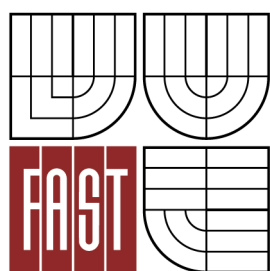




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ A ZDROJ TEPLA V ŽIVOTNÍM CYKLU BUDOV

THE COSTS OF HEATING AND HEAT SOURCE IN THE LIFE CYCLE OF BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. TOMÁŠ KLEC

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILOSLAV VÝSKALA, Ph.D.

BRNO 2016




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

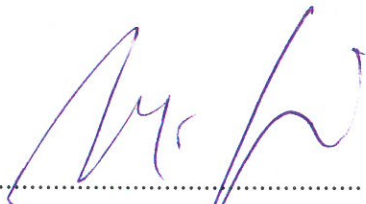
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Tomáš Klec
Název	Náklady na vytápění a zdroj tepla v životním cyklu budov
Vedoucí diplomové práce	Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce	15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015


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




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

Podklady a literatura

TYWONIAK, J. Nízkoenergetické domy (1, 2, 3). Praha: GRADA, 2008-2012. ISBN (3) 978-80-247-3832-1

ŠÁLA, J. Tepelná ochrana budov, komentář k ČSN 73 0540. Praha: ČKAIT ISBN 978-80-87093-30-6

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Cílem diplomové práce je srovnání a posouzení provozních nákladů (energetické bilance) rodinných domů v závislosti na zdroji vytápění a v rámci zlepšování jejich tepelně-technických vlastností. Výstupem práce bude analýza provozních nákladů rodinných domů.

Zásady pro zpracování bakalářské práce:

1. Všeobecné vymezení zpracované tematiky.
2. Rozřazení rodinných domů podle potřeby energie (ČSN 73 0540).
3. Provozní náklady rodinných domů.
4. Srovnání možnosti vytápění rodinných domů a nákladů na vytápění.
5. Aplikace poznatků v rámci případové studie.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....
Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na ekonomické porovnání zdrojů vytápění pro konkrétní objekt z hlediska ročních provozních nákladů, počátečních investičních nákladů, doby návratnosti, úspory investice během životnosti zdroje a subjektivní porovnání. Zároveň má rozšířit obzory ve smyslu získání informací o technických novinkách ve světě vytápění a získat přehled o cenách zdrojů vytápění a energií.

Klíčová slova

Tepelná ztráta, potřeba tepla na vytápění, roční energetické náklady, roční úspora, typ zdroje vytápění, doba návratnosti, počáteční investice, tepelné čerpadlo, kotel

Abstract

The thesis is focused on the economic comparison of heating sources for a particular object in terms of annual operating costs, initial investment costs, payback period, savings over the life of the investment resources and subjective comparisons. At the same time broaden their horizons in terms of obtaining information on technical innovations in the world of heating and an overview of the prices heating and energy sources.

Keywords

Heat loss, heat consumption for heating and annual energy costs, annual savings, the type of heating source, the payback period, the initial investment, heat pump, boiler

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Tomáš Klec *Náklady na vytápění a zdroj tepla v životním cyklu budov*. Brno, 2016. 90 s., 51 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 15.1.2016

.....

podpis autora

Poděkování:

Děkuji panu Ing. Miloslavu Výskalovi Ph.D. za podnětné a trpělivé vedení práce a svému otci při pomoci s jednáním mezi dodavateli.

Obsah

1	Úvod.....	14
2	Tepelná pohoda prostředí.....	15
3	Postup výpočtu.....	19
3.1	Tepelně technické požadavky na stavební konstrukce.....	19
3.2	Tepelná ztráta.....	23
3.3	Energetický štítek obálky budovy.....	28
3.4	Potřeba tepla na vytápění.....	31
3.5	Potřeba tepla na ohřev TUV.....	37
4	Zdroje vytápění.....	39
4.1	Tepelná čerpadla.....	39
4.1.1	Princip tepelného čerpadla.....	40
4.1.2	Topný faktor.....	41
4.1.3	Druhy tepelných čerpadel.....	43
4.1.4	Tepelné čerpadlo země – voda.....	44
4.1.5	Tepelné čerpadlo voda – voda.....	46
4.1.6	Tepelné čerpadlo vzduch – voda.....	48
4.2	Solární kolektory.....	49
4.3	Termodynamické panely.....	50
4.4	Elektrokotle.....	52
4.5	Ionizační elektrokotle.....	54
4.6	Plynové kotle.....	56
4.6.1	Klasické plynové kotle.....	56
4.6.2	Nízkoteplotní plynové kotle.....	57
4.6.3	Kondenzační plynové kotle.....	57
4.7	Kotle na biomasu.....	59
4.7.1	Kotle na pelety.....	60
5	Kotlíková dotace nové generace.....	62
6	Skladba ceny elektřiny.....	65
7	Zhodnocení nákladů na vytápění a zdroje tepla.....	68
7.1	Popis hodnoceného objektu.....	68
7.2	Tepelná ztráta objektu.....	70
7.3	Energetický štítek obálky budovy.....	70
7.4	Potřeba tepla na vytápění a TUV.....	70
7.5	Hodnotící výstupy.....	71

7.5.1	Souhrn základních informací	72
7.5.2	Roční energetické náklady	75
7.5.3	Počáteční investice	77
7.5.4	Doba návratnosti	78
7.5.5	Úspora investice během životnosti zdroje.....	80
7.5.6	Subjektivní porovnání zdroje vytápění dle požadavků investora	82
8	Závěr	85

Seznam tabulek:

- Tab. 1 - Doporučené teploty
- Tab. 2 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostoru tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v interiéru 18 °C až 22 °C včetně dle ČSN 73 0540-2
- Tab. 3 - Tepelné odpory při přestupu tepla
- Tab. 4 - Navýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných mostů
- Tab. 5 - Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831 a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle ČSN 06 0210
- Tab. 6 - Teplota v sousedních nevytápěných místnostech dle ČSN 06 0210
- Tab. 7 - Intenzita výměny vzduchu pro celou budovu n50
- Tab. 8 - Stínící činitel e
- Tab. 9 - Výškový korekční činitel ε
- Tab. 10 - Minimální intenzita výměny vzduchu nmin
- Tab. 11 - Zátopový součinitel fRH pro obytné budovy s nočním teplotním útlumem nejvýše 8 h
- Tab. 12 - Počet hodin v měsíci, průměrná venkovní teplota
- Tab. 13 - Intenzita oslunění I_{sol}
- Tab. 14 - Celková propustnost slunečního záření g dvou nejběžnějších druhů zasklení
- Tab. 15 - Korekční činitel clonění FC pro některé typy clon
- Tab. 16 - Dílčí činitel stínění horizontem F_h
- Tab. 17 - Dílčí činitel stínění markýzou F_o
- Tab. 18 - Dílčí činitel stínění bočním žebrem F_f
- Tab. 19 - Účinná vnitřní tepelná kapacita zóny C_m
- Tab. 20 - Údaje o materiálech
- Tab. 21 - Celková tepelná ztráta objektu
- Tab. 22 - Celková roční potřeba tepla na vytápění
- Tab. 23 – Komplexní porovnání zdrojů tepla

- Tab. 24 - Porovnání zdrojů tepla z hlediska roční energetické náročnosti
- Tab. 25 - Porovnání z hlediska počáteční investice
- Tab. 26 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska doby návratnosti
- Tab. 27 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska úspory investice během životnosti zdroje
- Tab. 28 - Subjektivní porovnání zdroje vytápění dle požadavků investora

Seznam obrázků:

- Obr. 1 - Proudění vzduchu v uzavřeném prostoru
- Obr. 2 - Schéma tepelného čerpadla
- Obr. 3 - Graf závislosti COP na úspoře energie
- Obr. 4 - Schéma zapojení TČ - zemní kolektor
- Obr. 5 - Schéma zapojení TČ - zemní vrt
- Obr. 6 - Schéma TČ pro povrchovou vodu
- Obr. 7 - Schéma TČ s jímací a vsakovací studnou
- Obr. 8 - Schéma TČ vzduch - voda
- Obr. 9 - Zapojení solárního panelu systému pro ohřev TU
- Obr. 10 - Schéma zapojení termodynamického panelu
- Obr. 11 - Schéma nástěnného elektrokotle
- Obr. 12 - Ukázka zapojení ionizačního kotle Stafor
- Obr. 13 - Popis plynového kondenzačního kotle
- Obr. 14 - Peletová kotelná s pneumatickým podavačem

Seznam grafů:

- Graf 1 - Roční energetické náklady domu [Autor]
- Graf 2 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska doby návratnosti
- Graf 3 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska úspory investice během životnosti zdroje [Autor]

Seznam použitých zkratk:

TČ	-	Tepelné čerpadlo
OS	-	Otopná soustava
COP	-	Coefficient of Performance
TPG	-	Technická pravidla GAS
kWh	-	Kilowatthodina
MWh	-	Megawatthodina
TUV	-	Teplá užitková voda
W	-	Watt
PENB	-	Průkaz energetické náročnosti
ŽB	-	Železobeton
EU	-	Evropská unie
PRE	-	Pražská energetika
NT	-	Nízký tarif
VT	-	Vysoký tarif
OTE	-	Operátor trhu s elektřinou
CF	-	Cashflow
DCF	-	Diskontované cashflow
KDCF	-	Kumulované diskontované cashflow

1 ÚVOD

Jedna z nejžhavějších otázek týkající se stavby rodinného domku nebo rekonstrukce starších budov je otázka týkající se topení. Doby, kdy se topilo pouze štípaným dřevem v kamnech, vzaly dávno za své. Dnes je na trhu nepřeborné množství dodavatelů zdrojů vytápění a každý se snaží zákazníkovi vnutit myšlenku, že právě on je pro něho ten nejvýhodnější. Do toho neustále se měnící ceny energií, které na nás křičí ze všech možných druhů médií, tomu také nepřidají. Člověku se z toho až zamotá hlava, když se rozhodne udělat si trochu jasno o současné situaci na trhu s vytápěcí technikou. Myslím, že se to však rozhodně vyplatí, než dát na rady druhých. Vytápění domu je rozsáhlý pojem zahrnující nejenom zdroj vytápění, ale i otopný systém, regulace, druh paliva, stavební přípravy, sazba elektřiny atd. To vše nás může v budoucnu stát spoustu peněz. A nebo taky ne.

Cílem této práce je primárně zpracování informací a dat týkající různých typů zdroje vytápění vhodných pro konkrétní objekt staršího rodinného domku a ekonomického zhodnocení z hlediska investice, ročních nákladů, doby návratnosti, úspory a životnosti. Tyto informace lze aplikovat nejenom na objekty o podobné tepelné ztrátě. Cílem je rozšířit obzory o současné situaci na trhu s vytápěním každému, kdo má zájem dozvědět se víc o současných cenách zdrojů vytápění, o technických novinkách a cenách energií a přitom nechce ztrácet čas dlouhým hledáním pravdivých zdrojů na internetu.

2 TEPELNÁ POHODA PROSTŘEDÍ

Myšlenkou, jak postavit dům, aby se v něm člověk cítil příjemně, se zabýval již okolo roku 400 př. n. l. řecký filozof Sokrates. Bohužel k tehdejšími technologiím s tím nemohl nic moc dělat. Pokud byla zima, lidé rozdělali oheň a pokud bylo horko, ovívali se vějíři. Až začátkem 20. století se začalo používat mechanické chlazení. Díky němu se budova mohla přetopit nebo podchladiť. A právě to bylo reflexem pro začátek výzkumu tepelné pohody prostředí. [1]

Pod pojmem tepelná pohoda si představme stav, ve kterém je lidské tělo v **tepelné rovnováze s okolním prostředím**. Nepocituje chlad ani nadměrné teplo, nepotřebuje používat svoje ochranné termoregulační procesy. Tepelná pohoda navozuje celkovou pohodu organizmu, umožňuje člověku optimální relaxaci i pracovní výkon. [2]

Základní podmínkou tepelné pohody je přiměřená teplota v místnosti. Není to však podmínka jediná. Každý jistě zažil pocit, kdy jsme ve starém, špatně izolovaném a vlhkém objektu, kde se topí jako o život, teplota je již dostatečná, ale my se stále necítíme dobře. Tepelnou pohodu totiž ovlivňují primárně tzv. objektivní faktory:

- Teplota vzduchu
- Teplota stěn a okolních předmětů
- Vlhkost vzduchu
- Rychlost proudění vzduchu
- Tepelný odpor oděvů

Sekundární roli hrají faktory subjektivní, jimiž jsou:

- Tělesný a psychický stav člověka
- Zdravotní stav
- Věk
- Pohlaví

- Schopnost aklimatizace
- Otužilost

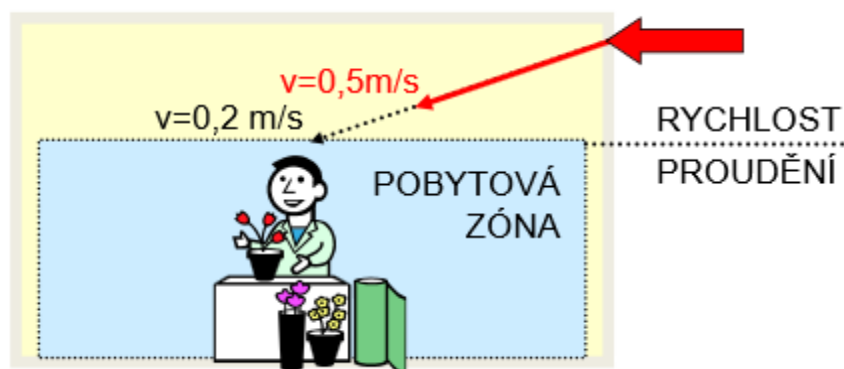
Optimální teplota vzduchu v místnosti záleží na účelu, ke kterému je místnost určena a na druhu činnosti, kterou v ní provádíme (Tab. 1). Je – li teplota vzduchu např. 20 °C, neměla by povrchová teplota okolních stěn a předmětů být nižší, než 18 °C. Pokud by byla nižší, cítili bychom chlad, který z ní sálá. Tím bychom museli zvýšit teplotu vzduchu, čímž by se ale nepřímou úměrou snížila relativní vlhkost vzduchu. Vodní páry by mohly začít kondenzovat na zdech a stěnách okolních předmětů. Navíc studené zdi mohou být známkou špatně izolované obálky domu.

Relativní vlhkost závisí na množství vodních par obsažených ve vzduchu a pro pobyt člověka se doporučuje 40 – 60 %. Při nižší vlhkosti se zvyšuje odpařování našeho těla, čímž se ochlazuje. Při vyšších vlhkostech je odpařování naopak znesnadněno a člověk za chvíli propotí prádlo. [3],[4]

Tab. 29 – Doporučené teploty [3]

Doporučená teplota v místnosti		Doporučená teplota při činnostech	
Obytné místnosti	18 - 22 °C	Při odpočinku	19 - 22 °C
Kuchyně	15 °C	Lehká fyzická práce	18 - 20 °C
Koupelna	24 °C	Středně těžká fyzická práce	14 - 17 °C
WC	16 °C	Těžká fyzická práce	10 - 15 °C
Chodba, schodiště	10 - 15 °C		

Rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně (Obr. 1), což je zóna od podlahy mírně nad hlavu člověka, by neměla přesahovat rychlost 0,2 m/s. Rychlejší pohyb vzduchu už člověk může nepříjemně vnímat. Tento fyzikální jev úzce souvisí se zvoleným způsobem vytápění. Ten může být **konvekční** nebo **sálavý**.



Obr. 15 – Proudění vzduchu v uzavřeném prostoru [5]

Přirozené konvekční vytápění známe z domácností jako ohřev domu radiátory nebo krbovou vložkou. Po nastartování se těleso začne ohřívat a tím i okolní vzduch. Jakmile se vzduch ohřeje, začne být vytlačován studeným vzduchem ke stropu a tím vzniká přirozená cirkulace. Pokud těleso ohřívá vzduch příliš, může začít cirkulovat rychleji, než bychom si přáli. Tohoto jevu si můžeme všimnout pouhým okem např. na rozvlákněných záclonách nad radiátory.

Druhým způsobem je tzv. **nucená konvekce**, při níž je teplý vzduch rozváděn vzduchotechnickým potrubím do jiných místností za pomoci ventilátorů. Při této možnosti je nutno mít na paměti, že vzduch musí neustále cirkulovat. Proto je nutné zajistit stejný objem vzduchu zpátky ke zdroji. Nevýhodou tohoto systému je značná teplotní nerovnoměrnost vzduchu v místnosti mezi stropem a podlahou, tzv. vodorovné teplotní zóny.

Typickým příkladem pro **sálavé vytápění** je podlahové topení. Při zpuštění zdroje a nahřátí vody v otopné soustavě se nejdříve ohřeje podlaha a okolní stěny. Toto teplo se ukládá a akumuluje, aby se následně mohlo začít uvolňovat a sálat do prostoru. Tudíž vzduch je ohříván až druhotně. Šíří se všemi směry a tím dochází k rovnoměrnému rozložení teplot v místnosti. Navíc sálavé vytápění má stejné fyzikální vlastnosti, jako sluneční záření. Okolní vzduch může být chladnější, než je u konvekce a přesto nám nebude zima.

Díky tomu je člověku v prostorách se sálavým vytápěním tak příjemně a i proto je ideální nástroj k nastolení tepelné pohody prostředí. [6]

3 POSTUP VÝPOČTU

Abychom se na konci dostali k číslům, která dávají smysl a lze je aplikovat v ekonomickém porovnání, musíme se držet zásad norem, zákonů, vyhlášek a technických předpisů.

