

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra energetiky

Úspora tepelné energie rodinného domu

Thermal Energy Savings of House

Student:

David Literák

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Matoušek, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **David Literák**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3904R016 Technika tvorby a ochrany životního prostředí
Téma: **Úspora tepelné energie rodinného domu**
Thermal Energy Savings of House

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte výpočet tepelné ztráty objektu dle projektové dokumentace.
2. Na základě výpočtu tepelné ztráty navrhnete vytápění objektu.
3. Navrhnete způsob úspory tepelné energie.
4. Proveďte ekonomické zhodnocení investice s ohledem na současné ceny energií.

Seznam doporučené odborné literatury:

TOMAN, Z., BÁLEK, S., KLEČKOVÁ, Z. *Tepelně technické výpočty*. VŠB-TU Ostrava, HUF, Ostrava, 1983.

CIHELKA, J. *Vytápění, větrání, klimatizace*.

RAŽNJEVIČ, K. *Termodynamické tabulky*. Alfa, 1983.

ČSN 06 02 10 *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*.

ČSN 73 05 42 *Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov – vlastnosti materiálů a konstrukcí*.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Matoušek, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



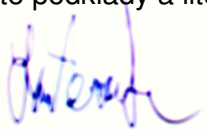

prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21.5.2012



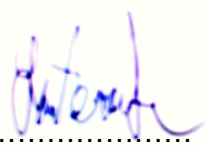
.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠBTUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21.5.2012



.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Adresa trvalého pobytu autora práce :

David Literák

Nerudova 747

Klimkovice

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

LITERÁK, D. *Úspora tepelné energie rodinného domu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2012, 37 s. Vedoucí práce: Ing. Jan Matoušek, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá úsporou tepelné energie rodinného domu. V první části je vypočtena tepelná ztráta rodinného domu podle projektové dokumentace. Na základě vypočtených tepelných ztrát je navrženo vytápění objektu. Následně je srovnáno několik možností způsobu zateplení a navržena tepelná izolace. Poté je na základě aplikované tepelné izolace opět vypočtena tepelná ztráta domu. V závěru práce je provedeno ekonomické zhodnocení na základě úspory nákladů na vytápění před a po zateplení.

ANNOTATION OF BACHELOR WORK

LITERÁK, D. *Thermal Energy Savings of House: Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Energetics, 2012, 37 p. Thesis head: Ing. Jan Matoušek, Ph.D.

The bachelor's work deals with the thermal energy saving house. In the first part of heat loss is calculated on a house project documentation. Based on the calculated heat loss is designed to heat the building. Following is a comparison of several options how insulation materials and thermal insulation designed. It is then applied to the insulation again heat loss of the house. The conclusion is made based on economic evaluation of cost savings on the heating before and after insulation.

Obsah:

	Strana
Seznam použitých značek a symbolů	8
1. Úvod.....	10
2. Výpočet tepelné ztráty dle normy ČSN 06 0210	11
2.1 Výpočet celkové tepelné ztráty	11
2.2 Tepelná ztráta prostupem tepla	11
2.3 Tepelná ztráta prostupem (místnosti) větráním.....	13
2.4 Součinitel prostupu tepla	15
3. Charakteristika rodinného domu	15
3.1 Skladba rodinného domu	15
3.2 Hodnoty pro výpočet tepelných ztrát	17
4. Výpočet tepelných ztrát rodinného domu	18
4.1 Výpočet celkových tepelných ztrát místnosti číslo 110	18
4.2 Celkové tepelné ztráty	21
5. Návrh vytápění rodinného domu	21
5.1 Druhy vytápění	22
5.2 Zdroje tepelné energie	23
5.3 Návrh vytápění a zdroje tepelné energie v domě.....	25
6. Návrh úspory rodinného domu	26
6.1 Pěnový polystyrén (PPS, EPS)	27
6.2 Extrudovaný polystyrén XPS	27
6.3 Minerální vlna	28

6.4	Výběr nejvhodnějšího zateplení	29
6.5	Tepelné ztráty rodinného domu po zateplení	29
7.	Ekonomické zhodnocení zateplení rodinného domu	30
7.1	Výpočet nákladů na vytápění před zateplením	31
7.2	Výpočet nákladů na vytápění po zateplení	32
7.3	Náklady na zateplení rodinného domu	33
7.4	Výpočet doby návratnosti nákladů	33
8.	Závěr	35
9.	Seznam použité literatury	36
10.	Přílohy	37

Seznam použitých značek a symbolů

Značka	Název	Jednotka
B	Charakteristické číslo budovy	[Pa ^{0,67}]
C _{materiál}	Celková cena materiálu	[Kč]
C _{náklady}	Celkové náklady na zateplení	[Kč]
C _{příslušenství}	Náklady na příslušenství	[Kč]
C _{úspory}	Roční úspory nákladů na vytápění	[Kč]
D	Vytápěcí denostupně	[K.dny]
D _{ni}	Doba návratu investice	[Rok]
L	Délka spár otvíratelných částí oken a velkoviňh dveří	[m]
M	Charakteristické číslo místnosti	[1]
O	Objem místnosti	[m ³]
Q _c	Celková tepelná ztráta	[W]
Q _o	Základní tepelná ztráta prostupem tepla	[W]
Q _p	Tepelná ztráta prostupem	[W]
Q _v	Tepelná ztráta větráním	[W]
Q _{vyt}	Roční spotřeba energie	[W]
Q _{vyt,poz}	Roční spotřeba po zateplení	[W]
Q _{vyt,předz}	Roční spotřeba před zateplením	[W]
S _p	Plocha podlahy	[m ²]
S _{zatepelní}	Plocha celkového zateplení	[m ²]
V _m	Vnitřní objem prostoru	[m ³]
V _ř	Objemový tok větraného vzduchu	[m ³ ·s ⁻¹]
d	Délka topného období	[Dny]
e _d	Zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu	[1]
e _i	Nesoučasnost tepelné ztráty infilrací a prostupem	[1]
e _t	Snížení teploty v místnosti během dne, respektive v noci	[1]

i_{LV}	Součinitel spárové provzdušnosti	$[(m^3 \cdot s^{-1}) / (m \cdot Pa^{0.67})]$
k	Součinitel prostupu tepla	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
l_i	Tloušťka stěna	$[m]$
p_1	Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí	$[1]$
p_2	Přirážka na urychlení zátopu	$[1]$
p_3	Přirážka na světovou stranu	$[1]$
t_i	Výpočtová vnitřní teplota	$[^{\circ}C]$
t_e	Výpočtová venkovní teplota	$[^{\circ}C]$
t_{ei}	Střední venkovní teplota	$[^{\circ}C]$
t_{es}	Průměrná teplota během otopného období	$[^{\circ}C]$
α_i	Celkový součinitel přestupu tepla na vnitřní povrch stěny	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
α_e	Celkový součinitel přestupu tepla na vnější povrch stěny	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
ε	Opravný součinitel	$[1]$
η_o	Účinnost obsluhy	$[\%]$
η_r	Účinnost rozvodu vytápění	$[\%]$
λ_i	Součinitel tepelné vodivosti	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$

1. Úvod

Jako bakalářskou práci jsem si vybral téma s názvem „úspora tepelné energie rodinného domu“. Myslím si, že v dnešní době, při neustále rostoucích cenách energií, je toto téma velice aktuální. Práci jsem rozdělil do čtyř hlavních kapitol.

