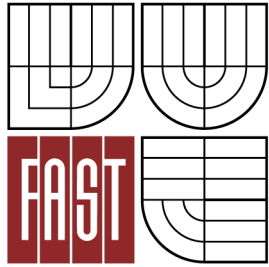


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

DOBA NÁVRATNOSTI INVESTICE DO ENERGETICKÝCH ÚPRAV

RETURN OF INVESTMENT FOR ENERGETICAL MODIFICATIONS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TEREZIE VAHALOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK KREJZA

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Terezie Vahalová
Název	Doba návratnosti investice do energetických úprav
Vedoucí diplomové práce	Ing. Zdeněk Krejza
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2011
Datum odevzdání diplomové práce	13. 1. 2012
V Brně dne 31. 3. 2011	

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

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

Podklady a literatura

Bradáč A.: Teorie oceňování nemovitostí, CERM

Bradáč A.: Soudní inženýrství, CERM

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

Korytářová J., Hromádka V: Veřejné stavební investice, studijní opora

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

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

Zásady pro vypracování

1. Definice základních pojmů
2. Metody ocenění
3. Metody hodnocení investice
4. Aspekty energetických úprav
5. Případová studie

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
Ing. Zdeněk Krejza
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá stanovením doby návratnosti investice do energetických úprav. V teoretické části jsou definice pojmů z oblasti investic, oceňování a energetických úprav. V praktické části je navrženo několik variant energetických úprav pro vybranou nemovitost a stanovena jejich doba návratnosti. Porovnáním výše počáteční investice, efektivnosti a délky doby návratnosti je stanovena nejvhodnější varianta energetické úpravy pro danou nemovitost.

Klíčová slova

Investice, kapitál, výnos, riziko, diskontní sazba, doba návratnosti, energetické úpravy, tepelné ztráty, výplně otvorů, zateplení, termografie.

Abstract

This thesis determines return of investments for energetic improvements. Theoretical chapter introduces term definitions for investments, assessing and energetic improvements domains. Practical part compares several possibilities of energetic improvements applied on real estate. Comparison that is based on amount of initial investment, effectivity and return time determines optimal solution for particular estate.

Keywords

Investment, capital, revenue, risks, bank rate, return of investment, energetic improvements, thermal losses, hole fillings, thermal insulation, thermography.

Bibliografická citace VŠKP

VAHALOVÁ, Terezie. *Doba návratnosti investice do energetických úprav*. Brno, 2011. 78 s., 2 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Krejza.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8.1.2012

.....
podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Zdeňku Krejzovi za odborné vedení při vypracování této diplomové práce.

OBSAH

1 ÚVOD.....	9
2 DEFINICE INVESTIČNÍCH POJMŮ	11
2.1 Investice	11
2.2 Kapitál	11
2.3 Výnos.....	12
2.4 Riziko	12
2.5 Časová hodnota peněz.....	13
2.6 Diskontní sazba	13
2.6.1 Stanovení diskontní sazby.....	14
2.7 Metody hodnocení investic	14
2.7.1 Prostá doba návratnosti.....	15
2.7.2 Diskontovaná doba návratnosti	15
2.7.3 Čistá současná hodnota	16
2.7.4 Vnitřní výnosové procento.....	17
2.8 Cena nemovitosti	19
2.8.1 Způsoby oceňování nemovitostí dle zákona o oceňování majetku	19
2.8.2 Cena nemovitosti z hlediska zboží na stavebním trhu.....	20
3 ENERGETICKÉ ÚPRAVY	23
3.1 Úprava výplní otvorů.....	23
3.1.1 Dělení oken dle materiálů:.....	24
3.1.2 Zasklení oken.....	26
3.2 Úprava vytápění	26
3.2.1 Rozdělení vytápěcích systémů podle umístění tepelného zdroje.....	26
3.2.2 Rozdělení vytápěcích systémů podle druhu paliva	27
3.3 Zateplení	33
3.3.1 Zateplení fasád.....	35
3.3.2 Zateplení střech	37
3.3.3 Zateplení podlah	37
3.4 Tepelná ztráta	38
3.4.1 Postup výpočtu tepelné ztráty.....	39
3.4.2 Třídy energetické náročnosti budov	41

3.5	Termografie.....	41
4	PŘÍPADOVÁ STUDIE.....	44
4.1	Popis nemovitosti.....	44
4.2	Výpočet energetické náročnosti stavby bez energetických úprav	45
4.3	Průzkum v oblasti energetických úprav	48
4.3.1	Úprava způsobu vytápění.....	48
4.3.2	Zateplení domu	51
4.3.3	Úprava výplní otvorů.....	54
4.4	Výběr jednotlivých energetických úprav.....	56
4.4.1	Vytápění	56
4.4.2	Zateplení	57
4.4.3	Výplně otvorů.....	57
4.5	Doba návratnosti.....	58
4.6	Doba návratnosti investice do vybraných energetických úprav	59
4.6.1	Doba návratnosti jednotlivých energetických úprav	59
4.6.2	Doba návratnosti kombinací energetických úprav	64
4.7	Vyhodnocení	71
5	ZÁVĚR	73
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	75
7	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	77
8	SEZNAM PŘÍLOH.....	78

1 ÚVOD

Tématem mé práce je *Doba návratnosti investice do energetických úprav*. Energetické úpravy jsou v současné době velmi diskutovaným tématem, a proto jsem se rozhodla rozšířit své znalosti v této oblasti zpracováním této diplomové práce.

S přibývajícím znečištěním životního prostředí se stále více usiluje o omezování zdrojů znečištění. Ať už se jedná o velké fabriky, automobily nebo energeticky neúsporné stavby. Tlak na majitele nemovitostí je jednak ze strany státu zpřísnováním norem pro součinitele tepelných prostupu, ale i ze strany dodavatelů energií, jejichž ceny neustále stoupají. Z těchto důvodů se přistupuje k návrhu energeticky úsporných staveb, nebo se přistupuje k dodatečným energetickým úpravám stavby.

Mezi energetické úpravy řadíme: zateplení (zdiva, podlah, střechy), výměnu výplní otvorů, úspornější řešení vytápění, případně použití alternativních způsobů vytápění. Vše se záměrem snížit energetickou náročnost budovy.

Energetické úpravy mají ale více výhod než jen úspora za energie. Zateplení domu chrání konstrukci proti povětrnostním vlivům, vzniku plísní. Výměna oken může mít i estetické důvody, zlepšení klimatu v budově nebo zabránění kondenzace vodních par.

Energetické úpravy, ale ztrácejí svůj ekonomický význam, pokud zanedbáme ekonomickou stránku projektu. Úspory za provoz stavby jsou sice lákavé, ale pokud je návratnost vložené investice příliš dlouhá, nevyplatí se do ní investovat.

Ve své práci nebudu hodnotit návratnost investice jen do jedné energetické úpravy, ale zaměřím se na několik variant vhodných pro vybranou nemovitost. U každé varianty energetických úprav pak posoudím z hlediska doby návratnosti, životnosti jednotlivých konstrukcí a efektivnosti, její vhodnost provedení.

Pro výpočet doby návratnosti nejprve zjistím celkovou tepelnou ztrátu budovy a roční náklady na vytápění. Zjištěné roční náklady na vytápění porovnam s vypočtenými náklady na vytápění po provedení energetických úprav. Po provedených energetických úpravách dojde ke snížení nákladů na vytápění a tady k vzniku úspor nákladů na vytápění vzhledem k původnímu stavu. V momentě, kdy kumulovaný součet těchto úspor dosáhne výše počáteční investice, je docíleno návratnosti investice.

Výpočet doby návratnosti bude diskontován, z důvodu vlivu času na hodnotu peněz. Dále bude ve výpočtu zohledněn neustálý růst cen energií.

Výsledná efektivnost investice je ovlivněna zvoleným technologickým způsobem provedení úprav, volbou materiálů, rozsahem provedení i energetickou úrovní povodní

stavby. Návratnost investice do energetických úprav dále ovlivňuje výše diskontní sazby, předpoklad nadále se zvyšující ceny energií a daňové zatížení.

V závěru zhodnotím veškeré zjištěné skutečnosti a navrhnu nejvhodnější řešení pro danou nemovitost.

2 DEFINICE INVESTIČNÍCH POJMŮ

2.1 Investice

Investice je možností, jak zhodnotit peníze, které nejsou aktuálně určeny k spotřebě. Umožňuje z vložených peněz vytvářet další peníze. K investicím se ale váže nepříjemné riziko finanční ztráty.

K přeměně peněz na investici může dojít přímým investováním (rozšíření podnikání), nákupem cenných papírů (akcie, obligace) nebo uložením finančních prostředků (banky, pojišťovny, investiční fondy...).

V dnešní době existuje mnoho oblastí k vložení investice v podobě peněžních prostředků (nemovitosti, umělecká díla, drahé kovy, obligace, poukázky, směnky, akcie, opce,...). Každá oblast investice přináší různou výši rizika i výdělku v různých časových horizontech. Zde záleží jen na investorovi, který způsob investování mu nejvíce vyhovuje.

Z makroekonomického hlediska mohou investice mít vliv na změny agregátní poptávky a vedou k akumulaci kapitálů.

V mé práci se budu zabývat investicí do energetické úpravy nemovitosti, za účelem snížení provozních nákladů. Tato investice přináší výnos v podobě úspor nákladů na provoz. Jako vedlejší této efekt investice je zvýšení tržní hodnoty dané nemovitostí.

2.2 Kapitál

Kapitál obecně jsou prostředky, jež nespotřebováváme, ale užíváme jich k vytváření zisku.

Kapitál se dle formy dělí na oběhový a produktivní.

Oběhový kapitál:

- Peněžní (úspory na účtech)
- zbožní (zboží k prodeji)
- fiktivní, portfoliový (kapitál vložený do akcií, dluhopisů,...)

Produktivní kapitál:

- fixní (stroje, zařízení, nemovitosti,...)
- oběžný (výrobní zásoby,...)

„Kapitál podle předmětu, do kterého je investováno může vyprodukovat reálné, finanční nebo nehmotné investice.“ jak uvádí [1, s. 12]

Reálné investice jsou vždy vázány na nějaký konkrétní předmět nebo podnikatelskou činnost.

Finanční investice mají charakter majetkové transakce mezi lidmi. Představují kontrakty napsané na papíře, na jehož základě může investor uplatňovat určitá majetková práva. Většina těchto listin patří mezi tzv. cenné papíry.

Kapitál z hlediska bezpečnosti může být vložen do investice jisté nebo do investice rizikové. ... Podrobně též [1, s. 12]

2.3 Výnos

„Výnos představuje všechny příjmy z investice od okamžiku, kdy do ní vložíme finanční prostředky až do okamžiku posledního příjmu (např. likvidace) z této investice.“ jak uvádí [1,s. 13]

2.4 Riziko

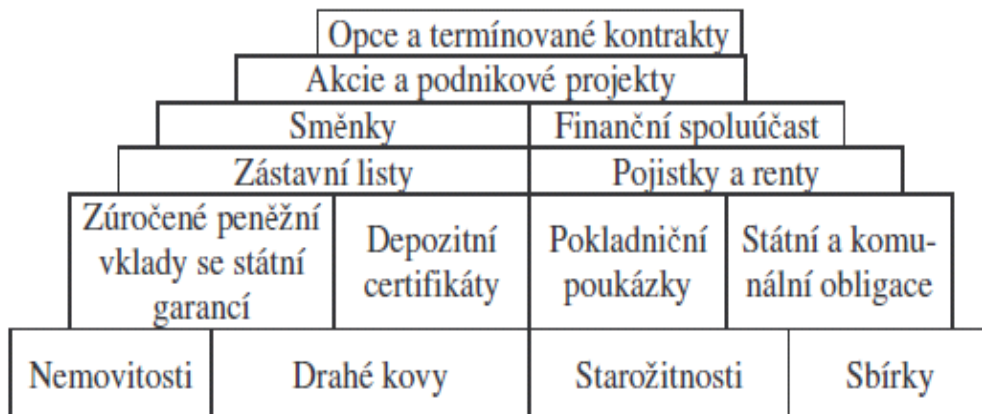
Riziko je definováno jako možnost vzniku určité ztráty. Finančně je vyjádřeno kolísání finanční veličiny, nebo také odchýlením skutečných a očekávaných výsledů. Je to určitá pravděpodobnost dosažení určitého jevu.

Při výběru investice se snažíme vybrat takovou, která bude mít nevýhodnější poměr mezi výnosem, rizikem a likviditou.

„Na základě zkušeností a dlouhodobého sledování kapitálových trhů dospěli analytici k určitému uspořádání druhů investičních příležitostí do tzv. bezpečnostní pyramidy, v jejímž základě leží investice nejbezpečnější a směrem k vrcholu se riziko investice zvyšuje. Toto utřídění investic není samozřejmě absolutní. Lze nalézt velmi stabilní a

¹ KORYTÁROVA, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006

bezpečnou podnikovou obligaci a naopak pořídít nemovitost, která se ukáže z nějakého důvodu jako velmi nevýhodná.“ jak uvádí [2,s. 14]



Obrázek 2.1 - Bezpečnostní pyramida [2,s.14]

2.5 Časová hodnota peněz

Všechny investiční rozhodnutí jsou motivována snahou podnikatelských subjektů o zvýšení budoucí hodnoty jejich aktiv. Rozhodování v oblasti investičních příležitostí je založeno zejména na jednom ze základních pravidel financí, které předpokládá, že každá současná peněžní jednotka dnes má větší hodnotu než budoucí, protože ta dnešní může být investována a přinášet tak nějaký výnos. Tento očekávaný výnos je právě časovou hodnotou peněz. Z ekonomických teorií i vlastních zkušeností víme, že finanční prostředky, které vlastníme, můžeme buďto spotřebovat nebo investovat... podrobně též [2,s.19]

2.6 Diskontní sazba

„Výnosy a náklady projektu probíhají v jednotlivých letech hodnoceného období. Ukazatele ekonomické efektivity jsou založeny na časové hodnotě peněz, která je ve výpočtech zastoupena diskontní sazbou. Pro hodnocení projektů je vhodné rozlišit sociální diskontní sazbu a finanční diskontní sazbu. Finanční diskontní sazba bývá obvykle rovna nákladům příležitosti na pořízení kapitálu. Pokud použijeme určitý obnos finančních prostředků na realizaci určitého projektu, nelze tuto částku využít na

² KORYTÁROVA, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006

realizaci jiného projektu. Tento druhý, nerealizovaný projekt potom vykáže právě náklady obětované příležitosti neboli ztrátu příjmu.“ jak uvádí [3, s.31]

2.6.1 Stanovení diskontní sazby

Základními faktory ovlivňující výši diskontní sazby jsou návratnost kapitálu, riziko a inflace. Riziko se zohledňuje v rámci diskontní sazby, nebo úpravou Cash Flow pomocí koeficientů rizika. Vzhledem k vývoji cenové hladiny se musí používat jednotná data. Například použijeme-li nominální hodnoty CF, pak stejně tak musíme upravit diskontní sazbu, kde výpočet nominální diskontní sazby ukazuje následující rovnice:

$$RN=(1+RR)x(1+IE)-1 \quad (1)$$

Kde:

RN... nominální diskontní sazba

RR... je reálná diskontní sazba

IE...inflační koeficient

2.7 Metody hodnocení investic

Pro hodnocení ekonomické efektivnosti a finanční proveditelnosti je nutné vyčíslit hodnotu ukazatelů ekonomické efektivnosti. Tyto ukazatele měří výnosnost finančních zdrojů vynaložených na realizaci projektu.

Pro hodnocení ekonomické efektivnosti se nejčastěji používají následující ukazatele:

1. Prostá doba návratnosti (PB)
2. Ukazatele respektující časovou hodnotu peněz
 - Diskontovaná doba návratnosti (PO)
 - Čistá současná hodnota (NPV)
 - Index rentability (PI)
 - Vnitřní výnosové procento (IRR) ...Podrobně též [4,s.25]

³ KORYTÁROVA, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006

⁴ KORYTÁROVA, J. *CV 05 Investování*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2009

2.7.1 Prostá doba návratnosti

„Dobou návratnosti rozumíme počet let, za která projekt vytvoří výnosy R ve výši investovaných nákladů projektu. Pokud jsou výnosy v jednotlivých letech konstantní, lze dobu návratnosti stanovit jednoduchým podílem investičních nákladů a ročního výnosu.

$$DN = IC/R \quad (2)$$

Kde:

DN...doba návratnosti v letech

IC... náklady v Kč

R... výnosy v Kč

V praxi se však většinou neseťkáváme s projekty, které by měly konstantní výnosy v jednotlivých letech hodnoceného období. Proto dobu návratnosti stanovujeme kumulativním načítáním ročních výnosů až do výše investičních nákladů. Suma výnosů se většinou nebude rovnat přesně výši investičních nákladů. Vytvoří interval hodnot sum výnosů dvou po sobě jdoucích let, ve kterém se bude nacházet hodnota investičního nákladu. Dobu návratnosti lze potom vyčíslit v letech a měsících následujícím vzorcem:

$$DN = \text{počet let spodní hranice intervalu} + (R \text{ kumulované horní hranice intervalu} - IC) / \text{roční } R \text{ spodní hranice intervalu} \quad (3)$$

2.7.2 Diskontovaná doba návratnosti

„Z pohledu časové hodnoty peněz je nutné opět jednotlivé peněžní toky diskontovat a porovnávat sumu diskontovaných toků s počátečními investičními náklady. Čím je doba návratnosti kratší, tím je investice hodnocena příznivěji.

