	1,0	V (90°)
500x1400 střešní sever	0,55	0,75	0,43/0,57	1,00/1,00*	1,0	S (30°)
Obvodová stěna	39,35	0,6	---	---	1,0	S (90°)

Obvodová stěna	37,54	0,6	---	---	1,0	J (90°)
Obvodová stěna	42,4	0,6	---	---	1,0	V (90°)
Obvodová stěna	41,95	0,6	---	---	1,0	Z (90°)
Střecha	36,5	0,96	---	---	1,0	S (90°)
Střecha	28,95	0,96	---	---	1,0	J (90°)
Střecha	13,11	0,96	---	---	1,0	V (90°)
Střecha	13,11	0,96	---	---	1,0	Z (90°)
Strop pod nevytápěnou půdou	47,3	0,9	---	---	1,0	H (90°)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční číselník zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční číselník rámu (podíl plochy rámu k celkové ploše okna); Fc,h je korekční číselník clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční číselník clonění pro režim chlazení a Fsh je korekční číselník stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	455,3	901,5	1598,2	2270,1	2621,6	2549,1
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2485,7	2563,5	1790,2	1407,7	665,6	326,8

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	Obytná budova
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Regulace otopné soustavy:	ano
Měrný tepelný tok větráním Hv:	56,092 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb:	139,514 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	45,714 W/K
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu,t:	---
Měrný tok větráním nevytápěnými prostory Hu,v:	---
Měrný tok Trombeho stěnami H,tw:	---
Měrný tok větranými stěnami H,vw:	---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti:	---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt:	---
Výsledný měrný tok H:	241,319 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	13,320	0,909	0,455	1,364	0,907	100,0	8,631
2	11,380	0,783	0,902	1,685	0,871	100,0	7,081
3	10,318	0,835	1,598	2,433	0,809	100,0	5,964
4	7,429	0,779	2,270	3,049	0,709	100,0	3,762
5	4,554	0,782	2,622	3,404	0,572	100,0	1,862
6	2,780	0,750	2,549	3,299	0,457	100,0	0,908
7	1,732	0,775	2,486	3,260	0,347	100,0	0,429
8	1,792	0,782	2,563	3,346	0,349	100,0	0,447
9	4,291	0,782	1,790	2,573	0,625	100,0	1,916
10	7,556	0,833	1,408	2,241	0,771	100,0	4,163
11	10,276	0,838	0,666	1,503	0,872	100,0	6,403
12	12,239	0,906	0,327	1,232	0,909	100,0	7,943

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 49,507 GJ (s vlivem přeruš. vytápění)

Roční energetická bilance výplní otvorů:

Název výplně otvoru	Orientace	Ql [GJ]	Qs,ini [GJ]	Qs [GJ]	Qs/Ql	U,eq,min	U,eq,max
západní okna sloučená	Z	2,157	3,409	1,965	0,91	-4,9	1,0
600x1500 sever	S	0,392	0,338	0,191	0,49	-2,6	1,1
1400x800 jih	J	0,447	0,982	0,579	1,29	-6,2	0,8
2200x900 jih	J	1,726	2,686	1,698	0,98	-3,9	0,8
jižní okna sloučená	J	3,530	5,138	3,248	0,92	-3,5	0,8
1400x600 luxfery	S	0,366	0,293	0,165	0,45	-2,4	1,1
2100x1100 dveře	S	1,007	1,256	0,712	0,71	-4,3	1,1

1500x900 východ	V	1,177	1,840	1,061	0,90	-4,9	1,0
1200x1500 východ	V	1,632	0,979	0,555	0,34	-3,1	3,0
500x1400 střešní sever	S	0,617	0,353	0,186	0,30	-4,4	3,1

Vysvětlivky: Ql je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty prostupem za rok; Qs,ini jsou celkové solární zisky za rok; Qs jsou využitelné solární zisky za rok; Qs/Ql je poměr ukazující, kolikrát jsou využitelné solární zisky vyšší než ztráty prostupem, U,eq,min je nejnižší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna (rozdíl Ql-Qs vydělený plochou okna a počtem denostupňů) během roku a U,eq,max je nejvyšší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna během roku.