Jako první věc, kterou jsem k bakalářské práci potřeboval, byla projektová dokumentace rodinného domu. Byla mi poskytnuta rodinným příslušníkem, který si před pár lety postavil nový dům. V první kapitole se budu zabývat výpočtem tepelných ztrát objektu dle čsn 06 0210, který bude v práci ukázkově aplikován na místnost číslo 110. Celkovou tepelnou ztrátu objektu uvedu v tabulce. Následně zvolím vhodné vytápění rodinného domu a tepelný zdroj. Poté budu volit vhodné tepelné zateplení. Budu popisovat tři izolační materiály a po porovnání jejich technických a ekonomických vlastností se pro jeden rozhodnu, který budu aplikovat. V závěru znovu spočítám tepelné ztráty objektu, ale teď již po zateplení a vypočítám náklady na vytápění před a po zateplení.

Cílem bakalářské práce je zjistit, jestli se zateplení rodinného domu vyplatí či nikoliv. Tuto otázku si zodpovím až v samém závěru bakalářské práce.

2. Výpočet tepelné ztráty rodinného domu dle normy ČSN 06 0210

Celá kapitola číslo 2 včetně podkapitol je opis z normy ČSN 06 0210 [1]

Norma stanoví výpočet tepelných ztrát rodinného domu prostupem tepla stěnami a větráním.

2.1 Výpočet celkové tepelné ztráty

Celková tepelná ztráta \dot{Q}_c ve W, se rovná součtu tepelné ztráty prostupem tepla konstrukcemi a tepelné ztráty větráním snížené o trvalé tepelné zisky. Je dána vztahem

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_p + \dot{Q}_v - \dot{Q}_z \quad [\text{W}] \quad (1)$$

Kde \dot{Q}_p je tepelná ztráta prostupem tepla;

\dot{Q}_v tepelná ztráta větráním;

\dot{Q}_z trvalý tepelný zisk.

2.2 Tepelná ztráta prostupem tepla

Tepelná ztráta místnosti prostupem tepla \dot{Q}_p ve W, se určí podle vztahu

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad [\text{W}] \quad (2)$$

Kde \dot{Q}_o je základní tepelná ztráta prostupem tepla;

p_1 přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí

p_2 přírážka na urychlení zátoku

p_3 přírážka na světovou stranu.

Základní tepelná ztráta prostupem tepla \dot{Q}_o , ve W, se rovná součtu tepelných toků prostupem tepla v ustáleném tepelném stavu jednotlivými konstrukcemi ohraničujícími vytápěnou místnost do venkovního prostředí nebo do sousedních místností.

$$\dot{Q}_o = k_1 \cdot S_1 \cdot (t_i - t_{e1}) + k_2 \cdot S_2 \cdot (t_i - t_{e2}) + \dots + k_n \cdot S_n \cdot (t_i - t_{en}) = \sum_{j=1}^n k_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_{ej}) \quad [\text{W}] \quad (3)$$

Kde $S_1, S_2 \dots S_n$ je ochlazovaná část stavební konstrukce [m^2],

$k_1, k_2 \dots k_n$ součinitel prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$],

t_i výpočtová vnitřní teplota [$^{\circ}\text{C}$],

$t_{e1}, t_{e2} \dots t_{en}$ výpočtová teplota prostředí na vnější straně konstrukce [$^{\circ}\text{C}$].

Je-li u některé ze stavebních konstrukcí teplota na vnější straně vyšší než teplota ve vytápěné místnosti, má tepelný tok prostupující touto stavební konstrukcí zápornou hodnotu; v tomto případě jde o tepelný zisk, který zmenšuje základní tepelnou ztrátu místností prostupem tepla \dot{Q}_o .

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí p_1 , závisí na průměrném součiniteli prostupu tepla všech konstrukcí místnosti k_c , který se stanoví ze vztahu

$$k_c = \frac{\dot{Q}_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (4)$$

Kde $\sum S$ je celková plocha všech konstrukcí ohraničující vytápěnou místnost [m^2],

t_i výpočtová vnitřní teplota [$^{\circ}\text{C}$],

t_e výpočtová venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$].

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí p_1 se pak stanoví ze vztahu

$$p_1 = 0.15 \cdot k_c \quad (5)$$

S přírůžkou na urychlení zátopy p_2 se v bytové výstavbě, nemocnicích a pod. uvažuje jen v případech, kde ani při nejnižších venkovních teplotách nelze zajistit nepřerušovaný provoz vytápění. Za normálních okolností se s přírůžkou p_2 nepočítá, neboť při výpočtových podmínkách (při výpočtové venkovní teplotě t_e) se předpokládá nepřerušovaný provoz vytápění.

U budov (objektů) se samostatnou kotelnou na tuhá paliva o jmenovitém tepelném výkonu menším než 150kW se předpokládá, že ani při nejnižších venkovních teplotách nelze zajistit nepřerušovaný provoz vytápění, a proto se při výpočtu tepelné ztráty prostupem podle rovnice (2) počítá s přírůžkou na urychlení zátopy p_2 . 0,10 při denní době vytápění delší nebo rovné než 16 hodin.

Podle ČSN 06 0220:1993 při denní době vytápění kratší než 16 hodin.

O výši přírůžky na světovou stranu p_3 rozhoduje poloha nejvíce ochlazované stavební konstrukce místnosti. Při více ochlazovaných konstrukcích, poloha jejich společného rohu. U místnosti se třemi nebo čtyřmi ochlazovanými konstrukcemi se počítá s přírůžkou největší.

Světová strana	J	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV
Přírůžka p_3	-0,05	0	0	0,05	0,1	0,05	0,05	0

Tab.č.2.2.1 Přírůžka p_3 na světovou stranu [1]

2.3 Tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním

Tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním \dot{Q}_v ve W, se stanoví ze vztahu

$$\dot{Q}_v = 1300 \cdot \dot{V}_t \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{W}] \quad (6)$$

Kde \dot{V}_t je objemový tok větracího vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],

t_i, t_e viz. vztah (4),

c_v objemová tepelná kapacita vzduchu při teplotě 0°C [$\text{J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$],

Objemový tok větracího vzduchu prostoru (místnosti) \dot{V}_t musí vycházet z hygienických nebo technologických požadavků. Hygienické a technologické požadavky jsou dány potřebnou intenzitou výměny vzduchu $n_h (h^{-1})$.

Potřebný průtok \dot{V}_{vH} se stanoví ze vztahu

$$\dot{V}_{vH} = \frac{n_h}{3600} \cdot V_m \quad [m^3] \quad (7)$$

Kde V_m je vnitřní objem prostoru (místnosti) $[m^3]$.