Postup výpočtu je shodný s porotou dobou návratnosti. Jedná se opět o kumulaci tentokrát diskontovaných toků až do okamžiku, ve kterém se budou rovnat investičním nákladům.“ jak uvádí [5,s.45]

⁵ KORYTÁROVA, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006

$$PO = (k - 1) + \frac{\sum_{n=1}^k \text{diskontovaných } CF_n - IC}{\text{diskontované } CF_k} \quad (4)$$

Kde:

k... počet let horní hranice intervalu

CF_n... peněžní toky v jednotlivých letech

Nevýhodou ukazatele doby návratnosti je, že zanedbává peněžní toky vzniklé po překročení doby návratnosti. V důsledku čehož může dojít k vybrání méně výhodné varianty projektu. Projekt může mít delší dobu návratnosti, ale ke konci své životnosti může vykazovat větší příjmy.

2.7.3 Čistá současná hodnota

„Čistá současná hodnota představuje přírůstek zdrojů vyvolaný investováním.

Čistá současná hodnota investice vychází z fundamentálního předpokladu, že peněžní prostředky jsou efektivně investovány pouze v případě, jestliže výnos z investice je roven nebo vyšší než počáteční investiční náklad. Umožňuje hodnocení ekonomické efektivnosti projektů v delším časovém období. Vzhledem k tomu, že se hodnota peněžních prostředků v čase mění, není možné toky budoucích výnosů v jednotlivých letech prostě sčítat. Proto je nutné stanovit takový mechanismus, který dokáže převést všechny předpokládané budoucí výnosy na jejich současnou hodnotu. Tyto přesuny v čase umožňuje mechanismus, který je založen na matematické metodě diskontování, a v ekonomických propočtech jej nazýváme současnou hodnotou. Pro tento převod lze použít následující vztah:“ jak uvádí [6,s.32-33]

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{(1+r)^i} \quad (5)$$

Kde:

PV... současná hodnota v Kč

R... výnosy v jednotlivých letech v Kč

⁶ KORYTÁROVA, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006

i... počet let do n

r... diskontní sazba v %/100

Zlomek $1/(1+r)^i$ se nazývá diskontní faktor.

Hodnotu NPV zjistíme, pokud od současné hodnoty odečteme počáteční investiční náklad.

$$NPV = PV - IC \quad (6)$$

Kde:

NPV... čistá současná hodnota v Kč

IC... investiční náklad v Kč

Pro ukazatel NPV platí pravidlo: Akceptujeme všechny investice s kladnou nebo nulovou čistou současnou hodnotou a odmítáme všechny ty, které mají čistou současnou hodnotu zápornou... podobně též [7,s.32-33]

2.7.4 Vnitřní výnosové procento

„Vnitřní výnosové procento může být definováno jako výnos, při kterém projektované peněžní toky vytvoří nulovou NPV. V obecném vyjádření, vnitřní výnosové procento je hodnota diskontní sazby, která vyhovuje následující rovnici:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1+r)^i} = 0 \quad (7)$$

Vnitřní výnosové procento představuje procentuální výnosnost projektu za celé hodnocené období.

Algebraický výpočet bude metodou lineární interpolace probíhat v následujících krocích:

- Odhad hodnoty IRR projektu
- Výpočet NPV pro IRR

⁷ KORYTÁROVA, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006

- Porovnání s rozhodovacími kritérii:

NPV=0...odhad správný

NPV<0... odhad vysoký

NPV>0... odhad nízká

- Postup bude opakován, dokud nebude dosaženo kladné NPV a záporné NPV
- Dosazení do interpolačního vzorce stanoví skutečnou hodnotu IRR

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_+}{|NPV_+| + |NPV_-|} \times (r_2 - r_1) \quad (8)$$

Kde:

r1...odhadované IRR pro kladnou NPV

r2...odhadované IRR pro zápornou NPV

Pro ukazatel IRR platí pravidlo: Projekty, které mají IRR větší nebo rovné předem stanovenému výnosovému procentu mohou být akceptovány. Pokud bude použito toto kritérium pro porovnání jednotlivých investičních příležitostí mezi sebou, nejlepší variantou bude ta, která má IRR nejvyšší.

Ukazatel IRR má svá vnitřní omezení. Mohou nastat určité situace, kdy ukazatel nevykazuje možnost správné interpretace nebo není možné ukazatel vyčíslit (investiční projekt má více než jedno IRR, vzájemně se vylučující se projekty, změna výše alternativního nákladu v čase, investování nebo půjčování si hotovosti,...)“ jak uvádí [8,s.37-42]

⁸ KORYTÁROVA, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006

2.8 Cena nemovitosti

Dle zákona č. 526/1990 Sb. je cena peněžní částka

- Zjištěná podle zvláštního předpisu k jiným účelům než k prodeji
- Sjednaná při nákupu a prodeji zboží

Cenou zjištěnou k jiným účelům než k prodeji se zabývá zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), jak vyplývá ze změn provedených zákony č. 121/2000 Sb., č. 237/2004 Sb., č. 257/2004 Sb. a č. 296/2007 Sb.

„Zákon upravuje způsoby oceňování věci, práv a jiných majtkových hodnot a služeb pro účely stanovené zvláštními předpisy.“ [9,\$1]

Nemovitostí se podle občanského zákoníku rozumí pozemky a stavby spojené se zemí pevným základem.

Pozemek je podle katastrálního zákona část zemského povrchu oddělená hranicí od sousedních částí.

Stavbou je výsledek stavební činnosti. Stavba je samostatný stavební objekt, který je určen druhem a popisným číslem.

2.8.1 Způsoby oceňování nemovitostí dle zákona o oceňování majetku

„Nestanoví-li tento zákon jinak, stavba nebo její část se oceňuje nákladovým, výnosovým, nebo porovnávacím způsobem nebo jejich kombinací, jejichž použití u jednotlivých druhů staveb stanoví vyhláška.“ Jak uvádí[9,\$4]

- **Oceňování rodinných domů nákladovým způsobem**

Používá se pro rodinné domy, jejichž obestavěný prostor je větší než 1100 m³ nebo není-li základní cena uvedena v příloze č. 20a zákona o oceňování majetku.

Základní cena je uvedena v příloze č. 6 a tato cena se násobí příslušnými koeficienty.

- **Oceňování rodinných domů porovnávacím způsobem**

Používá se pro rodinné domy s obestavěným prostorem do 1100 m³.

⁹ Zákon č. 151/1997 Sb. *Zákon o oceňování majetku*

Obestavěný prostor se vynásobí indexovou průměrnou cenou uvedenou v příloze č. 20a a dále upravenou dle zákona. Tato cena zahrnuje standardní vybavení

- **Oceňování rodinných domů tržní cenou**

Obecná cena se obvykle zjišťuje porovnáním s již realizovanými prodeji a koupěmi obdobných věcí v daném místě a čase, pokud jsou k tomu dostupné informace. Vlastní tržní cen se tvoří až při konkrétním prodeji resp. Koupí a může se od zjištěné hodnoty i výrazně odlišovat. Pokud informace nejsou od statisticky významného souboru dostatečně porovnatelných novostí, je třeba použít náhradní metodiku...podrobně též [10,s. 382]

2.8.2 Cena nemovitosti z hlediska zboží na stavebním trhu

Cena nemovitosti je při nákupu a prodeji sjednaná mezi dvěma stranami. Tuto cenu ovlivňují náklady na její pořízení, konkurence a poptávka.

Ceny ve stavebnictví bývají nákladově orientovány. Jednotlivé náklady se člení v kalkulacích na:

- Náklady přímé (přímý materiál, přímé mzdy, ostatní přímé náklady)
- Náklady nepřímé (režie výrobní, režie správní)

Cena může být tvořena pro různé účely (pořizovací cena stavby, reprodukční cena stavba...), zahrnuje náklady a veškeré výdaje investora, které souvisí s pořízením stavby.

Celkové náklady stavby se zjišťují pomocí:

Rozpočtových ukazatelů – Používá se v případě, kdy dokumentace není v dostatečné podrobnosti (studie). Nově vznikající objekt je porovnáván s objekty již dříve realizovanými. Cena je vztažena na vhodnou měrnou jednotku (m, m², m³). Rozpočtové ukazatele vydávají v katalozích odborné organizace a jsou tříděné dle Jednotné klasifikace stavebních objektů. Cena objektu se tedy vypočítá podle vzorce:

$$\text{Počet měrných jednotek objektu} * \text{Rozpočtový ukazatel v Kč/m.j.} \quad (9)$$

¹⁰ BRADÁČ, A. A KOL. *Teorie oceňování nemovitostí*. 6. Přepřacované a doplněné vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2004 ISBN 80-7204-332-3

Souhrnným rozpočtem - Struktura souhrnných rozpočtů není předepsána, ale používá se doporučení a starších právních předpisů. Obvykle se člení na tyto části:

I Projektové a průzkumné práce

II Provozní soubory

III Stavební objekty

IV Stroje a zařízení

V Umělecká díla

VI Vedlejší rozpočtové náklady

VII Ostatní náklady

VIII Rezerva

IX Jiné investice

X Vyvolané náklady

XI Náklady na investorskou činnost

Cena stavebního objektu se sestavuje ve formě **položkového rozpočtu**. Rozpočet je podle technické dokumentace sestavený výkaz výměr oceněný příslušnými:

- Jednotkovými cenami konstrukčních prvků a prací
- Agregovanými cenami prvků
- Ukazateli objektu

„Základním prvkem rozpočtu je položka:

- **Stavební práce, montážní práce.** V rozpočtu je uveden popis položky, který vymezuje rozsah činností, pro který platí, výměra v m.j., jednotková cena v Kč/m.j. a náklad celkem za výměru v Kč
- **Dodávka materiálu,** který není zahrnutý v položce stavební práce - specifikace. V rozpočtu je uveden popis položky, výměra v m.j., jednotková cena v Kč/m.j. – pořizovací cena, tj. cena nákupní a náklady na pořízení a náklad celkem za výměru v Kč.

- **Přesun hmot**, který představuje množství stavebních materiálů přesouvaných v rámci stavební výroby. V rozpočtu se uvádí výměra v tunách, jednotková cena v Kč/m.j a náklad celkem za výměru v Kč. “jak uvádí [11,s.31]

Pro potřeby položkového rozpočtu se stavební práce dělí na

- HSV (hlavní stavební výroba)
- PSV (přidružená stavební výroba)

¹¹ MARKOVÁ, L. *Ceny ve stavebnictví, elektronická studijní opora*, FAST VUT v Brně

3 ENERGETICKÉ ÚPRAVY

Investice do nemovitostí se řadí mezi nejbezpečnější z hlediska investičních rizik. Případné rekonstrukce a modernizace dále zvyšují tržní hodnotu nemovitosti. V dnešní době jsou důležité investice do energetických úprav jak u novostaveb, tak u starších objektů. Neustále zdražování energií nutí majitele vynakládat stále větší finanční prostředky na vytápění, proto se stále častěji přistupuje k provádění energetických úprav. Tyto úpravy vedou k omezení úniku tepla z budovy (výměna výplní otvorů, zateplení fasád, střech, podlah), nebo k přechodu na levnější způsob vytápění (kotel s vyšší účinností, alternativní zdroje vytápění,...).

3.1 Úprava výplní otvorů

Výplně otvorů (okna, dveře, vrata,...) jsou nejslabším článkem tepelné odolnosti budovy. Na celkových tepelných ztrátách se podílí z 12 – 25 %. Starší výrobky mají velmi vysoké součinitele prostupu tepla, proto se za účelem úspory tepla vyměňují za moderní tepelně izolační. Například okna se dnes vyrábí s izolačními trojskly i čtyřskly, které svými izolačními vlastnostmi dalece překračují doporučenou normu.

Nejčastějšími problémy u starších výplní otvorů jsou

- netěsnosti spár
- vodní páry kondenzující na povrchu a mezi skly a následná degradace a rozpad dřeva
- rozklížení spojů
- špatná proveditelnost tepelné izolace nadpraží a parapetů

Špatný stav výplní otvorů vede k velkým finančním nárokům na vytápění. Zlepšení tepelných vlastností lze dosáhnout buď výměnou stávajících výplní, nebo opravou.

Mezi nejvýznamnějšími přínosy výměny výplní otvorů lze zařadit:

- výrazné snížení úniků tepla – prostupem a infiltrací, což vede ke snížení celkové energetické náročnosti objektu
- zlepšení zvukově izolačních vlastností (vzduchové neprůzvučnosti)

- zlepšení vnitřního mikroklimatu (zvýšení povrchových teplot, snížení hladiny zvuku, snížení vnikání prachu a nečistot)
- řešení návaznosti na obvodové neprůsvitné konstrukce (stěny), zamezení zatékání, nežádoucí infiltrace a vzniku hygienických poruch v připojovací spáře a detailu připojení
- zlepšení estetických vlastností
- výrazné zlepšení užitné hodnoty okna, snadné otevírání, snadné čištění, snadná údržba

U výplní otvorů mají nejhorší součinitel prostupu tepla okenní otvory a to z důvodů kompletního prosklení. Mnoho výrobců vyvíjí nové a vylepšené okenní profily, které mají stále lepší izolační vlastnosti jak u rámu, tak u prosklení.

3.1.1 Dělení oken dle materiálů:

- **Dřevěná okna**

Tradičním materiálem pro výrobu oken je dřevo. Tento přírodní materiál je snadno dostupný. Dřevěné okenní rámy jsou zhotoveny z lepených dřevěných vrstev lamelových vlysů. Tento způsob zpracování zaručuje jejich tvarovou stabilitu po dlouhou dobu. Vlysy jsou kompaktní, z jednoho nebo více kusů dřeva. Dřevěná okna se vyrábí z tuzemských i dovážených dřevin, nejčastěji smrku, dubu, borovice, nebo exotické meranti a merawanu.

Dřevěná okna je potřeba chránit před povětrností impregnací, konzervací, nátěry a laky. Po estetické stránce jsou nejlepší dřevěná okna s transparentní ochrannou vrstvou, která zdůrazňuje přirozený vzhled dřeva. Základní vrstvou je impregnace proti houbám a hnilobě, na ni se nanáší pigmentová impregnace, třetí vrstva uzavírá povrch, závěrečná vrstva je lazura. Povrchová úprava je odolná proto povětrnosti, je pružná a zvládá rozměrové změny dřeva bez popraskání.



Obrázek 3.1 – Příklad dřevěného okna [12]

- **Plastová okna**

Plastová okna se začala používat teprve v posledních desetiletích. Nabídka plastových oken je velmi široká, ale životnost je menší než u dřevěných oken a je ovlivněna hlavně kvalitou plastových profilů. Nejpoužívanějším materiálem je tvrzené PVC. Rámy se dají jednostranně i oboustranně barevně tónovat. Plastová okna bývají výrazně levnější než dřevěná, což je hlavní důvod velmi rozšířeného použití.



Obrázek 3.2 – Příklad plastového okna [13]

¹² WindowStar, s.r.o. [online 5. 1. 2012] dostupné na <<http://www.ws-mojeokna.cz/okna/drevena/ws-grand-78/>>

- **Kovová okna**

Okna z oceli se používají například ve sklepech a skladech. Nemají příznivé estetické a tepelně izolační vlastnosti, protože kov velmi dobře vede teplo.

Okna z hliníku se používají pro prosklené stěny, zimní zahrady. Jsou velmi estetická, mají dlouhou životnost i v extrémních podmínkách a minimální požadavky na údržbu.

3.1.2 Zasklení oken

V dnešní době se používají okna s izolačními dvojskly, trojskly i čtyřskly. Vnitřní prostor mezi skly může být vakuován nebo vyplněn inertním plynem (argon, krypton). Tato úprava snižuje únik tepla z interiéru. Skleněné tabule mají tloušťku 4-10 mm a jsou od sebe vzdáleny 8-20 mm. Při špatném utěsnění vnitřního prostoru zde může kondenzovat vlhkost.