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	14,761	---	---	---	1,234	0,260	---	16,255
2	12,319	---	---	---	1,208	0,193	---	13,720
3	10,978	---	---	---	1,234	0,178	---	12,390
4	7,773	---	---	---	1,225	0,141	---	9,139
5	5,158	---	---	---	1,234	0,120	---	6,512
6	3,725	---	---	---	1,225	0,108	---	5,057
7	3,126	---	---	---	1,234	0,111	---	4,471
8	3,151	---	---	---	1,234	0,120	---	4,504
9	5,155	---	---	---	1,225	0,144	---	6,524
10	8,423	---	---	---	1,234	0,176	---	9,833
11	11,520	---	---	---	1,225	0,205	---	12,950
12	13,785	---	---	---	1,234	0,257	---	15,276

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 116,630 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 185,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí zóny: 434,7 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,38 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,43 W/m²K

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 1,02 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	241,319	100,00 %
z toho:	Měrný tok větráním Hv:	---	56,092	23,24 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	45,714	18,94 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	---	0,00 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	43,466	18,01 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemi Hd,c:	---	96,048	39,80 %

rozložení měrných toků po konstrukcích:

Obvodová stěna:	161,2	39,988	16,57 %
Střecha:	91,7	14,117	5,85 %
Podlaha:	107,6	45,714	18,94 %
2200x900 jih:	4,0	4,752	1,97 %
1500x900 východ:	2,7	3,240	1,34 %
1200x1500 východ:	1,4	4,493	1,86 %
1400x800 jih:	1,1	1,232	0,51 %
600x1500 sever:	0,9	1,080	0,45 %
západní okna sloučená:	5,0	5,940	2,46 %
jižní okna sloučená:	8,1	9,720	4,03 %
1400x600 luxfery:	0,8	1,008	0,42 %
2100x1100 dveře:	2,3	2,772	1,15 %
500x1400 střešní sever:	0,6	1,700	0,70 %
Strop k půdě:	47,3	6,007	2,49 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	241,319 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	424,9 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,57 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	41,7 kWh/(m ³ .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	185,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	434,7 m ²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) U_{em,N,20}: 0,38 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em}: 0,43 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	49,507 GJ	13,752 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	424,9 m ³	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	215,2 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	32,4 kWh/(m ³ .a)	

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 64 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 4203.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q _{f,H} [GJ]	Q _{f,C} [GJ]	Q _{f,RH} [GJ]	Q _{f,F} [GJ]	Q _{f,W} [GJ]	Q _{f,L} [GJ]	Q _{f,A} [GJ]	Q _{fuel} [GJ]
1	14,761	---	---	---	1,234	0,260	---	16,255
2	12,319	---	---	---	1,208	0,193	---	13,720
3	10,978	---	---	---	1,234	0,178	---	12,390
4	7,773	---	---	---	1,225	0,141	---	9,139
5	5,158	---	---	---	1,234	0,120	---	6,512
6	3,725	---	---	---	1,225	0,108	---	5,057
7	3,126	---	---	---	1,234	0,111	---	4,471
8	3,151	---	---	---	1,234	0,120	---	4,504
9	5,155	---	---	---	1,225	0,144	---	6,524
10	8,423	---	---	---	1,234	0,176	---	9,833
11	11,520	---	---	---	1,225	0,205	---	12,950
12	13,785	---	---	---	1,234	0,257	---	15,276

Vysvětlivky: Q_{f,H} je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q_{f,C} je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q_{f,RH} je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q_{f,F} je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q_{f,W} je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q_{f,L} je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q_{f,A} je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q_{fuel} je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q _{fuel,H} :	99,873 GJ	27,743 MWh	129 kWh/m ²
Pomocná energie na vytápění Q _{aux,H} :	---	---	---
Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	99,873 GJ	27,743 MWh	129 kWh/m²
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q _{fuel,C} :	---	---	---
Pomocná energie na chlazení Q _{aux,C} :	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q _{fuel,RH} :	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q _{aux,RH} :	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q _{fuel,F} :	---	---	---
Pomocná energie na nucené větrání Q _{aux,F} :	---	---	---
Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q _{fuel,W} :	14,743 GJ	4,095 MWh	19 kWh/m ²
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q _{aux,W} :	---	---	---
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	14,743 GJ	4,095 MWh	19 kWh/m²
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q _{fuel,L} :	2,014 GJ	0,559 MWh	3 kWh/m ²
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	2,014 GJ	0,559 MWh	3 kWh/m²
Celková roční dodaná energie Q_{fuel}=EP:	116,630 GJ	32,397 MWh	151 kWh/m²

