



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

POSOUZENÍ INVESTIC DO VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU

ASSESSMENT OF INVESTMENT IN HEATING HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Adam

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Baláš, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Energetický ústav
Student: **Jakub Adam**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Marek Baláš, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

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

Posouzení investic do vytápění rodinného domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

- 1 - Návrh opatření úprav rodinného domu vedoucí k úsporám nákladů na vytápění
- 2 - Výpočet tepelných ztrát domu.
- 3 - Návrh konkrétních opatření a určení dopadu na ekonomiku vytápění RD.

Cíle bakalářské práce:

Na modelovém domě student posoudí efektivitu vybraných opatření ke snižování nákladů na vytápění rodinných domů.

Seznam literatury:

Brož, K.: Vytápění. Praha 2006, ISBN 80-01-02536-5

ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách - výpočet tepelného výkonu

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

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením investic do vytápění rodinného domu. Na začátku je popsán modelový dům, který byl zvolen pro tuto práci. Dále je uveden postup, kterým je proveden výpočet tepelných ztrát obvodových stěn a otvorových výplní. Tyto hodnoty jsou následně použity pro určení tepelného výkonu. V práci jsou navrženy různé tepelně izolační materiály a možnosti výměny otvorových výplní tak, aby vyhovovaly podmínkám pro získání dotace. Podle vypočteného tepelného výkonu jsou vybrány efektivnější a ekologičtější zdroje tepla pro vytápění, které by mohly nahradit stávající zdroj v tomto domě. V závěru této práce jsou výsledky graficky zpracovány a vyhodnoceny podle návratnosti financí v průběhu několika let.

Klíčová slova

Tepelná ztráta, zateplení, návratnost investic, izolace, zdroj tepla

Abstract

This Bachelor's Thesis is engaged in an assessment of investments into a family house heating system. The first part describes a model house chosen for this work. Further, it states a method of the calculation of the peripheral wall and void filling heat loss. The values are then used to determine the heat output. The work recommends the use of different insulation materials and options for void filling replacement to comply with the requirements for obtaining a grant. According to the calculated heat output, it suggests a choice of more effective and ecological sources for heating, which could replace the current source. In the conclusion of this work, the results are graphically processed and evaluated according to the estimated return of investments within several years.

Key words

Heat loss, thermal insulation, return of investment, insulation, heat source

Bibliografická citace

ADAM, J. *Posouzení investic do vytápění rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 53 s, 3 přílohy. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Baláš, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Posouzení investic do vytápění rodinného domu* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 27. 5. 2016

.....

Jakub Adam

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Marku Balášovi, PhD. za odborné vedení, vstřícnost a cenné rady, které jsem využil při její tvorbě. Mé poděkování patří rovněž rodině Vítámvásově za poskytnutí veškerých potřebných podkladů k jejich domu, který byl v této bakalářské práci uvažován jako modelový. Za bezplatnou kalkulaci výměny oken patří dík panu Zdeňku Kratochvílovi. Rovněž děkuji své rodině a přítelkyni za podporu a velkou trpělivost po celou dobu mého studia.

Obsah

1	Úvod a cíl práce	9
2	Popis objektu	10
3	Výpočet tepelných ztrát před rekonstrukcí	12
3.1	Klimatické údaje	12
3.2	Údaje o objektu	13
3.2.1	Parametry jednotlivých místností	13
3.2.2	Údaje o materiálech	14
3.3	Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostor	17
3.3.1	Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru.....	17
3.3.2	Návrhová tepelná ztráta větráním.....	20
3.4	Zátopový tepelný výkon	22
3.5	Návrhový tepelný výkon.....	22
3.6	Roční spotřeba tepla vytápěním.....	23
4	Dotace	25
5	Úsporná opatření modelového domu	28
5.1	Materiály pro zateplení pláště stropu	28
5.1.1	Zateplení obvodových zdí a stropu druhého podlaží.....	33
5.2	Otvorové výplně	36
5.2.1	Zhodnocení výměny otvorových výplní.....	37
6	Výměna kotle	39
6.1	Kotel na biomasu	39
6.2	Tepelné čerpadlo	41
6.3	Zhodnocení	43
7	Celkové zhodnocení úsporných opatření	46
8	Závěr	48
	Seznam použitých zdrojů.....	50

1 Úvod a cíl práce

V posledních letech dochází stále častěji k výstavbě nízkoenergetických či pasivních domů nebo alespoň k realizaci úsporných opatření u domů stávajících. Tato úsporná opatření se realizují z důvodu neustálého růstu cen energií a paliv. U nízkoenergetických a rekonstruovaných domů dochází ke snížení tepelné ztráty a spotřeby tepla, což vede k menším nákladům za energii a v konečném důsledku ke zlepšení životního prostředí. Stavbou a rekonstrukcí těchto domů se zabývá mnoho firem, z nichž některé umožňují návrh domu podle přání zákazníka. Do úsporných opatření můžeme zařadit výměnu oken, dveří, zdroje tepla a zateplení obvodových zdí.

Na českém trhu je na výběr nepřeberné množství druhů tepelných izolací, oken nebo dveří od různých výrobců. Pro výrobu izolací se používají materiály uměle vyrobené nebo organické. Každý z těchto materiálů má určité vlastnosti, kvůli nimž se může jejich chování v různých podmínkách lišit. Proto je velice důležité zvolit správný materiál a postup jeho aplikace pro dané podmínky, aby se zabránilo nežádoucím účinkům. Také výroba oken a dveří se posunula značně dopředu. Mimo tradičně vyráběných typů oken nabízí výrobci produkty, které mohou obsahovat i několik skel. Tato skla jsou oddělena prostory, do nichž se přidávají plyny, aby se dosáhlo menšího úniku tepla.

Další možností, kde může domácnost ušetřit při stavbě či rekonstrukci domu, je zdroj tepla. Při jeho volbě je nutné zohlednit nejen výkon a pořizovací cenu, ale i náklady spojené s provozem, údržbou a množstvím spotřebovaného paliva. Některé zdroje mají sice nízkou pořizovací cenu, avšak náklady na jeho provoz mohou být vysoké. V konečném součtu tak může být pořízení levnějšího zdroje nevýhodnou investicí. Zákazník si může vybrat mezi ekologickými zdroji tepla, které využívají pro výrobu tepelné energie alternativní paliva, nebo klasickými, u nichž se používají fosilní paliva.

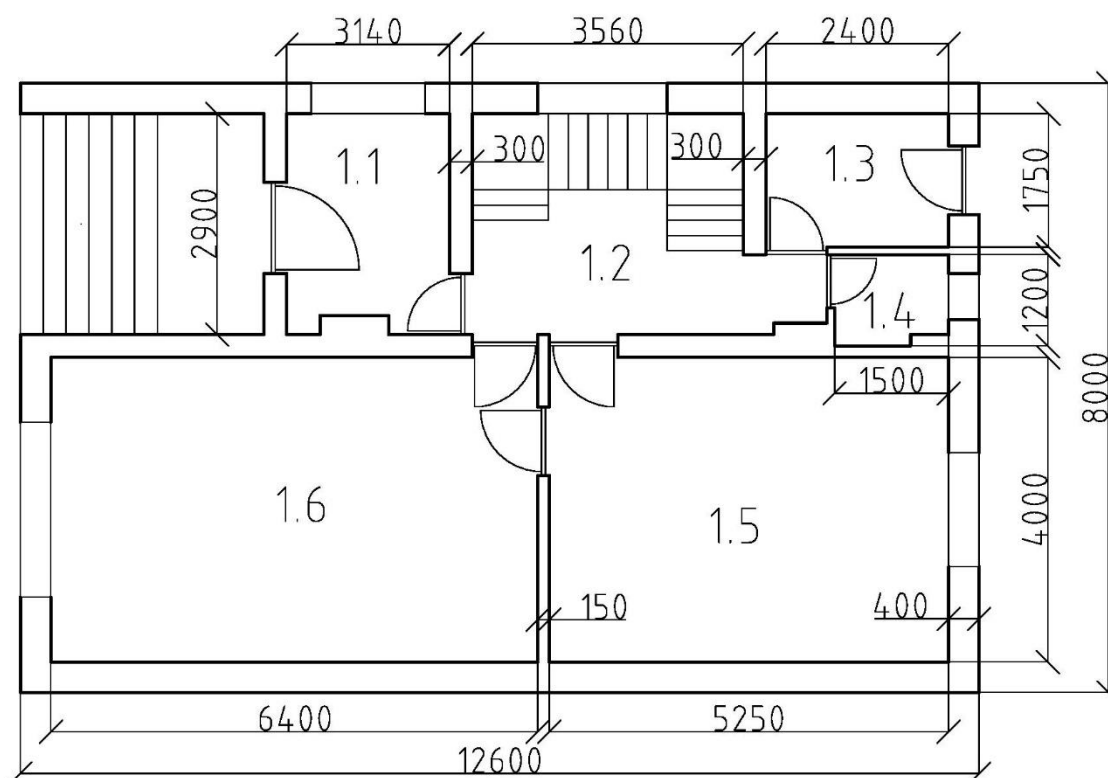
Všechna tato opatření jsou finančně náročná a v mnohých případech nelze jejich realizaci financovat pouze z rodinného rozpočtu. Stát má však zájem o zlepšení ekologické situace v České republice, a proto vytvořil podpůrné programy, ze kterých lze čerpat finanční příspěvky na realizaci těchto úsporných opatření. Některé programy podporují kombinaci výměny zdroje tepla a zateplení obvodového pláště, z jiných lze získat dotaci pouze na jedno opatření. Žádat o podporu mohou i vlastníci bytových domů nebo vlastníci firem.

Cílem této práce je vypočítat tepelné ztráty modelového domu před uvažovanými úpravami, dále navrhnout úsporná opatření pro menší spotřebu tepelné energie, a spočítat tepelné ztráty s uvažovanými úpravami a na základě těchto výsledků zhodnotit výši investic a jejich návratnost během několika let.

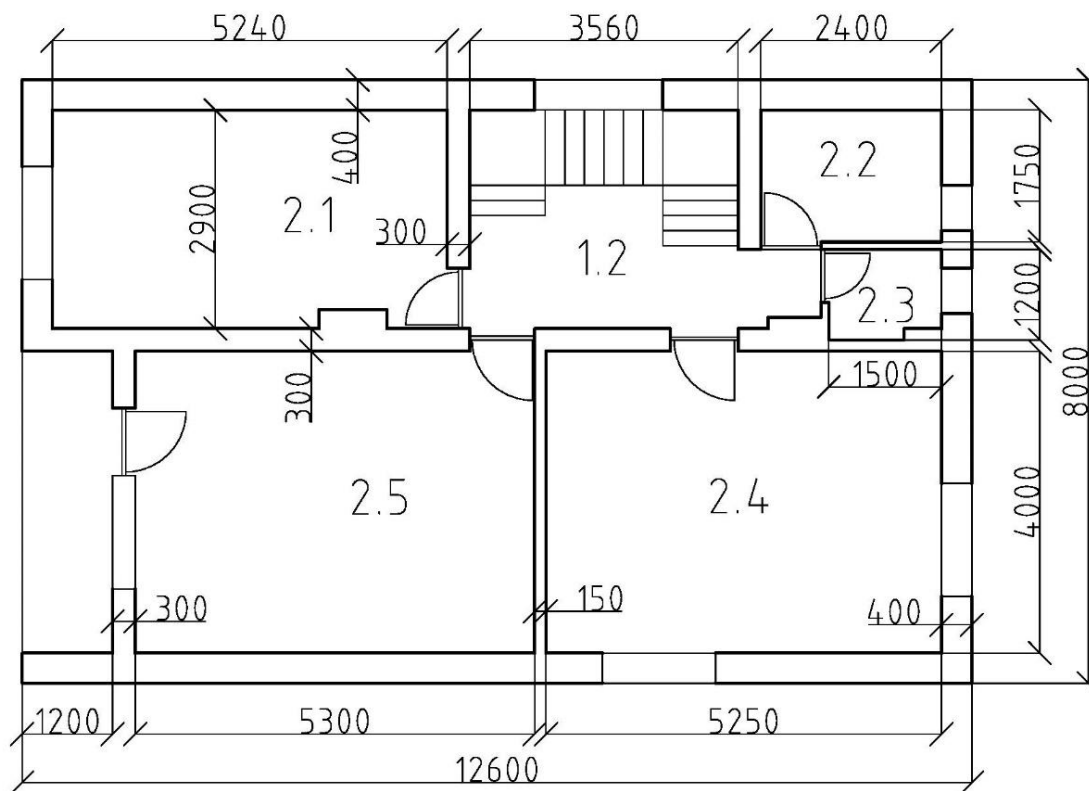
2 Popis objektu

Zvolený modelový dům pro tuto bakalářskou práci se nachází v obci Šebkovice na Třebíčsku. Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům s technickou místností ve sklepení, kde je umístěn zdroj tepla, garáž a další místnosti. Přední strana objektu je situována na jihozápad. Pro stavbu obvodových zdí byly použity pálené příčně děrované cihly, pro stropy byly použity hurdy, škvára a beton. Objekt je vytápěn v hlavní topné sezóně černým uhlím, při občasném přitopení mimo hlavní sezónu je jako palivo použito dřevo. Po obou stranách od hlavní vchodu se nacházejí sousední domy, se kterými nejsou sdíleny žádné stěny. Světlá výška stropů je 2,6 metru.

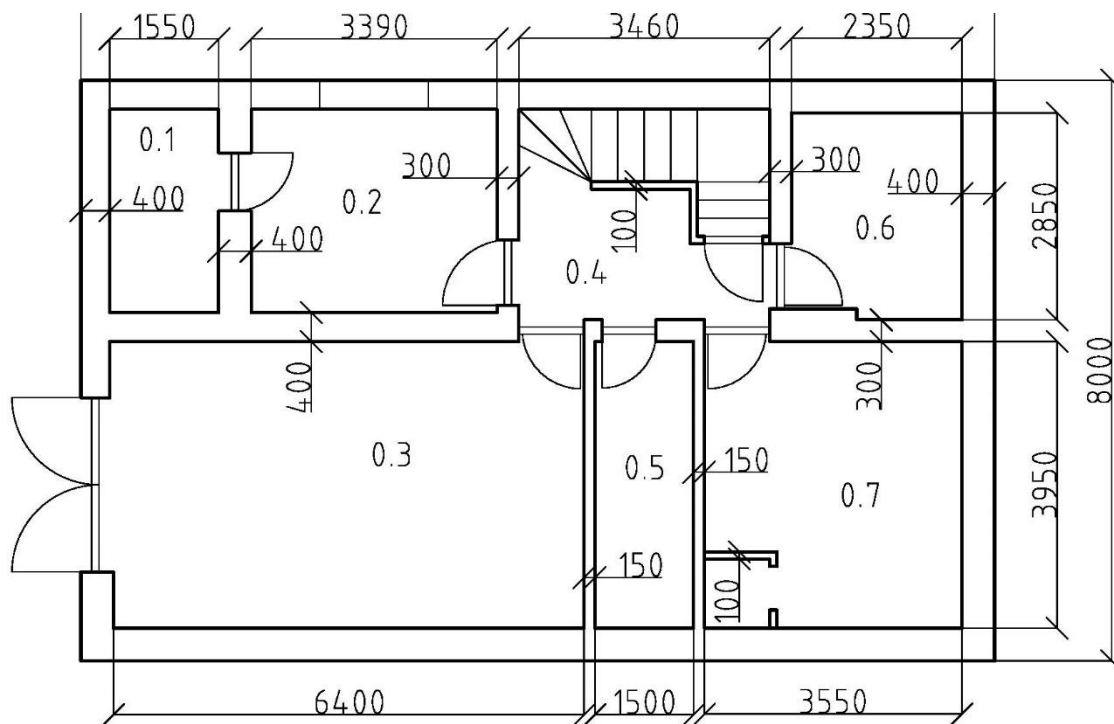
Obrázek 1: Půdorys přízemí



Obrázek 2: Půdorys druhého podlaží



Obrázek 3: Půdorys sklepa



3 Výpočet tepelných ztrát před rekonstrukcí

Aby bylo možné navrhnout a poté provést úpravy ve vytápění domu či izolaci, je důležité znát tepelné ztráty objektu před samotnými úpravami. Tepelné ztráty vyjadřují tepelný tok, který se udává v jednotce watt. Jedná se o teplo, které uniká přes obvodové stěny, okna, dveře, strop do venkovního prostředí nebo do sousedních místností s menší teplotou. K úniku tepla dochází rovněž větráním.

Tepelné ztráty se stanoví za nejnižší teploty v zimním období, která je platná pro danou lokalitu, kde se stavba nachází. Tímto postupem se získá potřebný tepelný výkon, který je nutné dodat do pokoje nebo domu, aby zde byla zajištěna požadovaná teplota.

Pro určení tepelného výkonu byla zvolena norma ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*¹. [9] Postup výpočtu podle normy se řídí těmito kroky [9]:

- a) Stanovení hodnoty výpočtové venkovní teploty a průměrné roční venkovní teploty.
- b) Stanovení stavu každého prostoru (vytápěného nebo nevytápěného) a hodnot pro výpočtovou vnitřní teplotu každého vytápěného prostoru.
- c) Stanovení rozměrových a tepelných vlastností pro všechny stavební části a pro každý vytápěný a nevytápěný prostor.
- d) Výpočet součinitele návrhových tepelných ztrát prostupem a násobení návrhovým rozdílem teplot pro získání tepelných ztrát prostupem vytápěného prostoru.
- e) Výpočet součinitele návrhových tepelných ztrát větráním a násobení návrhovým rozdílem teplot pro získání tepelných ztrát větráním vytápěného prostoru.
- f) Stanovení celkové návrhové tepelné ztráty vytápěného prostoru sečtením návrhových tepelných ztrát prostupem a návrhových tepelných ztrát větráním.
- g) Výpočet zátopového výkonu vytápěného prostoru, např. dodatečného výkonu potřebného pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění.
- h) Stanovení návrhového celkového tepelného výkonu sečtením celkových návrhových tepelných ztrát a zátopového výkonu.

3.1 Klimatické údaje

Klimatické údaje vyjadřují nejnižší teplotu a průměrnou teplotu vzduchu. Data pro jednotlivá místa jsou uvedena v příloze normy ČSN EN 12831 [9]. Jelikož potřebné hodnoty pro obce nejsou v dané normě uvedeny, musí se určit z těch, které jsou k dispozici pro nejbližší město. Nejbližší obcí Šebkovice, ve které se nachází již zmíněný modelový dům, je město Třebíč. Průměrná roční teplota vzduchu se určuje podle výpočtové teploty. Výsledná teplota, se kterou se bude počítat, a průměrná teplota vzduchu jsou uvedeny v tabulce níže.

¹ ČSN EN 12831 - *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu* – Dále jen ČSN EN 12831

Tabulka 1: Určené teploty pro výpočty [9]

Klimatické údaje	Označení	Jednotka	Hodnota
Výpočtová venkovní teplota	θ_e	°C	-15
Průměrná roční teplota	$\theta_{m,e}$	°C	3,1

3.2 Údaje o objektu

3.2.1 Parametry jednotlivých místností

Pro výpočty je důležité znát vnitřní objem vzduchu, plochu a teplotu pro každou místnost v domě. Vnitřní výpočtové teploty byly určeny podle přílohy NA. 2 z norem ČSN EN 12831 [9].

Tabulka 2: Hodnoty vytápěných místností

Místnost	Označení	Výpočtová teplota θ_{int} [°C]	Plocha A_i [m ²]	Vnitřní objem vzduchu V_i [m ³]
První patro				
Vstupní místnost	1.1	15	9,106	23,6756
Schodiště	1.2	15	10,324	53,6848
Zadní vchod	1.3	15	4,2	10,92
Záchod	1.4	24	1,8	4,68
Kuchyň	1.5	20	21	54,6
Obývací pokoj	1.6	20	25,6	66,56
Druhé patro				
Pokoj 1	2.1	20	15,196	39,5096
Koupelna	2.2	24	4,2	10,92
Záchod	2.3	24	1,8	4,68
Pokoj 2	2.4	20	21	54,6
Ložnice	2.5	20	21,2	55,12

Sklep				
Prádelna	0.7	20	14,02	36,452
Kotelna	0.2	15	9,831	25,5606

Pokud se nachází mezi venkovním prostorem a vytápěnou místností nevytápěný prostor, musí se určit teplotní redukční činitel b_u , který zahrne teplotní rozdíl mezi těmito místy.