3.2 Úprava vytápění

Vytápění slouží k udržení vnitřní teploty u budov na úrovni tepelné pohody. Náklady spojené s vytápěním tvoří významnou částku každoročních nákladů na bydlení. Naší snahou je proto, vedle udržení tepla uvnitř budovy, nalezení levnějšího energetického zdroje vytápění. Výběr zdroje je ovlivněn konkrétními podmínkami, dostupností druhu paliva, možností skladování, obslužností zařízení a finančními pořizovacími a provozními náklady. Úpravou vytápění může být jak výměna kotle za kotel s vyšší účinností, tak například zřízení podpůrných slunečních kolektorů.

3.2.1 Rozdělení vytápěcích systémů podle umístění tepelného zdroje

- **Ústřední vytápění** – Zdroj tepla (kotel) je umístěn na jednom místě, z kterého se rozvádí teplo do celé budovy, nebo v případě etážového vytápění pouze do celého patra nebo bytu. Do jednotlivých místností je zavedeno teplo pomocí rozvodů do výměníků (radiátorů). Tento systém je levnější než součet jednotlivých lokálních topidel. Dělí se na:
 - klasické ústřední topení
 - nízkoteplotní vytápění
 - teplovzdušné vytápění

¹³ L-okna [online 5. 1. 2012] dostupné na <<http://www.l-okna.cz/plastova-okna.php>>

- **Dálkové vytápění** – jeden velký zdroj tepla, z kterého se vytápí několik budov.
- **Lokální vytápění** – zdroj tepla je umístěn přímo ve vytápěné místnosti. Používá se zpravidla v objektech s dočasným užíváním nebo v menších účelových objektech. Způsob předání tepla do vytápěné místnosti:
 - konvekci – ohřívá okolní vzduch a způsobuje jeho pohyb
 - sálání – ohřívá okolní plochy

3.2.2 Rozdělení vytápěcích systémů podle druhu paliva

3.2.2.1 Plynové vytápění

Plynové vytápění je velmi oblíbené a rozšířené, díky vysoké míře plynofikace v naší zemi je dostupné, ekonomicky a ekologicky přijatelné. Na vysokou poptávku se zaměřuje mnoho specializovaných firem, které vyrábí plynové kotle i příslušenství.

Plynové vytápění má specifické požadavky na komín, který slouží pro odvádění spalin vzniklých hořením plynu. Komín je nutné před spuštěním systému upravit vhodnou vložkou.

Dle odvodu spalin se kotle dělí na klasické konvenční kotle a kondenzační. Konvenční kotle jsou u nás používanější než kondenzační, z důvodu nižších pořizovacích nákladů. Z dlouhodobějšího hlediska jsou, ale výhodnější kondenzační kotle. Kvalitní kondenzační kotel může ročně ušetřit 15-25 % nákladů na vytápění.

Moderní plynové kotle lze propojit v jeden systém se slunečními kolektory. Tím se sníží spotřeba plynu a lze si celoročně ekologicky přitápět a ohřívat teplou vodu. V létě sluneční energie dokáže pokrýt 100 % ohřevu teplé vody.

3.2.2.2 Elektrické vytápění

Nejčastějším způsobem využití elektrické energie k topení je teplovodní vytápění s centrálním zdrojem tepla, v tomto případě s elektrokotlem. Toto řešení nabízí dodávku tepla do místností prostřednictvím nízkoteplotních radiátorů nebo podlahovými rozvody, minimální údržbu, jednoduchou regulaci a v případě radiátorů i snadný servis zdroje a rozvodů i po dlouhodobém používání.

- **Elektrické akumulční vytápění**

Elektrické akumulční vytápění v noci, při nízkém noční sazbě, nahromadí energii, kterou ve dne topí. Teplo z elektřiny se může akumulovat i do podlahy pomocí topného kabelu nebo do zásobníků vody.

- **Elektrické přímotopy**

Elektrické přímotopy mají velmi vysoké provozní náklady, ale rychle zahřejí vzduch. Novější typy jsou vybaveny akumulční deskou, která zvyšuje jejich účinnost. Používají se samostatně nebo jako doplněk k hlavnímu zdroji tepla, případně jako doplnění alternativních druhů topení.

- **Elektrická přenosná topidla**

Teplo v menších místnostech lze také zajistit elektrickými přenosnými topidly (infrazářiče, topné ventilátory, ventilátorové ohřívače a konvektory. Používají se zejména v rekreačních objektech.

- **Elektrické sálavé panely**

Elektrické sálavé panely z přírodního kamene jsou estetickým a praktickým způsobem pro vytápění koupelen nebo interiéru. Jsou hygienické, snadno udržovatelné. Vzhledem k nižším výkonům jsou používány jako doplňkové. Nejčastěji jsou vyrobeny z mramoru, žuly, pískovce a trachytu.

3.2.2.3 Topení na pevná paliva

- **Krby**

Klasické otevřené krby jsou v dnešní době spíše estetickou záležitostí. Z hlediska efektivnosti vytápění nejsou krby příliš účinné. Účinnost se pohybuje od 15 do 20 %. Krby fungují na principu sálavého tepla, to znamená, že u krbu je teplo, místnost se ale neohřeje. Klasický krb může být levným doplňkovým zdrojem tepla.

Tepelně účinnější jsou krby se zabudovanou krbovou vložkou. Takto vzniká uzavřený krbový systém, v kterém dochází k dokonalejšímu spalování a účinnost dosahuje až 80%. Na trhu je velký výběr krbových vložek z různých materiálů (litinové, kombinace litiny a žáruvzdorné oceli, šamot...). Při požadavku na vytápění i ostatních místností tímto zdrojem tepla, se zvolí dvouplášťová vložka s teplovzdušným rozvodem. Druhé plášť plní funkci výměníku, díky vertikálnímu proudění zde cirkuluje vzduch. Některé typy mohou být doplněny i ventilátorem.

Většina krbových vložek je určena k spalování dřeva, můžeme použít i pelety, brikety a štěpku. Náklady na provoz se rovnají ceně spalovaného materiálu. Při běžném provozu se za hodinu spálí 2-3 kg topiva.

Při topení v krbu dochází k manipulaci s otevřeným ohněm, proto se stavba řídí protipožárními předpisy a normami. Protipožární materiál musí být minimálně 80 cm před čelem a 40 cm po stranách krbů.

- **Krbová kamna**

Krbová kamna mají přijatelnou pořizovací cenu, vysokou účinnost, jsou úsporná, ekologická a dokáží vytopit poměrně velký prostor. Jako topivo se používá dřevo nebo uhlí. Kamna jsou vyrobena z kovu nebo litiny, mohou být obložena obkladem nebo kachlemi.

Stejně jako u krbů můžeme i u krbových kamen zapojit výměník a teplo rozvádět do ostatních místností.

3.2.2.4 Vytápění kapalnými palivy

Dříve byla oblíbená naftová kamna, byla schopna vytopit i několik místností najednou, dnes vzhledem k vysoké ceně nafty tento druh vytápění najdeme spíše u rekreačních objektů.

V současné době se využívají spíše lehké topné oleje. Kotle mají dlouhou životnost, vysokou výkonnost, snadnou obsluhu a regulaci. Pro skladování topných olejů se používají plastové nádrže.

Součástí systému jsou bateriově uspořádané plastové zásobníky, které se umísťují přímo do objektů.

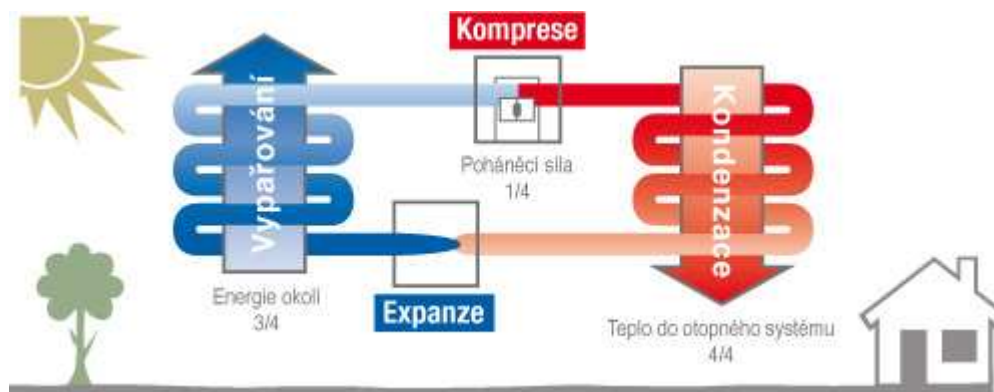
Výhodou tohoto systému jsou nižší pořizovací a provozní náklady. Nevýhodou je, že tento způsob neumožňuje použití k vaření.

3.2.2.5 Alternativní zdroje energie

V současné době je stále častější využívání alternativních neboli obnovitelných zdrojů energie. Jedná se o důsledek ubývajících zásob pevných paliv a zatěžování životního prostředí v důsledku jejich těžby.

- **Tepelná čerpadla**

Tepelná čerpadla pracují na principu odebírání tepla a jeho využívání pro ohřev. Teplo je odebíráno z venkovního prostředí (voda, vzduch, země) a v domě je využíváno k topení pomocí topné soustavy.



Obrázek 3.3 – Princip tepelného čerpadla[14]

Princip fungování tepelného čerpadla:

V první fázi je vypařování, chladivo koluje v čerpadle a odebírá teplo ze vzduchu, vody nebo země, tímto se změní skupenství a následně se odpařuje. V druhé fázi je komprese, kdy kompresor čerpadla stlačí plynné chladivo a tím vzroste jeho teplota. V třetí fázi probíhá kondenzace chladiva, které předá ve výměníku teplo vodě v radiátorech. Ochlazená voda v oběhu putuje zpět k výměníku pro ohřátí. Poslední fází je expanze, kdy chladivo proudí přes expanzní ventil zpět k ohřátí

Vzduch – voda:

V případě systému vzduch-voda se odebírá tepelná energie ze vzduchu pomocí výparníku s ventilátorem. U systémů země-voda se tepelná energie odebírá ze země pomocí vrtů nebo kolektorů a u systémů voda-voda ze studní nebo vodního toku.

V ČR jsou pro tepelná čerpadla typu vzduch-voda téměř ideální klimatické podmínky. Vzhledem k průměrné teplotě vzduchu během topné sezóny (min. +3 °C) a schopnosti tepelného čerpadla vzduch-voda topit i při venkovních teplotách pod -15 °C je poměr úspora/cena těchto systémů mnohem zajímavější než u systémů země-voda, jejichž realizace je technicky mnohem náročnější, i podstatně dražší. Vzduch je jako zdroj tepla nejdostupnější a z ekologického hlediska nejvýhodnější. Teplo odebrané ze vzduchu je opět vráceno zpět tepelnými ztrátami objektu.

¹⁴ TC MACH [online 17. 9. 2011] dostupné na <<http://www.tepelna-cerpadla-mach.cz/tepelna-cerpadla-pro-rodinne-domy/princip-tepelneho-cerpadla.php>>

Tepelná čerpadla vzduch-voda mají rychlou návratnost investice, není potřeba provádět vrty, zemní kolektory nebo studny, montáž je rychlá a snadná. [14]

Země – voda:

Tepelná čerpadla využívající jako zdroj tepla zemi patří k nejdražším variantám, tento způsob je ale nejvýhodnější. Teplo se ze země odebírá pomocí vedení umístěného do zemních vrtů. Hlavní využití je pro vytápění nemovitostí a ohřevu teplé vody.

Výhodou je vysoký výkon, celoroční provoz, je možné i chlazení. V zemi je velké množství tepla naakumulovaného ze slunce, které čerpadlo může využít k topení.

Vzduch – vzduch:

Tento druh tepelných čerpadel umožňuje snadnou montáž. Využívá centrální jednotky a vzduchových rozvodů. Princip ohřevu je podobný jako u klimatizačních jednotek. Čerpání tepla zde zajišťuje výparník, který odebere nízkopotenciální energii ze vzduchu, které slouží k ohřevu topného média. Tímto typem tepelného čerpadla nelze ohřívat teplou vodu.

Výhodou je možnost filtrace vzduchu, použití jako klimatizaci, snadná montáž.

Voda – voda:

Tyto systémy využívají jako zdroj tepla vrt nebo studnu. Podzemní voda má neustálou teplotu několik stupňů nad nulou, což je příznivé pro fungování tepelného čerpadla. Tato voda se čerpá a nechá se protékat tepelným čerpadlem. Výparník odebere vodě její teplo a ohladí ji. Odebrané teplo slouží pro topení. Odebraná voda se vrátí zpět do země pomocí druhé studny.

Tento způsob je velice efektivní, má celoroční využití. Jedinou podmínkou pro zřízení je vodní zdroj.

- **Alternativní pevná paliva**

K vytápění lze využít například biomasu, což je organická hmota rostlinného nebo živočišného původu, například dřevo, sláma, exkrementy užitkových zvířat nebo komunální odpad. Často se používají dva typy systémů: topení celými poleny a topení drceným dřevem.

- **Sluneční energie**

K neperspektivnějším energetickým zdrojům patří sluneční energie přeměněná na elektrickou nebo tepelnou energii. Efektivita využití závisí na klimatických podmínkách částí zemského povrchu. V České republice jsou podmínky poměrně dobré. Sluneční energii využíváme zejména k přípravě teplé vody, k ohřevu vody v bazénech, k přitápění nebo vytápění objektů.

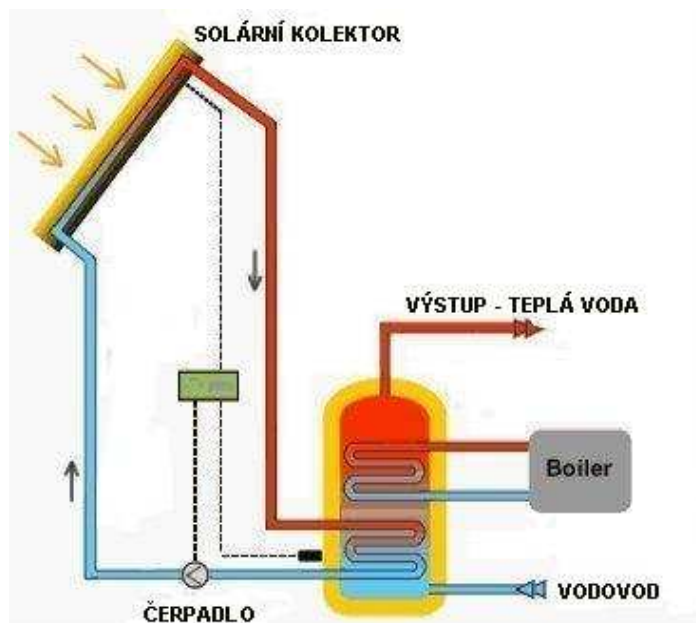
Přeměna sluneční energie na elektrickou fotovoltanickými články je méně výhodná. Cena článků sice postupně klesá, ale takto vyrobená elektřina je stále mnohonásobně dražší než z veřejné sítě. Výhodou je použití v odlehlých lokalitách nebo nestandardních situacích, kde nelze provést elektrifikaci objektu.

Levnější a lépe využitelná je přeměna sluneční energie na teplo, účinnost fototermálních panelů (kolektorů) bývá kolem 85%.

Nevýraznější úsporu energie vykazují aktivní systémy. Tyto systémy získávají teplo pomocí vakuových nebo kapalinových kolektorů. Mohou být se selektivní a neselektivní vrstvou. Selektivní vrstva absorbuje až 95% a zpětně vyzáří jen 5%, u neselektivní je tento poměr horší (80% a 20%).

Nejjednodušším řešením jsou ploché kapalinové kolektory, mohou být plastové nebo kovové s tmavým povrchem, jimž protéká kapalina.

Sluneční kolektory se instalují se sklonem 25-50° k vodorovné rovině, pro celoroční provoz je nejvhodnější sklon 45°. Ztrátě energie zabrání co nejkratší rozvody mezi kolektorem, zásobníkem a výměníkem a jejich dobrá tepelná izolace.



Obrázek 3.4 – Sluneční kolektor [15]

3.3 Zateplení

Zateplení se provádí u konstrukcí, které jsou mezi vytápěnými a nevytápěnými/venkovními prostory. Zlepšuje tepelně izolační vlastnosti konstrukcí, které zabraňují úniku tepla. Kromě okamžitých úspor za náklady na vytápění má řadu dalších ekonomických a technických výhod.

Zateplení u starších objektů:

- Snížení nákladů na vytápění
- Topná soustava má nižší provozní výkon a delší životnost
- Snížení teplotních změn v konstrukci a omezení jejich negativních vlivů.

V zimních měsících zdivo promrzá téměř do poloviny své tloušťky. Každý materiál obsahuje určitou vlhkost, která po zmrznutí nabývá na objemu a v důsledku objemových změn dochází k pozvolené erozi.