Při přirozeném větrání infiltrací se objemový tok větracího vzduchu \dot{V}_{vP} stanoví ze vztahu

$$\dot{V}_{vP} = \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad [m^3 \cdot s^{-1}] \quad (8)$$

Kde $\sum (i_{LV} \cdot L)$ je součet průvzdušnosti oken a venkovních dveří dané místnosti

$$[m^3 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-0,67}],$$

i_{LV} součinitel spárové průvzdušnosti $[m^3 \cdot s^{-1} / m \cdot Pa^{0,67}]$,

L délka spar otvíratelných částí oken a venkovních dveří $[m]$,

B charakteristické číslo budovy $[Pa^{0,67}]$,

M charakteristické číslo místnosti $[1]$,

Hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti i_{LV} oken a venkovních dveří jsou uvedeny v ČSN 73 0542. [2],

Celková délka spáry L se stanovuje ze skladebných rozměrů otvíratelných oken a dveří. Uvažuje se při tom se spárami mezi jednotlivými křídly a rámem (včetně středních sloupků) a se spárami mezi dvěma na sebe přiléhajícími křídly.

Charakteristické číslo budovy B závisí na rychlosti větru volené podle polohy budovy vzhledem ke krajině a na druhu budovy.

2.4 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla k pro obvyklé stavební konstrukce je uveden v ČSN 73 0542. Pro méně obvyklé konstrukce se v případě, že jde o jednovrstvé stěny a vícevrstvé stěny s vrstvami za sebou vypočítá součinitel prostupu tepla ze vztahu

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{l_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (9)$$

Kde α_i je celkový součinitel přestupu tepla na vnitřním povrchu stěny

$$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}],$$

α_e celkový součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu stěny

$$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}],$$

l_i tloušťka stěny [m],

λ_i součinitel tepelné vodivosti $[\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$.

3. Charakteristika rodinného domu

Pro výpočet a napsání bakalářské práce jsem si vybral novostavbu rodinného domu, který patří mému bratranci. Objekt se nachází v malém městečku Klimkovice, které leží kousek od Ostravy. Dům je nepodsklepený, má dvě patra s neobytným podkrovím a je situován na východní světovou stranu.

3.1 Skladba rodinného domu

V příložených tabulkách uvádím skladbu konstrukcí rodinného domu, jako jsou stěny, střecha a podlaha v patře, tak i v přízemí. Dále také uvádím součinitele prostupu tepla přes dveře, okna a sekční garážová vrata. Všechny hodnoty v tabulkách jsou zvoleny na základě konzultace s vedoucím práce a ČSN 73 0542. [2]

Materiál	l	λ	K
	[m]	[w.m ⁻¹ .K ⁻¹]	[w.m ⁻² .K ⁻¹]
Omítka porotherm universal	0,005	0,8	0,23
omítka porotherm TO	0,03	0,2	
Zdivo porotherm 44 si	0,44	0,11	
Omítka porotherm universal	0,01	0,8	

Tab.č. 3.1.1 Složení obvodové zdi 440 mm

Materiál	l	λ	K
	[m]	[w.m ⁻¹ .K ⁻¹]	[w.m ⁻² .K ⁻¹]
Omítka porotherm universal	0,005	0,8	0,326
omítka porotherm TO	0,03	0,2	
Zdivo porotherm 30	0,3	0,11	
Omítka porotherm universal	0,01	0,8	

Tab.č 3.1.2 Složení obvodové zdi 300 mm

Materiál	l	λ	K
	[m]	[w.m ⁻¹ .K ⁻¹]	[w.m ⁻² .K ⁻¹]
Podlahová krytina	0,02	0,4	0,277
Beton,mazanina	0,06	1,1	
Tepelná izolace STEPROCK ND	0,12	0,037	
Podkladní beton	0,15	1,1	

Tab.č 3.1.3 Podlaha přilehlá k zemi

Materiál	l	λ	K
	[m]	[w.m ⁻¹ .K ⁻¹]	[w.m ⁻² .K ⁻¹]
Cementový potěr	0,032	1,32	2,939
Beton,mazanina	0,06	1,1	
Podkladní beton	0,15	1,1	

Tab.č 3.1.4 Podlaha přilehlá k zemi (garáž)

Materiál	l	λ	K
	[m]	[w.m ⁻¹ .K ⁻¹]	[w.m ⁻² .K ⁻¹]
Dřevěný záklop	0,028	0,35	0,179
Tepelná izolace ROCKMIN	0,16	0,037	
Tepelná izolace ROCKMIN	0,04	0,037	
Sádkartón KNAUF GKB	0,0125	0,16	

Tab.č 3.1.5 Strop nad 2. Podlažím

Materiál	l	λ	K
	[m]	[w.m ⁻¹ .K ⁻¹]	[w.m ⁻² .K ⁻¹]
Dřevěný záklop z prken	0,028	0,35	0,243
Tepelná izolace ROCKMIN	0,14	0,037	
Sádrokarton KNAUF GKB	0,0125	0,16	

Tab.č.3.1.6 Strop nad garáží

	Součinitel prostupu tepla
	[w.m ⁻² .K ⁻¹]
Okno	0,9
Dveře	1,2
Sekční garážová vrata	1,1

Tab.č 3.1.7 Prostupy tepla okny, dveřmi a vraty [1]

3.2 Hodnoty pro výpočet tepelných ztrát

Pro výpočet tepelných ztrát je důležité určit výpočtové hodnoty. Všechny určující hodnoty jsem převzal z normy ČSN 06 0210 [1], které uvádím v níže uvedených tabulkách.

	Součinitel přestupu tepla	Teplota
	[w.m ⁻² .K ⁻¹]	[°C]
Interiér	8	20
Exteriér	25	-15

Tab.č 3.2.1 Hodnoty teplot a přestupu tepla interiéru a exteriéru [1]

Podlaží	č.m.	místnost	t _i	O	S _p
			[°C]	[m ³]	[m ²]
1	102	Zádveří	20	25,14	8,8
1	103	WC	24	8,24	2,9
1	104	šatna	20	9,23	3,2
1	105	Chodba	20	24,13	8,5
1	106	Obývací pokoj	20	119,3	41,9
1	110	Pokoj	20	38,65	13,1
1	111	Garáž, sklad	5	72	30
2	201	Schodiště	20	32,73	11,9
2	203	WC	20	6,95	2,5
2	204	Koupelna	24	26,61	9,7
2	205	Pokoj	20	54,23	19,7
2	206	Pokoj	20	61,01	22,2
2	207	Pokoj	20	38,61	14
Suma				516,8	188,4

Tab.č. 3.2.2 Výpočtové hodnoty jednotlivých místností

4. Výpočet tepelných ztrát rodinného domu

V následující kapitole se zabývám výpočtem tepelných ztrát objektu. Jako příklad postupu výpočtu uvádím celkový výpočet tepelných ztrát obytné místnosti číslo 110 a celkové tepelné ztráty rodinného domu v souhrnné tabulce.