3.1 Tepelně technické požadavky na stavební konstrukce

Základní dokument pro technické požadavky při navrhování a ověřování budov s určitým požadavkem na prostředí při jejich užívání stanovuje norma ČSN 73 0540, která dle stavebního zákona zajišťuje hospodárné setření s energií a tepelnou ochranu. Tato norma platí jak pro novostavby, tak pro stávající stavby, u kterých se provádí rekonstrukce, přístavba či jakékoliv jiné stavební práce. [7]

Pro stavební konstrukce a výplně otvorů vytápěných a klimatizovaných budov, při relativní vlhkosti $\varphi_i \leq 60\%$, platí podmínka:

$$U \leq U_N \quad [W/m^2.K] \quad (1)$$

U	Součinitel prostupu tepla	[W/m ² .K]
U _N	Požadovaná hodnota souč. prostupu tepla	[W/m ² .K]

Tab. 30 - Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostoru tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v interiéru 18 °C až 22 °C včetně dle ČSN 73 0540-2

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla U_N [W/m ² .K]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní domy
Stěna vnější	0,3	těžká 0,25	0,18 - 0,12
		lehká 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 - 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem od 45° včetně	0,24	0,16	0,15 - 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 - 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 - 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	těžká 0,25	0,18 - 0,12
		lehká 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 - 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 - 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 - 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 - 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60	0,45 - 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,50
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	-
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	-
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,45	-
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80	-
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše z vytápěného prostoru do venkovního prostředí kromě dveří	1,5	1,20	0,8 - 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 ° z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,10	0,90
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,70	1,20	0,90
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,50	2,30	1,70
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,50	2,30	1,70
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 ° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,60	1,70	1,40
Kovový rám výplně otvoru	-	1,80	1,00
Nekovový rám výplně otvoru	-	1,30	0,9 - 0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,80	1,20

Tato veličina představuje nejdůležitější oblast tepelné techniky. Hodnotí vlastnosti jednotlivých stavebních konstrukcí a jejich tepelně izolační vlastnosti. Díky ní můžeme navrhovat stavební konstrukce nejen s požadovanými a doporučenými vlastnostmi, ale i splňující požadavky na nízkoenergetické a pasivní budovy. [8]

$$U_{id} = 1 / R_{si} + R + R_{se} \quad [W/m^2.K] \quad (2)$$

R_{si} Tepelný odpor při přestupu na vnitřní straně $[m^2.K/W]$

R Tepelný odpor vrstvy konstrukce $[m^2.K/W]$

R_{se} Tepelný odpor při přestupu na vnější straně $[m^2.K/W]$

$$R = \sum d / \lambda \quad [m^2.K/W] \quad (3)$$

d Tloušťka vrstvy konstrukce $m]$

λ Součinitel tepelné vodivosti $[W/m.K]$

Celková hodnota tepelného odporu konstrukce je dána součtem tepelných odporů jednotlivých vrstev, které musí být chráněny před vlhkostí. U podlah všechny vrstvy nad hydroizolací a u střech všechny vrstvy pod hydroizolací. [8]

Součinitel tepelné vodivosti představuje veličinu, která určuje, jak rychle se šíří teplo danou látkou z teplejší strany k té chladnější. Udává, jak materiál vede teplo. Čím je hodnota nižší, tím je hodnota materiálu z hlediska tepelně-izolačního lepší a tím i konstrukce lépe odolává tepelnému přestupu. [9]

Tab. 31 – Tepelné odpory při přestupu tepla [10]

Povrch	Účel výpočtu	Konstrukce/povrch	Tepelný odpor při přestupu tepla
			R_{si}, R_{se}
Vnější	Součinitel prostupu tepla U Povrchové teploty	Jednoplášťová	0,04
		Dvouplášťová	Shodné s R_{si}
	Zemina	Styk se zeminou	0,00
Vnitřní	Součinitel prostupu tepla U Tepelné toky	Stěna	0,13
		Střecha	0,10
		Podlaha	0,17
	Povrchové toky	Výplně otvorů	0,13
		Ostatní konstrukce	0,25

Součinitel prostupu tepla U_{id} je nutno opravit o hodnoty tzv. tepelných mostů dle vztahu:

$$U = U_{id} + \Delta U_{tbk} \quad [W/m^2.K] \quad (4)$$

kde ΔU_{tbk} značí navýšení součinitele prostupu tepla v dané konstrukci o vliv tepelných mostů. Tento odhad stanovený v Tab. 4 je pouze přibližný.

Tab. 32 - Navýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných mostů [11]

Zastoupení tepelných mostů v konstrukci	Orientační hodnoty ΔU_{tbk}
Konstrukce téměř bez tepelných mostů (důsledně optimalizovaná)	0,02 a méně
Konstrukce s mírnými tepelnými mosty (opakující se detaily)	0,05
Konstrukce s běžnými tepelnými mosty (běžná úroveň PD)	0,1
Konstrukce s výraznými tepelnými mosty (nízká úroveň PD)	0,2 a více

3.2 Tepelná ztráta

Pojem, pod kterým si představíme okamžitou ztrátu tepelné energie prostupem konstrukcí a větráním, se nazývá tepelná ztráta objektu nebo také tepelný tok. Norma, která určuje podmínky výpočtu pro návrhové tepelné ztráty a návrhového tepelného výkonu je ČSN EN 12831 [12]. Tuto hodnotu je nutno vždy počítat na maximálně nepříznivé venkovní teploty. Česká republika je rozdělena na 3 oblasti, ve kterých jsou venkovní výpočtové teploty $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a na horách $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na tuto teplotu se navrhují radiátory i zdroj vytápění. Jelikož je tato teplota během roku jen velmi zřídka, u dražších zdrojů vytápění, jako je např. tepelné čerpadlo, se zdroj navrhne na nižší výkon a v případě, že je potřeba tepelný výkon vyšší, používá se náhradní zdroj např. elektrokotel. [13]

Při provádění výpočtu je nutné dodržovat jednotlivé kroky, tak jak jsou uvedené v normě, aby nám během výpočtu nechyběly potřebné údaje. V prvním kroku je nutné stanovit si venkovní výpočtovou teplotu a průměrnou roční venkovní teplotu. Popis všech vnitřních prostor objektu s rozdělením na vytápěné a nevytápěné místnosti a přiřazení vnitřní výpočtové teploty (Tab. 5 a 6). Stanovení rozměrových a tepelných vlastností pro všechny stavební konstrukce vytápěných i nevytápěných místností. [12]

Tab. 33 - Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831 a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle ČSN 06 0210

Druh vytápěné místnosti	Vnitřní výpočtová teplota	Relativní vlhkost vzduchu
	t_i [$^{\circ}\text{C}$]	φ [%]
Obytné budovy - trvale užívané		
Obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20	60
Kuchyně	20	60
Koupelny	24	90
Klozety	20	60
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	15	60
Vytápěná schodiště	10	60

Tab. 34 - Teplota v sousedních nevytápěných místnostech dle ČSN 06 0210 [14]

Druhy nevytápěných místností		Teplota v sousedních nevytápěných místnostech t_{ie} [°C] při výpočtové venkovní teplotě t_e [°C]		
		-12 °C	-15 °C	-18 °C
Podstřešní prostory (půdy)	Netěsná krytina	-6	-9	-12
	Těsná krytina			
	- bez tepelné izolace	-3	-6	-9
	- s tepelnou izolací	0	0	-3
Větraná mezera u dvouplášťových větraných střech		-9	-12	-15
Místnosti sousedící	převážně s vytápěnými místnostmi, např. vnitřní chodby apod.	+15		
	zčásti s vytápěnými místnostmi a zčásti s venkovním prostředím			
	- bez venkovních dveří	+6	+6	+3
	- s venkovními dveřmi; také vnitřní schodiště	0	0	-3
	převážně s venkovním prostředím, s nímž jsou spojeny venkovními dveřmi	-3	-6	-9
Sklepy a jiné suterénní nevytápěné místnosti	zcela pod terénem	+5 až +10		
	částečně nad terénem			
	- nevětrané	+3	+3	0
	- větrané	0	0	-3
Zřídka vytápěné místnosti	ve stejné budově	+15		
	v sousední budově	+10		
Kotelny, výměňkové stanice, strojovny		+15 až +20		

Po získání všech potřebných údajů se může přejít k samotnému výpočtu. Začíná se **ztrátou prostupem**. Podle normy je dílčí výpočet rozdělen do 4 kategorií podle směru proudění tepla: prostup pláštěm budovy, nevytápěnými prostory, vedlejšími prostory a přilehlou zeminou. Pro zjednodušení výpočtu však lze použít i tzv. obálkovou metodu, která byla součástí předchozí národní normy 06 0210 [14]. Pro výpočet použijeme vzorec:

$$\Phi_{T,i} = A_i * U * (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W] \quad (5)$$

A	plocha konstrukce	[m ²]
U	součinitel prostupu konstrukce	[W/m ² .K]
$\theta_{int,i}$	vnitřní výpočtová teplota	[°C]
θ_e	venkovní výpočtová teplota	[°C]

Celkové ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ doplníme o ztráty tepelnými mosty ze vztahu:

$$\Sigma A * \Delta U_{tbk} * (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W] \quad (6)$$

ΣA	suma ploch všech započítaných konstrukcí	[m ²]
ΔU_{tbk}	vliv tepelných mostů (Tab. 4)	[W/m ² .K]

Tepelná **ztráta větráním** $\Phi_{V,i}$ pro vytápěný prostor se vypočte podle:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W] \quad (7)$$

$H_{V,i}$	měrná tepelná ztráta větráním	[W/K]
-----------	-------------------------------	-------

$$H_{V,i} = V_i * \rho * c \quad \text{nebo zkráceně} \quad H_{V,i} = 0,34 * V_i \quad [W/K] \quad (8)$$

V_i	objem vytápěné místnosti	[m ³]
ρ	hustota vzduchu	[kg/m ³]
c	měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kg.K]

V případě, že se jedná o soustavu s přirozeným větráním, předpokládá se, že přiváděný vzduch má parametry venkovního vzduchu. Ztráta větráním je úměrná rozdílu výpočtových teplot venkovní a vnitřní. Hodnota V_i se bere jako větší číslo z maximální výměny vzduchu infiltrací, spárami a styky obvodového pláště $V_{inf,i}$ a minimální výměna vzduchu $V_{min,i}$ dle hygienických požadavků.

$$V_i = \max (V_{inf,i}; V_{min,i}) \quad [m^3/h] \quad (9)$$

$$V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \epsilon_i \quad [m^3/h] \quad (10)$$

n_{50} intenzita výměny vzduchu za hodinu (Tab.7) $[h^{-1}]$

e_i stínící činitel (Tab. 8) $[-]$

ϵ_i výškový korekční činitel (Tab. 9) $[-]$

$$V_{min,i} = n_{min} * V_i \quad [m^3/h] \quad (11)$$

n_{min} minimální výměna vzduchu za hodinu (Tab. 10) $[h^{-1}]$

Tab. 35 - Intenzita výměny vzduchu pro celou budovu n_{50}

Stavba	$n_{50} [h^{-1}]$		
	Stupeň těsnosti obvodového pláště budovy (kvalita těsnění oken)		
	Vysoká (velmi utěsněná okna a dveře)	Střední (okna s dvojskly, normálně utěsněná)	Nízká (okna s jednoduchým zasklením, bez utěsnění)
RD s jedním bytem	< 4	4 až 10	> 10
Jiné bytové domy nebo budovy	< 2	2 až 10	> 5

Tab. 36 - Stínící činitel e

Třída zastínění	e		
	Vytápěný prostor bez nechráněných otvorových výplní	Vytápěný prostor s jednou nechráněnou otvorovou výplní	Vytápěný prostor s více než jednou nechráněnou otvorovou výplní
Žádné zastínění (budovy ve větrné oblasti, vysoké budovy v městských centrech)	0	0,03	0,05
Mírné zastínění (budovy v krajině se stromovým nebo v zastavěném území, předměstská zástavba)	0	0,02	0,03
Velké zastínění (středně vysoké budovy v městských centrech, budovy v zalesněné krajině)	0	0,01	0,02

Tab. 37 - Výškový korekční činitel ϵ

Výška vytápěného prostoru nad úrovní země (vzdálenost středu výšky místnosti od země)	ϵ
0 - 10 m	1
> 10 - 30 m	1,2
> 30 m	1,5

Tab. 38 - Minimální intenzita výměny vzduchu n_{min}

Druh místnosti	n_{min} [h^{-1}]
Obytná místnost	0,5
Kuchyně nebo koupelna s oknem	1,5
Kancelář	1,0
Zasedací místnost, učebna	2,0

V poslední části výpočtu tepelných ztrát se počítá **zátopový tepelný výkon**, který nahrazuje účinek přerušovaného vytápění ve vytápěném prostoru. Někdy se vynechává v případě nepřetržitého provozu vytápění nebo v době nízkých teplot. [12]

$$\Phi_{RH,i} = A_i * f_{RH} \quad [W] \quad (12)$$

f_{RH} zátopový součinitel (Tab. 11) [-]

Tab. 39 - Zátopový součinitel f_{RH} pro obytné budovy s nočním teplotním útlumem nejvýše 8 h

Doba zátopu h	$f_{RH} \text{ W/m}^2$		
	Předpokládaný pokles vnitřní teploty během teplotního útlumu		
	1 K	2 K	3K
	Hmotnost budovy vysoká	Hmotnost budovy vysoká	Hmotnost budovy vysoká
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

3.3 Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy spolu s protokolem k energetickému štítku budovy jsou přehledné technické dokumenty, kterými lze doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy a tím splnění požadavku na energetickou náročnost budovy. Je jednoznačně vymezen normou ČSN 73 0540-2. Zpracovává se při kolaudaci novostaveb a změn staveb, které vyžadují stavební povolení, úřední jednání při prodeji, energetické audity, investiční a komerční úvahy. [7]

Pojem je často zaměňován s průkazem energetické náročnosti budovy (PENB). Ten vyjadřuje energetickou náročnost vyjádřenou v GJ a měrnou vypočtenou roční spotřebu energie v kWh/m².rok ve smyslu zákona 406/2000

sb. 318/2012 sb. ve zpracování dle vyhlášky č 78/2013 sb. K záměně dochází z důvodu grafické přílohy, která opticky energetický štítek připomíná. [15]

Energetický štítek tedy neříká nic o energetické náročnosti budovy, má však vypovídající informace o vlastnostech obálky budovy či souhrnu stavebních konstrukcí. Lze ho použít např. při zhodnocení možných energetických úspor při zateplení.

Energetický štítek obálky budovy se skládá vždy ze dvou částí. První je protokol popisující základní tepelné chování a charakteristiky konstrukcí budovy. Druhá část je grafické barevné znázornění 7 klasifikačních kategorií a umístění objektu do jedné z nich. Pokud vyjde pro posuzovaný objekt nejhůře kategorie **C**, objekt vyhověl. Je to hodnota průměrného součinitele prostupu tepla, kterou má tzv. referenční budova. [16]

Při vypracování energetického štítku si nejprve stanovíme základní údaje jako jsou:

- Identifikace budovy (druh, adresa, atd.)
- Identifikace majitele (jméno, adresa, atd.)
- Popis budovy (objem vytápěné zóny - V , celkovou plochu ochlazovaných konstrukcí - A , geometrickou charakteristika budovy - A/V)
- Klimatické podmínky budovy (převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{int,i}$, vnější návrhová teplota v zimním období θ_e)
- Charakteristika energeticky významných parametrů ochlazovaných obvodových konstrukcí

$$H_{Ti} = A_i * U_i * b_i \quad [W/K] \quad (13)$$

H_{Ti} měrná ztráta konstrukce prostupem tepla [W/K]

A_i plocha konstrukce [m²]

U_i součinitel prostupu tepla [W/m².K]

b_i činitel teplotní redukce [-]

- Energetické údaje budovy

$$H_T = \Sigma H_{Ti} + \Sigma H_{Ti} * \Delta U \quad [W/K] \quad (14)$$

H_T celk. měrná ztráta kce prostupem tepla [W/K]

ΔU tepelné vazby [-]

$$U_{em} = H_T / \Sigma A \quad [-] \quad (15)$$

U_{em} průměrný součinitel prostupu tepla [W/m².K]

- Hodnocení stupně energetické náročnosti budovy (SEN)

$$U_{em} / U_{em,N} \quad [-] \quad (16)$$

$U_{em,N}$ požadovaná hodnota U_{em} [W/m².K]

3.4 Potřeba tepla na vytápění

Roční potřeba tepla na vytápění $Q_{\text{dem,H}}$ udává množství energie potřebné na pokrytí tepelných ztrát objektu vzniklé na základě rozdílných teplot vně a uvnitř objektu. Skládá se ze součtu všech měsíčních potřeb na vytápění (záporné toky) a od nich se odečítají tepelné zisky (kladné toky) ponížené o účinnost jejich využití.

$$Q_{\text{dem,H}} = Q_L - (\eta * Q_G) \quad [\text{kWh}] \quad (17)$$

Q_L	celkový záporný tepelný tok (tep. ztráta)	[kWh]
η	faktor využitelnosti tepelných zisků	[-]
Q_G	celkový tepelný zisk	[kWh]

$$Q_L = Q_T + Q_V \quad [\text{kWh}] \quad (18)$$

Q_T	celkový tepelný tok prostupem tepla	[kWh]
Q_V	celkový tepelný tok větráním	[kWh]

$$Q_G = Q_i + Q_s \quad [\text{kWh}] \quad (19)$$

Q_i	celkové vnitřní tepelné zisky	[kWh]
Q_s	celkové tepelné solární zisky	[kWh]

Tepelné ztráty prostupem Q_T [kWh] se počítají ze vztahu:

$$Q_T = H_T * (\theta_{\text{int,v}} - \theta_{\text{e,i}}) * t \quad [\text{kWh}] \quad (20)$$

H_T	měrný tepelný tok prostupem (viz. 13)	[W/K]
$\theta_{\text{int,v}}$	požadovaná vnitřní teplota vytápěné zóny v otopném období [°C]	
$\theta_{\text{e,i}}$	průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu (Tab. 12) [°C]	
t	počet hodin v daném měsíci (Tab. 12)	[hod]

Podobný výpočet mají i **tepelné ztráty větráním** Q_v [kWh] se počítají ze vztahu:

$$Q_v = H_T * (\theta_{int,v} - \theta_{e,i}) * t \quad [\text{kWh}] \quad (21)$$

H_T měrný tepelný tok větráním [W/K]

$$H_T = \rho_a * c_a * V_a \quad [\text{W/K}] \quad (22)$$

ρ_a hustota vzduchu [kg/m³]

c_a měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kg·K]

V_a průměrný objemový tok větracího vzduchu ve vyt. zóně [m³/hod]

$$V_a = n_{os} * 25 * occup \quad [\text{m}^3/\text{hod}] \quad (23)$$

n_{os} počet obyvatel/uživatelů budovy [os]

25 potřeba čerstvého vzduchu na osobu za hodinu [m³/hod*os]

occup zastupuje průměrnou obsazenost budovy (0,7) [-]

Tab. 40 - počet hodin v měsíci, průměrná venkovní teplota [17]

Měsíc	$\theta_{e,i}$ [°C]	t	
		hod	[ms]
Leden	-1,0	744,0	2,6784
Únor	1,0	672,0	2,4192
Březen	4,0	744,0	2,6784
Duben	9,0	720,0	2,5920
Květen	14,6	744,0	2,6784
Červen	17,0	720,0	2,5920
Červenec	18,2	744,0	2,6784
Srpen	18,8	744,0	2,6784
Září	13,8	720,0	2,5920
Říjen	9,4	744,0	2,6784
Listopad	4,0	720,0	2,5920
Prosinec	-0,5	744,0	2,6784

Vnitřní tepelné zisky Q_{int} [kWh] jsou součtem zisků od obyvatel, přístrojů, osvětlení, z rozvodů vody a kanalizace, z procesů atd. Pro jejich výpočet platí:

$$Q_i = \Phi_i * A_{gross} * t \quad [Wh] \quad (24)$$

Φ_i průměrný výkon vnitřních tepelných zisků (4) [W]

A_{gross} celková podlahová plocha [m²]

Solární tepelné zisky Q_{sol} [kWh] vypočteme jako součet příspěvků jednotlivých oken pro každou orientaci, tedy:

$$Q_{sol} = A_s * I_{sol} \quad [W] \quad (25)$$

A_s tepelný výkon na přítomnou osobu [W]

I_s počet bytových jednotek (Tab. 13) [-]

$$A_s = A_w * g * F_w * F_f * F_c * F_s \quad [m^2] \quad (26)$$

A_w celková plocha prvku ze stavebních rozměrů [m²]

g celková energetická propustnost zasklení při normálovém dopadu slunečních paprsků (Tab. 14) [-]

F_w korekční činitel pro zvýšené ztráty odrazem při větších úhlech dopadu slunečního záření (0,9) [-]

F_f korekční činitel rámu počítaný jako poměr plochy zasklení [-]

F_c korekční činitel clonění (Tab. 15) [-]