- Delší životnost fasády

¹⁵ *Instalatéři Ekomplex* [online 20. 11. 2011] dostupné na <<http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni/kapalinove.php>>

Zateplení u novostaveb:

- Je možné instalovat zdroj tepla a topnou soustavu s nižším výkonem
- Zateplením můžeme získat více prostoru z důvodu zmenšení tloušťky konstrukce

Další výhody zateplení budovy:

- Zvýšení povrchové teploty
Díky zateplovacímu systému se zvyšuje povrchová teplota. Před zateplením bývá kolem 13°C. Po zateplení se pohybuje kolem 18°C a proto jsou pak obvodové zdi teplejší a nevystupuje z nich chlad.
- Snížení výskytu plísní
Plísně jsou nežádoucím jevem v interiéru budov. Nejčastěji se tvoří v místě kondenzace vodní páry. Při určitém poměru mezi povrchovou teplotou stěny a relativní vlhkostí vzduchu v místnosti dochází ke vzniku plísní.
- Odstranění tepelných mostů
Tepelné mosty jsou místem v konstrukci, kde uniká mnohem víc tepla, než v jeho okolí.
- Ochrana životního prostředí
Topení a klimatizace spotřebovává mnoho tepelné energie, která zatěžuje životní prostředí.

Zateplení budov se provádí ve dvou variantách:

- Komplexní zateplení budovy
- Zateplení jen částí obytných domů

Ve stavebnictví můžeme v podstatě každý materiál považovat za tepelně izolační. Tepelné izolace se rozlišují do hlavních skupin:

- Vláknité materiály (strusková, vlákna čedičová, skleněná, textilní keramická)
- Pěnné plasty (pěnové a extrudované polystyreny, pěnové pryskyřice, pěnové polyuretany, pěnový PE, pěnný kaučuk a PVC)
- Minerální materiály (struska, perlit, keramzit, popílek, křemelina)

- Materiály na bázi papíru
- Materiály na bázi dřeva (dřevovláknité, dřevotřískové, piliny, korek)
- Speciální (na bázi bavlny a ovčí vlny)

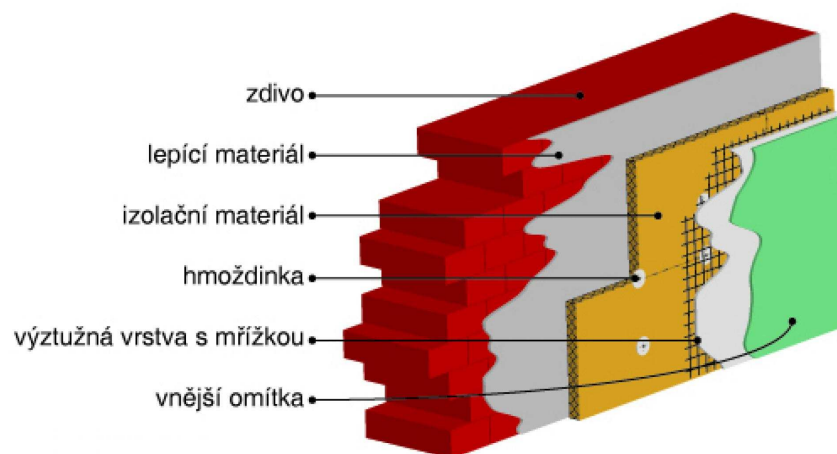
3.3.1 Zateplení fasád

a) **Zateplení vnitřní:** Jedná se o levnější způsob zateplení, ale přináší řadu nevýhod. Při vnitřním zateplení hrozí riziko kondenzace vodních par a následný vznik plísní na zdivu. Dále vznikají tepelné mosty, z důvodu přerušení zateplení zdmi a stropními konstrukcemi a snižuje se akumulace tepla v konstrukci. Práce jsou prováděny v interiéru a zateplení takto zmenšuje plochu místností. Výhodou tohoto systému je jednodušší proveditelnost. Odpadá nutnost výstavby lešení. Konstrukce je možné zateplovat postupně nebo lze odizolovat jen některé místnosti. Provádí se u novostaveb (ze sendvičových dřevěných dílů nebo železobetonových panelů) nebo u starších objektů (kde není z technických či estetických důvodů možné zateplení zvenčí).

b) **Zateplení vnější:** Nejčastější způsob zateplení. Tento druh zateplení je proti vnitřnímu dražší, ale přináší spoustu výhod. Konstrukce je takto chráněna proti povětrnostním vlivům, lépe akumuluje teplo a zamezuje vzniku tepelných mostů. Provádí se u novostaveb i starších objektů (tam kde není podmínka zachování vzhledu původní fasády).

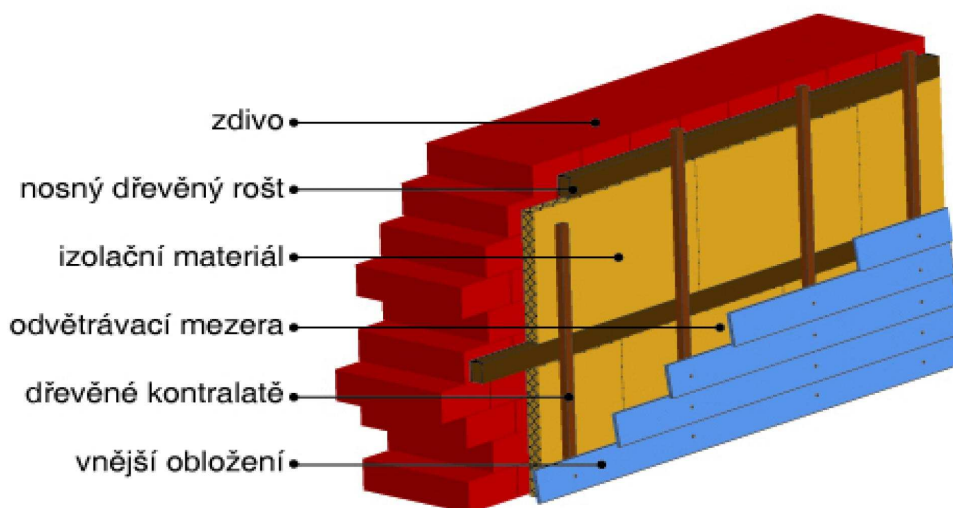
Mezi nejčastější zateplovací systémy patří:

- **Tepelně izolační omítky:** Tento způsob je méně účinný, než ostatní způsoby. Omítka se vyrábí ze speciální vylehčené omítkové hmoty, ale při stejné tloušťce však mají ostatní způsoby lepší účinnost. Užívá se u zádveří a schodišť, nebo u historických budov, kde nelze z důvodu členitosti fasády použít jiný způsob zateplení. Výhodou tepelně izolačních omítek jsou lepší izolační vlastnosti než u klasických, paropropustnost, rychlejší provedení.
- **Kontaktní tepelněizolační systémy:** Nejčastější způsob izolačních systémů. Izolační materiál se lepí k podkladu tmelem a zajišťuje hmoždinkami. Nejčastěji se jako izolant používají polystyrény a výrobky z minerálních vláken. Tento způsob zateplení fasád je jednoduchý, rychlý, účinný a cenově dostupný. V porovnání s odvětrávaným systémem stačí menší tloušťka izolace. Nevýhodou je omezený přístup vodních par a nízká odolnost proti mechanickému poškození.



Obrázek 3.5 – Příklad kontaktního zateplení [16]

- **Odvětrávané tepelněizolační systémy:** Jedná se o dokonalejší, ale dražší způsob zateplení. Používají se obdobné materiály jako u kontaktního systému, vnější vrstva je, ale odsazena a tvoří předstěnu. Předstěna je nesena dřevěným nebo kovovým roštem. Vnější vrstva je z plechu, plastu, betonu, kamene nebo keramiky. Výhodou je možnost použití u vlhkých objektů, možnost provedení i při nízkých teplotách, vyšší životnost, snadná údržba a opravitelnost. Tento způsob je technicky a časově náročnější. Při provedení hrozí vznik tepelných mostů, zejména při použití kovových kotev.



Obrázek 3.6 – Příklad odvětrávaného zateplení [16]

¹⁶ *iStavitel, s.r.o.* [online 20. 11. 2011] dostupné na <http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/zpusoby-zatepleni-obvodoveho-plaste-domu_81>

3.3.2 Zateplení střech

Zateplení střech se provádí s cílem snížit tepelné ztráty, zvýšit vnitřní povrchovou teplotu konstrukce a minimalizovat riziko kondenzace vodních par s následným vznikem plísní.

U novostaveb bývá zateplení střech již součástí návrhu. S dodatečným zateplením střech se setkáváme zejména u starších objektů. Tento druh zateplení je technicky náročný a vyžaduje odborný návrh.

U šikmých střech se dodatečně provádí:

- **Izolace mezi krokvi** – Tento druh izolace je prostorově úsporný a nejběžnější. Obvyklá výška krokví je 160 až 180 mm a osová vzdálenost 900 až 1200 mm. Izolace z vnitřní strany je nezávislá na rozmarech počasí a může být s nižšími náklady provedena svépomocí. Nevýhodou je nutná velká pečlivost ve spojích. Při pokládání izolace z vnitřní strany je nutné dbát na vzduchové mezery, aby nebyla přerušena difuze par. Izolace na vnitřní straně by měla být opatřena parozábranou.
- **Izolace nad krokve** – tento postup umožňuje docílit dobré tloušťky izolace, aniž by se snížila výška podkroví. Minimalizují se tím tepelné mosty. Konstrukce umožňuje přiznat odhalené krokve. Při zateplování ale dochází ke zvýšení střechy, což může vést ke změně napojení na střešní okna.
- **Izolace pod krokve** – Tento postup se hodí zvláště pro domy s malou výškou krokví. Během zateplování můžeme zarovnat nerovnosti původního střešního pláště podkroví, ale zároveň si ubereme z využitelnosti prostoru pro obytné účely

U plochých střech by měla být, před provedením dodatečné tepelné izolace, provedena kontrola stávající hydroizolace a ověřena nosnost střechy. Dodatečná izolace může být umístěna pod i na střešní konstrukci.

3.3.3 Zateplení podlah

Podlahy tvoří velkou část plochy domu, kterou může unikat nezanedbatelné množství tepla. Na zateplení podlah je třeba se více zaměřit u místností v nejnižším patře, kde proniká chlad ze zeminy a u místností nad nebo pod nevytápěnými prostory (garáže, průchody, půdy). U novostaveb jsou tepelné izolace součástí skladby podlah. Tyto izolační materiály musí mít dostatečnou pevnost v tlaku. U starších objektů, kde izolace

podlah chybí, je můžeme provést dodatečně. Izolace se může například připevnit pod strop.

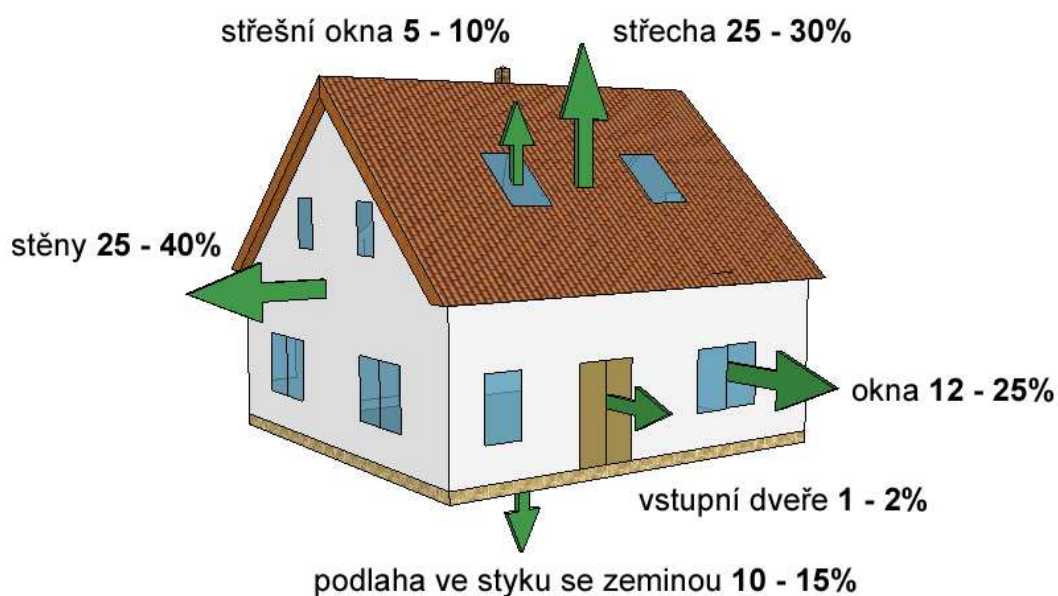
3.4 Tepelná ztráta

Každý objekt je charakterizován svými energetickými nároky (množství potřebné energie) a energetickou náročností (množství spotřebované energie).

Energetická potřeba objektu se dělí na:

- Vytváření tepla pro vytápění.
- Vytváření tepla pro ohřev teplé vody
- Energie pro ostatní domácí spotřebiče

Snahou je tepelnou ztrátu minimalizovat a tím uspořit finanční prostředky a energii potřebnou pro vytváření tepla. Na obrázku 3.3 jsou orientačně znázorněny tepelné ztráty obálkou budovy.



Obrázek 3.7 – Tepelná ztráta obálkou budovy [17]

¹⁷ *Hestia energetika* [online 11.12.2011] dostupné na <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/12.htm>>

3.4.1 Postup výpočtu tepelné ztráty

Norma ČSN 73 0540-2 stanovuje požadavky na prostředí v interiéru a na energetickou náročnost pro provoz objektu. Pro ověření správného energetického návrhu stavby slouží několik výpočtů a hodnot daných normou, která předepisuje dovolené minimální a maximální hodnoty.

Vytápěné budovy musí mít takový součinitel prostupu tepla, aby byla splněna podmínka:

$$U \leq U_N [W/m^2.K] \quad (10)$$

Kde:

U ...součinitel prostupu tepla budovy

U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce 3.1.

Součinitel prostupu tepla konstrukcí se vypočte podle vzorce:

$$U = 1/R_T [m^2.K/W] \quad (11)$$

Kde:

R_T ... Tepelný odpor konstrukce, který se vypočte podle vzorce:

$$R_T = R_{si} + R_N + R_{se} [m^2.K/W] \quad (12)$$

Kde:

R_{si} ...odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (0,25 m².K/W pro zdivo, 0,13 pro výplně otvorů)

R_{se} ... odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (zimní období 0,04 m².K/W, letní období 0,07 m².K/W)

R_N ...tepelný odpor pro vícevrstvé konstrukce, který se vypočte podle vzorce:

$$R_N = \sum d/\lambda [m^2.K/W] \quad (13)$$

Kde:

d ...tloušťka vrstvy

λ ...součinitel tepelné vodivosti

Tabulka 3.1 – Hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy

Hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy			
Popis konstrukce	Typ konstrukce	Požadované hodnoty U_N [W/m ² .K]	Doporučené hodnoty U_N [W/m ² .K]
Střecha šikmá se sklonem do 45° včetně Podlaha nad venkovním prostorem Strop pod nevytápěnou půdou se střechou bz tepelné izolace Podlaha a stěna s vytápěním	lehká	0,24	0,16
	těžká	0,30	0,20
Stěna venkovní Střecha strmá se sklonem nad 45°	lehká	0,30	0,20
	těžká	0,38	0,25
Podlaha a stěna přilehlá k zemině Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,75	0,50
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně		1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně		1,30	0,90
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně		2,20	1,45
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně		2,70	1,80
Okno a jiná výplň otvoru, z vytápěného prostoru	nová	1,80	1,20
	upravená	2,00	1,35
Dveře, vrata a jiná výplň otvoru, z částečně vytápěného nebo nevytápěného prostoru vytápěné budovy		3,50	2,30

3.4.2 Třídy energetické náročnosti budov

Budovy se zařídují do příslušné třídy energetické náročnosti pomocí celkové měrné dodávané energie. Dle množství dodané energie se budovy zařadí do třídy energetické náročnosti A-G. Budova by měla mít minimálně energetickou třídu C. Energetické třídy D-G nesplňují požadavky vyhlášky.

Tabulka 3.2 – Zatřídění rodinných domů do energetické třídy

Třída energetické náročnosti budov		Měrná spotřeba energie [KWh/m ² .rok]
A	Mimořádně úsporná	<51
B	Úsporná	51-97
C	Vyhovující	98-142
D	Nevyhovující	143-191
E	Nehospodárná	192-240
F	Velmi nehospodárná	241-286
G	Mimořádně nehospodárná	>286

3.5 Termografie

„Termografie umožňuje rychlé, bezkontaktní zjištění rozložení tepla na povrchu konstrukcí. Umožňuje stanovení tepelně technických vlastností pláště budov a zjištění případných vad stavby. Měřit lze jen v zimních měsících (listopad – březen).