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-] \quad (3.1) [9]$$

Tabulka 3: Hodnoty redukčního činitele b_u

Označení	Místnost	$\theta_u [^{\circ}\text{C}]$	$b_u [-]$
3.1	Půda	-6	0,74
0.1	Uhelna	10	0,286
0.2	Spižárna	5	0,43
0.3	Garáž	5	0,43
0.4	Schodiště	10	0,286
0.6	Vodárna	10	0,286

3.2.2 Údaje o materiálech

Součinitel tepelné vodivosti $\lambda [W/m \cdot K]$

Předtím než se začne určovat součinitel prostupu tepla, je nutné znát součinitel tepelné vodivosti jednotlivých stavebních materiálů. Jedná se o schopnost materiálu, který je stejnorodý a izotropní, vést teplo při dané střední teplotě. Vzorec pro jeho výpočet:

$$\lambda = \frac{\vec{q}}{-grad\theta} \quad (3.2) [9]$$

Hodnoty součinitele vodivosti tepla byly odečteny z normy ČSN 73-0540-3 – *Tepelná ochrana budov* [11].

Tabulka 4: Hodnoty součinitele vodivosti tepla [11]

Označení	Materiál	λ [W/m·K]
1	Beton hutný	1,3
2	Zdivo z příčně děrovaných cihel	0,63
3	Vápenná omítka	0,88
4	Omítka vápenocementová	0,99
5	Koberec	0,065
6	Keramická dlažba	1,01
7	Hurdy, betonové panely	0,57
8	Dřevo	0,15
9	Škvára	0,27
10	Břízolit	0,83
11	Plné pálené cihly	0,78
12	Štěrka	0,7
13	Asfaltová izolace (bitagit)	0,2

Tepelný odpor R [$m^2 \cdot K/W$]

Tepelný odpor je izolační vlastnost materiálu. Udává míru odporu materiálu proti pronikání tepla. Čím je vyšší, tím má materiál lepší izolační vlastnosti. Podle vztahu [9]:

$$R_i = \sum_1^n \frac{d_i}{\lambda_i} \quad (3.3)$$

d_i – tloušťka materiálu [m]

λ_i – součinitel tepelné vodivosti [W/m·K]

Součinitel prostupu tepla U_k [$W/m^2 \cdot K$]

Součinitel prostupu tepla vyjadřuje, kolik tepla unikne konstrukcí o ploše 1 m² při rozdílné teplotě jejích povrchů. Podle vztahu [9]:

$$U_k = \frac{1}{R_{si} + \sum_1^n R_i + R_{se}} \quad (3.4)$$

R_i – tepelný odpor materiálů

R_{si} – Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce

R_{se} – Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce

Tabulka 5: Odpor v závislosti na směru tepelného toku [9]

	Odpor $R[\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}]$	Směr tepelného toku		
		nahoru	vodorovně	dolů
20	R_{si}	0,10	0,13	0,17
21	R_{se}	0,10	0,04	0,17

Tabulka 6: Výpočet součinitele prostupu tepla pro obvodovou stěnu 400 mm

Kódy		Popis	d_i	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
Kód stavebních částí	Označení stavebních částí					
	Kód	Název vnitřní laminární vrstvy			R_{si}	
	Kód	Název materiálu	d_1	λ_1	$R_1=d_1/\lambda_1$	
	
	Kód	Název materiálu	d_n	λ_n	$R_n=d_n/\lambda_n$	
	Kód	Název vnější laminární vrstvy			R_{se}	
Celková tloušťka a U_k			Σd_i		ΣR_i	$1/\Sigma R_i$
Kódy		Popis	d_i	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
1A	Obvodová stěna 400mm					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně				0,13
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,005681	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015151	
	2	Příčně děrovaná cihla	0,4	0,63	0,634920	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015151	
	10	Břízolit	0,005	0,83	0,006024	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně				0,04
					0,85	1,18

Hodnoty součinitelů prostupu tepla jednotlivých stavebních částí byly spočítány stejným způsobem, jako v tabulce výše (viz Tabulka 6: Výpočet součinitele prostupu tepla pro obvodovou stěnu 400 mm). Výsledky jsou uvedeny v příloze (viz PŘÍLOHA A).

3.3 Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru

Tepelná ztráta je množství tepla, které uniká prostupem skrz konstrukci nebo větráním. Podle vztahu [9]:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \text{ [W]} \quad (3.5)$$

$\Phi_{T,i}$ – návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru [W]

$\Phi_{V,i}$ – návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W]

3.3.1 Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]} \quad (3.6)$$

$H_{T,ie}$ – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) pláštěm budovy [W/K]

$H_{T,iue}$ – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem [W/K]

$H_{T,ig}$ – součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) v ustáleném stavu [W/K]

$H_{T,ij}$ – součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j) vytápěného na výrazně jinou teplotu [W/K]

$\theta_{int,i}$ – výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [°C]

θ_e – výpočtová venkovní teplota [°C]

Součinitel tepelné ztráty do venkovního prostředí

Součinitel tepelné ztráty $H_{T,ie}$ zahrnuje všechny stavební části, které oddělují vytápěný prostor od venkovního prostředí. Patří mezi ně stěny, podlaha, strop atd.

Podle normy ČSN EN 12831 [9] lze tento součinitel počítat dvěma způsoby. První způsob zahrnuje lineární tepelné mosty v konstrukci. Je velice rozsáhlý a také vyžaduje detailní znalost konstrukce modelového domu. Druhá možnost při výpočtu využívá korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části, který tyto mosty zahrnuje. Tento součinitel se však určuje na základě izolace, která není součástí modelového domu. Z tohoto důvodu je v této práci pro výpočet použit zjednodušený postup. Podle vztahu [9]:

$$H_{T,ie} = \sum_K A_k \cdot U_k \text{ [W/K]} \quad (3.7)$$

Součinitel tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Součinitel tepelné ztráty nevytápěným prostorem se uvažuje tehdy, pokud se mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím nachází prostor, který vytápěn není. Podle vztahu [9]:

$$H_{T,iue} = \sum_K A_k \cdot U_k \cdot b_u \text{ [W/K]} \quad (3.8)$$

b_u – teplotní redukční součinitel zahrnující teplotní rozdíl mezi nevytápěným prostorem a venkovním prostředím.

Součinitel tepelné ztráty do zeminy

Tepelné ztráty do zeminy vyjadřují únik tepla podlahami nebo stěnami, které se přímo nebo nepřímou stýkají se zemí. Výpočet tohoto součinitele popisuje norma ČSN EN 13370 – *Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody*. Tato norma uvádí dva způsoby výpočtu. V této práci bude použit zjednodušený výpočet, který je popsán v ČSN EN 12831 [9].

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_K A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \text{ [W/K]} \quad (3.9)$$

f_{g1} – korekční činitel zohledňující vliv ročních změn teploty [-]

f_{g2} – korekční redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-] Podle vztahu [9]:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \text{ [-]} \quad (3.10)$$

$U_{equiv,k}$ – ekvivalentní součinitel prostupu tepla, který se stanovuje podle typologie podlahy. Tento součinitel byl určen z tabulky v normě ČSN EN 12831 [9]. Pro určení je potřebné vypočítat charakteristický parametr B' . [W/m²·K] Podle vztahu [9]:

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} \text{ [m]} \quad (3.11)$$

A_g – plocha uvažované podlahové konstrukce [m²]

P – obvod uvažované podlahové konstrukce [m]

G_w – korekční činitel zohledňující vliv spodní vody. Uvažuje se tehdy, pokud vzdálenost mezi předpokládanou hladinou spodní vody a úrovní podlahy je menší než 1 metr.

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru, který je vytápěný na výrazně jinou teplotu, představuje tepelný tok vstupem tepla mezi místnostmi s výrazně odlišnou teplotou. Místnosti, které se vytápějí na odlišnou teplotu, jsou například koupelna, technické nebo skladovací prostory. Dále se mezi ně zahrnuje funkční i nefunkční místnosti z jiného domu, který je přistavěný k uvažovanému domu. Podle vztahu [9]:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{i,j} \cdot A_k \cdot U_k \text{ [W/K]} \quad (3.12)$$

$f_{i,j}$ – redukční teplotní součinitel. Koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty. Podle vztahu [9]:

$$f_{i,j} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{vytápěného\ sousedního\ prostoru}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \text{ [-]} \quad (3.13)$$

A_k – plocha stavební části [m²]

U_k – součinitel přestupu stavební části [W/m²·K]

Tabulka 7: Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost 2.2

2.2 Koupelna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová zeď 400 mm	10,25	1,18	1	12,10
2D	Okno	0,54	2,4	1	1,30
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					13,39
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2E	Strop 2. NP	4,2	1,18	0,77	3,81612
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					3,81612
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1B	Vnitřní dělicí stěna 300 mm	4,55	1,68	0,23	1,76
1F	Vnitřní dveře	1,4	1,9	0,23	0,61
1E	Podlaha + dlažba	4,2	1,01	0,23	0,97566
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]					3,55
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					20,56
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	24
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	39
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					801,86

Pro každou místnost byly určeny tepelné ztráty prostupem tepla stejným způsobem, jako v tabulce výše (viz Tabulka 7: Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost 2.2). Výsledky jsou uvedeny v příloze (viz PŘÍLOHA B).

3.3.2 Návrhová tepelná ztráta větráním

Z hygienických důvodů se musí v každém objektu větrat, což vede k tepelným ztrátám větráním. Tyto ztráty se musí zahrnout do celkových tepelných ztrát objektu. Podle vztahu [9]:

$$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]} \quad (3.14)$$

$H_{v,i}$ – součinitel návrhové tepelné ztráty větráním [W/K]

$\theta_{int,i}$ – výpočtová teplota vnitřního prostoru [°C]

θ_e – výpočtová venkovní teplota [°C]

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním

Součinitel lze vypočítat dvěma způsoby. Jedna z možností zahrnuje proměnlivé hodnoty hustoty a tepelné kapacity vzduchu. U druhé možnosti se předpokládají hodnoty hustoty a tepelné kapacity konstantní. V této práci je zvolen druhý postup. Podle vztahu [9]:

$$H_{v,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i \text{ [W/K]} \quad (3.15)$$

\dot{V}_i – výměna vzduchu [m³/h]

Výpočet výměny vzduchu závisí na způsobu větrání, tzn., zda se uvažuje přirozené větrání nebo je v uvažovaném domě nainstalována větrací soustava.

Přirozené větrání

Při přirozeném větrání se předpokládá, že vzduch, který přichází, má stejné tepelné vlastnosti jako vnější vzduch. Následně je hodnota tepelné ztráty úměrná rozdílu teplot. Hodnota výměny vzduchu se stanoví jako maximum z hodnot výměny vzduchu infiltrací a minimální výměny vzduchu, která je požadována z hygienických důvodů. Výpočet bude proveden podle vztahu [9]:

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}; \dot{V}_{min,i}) \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (3.16)$$

$\dot{V}_{inf,i}$ – infiltrace vzduchu obvodovým pláštěm budovy [m³/h]

$\dot{V}_{min,i}$ – hygienické množství vzduchu [m³/h]

Infiltrace obvodovým pláštěm budovy

Infiltrace obvodovým pláštěm budovy je množství vzduchu, které proniká např. spárami, za působení větru a vztlaku na obvodový plášť. Výpočet bude proveden podle vztahu [9]:

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (3.17)$$

n_{50} – intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnějším a vnitřním prostředím a zahrnuje také účinky přívodu vzduchu [h⁻¹]; Hodnoty intenzity výměny vzduchu byly odečteny z přílohy D.5.2 normy ČSN EN 12831 [9].

e_i – stínící činitel; Hodnoty byly odečteny z přílohy D.5.3 normy ČSN EN 12831 [9].

ε_i – výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem; Hodnoty byly odečteny z přílohy D.5.4 normy ČSN EN 12831 [9].

V_i – objem vytápěné místnosti, který byl vypočítán z vnitřních rozměrů [m³]

Hygienické množství vzduchu

Z hygienických důvodů se vyžaduje minimální výměna vzduchu. Hodnotu lze stanovit z národních údajů. Pokud tyto údaje nejsou dostupné, lze množství určit podle vztahu [9]:

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (3.18)$$

n_{min} – minimální intenzita výměny venkovního vzduchu [h^{-1}]

V_i – objem vytápěné místnosti spočítaný podle vnitřních rozměrů [m^3]

Výpočet ztrát větráním pro místnost 1.1 Vstupní místnost

Objem místnosti $V = 23,68 \text{ m}^3$

Výpočtová venková teplota $\theta_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$

Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu $n_{min,i} = 0,5 \text{ h}^{-1}$

Nejmenší hygienické množství vzduchu

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i = 23,68 \text{ m}^3 \cdot 0,5 \text{ h}^{-1} = 11,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

Intenzita výměny vzduchu při 50 Pa $n_{50} = 8 \text{ h}^{-1}$

Činitel zaclonění $e = 0,02$

Výškový korekční činitel $\varepsilon = 1$

Množství vzduchu infiltrací

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i = 2 \cdot 23,68 \text{ m}^3 \cdot 8 \text{ h}^{-1} \cdot 0,02 \cdot 1 = 7,58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zvolená výpočtová hodnota

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}; \dot{V}_{min,i}) = \max\left(7,58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}; \frac{11,84 \text{m}^3}{\text{h}}\right) = 11,84 \text{m}^3/\text{h}$$

Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i = 0,34 \cdot 11,84 \text{ m}^3/\text{h} = 4,02 \text{ W/K}$

Teplotní rozdíl $\theta_{int,i} - \theta_e = 15 \text{ }^\circ\text{C} - (-15 \text{ }^\circ\text{C}) = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 30 \text{ K}$

Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) = 4,02 \frac{\text{W}}{\text{K}} \cdot 30 \text{ K} = 120,75 \text{ W}$

Tepelné ztráty větráním pro zbylé místnosti jsou vypočítány stejným způsobem. Výpočty a výsledky jsou zapsány v tabulce, která je uvedena v přílohách (viz PŘÍLOHA B).

3.4 Zátopový tepelný výkon

Zátopový tepelný výkon je vyžadován u prostorů s přerušovaným vytápěním po útlumu v určitém čase, aby byla dosažena požadovaná výpočtová vnitřní teplota. Záleží na akumulacích vlastnostech stavebních částí, době zátoku, teplotním poklesu po útlumu, vlastnostech regulačního a řídicího systému.

V určitých případech lze použít zjednodušenou výpočtovou metodu pro stanovení zátopového tepelného výkonu. Používá se u obytných a neobytných budov. U obytných prostor je ji možno použít při době omezení 8 hodin, resp. nočního útlumu, nebo pro stavební konstrukci, která není lehká. Pro neobytné budovy se uplatňuje v době omezení 48 hodin (víkendový útlum), užití v pracovních dnech nižší než 8 hodin za den a pro výpočtovou vnitřní teplotu v rozmezí 20 až 22 °C. Podle vztahu [9]:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \text{ [W]} \quad (3.19)$$

A_i – podlahová plocha vytápěného prostoru [m²]

f_{RH} – korekční součinitel závisející na době zátoku a předpokládaném poklesu vnitřní teploty v útlumové době [W/m²]

Výpočet zátopového výkonu pro místnost 1.1 Vstupní místnost

Podlahová plocha vytápěného prostoru $A = 9,106 \text{ m}^2$

Korekční součinitel $f_{RH} = 16 \text{ W/m}^2$

Zátopový výkon $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} = 9,106 \text{ m}^2 \cdot 16 \text{ W/m}^2 = 145,696 \text{ W}$

Zátopový výkon zbylých místností je spočítán stejným způsobem. Hodnoty a výsledky jsou zapsány v tabulce, která je uvedena v přílohách (viz PŘÍLOHA B).

3.5 Návrhový tepelný výkon

Návrhový tepelný výkon se stanoví na základě tepelných ztrát prostupem tepla, tepelných ztrát větráním a tepelného zátopového výkonu. Podle této hodnoty se určí potřebný výkon zdroje tepla. Podle vztahu [9]:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \text{ [W]} \quad (3.20)$$

Celkové tepelné ztráty větráním $\Phi_{T,i} = 13950,92 \text{ W}$

Celkové tepelná ztráty větráním $\Phi_{V,i} = 4586,58 \text{ W}$

Celkový zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i} = 2548,43 \text{ W}$

Návrhový tepelný výkon

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} = 13950,92 \text{ W} + 4586,58 \text{ W} + 2548,43 \text{ W} = 21085,93 \text{ W}$$

3.6 Roční spotřeba tepla vytápěním

Pro stanovení nákladů na vytápění za celý rok je nutné vypočítat roční spotřebu tepla. Z již určeného návrhového tepelného výkonu a počtu denostupňů ji lze zjistit podle vztahu [52]:

$$Q_{VYT,r} = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot \Phi_{HL,i} \cdot D}{(\theta_{m,int} - \theta_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ [GJ/rok]} \quad (3.21)$$

e_i – nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a prostupem. Pro tento případ byla zvolena hodnota 0,85.

e_t – nerovnoměrná teplota během dne. Pro výpočet bude použita hodnota 0,9.

e_d – přerušované vytápění během týdne. Pro výpočet bude použita hodnota 1 z důvodu sedmidenního provozu.

η_o – účinnost regulace soustavy. Zvolena hodnota 0,9.

η_r – účinnost rozvodu vytápění. Zvolena hodnota 0,98.

$\Phi_{HL,i}$ – Návrhový tepelný výkon [W] (viz 3.5 Návrhový tepelný výkon)

θ_e – venkovní výpočtová teplota [°C]

$$D = d \cdot (\theta_{m,int} - \theta_{m,e}) \text{ [K} \cdot \text{dny]} \quad (3.22)$$

d – počet dnů, ve kterých se topí. Určuje se na základě lokality. Hodnota byla určena z normy podle tabulka NA. 1. [9]

$\theta_{m,int}$ – průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C]

$\theta_{m,e}$ – střední denní venkovní teplota pro začátek a konec topného období [°C]

Výpočet roční spotřeby tepla vytápěním

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $\theta_{m,int} = 19 \text{ }^\circ\text{C}$

Střední denní venkovní teplota pro začátek a konec topného období $\theta_{m,e} = 3,1 \text{ }^\circ\text{C}$

Venkovní výpočtová teplota $\theta_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$

Počet dnů, ve kterých se topí pro danou oblast $d = 263 \text{ dnů}$

$$D = d \cdot (\theta_{m,int} - \theta_{m,e}) = 236 \text{ dnů} \cdot (19 \text{ }^\circ\text{C} - 3,1 \text{ }^\circ\text{C}) = 4182 \text{ K} \cdot \text{dny}$$

Roční spotřeba tepla na vytápění

$$\begin{aligned} Q_{VYT,r} &= \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot \Phi_{HL,i} \cdot D}{(\theta_{m,int} - \theta_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \\ &= \frac{0,85 \cdot 0,9 \cdot 1}{0,9 \cdot 0,98} \cdot \frac{24 \cdot 21085,93 \text{ W} \cdot 4182 \text{ K} \cdot \text{dny}}{[19 \text{ }^\circ\text{C} - (-15 \text{ }^\circ\text{C})]} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} = 194,3 \text{ GJ/rok} \end{aligned}$$

Výpočet nákladů na vytápění pro stávající kotel na černé uhlí

Účinnost stávajícího kotle $\eta = 70 \%$

Výhřevnost černého uhlí ořech 30 mm – 50 mm $Q_v = 30,2 \text{ MJ/Kg}$ [56]

Množství spotřebovaného černého uhlí za rok

$$M = \frac{Q_{VYT,r}}{Q_v} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{194300 \text{ MJ}}{30,2 \text{ MJ/rok}} \cdot \frac{1}{0,7} = 9191 \text{ Kg/rok}$$

Cena černého uhlí ořech 30 mm – 50 mm $P = 5,17 \text{ Kč/Kg}$ [55]

Náklady $P \cdot M = 5,17 \text{ Kč/Kg} \cdot 9191 \text{ Kg/rok} = 47517 \text{ Kč/rok}$

Potřebná energie na vytápění modelového domu, který byl zvolen pro tuto bakalářskou práci, by činila 194,3 GJ/rok. Po přepočtení na spotřebované množství černého uhlí za rok, by náklady na vytápění byly ve výši 47517 Kč/rok. Autor při výpočtu uvažoval uhlí dostupné v okolí modelového domu, avšak cena černého uhlí je na českém trhu rozdílná.