F_s korekční činitel stínění [-]

$$F_f = A_{gl} / A_w \quad [-] \quad (27)$$

A_{gl} zasklená plocha prvku [m²]

$$F_s = F_h * F_o * F_f \quad [-] \quad (28)$$

F_h dílčí činitel stínění horizontem (Tab. 16) [-]

F_o dílčí činitel stínění markýzou (Tab. 17) [-]

F_f dílčí činitel stínění bočními žebry (Tab. 18) [-]

Faktor využitelnosti tepelných zisků pro vytápění η_g [-] se počítá jako:

$$\eta_g = 1 - \gamma^a / 1 - \gamma^{a+1} \quad [-] \quad (29)$$

γ poměr tepelných zisků a ztrát [-]

a číselný parametr [-]

$$\gamma = Q_G / Q_L \quad [-] \quad (30)$$

$$a = 1 + \tau / 15 \quad [-] \quad (31)$$

τ časová konstanta vytápěné zóny budovy [hod]

$$\tau = C_m / 3600 / (H_T + H_V) \quad [\text{hod}] \quad (32)$$

C_m účinná vnitřní tepelná kapacita zóny (Tab. 19) [J/K]

Tab. 41 - Intenzita oslunění I_{sol} [18]

$I_{sol,k}$	H	J	JZ JV	V Z	SV SZ	S
	kWh.m ⁻²					
leden	22,6	35,8	26,6	18,8	10,0	10,0
únor	38,3	57,0	44,2	31,6	12,2	12,2
březen	81,8	89,7	79,8	60,9	17,3	17,3
duben	110,5	91,4	88,4	81,2	21,3	21,3
květen	153,0	94,1	101,3	108,3	23,1	23,1
červen	167,6	92,2	101,7	117,1	22,4	22,4
červenec	161,7	97,8	105,6	113,1	21,2	21,2
srpen	131,3	106,5	102,7	93,7	18,0	18,0
září	92,2	101,9	91,9	66,8	13,5	13,5
říjen	45,5	69,8	67,6	37,4	12,5	12,5
listopad	21,9	34,8	32,3	18,3	9,8	9,8
prosinec	15,9	22,3	18,3	13,1	8,8	8,8
celkem	1042	893	860	760	190	190
říjen až březen	226,0	309,4	268,8	180,1	70,6	70,6
otopné období	348,6	407,4	365,4	267,7	88,9	88,9
září až květen	581,7	596,8	550,4	436,4	128,5	128,5
Porovnání s německými standardizovanými (referenčními) hodnotami						
celý rok	1120	810	809	713	541	433

Tab. 42 - Celková propustnost slunečního záření g dvou nejběžnějších druhů zasklení [19]

Druh zasklení	g
jednoduché zasklení	0,85
čiré dvojsklo	0,75
Pro ostatní druhy zasklení se použijí certifikované hodnoty	

Tab. 43 - Korekční činitel clonění F_C pro některé typy clon

Druh sluneční clony	Optické vlastnosti slunečních clon		Korekční činitel slunečních clon	
	Pohltnost	Propustnost	Z vnitřní strany okna	Vně okna
Bíle žaluzie	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,10	0,30	0,15
		0,30	0,45	0,35
Bíle závěsy	0,1	0,50	0,65	0,55
		0,70	0,80	0,75
		0,90	0,95	0,95
Barevné textilie	0,3	0,10	0,42	0,17
		0,30	0,57	0,37
		0,50	0,77	0,57
Textilie s hliníkovou vrstvou	0,2	0,05	0,20	0,08

Tab. 44 - Dílčí činitel stínění horizontem F_h

Úhel stínění horizontem	45° severní šířky			55° severní šířky			65° severní šířky		
	J	V,Z	S	J	V,Z	S	J	V,Z	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,95	1,00	0,94	0,92	0,99	0,86	0,89	0,97
20°	0,85	0,82	0,98	0,68	0,75	0,95	0,58	0,68	0,93
30°	0,62	0,70	0,94	0,49	0,62	0,92	0,41	0,54	0,89
40°	0,46	0,61	0,90	0,40	0,56	0,89	0,29	0,49	0,85

Tab. 45 - Dílčí činitel stínění markýzou F_o

Úhel stínění markýzou	45° severní šířky			55° severní šířky			65° severní šířky		
	J	V,Z	S	J	V,Z	S	J	V,Z	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,90	0,89	0,91	0,93	0,91	0,91	0,95	0,92	0,90
45°	0,74	0,76	0,80	0,80	0,79	0,80	0,85	0,81	0,80
60°	0,50	0,58	0,66	0,60	0,61	0,65	0,66	0,65	0,66

Tab. 46 - Dílčí činitel stínění bočním žebrem F_f

Úhel stínění bočním žebrem	45° severní šířky			55° severní šířky			65° severní šířky		
	J	V,Z	S	J	V,Z	S	J	V,Z	S
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,94	0,92	1	0,94	0,91	0,99	0,94	0,9	0,98
45°	0,84	0,84	1	0,86	0,83	0,99	0,85	0,82	0,98
60°	0,72	0,75	1	0,74	0,75	0,99	0,73	0,73	0,98

Tab. 47 - Účinná vnitřní tepelná kapacita zóny C_m

Třída	Měsíční a sezónní metoda
	C_m
Velmi lehká	80 000 x A_f
Lehká	110 000 x A_f
Střední	165 000 x A_f
Těžká	260 000 x A_f
Velmi těžká	370 000 x A_f

3.5 Potřeba tepla na ohřev TUV

Výpočet potřeby tepla na ohřev TUV je stejně téměř stejně důležitý, jako výpočet potřeby tepla na vytápění. Při výpočtech potřeby teplé vody a tepla pro její přípravu se má u domácností postupovat dle ČSN EN 15316-3-1 [20]. Nejprve se vypočte denní potřeba vody a následně roční.

$$Q_{TV,d} = (1 + z) * \rho * c * V_p * p * (t_2 - t_1) / 3600 \quad [\text{Wh/den}] \quad (33)$$

$Q_{TV,d}$	denní potřeba tepla pro ohřev TUV	[Wh/den]
z	koeficient energetických ztrát (0,5)	[-]
ρ	měrná hustota vody	[kg/m ³]
c	měrná kapacita vody	[J/Kg.K]
V_p	denní spotřeba vody (0,05)	[m ³ /os.den]
p	počet osob	[-]
t_2	požadovaná teplota vody (55)	[°C]
t_1	vstupní teplota vody (10)	[°C]

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} * d + 0,8 * Q_{TV,d} * t_2 - t_{svl} / t_2 - t_{svz} * (N - d) \quad (34)$$

$Q_{TV,r}$	roční potřeba tepla na ohřev TUV	[kWh/rok]
d	délka otopného období	[den]
0,8	koeficient pro letní období	[-]
t_{svl}	teplota studené vody v létě (15)	[°C]
t_{svz}	teplota studené vody v zimě (5)	[°C]
N	počet dní v roce	[den]

4 ZDROJE VYTÁPĚNÍ

4.1 Tepelná čerpadla

Historie tepelných čerpadel (dále jen TČ) sahá až do roku 1824, kdy S. L. R. Carnot zveřejnil své dílo „Úvahy o hybné síle ohně a strojích vyvolávajících tuto sílu“, kde mimo jiné popsal svůj cyklus, později známý jako Carnotův cyklus. Toto zařízení sice funguje na opačném principu než TČ (používá se u tepelných motorů), avšak právě díky Carnotově cyklu publikoval roku 1852 Wiliam Thomson známý jako Lord Kelvin princip TČ. [21]

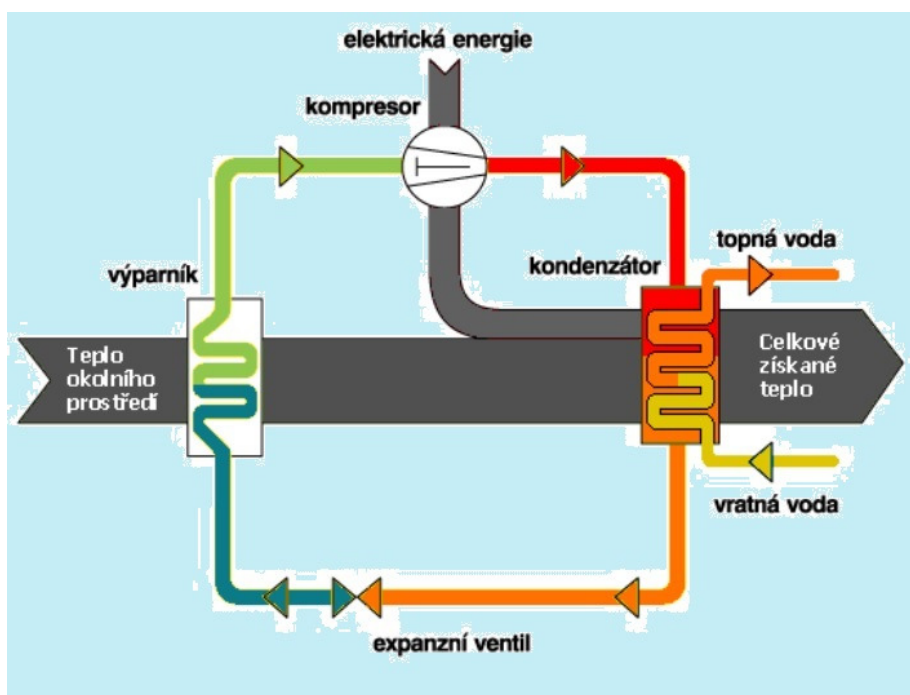
Od roku 1852 však musela uplynout dlouhá doba, aby TČ vypadala tak, jak je známe dnes.

První velký „bum“ je datován kolem roku 1980, kdy přišla tzv. ropná krize. Lidé v té době začali upouštět od klasických zdrojů vytápění, jako byla fosilní paliva či oleje a snažili se najít jiný způsob vytápění. Po rychlém nárůstu zájmu však následoval strmý pád. Mohla za to především neodbornost firem, které TČ instalovala. V důsledku toho TČ nepracovala tak jak měla, byla poruchová a také ekonomický výsledek nebyl vůbec přesvědčivý. [22]

Dnes se na trhu setkáme s nepřeberným množstvím výrobců a dodavatelů TČ. V zásadě se jedná o ten samý druh pouze poskládaný z komponentů od jiných výrobců a to o kompresorová TČ. Existují i jiné zejména různé typy sorpčních TČ, avšak díky své horší efektivitě často nenacházejí místo na trhu. Kompresorová TČ využívají skutečnosti, že kondenzace různých látek je závislá na různém tlaku okolního prostředí. Např. čpavek kondenzuje při teplotě -33 °C atmosférického tlaku. [23]

4.1.1 Princip tepelného čerpadla

Jak tedy TČ vypadá a funguje? V zásadě se skládá ze 4 základních částí: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil (Obr.2). Tyto komponenty tvoří jakýsi okruh a v něm obíhá pracovní médium neboli chladivo. Jako chladivo lze použít již zmiňovaný čpavek, oxid uhličitý, propan či freony, jejichž použití najdeme na trhu v drtivé většině. V principu tedy cesta chladiva začíná ve výparníku – prvním ze dvou výměníků. Chladivo se zde vypařuje, jelikož ve výparníku je ponížený tlak a díky tomu může odebírat teplo ze vzduchu, země či vody (zdroj nízkopotencionální energie) a vypařovat se i za nízkých teplot. Odsud je chladivo již jako pára nasáta do kompresoru, kde se tlak naopak přidává. Kompresor nejčastěji pracuje díky elektromotoru. Když je pára stlačena na vyšší tlak, putuje do druhého výměníku – kondenzátoru. Zde zkondenzuje a předá své celkové teplo pracovnímu mediu např. vodě v otopné soustavě (dále jen OS). Následně je tlak chladiva snížen v expanzní (škrtícím) ventilu na původní stav a tím se celý cyklus může opakovat.



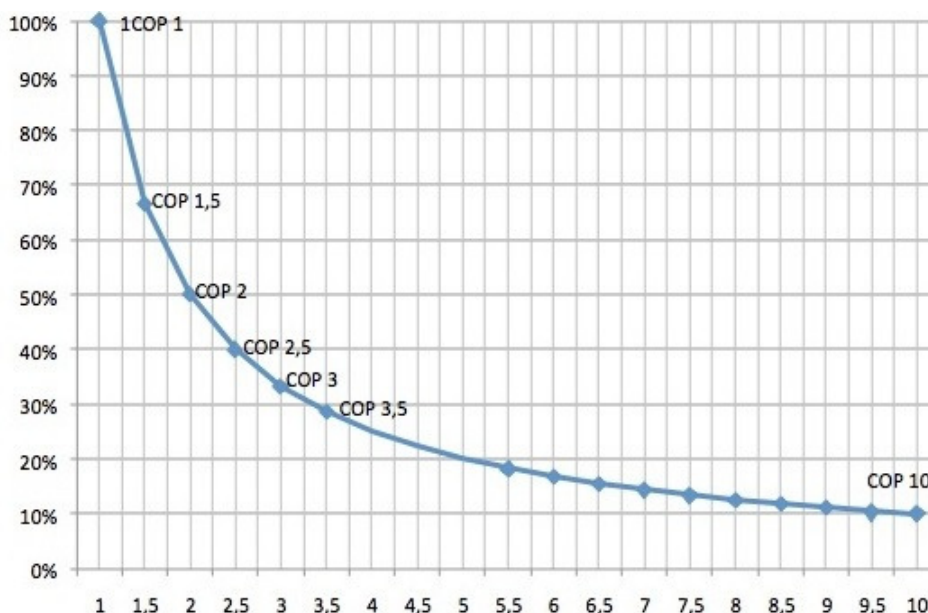
Obr. 16 - Schéma tepelného čerpadla [24]

Topný výkon TČ je dán součtem nízkopotencionální energie a dodané elektrické energie. Teplo odebírané z okolního prostředí je pro nás zdarma a činí kolem 60 – 70%. Energie dodaná elektromotorem se pohybuje okolo 30 – 40 %. [25]

4.1.2 Topný faktor

Při výběru a posuzování jednotlivých TČ je pro nás jedním z hlavních ukazatelů tzv. **topný faktor** neboli **COP**. Je to bezrozměrný ukazatel vyjadřující účinnost TČ poměrem povýšeného tepla ke spotřebované energii. Pokud má např. TČ topný faktor 3, znamená to, že dokáže vyprodukovat 3x více tepla, než je zapotřebí elektrické energie pro jeho provoz.

V praxi platí, že čím vyšší je COP, tím vyšší je účinnost TČ (lineární závislost). To samé však neplatí pro schopnost ušetřit nám energii. Úspora energie nestoupá úměrně v závislosti na COP. S rostoucím topným faktorem se zvyšuje úspora energie pomaleji (hyperbolická závislost – Obr.3). [26]



Obr. 17 - Graf závislosti COP na úspoře energie[27]

Od výrobců se dozvíme, že běžný COP se pohybuje v rozhraní mezi 2 – 5. Samotné číslo je nám však k ničemu. K tomu, abychom mohli posuzovat dvě různá TČ, musíme znát teplotu primárního (teplota vzduchu, vody či země venku) a sekundárního media (horní hranice teplotního spádu OS). V praxi je COP uváděn např. jako 3,5 při teplotě 0/35 (vstup/výstup).

$$COP = \frac{P_2}{P} = \frac{P_1 + P}{P} \quad [-]$$

P	Elektrický příkon TČ	[kWh]
P ₁	Tepelný výkon z nízkopotencionálního zdroje tepla	[kWh]
P ₂	Celkový výkon	[kWh]

Kdybychom však chtěli jít více do hloubky a spočítat si úsporu s TČ, ani tento údaj pro nás není směrodatný. Během otopného období se totiž dost podstatně mění teplota primárního media (obzvlášť u TČ vzduch/voda). Pokud se mění teplota na vstupu, mění se topný výkon TČ a tím i topný faktor. Proto seriózní dodavatelé tyto podmínky uvádí v grafech, v ideálním případě zpracovány dle normy ČSN EN 255. V reálu pak zjistíme, že pokud chceme znát skutečnou účinnost našeho TČ, musíme znát tzv. **skutečný topný faktor**.

Skutečný topný faktor se v ideálním případě skládá z topných faktorů podle teploty primárního media v jednotlivých dnech otopného období. Pochopitelně takto vypočítaný topný faktor lze zjistit experimentálně, ale ne v reálném životě. Proto je jednodušší si na internetu zjistit počet dnů otopného období a průměrnou venkovní teplotu ve dnech vytápění v místě provozu TČ. Např. pro Hradec Králové je **229 dní** otopného období a průměrná teplota **3,4 °C**.

Druhou složkou ovlivňující skutečnost topného faktoru je reálná spotřeba elektrické energie, kterou naše TČ potřebuje. Výrobci ve svých prospektech často uvádějí pouze příkon dodaný kompresoru. Musíme však počítat i s příkonem pro oběhová čerpadla (30-150 W), ventilátory (80-300 W), Odtávání

výparníku (200-1000 W na jedno odtání), příkon elektroniky (10-300 W), výhřev oleje kompresoru (30-100 W), cívky pro elektricky ovládané ventily (5-30 W). Např. máme-li TČ o výkonu 11 kW při 4,6°C/40°C, je jeho teoretický COP, ve kterém je započítán pouze příkon kompresoru 2,3 kW, vychází teoretický COP 4,8. Pokud však započítáme ostatní spotřebu 600 W, vyjde reálný COP 3,8. [27]

Skutečný topný faktor pak bývá v porovnání s reálným topným faktorem uváděným od dodavatele podstatně nižší. Z toho vyplývá, že COP je skvělý marketingový nástroj a pokud tyto faktory pomineme a bude nás zajímat pouze COP udávaný dodavatelem, můžeme být nemile překvapeni tím, že účty za elektřinu jsou vyšší, než jsme očekávaly.