Infračervená termografie je založená na postihu sdílení tepla sáláním. Termokamera snímá infračervené záření z povrchu sledovaného objektu a transformuje reliéf teplotního pole na viditelný obraz. Do objektivu kamery přichází záření ze tří zdrojů a to záření z povrchu objektu snímaného, záření okolí odražené snímaným povrchem a záření prostředí mezi snímaným povrchem a kamerou. Přenos tepla radiací se nachází v rozsahu vlnových délek 0,75 μm do 1000 μm . Pro omezení chyb, vzniklých absorpcí radiční energie vzduchem, pracují termokamery v omezeném pásmu vlnových délek, nejčastěji 8-14 μm , v oblasti tzv. "atmosférického okna", kde jsou ztráty z absorpce relativně malé. Z hlediska fyziky radiace je většina běžných povrchů šedých, s

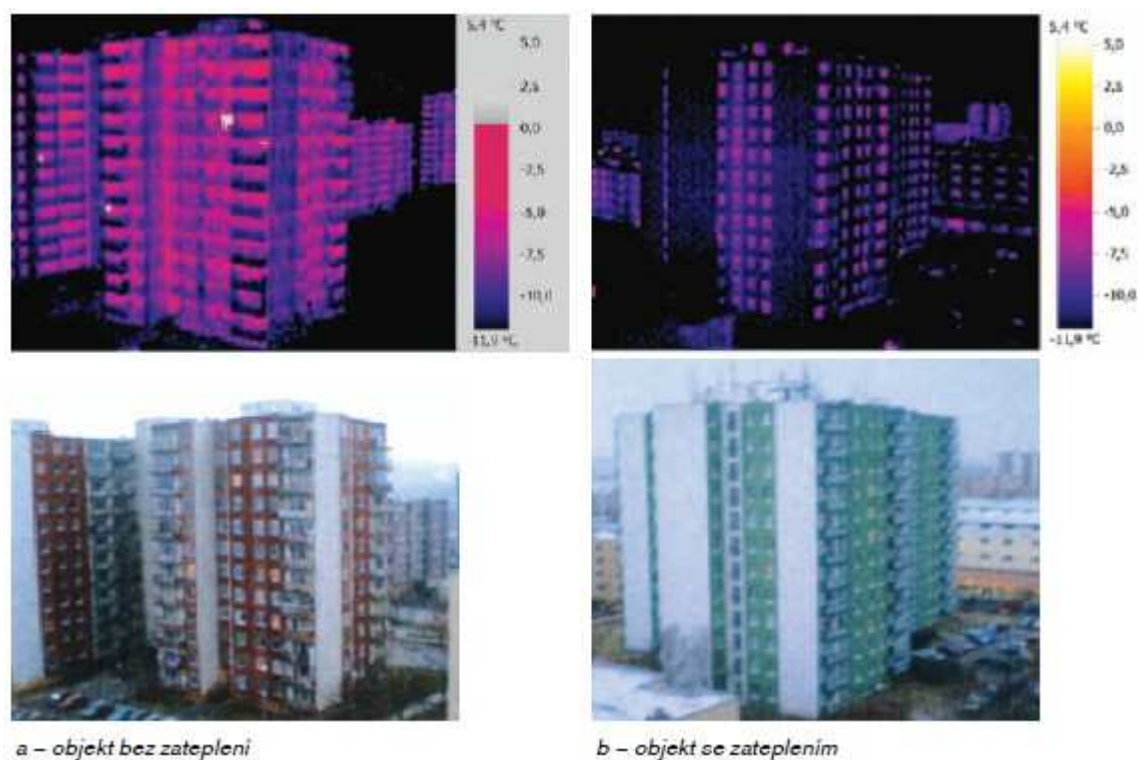
emisivitou menší než 1. Emisivita je míra vyzařování z povrchu těles. Materiály s černým povrchem mají vysokou emisivitu, materiály s lesklým povrchem naopak nízkou emisivitu. Většina matných povrchů v budovách má stupeň emisivity 0,9 až 0,95. Měření povrchů s extrémně nízkou emisivitou (lesklé kovy) je touto metodou nevhodné. Složitá je teplotní interpretace vícebarevných povrchů s proměnlivou emisivitou po ploše vzorku. Pro správný převod radiační energie na teplotu je nutno zohlednit teplotu pozadí. V praxi se nepřesnosti měření eliminují například metodou známé teploty zdroje záření, což znamená pomocným dotykovým lokálním měřením povrchových teplot s návazností na úpravu parametrů měření v přístroji. Termokamera teplotu povrchu neměří, ale na základě intenzity infračerveného záření vypočítává.

Termovizní sledování objektů ze strany exteriéru může sloužit:

- Ke kontrole tepelně technických vlastností prvků obvodového pláště před koupí objektu, před kolaudací u novostaveb, při kontrole kvality provedených prací při rekonstrukcích a zateplování budov.
- K lokalizaci vad a poruch v plášti budovy, sledování kontinuity konstrukce. Místa zvýšeného úniku tepla detekují jak nesprávně provedená místa obálky budovy, tak skryté závady pod omítkou (např. materiály odlišných tepelných vodivostí, dutiny, trhliny).
- Může být podkladem při rozhodovacím procesu, jaká opatření budou nejvýhodnější ke snížení spotřeby tepla pro vytápění.
- K orientační kontrole vzduchotěsnosti budovy lokalizací netěsností pláště budovy, kterými uniká teplý vzduch.

Pro kvalitní vyhodnocení stavu je obvykle potřeba termovizní průzkum všech viditelných částí obvodového pláště a pořízení celkových pohledových snímků. Po lokalizaci míst zvýšených tepelných toků je zapotřebí jejich podrobnější termovizní sledování včetně kontroly povrchových teplot a pořízení termografických snímků. Vhodné je současné provádění fotodokumentace. Některé tyty termokamer umožní snímání termovizní i fotografické, což výrazně usnadňuje práci při následném vyhodnocování. Některá detekovaná poruchová místa je vhodné ověřit i z interiérové strany. Komplexní vyhodnocení nelze následně provést pouze z několika málo snímků.

Další podmínkou pro hodnocení stavu je kvalitní softwarové vybavení a znalost problematiky oboru tepelné techniky a pozemních staveb.“ jak uvádí [18]



Obrázek 3.8 – Příklad použití termovize [18]

¹⁸ Tzb-info [online 10. 9. 2011] 2001 Topinfo s.r.o. <<http://www.tzb-info.cz/>>

4 PŘÍPADOVÁ STUDIE

Dobu návratnosti investice do energetických úprav budu zjišťovat na příkladu rekonstrukce rodinného typového domu.

Stavba byla realizována obcí Brno v městské části Soběšice v roce 2009. Dům je součástí nově vznikajícího obytného souboru na okraji zastavěného území.

4.1 Popis nemovitosti

Stavba rodinného domu je zděná, přízemní se sedlovou střechou. Rodinný dům je jednopodlažní s podkrovím. Navržené dispoziční vazby jednotlivých prostor vycházejí z obecně platných předpisů pro předpokládaný druh výstavby. V domě vznikne velikostní kategorie 1+5, v prvním nadzemním podlaží (kuchyňský kout + jídelna, obývací pokoj, pokoj, chodba, koupelna, WC, zádveří spíž, terasa, garáž; v podkroví vznikne chodba, dva pokoje, komora, koupelna + WC).

Zastavěná plocha domu 111,1 m² a obestavěný prostor 480 m³.

Technické a konstrukční řešení využívá tradičních materiálů. Obvodové zdivo je z cihelných bloků Porotherm 40 P+D a vnitřní zdivo z cihelných bloků Porotherm 30 P+D. Strop je proveden z nosníků POT a stropních keramických vložek MIAKO v tloušťce 210 mm. Překlady jsou v systému Porotherm 11,5 a 23,8. Schodiště je betonové monolitické.

Studie půdorysů viz příloha 1 a 2.

Výplň okenních otvorů tvoří plastová okna zasklená izolačním dvojsklem, u terasy je okno s balkonovými dveřmi. Vstupní dveře jsou dřevěné. Výpis výplní otvorů je uveden v tabulce 4.1.

Tabulka 4.1 – Výpis výplní otvorů v obvodovém zdivu

Výpis výplní otvorů					
Podlaží	Tl. Zdiva	Popis	Šířka	Výška	Počet ks
1.NP	300	Okno	900	1500	1
	300	Vrata garážová	2400	2100	1
	400	Okno	600	600	2
	400	Okno	1200	1500	5
	400	Dveře balkónové	1100	2400	1
	400	Dveře vstupní	1000	2100	1
2.NP	400	Okno	1100	1400	4

4.2 Výpočet energetické náročnosti stavby bez energetických úprav

Výpočet tepelných ztrát původně navržené stavby počítám z důvodu následného srovnání s návrhy energetických úprav pro danou nemovitost. Porovnání mi slouží k porovnání energetické náročnosti jednotlivých návrhů energetických úprav. Pomocí rozdílu energetických ztrát spočítám pomocí energetických úspor dobu návratnosti investice do energetických úprav.

Pro porovnání jednotlivých návrhů energetických úprav jsem nejprve spočítala energetickou náročnost původní budovy. Pro výpočet potřebných údajů jsem použila program Ztráty 2008 a Teplo 2008.

Konstrukce, pro které budu navrhovat změny, jsou zdivo a výplně otvorů. Součinitele tepla původní konstrukce jsou uvedeny v tabulce 4.2.

Tabulka 4.2 – Součinitele prostupu tepla původních konstrukcí

Název konstrukce	Zjištěné součinitele prostupu tepla u RD [W/m ² .K]	Normou doporučené hodnoty součinitele prostupu teple [W/m ² .K]
Zdivo - Porotherm 400 P+D	0,35	0,25
Okna - Plastová s izolačním dvojsklem	1,8	1,20
Dveře vstupní - dřevěné plné	2,30	2,30

V programu Ztráty 2008 se nejprve zadají vstupní hodnoty z tabulky 4.3. Návrhová venková teplota v zimním období T_e , Průměrná roční teplota venkovního vzduchu T_{em} a korekční činitel zohledňující typické roční kolísání venkové teploty f, g_1 . Dále geometrie budovy, tj. plocha podlahy, exponovaný obvod podlahy a obestavěný prostor vytápěných částí budovy. V další tabulce se vyplní návrhová vnitřní teplota, zda je místnost vytápěná, půdorysná plocha, objem vzduchu, obvod podlahy, akumulace (nízká, střední, vysoká), typ vytápění (zde jsem zvolila podlahové). Následně se postupně zadávají ztráty prostupem do nevytápěných prostor, do odlišně vytápěných prostor, větráním, prostupem do exteriéru a do zeminy. V jednotlivých kategoriích se postupně vkládají typy konstrukcí (zdivo, výplně otvorů, střecha, podlaha...) a jejich plocha, součinitel prostupu tepla, zda se jedná o okno a korekce. Výsledky výpočtu, pro dům bez energetických úprav, jsou uvedeny v tabulce 4.4.

Tabulka 4.3 – Vstupní hodnoty pro výpočet tepelných ztrát

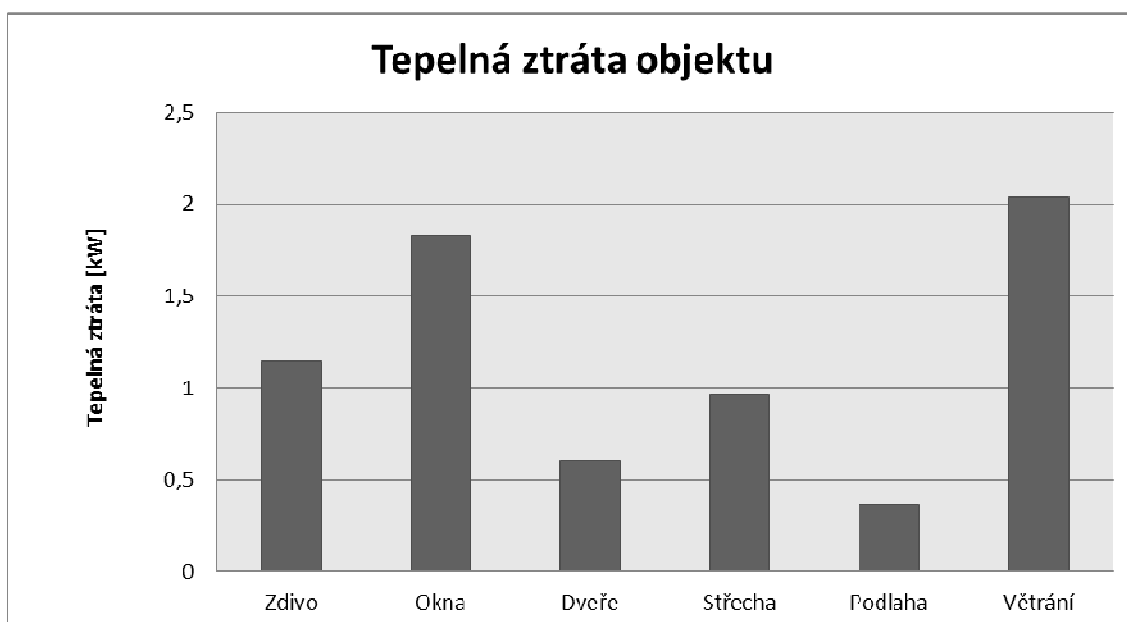
Základní údaje	
Návrhová výpočtová venková teplota	-12,0°C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu	8,7°C
Průměrná vnitřní teplota v objektu	20,0°C
Půdorysná plocha podlahy objektu	111,1 m ²
Exponovaný obvod objektu	43,6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy	480,0 m ³

Tabulka 4.4 – Výstupní hodnoty z programu Teplo 2008

Výstupní hodnoty z programu Teplo 2008	
CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU $F_{i,HL}$	6,942 kW
PŘIBLIŽNÁ MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ E1	28,27 kW/m ³ ,rok
PRŮMĚRNÝ SOUČITNITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY $U_{,em}$	0,43 W/m ² K

Celkové tepelné ztráty jsou z 29,4% (2,038 kW) tvořeny tepelnými ztrátami způsobenými větráním.

Rozdělení tepelných ztrát dle konstrukcí je uvedeno na obrázku 4.1. Z obrázku je patrné, že nejvíce tepla uniká okny a větráním.



Obrázek 4.1 – Tepelná ztráta prostupem

4.3 Průzkum v oblasti energetických úprav

V této kapitole se zabývám možnostmi energetických úprav u dané nemovitosti. V každé kategorii úprav je více možností provedení. U všech je spočítán vliv úpravy na celkové tepelné ztráty a na úsporu nákladů za vytápění.

4.3.1 Úprava způsobu vytápění

Původně navržený objekt je vytápěn běžným kotlem na zemní plyn (účinnost cca 89%).

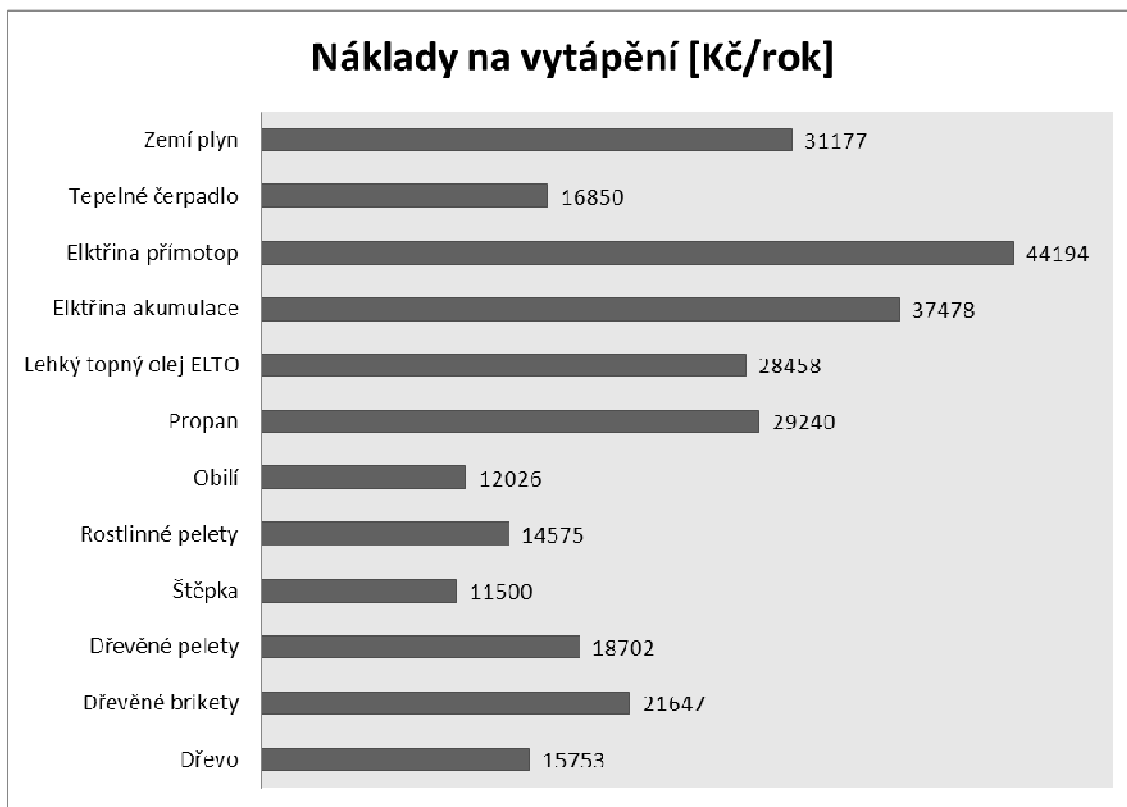
Celkové tepelné ztráty objektu jsou 6,942 kW, tuto hodnotu jsem použila pro zjištění ročních nákladů na vytápění pomocí výpočtových tabulek na stránkách tzb-info.cz. Postup výpočtu je následující:

V první tabulce pro výpočet potřeby tepla pro vytápění se vyplní tepelná ztráta objektu Q_c v kW, město, venkovní výpočtová teplota t_e , průměrná vnitřní výpočtová teplota, opravné součinitele e_i , e_t , e_d a účinnosti systému. Z těchto hodnot se vypočítá celková roční potřeba energie na vytápění v GJ/rok a MWh/rok.