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie: 32,397 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 424,9 m³

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 215,2 m²

Měrná dodaná energie EP,V: 76,2 kWh/(m³.a)

Měrná dodaná energie budovy EP,A: 151 kWh/(m².a)

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO₂

Energo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	27,7	30,5	30,5	9,2	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	4,1	12,3	13,1	4,8
SOUČET				27,7	30,5	30,5	9,2	4,1	12,3	13,1	4,8

Energo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	---	---	---	---	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	0,6	1,7	1,8	0,7	---	---	---	---
SOUČET				0,6	1,7	1,8	0,7	---	---	---	---

Energo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	---	---	---	---	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---	---

Energo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,el	Q,pN	Q,pC
černé uhlí	1,1	1,1	0,3300	---	---	---	---	---	---	---
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO₂ je součinitel emise CO₂ v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO₂ jsou s tím spojené emise CO₂ v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO ₂ [t/a]
černé uhlí	27,743	30,517	30,517	9,155
elektrina ze sítě	4,655	13,964	14,895	5,446
SOUČET	32,397	44,481	45,412	14,601

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO₂ jsou s tím spojené emise CO₂ v t/rok.

Měrná primární energie a emise CO₂ budovy

Emise CO₂ za rok: 14,601 t

Celková primární energie za rok: 45,412 MWh 163,483 GJ

Neobnovitelná primární energie za rok: 44,481 MWh 160,132 GJ

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 424,9 m³

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 215,2 m²

Měrné emise CO₂ za rok (na 1 m³): 34,4 kg/(m³.a)

Měrná celková primární energie E,pC,V: 106,9 kWh/(m³.a)

Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V: 104,7 kWh/(m³.a)

Měrné emise CO₂ za rok (na 1 m²): 68 kg/(m².a)

Měrná celková primární energie E,pC,A: 211 kWh/(m².a)

Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A: 207 kWh/(m².a)

10.3 Příloha 3 – Ocenění navržených opatření

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	1 RD Kosov		
Objekt:	1 RD Kosov		
Rozpočet:	1 RD Kosov – zateplení fasády		
Objednatel: Ing. Bohuslav Steidl Kosov 28, Zábřeh 78901			IČO: DIČ:
Zhotovitel: Ing. Martin Steidl Kosov 1, Zábřeh 789 01			IČO: DIČ:
Vypracoval: Ing. Martin Steidl Kosov 1, Zábřeh 789 01			
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	68 517,01	86 987,48	155 504,49
PSV	0,00	0,00	0,00
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	68 517,01	86 987,48	155 504,49
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15	%	155 504,49 CZK
Snížená DPH	15	%	23 326,00 CZK
Základ pro základní DPH	21	%	0,00 CZK
Základní DPH	21	%	0,00 CZK
Zaokrouhlení			-0,49 CZK
Cena celkem s DPH			178 830,00 CZK
v Brně dne 24.5.2016			
_____		_____	
Za zhotovitele		Za objednatele	

P. č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem	Dodávka	Dodávka celk.	Montáž	Montáž celk.
Díl:	62	Úpravy povrchů vnější				155 504,49		68 517,01		86 987,48
1	622300031RAC	KZS s polystyrenem, plocha s otvory, budovy do 6 m, desky fasádní polystyren EPS-F tl. 100 mm, lešení Zakrytí výplní otvorů. Osazení soklové lišty. Nalepení tepelně izolačních fasádních desek EPS-F (fasáda, ostění a parapety výplní otvorů). Zajištění terčových hmoždinkami. Vyztužení rohů lištami, osazení parapetních a okenních omítkových lišt. Nanesení lepicí stěrky na zabroušený podklad, vlepění výztužné sklolaminátové síťoviny, zatření stěrky. Penetrační nátěr, povrchová úprava omítkou. Včetně montáže, demontáže a jednoměsíčního nájmu lešení.	m2	161,30000	964,07	155 504,49	424,78	68 517,01	539,29	86 987,48