4.1.3 Druhy tepelných čerpadel

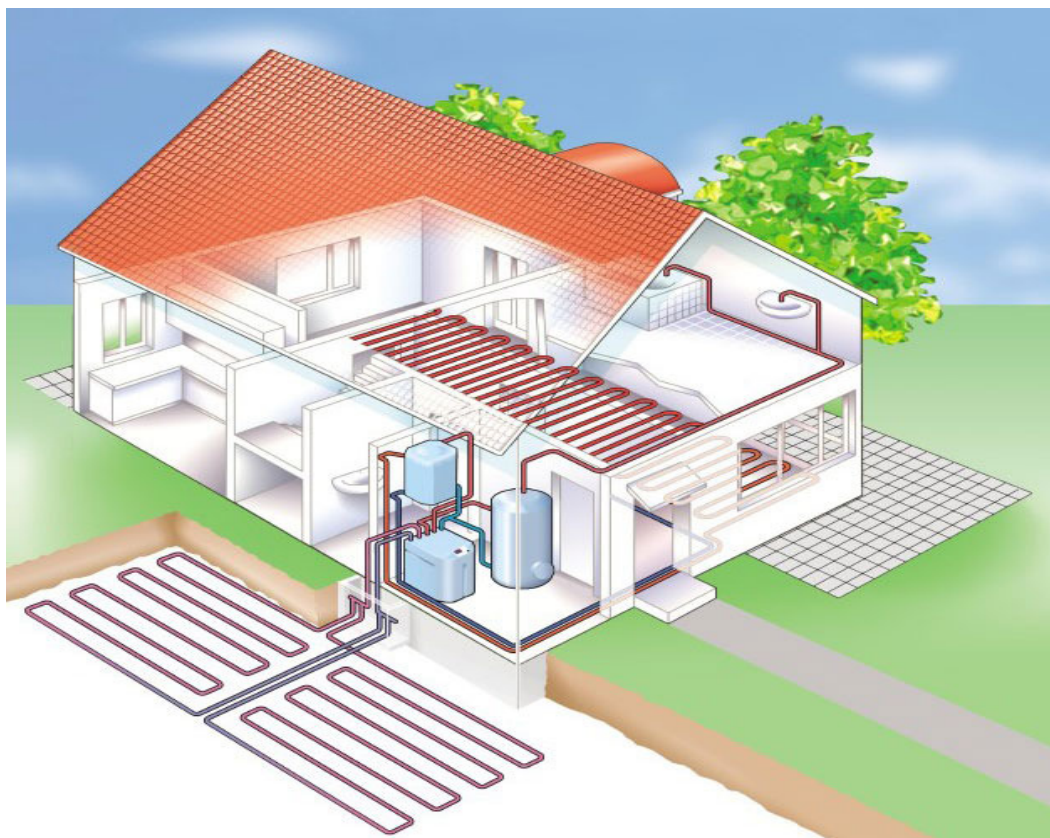
Podle zdroje nízkopotencionální energie můžeme TČ rozdělit do několika skupin. Zdrojem může být:

- Venkovní vzduch
- Vnitřní vzduch (odpadní vzduch odváděný vzduchotechnickým systémem budovy)
- Povrchová voda (rybníky, nádrže)
- Podzemní voda (studny, šachty)
- Půdní vrstva (zemní kolektory)
- Suché zemské teplo hornin (suché zemní vrty)

Volba zdroje nízkopotencionální energie je při výběru TČ zásadní otázkou, jelikož čerpadla mají jak jinou konstrukci, tak jiné vlastnosti. V názvu systému vždy první slovo znamená zdroj primární energie a druhé slovo medium, kterému je teplo předáváno.

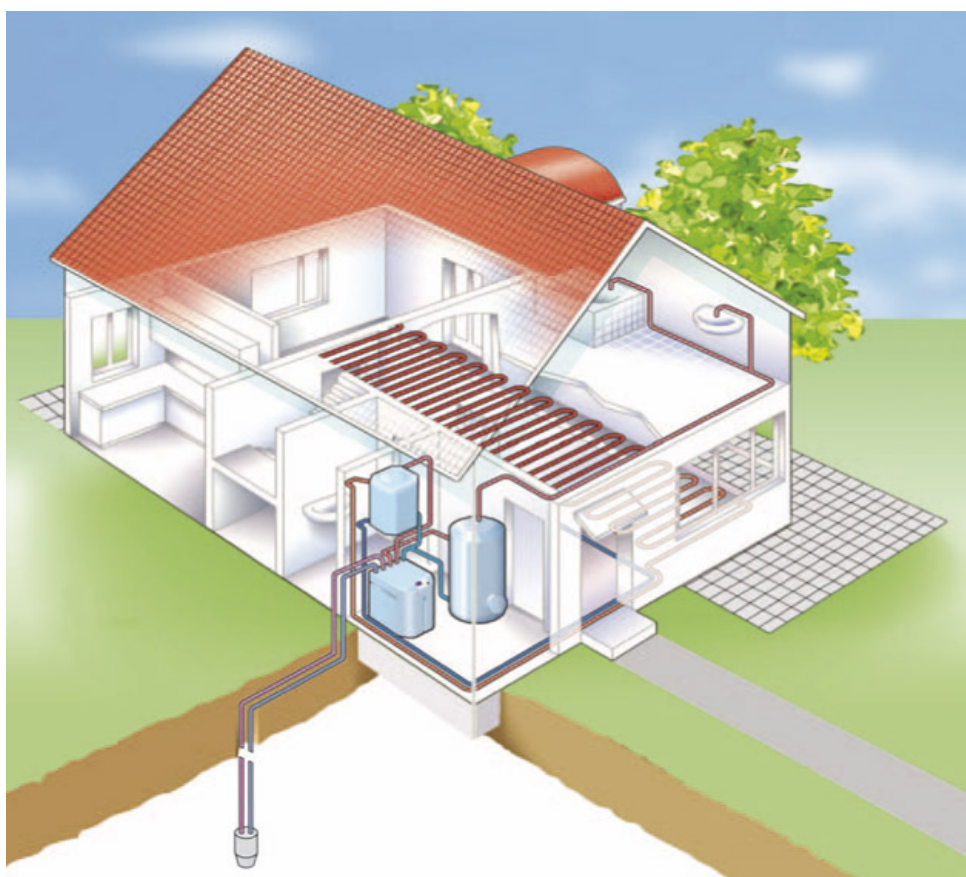
4.1.4 Tepelné čerpadlo země – voda

Vlivem nukleárních reakcí v nitru Země neustále vzniká nová energie, která putuje na povrch v podobě tepla. Existují dva typy TČ využívajících toto tzv. geotermální teplo. Získává se pomocí kolektorů uložených buď horizontálně nebo vertikálně. U horizontálních kolektorů se „had“ ukládá do hloubky 1,2 – 2 metry a šíře rozteče se pohybuje do 1 metru (viz obr. 4). Měrné výkony jímání se pohybují mezi 10 – 40 W.m² v závislosti na typu zeminy. U tohoto typu je potřeba dodržovat určitá opatření, jako ukládání kolektoru od základu ve vzdálenosti min. 2 metry či 1,5 metru od kanalizačních a vodovodních potrubí, jelikož zemina během zimy kolem kolektoru promrzá. [25]



Obr. 18 - Schéma zapojení TČ - zemní kolektor[28]

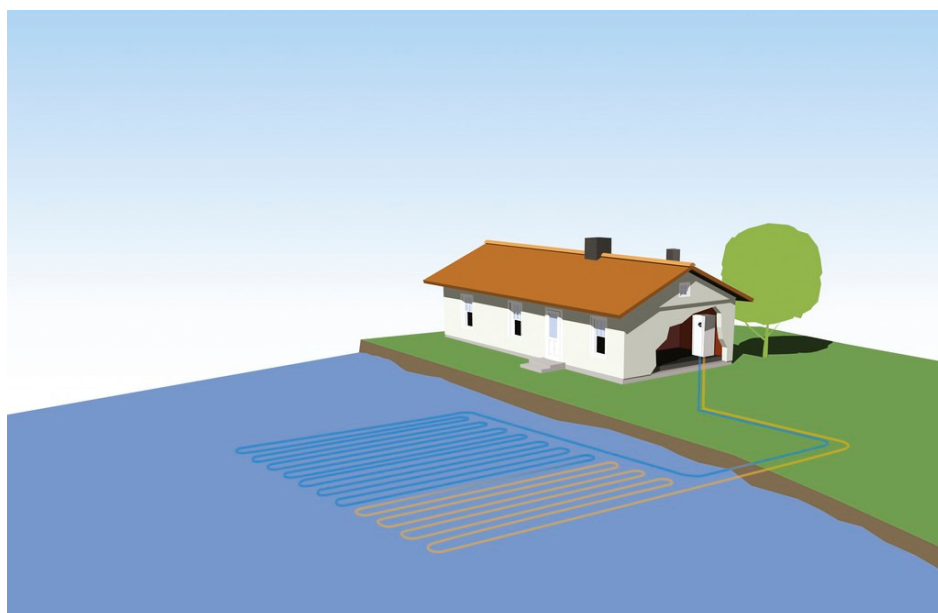
Druhým typem je vertikální kolektor (viz obr.5). U tohoto speciálního TČ se kolektor ukládá do jednoho či více vrtů o průměru 130 – 220 mm. Na 1 kW tepelné ztráty pak vychází 12 – 18 metrů hloubky vrtu. Při tepelné ztrátě 10 kW se hloubí vrt přibližně 150 metrů hluboký nebo dva 75 metrové. Obecně se však doporučuje jeden delší vrt. Na zpracování projektu k tomuto typu TČ je potřeba, aby pracoval skuteční odborníci. Při hloubení v takových hloubkách se může snadno narušit přirozená hladina podzemní vody nebo při poddimenzování vrtu může časem půda kolem vrtu zamrznout. Měrné výkony jímání se pohybují od 50 – 90 W.m² v závislosti na lokalitě. Lokality s nejvyšší hustotou zemského tepla v ČR jsou na Ostravsku či v okolí obce Boží Dar v Krušných horách. TČ jímající geotermální energii mají zpravidla vysoký topný faktor mezi 4 – 5. Je to dáno stoupající teplotou směrem blíže k jádru. Ve 100 metrech pod povrchem se nachází konstantní teplota kolem 10 °C. [23]



Obr. 19 - Schéma zapojení TČ - zemní vrt [28]

4.1.5 Tepelné čerpadlo voda – voda

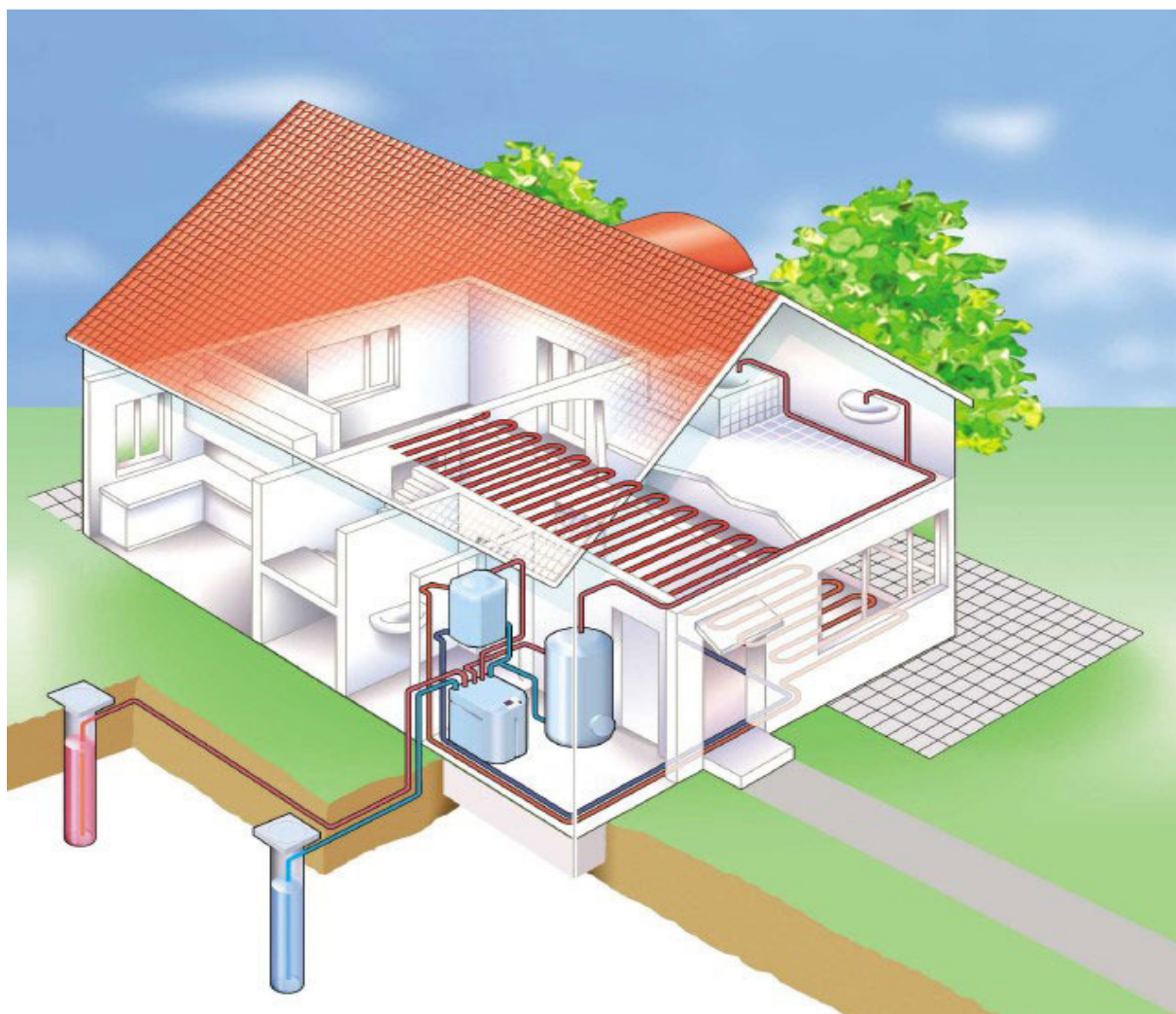
Jako u čerpání geotermálního tepla i u TČ typu voda – voda jsou dva způsoby, jak čerpat teplo – z povrchových vod a podzemních vod. První typ je mezi TČ značně nestandardní a lze ho využít jen ve speciálních případech. Je nutné mít v blízkosti TČ vodu dostatečně čistou, s odpovídajícím minerálním složením a zdroj musí být dostatečně vydatný (viz Obr.6). Problémem bývá i teplota, jelikož povrchová voda nezřídka klesá i pod 4 °C, tedy pod teplotu, kdy jsou běžná TČ schopná pracovat.



Obr. 20 - Schéma TČ pro povrchovou vodu [29]

V druhém případě, kdy je nízkopotencionální zdrojem podzemní voda, problémy s čistotou či teplotou vody většinou odpadají. Voda je vlivem vsakování pročištěna a teplota se pohybuje konstantně mezi 8 – 10 °C. Odebírá se z tzv. zdrojové (jímací, odběrové) studny, odkud je přečerpávána do TČ, kde se ochladí až o 5 °C a pak je vrácena zpátky do podzemí tzv. vsakovací studny (viz obr.7). Vypouštění do kanalizace je zakázáno, jelikož voda podzemní je hodnotnější, než voda povrchová. Pouze ve výjimečných případech lze vodu vypouštět do vodoteče. Jednotlivé studny od sebe musí ležet v dostatečné vzdálenosti, aby se navzájem neovlivňovali (alespoň 15 metrů). Voda ze

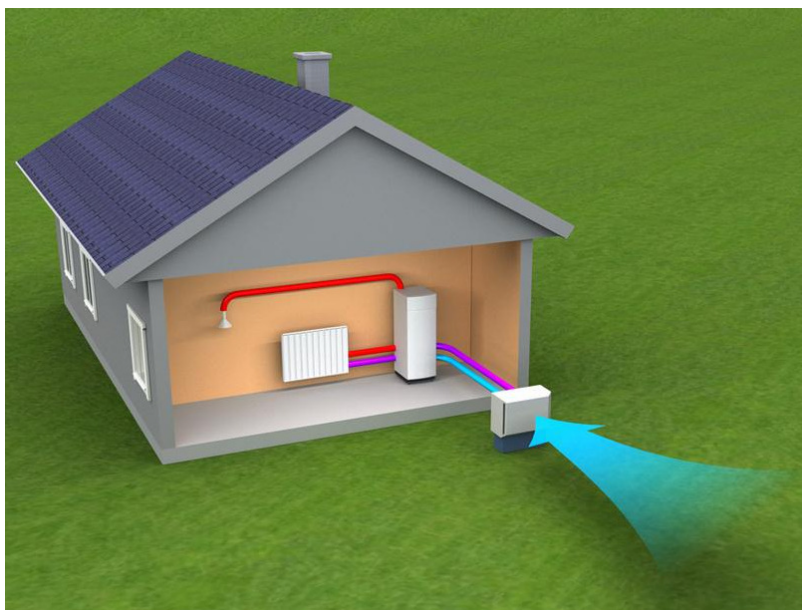
vsakovací studny se musí nejprve znovu ohřát, než přiteče do studny jímací. Proto je důležité umístění vsakovací studny nad jímací, aby ji mohla neustále zásobovat vodou. Pro 1 kW tepelné ztráty je třeba přibližně 150 l.hod^{-1} . Vzhledem ke konstantním vysokým teplotám je TČ jímací podzemní vodu ideální tepelný zdroj z pohledu cena/výkon. I zde se však musí před započítáním stavebních prací provést odpovídající průzkum, zda voda neobsahuje příliš minerálu a hlavně zda jí je na pozemku dostatek. [23], [30]



Obr. 21 - Schéma TČ s jímací a vsakovací studnou [31]

4.1.6 Tepelné čerpadlo vzduch – voda

Jeho instalace a zprovoznění je v případě jednotek sestavených již ve výrobní fabrice poměrně jednoduchá. Oproti jiným typům TČ má však jednu zásadní nevýhodu. Teplonosné medium, které využívá – vzduch, je značně nestálé a v době, kdy potřebujeme TČ nejvíce, teplota vzduchu nejvíce klesá (viz obr.8). Dnešní výrobci TČ typu vzduch – voda sice umějí vyrábět takové jednotky, které dokážou ochlazovat vzduch i při teplotách -15 až -20 °C. Nic to však nemění na tom, že následkem poklesu venkovní teploty klesá výkon TČ a tím i topný faktor. TČ typu vzduch – voda dosahují ze všech typů nejnižší účinnosti. I tak je to v dnešní době nejběžnější, nejlevnější a nejdostupnější typ TČ na trhu. Obvykle mají vnitřní a venkovní část. Venku je vzduch nasáván ventilátorem a ochlazován. Řádově projdou ventilátorem tisíce $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Při tomto procesu vznikají další dva nepříjemné faktory. Jednak vzniká hluk, který dle hygienických norem nesmí přesahovat ve dne 50 dB a v noci 40 dB. Druhá nevýhoda je, že při venkovní teplotě pod 7 °C začne vodní pára obsažená ve vzduchu na výparníku namrzat. Jednotliví výrobci tento problém řeší různě, vždy však dochází ke snížování topného faktoru. Navíc je kondenzát potřeba někam odvádět. [23], [30]



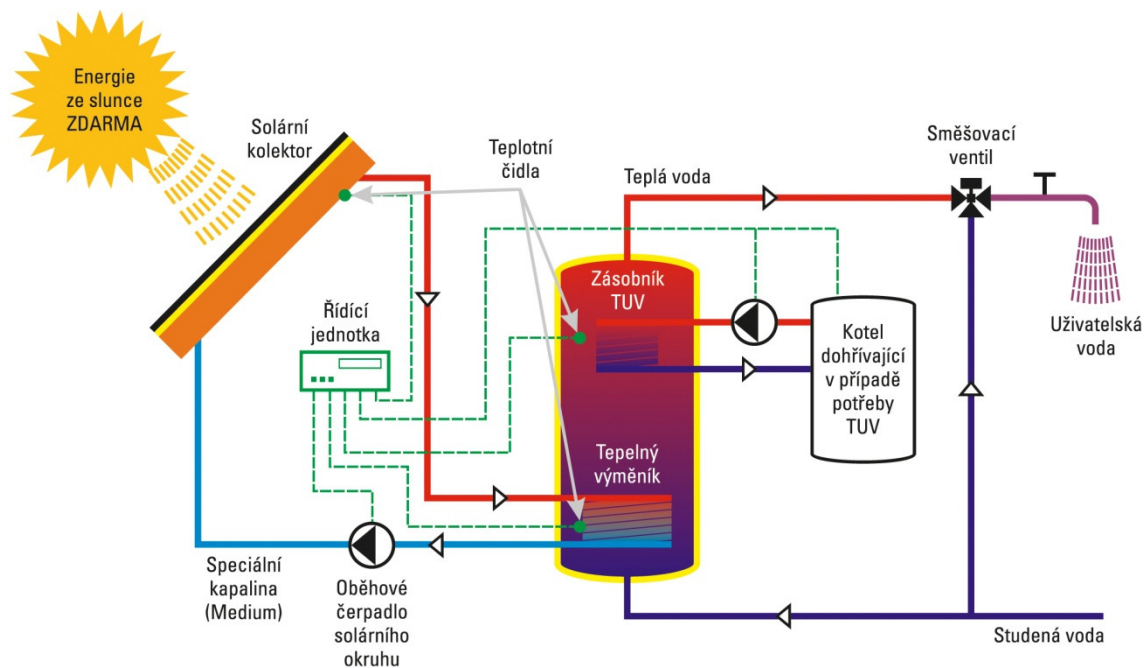
Obr. 22 - Schéma TČ vzduch - voda[32]

4.2 Solární kolektory

Slunce jakožto nevyčerpatelný zdroj nás zásobuje energií, která je zadarmo, každý den. Využívání sluneční energie solárně-termickými kolektory nám může posloužit buď jako předehřev vody pro vytápění či ohřev TUV. Otázkou však je, zda se v našich podmínkách, kdy slunce svítí přibližně 1 500 hodin ročně, vyplatí tato investice z hlediska návratnosti. Výrobci udávají maximální účinnost 75 – 80 %. Vezmeme-li však v úvahu reálnou účinnost, bývá podstatně nižší. Záleží na venkovních podmínkách, jako jsou teplota ovzduší a intenzita slunečního záření. V létě, kdy je jasno a slunce svítí, není problém ohřát jedním metrem čtverečným kolektoru 100 litrů vody za den na 55 °C.