V druhé tabulce pro výpočet nákladů se zadá celková roční potřeba tepla získaná z předchozí tabulky, druh paliva a kotle, u plynu i dodavatel a roční spotřeba. Z těchto hodnot se vypočtou celkové náklady na vytápění za rok.

Zjištěným tepelným ztrátám a způsobu vytápění odpovídají roční náklady na vytápění ve výši **31 177 Kč**.

Pro porovnání přikládám ještě srovnání nákladů na vytápění při použití jiných druhů paliva. Hodnoty jsou uvedeny v grafu 4.2.



Obrázek 4.2 – Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva

Roční náklady na vytápění jsou také ovlivněny zvoleným dodavatelem plynu. Porovnání jednotlivých dodavatelů plynu přikládám v tabulce 4.5.

Tabulka 4.5 – Náklady na vytápění zemním plynem od různých dodavatelů

Dodavatel	Náklady na vytápění [Kč/rok]
RWE Energie, a.s.	31 177
E.ON	28 463
Pražská plynárenská, a.s.	27 429
Jihomoravská plynárenská, a.s.	31 187
Severomoravská plynárenská, a.s.	31 035
Východočeská plynárenská, a.s.	31 073

Od 1. 1. 2007 má každý zákazník právo si bezplatně změnit dodavatele plynu. Cena plynu se skládá z neregulované části, která se platí dodavateli za dodanou energii a regulovanou, která je stanovena Energetickým regulačním úřadem a týká se přepravy a distribuce. Neregulovaná část je dána trhem a je stanovena obchodníkem. Z tabulky 4.5

je patrné, že změnou dodavatele z RWE Energie, a.s. na Pražskou plynárenskou, a.s. lze ročně ušetřit až 3 748 Kč.

4.3.1.1 Úspora za vytápění při výměně kotle

Původně navržený objekt je vytápěn běžným kotlem na zemní plyn (účinnost cca 89%).

Vzhledem k tomu, že v domě se již používá plynové vytápění, navrhl jsem jako změnu způsobu vytápění plynový kondenzační kotel.

Princip vytápění kondenzačním kotlem:

Při spalování zemního plynu vzniká voda. Při hoření dochází k jejímu ohřevu a voda v podobě vodní páry tvoří část spalin, které odchází. Tyto spaliny odvádí takto i část tepelné energie. V kondenzačních kotlích se tyto spaliny ochlazují pod teplotu rosného bodu a dochází ke kondenzaci těchto vodních par a předáním tepla. Toto teplo se použije k ohřevu topné vody.

Kondenzační kotle mají vyšší pořizovací cenu, ale s vyšší úsporou energie klesají náklady na vytápění. Výhodou kondenzačních kotlů je i delší životnost.

Z nabídky na internetových stránkách výrobců jsem vybrala tři kondenzační kotle, přehled v tabulce 4.6.

Tabulka 4.6 – Příklad cen kondenzačních kotlů

Kondenzační kotle			
Firma	Typ	Výkon kotle	Cena vč. DPH
Vaillant	VU 126/3-5 KOND	11,9 kW	29 463 Kč
Baxi	Baxi Prime HT 1.240	24 KW	29 124 Kč
Immergas	VICTRIX X 12kW	12 kW	29 691 Kč

Roční náklady na vytápění u běžného plynového kotle jsou **31 177 Kč**. Při změně kotle, na kotel kondenzační, jsou roční náklady **27 618 Kč**. Úspora je tedy **3 559 Kč** v prvním roce.

4.3.2 Zateplení domu

Pro energetickou úpravu zateplení domu jsem zvolila nejčastější zástupce z hlavních způsobů zateplení:

- Kontaktní tepelně izolační systémy
- Odvětrávané tepelně izolační systémy
- Tepelně izolační omítky

V programu Teplo 2008 jsem nejprve zadala okrajové podmínky výpočtu: třída vnitřní vlhkosti, tepelné odpory při prostupu tepla R_{si} a R_{se} , návrhové hodnoty pro interiér a exteriér. Dále jsem u každého materiálu zadala jeho součinitel tepelné vodivosti, měrné teplo a objemovou hmotnost. U všech materiálů jsem postupně měnila jednotlivé tloušťky přidané izolace. Zjištěné hodnoty součinitele prostupu tepla jsem zadávala do programu Ztráty 2008. Takto jsem získala celkové tepelné ztráty pro každou tloušťku jednotlivých materiálů.

Z celkových tepelných ztrát jsem pomocí výpočtových tabulek na internetových stránkách tzb-info.cz vypočítala náklady na vytápění za rok pro každou variantu zateplení.

Odečtením nákladů na vytápění při zateplení domu od vypočtených nákladů na vytápění při současném stavu jsem dostala úsporu nákladů na vytápění v prvním roce po energetické úpravě.

4.3.2.1 Kontaktní tepelně izolační systémy

V kategorii kontaktních tepelněizolačních systémů jsem vybrala pro zateplovací varianty z pěnového polystyrénu a minerální vlny v tloušťce 6 – 20 cm.

K rozpočtované ceně zateplení je vždy přičtena ještě cena za konstrukce, jejichž rozpis je v tabulce 4.6 v celkové ceně 49 817 Kč a daň 10%.

Tabulka 4.7 – Cena konstrukcí k zateplovacím systémům

Název konstrukce	Celková cena [Kč]
Vnější tenkovrstvá omítka VC Baunit	19 235
Nátěry omítek stěn syntetické	14 690
Lešení lehké pomocné trubkové	15 892
Cena celkem	49 817

Vypočítané celkové tepelné ztráty a roční úspora nákladů na vytápění pro pěnový polystyren jsou uvedeny v tabulce 4.8.

Tabulka 4.8 – Pěnový polystyren přehled výsledů

Pěnový polystyren					
Tloušťka [cm]	Cena [Kč]	Součinitel prostupu tepla zdi [W/m ² .K]	Celková tepelná ztráta [kW]	Náklady na vytápění [Kč/rok]	Úspora nákladů na vytápění [Kč/rok]
6	149 765	0,24	6,583	29 924	1 253
8	157 589	0,21	6,485	29 537	1 640
10	161 882	0,20	6,452	29 392	1 785
12	171 629	0,18	6,387	29 150	2 027
14	173 758	0,17	6,354	29 005	2 172
16	193 976	0,15	6,289	28 763	2 414
18	200 463	0,14	6,257	28 618	2 559
20	206 741	0,13	6,224	28 512	2 665

Vypočítané celkové tepelné ztráty a roční úspora nákladů na vytápění pro minerální vlnu jsou uvedeny v tabulce 4.9.

Tabulka 4.9 – Minerální vlna – podélná orientace vláken přehled výsledků

Minerální vlna- podélná orientace vláken					
Tloušťka [cm]	Cena [Kč]	Součinitel prostupu tepla zdí [W/m ² .K]	Celková tepelná ztráta [kW]	Náklady na vytápění [Kč/rok]	Úspora nákladů na vytápění [Kč/rok]
6	187 094	0,23	6,55	29 623	1 554
8	203 399	0,20	6,452	29 392	1 785
10	221 273	0,18	6,387	29 150	2 027
12	237 996	0,17	6,354	29 005	2 172
14	254 207	0,15	6,289	28 763	2 414
16	273 277	0,14	6,257	28 618	2 559
18	288 052	0,13	6,224	28 512	2 665
20	302 515	0,12	6,191	28 376	2 801

Z výsledků je patrné, že minerální vlna, i když má lepší tepelně izolační vlastnosti než pěnový polystyrén, je v tomto případě rozdíl z hlediska úspory zanedbatelný. Cenově je ovšem provedení zateplení minerální vlnou výrazně dražší.

4.3.2.2 Odvětrávané tepelně izolační systémy

V kategorii odvětrávané tepelně izolační systémy jsem zvolila systém z desek Cembonit a minerální plst' Isover v tloušťce 6 - 16 cm.

K rozpočtované ceně zateplení je stejně jako u kontaktního tepelně izolačního systému přičtena ještě cena za konstrukce v celkové ceně 49 817 Kč a daň 10%.

Tabulka 4.11 – Minerální plst' přehled výsledků

Minerální plst'					
Tloušťka [cm]	Cena [Kč]	Součinitel prostupu tepla zdí [W/m ² .K]	Celková tepelná ztráta [kW]	Náklady na vytápění [Kč/rok]	Úspora nákladů na vytápění [Kč/rok]
6	243 207	0,22	6,517	29 682	1 495
8	249 854	0,20	6,452	29 392	1 785
10	259 257	0,18	6,387	29 150	2 027
12	266 177	0,16	6,322	28 908	2 269
14	272 730	0,15	6,289	28 763	2 414
16	282 286	0,13	6,224	28 512	2 665

4.3.2.3 Tepelně izolační omítky

Z tepelně izolačních omítek jsem zvolila Wärmedämmputz 850 od firmy Hasit v tloušťce 3-8 cm. K ceně provedení omítky byla ještě přičtena cena za konstrukce uvedené v tabulce 4.12 v celkové hodnotě 30 582 Kč a daň 10%.

Tabulka 4.12 – Cena konstrukcí k tepelně izolační omítce

Název konstrukce	Celková cena [Kč]
Nátěry omítek stěn syntetické	14 690
Lešení lehké pomocné trubkové	15 892
Cena celkem	30 582

Vypočtené hodnoty pro tepelně izolační omítky jsou uvedeny v tabulce 4.13.

Tabulka 4.13 – Tepelně izolační omítka přehled výsledů

Tepelně izolační omítka					
Tloušťka [cm]	Cena [Kč]	Součinitel prostupu tepla zdí [W/m ² .K]	Celková tepelná ztráta [kW]	Náklady na vytápění [Kč/rok]	Úspora nákladů na vytápění [Kč/rok]
3	129 448	0,31	6,811	30 643	534
4	140 730	0,29	6,746	30 400	777
5	152 033	0,28	6,713	30 254	923
6	163 316	0,27	6,681	30 109	1 068
7	174 620	0,26	6,648	30 011	1 166
8	185 901	0,25	6,615	30 069	1 108

4.3.3 Úprava výplní otvorů

V objektu jsou plastová okna se součinitelem prostupu tepla $U=1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Požádala jsem několik firem o předložení nabídky na výměnu stávajících oken za dřevěné i plastové profily. Součástí požadavků byla demontáž a odvoz původních oken, výroba, dodávka a montáž nových oken a vstupních dveří. Všechna poptávaná okna byla s izolačním trojsklem.

V průběhu listopadu 2011 jsem obdržela 5 cenových nabídek na zhotovení nových oken a dveří. Většina firem poskytovala slevy z důvodů zhotovení v zimních měsících. Přehled nabídek firem je uveden v tabulce 4.14.

Tabulka 4.14 – Nabídka firem na výměnu oken a vstupních dveří

	Výrobce	Typ výrobku	Součinitel prostupu tepla U	Cena celkem bez DPH
Dřevěná okna	Slavona, s.r.o.	Dřevěná eurookna Solid Comfort SC92	0,7 W/m ² K	163 103 Kč
	TWW Okna	Dřevěná eurookna Elegant TWW - IV 84	0,82 W/m ² K	146 735 Kč
	Oknotherm servis, s.r.o.	Dřevěná eurookna EURO 92W	0,5 W/m ² K	146 258 Kč
Plastová okna	Slovaktual	Plastová okna Slovaktual PASIV OL	0,5 W/m ² K	46 502 Kč
	V-Okna, s.r.o.	Plastová okna Gealan	0,6 W/m ² K	74 094 Kč

4.3.3.1 Úspora za vytápění při výměně výplní otvorů

Pro výpočet úspory za vytápění při výměně výplní otvorů je nutné nejprve spočítat změnu celkových tepelných ztrát. V programu Ztráty 2008 jsem změnila u oken a dveří součinitel prostupu tepla U [W/m²K] dle parametrů výrobků z cenových nabídek poptávaných firem. Takto jsem získala celkové tepelné ztráty budovy pro všechny varianty změn výplní otvorů. Z celkových tepelných ztrát jsem v tabulce pro výpočet potřeby tepla pro vytápění na internetových stránkách tzb-info.cz zjistila celkové roční potřeby tepla pro všechny varianty a tyto hodnoty jsem dále zadala do tabulky pro výpočet celkových nákladů na vytápění za rok. Podrobnější popis výpočtu viz kapitoly 4.3.1 Úprava způsobu vytápění a 4.3.2 Zateplení domu.

Porovnáním nákladů na vytápění před výměnou výplní otvorů a po výměně jsem získala úspory nákladů na vytápění. Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.15.

Tabulka 4.15 – Celková tepelná ztráta při výměně výplní otvorů

	Výrobce	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Celková tepelná ztráta [kW]	Náklady na vytápění [Kč/rok]	Úspora nákladů na vytápění [Kč/rok]
Dřevěná okna	Slavona, s.r.o.	0,7	5,266	24427	6750
	TWW Okna	0,82	5,179	23980	7197
	Oknotherm servis, s.r.o.	0,5	5,032	23394	7783
Plastová okna	Slovaktual	0,5	5,032	23394	7783
	V-Okna, s.r.o.	0,6	5,106	23687	7490

4.4 Výběr jednotlivých energetických úprav

Z každé kategorie energetických úprav (vytápění, zateplení, výplně otvorů) jsem vybrala jednu variantu. Pro tyto jednotlivé úpravy a jejich vzájemné kombinace budu dále zpracovávat dobu návratnosti.

4.4.1 Vytápění

Pro vytápění jsem navrhla změnu původního plynového kotle na kotel kondenzační od firmy Vaillant – VU 126/3-5 KOND s výkonem 11,9 kW a cenou 29 463 Kč. K ceně je ještě připočítána montáž kotle za 1000 Kč. Celková cena za kotel je **30 463 Kč** vč. DPH.

Dále bude změněn dodavatel plynu z RWE Energie, a.s. za výhodnější Pražskou plynárenskou, a.s.

4.4.2 Zateplení

Zateplení domu jsem navrhla jako kontaktní tepelně izolační systém z pěnového polystyrénu v tloušťce 160 mm. Celkové tepelné ztráty u této varianty jsou 6,289 kW. Roční náklady na vytápění 28 763 Kč a úspora 2 414 Kč. Celková cena za zateplení je **193 976 Kč** vč. DPH

4.4.3 Výplně otvorů

Z předložených nabídek jsem vybrala plastová okna od firmy V-Okna, s.r.o. Z důvodů splnění veškerých zadaných podmínek, které jsem zadala.

Firma nabízí plastová okna s izolačním trojsklem a součinitelem tepelného prostupu $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zadané požadavky firma nacenila na **81 503 Kč s DPH**, včetně zimní slevy na okna ve výši 32 %.

Porovnání tepelných ztrát budovy s původními a novými výplněmi otvorů je uvedeno v tabulce 4.16

Tabulka 4.16 – Tepelné ztráty po výměně výplní otvorů

Původní výplně otvorů	Nové výplně otvorů	
	Cena s DPH	Celkové tepelné ztráty objektu
Celkové tepelné ztráty objektu		
6,942 kW	84 467 Kč	5,106 kW

4.5 Doba návratnosti

Při rozhodování o vhodnosti investice je důležité stanovit dobu návratnosti. Pro výpočet se používá prostá doba návratnosti, která ale nezohledňuje časovou hodnotu peněz. Vhodnější je proto použít diskontovanou dobu návratnosti, která časovou hodnotu peněz zohledňuje. Pro diskontovanou dobu návratnosti je nutné stanovit diskontní sazbu, z které se dále vypočítá diskontní faktor pro příslušné roky.