Položkový rozpočet stavby

Stavba: **1 RD Kosov**
 Objekt: **1 RD Kosov**
 Rozpočet: **1 RD Kosov - Zateplení střechy**

Objednatel:
 Ing. Bohuslav Steidl
 Kosov 28, Zábřeh
 78901

IČO:

DIČ:

Zhotovitel:
 Ing. Martin Steidl
 Kosov 1, Zábřeh
 789 01

IČO:

DIČ:

Vypracoval:
 Ing. Martin Steidl
 Kosov 1, Zábřeh
 789 01

Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	0,00	0,00	0,00
PSV	181 252,46	116 111,89	297 364,35
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	181 252,46	116 111,89	297 364,35

Rekapitulace daní

Základ pro sníženou DPH	15 %	297 364,35 CZK
Snížená DPH	15 %	44 605,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %	0,00 CZK
Základní DPH	21 %	0,00 CZK
Zaokrouhlení		-0,35 CZK

Cena celkem s DPH **341 969,00 CZK**

v **Brně** dne **24.5.2016**

 Za zhotovitele

 Za objednatele

P. č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem	Dodávka	Dodávka celk.	Montáž	Montáž celk.
Díl:	713	Izolace tepelné				66 819,54		55 731,91		11 087,63
1	713111231RK3	Montáž parozábrany stropů shora s přelepením spojů, Jutafol N 110 standard včetně dodávky fólie a spojovacích prostředků.	m2	92,40000	70,80	6 541,92	24,41	2 255,48	46,39	4 286,44
2	713100010RAC	Izolace tepelné volně položené Isover UNI, tloušťka 10 cm	m2	94,60000	170,74	16 152,00	140,25	13 267,65	30,49	2 884,35
3	111	Nadkroevní izolace	m2	92,40000	477,55	44 125,62	435,16	40 208,78	42,39	3 916,84
Díl:	762	Konstrukce tesařské				16 609,70		5 857,39		10 752,30
4	762340032RAA	Laťování střech rozteč 36 cm, latě 3 x 5 cm, včetně dodávky řeziva	m2	183,33000	90,60	16 609,70	31,95	5 857,39	58,65	10 752,30
Díl:	765	Krytiny tvrdé				213 935,11		119 663,16		94 271,96
5	765310020RA0	Zastřešení pálenou krytinou Francouzská 14 Zastřešení sedlových a pultových střech. Pokrytí hřebenů větracím pásem a hřebenáči (1 m hřebenu/10 m2 střechy). Zakončení štítových hran taškami krajovými s ozubem (1 m zakončení/10 m2 střechy). Doplnění taškou skleněnou, průchodovou včetně komínku (1 kus/100 m2 střechy) a větrací mřížkou proti ptákům (1 m/5 m2 střechy), střešní vikýř (1 kus/100 m2). Pokrytí požárních zdí šířky 15 cm (1 m/10 m2 střechy).	m2	183,33000	862,01	158 032,29	652,72	119 663,16	209,29	38 369,14
6	765900030RAB	Demontáž vláknocementové krytiny, vlnovky Svislé přemístění ze 2. NP, nebo 1. PP, vodorovné vnitrostaveništní přemístění do 30 m, odvoz na skládku do 10 km. Bez poplatku za skládku.	m2	183,33000	304,93	55 902,82	0,00	0,00	304,93	55 902,82

Položkový rozpočet stavby

Stavba: **1 RD Kosov**
 Objekt: **1 RD Kosov**
 Rozpočet: **1 RD Kosov – Okna a dveře**

Objednatel:
 Ing. Bohuslav Steidl
 Kosov 28, Zábřeh
 78901
 IČO:

DIČ:

Zhotovitel:
 Ing. Martin Steidl
 Kosov 1, Zábřeh
 789 01
 IČO:

DIČ:

Vypracoval:
 Ing. Martin Steidl
 Kosov 1, Zábřeh
 789 01

Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	113 064,22	39 064,43	152 128,65
PSV	0,00	0,00	0,00
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	113 064,22	39 064,43	152 128,65