Aby teplé vody nebylo pro domácnost málo, ale ani přebytek, je potřeba systém správně nadimenzovat. Obecně platí, že při ohřevu TUV stačí 1 m² panelu pro jednoho obyvatele domácnosti. Pokud chceme sluncem i předehřívát vodu v OS, je třeba připočítat asi 1,2 m² na kW tepelné ztráty. V chladných měsících však musíme počítat se zapojením náhradního zdroje na ohřev TUV.

Při volbě umístění solárního kolektoru bychom měli mít na paměti, jak důležitá je orientace na světovou stranu a klon. Nejvíce slunečního záření je pochopitelně při orientaci k jihu, optimální sklon je 30 – 50°. Pokud je instalace provedena správně, lze dosáhnout v našich podmínkách měrného tepelného zisku 350 kW/m² plochy kolektoru. Pro 4 člennou rodinu se standardně instalují 3 panely pro ohřev TUV s užítkovou plochou 5,4 m², tzn. průměrná roční výtěžnost 1 890 kWh, což je přibližně 50 – 60 % roční spotřeby TUV. V létě je to takřka 100 %, v zimě naopak méně než 10 %. [33]



Obr. 23 - Zapojení solárního panelu systému pro ohřev TUV[34]

4.3 Termodynamické panely

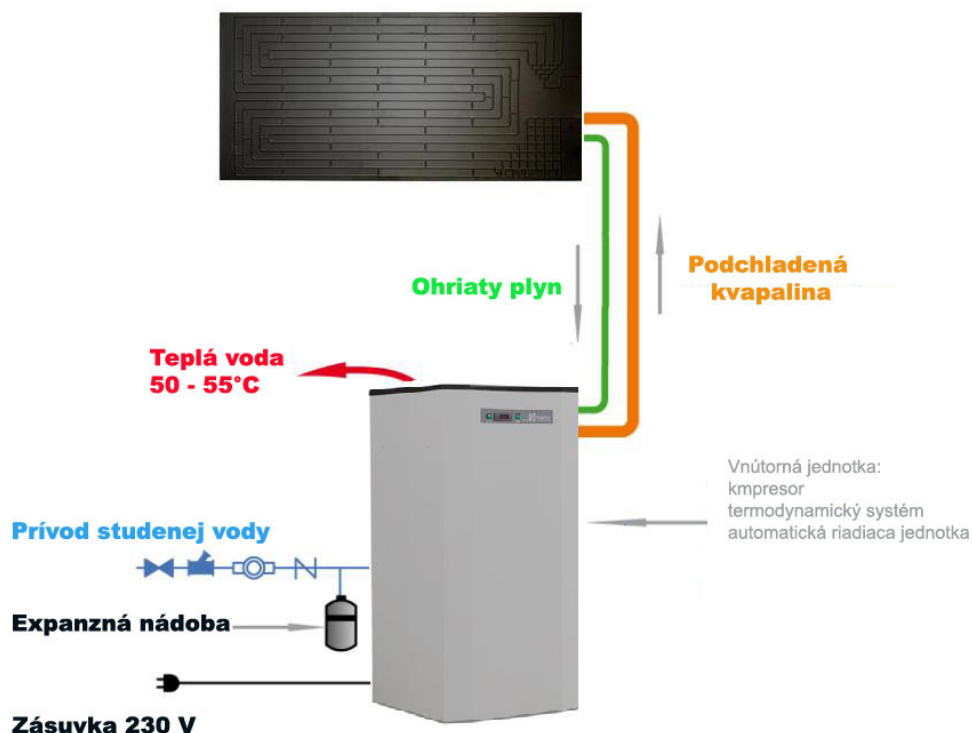
Na první pohled vypadají jako klasické kolektory. Princip užívání slunečního tepla a záření je však rozdílný. Využívají zákonů termodynamiky a vlastnosti kapalin a plynů. Černá plocha (absorbér) termodynamického panelu (dále jen TP) pohlcuje sluneční záření a okolní teplo, které přenáší pomocí teplonosné látky. Plyn, který vzniká při průchodu panelem, je v kompresoru stlačen a ohřát až na 120 °C. Tak může předat své teplo v zásobníku na TUV nebo do OS jako předehřev teplé vody.

TP jsou schopné pracovat velice efektivně již od -5 °C výš, což je v České republice za rok průměrně 7000 hodin. Pokud je venku chladno a zataženo, využívají toho, že chladicí kapalina je schopna absorbovat teplo i při nízkých teplotách. Při 0 °C dosahují COP 3. Je tomu tedy stejně, jako u TČ. Pokud je venku slunečno, jsou schopny pracovat i při teplotě -15 °C. Při vyjasnění a teplotě 20 °C dosahují COP mezi 6 – 7.

Další výhodou je, že TP lze použít i v případě, že nemáme možnost umístění panelu směrem na jih. Pracují za každého počasí, dokonce i v noci. Zajímavostí je, že když prší, dosahují větší účinnosti, než když je zataženo při stejné teplotě, jelikož voda má větší tepelnou kapacitu než vzduch. V některých případech se vyplatí umístění i uvnitř v budově (pokud můžeme systému dodat dostatek energie).

Podobně jako u TČ i tento systém potřebuje pro svůj provoz elektrickou energii. Příkon však není vyšší jak 500 W, což je v porovnání s elektrickým bojlerem 4x až 5x méně. Pokud hodíme čísla na papír a sečteme účinnosti obou vlastností TP, zjistíme, že při solárním ohřevu ušetříme 50 – 60 % ročních nákladů na ohřev TUV. Zbývajících 40 – 50 % při COP 3 snížíme na cca 15 %. Celková úspora ročních nákladů na ohřev TUV činí až **85%**.

Samotný panel má rozměr 1,7 x 0,8 metru a váží pouze 8 kg. Sběrná plocha je díky tomu, že absorbuje teplo oboustranně, 2,72 m². Jeden panel vystačí pro ohřev 300 litrového zásobníku TUV. V zásadě lze říci, že termodynamické panely kombinují kladné vlastnosti TČ a solárních kolektorů a eliminují jejich nevýhody. [35]



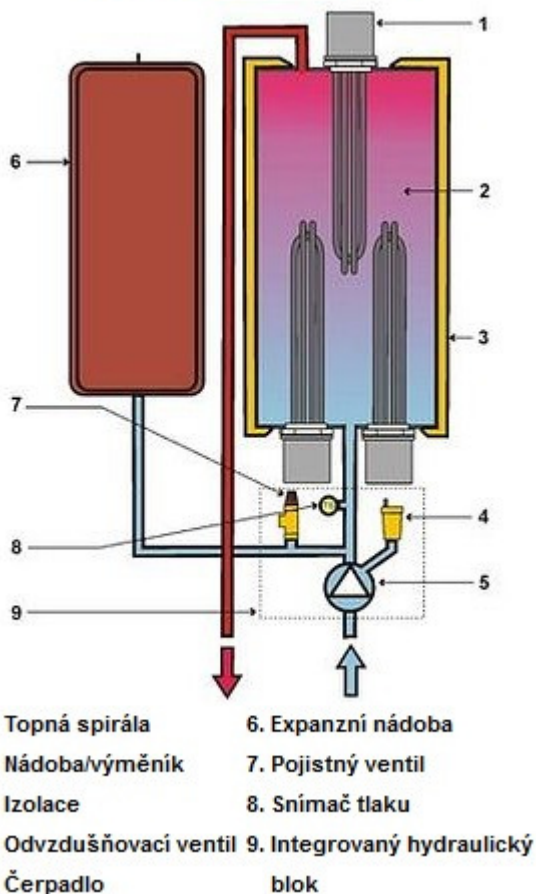
Obr. 24 - Schéma zapojení termodynamického panelu [36]

4.4 Elektrokotle

Používání elektrokotle jako zdroje vytápění je čisté, bezpečné a ekologicky nezávadné. Nevyžaduje řešení odvodu spalin, je automaticky regulovatelné a s vysokou účinností až 99% (viz Obr.11). [25] Navzdory tomu ne vždy se tento zdroj může jevit jako výhodný. Z hlediska pořizovací ceny vychází jako jeden z nejlacinějších zdrojů, proto se předně využívá v objektech s nízkou až velmi nízkou tepelnou ztrátou, kde vychází nejvýhodněji. Je to dáno tím, že ostatní zdroje vytápění mají o tolik vyšší pořizovací náklady, že i když topení elektrokotlem vychází poměrně draze, z hlediska životnosti většiny typů zdrojů se pořizovací náklady nestačí do konce životnosti zdroje vrátit. To však neplatí u starších hůře zateplených domů, kde by při topení elektrokotlem celou topnou sezónu přišlo majitele hodně draze. Proto se elektrokotle využívají jako sekundární (bivalentní) zdroj v kombinaci s TČ vzduch - voda, které je schopno

pracovat jen do určité teploty. Často se také elektrokotle používají v kombinaci se solárním ohřevem nebo s kotli na tuhá paliva.

**Pracovní schéma elektrokotle
PROTHERM REJNOK**



Obr. 25 – Schéma nástěnného elektrokotle[37]

4.5 Ionizační elektrokotle

Ionizační kotle fungují na principu ohřívání speciální teplonosné látky, která je obsažena v celém systému. Jak teplonosná látka prochází kotlem, který je napojený na střídavé napětí, dochází k rozdělení molekul na záporné a kladné ionty v iontové komoře. Následně se tyto ionty zase spojí na původní molekuly. Během toho procesu se uvolňuje teplo a to vždy zhruba 50x za vteřinu. Tímto procesem výrobce garantuje vysokou účinnost COP až 1,57. Pokud by to byla pravda, klasické elektrokotle by nebyli schopné konkurovat tomuto patentu. [38]

Ionizační kotle mají oproti klasickým elektrokotlům ještě jednu výhodu. Díky principu oddělování iontů od sebe nepotřebují topnou spirálu, která se vlivem nečistot ve vodě časem obalí kamencem a snižuje účinnost a životnost zdroje. Oproti tepelnému čerpadlu mají zase výhodu pořizovací ceny, která je výrazně nižší, takže u domků s nižší energetickou ztrátou se i přes vysoký COP tepelného čerpadla nemusí za dobu jeho životnosti vyplatit.

Ačkoli se zdá, že ionizační kotle mohou být naprostou revolucí ve vytápění, mají nízké pořizovací náklady, vysokou účinnost, snadné zapojení (viz Obr.12), nezabírají téměř žádné místo, tichý provoz, absence spalování, šetrný k životnímu prostředí, přesto mají jednu zásadní nevýhodu. Nehodí se totiž od každého topného systému. Ionizační kotle dosahují dané účinnosti pouze tam, kde je teplotní spád v soustavě 70/50 nebo 60/40 apod. Nehodí se tedy do objektů, kde je sálavé podlahové vytápění, kde může být hodní hranice teplotního spádu maximálně 40 °C. Zároveň se nehodí ani do objektů, kde se vytápí konvekčně litinovými nebo plechovými deskovými radiátory, jelikož při větším objemu speciální teplonosné kapaliny v systému se zakázka značně prodraží. Pro ionizační kotle se tedy jeví optimální potrubí z mědi, které je daleko lepší vodič tepla než ocel. Tím pádem potrubí má menší průměr a v systému může být menší objem kapaliny. Optimálně 100 – 120 litrů.

Ve světě vytápění jdou ionizační kotle stále ještě novinka. Na náš trh je dodává pouze jeden výrobce, který prošel požadavky evropských směrnic o nízkém napětí ČSN EN 60335-1 [39] a to firma Stafor pocházející z Litvy. První kotle byly na našem území instalovány v roce 2012.



Obr. 26 - Ukázka zapojení ionizačního kotle Stafor [38]

4.6 Plynové kotle

V České republice došlo v roce 1996 k úplnému nahrazení svítiplynu za zemní plyn. Kotle na plyn se vyrábějí v mnoha výkonových řadách a typech provedení. Pro rodinné domky zpravidla vystačí kotel o výkonu 5 – 50 kW. Tento zdroj pak lze klasifikovat dle ČSN 38 6441[40] a TPG 704 01 [41] jako místnost s plynovým spotřebičem do 50 kW. [25]

Dle TPG 800 00 [42] lze plynové kotle rozdělit na spotřebiče typu B a C. Rozdíl mezi nimi je ve způsobu přivádění spalovacího vzduchu a odvádění spalin. Spotřebič typu B odebírá vzduch přímo z místnosti a spaliny odvádí pomocí komínu nebo kouřovodu. Spotřebiče typu C si vzduch přisávají zvenku. Odvod spalin je stejný. Z hlediska umístění spotřebičů se musíme řídit dle TPG 704 01[43]. Z hlediska minimální vzdálenosti vyústění odtahu spalin po fasádě od oken, dveří a balkónů se řídíme dle TPG 800 01 [44]. [25]

Plynové kotle jakožto stacionární či závěsné do výkonu 50 kW můžeme dále rozdělit na:

- Klasické (standardní)
- Nízkoteplotní
- Kondenzační

4.6.1 Klasické plynové kotle

Klasický kotel se vyrábí s kotlovými tělesy z oceli či litiny. Tyto materiály podléhají nízkoteplotní korozi. Proto by měla být OS navržena a regulována tak, aby na zpátečce měla voda vždy minimálně 60 °C (kondenzace zemního plynu – 57 °C, propanu – 53 °C, topného oleje – 47 °C). Zároveň je systém navržen na provoz se suchými spalinami. Tím se zabrání v kondenzaci vlhkosti obsažené v plynu na teplosměnné ploše. Klasické plynové kotle se proto

nehodí pro nízkoteplotní OS. Teplota spalin se pohybuje v rozsahu 120 – 180 °C. Průměrná účinnost těchto kotlů bývá kolem 90 %.

4.6.2 Nízkoteplotní plynové kotle

Nízkoteplotní kotle jsou jakýmsi mezičlánkem mezi klasickými a kondenzačními kotli. Jsou také navrženy na provoz se suchými spalinami. Za určitých podmínek však v kotli může docházet ke kondenzaci, proto musí být těleso vyrobeno z materiálů odolných nízkoteplotní korozi. Tento typ kotle však neumí teplo, vznikající při kondenzaci využívat. Teplota na zpátečce se u nízkoteplotního plynového kotle pohybuje v rozmezí 35 – 40 °C a teplota spalin mezi 90 – 140 °C. Průměrná účinnost těchto kotlů bývá kolem 93 %. [45]

4.6.3 Kondenzační plynové kotle

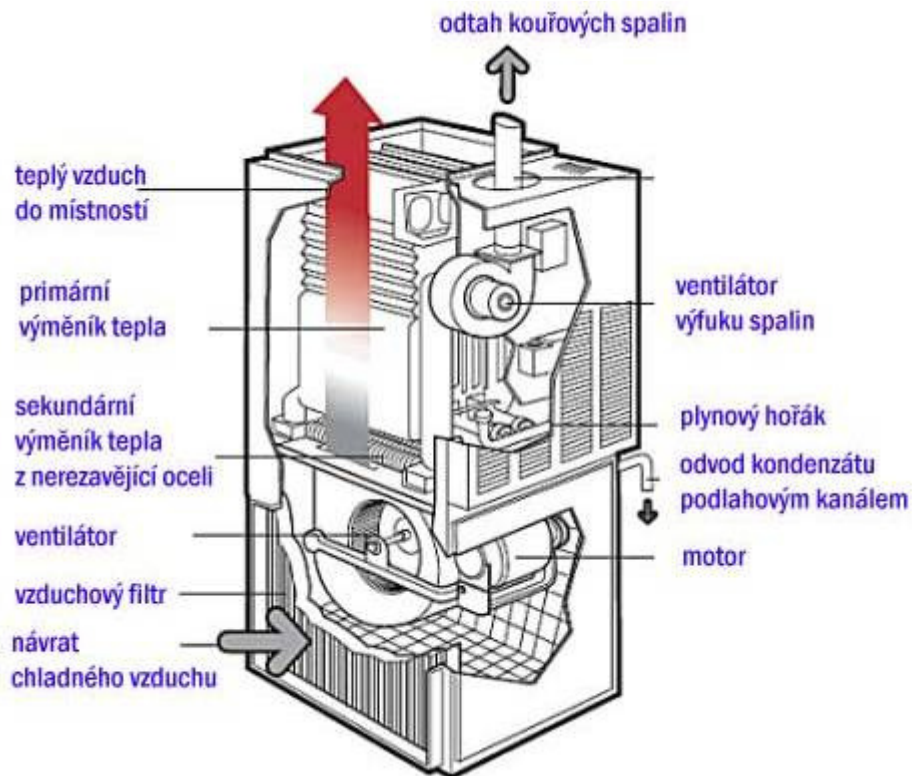
Smysl **kondenzačního kotle** spočívá v tom, že dokáže oproti klasickému a nízkoteplotnímu kotli využít nejen energii vzniklou při hoření plynu, ale navíc dokáže zužitkovat teplo odcházející z kotle ven společně se spalinami. Při spalování zemního plynu nebo propanu, které se používají nejčastěji ve spojení s plynovými kotli, vzniká hořením vodík, který obsahuje vodní páry. A právě tyto páry v sobě skrývají nevyužitou energii. Tato vodní pára se uvnitř kotle v kondenzátoru ochladí a zkondenzuje na vodu, které říkáme kondenzát (viz. Obr.13). Při tomto procesu vzniká tzv. **skupenské teplo**. Jak hodně skupenského tepla kondenzační kotel získá, závisí na používaném palivu. Při podílu spalného tepla a výhřevnosti získáme procentuální množství energie získané při kondenzaci. U zemního plynu je to kolem 11 %, u propanu kolem 9 % a u topného oleje 6 %. [30]