4 Dotace

Investice do úsporných opatření v mnohých případech značně zatěžují rozpočet rodiny, která je chce realizovat. V ČR je však v současné době možné zažádat o dotaci, která může jednotlivým rodinám pomoci s financováním rekonstrukce domu. Již několik let dochází k vypisování výzev k podávání žádostí o poskytnutí finanční podpory pro vlastníky rodinných domů v rámci programu Nová zelená úsporám². V následujícím textu budou popsány a vysvětleny podmínky přijatelnosti dané žádosti.

NZÚ si jako hlavní cíl klade zlepšení stavu životního prostředí snížením produkce emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů. Dalším cílem je úspora energie v konečné spotřebě a stimulace ekonomiky ČR s dalšími sociálními přínosy, zlepšení vizuální stránky měst a obcí nebo zvýšení kvality bydlení. Program je rozdělen na dvě kategorie podle typu dotovaného objektu, kde první zahrnuje rodinné domy a druhá bytové domy.

Podpora pro rodinné domy se dělí na tři oblasti:

1. Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů³
2. Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností⁴
3. Efektivní využití zdrojů energie⁵

Oblast A je zaměřena na zateplení obálky budovy, tedy výměnu oken či dveří, zateplení obvodových stěn, střechy, stropu nebo podlahy, a to jak na dílčí, tak i na komplexní opatření. Do oblasti B spadá pouze výstavba nových rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností. Oblast C podporuje dotace na výměnu elektrického a plynového vytápění nebo původního hlavního zdroje na tuhá fosilní paliva, který nedosahuje parametrů 3. emisní třídy, instalace solárních termických a fotovoltaických systémů nebo pořízení systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu. Tato bakalářská práce je zaměřena na úsporná opatření rodinného domu, tudíž žádost spadá do první kategorie NZÚ, do oblastí A a C.

Podmínky oblasti podpory A nevyžadují specifický postup realizace opatření, ale pouze výsledky, např. dosažené hodnoty nebo procentuální snížení měrné roční potřeby tepla na vytápění. Podle těchto údajů se oblast A dělí na čtyři podoblasti, které jsou uvedeny v následující tabulce.

² Nová zelená úsporám – dále jen NZÚ

³ Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů – dále jen oblast A

⁴ Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností – dále jen oblast B

⁵ Efektivní využití zdrojů energie – dále jen oblast C

Tabulka 8: Rozdělení oblasti A [30]

Sledovaný parametr	Označení [Jednotky]	A.0	A.1	A.2	A.3
Měrná roční potřeba tepla na vytápění po realizaci nebo Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	E_A [kWh·m ⁻² ·rok ⁻¹]	Bez požadavku	≤ 90	≤ 55	≤ 35
	U_{em} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]		Nebo		
			≤ 0,95 $U_{em,R}$	≤ 0,85 $U_{em,R}$	≤ 0,75 $U_{em,R}$
Měně stavební prvky obálky budovy	U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	$U \leq 0,9 \cdot U_{rec}$	Dle požadavku ČSN 73 0540 - 2 a vyhl. Č. 78/2013 Sb.		
Procentní snížení vypočtené měrné roční potřeby tepla na vytápění E_A oproti stavu před realizací opatření	[%]	≥ 20 %	≥ 40 %	≥ 50 %	≥ 60 %
Povinná instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla splňující podmínky pro podoblast C.4	[-]	Ne	Ne	Ne	Ano

Při výpočtech tepelných ztrát s uvažovanými úpravami byl materiál a jeho tloušťka určeny na základě požadavků podle normy uvedené v tabulce výše (viz Tabulka 8: Rozdělení oblasti A [30]). Maximální výše dotace činí 50 %. V tabulce níže jsou uvedené maximální peněžní částky pro každou podoblast, které lze získat (viz Tabulka 9: Maximální výše podpory pro jednotlivé podoblasti [30]).

Tabulka 9: Maximální výše podpory pro jednotlivé podoblasti [30]

Typ konstrukce	A.0 a A.1 (Kč/m ²)	A.2 (Kč/m ²)	A.3 (Kč/m ²)
Obvodové stěny a podlahy nad exteriérem	500	600	800
Střechy	500	600	800
Výplně otvorů	2100	2750	3800
Podlahy na terénu	700	900	1200
Stropy a ostatní konstrukce	330	400	550

U oblasti C je uvedena podmínka, že o podporu smí požádat pouze právnické osoby. Fyzické osoby s touto žádostí spadají do samostatného dotačního programu na výměnu zdroje tepla. Jedná se o Operační program Životní prostředí 2014 - 2020⁶, který je financován Evropskou unií. Program je rozdělen na pět prioritních os, kde každá podporuje určitou oblast. Projekt této bakalářské práce spadá do prioritní osy 2, jejímž cílem je zlepšení kvality ovzduší, přesněji do oblasti podpory Snížit emise z lokálního vytápění domácností podílející se na expozici obyvatelstva koncentracím znečišťujících látek. Výše podpory na výměnu zdroje tepla se liší podle druhu. Pro kotle výhradně na biomasu a tepelná čerpadla je výše podpory stanovena na 80 %, kombinované kotle na uhlí s biomasou a plynové kotle 75 % a kotle výhradně na uhlí 70 %.

Žádost o podporu vyřizuje kraj, ve kterém se daný objekt nachází. V každém kraji jsou vybrány města a obce, z kterých mohou obyvatelé žádat. Modelový dům této bakalářské práce se nachází v obci Šebkovice, která se svým katastrem spadá pod Kraj Vysočina, jak již bylo zmíněno v přechozí kapitole (2 Popis objektu). Tato obec není uvedena v seznamu obcí, které jsou programem OPŽP podporovány. Z tohoto důvodu není při výpočtech uvažována dotační podpora při výměně zdroje tepla.

⁶ Operační program životního prostředí 2014 - 2020 – dále jen OPŽP

5 Úsporná opatření modelového domu

Nedílnou součástí úsporných opatření je snížení tepelných ztrát domu. Mezi hlavní úsporná opatření patří výměna otvorových výplní a zaizolování obvodového zdiva.

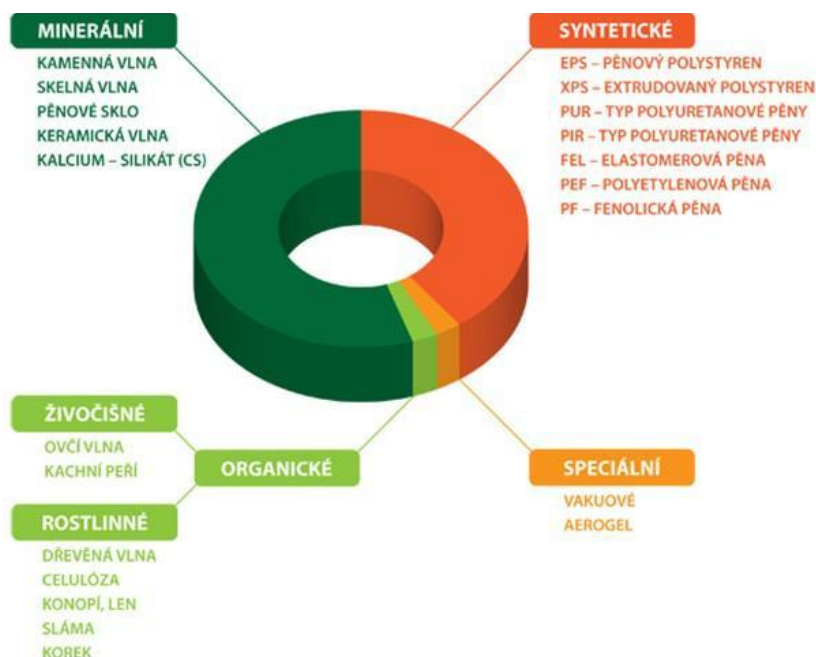
V následující podkapitole jsou uvedeny materiály, které lze použít jako izolaci při zateplování pláště domu, a jejich vlastnosti, výhody či nevýhody. Z těchto materiálů autor vybral a následně porovnal několik vhodných materiálů. V další podkapitole jsou uvedeny druhy otvorových výplní a jejich porovnání. Všechny tyto možnosti byly vybrány tak, aby splňovaly podmínky pro získání dotace, která bude podrobně popsána v další kapitole.

5.1 Materiály pro zateplení pláště stropu

Pro zvolení správné tepelné izolace je nutno zohlednit faktory, jako jsou tepelný odpor a difúzní odpor. Difúzní odpor je značen řeckým písmenem μ a udává schopnost materiálu propouštět vodní páru. Pro zateplování fasád domu je lepší, když je materiál spíše propustný. Pokud by příliš zadržoval vlhkost, mohlo by dojít k vlhnutí zdiva a tím i tvorbě plísní uvnitř objektu.

Tepelný odpor materiálu vyjadřuje zadržení tepla materiálem. Závisí na tepelné vodivosti, kterou udává výrobce, a na tloušťce materiálu. Čím vyšší je hodnota tepelného odporu, tím má materiál lepší izolační vlastnosti. Rozdělit se také mohou na pěnové, vakuové, nerostné a přírodní izolace.

Obrázek 4: Rozdělení materiálů [20]



Pěnový polystyren - EPS

Výroba pěnového polystyrenu probíhá polymerací styrenu, který je zpěňován a následně nařezán na desky. V průběhu procesu jsou přidány tzv. retardéry hoření, které zajišťují, aby se oheň v případném vzplanutí uhasil. U materiálu se uvádí součinitel tepelné vodivosti a pevnost v tlaku. Součinitel tepelné vodivosti λ má hodnotu 0,037 W/m·K pro klasický polystyren a 0,032 W/m·K pro EPS s přidavkem grafitu, který má šedou barvu. Pevnost v tlaku se pohybuje v rozmezí 50 kPa až 250 kPa.

V letošním roce byly provedeny změny ve značení tohoto materiálu. Dříve se značil např. EPS 100Z 100. Kde první číslo udává hodnotu pevnosti v tlaku, písmeno Z – základní, S – stabilizovaný, F- fasádní a poslední část vyjadřuje tloušťku materiálu. Dnes již všechny firmy pokročily technologicky dopředu a vyrábí označení S.

Obrázek 6: Pěnový polystyren [13]



Obrázek 5: EPS s přidavkem grafitu [14]



Extrudovaný polystyren - XPS

Extrudovaný polystyren vzniká z polystyrenu, kdy je tavenina krystalového polystyrenu vytlačována a zároveň sycena tzv. vypěňovadlem. Na konci zařízení, ve kterém probíhá tento proces, dojde k poklesu tlaku a tím i k napěnění. Prodává se ve formě desek jako EPS, ale má lepší vlastnosti. Jeho hodnota součinitele tepelné vodivosti λ je 0,035 W/m·K. Vyznačuje se větší pevností v tlaku, dokáže odolat tlaku až 300 kPa.

Využívá se i jako hydroizolace, protože je nenasákavý. Je to způsobeno technologií výroby, kdy dochází k zacelení hran a tím je zaručena voděodolnost. Aby byla zachována maximální odolnost, musí se desky instalovat nejlépe vcelku. Této vlastnosti se využívá hlavně tam, kde dochází k tvorbě plísni. Pro svou vysokou pevnost v tlaku se používá při zateplování průmyslových podlah, parkovišť nebo střešních teras.

Obrázek 7: Extrudovaný polystyren – XPS
[19]



Polyuretanová a polyisokianurátová - PUR a PIR

PUR má výborné tepelně izolační vlastnosti, součinitel tepelné vodivosti λ se pohybuje v rozmezí 0,020 – 0,036 W/m·K. Typické pro tento materiál je nízká hmotnost a žlutá barva. Je také málo nasákavá a dobře jí prostupuje vodní pára.

PIR pěna má podobné vlastnosti, ale je odolnější vůči tlaku a taky součinitel tepelné vodivosti je menší. Je v rozmezí 0,021 – 0,023 W/m·K.

Obě varianty se používají na stavbách buď ve formě pěny, nebo jako tvrdé desky. Nejčastěji se aplikují nástřikem při izolaci střeš, stropů nebo složitějších konstrukcí. Do těchto prostor je využívána díky své dobré difuzi. Aplikace pěny je velice jednoduchá. Po nástřiku dojde k chemické reakci a napěněním vyplní prostor. Po jejím vytvrzení se ořízne.

Obrázek 8: Aplikace PUR pěny [37]



Pěnové sklo

Jedná se o zateplovací materiál, který se vyrábí recyklací skla, respektive skleněných střeptů nebo z běžných sklářských materiálů. Sklo se smíchá s uhlíkem, obě tyto složky jsou ve formě velmi jemného prášku. Částice v prášku jsou veliké v řádu nanometrů. V peci se tato směs

zahřeje na 1000 °C. Za této teploty dochází k natavení skla a k oxidaci uhlíku na oxid uhličitý. Ten ve formě plynu vytvoří v materiálu bublinky a mnohonásobně znásobí objem směsi.

Materiál má dobrou pevnost v tlaku, je parotěsný a odolný vůči většině chemických vlivů. Prodává se ve formě desek nebo granulí. Desky se aplikují tam, kde by ostatní materiály neobstály. Nejvíce se používají tam, kde je mezi místnostmi vysoká vlhkost. Granule nebo štěrk se vytvoří z desek, které se nadrtí. Využívá se tam, kde je třeba izolační zásyp apod. Např. při stavbě domu se sype pod základovou desku, tím se docílí odizolování stavby a jejích základů.

Obrázek 9: Štěrk z pěnového skla [50]



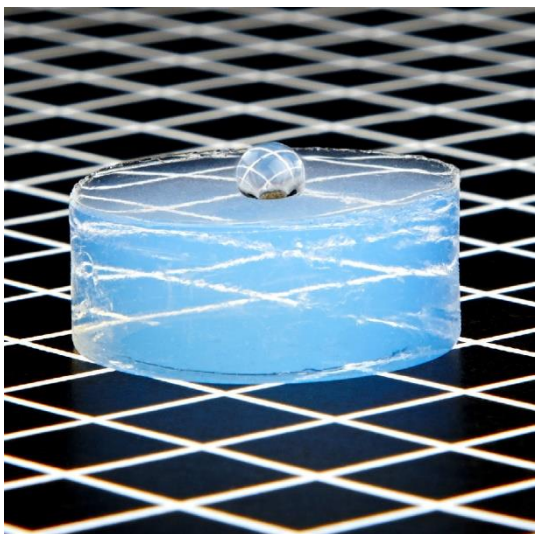
Aerogel

Aerogel se také nazývá zmrzlý modrý dým a to díky svému vzhledu, který je zobrazen na obrázku níže. V České republice⁷ zaujímá na trhu poslední příčku, ale jinak je tomu v zahraničí. Vyrábí se obdobně jako pěnové sklo, ale má mnohem lepší vlastnosti. Je vysoce porézní a díky tomu i velice lehký, pouze třikrát těžší než vzduch. Některé jeho verze jsou i odolné teplotám až 1600 °C. Propouští plyny a kapaliny, ale při dlouhodobému vystavení kapalinám se mění na obyčejný gel. Tento proces je už nevratný. I když je velice lehký, tak neztrácí dobrou odolnost vůči tlaku. Tepelný součinitel vodivosti λ se pohybuje v rozmezí 0,012 – 0,02 W/m·K.

Tento materiál můžeme nazvat materiálem budoucnosti. V kosmickém programu se využívá jako izolace nebo jako náplň filtrů k filtrování vesmírného prachu. Ve stavebnictví se používá ve formě role, ze které se odřezávají pásy potřebné pro zateplení pláště domu. Výhodou je, že pásy nejsou tak široké, jako například u polystyrenu. Nevýhodou je vysoká cena.

⁷ Česká republika – dále jen ČR

Obrázek 10: Aerogel [1]



Obrázek 11: Tepelná aerogelová izolace [38]



Minerální vlna

Minerální vlna patří mezi materiály, které se vyrábí z nerostných zdrojů. Můžeme ji rozdělit na dva druhy, a to skelnou nebo kamennou vlnu. K výrobě skelné vaty se používá písek a sklo, pro kamennou čedič. V dnešní době se výrobci čím dál víc snaží využívat k výrobě skelné vlny recyklované sklo. Surovinu se nataví a přetvoří se ve vlákna, do kterých jsou poté přidávány pojiva a další látky, aby bylo dosaženo požadovaných vlastností.

Je tvarově a objemu stálá, paropropustná, nehořlavá a pohlcuje zvuk. Jelikož je neorganického původu, tak se u ní neobjevují plísně a ani není poškozována škůdci. Tepelný součinitel vodivosti λ se pohybuje v rozmezí 0,03 – 0,04 W/m·K.

Obrázek 12: Měkká minerální vlna [25]



Prodává se jako měkká vlna ve formě rolí nebo ve formě tvrdých desek. V měkké variantě se nejčastěji používá pro nezatížené tepelné izolace, jako například na půdách. S tvrdými deskami se setkáme u provětrávaných fasád, u výplně rámců u dřevostaveb atd.

Obrázek 13: Tvrdá minerální vlna [15]



Konopí

Přírodní izolace, která se používala už v dřívějších dobách. Nejčastěji se z ní vyráběly plachty a lana, ale v dnešní době stále více nachází uplatnění ve stavebnictví. Vyrábí se z technického konopí, respektive z jeho vláken. Ke spojení vláken se k nim musí přidat pojivo polypropylen, který není zdravotně závadný. Poté se směs zahřeje, aby došlo k jejímu propojení.

Hlavní výhodou je, že se jedná o ekologicky nezávadný materiál, který svými vlastnostmi nezaostává za těmi syntetickými. Součinitel tepelné vodivosti se pohybuje mezi 0,04 – 0,042 W/m·K. Odolává vlhkosti, škůdcům a plísním. Je velice pružná a má výborné difuzní propustnost. Nejčastěji se používá pro difuzně otevřené stavby, k zateplení stropů a střech.

5.1.1 Zateplení obvodových zdí a stropu druhého podlaží

Mezi hlavní úsporná opatření patří zateplení obvodových zdí a stropu mezi druhým patrem a pochozí půdou. V následujících tabulkách (viz Tabulka 10: Výběr materiálů pro zateplení obvodových zdí a Tabulka 11: Výběr materiálů) jsou uvedeny vybrané materiály, které jsou dostupné na českém trhu, a celková cena zateplení před získáním dotační podpory i po té. Pro účely této bakalářské práce byly ceny izolačních materiálů zjištěny přímo od výrobců. Ceny u jednotlivých prodejců se mohou lišit a výsledná výše investice se tak může snížit výběrem vhodného dodavatele.

Materiály byly vybírány tak, aby vyhovovaly podmínkám pro získání dotační podpory z programu Nová zelená úsporám [29]. Tloušťka materiálů pro obvodové zdi a strop byla dopočítána podle hodnot uvedených v normě ČSN 73 0540-2 [10].

Při kalkulaci celkové ceny zateplení byly započítány i náklady spojené s dalšími materiály a příslušenstvím, které jsou nezbytné při realizaci zateplení, a bylo zahrnuto o 10 % více materiálu z důvodu ztráty materiálu při jeho řezání. Ve výpočtu nebyly zahrnuty položky typu pronájem lešení a práce z důvodu bezplatného zajištění u modelového domu této bakalářské práce. Náklady spojené s pronájmem lešení se liší podle celkové plochy zapůjčeného lešení. Cenové nabídky za práci se průměrně pohybují mezi 200 až 300 Kč/m².