Rekapitulace daní

Základ pro sníženou DPH	15 %	152 128,65 CZK
Snížená DPH	15 %	22 819,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %	0,00 CZK
Základní DPH	21 %	0,00 CZK

Zaokrouhlení **0,35 CZK**

Cena celkem s DPH 174 948,00 CZK

v **Brně** dne **25.5.2016**

 Za zhotovitele

 Za objednatele

Položkový rozpočet

P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem	Dodávka	Dodávka celk.	Montáž	Montáž celk.
Díl:	64	Výplně otvorů				152 128,65		113 064,22		39 064,43
1	642101012RAB	Výměna okna 1,5 m2, oprava ostění, parapety, zeď tloušťky 45 cm	kus	6,00000	2 860,25	17 161,50	824,49	4 946,94	2 035,76	12 214,56
2	642101013RAB	Výměna okna 2,7 m2, oprava ostění, parapety, zeď tloušťky 45 cm	kus	9,00000	3 937,25	35 435,25	1 147,07	10 323,63	2 790,18	25 111,62
3	642201011RA0	Výměna dveří 1kř, zárubeň, oprava ostění, práh	kus	1,00000	2 500,90	2 500,90	762,65	762,65	1 738,25	1 738,25
		<p>Vyvěšení dřevěných dveřních křídel, vybourání stávající dřevěné dveřní zárubně, dodávka a osazení ocelové dveřní zárubně šířky 11 cm na cementovou maltu s vybetonováním prahu v zárubni, začištění omítek kolem zárubně, montáž dveřního křídla kompletizovaného otevíravého, dodávka a montáž dřevěného dveřního prahu šířky 10 cm, nátěr zárubně dvojnásobný.</p> <p>Včetně vnitrostaveništního přesunu sutí a odvozu na skládku do 10 km, bez poplatku za skládku.</p>								
4	553420409R	Parapet vnější Al eloxovaný tažený š. 210 mm, řezaný, výrobní délka 6000 mm	m	12,90000	260,00	3 354,00	260,00	3 354,00	0,00	0,00
5	6114050007R	Okno střešní GGU 0060 M08 š. 78 x v. 140 cm Velux, bílé, bezúdržbové, kyvné, s hliníkovým oplechováním	kus	1,00000	12 800,00	12 800,00	12 800,00	12 800,00	0,00	0,00
6	6114050054R	Okno střešní GGU 0066 F08 š. 66 x v. 140 cm Velux, bílé, bezúdržbové, kyvné, s hliníkovým oplechováním	kus	1,00000	14 050,00	14 050,00	14 050,00	14 050,00	0,00	0,00
7	61143015R	Okno plastové jednodílné 60 x 150 cm P	kus	2,00000	1 171,00	2 342,00	1 171,00	2 342,00	0,00	0,00
8	61143036R	Okno plastové jednodílné 90 x 150 cm O, S	kus	2,00000	2 830,00	5 660,00	2 830,00	5 660,00	0,00	0,00
9	61143066R	Okno plastové jednodílné 120 x 150 cm O, S	kus	4,00000	3 165,00	12 660,00	3 165,00	12 660,00	0,00	0,00
10	61143086R	Okno plastové jednodílné 150 x 150 cm O, S	kus	1,00000	3 515,00	3 515,00	3 515,00	3 515,00	0,00	0,00
11	61143111R	Okno plastové 2dílné se sloupkem 150 x 180 cm OS/O	kus	2,00000	5 575,00	11 150,00	5 575,00	11 150,00	0,00	0,00
12	61143178R	Okno plast. dělené ve výšce 90x210 (150+60) OS/S	kus	2,00000	4 600,00	9 200,00	4 600,00	9 200,00	0,00	0,00
13	61143790.AR	Dveře vchodové plast ROPLASTO 900x2200 otevíravé	kus	1,00000	22 300,00	22 300,00	22 300,00	22 300,00	0,00	0,00