Tohoto nástroje rádi využívají prodejci kondenzačních kotlů, jelikož při sečtení účinnosti kotle se skupenským teplem dojdou k účinnosti až 109%. Pravdou však zůstává, že fyzikální zákony se obejít nedají. Jako účinnost se v souvislosti s kondenzačními kotli používá pojem normovaný stupeň využití,

který slouží k porovnání klasických kotlů s kondenzačními. Ve skutečnosti účinnost kondenzačního kotle 100% nedosahuje. Bereme-li v úvahu únik tepla spalinami (1 %), sáláním kotle (0,5%) a odvod tepla kondenzátem (1,5 %), fyzikálně správný výpočet ze spalného tepla stanovuje maximální účinnost na 97,4 %.[46]

I když se po zjištění pravdy už výhodnost kondenzačního tak jasná na první pohled nejeví, opak je pravdou. Při dodržování efektivního provozu se oproti starému standardnímu plynovému kotli ušetří až 35 % nákladů. Při porovnání s novými klasickými plynovými kotli je to 10 - 15 % nákladů na vytápění. Efektivním provozem je myšleno dodržování co nejstudenější vody na zpátečce. Pokud máme navrženou nízkoteplotní soustavu, na výstupu z kotle nám bude vycházet voda do 60 °C a v soustavě bude mít dost času na ochlazení, bude kotel správně pracovat a uživatel ušetří. Další výhodou kondenzačních kotlů je, že spaliny odcházejí o teplotě 40 – 90 °C. Znamená to, že není nutné vyzdívat komín, kondenzační kotel si vystačí s plastovou trubkou. [46]

Naproti tomu to však může být i nevýhodou, máme-li již postavený dům a chceme-li přejít z klasického kotle na kondenzační, musíme počítat s pořizovacími náklady navíc za přizpůsobení stávajícího komínu pro kondenzační provoz. Navíc musíme vyřešit odvod kondenzátu. Při spálení 1 m³ zemního plynu vznikne 1,5 kg kondenzační vody. U propanu je to přibližně 3,4 kg/m³. [25]



Obr. 27 - Popis plynového kondenzačního kotle[46]

4.7 Kotle na biomasu

Biomasa je hmota organického materiálu. Obsahuje těla organismů, rostlin, hub, bakterií i živočichů. Energie z biomasy pochází ze slunečního záření a z fotosyntézy. Proto můžeme mluvit o obnovitelném zdroji energie. Tento proces lze pozorovat pouze v rostlinách. Živočichové mohou vyrábět biomasu pouze z jiné biomasy a bez rostlin by zemřeli hladu. [33]

Cíleným zpracováním a výrobou biomasy vzniká **biopalivo**. Energii z těchto materiálů uvolňujeme nejčastěji spalováním. Jsou však i další možnosti jako např. zplyňování, zkapalňování, kompostování, kvašení atd. Biopaliva zastávají

asi 15 % z celkové světové spotřeby energie, především pak ve státech Třetího světa. Možné rozdělení biopaliv je:

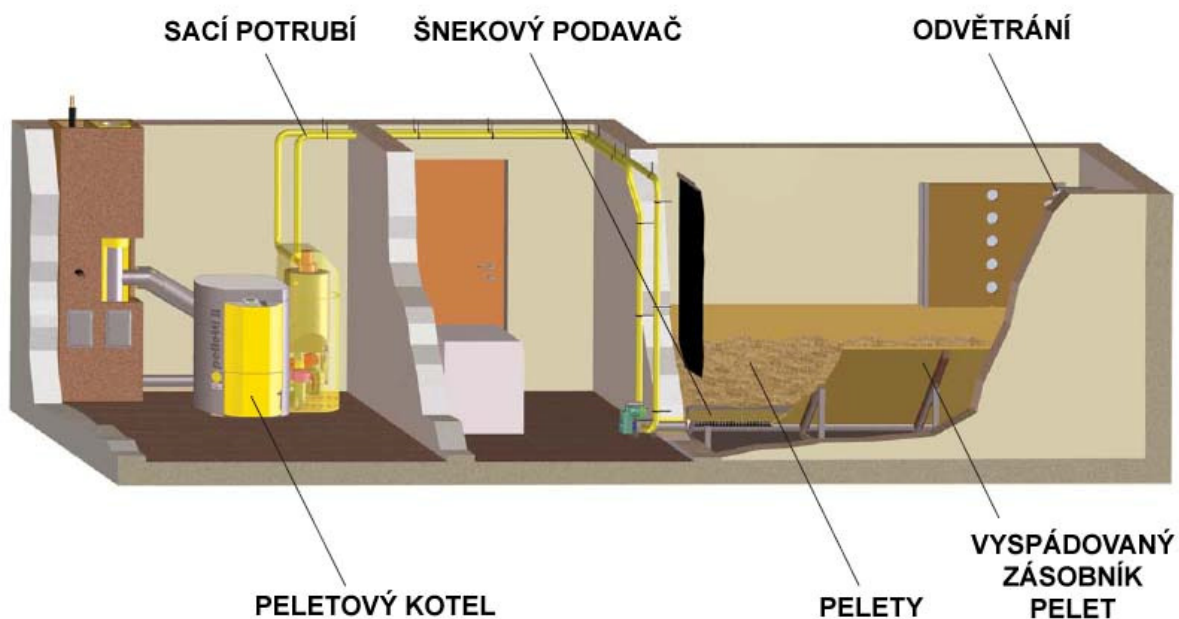
- **Tuhá biopaliva** – dřevěná polena, štěpka, brikety, pelety, piliny, slámové brikety a pelety, senné brikety a pelety
- **Kapalná biopaliva** – bioethanol, biomethanol, butanol, rostlinný olej, bionafta, bioplyn či dřevoplyn
- **Plynná biopaliva** – bioplyn, dřevoplyn, vodík

4.7.1 Kotle na pelety

Levnější než plyn či elektřina, ekologičtější než uhlí a pohodlnější než dřevo. Takle nějak prezentují výrobci kotlů na pelety svoje výrobky. Navíc kotle na pelety jsou vždy automatické a tedy uživateli odpadá starost s příkládáním. Regulace je také automatická v rozmezí 30 – 100% podle množství paliva a vháněného vzduchu. Jsou také zárukou ekologického spalování, jelikož od 1.1.2014 se mohou dle směrnice Ekodesign 2009/125/ES[48] legálně prodávat pouze kotle 3. a vyšší emisní třídy. Emisní třídy určuje norma ČSN EN 303-5[47]. S vyšší emisní třídou sice rostou náklady na pořízení, kotel je však ekologičtější a dosahuje nejvyšší účinnosti až 94 %.

Pelety jsou drobné válečky o průměru 6 – 25 mm a délce do 50 mm. Vyrábějí se lisováním převážně z odpadních zbytků (dřevní prach, piliny a drť) při dřevovýrobě. Díky tomu obsahují minimální podíl vlhkosti, proto hoří dobře a dlouho. Navíc nevzniká téměř žádný popel ani kouř. Aby mohl provoz kotle fungovat plynule a uživatel se nemusel o nic starat, musí být v objektu dostatečná zásoba pelet. Ty se zpravidla skladují ve vedlejší místnosti, kde je zásobník pelet (viz Obr.15). Ty jsou pak přes šnekový podavač a sací potrubí dopravovány až do kotle. Krom toho, že se pelety skladují ve vedlejší místnosti, jsou zde ještě další pokyny pro uskladnění. Vzhledem k tomu, jak dobře pelety hoří, musí uskladňovací místnost splňovat stejná pravidla, jako jsou pro kotelny.

Navíc v místnosti nesmí být žádná elektroinstalace, jako spínače světla, zásuvky, svítidla apod. Pokud se uživatel rozhodne nechávat si pelety dovážet přímo domů, musí navíc počítat s tím, že cisternový vůz má hadici dlouhou 30 metrů. Uskladnění pelet tudíž nesmí být dál, než kde vůz může zaparkovat. [48]



Obr. 28 – Peletová kotelna s pneumatickým podavačem

5 KOTLÍKOVÁ DOTACE NOVÉ GENERACE

Tato dotace má za úkol výměnu zastaralých zdrojů na vytápění a tím snížit emise vzniklé při spalování. Kraje budou přispívat dotací vlastníkům rodinných domů na výměnu „neekologického“ kotle na pevná paliva s ručním přikládáním za:

- **„Ekologický“ kotel na pevná paliva**
- **Plynový kondenzační kotel**
- **Tepelné čerpadlo**
- Spolu s výměnou starého zdroje je možné do dotace zahrnout i instalaci **solárně termických soustav** pro přitápění nebo přehřev teplé vody

Nový zdroj musí splňovat tzv. ekodesign dle příslušného nařízení Evropské komise č. 813/2013 a 2015/1189, tj. požadavky na účinnost zdroje a povolené hodnoty vybraných emisních faktorů. Zároveň je nutné, aby byl zdroj veden na Seznamu registrovaných výrobků vydávaném Operačním programem Životního prostředí. Na dotaci budou mít nárok ti žadatelé, kteří splní alespoň jednu ze tří podmínek:

- Rodinný dům, ve kterém dojde k výměně zdroje vytápění a bude splňovat parametry třídy „C“ energetické úspornosti budov
- Ke snížení energetické náročnosti domu (např. zateplení obálky domu) došlo prostřednictvím národního programu Nová zelená úsporám, nebo zájemce současně s dotací o výměnu kotle požádá Státní fond životního prostředí o dotaci z uvedeného programu
- V domě bude provedeno jedno z tzv. „mikro“ energetických opatření - zateplení střechy/půdy/stropu/podlahy, výměna oken, výměna vstupních a balkónových dveří, instalace těsnění oken a dveří, dodatečná montáž prahů vstupních dveří, výměna zasklení starších oken za izolační dvojskla/trojskla aj. **Náklady na „mikro“ opatření budou moct činit maximálně 20 000 Kč.**

Výše podpory bude vypočtena přímo z vynaložených nákladů na výměnu kotle, nejvýše však z částky 150 000 Kč. V případě, že bude stát výměna zdroje víc, zbytek si bude příjemce hradit sám. Např. pokud bude stát výměna kotle 200 000 Kč, dotace se bude počítat pouze z částky 150 000 Kč, ale v případě, že výměna bude stát 100 000 Kč, dotace bude vypočítána z celé částky. Příjemce obdrží z uvedené částky ($\leq 150\,000$ Kč):

- **70 %** při pořízení kotle pouze na uhlí
- **75 %** při pořízení kondenzačního plynového kotle nebo kombinovaného kotle na uhlí a biomasu
- **80 %** při pořízení tepelného čerpadla nebo kotle spalujícího pouze biomasu
- Podpora bude navýšena o **5 %** v případě, že se výměna bude realizovat na území obcí, které byly označeny Střednědobou strategií ochrany ovzduší jako prioritní území pro ochranu ovzduší. V Královéhradeckém kraji se to týká obcí: Dvůr Králové nad Labem, Hořice, Hradec Králové, Chlumec nad Cidlinou, Nové Město, Jaroměř, Jičín, Valdice, Železnice, Podhradí, Česká Skalice, Náchod, Nová Paka, Nové Město nad Metují a Nový Bydžov.

Královéhradecký kraj bude žádosti o dotace vyřizovat i zpětně, pokud žadatel provedl výměnu kotle nejdříve k datu 15. července 2015.

Krom dotace na zakoupení tepelného čerpadla nebo nového kotle lze část dotace čerpat také na:

- Stavební práce, dodávky a služby související s výměnou zdroje vytápění
- Stavební práce, dodávky a služby související s realizací nové otopné soustavy nebo úpravou té stávající (vč. dodávky a instalace akumulční nádoby, pokud je toto doporučeno projektem, výrobcem nebo dodavatelem)
- Náklady na zkoušky nebo testy související s uváděním majetku do stavu způsobilého k užívání a k prokázání splnění technických parametrů (pouze v období do kolaudace – uvedení do trvalého provozu)

- Náklady na pořízení Průkazu energetické náročnosti budovy (PENB) v případě, že je jím prokazováno plnění klasifikační třídy energetické náročnosti budovy „C“
- Stavební práce, dodávky a služby spojené s povinnou realizací opatření vedenou ke snížení energetické náročnosti objektu.

O dotaci lze zažádat na Krajském úřadě. Žádosti se budou podávat elektronicky skrze dotační portál. Datum a čas podání bude rozhodovat, v jakém pořadí se jednotlivé žádosti budou vyhodnocovat. V případě, že žadatel nemá přístup k internetu, lze žádost podat přímo na pracovišti příslušného Krajského úřadu. Pro úspěšné podání projektové žádosti je třeba předložit:

- **Průkaz energetické náročnosti budovy třídy „C“** (pokud je k dispozici)
- **Kopie Rozhodnutí o poskytnutí dotace nebo Žádost o dotaci z programu Nová zelená úsporám** (pokud je k dispozici)
- **Potvrzení energetického specialisty o vhodnosti vybraného „mikro“ energetického opatření** (pokud je k dispozici)

K žádosti bude předložen jeden z těchto tří uvedených dokladů, v závislosti na tom, který rodinný dům splňuje.

Další povinné přílohy:

- Fotodokumentace stávajícího kotle připojeného na otopný systém a komín.
- Souhlas druhého z manželů v případě vlastnictví domu v rámci společného jmění manželů, popř. souhlas spoluvlastníků domu, či souhlas vlastníka pozemku, pokud je odlišný od vlastníka domu. [50]

6 SKLADBA CENY ELEKTŘINY

Cena elektřiny se skládá ze dvou základních částí:

- **Cena silové elektřiny** – tuto cenovou složku zajišťuje dodavatel elektřiny popř. obchodník s elektřinou a pro odběratele je tato složka volitelná.
 - Pevná měsíční cena
 - Cena elektřiny ve vysokém tarifu (VT)
 - Cena elektřiny v nízkém tarifu (NT)
- **Regulovaná platba za dodávku elektřiny** – tato část je udávána státem, respektive Energetickým regulačním úřadem a na rozdíl od první složky, zde uživatel na výběr nemá. Pokud chce odebírat elektřinu z distribuční sítě, musí platit předepsané poplatky. Regulované platby se zasílají distributorovi rozvodné sítě a ti jsou na našem území tři. Na většině území je to ČEZ, na jihu Čech a Moravy EON a v Praze je to Pražská Energetika (PRE)
 - Měsíční plat za příkon
 - Cena za činnost zúčtování Operátora trhu s elektřinou a.s. (OTE)
 - Plat za distribuované množství elektřiny ve VT
 - Plat za distribuované množství elektřiny v NT
 - Cena systémových služeb
 - Cena na podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů a kombinované výroby elektřiny a tepla
 - Daň z elektřiny [51]

Pevná měsíční cena – tato částka pokrývá nezbytné výdaje dodavatele, jako je zákaznický servis, reklama a komunikace s úřady. Tento poplatek se platí, i když uživatel nespotřebuje žádnou elektřinu. Je odváděn za samostatnou existenci odběrného místa.

Cena za odebranou jednotku – nejčastěji se udává v kilowatthodinách (kWh) nebo v megawatthodinách (MWh). Podle toho, zda má uživatel v domě instalovány energeticky náročné spotřebiče, jako přímotopy, ohřívače vody či tepelná čerpadla, může se cena odebrané elektřiny dělit ještě na vysoký a nízký tarif. V opačném případě je tarif jednotný a cena pouze jedna.

Měsíční plat za příkon – tento poplatek se platí za to, že v rozvodné síti máte rezervované určité množství energie, s kterou můžete počítat. Tento poplatek se odvíjí od velikosti hlavního jističe. Často tak bývá, že čím náročnější spotřebiče jsou v domě instalovány, tím je vyšší hodnota jističe a od tím stoupá i poplatek za příkon.

Poplatek Operátoru trhu – jedná se o státem vlastněnou společnost, která zajišťuje formality, např. když domácnost mění dodavatele. Tento drobný poplatek se platí za každou odebranou MWh.

Poplatek za distribuci – poplatek distributorovi za každou dodanou MWh elektřiny rozvodným vedením až k uživateli domů. Může se opět dělit na vysoký a nízký tarif.

Cena za systémové služby – regionální distribuční sítě propojuje státem vlastněná společnost ČEPS. Tento poplatek se platí za údržbu páteřní infrastruktury nebo kvůli pohotovosti elektráren, které slouží jako záložní zdroj při výpadku nebo při přetížení.

Příspěvek na podporované zdroje – fosilní paliva pomalu ale jistě docházejí. Proto výrobci „zelené elektřiny“ jsou státem dotováni. Výrobci mají garantované výkupní ceny nebo dostávají finanční odměny ve formě „zelených bonusů“. Tento poplatek je za každou odebranou MWh.

Daň z elektřiny – součástí ceny je elektřiny je také tato spotřební daň, která je zavedena kvůli vstupu do EU. Tuto tzv. ekologickou daň odvádí dodavatel Celní správě a činí 34,20 Kč/MWh vč. DPH. [52]

7 ZHODNOCENÍ NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ A ZDROJE TEPLA

V praktické části je kladen důraz na co nejpřesnější výpočet součinitele prostupu tepla, tepelné ztráty, vyhovění hodnoceného objektu díky energetickému štítku, potřeby tepla na vytápění, ročních energetických nákladů dle jednotlivých druhů paliv, doby návratnosti a úspory investice během doby životnosti zdroje vytápění.

7.1 Popis hodnoceného objektu

Hodnocený objekt je rodinný domek, stáří 25 let, částečně zateplen, ležící ve Východních Čechách, okres Rychnov nad Kněžnou. Dům je dvoupatrový, avšak vrchní patro slouží pouze jako půda. Vzhledem k možnostem, jaké byly v době výstavby tohoto domu, odpovídá konstrukční systém.

Obvodová stěna přízemí je postavena na kostelecké cihle o tloušťce 370 mm, k ní je z vnitřní strany přistavěna dutá cihla o tloušťce 40 mm tak, aby mezi nimi vznikala několika centimetrová mezera. Ta je vyplněna sypaným polystyrenem. Podobně je provedena obvodová stěna nadzemního patra, avšak s tím rozdílem, že místo kostelecké cihly je cihla z plynosilikátu o tloušťce 300 mm. V reálném případě obvodové zdivo není nijak dál izolované. Pro účel vyhovění objektu dle ČSN 73 0540 však s tímto opatřením bylo třeba počítat. Dle požadovaného součinitele prostupu tepla U byl navržen polystyren tloušťky 100 mm.

Stropy jsou v domě také dva druhy. Nad obývacím pokojem je měkký strop z dřevěných trámů, mezi nimiž je sypaný polystyren cca 150 mm. Na nich je prkenný záklop, betonový potěr 50 mm a jako poslední vrstva je nově udělaná pochozí izolace o tloušťce 200 mm z vaty ISOVER, kterou je zateplena celá půda. Všude jinde je strop tvořen systémem MIAKO, na kterém je betonový potěr 20 mm, vata ORSIL 50 mm, další betonový potěr 80 mm a nad prvním nadzemním podlažím již zmiňovaná vata ISOVER 200 mm.

Podlaha nad terénem není nijak izolovaná, zde je pouze škvárový násyp 200 mm a ŽB deska 100 mm. Dle požadovaného součinitele prostupu tepla tedy nevyhovuje. V součtu ostatních konstrukcí však v energetickém štítku objekt vyhoví.