4.1 Výpočet celkových tepelných ztrát místnosti číslo 110

Tepelná ztráta prostupem tepla k

Podle rovnice 9

$$k_{\text{podlaha}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{1}{\lambda}}$$

$$k_{\text{podlaha}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,4} + \frac{0,06}{1,1} + \frac{0,12}{0,037} + \frac{0,15}{1,1}}$$

$$k_{\text{podlaha}} = 0,277 \left[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \right]$$

Tepelné ztráty podlahou Q

Podle rovnice 3

$$\dot{Q}_{\text{podlaha}} = k_{\text{podlaha}} \cdot S_{\text{podlaha}} \cdot (t_i - t_e)$$

$$\dot{Q}_{\text{podlaha}} = 0,277 \cdot 13,125 \cdot (20 - (-4))$$

$$\dot{Q}_{\text{podlaha}} = 87,28 [\text{W}]$$

Obsah okna S

Viz. Tabulka číslo 3.6

$$S_{\text{okno}} = 3 \text{ m}^2$$

Tepelné ztráty oknem Q

Podle rovnice 3

$$\dot{Q}_{\text{okno}} = k_{\text{okno}} \cdot S_{\text{okno}} \cdot (t_i - t_e)$$

$$\dot{Q}_{\text{okno}} = 0,9 \cdot 3 \cdot (20 - (-15))$$

$$\dot{Q}_{\text{okno}} = 94,5 [\text{W}]$$

Tepelná ztráta prostupem tepla K

Podle rovnice 9

$$k_{zed'} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}$$
$$k_{zed'} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,005}{0,8} + \frac{0,44}{0,11} + \frac{0,01}{0,8} + \frac{1}{25}}$$
$$k_{zed'} = 0,230 \left[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \right]$$

Tepelná ztráta přes zed' Q

Podle rovnice 3

$$\dot{Q}_{zed'} = k_{zed'} \cdot S_{zed'} \cdot (t_i - t_e)$$
$$\dot{Q}_{zed'} = 0,230 \cdot 15,487 \cdot (20 - (-15))$$
$$\dot{Q}_{zed'} = 125 \text{ [W]}$$

Tepelná ztráta větráním

Podle rovnice 6 a 8

Je nutné, dne normy ČSN 06 0210 zvolit vhodné výpočtové hodnoty.

Na doporučení vedoucího práce volím:

$$i = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1} / \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,67}],$$

$$l = 7,5 \text{ [m]},$$

$$B = 8 \text{ [Pa}^{0,67}],$$

$$M = 0,5 \text{ [1]}.$$

Viz. norma ČSN 06 0210 [1]

$$\dot{Q}_V = 1300 \cdot \sum (i \cdot l) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e)$$
$$\dot{Q}_V = 1300 \cdot (1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 7,5) \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot (20 - (-15))$$
$$\dot{Q}_V = 191,1 \text{ [W]}$$

Přirážky

Podle rovnice 2

$$\dot{Q}_0 = Q_{\text{podlaha}} + Q_{\text{okno}} + Q_{\text{zedř}}$$

$$\dot{Q}_0 = 87,28 + 98,59 + 125$$

$$\dot{Q}_0 = 310,87[\text{W}]$$

Podle rovnice 4 a 5

$$k_C = \frac{Q_0}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$$

$$k_C = \frac{310,87}{31,61 \cdot (20 - (-15))}$$

$$k_C = 0,281 [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$p_1 = 0,15 \cdot k_C$$

$$p_1 = 0,15 \cdot 0,281$$

$$p_1 = 0,04[1]$$

S přirážkou na urychlení zátopu P_2 nepočítám.

Jako přirážku na světovou stranu volím z tab.č 2 $P_3=0,05$

Podle rovnice 2

$$\dot{Q}_p = Q_0 \cdot (1 + p_1 + p_3)$$

$$\dot{Q}_p = 310,87 \cdot (1 + 0,04 + 0,05)$$

$$\dot{Q}_p = 338,85[\text{W}]$$

Celkové tepelné ztráty místnosti

Podle rovnice 1

$$\dot{Q}_C = \dot{Q}_p + \dot{Q}_v$$

$$\dot{Q}_C = 338,85 + 191,1$$

$$\dot{Q}_C = 529,9[\text{W}]$$

Pozn. Ve výpočtech s tepelnými zisky nepočítám

4.2 Celkové tepelné ztráty

V tabulce číslo 4.2.1 jsou uvedeny celkové tepelné ztráty jednotlivých místností a celková tepelná ztráta objektu. Dále jsou v tabulce uvedeny jednotlivé výpočtové hodnoty a parametry objektu.

Podlaží	č.m.	místnost	t_i [°C]	O [m ³]	S_p [m ²]	Q_v [W]	Q_c [W]
1	102	Zádveří	20	25,14	8,8	252	472
1	103	WC	24	8,24	2,9	106	372
1	104	šatna	20	9,23	3,2	0	62
1	105	Chodba	20	24,13	8,5	0	98
1	106	Obývací pokoj	20	119,3	41,9	641	1670
1	110	Pokoj	20	38,65	13,1	191	530
1	111	Garáž, sklad	5	72	30	219	880
2	201	Schodiště	20	32,73	11,9	76	244
2	203	WC	20	6,95	2,5	92	172
2	204	Koupelna	24	26,61	9,7	192	740
2	205	Pokoj	20	54,23	19,7	312	876
2	206	Pokoj	20	61,01	22,2	312	919
2	207	Pokoj	20	38,61	14	172	590
Suma				516,8	188,4	2565,0	7625,0

Tab.č 4.2.1 Tabulka tepelných ztrát rodinného domu

Z následující tabulky vyplývá celková tepelná ztráta objektu, která činí **7625 W**.

5. Návrh vytápění rodinného domu

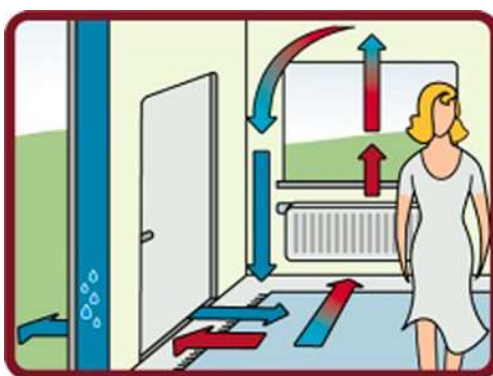
Na základě výpočtu tepelných ztrát objektu následně navrhnu vhodné vytápění a zdroj tepelné energie rodinného domu. V dnešní době nám náš tuzemský trh nabízí celou škálu alternativ, jak vytápění rodinného domu zajistit. O těchto možnostech a variantách se v krátkosti zmíním a poté se rozhodnu, kterou variantu zvolím.

Jelikož je rodinný dům novostavba, bylo při stavbě s návrhem vytápění již počítáno. Bylo zvoleno podlahové vytápění v celém objektu. Proto budu navrhovat jen vhodný zdroj tepelné energie.