10.4 Příloha 4 – Výpočet návratnosti

Návratnost – zateplení fasády			
IN (Kč)		180 000	
CF (Kč)		4295	
Diskontní sazba (-)		0,03	
Životnost (roky)		50	
Rok	NPV (Kč)	Odpočet (Kč)	Celková úspora (Kč)
0	180000,0	4295,0	4295,0
1	175705,0	4169,9	8464,9
2	171535,1	4048,4	12513,4
3	167486,6	3930,5	16443,9
4	163556,1	3816,1	20259,9
5	159740,1	3704,9	23964,8
6	156035,2	3597,0	27561,8
7	152438,2	3492,2	31054,1
8	148945,9	3390,5	34444,6
9	145555,4	3291,8	37736,3
10	142263,7	3195,9	40932,2
11	139067,8	3102,8	44035,0
12	135965,0	3012,4	47047,4
13	132952,6	2924,7	49972,1
14	130027,9	2839,5	52811,6
15	127188,4	2756,8	55568,4
16	124431,6	2676,5	58244,9
17	121755,1	2598,5	60843,5
18	119156,5	2522,9	63366,3
19	116633,7	2449,4	65815,7
20	114184,3	2378,0	68193,8
21	111806,2	2308,8	70502,5
22	109497,5	2241,5	72744,1
23	107255,9	2176,2	74920,3
24	105079,7	2112,9	77033,2
25	102966,8	2051,3	79084,5
26	100915,5	1991,6	81076,0
27	98924,0	1933,6	83009,6
28	96990,4	1877,2	84886,8
29	95113,2	1822,6	86709,4
30	93290,6	1769,5	88478,9

31	91521,1	1717,9	90196,8
32	89803,2	1667,9	91864,7
33	88135,3	1619,3	93484,1
34	86515,9	1572,2	95056,2
35	84943,8	1526,4	96582,6
36	83417,4	1481,9	98064,5
37	81935,5	1438,8	99503,3
38	80496,7	1396,8	100900,1
39	79099,9	1356,2	102256,3
40	77743,7	1316,7	103572,9
41	76427,1	1278,3	104851,3
42	75148,7	1241,1	106092,3
43	73907,7	1204,9	107297,3
44	72702,7	1169,8	108467,1
45	71532,9	1135,8	109602,9
46	70397,1	1102,7	110705,6
47	69294,4	1070,6	111776,1
48	68223,9	1039,4	112815,5
49	67184,5	1009,1	113824,6
Návratnost - zateplení střechy			
IN (Kč)			350 000
CF (Kč)			2921
Diskontní sazba (-)			0,03
Životnost (roky)			60
Rok	NPV (Kč)	Odpočet (Kč)	Celková úspora (Kč)
0	350000,0	2921,0	2921,0
1	347079,0	2835,9	5756,9
2	344243,1	2753,3	8510,2
3	341489,8	2673,1	11183,4
4	338816,6	2595,3	13778,6
5	336221,4	2519,7	16298,3
6	333701,7	2446,3	18744,6
7	331255,4	2375,0	21119,7
8	328880,3	2305,9	23425,5
9	326574,5	2238,7	25664,2
10	324335,8	2173,5	27837,7
11	322162,3	2110,2	29947,9
12	320052,1	2048,7	31996,6
13	318003,4	1989,1	33985,7
14	316014,3	1931,1	35916,8
15	314083,2	1874,9	37791,7
16	312208,3	1820,3	39612,0

17	310388,0	1767,3	41379,2
18	308620,8	1715,8	43095,0
19	306905,0	1665,8	44760,8
20	305239,2	1617,3	46378,1
21	303621,9	1570,2	47948,3
22	302051,7	1524,4	49472,7
23	300527,3	1480,0	50952,8
24	299047,2	1436,9	52389,7
25	297610,3	1395,1	53784,8
26	296215,2	1354,5	55139,3
27	294860,7	1315,0	56454,3
28	293545,7	1276,7	57731,0
29	292269,0	1239,5	58970,5
30	291029,5	1203,4	60173,9
31	289826,1	1168,4	61342,3
32	288657,7	1134,3	62476,6
33	287523,4	1101,3	63577,9
34	286422,1	1069,2	64647,1
35	285352,9	1038,1	65685,2
36	284314,8	1007,8	66693,0
37	283307,0	978,5	67671,5
38	282328,5	950,0	68621,5
39	281378,5	922,3	69543,8
40	280456,2	895,5	70439,2
41	279560,8	869,4	71308,6
42	278691,4	844,0	72152,7
43	277847,3	819,5	72972,1
44	277027,9	795,6	73767,7
45	276232,3	772,4	74540,2
46	275459,8	749,9	75290,1
47	274709,9	728,1	76018,2
48	273981,8	706,9	76725,1
49	273274,9	686,3	77411,3
50	272588,7	666,3	78077,6
51	271922,4	646,9	78724,5
52	271275,5	628,1	79352,6
53	270647,4	609,8	79962,3
54	270037,7	592,0	80554,3
55	269445,7	574,8	81129,1
56	268870,9	558,0	81687,1
57	268312,9	541,8	82228,9
58	267771,1	526,0	82754,9
59	267245,1	510,7	83265,5