Tab. 48 - Údaje o materiálech [Autor]

Součinitel tepelné vodivosti stavebních materiálů	
Popis	λ
	[W/m*K]
Beton	1,3
Betonová hurda	0,78
Betonový potěr	1,3
Cihla dutá	0,67
Dutá cihla pálená	0,41
Hydroizolace	0,2
Kostelecká cihla	0,67
Omítka VCM	0,99
Palubky	0,18
Plynosilikát	0,23
Polystyren	0,044
Polystyren sypaný	0,037
Prkený záklop	0,18
Systém MIAKO	0,175
Škvára	0,21
Vata ISOVER	0,038
Vata ORSIL	0,044
ŽB deska	1,58

7.2 Tepelná ztráta objektu

Při výpočtu tepelných ztrát bylo dosaženo výsledku necelých 11,3 kW. Tato hodnota je jedna z nejdůležitějších věcí při výběru zdroje vytápění, jelikož se s ohledem na ni navrhuje výkon zdroje. Nejenom, že se každý dodavatel, projektant nebo montér na ni zeptá. Tepelná ztráta ovlivňuje také vhodnost typu zdroje vytápění při výběru. Např. elektrokotle se skvěle hodí na do dobře zaizolovaných objektů, kde je malá ztráta a naopak se vůbec nehodí do objektů nezateplených, kde je tepelná ztráta veliká. Přesný opak bychom mohli říct o tepelném čerpadlu. Z toho vyplývá, že při malých ročních provozních nákladech na vytápění se nevyplácí pořízení drahého zdroje, ale spíše levnějšího i za cenu vyšších ročních provozních nákladů.

Tab. 49 - Celková tepelná ztráta objektu [Autor]

Návrhový tepelný výkon pro vytápění	
Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	6 945
Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	2 812
Tepelný zátopový výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	1 521
Návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH}$ [W]	11 278

7.3 Energetický štítek obálky budovy

Výsledkem porovnání hodnoceného domu s referenční budovou bylo dosaženo zařazení do klasifikační třídy C, z čehož vyplývá, že objekt vyhověl dle normy ČSN 73 0540.

7.4 Potřeba tepla na vytápění a TUV

Bezpochyby nejdůležitější hodnota pro návrh roční spotřeby energie a tudíž i smyslu této práce. Vzhledem k tomu, jak zdlouhavý a složitý tento výpočet je, může se snadno stát ve výpočtu chyba. Následkem chyby ve výpočtu mohou být řetězovou reakcí nepřesnosti ve výpočtu v řádu tisíců korun.

Proto je dobré mít po ruce srovnání. Existují specializované software, pro tento případ však postačilo porovnání s normou. Dle ČSN 73 0540 vychází u standardních domků vyhovujících této normě potřeba tepla na vytápění okolo 90 kWh/m². Vytápěná plocha pro daný objekt je 138,3 m². Pokud podělíme výslednou potřebu tepla na vytápění touto plochou, dostaneme se na 91,8 kWh/m², což je zcela vyhovující se stanovením normy. Při výpočtech ročních energetických nákladů objektu bylo zapotřebí často si pomoci převodem jednotek. Pokud se nehodily kWh, posloužily MJ. Pro převod mezi těmito jednotkami poslouží koeficient 3,6.

Tab. 50 - Celková roční potřeba tepla na vytápění [Autor]

Výpočet potřeby tepla na vytápění												
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Tepelné ztráty												
Q _T	2 872	2 347	2 188	1 456	738	397	246	164	821	1 450	2 117	2 803
Q _V	186	152	142	94	48	26	16	11	53	94	137	181
Q _L	3 058	2 499	2 330	1 550	786	423	262	175	874	1 543	2 255	2 985
Tepelné zisky												
Q _{int}	412	372	412	398	412	398	412	412	398	412	398	412
Q _{sol}	344	433	678	825	1051	1053	1037	981	753	560	256	214
η _H	0,81	0,76	0,69	0,57	0,35	0,23	0,15	0,11	0,44	0,62	0,78	0,83
Q _G	756	804	1090	1224	1463	1451	1449	1393	1151	972	654	625
Potřeba tepla na vytápění												
Q _{dem}	2 446	1 884	1 579	858	269	92	38	18	371	940	1 743	2 464
Potřeba tepla na vytápění Q _{dem} = 12 703 kWh/rok = 45 730 MJ/rok												
Potřeby tepla na ohřev TUV												
Q _{TV,r} = 2 515 kWh/rok = 9 053 MJ/rok												

7.5 Hodnotící výstupy

Tato kapitola se zabývá srovnáváním nejdůležitějších atributů při rozhodování, jaký zdroj vytápění zvolit. Zároveň přináší celkové vyhodnocení z hlediska ročních energetických nákladů, doby návratnosti, úspory investice a subjektivní porovnání požadavků investora.

7.5.1 Souhrn základních informací

U prvního hodnocení šlo především o sumarizaci informací o jednotlivých zdrojích vytápění. Pro vyplnění všech políček Tab. 23 bylo zapotřebí poptat opravdu veliké množství dodavatelů a montérů zdrojů vytápění. Jakožto zákazník předstírající zájem a následně možnou realizaci projektu nové kotelny, jsem poptal 12 dodavatelů tepelných čerpadel, z kterých mi osm do týdne až 14 dní odpovědělo a následně zaslalo cenovou nabídku vč. montáže a příslušenství.

S 2/3 úspěšností jsem se pustil do poptávání dodavatelů kondenzačních kotlů, elektrokotlů a kotlů na tuhá paliva. U těchto případů bylo poptáno 47 dodavatelů. Návratnost oproti tepelným čerpadlům však byla dosti hrozivá. U celých 32 případů jsem nezaznamenal vůbec žádnou odpověď. U 10 případů odpověď přišla, avšak buď pouze jako omluva nezájmu nebo nabídka nebyla proveditelná z různých důvodů či nebyla kompletní.

Nakonec jsem získal cenové nabídky od 5 montážních společností na 3 elektrokotle, 2 kondenzační kotle, 2 automaty na tuhá paliva a 1 zplyňující kotel na dřevo. Vzhledem k tomu, že obec, kde se hodnocený objekt nachází, není plynofikovaná, nebylo možné do výpočtu zahrnout zemní plyn. Výpočet bez kondenzačního kotle by však byl dosti neúplný. Naštěstí existuje alternativa vytápění na plyn v místech, kde není zaveden zemní plyn. Řešením je LPG neboli směs propan-butanu. Tekutý plyn lze pod tlakem a nízkou teplotou relativně snadno uchovávat v zásobnících přímo u uživatele doma. V mém případě jsem se rozhodl si nechat vypracovat projekt na realizaci zásobníku zapuštěného do země vč. výkopových prací a zajištění venkovních rozvodů. Tento projekt je sice nákladnější, než samotné pořízení kondenzačního kotle vč. montáže a příslušenství, avšak díky kotlíkové dotaci, která se vztahuje i na projekt pronájmu zásobníku na LPG, rozdíl není až tak markantní.

Do tabulky jsem zařadil nejen jednotlivé zdroje vytápění, ale i kombinace jednotlivých zdrojů. Vhodné pro kombinování jsou solární kolektory a termodynamický panel. Oboje jsou předurčeny k ohřevu TUV a přehřevu vody v otopné soustavě.

Tabulka tedy obsahuje náklady na pořízení zdroje vytápění vypracované od skutečných montážních firem. Dále možnou úsporu na kotlíkové dotaci. V daných případech se jednalo vždy o možnou úsporu 75% nebo 80%. V dalším sloupci je počáteční investice. Následují roční energetické náklady, které slouží jako vstupní data pro následující výstup. Dále náklad na roční údržbu, která zahrnuje většinou revizi komína nebo položku na výměnu nemrznoucí kapaliny rozdělenou do několika let. Sloupec životnost ovlivňuje především třetí a čtvrtý výstup a je součástí i pátého. Roční úspora energie v cashflow (peněžní tok) je vyjádřena vůči nejnáročnějšímu zdroji z hlediska nákladů na roční energetické nároky. Tím se stal podle předpokladů elektrokotel, jelikož pro vytápění tak velkého objektu s tepelnou ztrátou přes 11 kW není zrovna vhodnou volbou.

Tab. 51 – Komplexní porovnání zdrojů tepla [Autor]

	Palivo	PC zdroje	Příslušenství + montáž	Kotlíková dotace	Počáteční investice	Roční energetické náklady	Roční údržba	Životnost	Roční úspora energie CF
Elektrokotel Dakon	Elektřina	14 800 Kč	18 292 Kč	0 Kč	33 092 Kč	54 271 Kč	0 Kč	20 let	0 Kč
Elektrokotel Dakon + termodyn. panel	Elektřina	14 800 Kč	18 292 Kč	0 Kč	95 789 Kč	46 192 Kč	0 Kč	20 let	8 079 Kč
		50 485 Kč	12 212 Kč						
TČ vzduch-voda Nibe	Elektřina	178 250 Kč	47 495 Kč	80%	105 745 Kč	30 579 Kč	1 000 Kč	20 let	22 692 Kč
				120 000 Kč					
TČ vzduch-voda Nordline	Elektřina	54 453 Kč	80 621 Kč	80%	27 015 Kč	30 579 Kč	1 000 Kč	20 let	22 692 Kč
				108 059 Kč					
TČ vzd-voda Nordline + termodyn. panel	Elektřina	54 453 Kč	80 621 Kč	80%	89 712 Kč	27 899 Kč	1 000 Kč	20 let	25 372 Kč
		50 485 Kč	12 212 Kč	108 059 Kč					
TČ země-voda Nibe	Elektřina	205 275 Kč	210 876 Kč	80%	296 151 Kč	27 723 Kč	2 000 Kč	25 let	24 548 Kč
				120 000 Kč					
TČ vzduch-voda CTC + solární kolektory	Elektřina	156 285 Kč	64 860 Kč	80%	179 745 Kč	29 160 Kč	2 000 Kč	20 let	23 111 Kč
		28 020 Kč	50 580 Kč	120 000 Kč					
TČ vzduch-voda CTC + termodyn. panel	Elektřina	156 285 Kč	64 860 Kč	80%	163 842 Kč	27 899 Kč	1 000 Kč	20 let	25 372 Kč
		50 485 Kč	12 212 Kč	120 000 Kč					
Kondenzační kotel Therm	LPG	44 735 Kč	95 643 Kč	75%	35 095 Kč	44 750 Kč	1 500 Kč	20 let	8 021 Kč
				105 284 Kč					
Kondenzační kotel Therm + termodyn.	LPG	44 735	95 643	75%	97 791 Kč	38 847 Kč	1 500 Kč	20 let	13 924 Kč
	Elektřina	50 485 Kč	12 212 Kč	105 284 Kč					
Zplyňovací kotel Atmos	Dřevo	46 900 Kč	37 998 Kč	80%	16 980 Kč	34 282 Kč	1 000 Kč	15 let	18 989 Kč
				67 918 Kč					
Zplyňovací kotel Atmos + termodyn.	Dřevo	46 900 Kč	37 998 Kč	80%	79 676 Kč	30 597 Kč	1 000 Kč	15 let	22 675 Kč
	Elektřina	50 485 Kč	12 212 Kč	67 918 Kč					
Kotel na ČU OPOP UNI K 4	Černé uhlí	57 015 Kč	37 998 Kč	75%	23 753 Kč	35 186 Kč	1 000 Kč	25 let	18 086 Kč
				71 260 Kč					
Kotel na ČU OPOP + termodyn. panel	Dřevo	57 015 Kč	37 998 Kč	75%	86 450 Kč	31 318 Kč	1 000 Kč	25 let	21 953 Kč
	Elektřina	50 485 Kč	12 212 Kč	71 260 Kč					
Kotel na HU OPOP UNI K 4	Hnědé uhlí	57 015 Kč	37 998 Kč	75%	23 753 Kč	36 640 Kč	1 000 Kč	25 let	16 631 Kč
				71 260 Kč					
Kotel na HU Attack	Hnědé uhlí	68 989 Kč	68 934 Kč	75%	34 481 Kč	34 724 Kč	1 000 Kč	25 let	18 548 Kč
				103 442 Kč					
Kotel na pelety OPOP UNI K 4	Pelety	57 015 Kč	37 998 Kč	75%	23 753 Kč	40 103 Kč	1 000 Kč	25 let	13 168 Kč
				71 260 Kč					

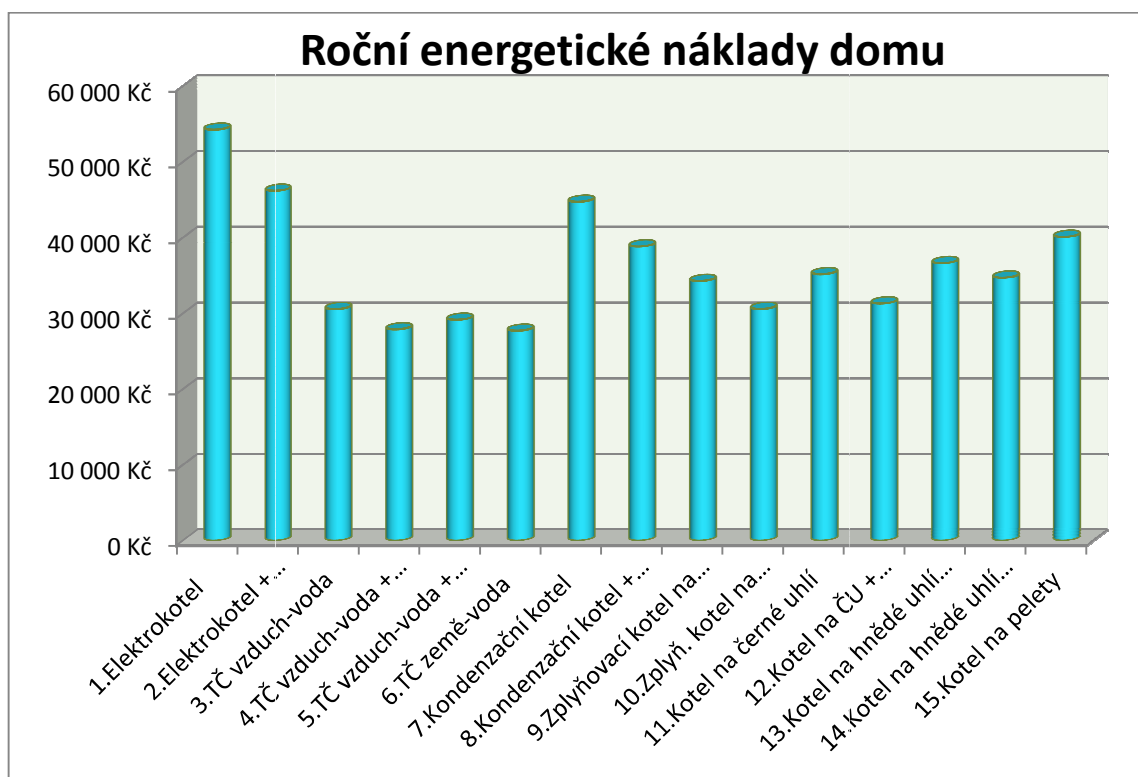
7.5.2 Roční energetické náklady

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, následuje srovnání jednotlivých zdrojů vytápění z hlediska ročních energetických nákladů posuzovaného objektu. K celkovému porovnání je 15 zdrojů vč. jejich kombinací. Výsledná položka je suma potřeby energie nejen na vytápění a ohřev TUV. Zjednodušeně lze říci, že volba zdroje vytápění ovlivňuje i to, kolik nás bude stát ročně koukání na televizi nebo kolik korun bude stát roční provoz naší ledničky. Podle typu zdroje vytápění se udává sazba elektřiny. Pro výsledky mého porovnávání bylo zapotřebí kompletního ceníku tarifů pro ohřev vody bojlerem D25d, tarif pro elektrokotel D45d a tarif pro tepelné čerpadlo D56d. Cena elektřiny se skládá celkově z 9 položek a tyto tarify ovlivňují 3 z nich. Je to měsíční plat za rezervovaný výkon, cena distribuce za 1 MWh rozdělena na vysoký a nízký tarif a cena silové elektřiny za 1 MWh opět rozdělena na vysoký a nízký tarif.

Jak je na první pohled vidět z Tab. 24 nebo Grafu 1, nejhůře si vede elektrokotel následován kondenzačním kotlem na LPG. Naopak nejlépe si vede tepelné čerpadlo s hlubinným vrtem díky získávání tepla z hloubky země, kde je konstantní teplota okolo 10 °C. Zajímavá jsou i srovnání mezi samotným zdrojem a zdrojem v kombinaci s předeřevem od sluneční energie. Např. při pořízení termodynamického panelu k elektrokotli se dostáváme na úsporu přes 8 tisíc ročně. I u kotle na černé uhlí, který vychází celkem výhodně v porovnání s ostatními zdroji, při spojení s TP vychází zajímavá úspora kolem 4 tisíc ročně. Je to dáno hlavně tím, že TP je schopen díky své účinnosti pokrýt roční ohřev TUV na 100%. Jako další srovnání mi přišlo zajímavé odpovědět na otázku, jak je to s návratností zdroje, pokud je máme stejný typ zdroje vytápění, ale o různé účinnosti. Je zde ke srovnání dva kotle na hnědé uhlí, jeden s účinností 78% a druhý, dražší s účinností 90%. Ročně se s dražším a účinnějším kotlem ušetří necelé 2 000 Kč.

Tab. 52 - Porovnání zdrojů tepla z hlediska roční energetické náročnosti [Autor]

Typ zdroje vytápění	Roční energetické náklady
1.Elektrokotel	54 271 Kč
2.Elektrokotel + termodynamický panel	46 192 Kč
3.TČ vzduch-voda	30 579 Kč
4.TČ vzduch-voda + termodynamický panel	27 899 Kč
5.TČ vzduch-voda + solární kolektory	29 160 Kč
6.TČ země-voda	27 723 Kč
7.Kondenzační kotel	44 750 Kč
8.Kondenzační kotel + termodynamický panel	38 847 Kč
9.Zplyňovací kotel na dřevo	34 282 Kč
10.Zplyň. kotel na dřevo + termodynamický panel	30 597 Kč
11.Kotel na černé uhlí	35 186 Kč
12.Kotel na ČU + termodynamický panel	31 318 Kč
13.Kotel na hnědé uhlí (účinnost 78%)	36 640 Kč
14.Kotel na hnědé uhlí (účinnost 90%)	34 724 Kč
15.Kotel na pelety	40 103 Kč



Graf 4 - Roční energetické náklady domu [Autor]

7.5.3 Počáteční investice

Když jsem se zeptal prvně investora, co je pro něho před pořízením nového zdroje vytápění nejdůležitějším aspektem, bez váhání mi odpověděl pořizovací cena. Proto jsem rád za Tab. 25, kde je jasně a přehledně vidět, jak moc je počáteční investice ovlivněná tím, zda je zdroj zahrnut v dotačním programu. Tak např. nový automatický ekologický litinový kotel na uhlí a pelety od českého výrobce OPOP za 23 753 Kč včetně montáže a příslušenství. To je cena, která doslova vybízí lidi pořídit si nový ekologický zdroj a šetřit nejenom svoje peněženky, ale hlavně životní prostředí díky nízkým emisím, které musí tyto dotační kotle splňovat.