5.1 Druhy vytápění

Konvekční vytápění (radiátory)

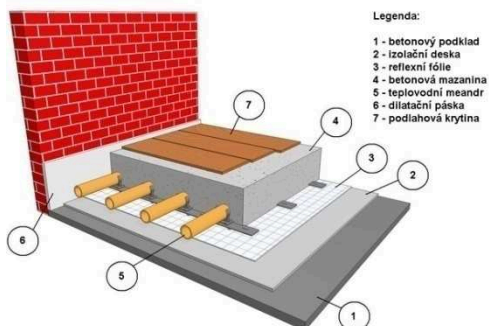
Jde především o tradiční a v minulých letech k nejčastěji používaným otopným systémem, ve kterém otopná voda s tepelným spádem ohřeje otopné těleso, od kterého se následně ohřívá vzduch v místnosti. Ohřátý vzduch stoupá vzhůru, který je doprovázen studeným vzduchem. Ten se také ohřeje a tím dochází k cirkulaci. Při cirkulaci vzniká jedna nevýhoda. A to víření prachu a bakterií v místnosti. Na druhé straně je třeba zmínit, že při vyšší teplotě vzduchu v místnosti klesá možnost vzniku vlhkosti.



Obr.č 5.1 Konvekční vytápění [5]

Podlahové vytápění

Podlahové topení se skládá z navinutých plastových trubek, které jsou rozprostřeny po podlaze a následně zality betonovou směsí. Systém je rozdělen do jednotlivých okruhů, které mohou být libovolně regulovány. V podlahovém vytápění proudí voda o nižší teplotě než u radiátorů (cca 20°C), což poskytuje úsporu nákladů na vytápění. Důležitým faktorem je i to, že je vytápění uložené v podlaze a nenarušuje vzhled místnosti. Na rozdíl od konvekčního vytápění dochází k rovnoměrnému ohřívání vzduchu a nedochází k cirkulaci a následnému víření vzduchu.



Obr.č. 5.1 Podlahové vytápění [6]

Další možnosti vytápění

O dalších možnostech vytápění se zabývám jen okrajově. Popsal jsem jen nejběžnější a nejčastější možnosti vytápění. Jako další variantu můžeme zvolit klimatizační jednotku, která zajistí v zimním období dodávku tepla a v letním období může daný objekt ochlazovat. Jako další systém vytápění se nabízí kamna na tuhá paliva, která nám mohou dodávku tepla zajistit jak sáláním tak prouděním. Nemohu také zapomenout na elektrické přímotopy, které mohou být mobilní, nebo pevně připevněny na stěnu místnosti. V neposlední řadě je třeba zmínit i podlahové vytápění, které je na bázi elektrických kabelů, které jsou také umístěny v podlaze.

5.2 Zdroje tepelné energie

Je mnoho možností, ze kterých si můžeme zdroj tepelné energie vybrat. Záleží jen na nás, který zdroj zvolíme. Ale důležitým faktorem při tomto rozhodnutí je především pořizovací cena zdroje a náklady na následný provoz. Je třeba brát ale v úvahu, zda chceme být šetrní k životnímu prostředí či nikoliv. Proto zde uvedu několik nejpoužívanějších zdrojů tepelné energie a ty popíšu.

Elektrická energie

Elektrická energie je prakticky dostupná vesměs všude a dá se snadno rozvádět do jednotlivých místností. Velmi jednoduše a to s téměř 100% účinností jde přeměnit na nám potřebné teplo. Zásadní a to velmi podstatnou nevýhodou elektřiny je její cena, která neustále roste. Naopak z hlediska spotřebitele je elektrická energie nejčistší a nejuniverzálnější formou energie. Mezi základní přírodní zdroje, které se při výrobě elektrické energie používají je ropa, zemní plyn, uhlí, uran, voda, sluneční záření, vítr a v neposlední řadě biomasa.

Zemní plyn

V dnešní době je díky rozsáhlé plynofikaci velice oblíbený a rozsáhle používaný zdroj energie pro vytápění. Je to vysoce výhřevný plyn, který je bez pachu, chuti a barvy. Výhodou zemního plynu je jeho dobrá účinnost spalování, velmi snadná regulace a minimální produkce škodlivin. Plyn obsahuje směs plyných uhlovodíků a nehořlavých složek. Mezi jeho hlavní znaky patří vysoký obsah metanu. Teplo ze zemního plynu je o něco levnější, než teplo z nejlépejší sazby pro elektřinu.

Pevná paliva

Mezi pevná paliva patří především dřevo a uhlí. Z hlediska financí se řadí do kategorie nejlevnějších zdrojů tepelné energie. Ale jeho značnou nevýhodou je velké množství emisí. Především záleží, v jakých kotlích se palivo spaluje. V moderních kotelnách můžou dosahovat velké účinnosti a minimalizovat škodlivost a množství kouře vypouštěného z komína. Nevýhodou těchto zdrojů, je jejich skladování. Je třeba mít potřebnou místnost v domě, kde se dané palivo bude skladovat. A to především suchou a větranou místnost. Dřevo patří mezi obnovitelné zdroje energie. Tudíž nezatěžuje životní prostředí. Ale v případě uhlí, jak už černého nebo hnědého tomu tak bohužel není. Při jejich získávání dochází především k devastaci životního prostředí a snižování světových zásob.



Obr. č 5.2 Kotel na uhlí Viadrus Hercules U26 [7]

Biomasa

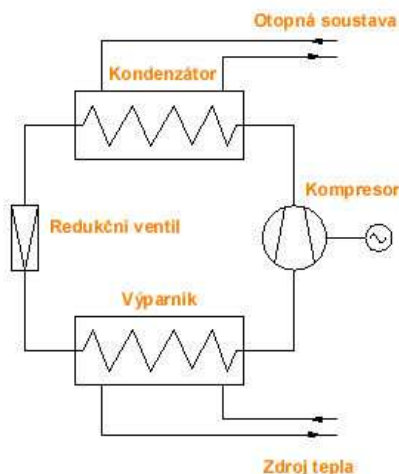
Pro vytápění v rodinných domech přichází v úvahu jen kusové dřevo, brikety a dřevěné pelety, které se vyrábí z lisovaného dřevního odpadu. Největší výhodou biomasy je, že jde o obnovitelný zdroj s co nejmenšími negativními účinky na životní prostředí a to při správném způsobu spalování. Další potěšující informace je cena, které je stále relativně nízká. V dnešní době existuje mnoho firem, které se vytápěním biomasy zabývají. Myslím si, že v případě rozhodnutí pro biomasu, je nejvhodnější volbou automatický kotel na biomasu. Nevýhodou je ale opět potřebné místo pro vybudování kotelny a také dost velké pořizovací náklady.



Obr.č. 5.2 Biomasa [8]

Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou systémy, které umí odebrat teplo z chladnějšího prostředí a to ze vzduchu, vody a země, které se přenášejí na těleso teplejší. Při tomto procesu je třeba dodat nějakou energii pro pohon kompresoru. Nejčastěji především elektrickou energií. Ale existují i tepelná čerpadla, která jsou poháněna pouze teplem. V dnešní době jsou tepelná čerpadla u novostaveb hojně využívána. Řadí se do kategorie obnovitelných zdrojů, tak že nezatěžují životní prostředí. Co se týče nákladu na vytápění, jsou tepelná čerpadla z hlediska financí výhodná. Nevýhodou ale u tepelných čerpadel je jejich pořizovací cena.