Návratnost – výměna oken a dveří			
IN (Kč)		175 000	
CF (Kč)		6754	
Diskontní sazba (-)		0,03	
Životnost (roky)		60	
Rok	NPV (Kč)	Odpočet (Kč)	Celková úspora (Kč)
0	175000,0	6754,0	6754,0
1	168246,0	6557,3	13311,3
2	161688,7	6366,3	19677,6
3	155322,4	6180,9	25858,4
4	149141,6	6000,8	31859,3
5	143140,7	5826,1	37685,3
6	137314,7	5656,4	43341,7
7	131658,3	5491,6	48833,3
8	126166,7	5331,7	54165,0
9	120835,0	5176,4	59341,4
10	115658,6	5025,6	64367,0
11	110633,0	4879,2	69246,2
12	105753,8	4737,1	73983,3
13	101016,7	4599,1	78582,5
14	96417,5	4465,2	83047,7
15	91952,3	4335,1	87382,8
16	87617,2	4208,9	91591,7
17	83408,3	4086,3	95678,0
18	79322,0	3967,3	99645,2
19	75354,8	3851,7	103496,9
20	71503,1	3739,5	107236,5
21	67763,5	3630,6	110867,1
22	64132,9	3524,9	114391,9
23	60608,1	3422,2	117814,1
24	57185,9	3322,5	121136,7
25	53863,3	3225,7	124362,4
26	50637,6	3131,8	127494,2
27	47505,8	3040,6	130534,8
28	44465,2	2952,0	133486,8
29	41513,2	2866,0	136352,8
30	38647,2	2782,6	139135,4
31	35864,6	2701,5	141836,9
32	33163,1	2622,8	144459,7
33	30540,3	2546,4	147006,2
34	27993,8	2472,3	149478,4
35	25521,6	2400,3	151878,7
36	23121,3	2330,3	154209,0

37	20791,0	2262,5	156471,5
38	18528,5	2196,6	158668,1
39	16331,9	2132,6	160800,7
40	14199,3	2070,5	162871,2
41	12128,8	2010,2	164881,3
42	10118,7	1951,6	166833,0
43	8167,0	1894,8	168727,8
44	6272,2	1839,6	170567,4
45	4432,6	1786,0	172353,4
46	2646,6	1734,0	174087,4
47	912,6	1683,5	175770,9
48	-770,9	1634,5	177405,3
49	-2405,3	1586,9	178992,2
50	-3992,2	1540,6	180532,8
51	-5532,8	1495,8	182028,6
52	-7028,6	1452,2	183480,8
53	-8480,8	1409,9	184890,7
54	-9890,7	1368,8	186259,5
55	-11259,5	1329,0	187588,5
56	-12588,5	1290,3	188878,7
57	-13878,7	1252,7	190131,4
58	-15131,4	1216,2	191347,6
59	-16347,6	1180,8	192528,4
Návratnost - výměna osvětlení			
IN (Kč)			5 000
CF (Kč)			7140
Diskontní sazba (-)			0,03
Životnost (roky)			2
Rok	NPV (Kč)	Odpočet (Kč)	Celková úspora (Kč)
0	5000,0	7140,0	7140,0
1	-2140,0	6932,0	14072,0
2	-9072,0		