Pro výpočet diskontní sazby jsem použila tento vzorec:

$$RN=(1+RR)^x(1+IE)^{-1} \quad (14)$$

Kde:

RN... nominální diskontní sazba

RR... je reálná diskontní sazba

IE...inflační koeficient

Reálná diskontní sazba je 3% a inflace 3 %. Hodnota diskontní sazby je odvozena od předpokládaných výnosů z alternativní investice.

Po dosazení do vzorce vyjde diskontní sazby 6,09%

$$RN=(1+0,03)^x(1+0,03)^{-1}= 6,09\%$$

Ve výpočtu doby návratnosti dále zohledňuji meziroční růst cen za zemní plyn. Z grafu 4.3 je patrné, že průměrný roční růst v letech 2000 až 2009 byl 10,6 %. Pro výpočet doby návratnosti budu předpokládat meziroční nárůst cen plynu o 10 %.



Obrázek 4.3 – Vývoj cen zemního plynu 2000-2009 [19]

4.6 Doba návratnosti investice do vybraných energetických úprav

Postup výpočtu doby návratnosti pro tabulky 4.17-4.19, 4.21, 4.23, 4.25, 4.27:

V předchozích kapitolách jsem u každé energetické úpravy zjistila roční náklady na vytápění a roční úsporu nákladů na vytápění. Tyto hodnoty jsem zapsala do sloupce v tabulce pro výpočet doby návratnosti a pro každý další rok zvyšovala o 10 % (meziroční růst cen plynu). Diskontní faktor jsem spočítala podle vzorce a zapsala do příslušného sloupce. Dále jsem získanou úsporu přenásobila diskontním faktorem a provedla kumulovaný součet. V momentě, kdy se kumulovaný součet diskontovaných úspor rovná počáteční investici, je dosaženo doby návratnosti investice.

4.6.1 Doba návratnosti jednotlivých energetických úprav

V této kapitole se budu zabývat výpočtem doby návratnosti u jednotlivých energetických úprav. Jaký vliv na úsporu nákladů na vytápění by měla jen jedna samostatná úprava.

4.6.1.1 Vytápění

Dům je vytápěn klasickým plynovým kotlem s nízkou účinností. V tabulce 4.16 je vypočítána diskontovaná doba návratnosti při změně kotle na kotel kondenzační. Tyto

¹⁹ Sto [online 12.12.2011] dostupné na <www.sto.cz>

kotle mají vyšší účinnost, proto spotřebovávají méně zdrojů a náklady na vytápění se tak sníží. U vytápění byl také změněn současný dodavatel plynu za cenově výhodnějšího.

Celkové tepelné ztráty po zateplení jsou **6,942 kW** a tomu odpovídají náklady na vytápění **26 725 Kč/rok**. Počáteční investice je **30 463 Kč** za nový kotel a jeho montáž.

Tyto výchozí hodnoty jsem použila v tabulce 4.17 pro výpočet doby návratnosti.

Diskontovaná doba návratnosti investice do změny způsobu vytápění vyšla **6,5 let**. Investice je relativně malá a přináší nezanedbatelnou úsporu. Minimální životnost kondenzačních kotlů je 15 let, což je daleko více než přepokládaná doba návratnosti.

Po změně vytápění zůstanou zachovány tepelné vlastnosti budovy (celkové tepelné ztráty, měrná potřeba tepla), ale sníží se náklady na vytápění objektu.

Tabulka 4.17 – Doba návratnosti investice při změně vytápění

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Úspora	Diskontní faktor pro 6,09 %	Diskontovaná úspora	Kumulovaná úspora
0	30 463			1,00000		
1		26 725	4 452	0,94260	4 196	4 196
2		29 398	4 897	0,88849	4 351	8 548
3		32 337	5 387	0,83748	4 511	13 059
4		35 571	5 926	0,78941	4 678	17 737
5		39 128	6 518	0,74409	4 850	22 587
6		43 041	7 170	0,70138	5 029	27 616
7		47 345	7 887	0,66112	5 214	32 830

4.6.1.2 Zateplení

Pro dům jsem navrhla kontaktní zateplení pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm.

Celkové tepelné ztráty po zateplení jsou **6,289 kW** a tomu odpovídají náklady na vytápění **28763 Kč/rok**. Počáteční investice je **193 976 Kč**.

Tyto výchozí hodnoty jsem použila v tabulce 4.18 pro výpočet doby návratnosti.

Diskontovaná doba návratnosti investice do zateplení pěnovým polystyrénem pro tuto konkrétní nemovitost je **39,2 let**. Minimální životnost polystyrénů se uvádí 25-30 let, což je méně než předpokládaná doba návratnosti. Životnost zateplovacích systému je ovlivněna řadou faktorů (správný návrh, kvalitní provedení, odolností fasády,...), ale v tomto případě bych z ekonomických důvodů o samostatném zateplení domu neuvažovala. Vzhledem k výši investice nejsou úspory nijak výrazné. Tento výsledek je ovlivněn dobrými tepelně izolačními vlastnostmi zdiva, které již samostatně vyhovuje doporučené normě.

Po zateplení se sníží celkové tepelné ztráty z 6,942 kW na 6,289 kW, měrná potřeba tepla z 28,27 kW/m³,rok na 24,78 kW/m³,rok a průměrný součinitel prostupu tepla z 0,43 W/m²K na 0,38 W/m²K.

Tabulka 4.18 – Doba návratnosti investice při zateplení

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Úspora	Diskontní faktor pro 6,09 %	Diskontovaná úspora	Kumulovaná úspora
0	193 976			1,00000		
1		28 763	2 414	0,94260	2 275	2 275
2		31 639	2 655	0,88849	2 359	4 635
3		34 803	2 921	0,83748	2 446	7 081
4		38 284	3 213	0,78941	2 536	9 617
5		42 112	3 534	0,74409	2 630	12 247
6		46 323	3 888	0,70138	2 727	14 974
7		50 955	4 277	0,66112	2 827	17 801
8		56 051	4 704	0,62317	2 932	20 733
9		61 656	5 175	0,58739	3 040	23 772
10		67 822	5 692	0,55368	3 152	26 924
11		74 604	6 261	0,52189	3 268	30 192
12		82 064	6 887	0,49193	3 388	33 580
13		90 271	7 576	0,46369	3 513	37 093
14		99 298	8 334	0,43708	3 643	40 735
15		109 227	9 167	0,41199	3 777	44 512
16		120 150	10 084	0,38834	3 916	48 428
17		132 165	11 092	0,36604	4 060	52 488
18		145 382	12 201	0,34503	4 210	56 698
19		159 920	13 422	0,32523	4 365	61 063
20		175 912	14 764	0,30656	4 526	65 589
21		193 503	16 240	0,28896	4 693	70 282
22		212 853	17 864	0,27237	4 866	75 148
23		234 139	19 651	0,25674	5 045	80 193
24		257 553	21 616	0,24200	5 231	85 424
25		283 308	23 777	0,22811	5 424	90 847
26		311 639	26 155	0,21501	5 624	96 471
27		342 803	28 770	0,20267	5 831	102 302
28		377 083	31 648	0,19104	6 046	108 348
29		414 791	34 812	0,18007	6 269	114 617
30		456 270	38 294	0,16973	6 500	121 116
31		501 897	42 123	0,15999	6 739	127 855
32		552 087	46 335	0,15081	6 988	134 843
33		607 296	50 969	0,14215	7 245	142 088
34		668 025	56 066	0,13399	7 512	149 600
35		734 828	61 672	0,12630	7 789	157 389
36		808 310	67 839	0,11905	8 076	165 465
37		889 141	74 623	0,11221	8 374	173 839
38		978 056	82 086	0,10577	8 682	182 521
39		1 075 861	90 294	0,09970	9 002	191 524
40		1 183 447	99 323	0,09398	9 334	200 858

4.6.1.3 Výplně otvorů

Výplně otvorů v domě mají velmi špatné tepelně izolační vlastnosti. Navrhla jsem proto výměnu oken za plastová s izolačním trojsklem, jejichž součinitel prostupu tepla je výrazně nižší než doporučuje norma.

Celkové tepelné ztráty po výměně oken jsou **5,106 kW** a tomu odpovídají náklady na vytápění **23 687 Kč/rok**. Počáteční investice je **81 503 Kč**.

Tyto výchozí hodnoty jsem použila v tabulce 4.19 pro výpočet doby návratnosti.

Doba návratnosti investice pro výměnu výplní otvorů vyšla **9,8 let**. Životnost plastových oken se uvádí minimálně 15 let. Tato životnost je výrazně ovlivněna kvalitou použitých profilů.

Investice do nových výplní otvorů od prvního roku vykazuje výraznou úsporu nákladů na vytápění. Pro tento dům by to byla, i z hlediska doby návratnosti, vhodná investice.

Po výměně výplní otvorů se sníží celkové tepelné ztráty z 6,942 kW na 5,106 kW, měrná potřeba tepla z 28,27 kW/m³,rok na 18,45 kW/m³,rok a průměrný součinitel prostupu tepla z 0,43 W/m²K na 0,27 W/m²K.

Tabulka 4.19 – Doba návratnosti investice při výměně výplní otvorů

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Úspora	Diskontní faktor pro 6,09 %	Diskontovaná úspora	Kumulovaná úspora
0	81 503			1,00000		
1		23 687	7 490	0,94260	7 060	7 060
2		26 056	8 239	0,88849	7 320	14 380
3		28 661	9 063	0,83748	7 590	21 970
4		31 527	9 969	0,78941	7 870	29 840
5		34 680	10 966	0,74409	8 160	38 000
6		38 148	12 063	0,70138	8 461	46 460
7		41 963	13 269	0,66112	8 772	55 233
8		46 159	14 596	0,62317	9 096	64 329
9		50 775	16 055	0,58739	9 431	73 759
10		55 853	17 661	0,55368	9 778	83 538

4.6.2 Doba návratnosti kombinací energetických úprav

Z vybraných energetických úprav jsem si zvolila čtyři kombinace, pro které budu počítat dobu návratnosti.

Kombinace A – Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm a jsou vyměněny výplně otvorů za plastové s izolačním trojsklem.

Kombinace B – Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm, plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností a byl změněn dodavatel plynu.

Kombinace C – Plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností, je změněn dodavatel plynu a je navržena výměna výplní otvorů za plastové s izolačním trojsklem.

Kombinace D – Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm, plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností, byl změněn dodavatel plynu a je navržena výměna výplní otvorů za plastové s izolačním trojsklem.

4.6.2.1 Doba návratnosti kombinace A

Ve variantě A je dům zateplen pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm a jsou vyměněny výplně otvorů. Tato varianta má za cíl snížit únik tepla obvodem budovy.

Výchozí hodnoty pro výpočet doby návratnosti jsou v tabulce 4.20. Tyto výchozí hodnoty jsem použila v tabulce 4.21 pro výpočet doby návratnosti.

Tabulka 4.20 – Výchozí hodnoty pro variantu A

Varianta A		
Celkové tepelné ztráty	4,900	kW
Náklady na vytápění před rekonstrukci	31 177	Kč/rok
Náklady na vytápění po rekonstrukci	22 858	Kč/rok
Počáteční úspora	8 319	Kč/rok
Náklady na rekonstrukci		
Zateplení	193 976	Kč
Výplně otvorů	81 503	Kč
Náklady na rekonstrukci celkem	275 479	Kč

Doba návratnosti investice pro variantu A vyšla **21,9 let**. U samostatného zateplení přitom vyšla doba návratnosti 39,2 let. Z toho je patrné, že kombinace zateplení a výměny otvorů je výrazně vhodnější, než samostatné zateplení domu. Dosažená úspora nákladů na vytápění je vyšší a doba návratnosti se snížila téměř na polovinu. Úspora nákladů na vytápění od prvního roku činí cca 1/4 celkových nákladů.

Po zateplení a výměně výplní otvorů se sníží celkové tepelné ztráty z 6,942 kW na 4,900 kW, měrná potřeba tepla z 28,27 kW/m³,rok na 17,35 kW/m³,rok a průměrný součinitel prostupu tepla z 0,43 W/m²K na 0,25 W/m²K.

Tabulka 4.21 – Doba návratnosti investice varianty A

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Úspora	Diskontní faktor pro 6,09 %	Diskontovaná úspora	Kumulovaná úspora
0	275 479			1,00000		
1		22 858	8 319	0,94260	7 841	7 841
2		25 144	9 151	0,88849	8 130	15 972
3		27 658	10 066	0,83748	8 430	24 402
4		30 424	11 073	0,78941	8 741	33 143
5		33 466	12 180	0,74409	9 063	42 206
6		36 813	13 398	0,70138	9 397	51 603
7		40 494	14 738	0,66112	9 743	61 346
8		44 544	16 211	0,62317	10 102	71 448
9		48 998	17 833	0,58739	10 475	81 923
10		53 898	19 616	0,55368	10 861	92 784
11		59 288	21 577	0,52189	11 261	104 045
12		65 217	23 735	0,49193	11 676	115 721
13		71 738	26 109	0,46369	12 106	127 827
14		78 912	28 719	0,43708	12 553	140 380
15		86 803	31 591	0,41199	13 015	153 395
16		95 484	34 751	0,38834	13 495	166 890
17		105 032	38 226	0,36604	13 992	180 883
18		115 535	42 048	0,34503	14 508	195 390
19		127 089	46 253	0,32523	15 043	210 433
20		139 797	50 878	0,30656	15 597	226 030
21		153 777	55 966	0,28896	16 172	242 202
22		169 155	61 563	0,27237	16 768	258 970
23		186 070	67 719	0,25674	17 386	276 356

4.6.2.2 Doba návratnosti kombinace B

Ve variantě B je dům zateplen pěnovým polystyrénem v tl. 160 mm, plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností a byl změněn dodavatel plynu. Tato kombinace se zaměřuje na snížení prostupu tepla zdívmem a snížení nákladů na tvorbu tepla.

Výchozí hodnoty pro výpočet doby návratnosti jsou v tabulce 4.22. Tyto výchozí hodnoty jsem použila v tabulce 4.23 pro výpočet doby návratnosti.

Tabulka 4.22 – Výchozí hodnoty pro variantu B

Varianta B		
Celkové tepelné ztráty	6,289	kW
Náklady na vytápění před rekonstrukci	31177	Kč/rok
Náklady na vytápění po rekonstrukci	24499	Kč/rok
Počáteční úspora	6678	Kč/rok
Náklady na rekonstrukci		
Zateplení	193 976	Kč
Vytápění	30 463	Kč
Náklady na rekonstrukci celkem	224 439	Kč

Doba návratnosti investice pro variantu B vyšla **23,2 let**. Podobně jako u předchozí varianty je i zde zřejmé, že přidáním další energetické úpravy k zateplení se celková doba návratnosti sníží. Vzhledem k úsporám není, ale tato varianta tak výhodná jako varianta A.

Po zateplení se sníží celkové tepelné ztráty z 6,942 kW na 6,289 kW, měrná potřeba tepla z 28,27 kW/m³,rok na 24,78 kW/m³,rok a průměrný součinitel prostupu tepla z 0,43 W/m²K na 0,38 W/m²K.

Tabulka 4.23 – Doba návratnosti investice varianty B

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Úspora	Diskontní faktor pro 6,09%	Diskontovaná úspora	Kumulovaná úspora
0	224 439			1,00000		
1		24 499	6 678	0,94260	6 295	6 295
2		26 949	7 346	0,88849	6 527	12 821
3		29 644	8 080	0,83748	6 767	19 588
4		32 608	8 888	0,78941	7 017	26 605
5		35 869	9 777	0,74409	7 275	33 880
6		39 456	10 755	0,70138	7 543	41 424
7		43 401	11 830	0,66112	7 821	49 245
8		47 742	13 014	0,62317	8 110	57 355
9		52 516	14 315	0,58739	8 408	65 763
10		57 767	15 746	0,55368	8 718	74 481
11		63 544	17 321	0,52189	9 040	83 521
12		69 899	19 053	0,49193	9 373	92 894
13		76 888	20 958	0,46369	9 718	102 612
14		84 577	23 054	0,43708	10 076	112 689
15		93 035	25 360	0,41199	10 448	123 137
16		102 338	27 896	0,38834	10 833	133 970
17		112 572	30 685	0,36604	11 232	145 202
18		123 829	33 754	0,34503	11 646	156 848
19		136 212	37 129	0,32523	12 075	168 923
20		149 834	40 842	0,30656	12 520	181 444
21		164 817	44 926	0,28896	12 982	194 426
22		181 299	49 419	0,27237	13 460	207 886
23		199 429	54 361	0,25674	13 956	221 842
24		219 371	59 797	0,24200	14 471	236 313

4.6.2.3 Doba návratnosti kombinace C

V této variantě energetický úprav je plynový kotel nahrazen kotlem s vyšší účinností, je změněn dodavatel plynu a je navržena výměna výplní otvorů. V této variantě je vynecháno zateplení, což výrazně snížilo počáteční investici.