Tabulka 10: Výběr materiálů pro zateplení obvodových zdí

Zateplení fasády					
Název	λ [W/m·K]	Tloušťka [mm]	Cena[Kč/m ²]	Celková cena zateplení [Kč]	Cena po dotaci [Kč]
ISOVER EPS 70F	0,039	180	455 [21]	139 126	69 563
Knauf insulation FKD N	0,034	160	949 [21]	253 240	148 240
FRONTROCK MAX E	0,036	160	546 [40]	160 147	80 073
Styrotherm plus 70	0,032	140	194 [42]	78 835	39 417

Tabulka 11: Výběr materiálů pro zateplení stropu

Zateplení stropu					
Název	λ [W/m·K]	Tloušťka [mm]	Cena[Kč/m ²]	Celková cena zateplení [Kč]	Cena po dotaci [Kč]
Knauf Insulation Classic 039	0,039	180	340 [21]	81 005	48 005
ISOVER Orsik	0,038	160	278 [21]	74 185	41 185
ROCKMIN PLUS	0,037	160	184 [40]	64 945	32 473
Styrotherm plus 100	0,032	140	227 [43]	73 415	40 415

Výpočet nákladů materiálů potřebných při aplikaci izolačních materiálů

Plocha obvodových zdí $S = 210 \text{ m}^2$

Cena lepidla BASIC $P = 232,93 \text{ Kč/bal [27]}$

Průměrná spotřeba lepidla BASIC $S_p = 4,5 \text{ Kg/m}^2 \text{ [27]}$

Váha balení lepidla BASIC $m = 25 \text{ Kg/bal [27]}$

Potřebné kilogramy při zateplení obálky budovy

$$m_p = S \cdot S_p = 210 \text{ m}^2 \cdot 4,5 \text{ Kg/m}^2 = 945 \text{ Kg}$$

$$\text{Počet balení } n = \frac{m_p}{m} = \frac{945 \text{ Kg}}{25 \text{ Kg/bal}} = 37,8 \text{ bal} \doteq 38 \text{ bal}$$

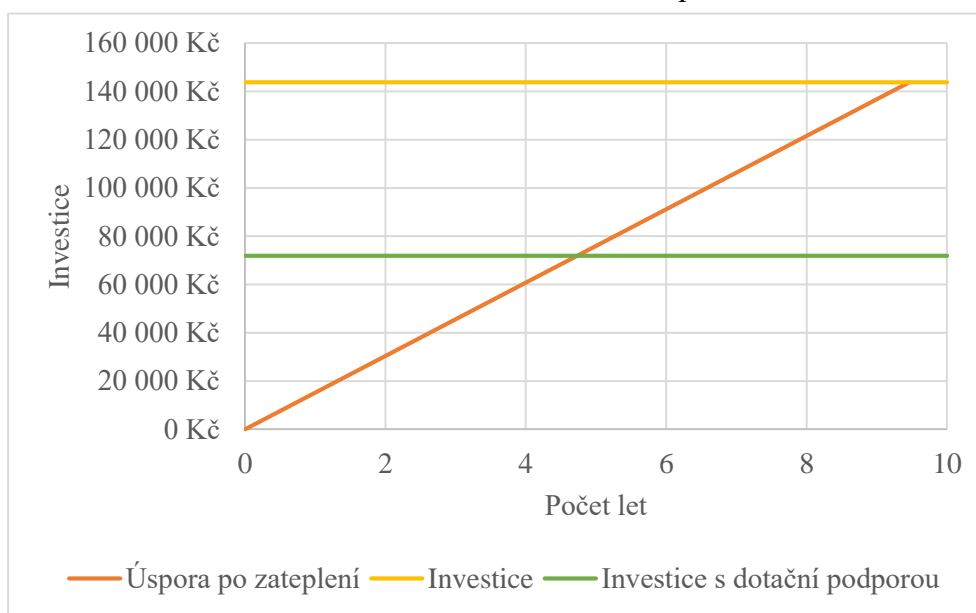
$$\text{Celková cena lepidla BASIC } P_c = 2 \cdot n \cdot P = 2 \cdot 38 \text{ bal} \cdot 232,93 \text{ Kč/bal} = 17 702,68 \text{ Kč}$$

Celková cena lepidla BASIC byla násobena dvakrát, z důvodu použití lepidla při lepení izolačního materiálu při jeho aplikaci a následného nanášení lepidla, jako podkladové vrstvy pro aplikaci perlinky a vnějšího štuky. Náklady materiálů při zateplování obálky budovy a stropu byly spočítány stejným způsobem.

Ekonomicky nejvýhodnější izolační materiál pro zateplení obvodových zdí byl zvolen polystyren Styrotherm plus 70 od firmy Styrotrade, a.s. Cena tohoto materiálu při celkové ploše obvodových zdí 210 m² činí 44 814 Kč. Dále bylo započítáno lepidlo pro zateplovací systémy a vnější štuková omítka od firmy LB Cemix, s.r.o. [27] a perlínka, náklady spojené s těmito materiály vychází na 34 021 Kč.

Při zateplení stropu druhého podlaží byl uvažován izolační materiál ROCKMIN PLUS ve formě desek z kamenné vlny od firmy ROCKWOOL, a.s. Celková cena této izolace pro zateplení pochozí půdy o výměře 100 m² činí 21 340 Kč. V ceně jsou zahrnuty dřevěné hranoly na vytvoření roštu a jako podlaha byly zvoleny OSB desky o tloušťce 22 mm. Náklady těchto materiálů vychází na 43 605 Kč.

Graf 1: Návratnost investice zateplení



Po zateplení obvodových zdí a stropu by se snížila celková tepelná ztráta objektu na 13,2 kW. Náklady na vytápění by použitím těchto opatření klesly o 15 190 Kč. Z grafu výše (Graf 1: Návratnost investice zateplení) vyplývá, že doba návratnosti investice do zateplení budovy je cca 9 let.

Zateplením obálky budovy a výměnou oken klesla roční spotřeba tepla z 194,3 GJ na 110,52 GJ, což je snížení o 43,1 %. Podle podmínek uvedených v dotačním programu Nová zelená úsporám [30] je možné žádat o dotační podporu v kategorii A.1, kde maximální výše příspěvku na zateplení obvodových zdí činí 500 Kč/m² [30] a stropu 330 Kč/m² [30]. Maximální výše podpory však přesahuje 50 % nákladů, proto je maximální výše příspěvku stanovena na polovinu investice do zateplení, tedy 71 890 Kč. Z grafu výše (Graf 1: Návratnost investice zateplení) opět vyplývá, že doba návratnosti investice při získání dotační podpory činí přibližně 5 let.

5.2 Otvorové výplně

V současnosti je na trhu velké množství firem, které se výrobou oken přímo zabývají, nebo ty, které je od výrobců distribuují k zákazníkům a následně i montují. Pro účely této bakalářské práce autor požádal firmu Zdeněk Kratochvíl, která provedla výpočet ceny montáže tří druhů otvorových výplní od výrobce VPO Protivanov, a.s.

Okna jsou okována celoobvodovým kováním G-U německé výroby. Součástí kování je mikroventilace u sklopně otočných prvků a pojistka proti otevření okna v případě, že je ve vyklopené poloze. Balkonové dveře jsou standardně vybaveny protiprůvanovou pojistkou a madélkem.

Veškeré vlastnosti výrobku jsou ověřeny akreditovanou zkušebnou, splňují harmonizované mezinárodní normy a nesou označení CE. Ověření vlastností otvorových výplní je uvedeno v příloze. Okna jsou zapsána v Seznamu výrobků a technologií programu Nová zelená úsporám.

Tabulka 12: Celková cena VPO Klasik

VPO Klasik (Dvojsklo)	U_w [W/m ² ·K]	Rozměry [mm]	Množství	Cena/Kus [Kč]	Cena montáže [Kč]	Celková cena [Kč]
	1,2	1500 x 1500	8	5526	32 425	96 766
		2300 x 1500	1	8316		
		2400 x 900	1	4601		
		600 x 900	4	1804		

Tabulka 13: Celková cena VPO Klasik Plus

VPO Klasik Plus (Trojsklo)	U_w [W/m ² ·K]	Rozměry [mm]	Množství	Cena/Kus [Kč]	Cena montáže [Kč]	Celková cena [Kč]
	0,98	1500 x 1500	8	6810	32 425	111 381
		2300 x 1500	1	10 284		
		2400 x 900	1	5881		
		600 x 900	4	2077		

Tabulka 14: Celková cena VPO Komfort

VPO Komfort (Trojsklo)	Součinitel přestupu tepla [W/m ² ·K]	Rozměry [mm]	Množství	Cena/Kus [Kč]	Cena montáže [Kč]	Celková cena [Kč]
	0,76	1500 x 1500	8	7615	32 425	121 452
		2300 x 1500	1	11 664		
		2400 x 900	1	6761		
		600 x 900	4	2420		

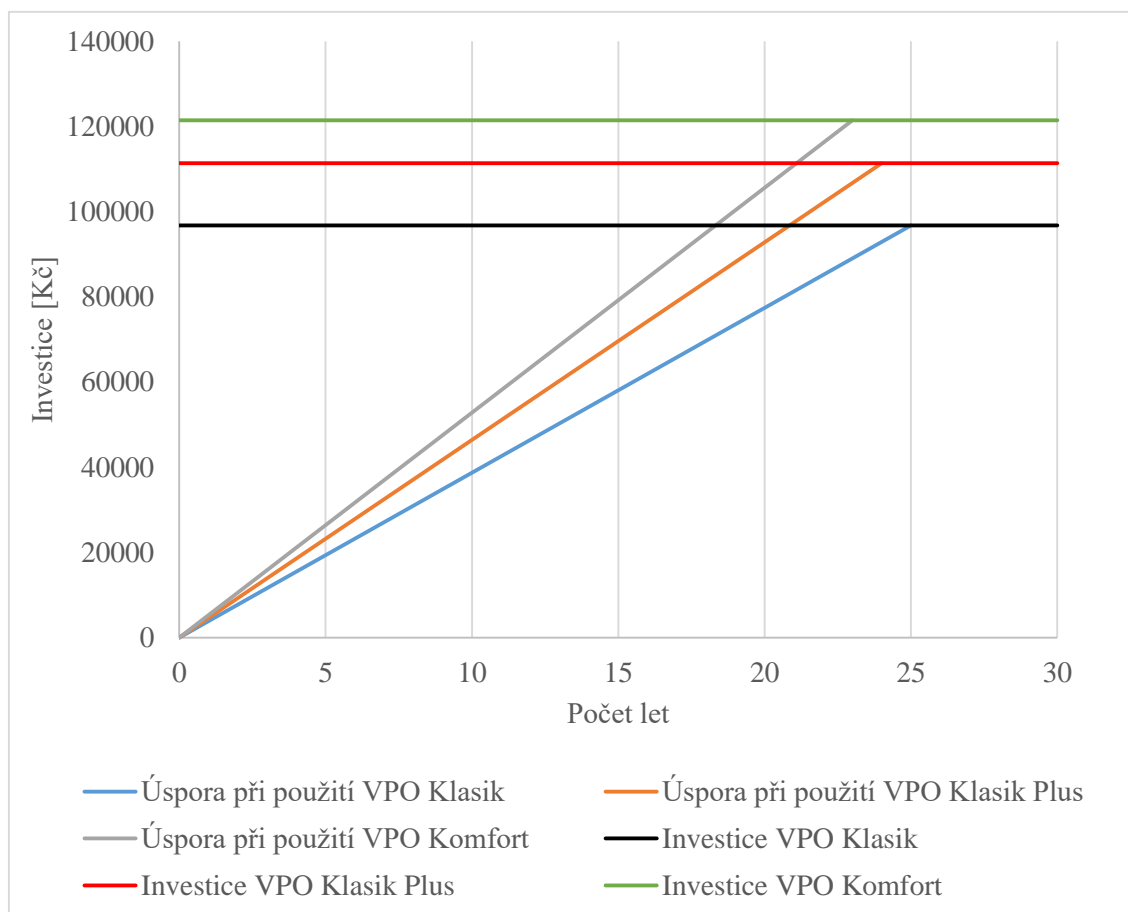
5.2.1 Zhodnocení výměny otvorových výplní

Na základě tepelných ztrát starých oken byly určeny náklady na vytápění 7747 Kč/rok. V dalším kroku výpočtů byly uvažovány tři druhy oken od firmy VPO Protivanov s různými hodnotami celkových prostupů tepla a celkové ceny. U nejlevnějších oken VPO Klasik, které disponují celkovým prostupem tepla $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ [32], byly vypočítány náklady 3854 Kč/rok. Úspora tedy činí 3893 Kč/rok. Při použití těchto oken by se investice 96 766 Kč vrátila po 25 letech.

U dalšího typu oken VPO Klasik Plus, u kterých je deklarován celkový prostup tepla $U_w = 0,98 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ [32], byly zjištěny náklady 3171 Kč/rok a úspora 3572 Kč/rok. Pokud by se instalovala tato okna, doba návratnosti investice 111 381 Kč by činila 24 let.

Třetí možností by bylo použití oken VPO Komfort, u kterých se uvádí celkový součinitel prostupu tepla $U_w = 0,76 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ [32]. Jedná se nejúspěšnější možnost z vybraných otvorových výplní uvedených v této bakalářské práci. Náklady u této varianty by činily 2449 Kč/rok a úspora 5298 Kč/rok. Investice do těchto oken by byla sice nejvyšší 121 452 Kč, avšak doba návratnosti nejmenší, a to 23 let.

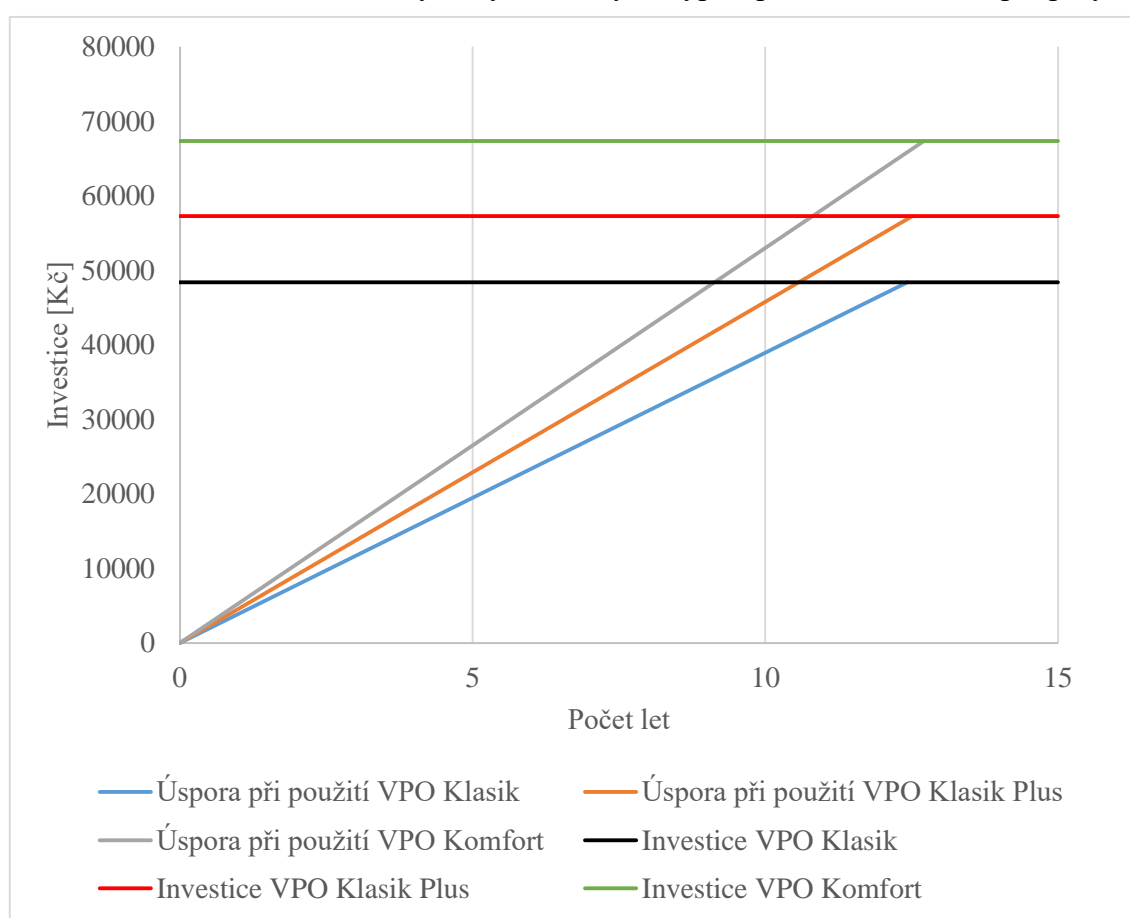
Graf 2: Návratnost investic výměny otvorových výplní



Při uvažování zisku dotační podpory z programu Nová zelená úsporám by se investice a doba návratnosti snížila. Aplikací úsporných opatření by došlo ke snížení roční spotřeby tepla o 43,1 %. Žádost by spadala do kategorie A.1, kde dotační podpora na výměnu otvorových výplní činí 2100 Kč [30].

U oken typu VPO Klasik by získáním maximální dotační podpory došlo ke snížení nákladů více než o 50 %. V této situaci je výše dotační podpory vyměřena tak, aby výsledné náklady klesly na 50 %. Po získání podpory náklady poklesnou na 48 383 Kč a doba návratnosti na přibližně 12 let. Při použití otvorových výplní VPO Klasik Plus se investice sníží na 55 691 Kč a doba návratnosti na zhruba 12,5 let. U třetí varianty oken VPO Komfort by náklady činily 60 726 Kč a doba návratnosti investice kolem 13 let.

Graf 3: Návratnost investic výměny otvorových výplní při získání dotační podpory



Podle vypočítaných výsledků, které jsou vyneseny v grafech výše (viz Graf 2: Návratnost investic výměny otvorových výplní a Graf 3: Návratnost investic výměny otvorových výplní při získání dotační podpory), budou při úsporných opatřeních uvažována okna VPO Komfort, která disponují nejlepšími izolačními vlastnostmi z vybraných oken uvedených v této bakalářské práci a mají nejkratší dobu návratnosti investice bez získání dotační podpory. V případě jejího získání, by se lišila doba návratnosti přibližně o jeden rok.

6 Výměna kotle

Při výběru kotle nebo jiného zdroje tepla se musí zohlednit několik faktorů. Jedním z nich je cena paliva a jeho spotřeba. Ceny paliv se od sebe výrazně liší, stejně tak je ale odlišná i jejich spotřeba. U tuhých paliv souvisí se spotřebou i nároky na skladovací prostory, které musí splňovat skladovací podmínky dané palivo, aby neztrácelo svoje vlastnosti. U tuhých paliv je dalším významným faktorem frekvence přikládání. Dnes jsou již dostupné kotle s automatickým přikládáním, což je velice pohodlné. Stačí do zásobníku vložit dostatečné množství paliva a systém sám vyhodnotí, kdy má přiložit podle nastavené teploty nebo intervalu.

U modelového domu této bakalářské práce se jako stávající zdroj tepla používá kotel na černé uhlí. Náklady na vytápění nejsou výrazně vysoké při srovnání cen plynu nebo elektrické energie, avšak cena paliva se každým rokem zvyšuje. Další nevýhodou tohoto paliva je obtížná a prašná manipulace a jeho skladování. Náklady na údržbu jsou také vyšší než u jiných alternativ z důvodu čištění kotle a komínu. U kotle nelze regulovat výkon a je i málo účinný. Z tohoto důvodu jsou navrženy tři zdroje tepla využívající jiný druh paliva, které by mohly stávající kotel na uhlí nahradit.