Obr. č 5.2 Schéma energetických toků v tepelném čerpadle [9]

Závěrem bych chtěl ještě zmínit další možnost zdroje tepelné energie. A to solárními kolektory, které se využívají jak k vytápění, tak k ohřevu teplé vody. Existuje řada druhů a typů těchto kolektorů (Termické, ploché, fotovoltaické a vakuové).

5.3 Návrh vytápění a zdroje tepelné energie v domě

Jak už jsem se zmiňoval výše, bylo při stavbě domu už předem počítáno s návrhem vytápění. Bylo zvoleno podlahové vytápění v celém objektu. Proto už tuto volbu ponechám a budu volit jen vhodný zdroj tepelné energie.

Díky podlahovému vytápění, které bylo vybudováno již při stavbě, nebudu tyto náklady brát v úvahu, jelikož už byly zahrnuty do rozpočtu novostavby.

Jako zdroj tepelné energie zvolím zemní plyn, který se bude spalovat v kondenzačním kotli. Kotel bude umístěn v garáži, kde bude nainstalován i příslušný výdech na odvod spalin. Uvažoval jsem i nad variantou biomasy, ale rodinný dům bohužel nemá vhodnou místnost, nejlépe sklep, kde by byla vybudována kotelna. Taky mě odradila vysoká pořizovací cena kotle a kotelny na biomasu.

Kondenzační kotel

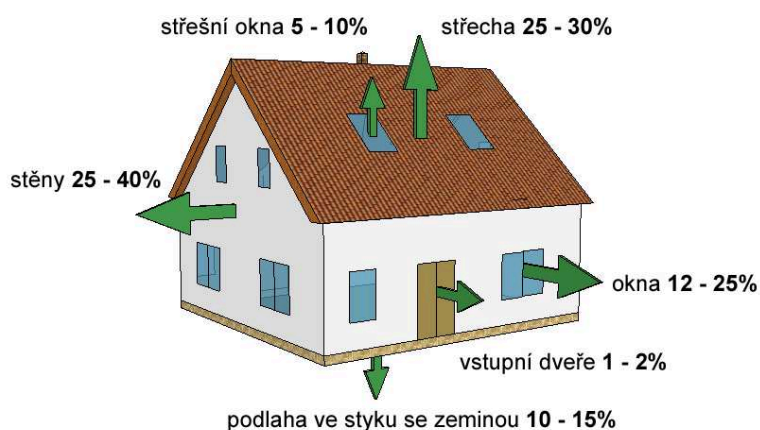
Jako kondenzační kotel jsem zvolil kotel od firmy Protherm. Jde o typ Panther condens 25 KKV, který je schopen pracovat s účinností 108 %. Kotel je velmi tichý a vysoce šetrný k životnímu prostředí. Předností tohoto zařízení je také jeho jednoduché a přehledné ovládání. Jeho pořizovací cena činí 34 035,70 Kč včetně DPH.



Obr. č. 5.3 Kondenzační kotel [10]

6. Návrh úspory rodinného domu

Tepelné ztráty vznikají nejčastěji prostupem tepla přes střechu, okna a dveře, podlahu a obvodové zdi domu. Jelikož budu navrhovat tepelné úspory pro novostavbu, nebudu se zabývat možným zateplením oken, dveří, střechy a ani podlahy. Při stavbě se s tímto opatřením již počítalo. Proto budu navrhovat vhodné zateplení rodinného domu. Vyberu si tři možnosti zateplení obvodových zdí, které popíšu a následně se rozhodnu, která bude z ekonomického hlediska nevhodnější.



Obr. č 6.1 Úniky tepla z rodinného domu [11]

6.1 Pěnový polystyrén (PPS, EPS)

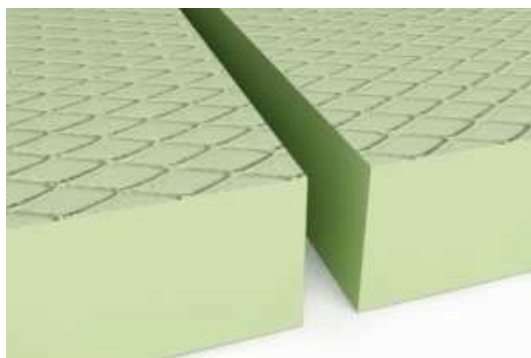
Izolace z pěnového polystyrénu se používá skoro 50 let. Je tvarově konstantní materiál, na který nemá vliv vlhkost a je velice odolný proti hnilobě a plísni. Vyrábí se z drobných granulí mírně napěněného polystyrénu, které se poté nasypou do kvádrových forem. Formy jsou potom působením vodní páry zahřáté na teplotu 110°C až 120°C. Granule následně změknu a spojí se do homogenního bloku. Součinitel tepelné vodivosti pěnového polystyrénu je $\lambda=0,038$ až $0,043$ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]. Nevýhodou pěnového polystyrénu je citlivost na vysoké teploty (+75°C) a hořlavost. Naopak mezi jeho přednosti lze zařadit jeho poměrně nízkou cenu, snadnou opracovatelnost a nízkou hmotnost.



Obr. č 6.1 Pěnový polystyrén [12]

6.2 Extrudovaný polystyrén XPS

Je vyráběn ze stejného materiálu, jako pěnový polystyrén, ale jiným technologickým postupem. Vyrábí se vytlačováním horkého polystyrénu na pás, kde je dále tloušťkově zpracován. Po vychladnutí se extrudovaný polystyrén délkově nařeže a upraví. Je zcela nenasákavý a je možné jej použít v místech, kde je trvale vlhko. Součinitel tepelné vodivosti extrudovaného polystyrénu je $\lambda=0,03$ až $0,035$ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]. Využívá se především pro izolaci soklů, skladbě střech s obráceným pořadím vrstev nebo při izolaci základových betonových desek. Mezi jeho nevýhody patří především vyšší pořizovací cena a citlivost na vyšší teplotu (+75°C). Jeho kladnou stránkou je vysoká pevnost, nízká hmotnost a velmi nízká nasákavost.



Obr.č. 6.2 Extrudovaný polystyrén [13]

6.3 Minerální vlna

Podstatou minerální vlny je minerální vlákno. Jde o směs čediče, koksu a vysokopecní strusky, která se roztaví a následně vlévá do rozvlákňovacího stroje chlazeného vzduchem. Čedičový základ zajišťuje vysoký bod tání, který se pohybuje na 1000°C. Tepelná vodivost minerální vlny je $\lambda = 0,033$ až $0,046$ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]. Nevýhodou tohoto izolačního materiálu je vysoká nasákavost, vyšší hmotnost a v neposlední řadě vysoká pořizovací cena. Výhodou je naopak odolnost vůči vysokým teplotám, dobré zvukové a izolační vlastnosti a odolnost proti hmyzu a hlodavcům.