Výchozí hodnoty pro výpočet jsou v tabulce 4.24. Tyto výchozí hodnoty jsem použila v tabulce 4.25 pro výpočet doby návratnosti.

Tabulka 4.24 – Výchozí hodnoty pro variantu C

Varianta C		
Celkové tepelné ztráty	5,106	kW
Náklady na vytápění před rekonstrukci	31 177	Kč/rok
Náklady na vytápění po rekonstrukci	20 278	Kč/rok
Počáteční úspora	10 899	Kč/rok
Náklady na rekonstrukci		
Vytápění	30 463	Kč
Výplně otvorů	81 503	Kč
Náklady na rekonstrukci celkem	111 966	Kč

Diskontovaná doba návratnosti investice pro variantu C vyšla **9,3 let**. Tato varianta zahrnuje dvě levnější úpravy, ale úspora nákladů na vytápění je vyšší než u předchozích variant, je velice vhodná vzhledem k počáteční investici, době návratnosti i získaným úsporám.

Po výměně výplní otvorů se sníží celkové tepelné ztráty z 6,942 kW na 5,106 kW, měrná potřeba tepla z 28,27 kW/m³,rok na 18,45 kW/m³,rok a průměrný součinitel prostupu tepla z 0,43 W/m²K na 0,27 W/m²K.

Tabulka 4.25 – Doba návratnosti investice varianty C

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Úspora	Diskontní faktor pro 6,09%	Diskontovaná úspora	Kumulovaná úspora
0	111 966			1,00000		
1		20 278	10 899	0,94260	10 273	10 273
2		22 306	11 989	0,88849	10 652	20 925
3		24 536	13 188	0,83748	11 045	31 970
4		26 990	14 507	0,78941	11 452	43 422
5		29 689	15 957	0,74409	11 874	55 295
6		32 658	17 553	0,70138	12 311	67 606
7		35 924	19 308	0,66112	12 765	80 372
8		39 516	21 239	0,62317	13 235	93 607
9		43 468	23 363	0,58739	13 723	107 330
10		47 814	25 699	0,55368	14 229	121 559

4.6.2.4 Doba návratnosti kombinace D

Tato varianta zahrnuje veškeré energetické úpravy. Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tl. 160 mm, plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností, byl změněn dodavatel plynu a je navržena výměna výplní otvorů.

Výchozí hodnoty pro výpočet jsou v tabulce 4.26. Tyto výchozí hodnoty jsem použila v tabulce 4.27 pro výpočet doby návratnosti.

Tabulka 4.26 – Výchozí hodnoty pro variantu D

Varianta D		
Celkové tepelné ztráty	4,900	kW
Náklady na vytápění před rekonstrukci	31 177	Kč/rok
Náklady na vytápění po rekonstrukci	20 076	Kč/rok
Počáteční úspora	11 101	Kč/rok
Náklady na rekonstrukci		
Zateplení	193 976	Kč
Výplně otvorů	81 503	Kč
Vytápění	30 463	Kč
Náklady na rekonstrukci celkem	305 942	Kč

Doba návratnosti investice pro variantu D vyšla **20,2** let. Tato varianta vyžaduje již značnou investici, ale přináší více než třetinové úspory nákladů na vytápění.

Po provedení kompletních úprav se sníží celkové tepelné ztráty z 6,942 kW na 4,900 kW, měrná potřeba tepla z 28,27 kW/m³,rok na 17,35 kW/m³,rok a průměrný součinitel prostupu tepla z 0,43 W/m²K na 0,25 W/m²K.

Tabulka 4.27 – Doba návratnosti investice varianty D

Rok	Investice	Náklady na vytápění	Úspora	Diskontní faktor pro 6,09%	Diskontovaná úspora	Kumulovaná úspora
0	305 942			1,00000		
1		20 076	11 101	0,94260	10 464	10 464
2		22 084	12 211	0,88849	10 849	21 313
3		24 292	13 432	0,83748	11 249	32 562
4		26 721	14 775	0,78941	11 664	44 226
5		29 393	16 253	0,74409	12 094	56 320
6		32 333	17 878	0,70138	12 539	68 859
7		35 566	19 666	0,66112	13 002	81 861
8		39 122	21 633	0,62317	13 481	95 342
9		43 035	23 796	0,58739	13 978	109 320
10		47 338	26 176	0,55368	14 493	123 812
11		52 072	28 793	0,52189	15 027	138 839
12		57 279	31 672	0,49193	15 581	154 420
13		63 007	34 840	0,46369	16 155	170 575
14		69 308	38 324	0,43708	16 750	187 325
15		76 239	42 156	0,41199	17 368	204 693
16		83 862	46 372	0,38834	18 008	222 701
17		92 249	51 009	0,36604	18 672	241 372
18		101 474	56 110	0,34503	19 360	260 732
19		111 621	61 721	0,32523	20 073	280 805
20		122 783	67 893	0,30656	20 813	301 618
21		135 061	74 682	0,28896	21 580	323 198

4.7 Vyhodnocení

V předchozích kapitolách jsem provedla průzkum v oblasti energetických úprav. Z jednotlivých kategorií energetických úprav jsem vybrala jednu, dle mého názoru, nejvhodnější úpravu. Pro tyto vybrané energetické úpravy a jejich vzájemné kombinace jsem stanovila roční náklady na vytápění, počáteční úsporu nákladů na vytápění a počáteční investici do této úpravy. Z těchto hodnot jsem stanovila diskontovanou dobu návratnosti a vyhodnotila efektivnost a vhodnost úpravy z hlediska výše investice, životnosti, úspory a doby návratnosti.

Detailní složení variant energetických úprav:

Vytápění – Plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností a byl změněn dodavatel plynu.

Zateplení – Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm.

Výplně otvorů – Změna výplní otvorů za plastové s izolačním trojsklem.

Kombinace A – Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm a jsou vyměněny výplně otvorů za plastové s izolačním trojsklem.

Kombinace B – Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tloušťce 160 mm, plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností a byl změněn dodavatel plynu.

Kombinace C – Plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností, je změněn dodavatel plynu a je navržena výměna výplní otvorů za plastové s izolačním trojsklem.

Kombinace D – Dům je zateplen pěnovým polystyrénem v tl. 160 mm, plynový kotel je nahrazen kotlem s vyšší účinností, byl změněn dodavatel plynu a je navržena výměna výplní otvorů za plastové s izolačním trojsklem.

V tabulce 4.28 je přehled výsledů jednotlivé energetické úpravy. Z tabulky je patrné, že samostatné zateplení budovy je z hlediska doby návratnosti a efektivity nevhodné. U kombinace energetických úprav A – Zateplení + výměna výplní otvorů se doba návratnosti sníží téměř na polovinu a výrazně se zvýší úspora nákladů na vytápění. Tato varianta, ale vyžaduje již vyšší investici. U kombinace B – Zateplení + změna vytápění je investice nižší než u varianty A, ale je zde delší doba návratnosti a nižší roční úspora nákladů na vytápění. Kombinace C – Změna vytápění a výplní otvorů je oproti předešlým kombinacím výrazně levnější, roční úspora nákladů na vytápění je vyšší a doba návratnosti investice je více než poloviční. Kombinace D, která zahrnuje všechny energetické úpravy je z hlediska úspor nákladů na vytápění nejvýhodnější, úspora je více než třetinová, ale je zde nejvyšší počáteční investice.

S přihlédnutím k výsledům z tabulky 4.28 bych jako nejvhodnější energetickou úpravu pro tuto nemovitost vybrala variantu C – Změnu vytápění a výměnu výplní otvorů. Tato varianta vykazuje druhou nejvyšší úsporu nákladů na vytápění, doba návratnosti je jedna z nejnižších a počáteční investice je cenově dostupná. U varianty D - kompletní energetické úpravy je úspora vyšší, ale počáteční investice vyžaduje trojnásobné finanční prostředky oproti variantě C a doba návratnosti je dvojnásobná.

Tabulka 4.28 – Přehled výsledků u jednotlivých energetických úprav

Druh energetické úpravy	Investice [Kč]	Počáteční úspora [Kč/rok]	Diskontovaná doba návratnosti [let]
Vytápění	30 463	4 452	6,5
Zateplení	193 976	2 414	39,2
Výplně otvorů	81 503	7 490	9,8
A - Zateplení, výplně otvorů	275 479	8 319	21,9
B - Zateplení, vytápění	224 439	6 678	23,2
C - Vytápění, výplně otvorů	111 966	8 788	9,3
D - Zateplení, vytápění, výplně otvorů	305 942	11 101	20,2

5 ZÁVĚR

V této práci jsem se zaměřila na stanovení doby návratnosti do energetických úprav.

V první polovině teoretické části jsem uvedla definice vybraných investičních pojmů, podrobněji rozvedla jednotlivé metody hodnocení investic a způsoby stanovení ceny nemovitosti. V druhé jsem se zabývala teorií energetických úprav. Nejprve jsem definovala jednotlivé možnosti energetický úprav, rozčlenila je do kategorií a popsala jejich možnosti využití. Dále jsem se zabývala teorií výpočtu tepelných ztrát a možnostmi využití termografie při návrhu energetických úprav.

V praktické části jsem si nejprve zvolila nemovitost pro účely návrhu energetických úprav a vypočítala její celkové tepelné ztráty. K výpočtu jsem využila program Ztráty 2008. Z celkových tepelných ztrát jsem vypočítala roční náklady na vytápění.

V další části jsem provedla průzkum v oblasti energetických úprav. Pro danou nemovitost jsem vybrala tři vhodné úpravy – změnu vytápění, zateplení domu a výměnu výplní otvorů.

V kategorii změna vytápění jsem navrhla změnu stávajícího kotle za kotel kondenzační, který má vyšší účinnost, tudíž spotřebovává méně zdrojů a snižují se tak náklady na vytápění. Dále jsem navrhla změnu dodavatele plynu.

V kategorii zateplení domu jsem navrhla tři typy zateplení a to tepelně izolační omítku, kontaktní a odvětrávaný tepelně izolační systém. U všech kategorií zateplení jsem zvolila několik tloušťek provedení. U každé tloušťky jsem spočítala celkovou cenu zateplení, celkové tepelné ztráty objektu, náklady na vytápění a úsporu nákladů na vytápění.

V kategorii výměna výplní otvorů jsem navrhla změnu stávajících výplní za nové, s izolačním trojsklem. Pro zjištění ceny nových výrobků jsem poslala poptávku několika firmám zabývajících se výrobou a montáží oken a dveří. U každé z nabízených variant jsem spočítala celkové tepelné ztráty a jim odpovídající náklady na vytápění.

Z každé kategorie energetických úprav jsem vybrala jednu nejvhodnější variantu z hlediska ceny a efektivnosti. Jednotlivé varianty jsi i zkombinovala a takto jsem dostala sedm různým možností energetických úprav u dané nemovitosti.

Porovnáním nákladů na vytápění budovy před a po energetických úpravách jsem dostala úsporu nákladů na vytápění.

Pro zjištění doby návratnosti jednotlivých variant jsem nejprve stanovila diskontní sazbu.

Dobu návratnosti jsem počítala pomocí porovnání nákladů na vytápění před a po energetických úpravách. Náklady na vytápění jsem pro každý rok zvyšovala o 10% (meziroční růst cen zemního plynu). Každoroční úsporu jsem přenásobila diskontním faktorem. Dobu návratnosti bylo dosaženo v momentě, když se počáteční investice rovná kumulativnímu součtu těchto úspor.

Dobu návratnosti jsem stanovila pro všechny vybrané varianty energetických úprav.

Porovnáním nákladů, efektivnosti a doby návratnosti u jednotlivých variant jsem zvolila, jako nejvhodnější variantu, změnu způsobu vytápění z běžného plynového kotle na kotel kondenzační a současně výměnu výplní otvorů za plastové s izolačním trojsklem. Tato varianta byla cenově dostupná (111 966 Kč), vykazovala výraznou úsporu nákladů na vytápění (8 788 Kč/rok) a přiměřenou dobou návratnosti (9,3 let).

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. KORYTÁROVÁ, J. *CV 05 Investování*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2009
2. KORYTÁROVÁ, J. *Ekonomika investic*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně, 2006
3. VELFEL, P. A KOL. *Energie pro rodinný dům*. 1. vydání. Hradec Králové: Paradise Studio. 2010 ISBN 978-80-254-7679-6
4. VELFEL, P. A KOL. *Kompletní průvodce rekonstrukcí domu*. 1. vydání. Hradec Králové: Paradise Studio. 2005 ISBN 80-239-5546-2
5. PUŠKÁR, A., SZOMOLÁNYIOVÁ, K., FUČILA, J., VAVROVIČ, B. *Okna, zasklené stěny, dveře, brány*. 2. přepracované a doplněné vydání. Bratislava: Jaga Group, s.r.o. 2008 ISBN 978-80-8076-062-5
6. DUFKA, J. *Vytápění domů a bytů*. 2. přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, a.s. 2004 ISBN 80-247-0642-3
7. BRADÁČ, A. A KOL. *Teorie oceňování nemovitostí*. 6. Přepracované a doplněné vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2004 ISBN 80-7204-332-3
8. MARKOVÁ, L. *Ceny ve stavebnictví*, elektronická studijní opora, FAST VUT v Brně
9. Zákon č. 151/1997 Sb. *Zákon o oceňování majetku*
10. Zákon č 526/1990 Sb. *Zákon o cenách*
11. ČSN 73 0540-2, *Tepelná ochrana budov*
12. *Tzb-info* [online] 2001 Topinfo s.r.o. <<http://www.tzb-info.cz/>>
13. *WindowStar an ELK company* [online] 2010 WindowStar s.r.o. <<http://www.ws-mojeokna.cz>>
14. *L-okna* [online] 2008 <<http://www.l-okna.cz/>>

15. *TC MACH* [online] Společnost TC MACH, s.r.o.<<http://www.tepelna-cerpadla-mach.cz> >
16. *Instalatéři Ekomplex* [online] Ekomplex marketing s.r.o. <<http://www.topeni-topenari.eu>>
17. *iStavitel.cz* [online] iStavitel, s.r.o <<http://istavitel.cz>>
18. *Hestia energetika* [online] 2008 EkoWatt <<http://hestia.energetika.cz/> >
19. *Sto* [online] Sto AG <www.sto.cz>

7 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CF – Cash flow

GDP – Gross Domestic Produkt

PB – Pay Off

NPV – Net Present Value

PI – Profitability Index

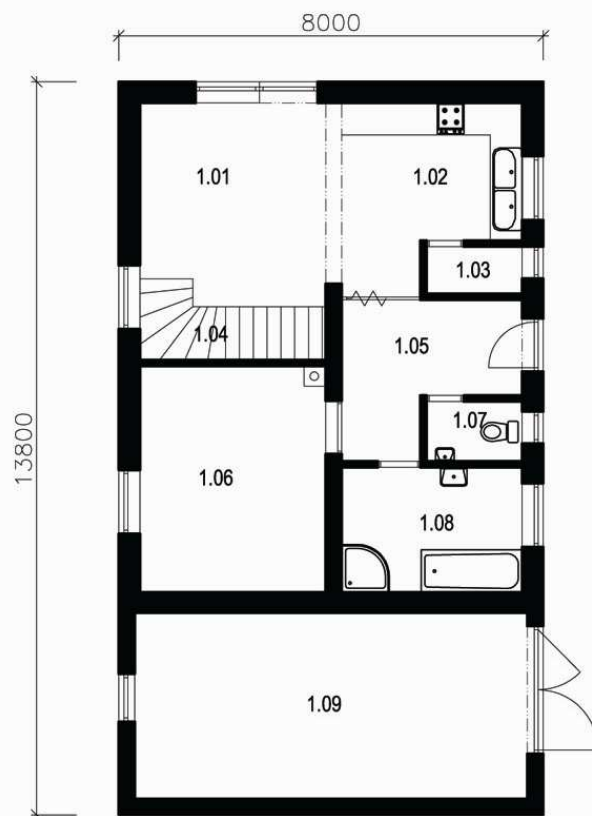
IRR – Internal Rate of Return

8 SEZNAM PŘÍLOH

1 – Studie půdorysu 1NP

2 – Studie půdorysu 2NP

1 – Studie půdorysu 1NP



ČM	ÚČEL MÍSTNOSTI
1.01	OBYVACÍ POKOJ
1.02	JIDELNA + KK
1.03	SPIŽ
1.04	SCHODIŠTĚ
1.05	ZADVEŘÍ
1.06	POKOJ
1.07	WC
1.08	KOUPELNA
1.09	GARÁŽ

RODINNÝ DŮM BRNO - SOBĚŠICE	
STUDIE - PŮDORYS 1NP	1:100