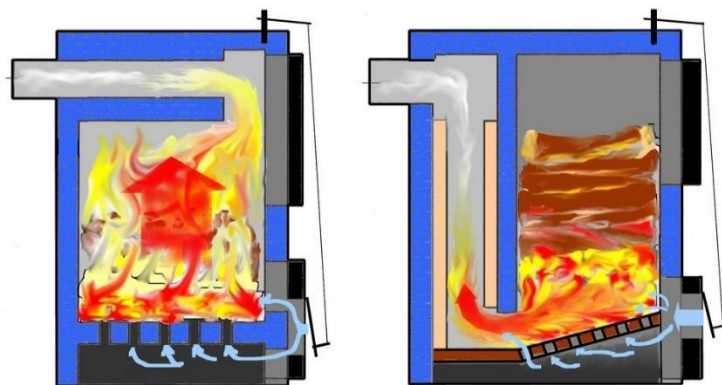
6.1 Kotel na biomasu

Kotel na biomasu byl vybrán nejen z důvodu nižších nákladů na vytápění, ale také z důvodu nižší produkce spalin do ovzduší a vhodné instalace, která nevyžaduje změnu topného systému. Na výběr je hned několik možností, co se týče druhu paliva a typu kotle. Mezi paliva, která jsou označována za biomasu, se řadí kusové dřevo, štěpka, dřevní či rostlinné pelety, obilí, různé formy dřevního odpadu nebo energetické rostliny, které jsou pěstovány za účelem spalování. Kotle se také rozdělují podle způsobu dodávání paliva nebo jeho spalování. Pro modelový dům této bakalářské práce, byly zvoleny dva druhy kotlů. Jsou to kotel na kusové dřevo s ručním přikládáním a kotel na štěpku s automatickým přikládáním.

Kotel na kusové dřevo s ručním dodáváním paliva

Tento typ kotle využívá jako palivo kusové dřevo nebo dřevěné brikety. Výhodou kusového dřeva je jeho skladování. Lze jej skladovat venku pod plachtou nebo přístřeškem. Dřevěné brikety musí být skladovány v suchém přístřešku kvůli vlhkosti, která způsobuje jejich rozpad a špatné hoření. Technologii hoření u těchto kotlů lze rozdělit na dva způsoby podle prohořívání paliva. U kotlů s prohoříváním probíhá postupné spalování a vniklé spaliny prochází vrstvou

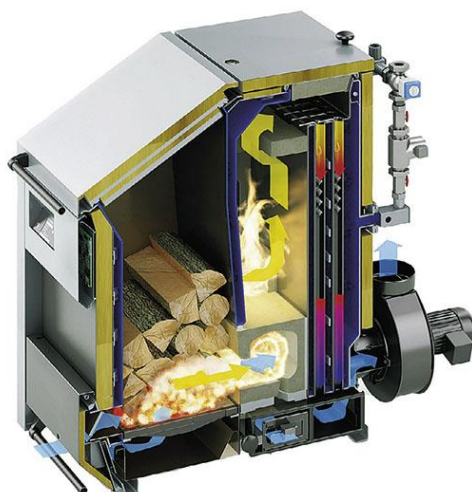
Obrázek 14: Schéma prohořívacího a odhořívacího kotle [48]



paliva. Další možností jsou odhořivací kotle, v nichž dochází k postupnému spalování vrstvy, která se neustále doplňuje, avšak spaliny neprocházejí vrstvou paliva.

Tyto dvě technologie se zdokonalily na kotle zplyňovací. Jak u kotlů prohořivacích, tak i odhořivacích dochází ke zplyňování. Podstata zplyňování je ve vzniku prchavé hořlaviny. Při klasickém spalování se tyto hořlaviny vytvoří také, avšak nedochází k jejich spálení a unikají komínem do ovzduší. Zplyňovací kotle jsou osazeny ventilátorem, který vhání vzduch do komína. Spaliny jsou protahovány hořící vrstvou přes rošt. Na druhé straně roštu spaliny vyhoří v plamenu. Tím je docíleno vyšší účinnosti kotle a menší spotřeby, protože je palivo efektivněji využíváno.

Obrázek 15: Schéma zplyňovacího kotle [8]



Tabulka 15: Kotle na kusové dřevo s ruční dodávkou paliva

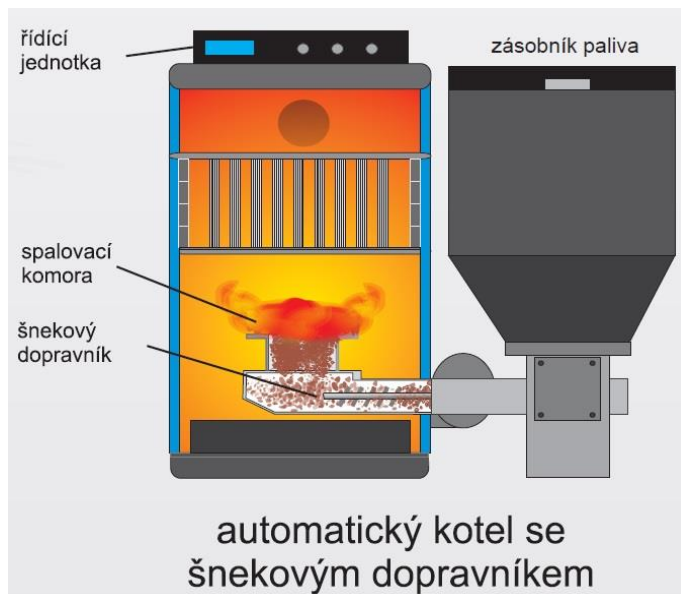
Název	Výrobce	Účinnost	Výkon [kW]	Pořizovací cena [Kč]
Lignator	VIADRUS a.s.	89,6 %	13,5 - 34	58 030 až 79 161 [3]
ATTACK DPX 15 PROFI	ATTACK, s.r.o.	91 %	6 -15	47 178 [7]
Logano S161-18	Bosch Termotechnika s.r.o.	až 89 %	18 nebo 24	62 350 nebo 73 350 [23]

Kotel na biomasu se samočinnou dodávkou paliva

Kotel se samočinnou dodávkou paliva se liší od klasických kotlů pouze zařízením, které samo dodává palivo do kotle. To se skládá ze zásobníku a vedení, které je nejčastěji šnekové a vede palivo přímo k hořáku. Výhodou je dodávání paliva do zásobníku automatu, které se nemusí doplňovat každý den. Uživatel si nastaví teplotu a o vše se již postará kotel. Ten dodává palivo

v takové míře, aby udržel stálou teplotu a nepřehříval topnou soustavu. Stálým přísunem paliva se zamezuje i případnému vyhasnutí. Energie získaná z paliva je mnohem lépe využita a je ekologičtější oproti klasickým kotlům.

Obrázek 16: Schéma automatického kotle [47]



Tabulka 16: Automatické kotle

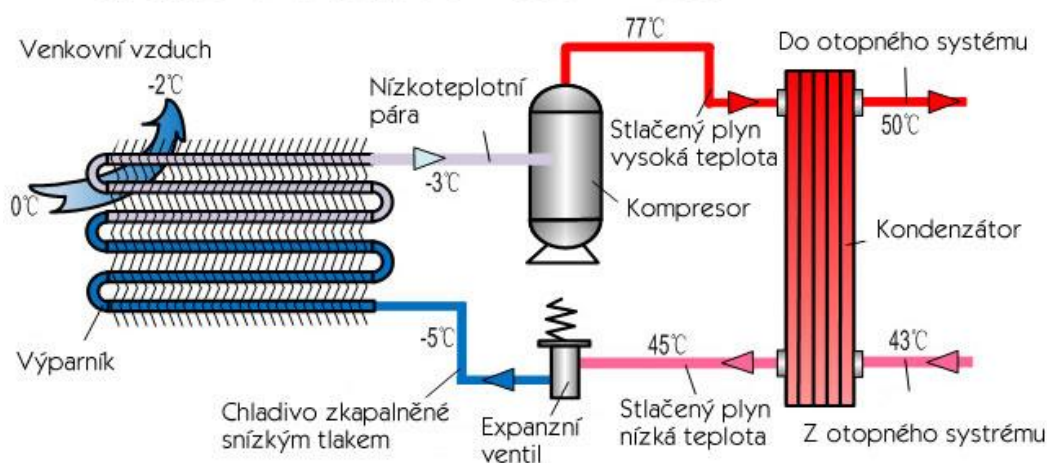
Název	Výrobce	Účinnost	Výkon [kW]	Pořizovací cena [Kč]
KP 11.1	PONAST spol. s r.o.	90,8 %	4,5 – 14,9	91 960 [34]
Biopel 20	OPOP spol. s r.o.	90,2 %	4,3 – 19,43	73 994 [5]
BENEKOV S 26	BENEKOVterm s.r.o.	91 %	7,7 – 26	127 050 [4]

6.2 Tepelné čerpadlo

V dnešní době se začínají používat jako zdroj tepla tepelná čerpadla, která se řadí mezi alternativní zdroje energie. Využívají odjímané teplo z okolí. To se následně převede na vyšší teplotní hladinu, k čemuž je zapotřebí dodat energii. Podle toho, odkud je odjímané teplo, se tepelná čerpadla dělí na systémy země – voda, voda – voda, vzduch – voda a vzduch - vzduch. Teplo lze odjímat z vrtů nebo plochy. Vrtů lze využít u tepelných čerpadel se systémem země – voda nebo voda – voda. Plošný systém trubíc, který je uschován pod povrchem, se nepoužívá pouze u systému země – voda. Pro tento plošný systém je však důležité mít větší pozemek, kde by se tento systém trubíc mohl instalovat.

Pro velikost modelového domu, který je již postavený a zahrada je již několik let udržovaná, připadá v úvahu pouze systém vzduch – voda. Čerpadlo získává teplo přímo z venkovního vzduchu, který je následně použit pro ohřev vody v topném systému nebo zásobníku vody. Teplo se získá tak, že se vzduch ochladí o několik stupňů, čímž se odebere teplo, které je následně využito při vytápění.

Obrázek 17: Princip tepelného čerpadla vzduch – voda [46]



Tepelné čerpadlo funguje na principu chladicího uzavřeného systému, podobně jako je tomu u chladničky. Ta ochlazuje prostor s potravinami a odebrané teplo předává do zadní části, odkud je ventilováno do prostoru. Princip čerpadla je opačný, ochlazuje venkovní vzduch a teplo putuje do topného systému.

Teplo je odebíráno ve venkovní části výměníku. Hlavní částí výměníku je výparník, ke kterému se přivádí vzduch z okolí domu. V této části se ohřeje chladicí médium, to platí i v zimě, kdy teplota vzduchu je vyšší než u chladicího média. Dojde ke změně skupenství tohoto média na páru, která dále pokračuje. Tato nízkoteplotní pára je následně stlačena, čímž dojde ke zvýšení její teploty. Stlačená pára o vysoké teplotě předá tepelnou energii otopnému systému, který jej rozvede po domě. Předáním této energie dojde k poklesu teploty a kondenzaci média, které je přiváděno k expanznímu ventilu. To prochází přes expanzní ventil a dochází k jeho expanzi, což má za následek pokles teploty. Poté jde opět do výměníku a celý proces se opakuje stále dokola.

Hlavními výhodami tepelného čerpadla jsou nízké náklady na provoz, bezobslužný provoz, nízké náklady na údržbu a dobrá regulovatelnost. Dále je ekologické, protože neuvolňuje žádné spaliny do ovzduší, tudíž není potřebný komín. Mezi nevýhody patří vysoká pořizovací cena a specifické požadavky na topný systém. Životnost tepelného čerpadla se pohybuje kolem dvaceti let, záleží však na výrobcí. Po této době je nutné vyměnit kompresor a provést údržbu.

Tabulka 17: Tepelná čerpadla

Název	Firma	Výkon [kW]	Cena bez příslušenství [Kč]
Alfea Excellia SET 16 kW	Brilon a.s.	7,6 – 15,17	258 739 [45]
ZUBADAN PUHZ-SHW	CS-MTRADE, s. r. o.	8 – 23	119 244 Kč až 283 809 ⁸ [6]
HP Inverter	BDR Thermea (Czech republic) s.r.o.	4 – 27	213 311 až 425 908 [24]

Příklad vzorového zapojení [24]**Cena [Kč]**

Tepelné čerpadlo HPI 11 TR/E	248 890
Vnitřní 3-cestný ventil	15 900
Ohřívač BPB 300 EC611	29 000
Přepínací ventil vytápění/TV	5 090
Přípojovací sada MIT-IN/zásobník TV	1 980
Čidlo teple vody	770

Další eventuální příslušenství

Dálkové ovládání CDI 2/CDI 4	2 120
Propojovací sada chladiva 5/8"-3/8" 5 m	1 890
Cena celkem včetně DPH:	351 486

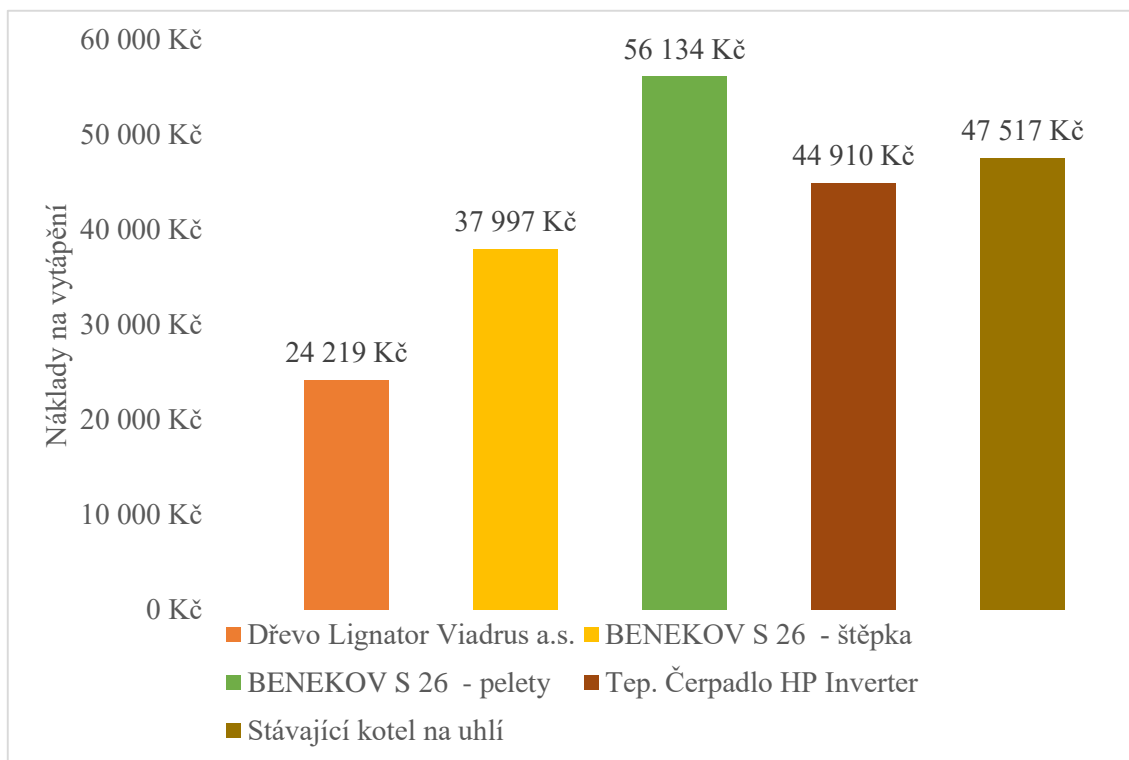
6.3 Zhodnocení

V této kapitole autor zhodnotil investice do výměny kotle. Při výběru vhodného kotle vycházel z již vypočítaného návrhového tepelného výkonu, který před zateplením budovy činí 21 085 W. Tento výkon by se po zateplení a výměně otvorových výplní, při použití zvolených výrobků v předchozích kapitolách (viz 5.1.1 Zateplení obvodových zdí a stropu druhého podlaží a 5.2.1 Zhodnocení výměny otvorových výplní), snížil na 11 991 W. Při zhodnocení návratnosti investice do výměny kotle byly jako základní náklady na vytápění použity hodnoty stávajícího kotle na černé uhlí, který má účinnost přibližně 70 %. Ceny uvedené v tabulkách v předchozích kapitolách (viz Tabulka 15: Kotle na kusové dřevo s ruční dodávkou paliva, Tabulka 16: Automatické kotle a Tabulka 17: Tepelná čerpadla) byly získány z katalogů přímo od výrobců. Na trhu se však tyto ceny mohou lišit podle jednotlivých výrobců a výsledná investice do výměny kotle může být nižší. Další snížení lze dosáhnout získáním dotace na výměnu kotle. Modelový dům této bakalářské práce nesplňuje podmínky (viz 4 Dotace), z tohoto důvodu není dotační podpora uvažována při zhodnocení výměny zdroje tepla.

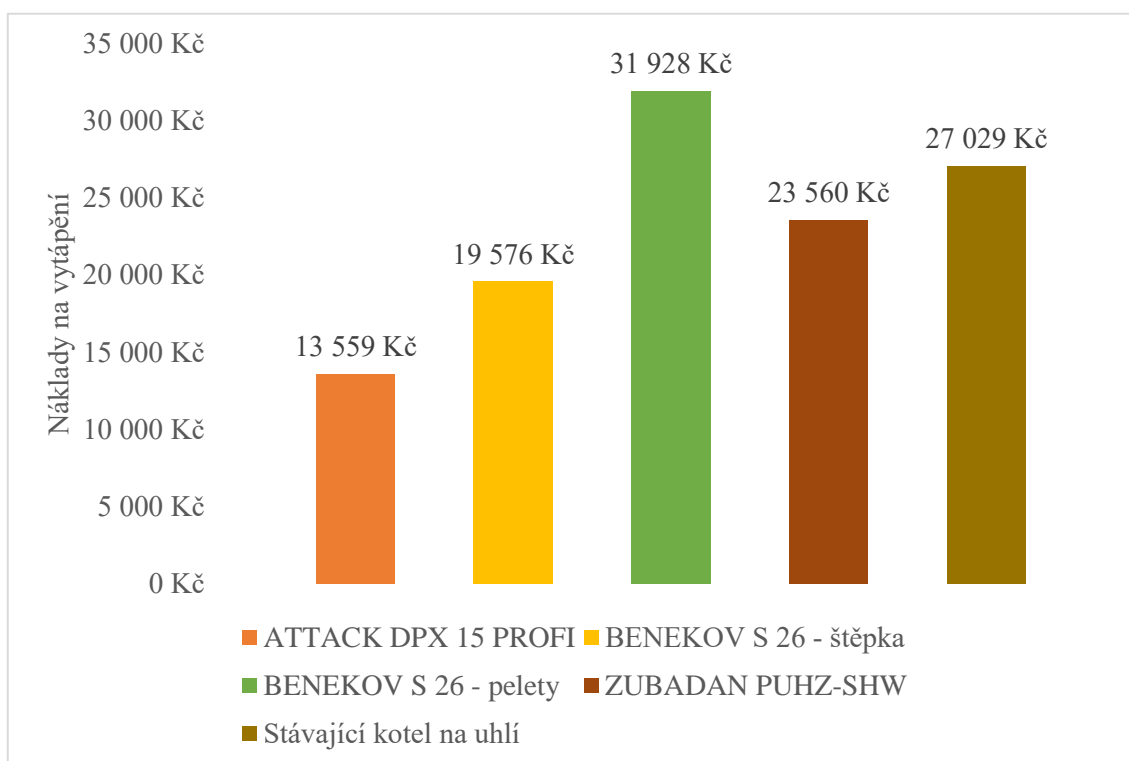
Mezi vhodná paliva, která by měla snížit náklady, byly vybrány kusové dřevo, štěpka, dřevěné pelety a jako zdroj energie využívající elektrickou energii tepelné čerpadlo. Výsledky nákladů na vytápění jednotlivých kotlů a tepelného čerpadla byly znázorněny v grafech níže (Graf 5: Náklady na vytápění před zateplením a Graf 4: Náklady na vytápění po zateplení a výměně otvorových výplní).