Obr. č 6.3 Minerální vlna [14]

Ceny jednotlivých izolačních materiálů

materiál	tloušťka	cena za m^2
	[mm]	kč
Pěnový polystyrén	100	100
Extrudovaný polystyrén	100	330
Minerální vlna	100	300

Tab. č 6.3.1 Tabulka cen izolačních materiálů [16]

6.4 Výběr nejvhodnějšího zateplení

Jako zateplení rodinného domu volím pěnový polystyrén PPS. Především mé rozhodnutí ovlivnila pořizovací cena za m². Jelikož je cena pěnového polystyrénu za m² zhruba o třetinu nižší než minerální vlna a extrudovaný polystyrén, zvolím při zateplování domu tloušťku pěnového polystyrénu 140mm, což povede k větší tepelné úspoře rodinného domu. Po zateplení následně znova spočítám tepelné ztráty objektu. Zda se zateplení vyplatí či nikoliv, bude známo po výpočtu nákladů na zateplení a nákladech na vytápění rodinného domu před a po zateplení. Tuhle otázku si zodpovím v závěru bakalářské práce, v kapitole ekonomickém zhodnocení.

6.5 Tepelné ztráty rodinného domu po zateplení

Tepelné ztráty po zateplení jsem počítal stejným způsobem, jako ukázkový výpočet místnosti číslo 110. Proto již dané výpočty uvádět nebudu. Výsledná tepelná ztráta jednotlivých místností je uvedena v tabulce číslo Tab.č. 6.5.1.

Podlaží	č.m.	místnost	t _i	O	S _p	Q _v	Q _c
			[°C]	[m ³]	[m ²]	[w]	[w]
1	102	Zádveří	20	25,14	8,8	252	448
1	103	WC	24	8,24	2,9	106	353
1	104	šatna	20	9,23	3,2	0	62
1	105	Chodba	20	24,13	8,5	0	98
1	106	Obývací pokoj	20	119,3	41,9	641	1319
1	110	Pokoj	20	38,65	13,1	191	455
1	111	Garáž, sklad	5	72	30	219	748
2	201	Schodiště	20	32,73	11,9	76	226
2	203	WC	20	6,95	2,5	92	163
2	204	Koupelna	24	26,61	9,7	192	673
2	205	Pokoj	20	54,23	19,7	312	747
2	206	Pokoj	20	61,01	22,2	312	762
2	207	Pokoj	20	38,61	14	172	488
Suma				516,8	188,4	2565	6542

Tab.č. 6.5.1 Tabulka tepelných ztrát po zateplení

Z následující tabulky vyplývá celková tepelná ztráta objektu, která činí **6542 W**.

7. Ekonomické zhodnocení zateplení rodinného domu

V závěrečná kapitole vypočítám náklady na vytápění před a po zateplení. Také vypočítám náklady na celkové zateplení rodinného domu, které poté porovná s náklady na vytápění. Pomocí jednoduché matematické operace zjistím, za jak dlouho se mi investice do zateplení vrátí.

Pro výpočet nákladů na vytápění je třeba určit potřebné hodnoty a výpočtové vzorce.

t_{em} střední venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$],

d délka topného období [dny],

t_{es} průměrná teplota během otopného období [$^{\circ}\text{C}$],

t_e venkovní výpočtová teplota [$^{\circ}\text{C}$],

Q_c tepelná ztráta objektu [W],

t_{is} průměrná vnitřní výpočtová teplota [$^{\circ}\text{C}$],

e_i nesoučasnost tepelné ztráty infilrací a tepelné ztráty prostupem [1],

e_t snížení teploty v místnosti během dne, respektive v noci [1],

e_d zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu [1],

η_o účinnost obsluhy [%],

η_r účinnost rozvodu vytápění [%],

D vytápěcí denostupně [K.dny],

ε opravný součinitel [1],

Vytápěcí denostupně:

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) \quad (10)$$

Opravný součinitel:

$$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d \quad (11)$$

Celková roční spotřeba energie

$$\dot{Q}_{vyt} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} \cdot t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \quad (12)$$

Na základě doporučení vedoucího práce volím:

Město	Ostrava	
t_{em}	13	[°C]
d	229	[dny]
t_{es}	4,3	[°C]
t_e	-15	[°C]
t_{is}	18	[°C]
e_i	0,75	[1]
e_t	0,9	[1]
e_d	1	[1]
η_o	0,97	[%]
η_r	1	[%]

Tab.č. 7.1 výpočtové hodnoty pro potřebu tepla [15]

7.1 Výpočet nákladů na vytápění před zateplením

Celková tepelná ztráta rodinného domu před zateplením je 7625 W.

Podle rovnice 10

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 229 \cdot (18 - 4,3) = 3137 \text{ [K} \cdot \text{dny]}$$

Podle rovnice 11

$$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,675$$

Podle rovnice 12

$$\dot{Q}_{vyt,predz} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vyt,predz} = \frac{0,675}{0,97 \cdot 1} \cdot \frac{24 \cdot 7,625 \cdot 3137}{(18 - (-15))} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vyt,predz} = 43,6 \text{ GJ/rok} \rightarrow 12,1 \text{ [MWh/rok]}$$

Dodavatel	severomoravská plynárenská	
cena plynu	1557,2	[Kč/MWh]
měsíční platba	233,11	[kč]
účinnost kotle	108	[%]

Tab. č. 7.1.1 cena plynu a účinnost kotle [15]

$$C_{\text{vyt, predz}} = \dot{Q}_{\text{vyt, predz}} \cdot \text{cena} \cdot \text{účinnost} + (12 \cdot \text{platba})$$

$$C_{\text{vyt, predz}} = 12,1 \cdot 1557,2 \cdot 1,08 + (12 \cdot 233,11)$$

$$C_{\text{vyt, predz}} = 23146,8 [\text{Kč}]$$

Výsledná cena na vytápění rodinného domu je **23 146,8 Kč** za kalendářní rok.

7.2 Výpočet nákladů na vytápění po zateplení

Celková tepelná ztráta rodinného domu před zateplením je 6542 W.

Podle rovnice 10

$$D = d \cdot (t_{\text{is}} - t_{\text{es}}) = 229 \cdot (18 - 4,3) = 3137 [\text{K} \cdot \text{dny}]$$

Podle rovnice 11

$$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,675$$

Podle rovnice 12

$$\dot{Q}_{\text{vyt, poz}} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot \dot{Q}_c \cdot D}{(t_{\text{is}} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\dot{Q}_{\text{vyt, poz}} = \frac{0,675}{0,97 \cdot 1} \cdot \frac{24 \cdot 6,542 \cdot 3137}{(18 - (-15))} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\dot{Q}_{\text{vyt, poz}} = 37,5 \text{ GJ/rok} \rightarrow 10,4 [\text{MWh/rok}]$$

Dodavatel	severomoravská plynárenská	
cena plynu	1557,2	[Kč/MWh]
měsíční platba	233,11	[kč]
účinnost kotle	108	[%]

Tab. č. 7.2.1 cena plynu a účinnost kotle [15]

$$C_{\text{vyt, poz}} = Q_{\text{vyt, poz}} \cdot \text{cena} \cdot \text{ucinost} + (12 \cdot \text{platba})$$

$$C_{\text{vyt, poz}} = 10,4 \cdot 1557,2 \cdot 1,08 + (12 \cdot 233,11)$$

$$C_{\text{vyt, poz}} = 20287,8 \text{ Kč}$$

Výsledná cena na vytápění rodinného domu je **20 287,8 Kč** za kalendářní rok.