IN (Kč)		710 000	
CF (Kč)		13970	
Diskontní sazba (-)		0,03	
Životnost (roky)		50	
Rok	NPV (Kč)	Odpočet (Kč)	Celková úspora (Kč)
0	710000,0	13970,0	13970,0
1	696030,0	13563,1	27533,1
2	682466,9	13168,1	40701,2
3	669298,8	12784,5	53485,7
4	656514,3	12412,2	65897,9
5	644102,1	12050,6	77948,5
6	632051,5	11699,7	89648,2
7	620351,8	11358,9	101007,1
8	608992,9	11028,0	112035,1
9	597964,9	10706,8	122741,9
10	587258,1	10395,0	133136,9
11	576863,1	10092,2	143229,2
12	566770,8	9798,3	153027,4
13	556972,6	9512,9	162540,3
14	547459,7	9235,8	171776,1
15	538223,9	8966,8	180743,0
16	529257,0	8705,6	189448,6
17	520551,4	8452,1	197900,7
18	512099,3	8205,9	206106,6
19	503893,4	7966,9	214073,5
20	495926,5	7734,9	221808,3
21	488191,7	7509,6	229317,9
22	480682,1	7290,8	236608,7
23	473391,3	7078,5	243687,2
24	466312,8	6872,3	250559,5
25	459440,5	6672,1	257231,7
26	452768,3	6477,8	263709,5
27	446290,5	6289,1	269998,6
28	440001,4	6106,0	276104,6
29	433895,4	5928,1	282032,7
30	427967,3	5755,5	287788,2
31	422211,8	5587,8	293376,0
32	416624,0	5425,1	298801,1
33	411198,9	5267,1	304068,1
34	405931,9	5113,6	309181,8
35	400818,2	4964,7	314146,5
36	395853,5	4820,1	318966,6
37	391033,4	4679,7	323646,3

38	386353,7	4543,4	328189,7
39	381810,3	4411,1	332600,8
40	377399,2	4282,6	336883,4
41	373116,6	4157,9	341041,2
42	368958,8	4036,8	345078,0
43	364922,0	3919,2	348997,2
44	361002,8	3805,0	352802,2
45	357197,8	3694,2	356496,4
46	353503,6	3586,6	360083,0
47	349917,0	3482,1	363565,2
48	346434,8	3380,7	366945,9
49	343054,1	3282,3	370228,1
50	339771,9	3186,7	373414,8
51	336585,2	3093,8	376508,6
52	333491,4	3003,7	379512,4
53	330487,6	2916,2	382428,6
54	327571,4	2831,3	385259,9
55	324740,1	2748,8	388008,8
56	321991,2	2668,8	390677,5
57	319322,5	2591,0	393268,6
58	316731,4	2515,6	395784,1
59	314215,9	2442,3	398226,5
60	311773,5	2371,2	400597,6
61	309402,4	2302,1	402899,7
62	307100,3	2235,1	405134,8
63	304865,2	2170,0	407304,7
64	302695,3	2106,8	409411,5
65	300588,5	2045,4	411456,9
66	298543,1	1985,8	413442,7
67	296557,3	1928,0	415370,7
68	294629,3	1871,8	417242,5
69	292757,5	1817,3	419059,8
70	290940,2	1764,4	420824,2
71	289175,8	1713,0	422537,2
72	287462,8	1663,1	424200,3
73	285799,7	1614,7	425814,9
74	284185,1	1567,6	427382,5
75	282617,5	1522,0	428904,5
76	281095,5	1477,6	430382,1
77	279617,9	1434,6	431816,7
78	278183,3	1392,8	433209,6
79	276790,4	1352,2	434561,8
80	275438,2	1312,9	435874,7
81	274125,3	1274,6	437149,3

82	272850,7	1237,5	438386,8
83	271613,2	1201,5	439588,2
84	270411,8	1166,5	440754,7
85	269245,3	1132,5	441887,2
86	268112,8	1099,5	442986,7
87	267013,3	1067,5	444054,2
88	265945,8	1036,4	445090,5
89	264909,5	1006,2	446096,7
90	263903,3	976,9	447073,6
91	262926,4	948,4	448022,1
92	261977,9	920,8	448942,9
93	261057,1	894,0	449836,9
94	260163,1	868,0	450704,8
95	259295,2	842,7	451547,5
96	258452,5	818,1	452365,6
97	257634,4	794,3	453159,9
98	256840,1	771,2	453931,1
99	256068,9	748,7	454679,8
100	255320,2	726,9	455406,7