⁸ Cena tepelného čerpadla se mění v závislosti na výkonu

Graf 5: Náklady na vytápění před zateplením



Graf 4: Náklady na vytápění po zateplení a výměně otvorových výplní



Výpočet nákladů na vytápění pro kotel Lignator

Účinnost kotle Lignator $\eta = 89,6 \%$ [3]

Výhřevnost tvrdého dřeva $Q_v = 14,605 \text{ MJ/Kg}$ [54]

Průměrná objemová hmotnost tvrdého dřeva při vyschnutí na vzduchu $m = 797 \text{ Kg/m}^3$ [17]

Množství spotřebovaného tvrdého dřeva za rok

$$M = \frac{Q_{VYT,r}}{Q_v} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{194300 \text{ MJ}}{14,605 \text{ MJ/kg}} \cdot \frac{1}{0,896} = \frac{14\,848 \text{ Kg/rok}}{797 \text{ Kg/m}^3} = 18,63 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Cena tvrdého palivového dřeva (štípané, délka 1 m) $P = 1300 \text{ Kč/m}^3$ [16]

Náklady $P \cdot M = 1300 \text{ Kč/m}^3 \cdot 18,63 \text{ m}^3/\text{rok} = 24\,219 \text{ Kč/rok}$

Náklady na vytápění, před zateplením a po něm, pro zbylé kotle byly vypočítány stejným způsobem, jako pro kotel Lignator.

Z grafů (Graf 5: Náklady na vytápění před zateplením a Graf 4: Náklady na vytápění po zateplení a výměně otvorových výplní) jasně vyplývá, že nejmenší náklady na vytápění před zateplením by byly kotle Lignator od firmy VIADRUS a.s o jmenovitém výkonu 22,5 kW a účinnosti 89,6 %. Po zateplení domu by byl vhodný kotel ATTACK DPX 15 PROFI od firmy ATTACK, s.r.o o jmenovitém výkonu 15 kW a účinnosti 91 %. U obou kotlů by se jako palivo používalo kusové dřevo a při výpočtech nákladů bylo uvažováno tvrdé palivové dřevo. Náklady na vytápění před zateplením u kotle Lignator by činily 24 219 Kč. Oproti stávajícímu kotli by se náklady snížily o 23 298 Kč. Při této úspoře a pořizovací ceně kotle 70 676 Kč by doba návratnosti investice činila přibližně 3 roky. Po zateplení domu a instalování kotle ATTACK DPX 15 PROFI by náklady na vytápění činily 13 559 Kč a úspora 13 470 Kč. V tomto případě by se investice navrátila přibližně za 3,5 roku.

Jako další vhodný kotel, který by snížil náklady na vytápění, je BENEKOV S 26 od firmy BENEKOVterm s.r.o. s regulovatelným jmenovitým výkonem v rozsahu 7,7 kW až 26 kW. Primárně je tento kotel stavěný na dřevěné pelety, avšak výrobce uvádí i možné použití dřevěné štěpky, u které by byly náklady na vytápění mnohem nižší než u dřevěných pelet. Před zateplením domu by náklady na vytápění činily 37 977 Kč a úspora 9 520 Kč. Pořizovací cena uvedená přímo výrobcem je stanovena na 127 050 Kč. Doba návratnosti této investice by se měla pohybovat okolo 13 let. Při zateplení objektu by se náklady snížily na 19 576 Kč. V tomto případě by se každoročně ušetřilo 7 453 Kč a počáteční investice by se vrátila do 17 let.

Při použití dřevěných pelet jako paliva u kotle BENEKOV S 26 by nedošlo ke snížení nákladů na vytápění, ale k jejich navýšení. Při uvažování tepelného čerpadla HP Inverter od firmy BDR Thermea (Czech republic) s.r.o., které by bylo vhodné před zateplením budovy, by náklady na vytápění dosahovaly 44 910 Kč. V tomto případě by se muselo investovat 425 908 Kč a úspora by byla 2607 Kč. Za těchto okolností by byla doba návratnosti velmi vysoká. Po zateplení a výměně oken by bylo možné nahradit stávající zdroj tepla tepelným čerpadlem ZUBADAN vyrobené firmou Mitsubishi - CS-MTRADE, s. r.o. Náklady na vytápění by se snížily na 23 560 Kč a úspora by činila 3469 Kč. Pořizovací cena, která nezahrnuje příslušenství a instalaci, by byla 155 181 Kč a doba této investice by činila přibližně 45 let.

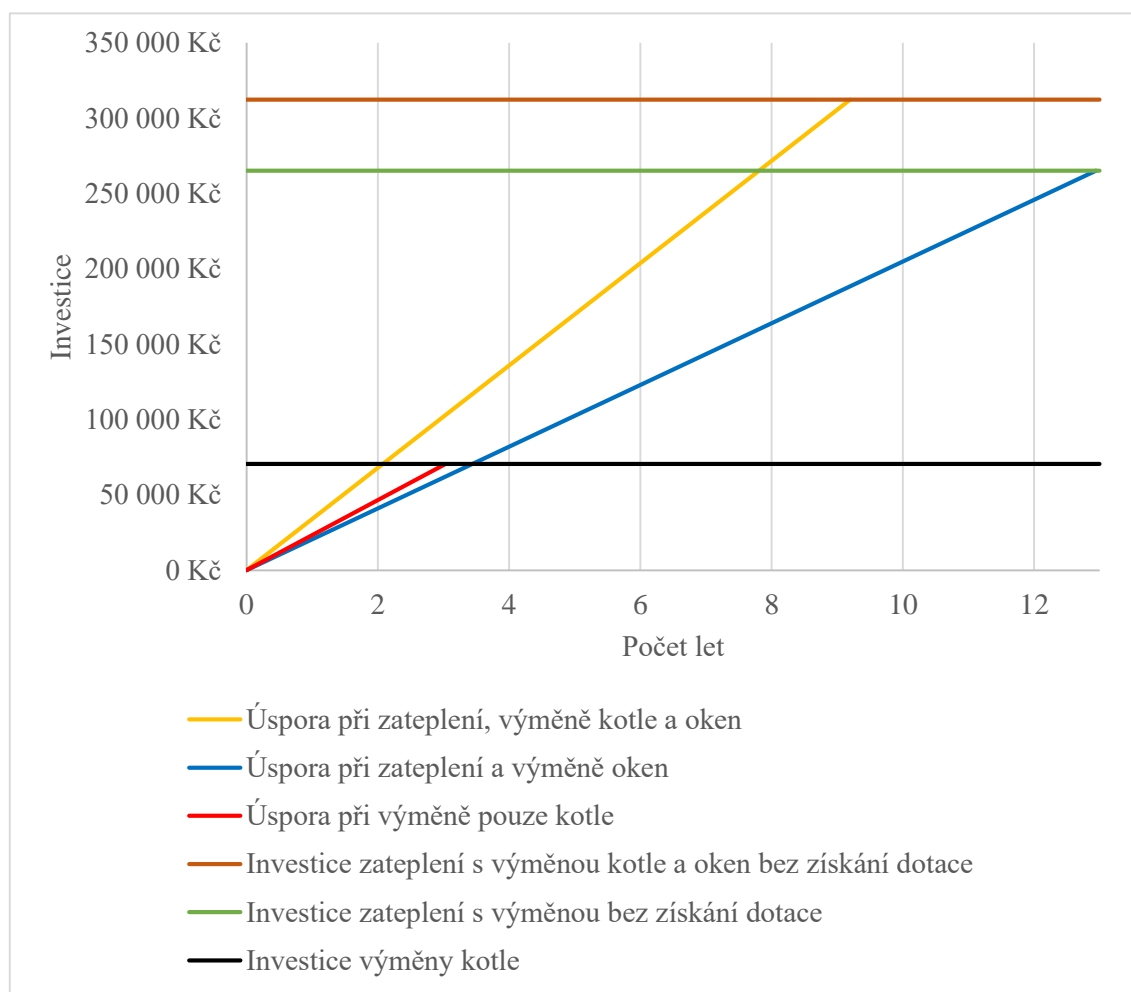
Nejvýhodnější volbou podle dosažených výsledků byl vybrán kotel Lignator v případě nezatepleného domu a při zateplení domu kotel ATTACK DPX 15 PROFI. Tyto kotle budou dále uvažovány při celkovém zhodnocení úsporných opatření.

7 Celkové zhodnocení úsporných opatření

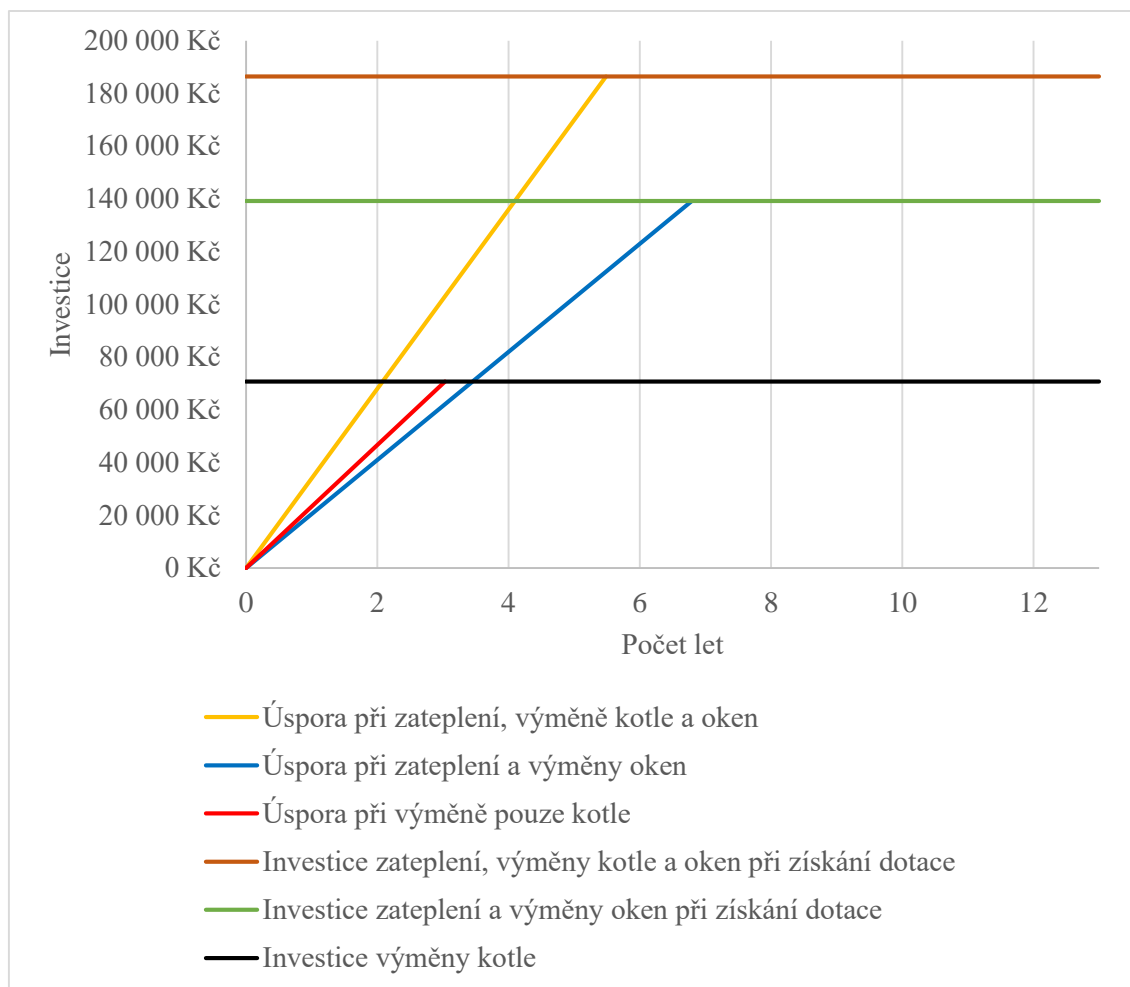
Tato kapitola je zaměřena na ekonomické zhodnocení investic do úsporných opatření, které byly vybrány jako vhodné v předchozích kapitolách (viz 5.1.1, 5.2.1 a 6.3). Jelikož jsou některé investice finančně velice náročné, budou uvažovány i kombinace těchto opatření. Všechny možnosti budou nejprve posouzeny bez uvažování dotační podpory a poté i s jejím případným získáním. Pro názornost budou dosažené výsledky vyneseny do grafů (viz Graf 6: Návratnost investic bez získání dotace a Graf 7: Návratnost investic při získání dotace).

Aplikováním všech úsporných opatření, tedy zateplením obvodových zdí a stropu, výměnou oken a zdroje tepla by bylo dosaženo celkové úspory 33 958 Kč. Celková investice této možnosti je bez získání dotační podpory 312 410 Kč s dobou návratnosti investice přibližně 9 let. Se získáním dotační podpory klesne celková cena na 186 403 Kč a doba návratnosti investice se bude pohybovat okolo 6 let. Pokud by se realizovalo pouze zateplení obálky budovy s výměnou oken, roční úspora by činila 20 488 Kč. Výsledné náklady na realizaci tohoto úsporného opatření by činily 265 232 Kč a při zisku dotace by poklesly na 139 225 Kč. Doba návratnosti této kombinace bez uvažování dotace je do 13 let a při jejím zisku okolo 7 let. Posledním úsporným opatřením je výměna kotle bez zateplení a výměny oken. Investici v tomto případě představuje pouze výměna kotle, a to ve výši 70 676 Kč. Výměnou zdroje energie by náklady spojené s vytápěním klesly o 23 298 Kč a doba návratnosti se pohybuje okolo 3 let.

Graf 6: Návratnost investic bez získání dotace



Graf 7: Návratnost investic při získání dotace



Všechna tato zvolená úsporná opatření vedou ke snížení nákladů na vytápění. Jejich realizace by se každopádně odvíjela od rozpočtu dané domácnosti. Lze sice využít i finanční půjčky, avšak v tomto případě by se doba návratnosti investice prodloužila. Jako nejschůdnější by se při nedostatku financí jevila volba zateplení a výměny oken. Po zpětném získání investice by přišla na řadu výměna zdroje energie. U tohoto řešení by nejvíce zatížila rodinný rozpočet investice do výměny oken a zateplení, která by se však vrátila při získáním dotační podpory přibližně za 7 let. Poté by bylo možné vyměnit zdroj tepla, u něhož by se investice vrátila do 4 let. Lze tyto úpravy provést i v opačném pořadí. S dostatečným rodinným rozpočtem by se doba návratnosti u realizace všech úsporných opatření a dotační podporou zkrátila na přibližně 6 let.

8 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo „posoudit efektivitu vybraných opatření ke snížení nákladů na vytápění rodinných domů.“ Tohoto cíle bylo dosaženo výpočtem tepelných ztrát a roční spotřeby tepla u vybraného modelového domu. Ze získaných hodnot byly vypočítány náklady na vytápění. Na základě tepelných ztrát jednotlivých stavebních částí byla zvolena vhodná úsporná opatření pro tento dům. Poté byly opět vypočítány náklady na vytápění, které byly srovnány s předchozími výsledky.

První část této bakalářské práce byla věnována charakteristice modelového domu. Podle lokality, ve které se nachází, byly zjištěny nezbytné klimatické údaje. Následně byly od majitele domu získány informace o použitých materiálech při stavbě a o využití jednotlivých místností. Každá místnost byla označena pro lepší orientaci při výpočtech a na základě jejího využití byla určena výpočetní vnitřní teplota dané místnosti. Ze zjištěných vlastností materiálů byly spočítány součinitele prostupu tepla pro každou stavební část domu.

V druhé části byl proveden výpočet tepelných ztrát na základě údajů z první části. Pro účely této bakalářské práce byl zvolen zjednodušený výpočet, který nezahrnuje tepelné mosty. Nejdříve byly autorem určeny tepelné ztráty prostupem tepla pro každou místnost a následně sečteny. Poté byly určeny tepelné ztráty větráním a zátopový tepelný výkon pro vytápěné místnosti. Celková tepelná ztráta modelového domu, která byla získána součtem všech tepelných ztrát, činí 21,085 kW. Na konci této části byla vypočítána roční spotřeba tepla na vytápění budovy, která je u vybraného domu 194,3 GJ/rok. Při této spotřebě jsou náklady na vytápění u stávajícího kotle na černé uhlí 47 517 Kč.

Třetí část této práce byla zaměřena na výběr vhodných úsporných opatření. Jako první úsporné opatření bylo zvoleno zateplení obálky budovy, stropu a výměna oken. Autor vybral několik materiálů, u nichž provedl výpočet jejich tloušťky tak, aby výsledný součinitel prostupu tepla vyhovoval podmínkám pro získání dotace. Následně byly porovnány zvolené materiály mezi sebou podle výše investice a její doby návratnosti. Z těchto materiálů byl zvolen materiál s nejlepšími výsledky.

Jako nejvýhodnější izolační materiál pro zateplení obálky byl vybrán Styrotherm plus 70 od firmy Styrotrade, a.s. s investicí 78 835 Kč bez získání dotační podpory. Pro zateplení stropu byla zvolena vata ROCKMIN PLUS od firmy ROCKWOOL, a.s. Výše této investice by byla 64 945 Kč. U výměny otvorových výplní byly vybrány tři druhy oken od jednoho výrobce, které byly porovnány podle nákladů na jejich výměnu a doby návratnosti. Jako nejvýhodnější byla vybrána okna řady VPO Komfort s celkovým součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,76 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Investice spojená s jejich instalací byla 121 452 Kč.

Celková výše investice těchto úsporných opatření by byla ve výši 265 232 Kč. Při získání dotační podpory by se však snížila na 139 225 Kč. Po jejich aplikaci by celková tepelná ztráta budovy činila 11,991 kW a roční spotřeba tepla 110,52 GJ. Náklady na vytápění by u stávajícího zdroje tepla klesly na 27 029 Kč. Návratnost investice do zateplení a výměny oken by byla cca 13 let bez získání dotační podpory. Při získání dotační podpory by se tato doba zkrátila přibližně na 7 let.

Ve čtvrté části této bakalářské práce byl popsán výběr zdroje tepla, jakožto další možné úsporné opatření. Kotle byly vybírány podle druhu používaného paliva a velikosti jmenovitého výkonu, který se odvíjel od celkové tepelné ztráty před zateplením a poté. U každého z kotlů byly

vypočítány roční náklady na vytápění a následně porovnány kombinace úsporných opatření se ziskem dotační podpory i bez ní. Ekonomicky nejvýhodnější variantou před zateplením a výměnou oken by byl kotel Lignator od firmy VIADRUS a.s. Investice do tohoto kotle by byla 70 676 Kč a náklady na vytápění by klesly o 23 298 Kč. Tato investice by se vrátila přibližně za 3 roky. Po uvažování předchozích úsporných opatření byl vybrán kotel ATTACK DPX 15 PROFI od firmy ATTACK, s.r.o. Cena tohoto kotle by byla 47 178 Kč, přičemž by náklady na vytápění klesly o 13 470 Kč. Návratnost této investice by byla cca 3,5 roku. U obou zvolených kotlů se jako palivo používá kusové dřevo.

Na základě vypočtených výsledků byly vybrány dvě možnosti, které by vedly ke zmenšení nákladů na vytápění u modelového domu. U obou vybraných možností byla uvažována dotační podpora. První volbou je postupná investice, která by nezatížila rodinný rozpočet nárazově. Skládá se ze dvou etap, kdy by v první etapě došlo k zateplení obálky budovy a výměně oken. Tato investice by se vrátila do 7 let. Po této době, ve druhé etapě, by došlo k výměně zdroje tepla, kdy by se investice vrátila cca za 3,5 roku. Druhou volbou je investice do zateplení, výměny oken a zdroje tepla najednou. Tato možnost zatíží rodinný rozpočet sice více, ale doba návratnosti této investice je kratší, a to přibližně 6 let.