7.3 Náklady na zateplení rodinného domu.

V následující tabulce uvádím ceny materiálu, který bude potřeba k zateplení rodinného domu. Náklady na práci a lešení neuvažuji, protože se zateplení bude provádět svépomocí. Tím se dosti sníží náklady a značně by se měla urychlit návratnost této investice.

Náklady	Cena
	[kč/m ²]
Polystyrén 140mm	120/m ²
Lepení a stěrka	35/m ²
Perlinka (armovací síť)	17/m ²
Hmoždinky 5ks	15/m ²
Pastovitá fasádní omítka	115/m ²

Tab. č. 7.3.1 *Náklady na zateplení* [16]

Všechny ceny jsou uvedeny včetně DPH a jsou platné pro rok 2012. Celková cena z uvedené tabulky za m² činí tedy **302 Kč**. K ceně je třeba ještě připočíst náklady na příslušenství, jako jsou rohové profily a samolepící lišty. Tuto částku jsem stanovil po prostudování technické dokumentace a platných ceníků pro rok 2012 na 5000kč.

Pro výpočet celkových nákladů na zateplení je nejdůležitější znát celkovou plochu zateplovaného objektu. Dle projektové dokumentace jsem tuto plochu vypočetl na 180m². Tato plocha je včetně okenních špalet.

Výpočet celkových nákladů:

$$C_{\text{náklady}} = \left(C_{\text{materiál}} \cdot S_{\text{zateplení}} \right) + C_{\text{příslušenství}}$$
$$C_{\text{náklady}} = (302 \cdot 180) + 5000 = 59360[\text{kč}]$$

7.4 Výpočet doby návratnosti nákladů

Pro výpočet doby návratnosti se musí určit, kolik financí jsem díky zateplení ušetřil. Tento výpočet bude spočítán na základě výpočtu tepelných ztrát před a po zateplením rodinného domu a nákladech na vytápění.

Roční úspora nákladů na vytápění:

$$C_{\text{úspory}} = C_{\text{vyt, predz}} - C_{\text{vyt, poz}}$$
$$C_{\text{úspory}} = 23146,8 - 20287,8 = 2859[\text{kč}]$$

Doba návratnosti investice na zateplení:

$$D_{\text{ni}} = \frac{C_{\text{naklady}}}{C_{\text{úspory}}}$$
$$D_{\text{ni}} = \frac{59360}{2859} = 21[\text{let}]$$

Doba návratnosti investice na zateplení byla vypočtena na **21 let**.

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, jestli se zateplení aplikovaného domu vyplatí či nikoliv. V úvodu byly vypočteny tepelné ztráty objektu, které činí 7625 W. Dále bylo navrženo vytápění a tepelný zdroj objektu. V projektové dokumentaci bylo již s vytápěním počítáno a to s podlahovým vytápěním. Toto vytápěním jsem ponechal a navrhnul jsem jen vhodný zdroj tepelné energie, a to plyn. Poté jsem aplikoval na dům zateplení a to pěnový polystyrén síly 140mm. Pro tento materiál jsem se rozhodl, protože byl nejekonomičtější. Následně jsem znovu vypočítal tepelné ztráty objektu, ale teď již po zateplení, které činí 6542 W. Myslel jsem si, že se tepelné ztráty sníží více, ale bakalářská práce je aplikovaná na novostavbě u které při stavbě bylo s izolačními materiály počítáno a stavěno. Následně jsem vypočítal náklady na vytápění objektu před a po zateplením a zjistil úsporu, která činí 2859 Kč za rok. Jestli se mi zateplení vyplatí či nikoliv, potřebuji vědět dobu, za kterou se mi investice do zateplení vrátí. Náklady na zateplení vyšly na 59360 Kč. Jednoduchým výpočtem jsem zjistil, že doba, za kterou se mi investice do zateplení vrátí, je 21 let. Myslím si, že tato doba je velmi dlouhá. Důvodem, této dlouhé návratnosti je to, že zateplováný dům je novostavba. Kdyby byl v bakalářské práci zateplován starý dům, jistě by se investice vrátila rychleji, ale v tomto případě se zateplení domu nevyplatí.

9. seznam použité literatury

- [1] ČSN 06 0210, Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění
- [2] ČSN 73 0542, Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov – vlastnosti materiálů konstrukcí
- [3] TOMAN.Z, BÁLEK.S, KLEČKOVÁ.Z, Tepelně technické výpočty, VŠB-TU,HUF, Ostrava 1983
- [4] RAŽNJEVIČ.K, Termodynamické tabulky, Alfa, 1983
- [5] Obrázek konvekčního vytápění [online]. [cit. 2012-02-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/Files/FckGallery/usby-pr-2.jpg>>.
- [6] Obrázek podlahového vytápění [online]. [cit. 2012-02-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.energetickyporadce.cz/data/sharedfiles/Ilustracni-obrazky/Vytapeni/teplvod-podlah-topeni.jpg>>.
- [7] Kotel na uhlí Viadrus Hercules U26 [online]. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.viadrus.cz/>>.
- [8] Obrázek biomasy [online]. [cit.2012-02-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.biomasa.us/>>.
- [9] Schéma tepelného čerpadla [online]. [cit.2012-03-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.dusecz.com/teplo/tc/tc.html>>.
- [10] Kondenzační kotel [online]. [cit.2012-03-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekonomicke-topeni.cz/kondenzacni-plynové-kotle/foto-kotel-panther-condens-25-kkv.htm>>.
- [11] Úniky tepla z rodinného domu [online]. [cit.2012-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/img/img123.png>>.
- [12] Pěnový polystyrén [online]. [cit.2012-03-19]. Dostupný z WWW: <[http://www.svet-drevostavby.cz/cs/Technologie/Materialy/Izolace--Polystyren/?PHPSESSID=2b4bd4c76721fbfec31f335a8baa1e70\(001\)](http://www.svet-drevostavby.cz/cs/Technologie/Materialy/Izolace--Polystyren/?PHPSESSID=2b4bd4c76721fbfec31f335a8baa1e70(001))>.
- [13] Extrudovaný polystyrén [online]. [cit.2012-03-29]. Dostupný z WWW: <<http://spojovaci-zateplovaci-zbozi.cz/produkty-obrazek/757/foto/>>.
- [14] Minerální vlna [online]. [cit.2012-03-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.svet-bydleni.cz/Files/Izolace.jpg>>.

[15] Technické zařízení budov, stavebnictví, úspory energie [online]. [cit.2012-04-09].

Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/>>. ISSN 1801 - 4399

[16] Náklady na materiál [online]. [cit.2012-04-18].

Dostupný z WWW: <<http://www.centrum-zatepleni.cz/>>.

10. Přílohy

A – Výkresová dokumentace

- Půdorys 1 NP
- Půdorys 2 NP
- Pohledy rodinného domu

B – Textová část a prezentace k bakalářské práci