Všechny uvedené ceny a dosažené výsledky byly uvažovány za situace, kdy majitel modelového domu této bakalářské práce by provedl úsporná opatření svépomocí. Pokud by rekonstrukci realizovala firma, investice by se zvýšily a tím i doby jejich návratností.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Aerogel Technologies, LLC. BuyAerogel.com. BuyAerogel.com. [online]. 2004-2016 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.buyaerogel.com/aerogel-gift-guide/>
- [2] Buderus. Zplyňovací kotel na tuhá paliva S161 – Buderus. Buderus. [online]. 2016 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.buderus.cz/produkty/kotle/kotle-na-tuha-paliva-prod/logano-s161.html>
- [3] *Ceník Česká republika*. Bohumín: VIADRUS a.s., 2016. 28 s.
- [4] *Ceník kotlů 2016*. Horní Benešov: BENEKOVterm s.r.o., 2015. 17 s.
- [5] *Ceník produktů a příslušenství OPOP*. Valašské Meziříčí: OPOP spol. s.r.o., 2015. 3 s.
- [6] *Ceník tepelných čerpadel 2015/2016*. Pardubice: MITSUBISHI ELECTRIC, 2015. 12 s.
- [7] *Ceník výrobků ATTACK*. Vyškov: ATTACK heating CZ, s.r.o., 2016. 16 s.
- [8] Časopisy pro volný čas s.r.o.. Kotle na tuhá paliva. www.chatar-chalupar.cz. [online]. [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <http://www.chatar-chalupar.cz/kotle-na-tuha-paliva/>
- [9] ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [10] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [11] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [12] Divize Isover, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.. Extrudovaný polystyren (XPS). ISOVER SAINT-GOBAIN. [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/extrudovany-polystyren>
- [13] Divize Isover, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.. ISOVER EPS 70F. ISOVER SAINT-GOBAIN. [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.isover-eshop.cz/isover-eps-70f>
- [14] Divize Isover, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.. ISOVER EPS GreyWall. ISOVER SAINT-GOBAIN. [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.isover-eshop.cz/isover-eps-greywall>
- [15] Divize Isover, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.. Isover ORSIK. ISOVER SAINT-GOBAIN. [online]. [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.isover-eshop.cz/isover-orsik>
- [16] *Dřevo Vysočina. Dřevo Vysočina*. [online]. 2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: http://www.drevo-vysocina.cz/palivove_drevo/cenik-1
- [17] Dřevorubec.cz. Objemová hmotnost dřeva. Dřevorubec.cz. [online]. 2010 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://drevorubec.cz/prodej-dreva/objemova-hmotnost-dreva>
- [18] ESEL. Benekov: Automatické kotle Benekov C 16p, C 26p, C 51p na pelety. esbeko. [online]. 2008 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://esbeko.esel.cz/w/6099/benekov-automaticke-kotle-benekov-c-16p-c-26p-c-51p-na-pelety>
- [19] Extrudovaný polystyren. Extrudovaný polystyren. EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN. [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.polystyren-extrudovany.cz/>

- [20] Graf rozdělení izolací – Asociace výrobců minerální izolace. ASOCIACE VÝROBCŮ MINERÁLNÍ IZOLACE. [online]. 2016 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.mineralniizolace.cz/graf-rozdeleni-izolaci-1299427737.html>
- [21] *KATALOG + CENÍK 2016*. Praha: Divize Isover Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., 2016. 68 s.
- [22] *Katalog a ceník stavebních izolací s příslušenstvím*. Praha: Knauf Insulation, spol. s r. o., 2016. 48 s.
- [23] *Katalog produktů pro rodinné a bytové domy*. Praha: Bosch Termotechnika s.r.o., 2015. 454 s.
- [24] *KATALOG A CENÍK VÝROBKŮ 2016: BYTY A RODINNÉ DOMY č.1*. Praha: De Dietrich, 2016. 160 s.
- [25] Knauf Insulation. Ecosse Technology. KNAUFINSULATION. [online]. 2016 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.knaufinsulation.cz/ecosse-technology>
- [26] Konopné izolace. PŘÍRODNÍ STAVBA. [online]. [cit. 2015-11-22]. Dostupné z: <http://www.prirodnistavba.cz/press/11/konopne-izolace.html>
- [27] LB Cemix, s.r.o.. Lepidla pro zateplovací systémy. Cemix. [online]. [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: <http://www.cemix.cz/produkty/kategorie/lepidla-pro-zateplovaci-systemy/lepici-a-sterkovaci-hmoty/115-lepici-a-sterkovaci-hmota-basic>
- [28] Minerální vata a izolace z vláknitých materiálů. www.bydleniprokazdeho.cz. [online]. 2012 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://stavba-a-rekonstrukce.bydleniprokazdeho.cz/stavebni-material/mineralni-vata-a-dalsi-izolace-vlaknitych-materialu.php>
- [29] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 3. výzva pro rodinné domy – NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. Nová zelená úsporám. [online]. 2014 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/>
- [30] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Podmínky oblasti podpory A – NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. Nová zelená úsporám. [online]. 2014 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/podminky-oblasti-podpory-a-3-vyzva/>
- [31] Pěnové sklo A-GLASS. A-GLASS PĚNOVÉ SKLO. [online]. 2014 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.penove-sklo.net/>
- [32] Plastová okna. VPO Protivanov. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.vpo.cz/plastova-okna-a-dvere-439.html>
- [33] PODLUCKÁ, Lucie: V čem se liší automatické kotle na tuhá paliva od těch běžných? Třetinová úspora nákladů je jen jeden rozdíl!. Biom.cz [online]. 2012-12-03 [cit. 2016-04-19]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/v-cem-se-lisi-automaticke-kotle-na-tuha-paliva-od-tech-beznych-tretinova-uspora-nakladu-je-jen-jeden-rozdil>>. ISSN: 1801-2655.
- [34] PONAST spol. s r. o.. Kotel na pelety KP 11.1. PONAST. [online]. [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.ponast.cz/produkt/automaticke-kotle/kotle-na-peletky-KP-line-1/automaticky-kotel-na-pelety-kp-11-1/katalog-c-HKXII002R>

- [35] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2016-03-19]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnan-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
- [36] PRO VOBIS s.r.o.. Aerogel je materiál s obrovským potencionálem. Dřevo&Stavby, sruby&roubenky. [online]. 2013 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba/izolace/2129-aerogel-je-material-s-obrovskym-potencionalem>
- [37] PRO VOBIS s.r.o.. Izolace: 5 důvodů pro PIR a PUR pěnu. Dřevo&Stavby, sruby&roubenky. [online]. 2016 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/cs/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/3029-izolace-5-duvodu-pro-pir-a-pur-penu>
- [38] PRODUKTY AEROGELOVÉ izolace PROPASIV. PROPASIV.eshop ŘEŠENÍ TEPELNÝCH MOSTŮ. [online]. [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://eshop.propasiv.cz/40-izolace-aerogel-10mm.html?idProduktu=155&varianta=1&kamZpetP=%2F40-aerogelove-izolace.html>
- [39] REFAGLASS s.r.o.. REFAGLASS. [online]. 2014 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.refaglass.cz/>
- [40] ROCKWOOL katalog 2015: Stavební a technické izolace budov. Bohumín: ROCKWOOL, 2015. 68 s.
- [41] STYRODUR – Extrudovaný polystyren Styrodur 3035 CS – Polystyreny EU. polystyreny.eu. [online]. 2005-2016 [cit. 2015-11-19]. Dostupné z: <http://www.polystyreny.eu/detail/1198-Extrudovany-polystyren-Styrodur-3035-CS>
- [42] Styrotrade, a.s.. Styrotherm plus 70. Styroshop. [online]. 2016 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://styroshop.cz/cs/nase-produkty/fasady/izolace-pro-kontakt-ni-zateplovaci-systemy-etics/styrotherm-plus-70-1/>
- [43] Styrotrade, a.s.. Styrotherm plus 100. Styroshop. [online]. 2016 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <http://styroshop.cz/cs/nase-produkty/strechy/izolace-bezne-zatizenych-plochych-strech/styrotherm-plus-100-1/>
- [44] Tepelná izolace z technického konopí. KONOPA Občanské sdružení. [online]. 2015 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/stavebnictvi/tepelna-izolace-z-technickeho-konopi.html>
- [45] Tepelné čerpadlo ALFEA. H. Počernice: brilon, 2016. 24 s.
- [46] Topenáři EKOMPLEX. Topenáři EKOMPLEX – Tepelná čerpadla vzduch-voda. EKOMPLEX instalatéri. [online]. 2016 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/vzduch-voda.php>
- [47] Topinfo s.r.o.. Co nejvíce ovlivní Tvůj kouř? – TZB-info. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour>
- [48] Topinfo s.r.o.. Jak vybírat kotel na pevná paliva. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [49] Topinfo s.r.o.. Minerální izolace – TZB-info. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>

- [50] Topinfo s.r.o.. Pěnové sklo – TZB-info. tzbinfo. [online]. 2016 [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/300-penove-sklo>
- [51] Topinfo s.r.o.. Porovnání nákladů na vytápění. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>
- [52] Topinfo s.r.o.. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [53] Topinfo s.r.o.. Tepelná čerpadla – TZB-info. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [54] Topinfo s.r.o.. Výhřevnosti a měrné jednotky palivového dřeva. tzbinfo. [online]. 2001-2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/12-vyhrevnosti-a-merne-jednotky-palivoveho-dreva>
- [55] Třebíčské uhelné sklady – ceník. Třebíčské uhelné sklady. [online]. 2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.tus.cz/articles.php?lng=cz&pg=2>
- [56] Třebíčské uhelné sklady – sortiment. Třebíčské uhelné sklady. [online]. 2016 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.tus.cz/articles.php?lng=cz&pg=3>

Seznam použitých veličin

ZNAČKA	JEDNOTKA	NÁZEV
A_i	$[m^2]$	Plocha místnosti
A_k	$[m^2]$	Plocha stavební části
A_q	$[m^2]$	Plocha podlahové konstrukce
b_u	$[-]$	Teplotní redukční činitel
d_i	$[m]$	Tloušťka materiálu
D	$[K \cdot dny]$	Vytápěcí dennostupně
d	$[dnů]$	Počet dnů otopné sezony
e_i	$[-]$	Stínící činitel
e_k	$[-]$	Korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům
f_{g1}	$[-]$	Korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty
f_{g2}	$[-]$	Teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou
f_{ij}	$[-]$	Redukční teplotní činitel
f_{RH}	$[W/m^2]$	Korekční součinitel závisející na době zátoku a přepokládaném poklesu vnitřní teploty v útlumové době
Grad θ	$[K/m]$	Gradient teploty
G_w	$[-]$	Korekční činitel zohledňující vliv spodní vody
$H_{T,ie}$	$[W/K]$	Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) pláštěm budovy
$H_{T,ig}$	$[W/K]$	Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g)
$H_{T,ij}$	$[W/K]$	Součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru vytápěného na jinou teplotu (j)
$H_{T,iue}$	$[W/K]$	Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem (u)
$H_{V,i}$	$[W/K]$	Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním
n_{50}	$[h^{-1}]$	Intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy
n_{min}	$[h^{-1}]$	Minimální intenzita výměny venkovního vzduchu
P	$[m]$	Obvod podlahové konstrukce
Q	$[W/m^2]$	Vektor hustoty ustáleného tepelného toku sdíleného vedením
$Q_{VYT,r}$	$[GJ/rok]$	Roční spotřeba tepla
R	$[m^2 \cdot K/W]$	Tepelný odpor konstrukce proti vedení tepla
R_{se}	$[m^2 \cdot K/W]$	Návrhová hodnota odporu při přestupu tepla na vnější straně konstrukce

R_{si}	$[m^2 \cdot K/W]$	Návrhová hodnota odporu při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
$U_{equiv,k}$	$[W/m^2 \cdot K]$	Ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí
U_k	$[W/m^2 \cdot K]$	Součinitel prostupu tepla
V_i	$[m^3]$	Objem místnosti
V_i	$[m^3/h]$	Výměna vzduchu vytápěného prostoru
$V_{inf,i}$	$[m^3/h]$	Množství vzduchu infiltrací
$V_{min,i}$	$[m^3/h]$	Hygienické množství vzduchu
ϵ_i	$[-]$	Výškový korekční činitel
ϵ_o	$[-]$	Opravný součinitel
η_o	$[-]$	Účinnost obsluhy
η_r	$[-]$	Účinnost rozvodu vytápění
θ_e	$[^\circ C]$	Výpočtová venkovní teplota
$\theta_{int,i}$	$[^\circ C]$	Výpočtová vnitřní teplota
$\theta_{j,i}$	$[^\circ C]$	Teplota vytápěného sousedního prostoru
$\theta_{m,e}$	$[^\circ C]$	Roční průměrná teplota vzduchu
$\theta_{m,int}$	$[^\circ C]$	Průměrná teplota interiéru domu
$\theta_{u,i}$	$[^\circ C]$	Návrhová teplota nevytápěného prostoru
λ	$[W/m \cdot K]$	Součinitel tepelné vodivosti
$\Phi_{HL,i}$	$[W]$	Celkový návrhový tepelný výkon
$\Phi_{RH,i}$	$[W]$	Návrhový zátopový tepelný výkon
$\Phi_{T,i}$	$[W]$	Návrhová tepelná ztráta prostupem
$\Phi_{v,i}$	$[W]$	Návrhová tepelná ztráta větráním

Seznam příloh

Příloha A	Výpočet součinitele tepla pro každou stavební část
Příloha B	Výpočet tepelných ztrát před zateplením budovy
Příloha C	Osvědčení o vlastnostech otvorových výplní VPO Protivanov, a.s.

PŘÍLOHA A

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
1A	Obvodová stěna 400mm					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,13	
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	2	Příčně děrovaná cihla	0,4	0,63	0,6349206	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	10	Břízolit	0,005	0,83	0,0060241	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,04	
				0,85	1,18	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
1B	Vnitřní dělicí stěna 400mm					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,13	
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	11	Příčně děrovaná cihla	0,4	0,63	0,6349206	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,04	
				0,85	1,18	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,13	
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	11	Plné pálené cihly	0,3	0,78	0,3846154	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,04	
				0,60	1,68	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k	
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]	
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm						
		20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,13	
		3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
		4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
		2	Plné pálené cihly	0,15	0,78	0,1923077	
		4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
		3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
		21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,04	
					0,40	2,48	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k	
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]	
1E	Podlaha + koberec						
		20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,17	
		5	Koberec	0,004	0,065	0,0615385	
		1	Beton hutný	0,05	1,3	0,0384615	
		9	Škvára	0,12	0,27	0,4444444	
		7	Hurdy, betonové panely	0,08	0,57	0,1403509	
		4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
		3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
			Odpor při přestupu na vnější straně			0,17	
					1,05	0,96	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k	
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]	
1F	Podlaha + dlažba						
		20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,17	
		6	Keramická dlažba	0,005	1,01	0,0049505	
		1	Beton hutný	0,05	1,3	0,0384615	
		9	Škvára	0,12	0,27	0,4444444	
		7	Hurdy, betonové panely	0,08	0,57	0,1403509	
		4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
		3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
		21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,17	
					0,99	1,01	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
1G	Vnitřní dveře					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,13	
	8	Dřevo	0,04	0,15	0,2666667	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,13	
					0,53	1,90

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
2A	Vchodové dveře - drátosklo					
	3	Drátosklo			3,5	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
2B	Vchodové dveře - dřevo					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,13	
	8	Dřevo	0,05	0,15	0,3333333	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,13	
					0,59	1,69

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
2C	Okna					
		Okna stará			2,4	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
2D	Strop 2.NP					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,1	
	1	Beton hutný	0,05	1,3	0,0384615	
	9	Škvára	0,12	0,27	0,4444444	
	7	Hurdy, betonové panely	0,08	0,57	0,1403509	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,1	
					0,84	1,18

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
2E	Sklepní stěna - zemina					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,13	
	3	Omítka vápenná	0,005	0,88	0,0056818	
	4	Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,0151515	
	11	Plné pálené cihly	0,2	0,78	0,2564103	
	1	Beton hutný	0,2	1,3	0,1538462	
	13	Asfaltová izolace	0,002	0,99	0,0020202	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,04	
				0,60	1,66	

Kódy		Popis	d	λ	R	U_k
Stavební část	Materiál		[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
2F	Sklepní podlaha - zemina					
	20	Odpor při přestupu na vnitřní straně			0,17	
	4	Beton hutný	0,1	0,99	0,1010101	
	12	Štěrk	0,1	0,63	0,1587302	
	4	Kamení	0,6	0,99	0,6060606	
	21	Odpor při přestupu na vnější straně			0,17	
				1,21	0,83	

PŘÍLOHA B

1.1 Vstupní místnost					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	9,854	1,18	1	11,63
2A	Vchodové dveře	3,2	3,5	1	11,20
2C	Okno	2,25	2,4	1	5,40
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					28,23
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1E	Podlaha + koberec	9,106	0,96	0	0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					0,00
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0,00
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1C	Vnitřní dělící stěna 300mm	8,164	1,68	-0,14	-1,96
1E	Podlaha + koberec	9,106	1,14	-0,14	-1,48
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					-3,44
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					24,79
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	15
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	30
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					743,56

1.2 Schodiště					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	13,492	1,18	1	15,92
2C	Luxsfery	6,8	2,4	1	16,32
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					32,24
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2D	Strop 2. NP	11,324	1,18	0,7	9,35
1E	Podlaha + koberec	11,324	0,96	0,167	1,82
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					11,17
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0,00
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1G	Vnitřní dveře	3,2	1,9	-0,167	-1,02
1G	Vnitřní dveře	1,2	1,9	-0,3	-0,68
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	7,5	1,68	-0,167	-2,10
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					-3,80
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					39,61
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	20
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					1386,21

1.3 Zadní vchod					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	9,19	1,18	1	10,84
2B	Vchodové dveře - dřevo	1,6	1,9	1	3,04
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					13,88
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1F	Podlaha + dlažba	4,2	1,01	0,167	0,71
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					0,71
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0,00
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1D	Vnitřní dělící stěna 150mm	3,9	2,48	-0,30	-2,90
1F	Podlaha + dlažba	4,2	1,01	0,17	0,71
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					-2,19
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					12,40
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	15
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	30
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					371,98

1.4 Záchod					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	2,58	1,18	1	3,04
2C	Okno	0,54	2,4	1	1,30
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					4,34
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1F	Podlaha + dlažba	1,8	1,01	0,36	0,6544
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					0,6544
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm	3,9	2,48	0,10	1,85
1G	Vnitřní dveře	1,2	1,9	0,23	0,53
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm	3,9	2,48	0,23	2,22
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					4,60
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					9,60
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	24
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	39
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					374,23

1.5 Kuchyň					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	21,8	1,18	1	25,72
2C	Okno	2,25	2,4	1	5,40
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					31,12
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1F	Podlaha + dlažba	5,925	0,96	0,43	2,45
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					2,45
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm	3,9	2,48	-0,11	-1,11
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	8,15	1,68	0,14	1,96
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	0,14	0,43
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					1,28
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					34,85
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	20
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					1219,916

1.6 Obývací pokoj					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová zeď 400mm	23,59	1,18	1	27,84
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	8,32	1,68	1	13,98
1F	Podlaha + dlažba	4,8	1,01	1	4,85
2C	Okno	3,45	2,4	1	8,28
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					54,94
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1E	Podlaha + koberec	25,6	0,96	0,43	10,57
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					10,57
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0,00
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	8,164	1,68	0,14	1,96
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	0,14	0,43
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]					2,39
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					67,90
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	20
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					2376,61

2.1 Pokoj					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová zeď 400mm	23,244	1,18	1	27,43
2C	Okno	2,25	2,4	1	5,40
1E	Podlaha + koberec	9,28	0,96	1	8,91
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					41,74
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2D	Strop 2. NP	15,196	1,18	0,74	13,2691
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					13,2691
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	5,94	1,68	0,14	1,43
1E	Podlaha + koberec	9,106	0,96	0,14	1,22
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	0,14	0,43
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					3,08
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					58,09
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	20
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					2033,14

2.2 Koupelna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová zeď 400mm	10,25	1,18	1	12,10
2C	Okno	0,54	2,4	1	1,30
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					13,39
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2D	Strop 2. NP	4,2	1,18	0,77	3,8161
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					3,8161
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1F	Podlaha + dlažba	4,2	1,01	0,23	0,9756
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	4,55	1,68	0,23	1,76
1G	Vnitřní dveře	1,4	1,9	0,23	0,61
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					3,35
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					20,56
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	24
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	39
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					801,86

2.3 Záchod					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	2,58	1,18	1	3,04
2C	Okno	0,54	2,4	1	1,30
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					4,34
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2D	Strop 2. NP	1,8	1,18	0,77	1,6354
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					1,6354
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm	3,9	2,48	0,10	0,99
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	0,23	0,70
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					1,69
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					7,67
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	24
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	39
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					299,1073

2.4 Pokoj					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	19,55	1,18	1	23,07
2C	Okno	4,5	2,4	1	10,80
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					33,87
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2D	Strop 2. NP	21	1,18	0,74	18,3372
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					18,3372
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm	3,9	2,48	-0,11	-1,11
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	8,15	1,68	0,14	1,96
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	0,14	0,43
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					1,28
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					53,49
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	20
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					1872,19

2.5 Ložnice					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová stěna 400mm	19,77	1,18	1	23,33
2C	Okno	4,41	2,4	1	10,58
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					33,91
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2D	Strop 2. NP	21,2	1,18	0,74	18,5118
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					18,5118
Tepelné ztráty zeminou					
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	0,14	0,43
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]					0,43
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					52,85
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	20
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					1849,75

0.1 Uhelna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1F	Podlaha + dlažba	4,4175	0,96	1	4,2408
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					4,2408
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1B	Vnitřní dělicí stěna 400mm	4,03	1,18	0,2	0,9510
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					0,9510
Tepelné ztráty zeminou					
B'	A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$		
	m ²	m	m		
	4,4175	8,8	1,00		
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/K]
2F	Sklepní podlaha	4,4175	0,83	0,35	1,5461
2E	Sklepní stěna	11,44	1,66	0,795	9,0948
Celkem [W/K]					10,6409
Korekční činitelé	f_1	f_2	G_w		$f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$
	na jednotku				
	1,45	0,276	1		0,4002
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					4,2584981
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1B	Vnitřní dělicí stěna 400mm	4,03	1,18	0,2	0,9510
1F	Podlaha + dlažba	4,4175	1,01	-0,2	-0,8923
1B	Vnitřní dělicí stěna 400mm	6,01	1,18	-0,2	-1,4183
1G	Vnitřní dveře	1,4	1,9	-0,2	-0,532
Celkový souč. tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]					-1,8916
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					7,5587
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	10
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	25
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					188,9690

0.2 Kotelna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
2C	Okno	0,54	0,76	1	0,4104
1F	Podlaha + dlažba	1,3	1,01	1	1,313
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					1,7234
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1B	Vnitřní dělicí stěna 400mm	8,814	1,18	0,33	3,4321
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	0,167	0,5076
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	5,81	1,46	0,167	1,4165
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					5,3564
Tepelné ztráty zeminou					
B'		A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$	
		m ²	m	m	
		9,6615	10,768	1,79	
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/K]
2E	Sklepní stěna	8,274	1,66	0,795	6,5778
2F	Sklepní podlaha	9,6615	0,83	0,35	3,3815
Celkem [W/K]					9,9593
Korekční činitelé		f_1	f_2	G_w	$f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$
		na jednotku			
		1,45	0,4	1	0,58
Celkový souč. tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					5,7764
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					0
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					12,8562
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	15
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	30
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					385,6881

0.3 Garáž					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1A	Obvodová zeď 400mm	5,47	0,19	1	1,0393
2B	Vchodové dveře - dřevo	4,8	1,69	1	8,112
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					9,1513
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					0
Tepelné ztráty zeminou					
B'	A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$		
	m ²	m	m		
	25,28	19,58	2,58		
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/K]
2E	Sklepní stěna	16,64	1,66	0,795	13,2288
2F	Sklepní podlaha	25,28	0,83	0,33	8,3424
Celkem [W/K]					21,5712
Korekční činitelé	f_1	f_2	G_w		$f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$
	na jednotku				
	1,45	0,095	1		0,1377
Celkový souč. tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					2,9714
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$f_{i,j}$	$A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1B	Vnitřní dělicí stěna 400mm	4,03	1,18	-0,25	-1,1888
1B	Vnitřní dělicí stěna 400mm	8,814	1,18	-0,5	-5,2002
1G	Vnitřní dveře	1,6	1,9	-0,25	-0,76
1E	Podlaha + koberec	25,28	0,96	-0,75	-18,2016
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					-25,3507
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					-13,2279
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ_e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			$\theta_{int,i}$	°C	5
Rozdíl teplot			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	20
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					-264,5595

0.4 Schodiště					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]					0
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]					0
Tepelné ztráty zeminou					
B'		A _g	P	B' = 2 · A _g /P	
		m ²	m	m	
		9,861	12,82	1,54	
Kód	Stavební část	A _k	U _k	U _{equiv,k}	A _k · U _{equiv,k}
		[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/K]
2E	Sklepní stěna	8,996	1,66	0,795	7,1518
2F	Sklepní podlaha	9,861	0,83	0,35	3,4513
Celkem [W/K]					10,6031
Korekční činitele		f ₁	f ₂	G _w	f ₁ · f ₂ · G _w
		na jednotku			
		1,45	0,276	1	0,4002
Celkový souč. tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					4,2433
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A _k	U _k	f _{ij}	A _k · U _k · f _{ij}
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	6,01	1,46	-0,2	-1,7549
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	2,37	1,46	0,2	0,6920
1G	Vnitřní dveře	1,4	1,9	-0,4	-1,064
1G	Vnitřní dveře	2,8	1,9	-0,2	-1,064
1G	Vnitřní dveře	2,8	1,9	0,2	1,064
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]					-2,1268
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					2,1165
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	10
Rozdíl teplot			θ _{int,i} - θ _e	°C	25
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					52,9127

0.5 Spížirna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]				0	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]				0	
Tepelné ztráty zeminou					
B'		A _g	P	B' = 2 · A _g /P	
		m ²	m	m	
		5,925	10,9	1,09	
Kód	Stavební část	A _k	U _k	U _{equiv,k}	A _k · U _{equiv,k}
		[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/K]
2E	Sklepní stěna	3,9	1,66	0,795	3,1005
2F	Sklepní podlaha	5,925	0,83	0,35	2,0737
Celkem [W/K]					5,1742
Korekční činitelé		f ₁	f ₂	G _w	f ₁ · f ₂ · G _w
		na jednotku			
		1,45	0,095	1	0,1377
Celkový souč. tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					0,7127
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A _k	U _k	f _{ij}	A _k · U _k · f _{ij}
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm	10,27	2,02	-0,75	-15,5590
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	2,5	1,46	-0,25	-0,9125
1G	Vnitřní dveře	1,4	1,9	-0,25	-0,665
1F	Podlaha + dlažba	5,925	1,01	-0,75	-4,4881
Celkový souč. tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]					-21,6247
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					-20,9119
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	5
Rozdíl teplot			θ _{int,i} - θ _e	°C	20
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					-418,2396

0.6 Vodárna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]				0	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]				0	
Tepelné ztráty zeminou					
B'		A _g	P	B' = 2 · A _g /P	
		m ²	m	m	
		6,6975	10,4	1,29	
Kód	Stavební část	A _k	U _k	U _{equiv,k}	A _k · U _{equiv,k}
		[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/K]
2E	Sklepní stěna	13,52	1,66	0,795	10,7484
2F	Sklepní podlaha	6,6975	0,83	0,35	2,3441
Celkem [W/K]					13,0925
Korekční činitelé		f ₁	f ₂	G _w	f ₁ · f ₂ · G _w
		na jednotku			
		1,45	0,276	1	0,4002
Celkový souč. tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]					5,2396
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Kód	Stavební část	A _k	U _k	f _{i,j}	A _k · U _k · f _{i,j}
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1C	Vnitřní dělící stěna 300mm	6,11	1,46	-0,4	-3,5682
1F	Podlaha + dlažba	4,2	1,01	-0,2	-0,8484
1F	Podlaha + dlažba	1,8	1,01	-0,56	-1,0180
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]					-5,4347
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					-0,1950
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	10
Rozdíl teplot			θ _{int,i} - θ _e	°C	25
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]					-4,8772

0.7 Prádelna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ [W/K]				0	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Kód	Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	na jednotku	[W/K]
1D	Vnitřní dělicí stěna 150mm	10,27	2,02	0,43	8,9205
1C	Vnitřní dělicí stěna 300mm	6,11	1,46	0,286	2,5512
1G	Vnitřní dveře	1,4	1,9	0,286	0,7607
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ [W/K]				12,2325	
Tepelné ztráty zeminou					
B'		A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$	
		m ²	m	m	
		14,0225	15	1,87	
Kód	Stavební část	A_k	U_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$
		[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/K]
2E	Sklepní stěna	19,5	1,66	0,795	15,5025
2F	Sklepní podlaha	14,0225	0,83	0,35	4,9078
Celkem [W/K]				4,9078	
Korekční činitelé		f_1	f_2	G_w	$f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$
		na jednotku			
		1,45	0,48	1	0,696
Celkový součinitel tepelné ztráty do zeminy $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot G_w$ [W/K]				3,4158	
Tepelné ztráty do místností vytápěných na výrazně odlišnou teplotu					
Celkový součinitel tepelné ztráty do sousedních místností $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{i,j}$ [W/K]				0	
Celkový součinitel ztrát prostupem tepla $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]				15,6484	
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota		θ_e	°C	-15	
Vnitřní výpočtová teplota		$\theta_{int,i}$	°C	20	
Rozdíl teplot		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35	
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]				547,6959	

Označení místnosti		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	Σ	
Objem místnosti		V[m ³]	11,49	25,56	65,73	25,64	15,41	17,41	36,45	23,68	53,68	10,92	4,68	54,60	66,56	39,51	10,92	4,68	54,60	55,12	576,63
Výpočtová venkovní teplota		θ _e [°C]	-15																		
Výpočtová vnitřní teplota		θ _{int,i} [°C]	10	15	5	10	5	10	20	15	15	15	24	20	20	20	24	24	20	20	
Nejmenší hygienické požadavky	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu	n _{min,i} [h ⁻¹]	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	0,5	0,5	1,5	1,5	0,5	0,5	
	Nejmenší hygienické množství vzduchu	V'[m ³ /h]	11,49	25,56	65,73	12,82	7,70	8,71	36,45	11,84	26,84	5,46	7,02	81,90	33,28	19,75	16,38	7,02	27,30	27,56	
Množství vzduchu infiltrací	Nechráněné otvory	[-]	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	
	Intenzita výměny vzduchu při 50 Pa	n ₅₀ [h ⁻¹]	8																		
	Činitel zaclonění	e	0	0,02	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	
	Výškový koreční činitel	ε	1																		
	Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} =2·V _i ·n ₅₀ ·e _i ·ε _i	V' _{inf,i} [m ³ /h]	0,00	8,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,58	17,18	0,00	1,50	17,47	21,30	12,64	3,49	1,50	26,21	26,46	
Výpočet tepelné ztráty větráním	Zvolená výpočtová hodnota V _i =max(V _{inf,i} ;V _{min,i})	V' _i [m ³ /h]	11,49	25,56	65,73	12,82	7,70	8,71	36,45	11,84	26,84	5,46	7,02	81,90	33,28	19,75	16,38	7,02	27,30	27,56	
	Návrhový součinitel tepelné ztráty	H _{V,i} [W/K]	3,91	8,69	22,35	4,36	2,62	2,96	12,39	4,02	9,13	1,86	2,39	27,85	11,32	6,72	5,57	2,39	9,28	9,37	
	Teplotní rozdíl	θ _{int,i} - θ _e [°C]	25	30	20	25	20	25	35	30	30	30	39	35	35	35	39	39	35	35	Σ
	Návrhová tepelná ztráta větráním Φ _{V,i} =H _{V,i} ·(θ _{int,i} -θ _e)	Φ _{V,i} [W]	97,63	260,72	446,95	108,96	52,38	74,01	433,78	120,75	273,79	55,69	93,09	974,61	396,03	235,08	217,20	93,09	324,87	327,96	4586,58

Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$				
Místnost	Podlahová plocha [m²]	f_{RH} [W/m²]	$\Phi_{RH,i}$ [W]	
1.1	9,106	16	145,70	
1.2	10,324		165,18	
1.3	4,2		67,20	
1.4	1,8		28,80	
1.5	21		336,00	
1.6	25,6		409,60	
2.1	15,196		243,14	
2.2	4,2		67,20	
2.3	1,8		28,80	
2.4	21		336,00	
2.5	21,2		339,20	
0.2	14,02		224,32	
0.7	9,831		157,30	
Σ	159,277			2548,43



PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH VÝROBKU

číslo 2014-003, revize 00

Výrobce: **VPO Protivanov, a.s.**
Boskovická 250
798 48 Protivanov
IČO: 29001765

Název výrobku a typ

Plastové okno a balkonové dveře – systém VEKA SOFTLINE 82 MD

Způsob použití: Plastové okno a balkonové dveře (konstrukce s průhlednou, průsvitnou nebo plnou výplní) určené pro uzavírání ve vnějších nebo vnitřních stěnách, na které se nevztahují požadavky na požární odolnost a kouřetěsnost.

Systém posuzování a ověřování stálosti vlastností: systém 3

Výsledky zkoušek a výpočty byly provedeny u oznámených subjektů a jsou zaznamenány v následujících dokumentech:

- ift Rosenheim GmbH, Theodor-Geitel-Str. 7-9, D-83026 Rosenheim – Prüfbericht Nr. 11-000660-PR09 (PB-A01-0203-de-01) ze dne 29.09.2011
- ift Rosenheim GmbH, Theodor-Geitel-Str. 7-9, D-83026 Rosenheim – Prüfbericht Nr. 11-000660-PR11 (PB-A01-03-de-01) ze dne 27.09.2011
- Institut pro testování a certifikaci, a.s., tř. T. Bati 299, 764 21 Zlín - Zkušební protokol akreditované laboratoře č.j. 753500082/02 ze dne 16.04.2008
- Institut pro testování a certifikaci, a.s., tř. T. Bati 299, 764 21 Zlín - Zkušební protokol č.j. 7535000421B/2010 ze dne 04.06.2010
- HFB ENGINEERING GmbH Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Baustoffe und Bauelemente – Prüfprotokoll Nr. 31100 2064 / 1 / 2012 ze dne 31.07.2012
- Mendelova univerzita v Brně, zkušebna stavebně truhlářských výrobků, K Cihelně 304, 764 02 Zlín - Protokol o výpočtu součinitele prostupu tepla U podle ČSN EN ISO 10077-1 č. V-ZSTV-005-12 ze dne 06.01.2012

Níže uvedené vlastnosti (specifikace) jsou určeny v souladu s harmonizovanou normou ČSN EN 14351-1+A1 ze dne 04.06.2010 a jsou uvedeny v Příloze 1.


ing. Libor Zedvořilý
ředitel společnosti

V Protivanově dne 30.05.2014



Příloha 1 – 2014-0003
k Prohlášení o vlastnostech výrobku

Vlastnost	Hodnota nebo třída vlastnosti ověřená v souladu s ČSN EN 14351-1+A1	Protokol
Odolnost proti zatížení větrem – otočněsklopné okno, balkonové dveře a štuipové dveře a okno podle EN 12211 a EN 12210	třída C3/B3	11-000660-PR09 (PB-A01-0203-de-01) 11-000660-PR11 (PB-A01-03-de-01)
Vodotěsnost – otočněsklopné okno a balkonové dveře podle EN 1027 a EN 12208	třída 9A	11-000660-PR09 (PB-A01-0203-de-01)
Vodotěsnost – štuipové dveře a okno podle EN 1027 a EN 12208	třída 7A	11-000660-PR11 (PB-A01-03-de-01)
Průvzdušnost podle EN 1026 a EN 12207	třída 4	11-000660-PR09 (PB-A01-0203-de-01) 11-000660-PR11 (PB-A01-03-de-01)
Nebezpečné látky podle metodiky akreditované laboratoře ITC Zlín	nezjišřeny	753500082/02
Únosnost bezpečnostních zařízení podle EN 14609 a EN 14351-1	bez poruchy funkce	453300421B/2010
Vzduchová neprůvzdučnost* podle EN ISO 717-1	$R_w = 35(-1,-4)$ dB	31100 2064 / 1 / 2012

Pro zasklení izolačním dvojsklem: 4-16Ar-4, $U_g = 1,1$ W/(m² .K), pro $\psi_g = 0,041$ W/(m² .K) a lepší

Souřinětel prostupu tepla okna* podle EN ISO 10077-1	$U_w = 1,2$ W/(m ² .K)	výpořtem dle EN ISO 10077-1
Světelný řinětel prostupu* podle EN 410	$\tau_v = 78$	výpořtem dle EN 410
Celkový řinětel prostupu solární energie* podle EN 410	$g = 61$	výpořtem dle EN 410

Pro zasklení izolačním dvojsklem: 4-16Ar-4, $U_g = 1,0$ W/(m² .K), pro $\psi_g = 0,041$ W/(m² .K) a lepší

Souřinětel prostupu tepla okna* podle EN ISO 10077-1	$U_w = 1,1$ W/(m ² .K)	V-ZSTV-005-12
Světelný řinětel prostupu* podle EN 410	$\tau_v = 70$	výpořtem dle EN 410
Celkový řinětel prostupu solární energie* podle EN 410	$g = 50$	výpořtem dle EN 410

Pro zasklení izolačním trojsklem: 4-16Ar-4-16Ar-4, $U_g = 0,6$ W/(m² .K), pro $\psi_g = 0,038$ W/(m² .K) a lepší

Souřinětel prostupu tepla okna* podle EN ISO 10077-1	$U_w = 0,83$ W/(m ² .K)	V-ZSTV-005-12
Světelný řinětel prostupu* podle EN 410	$\tau_v = 70$	výpořtem dle EN 410
Celkový řinětel prostupu solární energie* podle EN 410	$g = 48$	výpořtem dle EN 410

Pro zasklení izolačním trojsklem: 4-18Ar-4-18Ar-4, $U_g = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, pro $\psi_g = 0,038 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a lepší

Součinitel prostupu tepla okna* podle EN ISO 10077-1	$U_w = 0,76 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	V-ZSTV-005-12
Světelný činitel prostupu* podle EN 410	$\tau_v = 70$	výpočtem dle EN 410
Celkový činitel prostupu solární energie* podle EN 410	$g = 48$	výpočtem dle EN 410

* hodnoty platí pro standardní zasklení s jedním křídlem, U jiných (speciálních) skel jsou hodnoty k dispozici na vyžádání. Výsledky zkoušek se vztahují na výrobky specifikované normou nebo protokolem o zkouškách.

Toto prohlášení o vlastnostech výrobku se vydává výhradně na vlastní odpovědnost výrobce.

Poskytování prohlášení o vlastnostech výrobku:

- 1) Kopie prohlášení o vlastnostech každého výrobku, který se dodává na trh, se poskytuje buď v tištěné podobě, nebo elektronickými prostředky.
Pokud ovšem jediný uživatel odebrá dodávku více kusů jednoho výrobku, může k ní být připojena pouze jedna kopie prohlášení o vlastnostech výrobku v tištěné podobě, nebo elektronickými prostředky.
- 2) Pokud o to příjemce požádá, musí mu být poskytnuta kopie prohlášení o vlastnostech výrobku v písemné podobě.
- 3) Odchylně od bodu 1) a 2) může být kopie prohlášení o vlastnostech výrobku zpřístupněna na internetové stránce, a to za podmínek stanovených Komisí prostřednictvím aktů v přenesené pravomoci v souladu s článkem 60. Tyto podmínky mimo jiné zajistí, aby bylo prohlášení o vlastnostech výrobku k dispozici nejméně po dobu stanovenou v článku 11, odstavec 2, Nařízení EU č. 305/2011.