Dalším příkladem je TČ Nordline, které díky kotlíkové dotaci lze pořídit za směšných 27 015 Kč. Opravdu se těším na reakci investora, až mu tento výstup předvedu. Naopak TČ země-voda má tak vysoké pořizovací náklady, že ani úspora 120 000 Kč jak kdyby nebyla znát.

Tab. 53 - Porovnání z hlediska počáteční investice [Autor]

Typ zdroje vytápění	Počáteční investice
1.Elektrokotel Dakon	33 092 Kč
2.Elektrokotel Dakon + termodynamický panel	95 789 Kč
3.TČ vzduch-voda Nibe	105 745 Kč
4.TČ vzduch-voda Nordline	27 015 Kč
5.TČ vzduch-voda Nordline + termodynamický panel	89 712 Kč
6.TČ země-voda Nibe	296 151 Kč
7.TČ vzduch-voda CTC + solární kolektory	179 745 Kč
8.TČ vzduch-voda CTC + termodynamický panel	163 842 Kč
9.Kondenzační kotel Therm	35 095 Kč
10.Kondenzační kotel Therm + termodynamický panel	97 791 Kč
11.Zplyňovací kotel na dřevo Atmos	16 980 Kč
12.Zplyňovací kotel Atmos + termodynamický panel	79 676 Kč
13.Kotel na černé uhlí OPOP	23 753 Kč
14.Kotel na černé uhlí OPOP + termodynamický panel	86 450 Kč
15.Kotel na hnědé uhlí OPOP	23 753 Kč
16.Kotel na hnědé uhlí Attack	34 481 Kč
17.Kotel na pelety OPOP	23 753 Kč

7.5.4 Doba návratnosti

Doba návratnosti určitého zdroje vytápění byla vypočítána na základě úspor při porovnání s elektrokotlem, jakožto nejdražším zdrojem z hlediska provozu. Na výpočet doby návratnosti bylo třeba si zadat to tabulky předpokládanou životnost daného zdroje vytápění, investici na pořízení zdroje a úsporu oproti elektrokotli označenou CF jako cashflow. V jednodušším případě, když bychom počítali prostou dobu návratnosti, stačilo by investici podělit cashflow a získali bychom dobu, za jak dlouho se investice vrátí. Tato metoda však nepočítá se ztrátou hodnoty peněz během následujících let a také možným rizikem. Proto je při výpočtu použita diskontovaná doba návratnosti. Tzn. hodnota CF je každým rokem nižší o určité procento. Jelikož se nejedná o nijak závratně vysokou investici a riziko je zde minimální, byla zvolena diskontní sazba 1,5%. Při diskontování CF se každým rokem ukrajuje z investice, až si nakonec na sebe všechny vybrané zdroje vydělají.

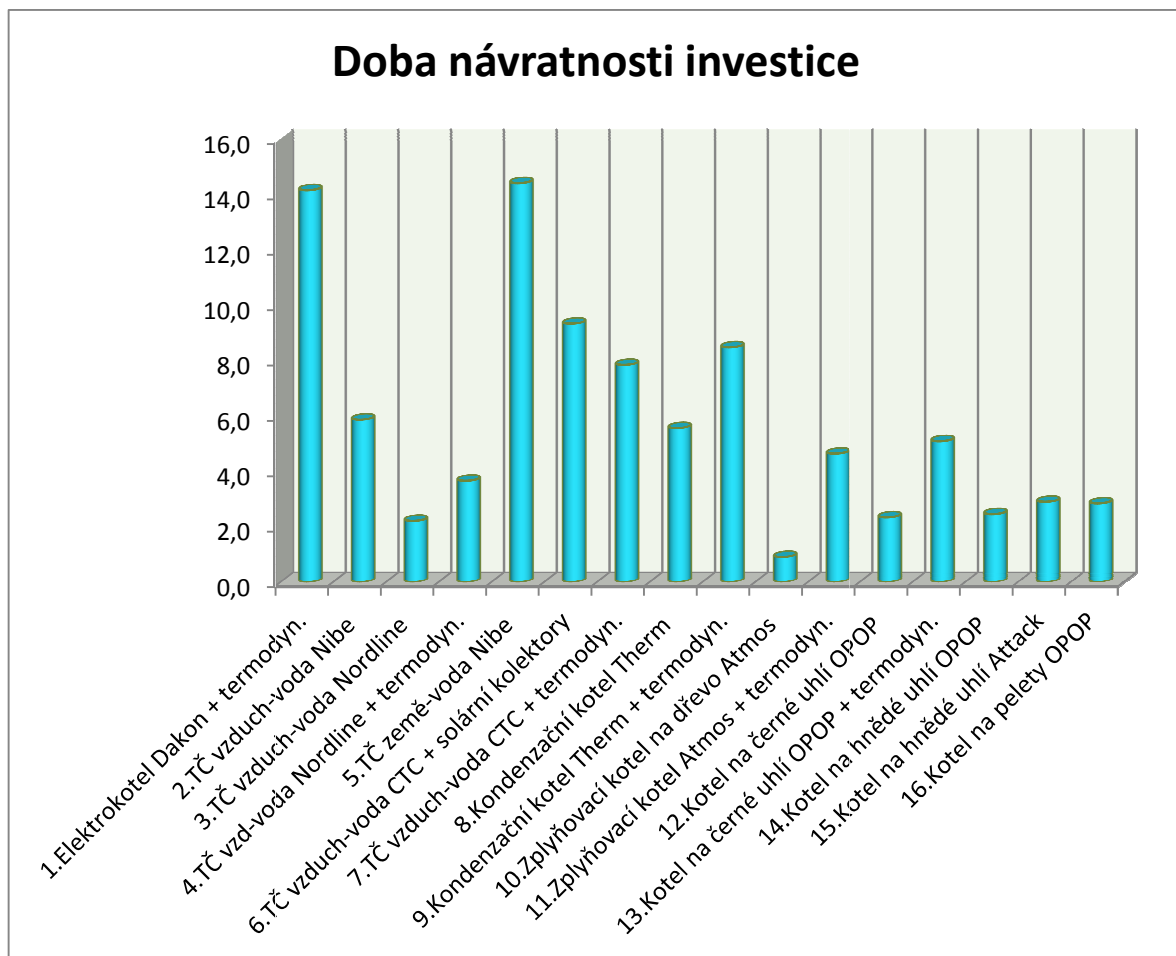
Podle Tab. 25 a Grafu 2 je na tom nejlépe zplyňovací kotel na dřevo (0,9 roku) následován automatickým kotlem na černé (2,3 roku) a hnědé uhlí (2,5 roku). Souhrnně se dá konstatovat, že v tomto ohledu vycházejí všechny zdroje na tuhá paliva výhodně. Jednak mají relativně nízkou pořizovací cenu, dále na vybrané kusy je v současné době možno uplatnit luxusní slevu 75 – 80% v podobě kotlíkové dotace a ani provozní náklady v porovnání nevycházejí nejhůře, oscilují se kolem středu.

Překvapením však může být TČ vzduch – voda Nordline s dobou návratnosti 2,2 roku. Tento produkt byl na seznam zařazen pro svou nízkou pořizovací cenu v porovnání s ostatními TČ. Kde kdo by mohl tvrdit, že tepelné čerpadlo, které stojí 4x méně v porovnání se stejně výkonnými švédskými čerpadly od Nibe nebo CTC, se za pár let rozsype. Můj názor tak skeptický není. Nibe je největší výrobce TČ v Evropě následován konkurencí od CTC, IVT atd. Když se ale těmto strojům podíváme pod kapotu, zjistíme, že mnoho komponentů mají od stejných výrobců. TČ jsou stejně jako např. auta

poskládána z dílů, které se vyrábějí po celém světě. A samozřejmě pokud má někdo ve světě jméno, může si za něho nechat dobře platit. Neříkám, že každé levné čerpadlo je spolehlivé a dokáže to samé, jako švédská, německá a japonská čerpadla, které jsou špičkami na trhu. Dají se však vybrat i taková, u kterých se nemusí platit desítky tisíc korun jenom za značku a přesto budou plnit svůj účel stejně.

Tab. 54 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska doby návratnosti [Autor]

Typ zdroje vytápění	Doba návratnosti
1.Elektrokotel Dakon + termodynamický panel	14,2
2.TČ vzduch-voda Nibe	5,9
3.TČ vzduch-voda Nordline	2,2
4.TČ vzd-voda Nordline + termodynamický panel	3,7
5.TČ země-voda Nibe	14,4
6.TČ vzduch-voda CTC + solární kolektory	9,3
7.TČ vzduch-voda CTC + termodynamický panel	7,8
8.Kondenzační kotel Therm	5,6
9.Kondenzační kotel Therm + termodynamický panel	8,5
10.Zplyňovací kotel na dřevo Atmos	0,9
11.Zplyňovací kotel Atmos + termodynamický panel	4,6
12.Kotel na černé uhlí OPOP	2,3
13.Kotel na černé uhlí OPOP + termodynamický panel	5,1
14.Kotel na hnědé uhlí OPOP	2,5
15.Kotel na hnědé uhlí Attack	2,9
16.Kotel na pelety OPOP	2,8



Graf 5 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska doby návratnosti [Autor]

7.5.5 Úspora investice během životnosti zdroje

Tato úspora je opět vyčíslena na základě porovnání s nejdražším z vybraných kandidátů – elektrokotlem. Je produktem stejné tabulky, jaká byla použita pro výpočet doby návratnosti. Jakmile se zaplatí počáteční investice vlivem ročního cashflow, začnou nabíhat úspory. Někomu by mohlo napadnout, že si na sebe zdroj začne vydělávat. Tak tomu ale není, pořád se za topení bude muset platit. Pouze v porovnání s elektrokotlem začnou nabíhat úspory, které i několikanásobně mohou přerůst počáteční investici.

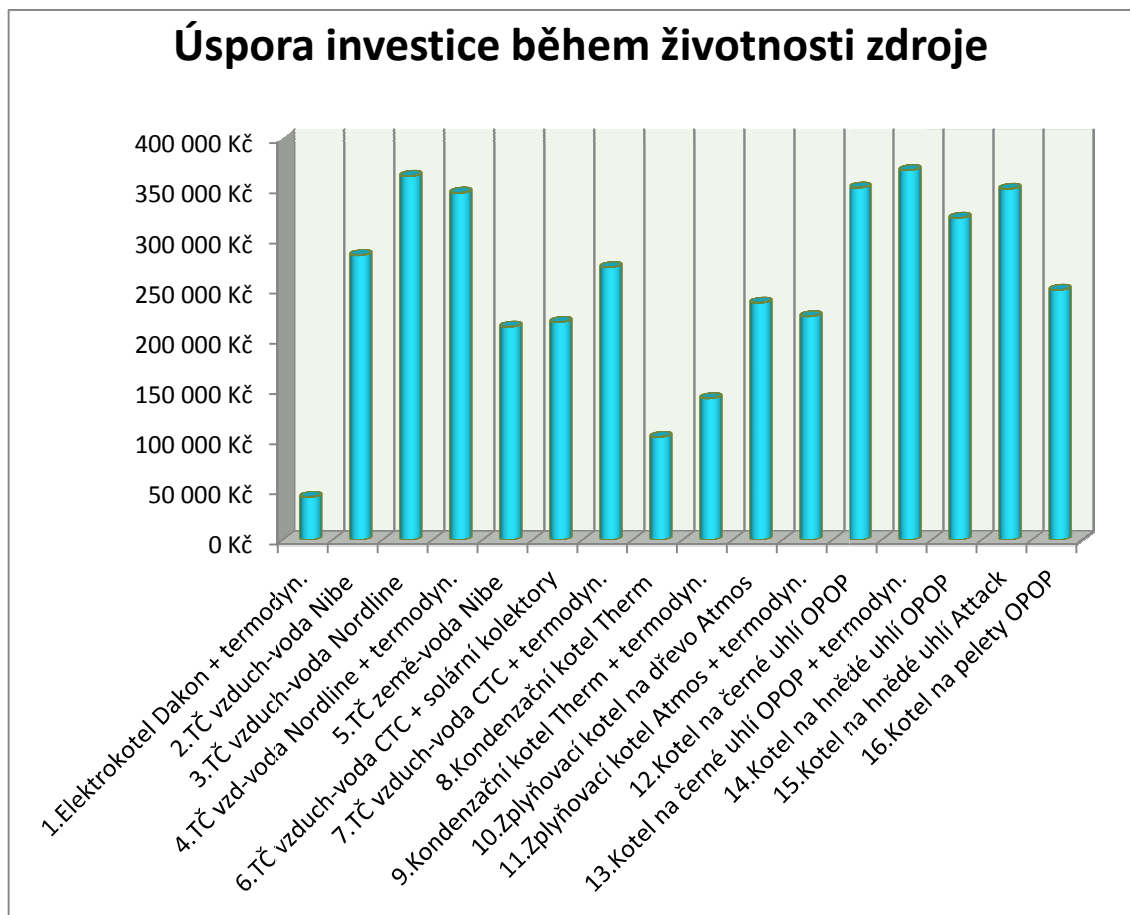
Jak lze vyčíst z Grafu 3 a Tab. 26, nejlépe vychází v tomto výstupu kombinace kotle na černé uhlí od společnosti OPOP v kombinaci

s termodynamickým panelem. Důvodem jsou relativně nízké roční náklady na provoz, slušná účinnost kotle a výhřevnost černého uhlí. Fakt, že životnost obou zdrojů se udává alespoň 25 let a při pokrytí ohřevu TUV termodynamickým panelem je teplá voda celoročně téměř zadarmo, tomu také přidá.

Všechny zdroje se pohybují s úsporou nad 200 tisíc Kč. Celá řada jich přesáhne dokonce 300 tisíc Kč. Pouze kondenzační kotel je o dva stupně pozadu a o elektrokotli i přes maximální snažení v kombinaci s termodynamickým panelem, ani nemluvě.

Tab. 55 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska úspory investice během životnosti zdroje [Autor]

Typ zdroje vytápění	Úspora investice
1.Elektrokotel Dakon + termodynamický panel	42 917 Kč
2.TČ vzduch-voda Nibe	283 852 Kč
3.TČ vzduch-voda Nordline	362 582 Kč
4.TČ vzd-voda Nordline + termodynamický panel	345 893 Kč
5.TČ země-voda Nibe	212 477 Kč
6.TČ vzduch-voda CTC + solární kolektory	217 040 Kč
7.TČ vzduch-voda CTC + termodynamický panel	271 763 Kč
8.Kondenzační kotel Therm	102 619 Kč
9.Kondenzační kotel Therm + termodynamický panel	141 266 Kč
10.Zplyňovací kotel na dřevo Atmos	236 400 Kč
11.Zplyňovací kotel Atmos + termodynamický panel	222 875 Kč
12.Kotel na černé uhlí OPOP	350 976 Kč
13.Kotel na černé uhlí OPOP + termodynamický panel	368 410 Kč
14.Kotel na hnědé uhlí OPOP	320 845 Kč
15.Kotel na hnědé uhlí Attack	349 822 Kč
16.Kotel na pelety OPOP	249 086 Kč



Graf 6 - Porovnání jednotlivých zdrojů tepla z hlediska úspory investice během životnosti zdroje
[Autor]

7.5.6 Subjektivní porovnání zdroje vytápění dle požadavků investora

Poslední výstup se neopírá o žádná data ani není počítán žádnými vzorci. Je naprosto subjektivní a záleží na názoru člověka. Jednotlivé kategorie byly probrány s investorem, tak aby mu vyhovovaly. Samotné hodnocení jsem volil dle vlastního uvážení a dle znalostí osob, pro které je tato práce připravována. V Tab. 27 je sedm faktorů, které se týkají každého zdroje vytápění, který byl do výzkumu zařazen. Hodnotilo se bodově s tím, že jednička je nejvhodnější kandidát v dané kategorii, pětka značí nejhoršího kandidáta. Vyhrává ten, kdo má na konci při součtu nejméně bodů.

První kritérium je příprava na otopnou sezónu. Zde se jeví jako nejvhodnější zdroje na elektřinu. Nepotřebují žádnou zvláštní přípravu. Tepelná čerpadla jedou stejně přes celý rok, pokud není součástí OS např. solární systém, jelikož mají mimo otopnou sezónu skvělý topný faktor a musí ohřívat TUV a elektrokotel stačí jen zapnout. U kondenzačního kotle musí v našem případě alespoň jednou za rok přijet cisterna s kapalným LPG a doplnit zásobu. U kotlů na tuhá paliva se palivo musí složit a uskladnit. V případě dřeva navíc pořeza, poštipat, správně poskládat a nechat vyschnout.

Druhé kritérium, čistota provozu, s prvním úzce souvisí. Proto elektrokotel, TČ se zemním vrtem a kondenzační kotel mají jedničku, jelikož provoz je naprosto čistý. U TČ vzduch-voda je dvojka za starosti s kondenzátem. Nejhorší v této kategorii dopadlo hnědé a černé uhlí, jehož prašnost se zde nemusí nijak rozebírat.

Nutnost obsluhy se v dnešní době nutně vytrácí. Všechno se řídí automaticky přes různá čidla, termostaty, regulátory atd. Přesto i u automatických zdrojů na tuhá paliva se jednou za 2 – 3 dny musí přijít a doplnit zásobník. To oproti elektřině a plynu opět odpadá.

Co se týče zabraného prostoru, nejméně ho potřebuje opět elektrokotel. TČ země-voda také nezabírá moc místa. Většinou se jedna pouze i vnitřní jednotku o velikosti bojleru, která ostatně zásobník na TUV obsahuje. Na zabraný prostor opět vycházejí nejhorší kotle na tuhá paliva.

Odhadnout riziko poruchy je z pohledu lajka velmi obtížné. Přesto pokud porovnáme složitost samotného výrobku, nejhorší známku si zaslouží TČ země-voda, které s hlubinným vrtem běžně dosahuje hloubky 150 metrů pod povrchem. V takové hloubce jsou síly a tlaky, o kterých ani nevíme. Jeden nejmenovaný dodavatel TČ mi kdysi vyprávěl zkušenost, jak investorovi měnili rozbité TČ s hlubinným vrtem, za méně rizikové TČ vzduch-voda, jelikož se

horniny hluboko pod povrchem daly do pohybu a s vrtem pohnuly a poničily kolektor. Taková přirozená událost se pak pěkně prodraží.

Životnost zdroje vytápění udává výrobce. Otázkou je, zda mají výrobci materiál a komponenty skutečně časově prozkoušeny. Nejhorší známku dostane s životností 15 let zplyňovací kotel Atmos na dřevo. Tento kotel má plechové „srdce“ a takové materiály vydrží méně. U kotlů litinových se udává až dvojnásobná životnost. Pochopitelně na úkor ceny. Životnost kompresoru u TČ vzduch-voda se také musí vyměnit po 15-20 letech. Nejdelší životnost 25-30 let mají litinové kotle na tuhá paliva, TČ země-voda, ale i solární kolektory a termodynamické panely.

Poslední kategorií je předpoklad realizace. Myslím si, že nejvíce se investorovi zamlouvá výhodná nabídka TČ vzduch-voda v kombinaci s kotlíkovou dotací, na kterou díky zateplení půdy má již nárok. Jelikož se k TČ doporučuje i záložní zdroj pro překrývání období, kdy TČ není schopné transformovat teplo z venkovního vzduchu, nevylučuji kombinaci TČ s elektrokotlem. Další možnou variantou je automatický ekologický kotel na uhlí. Co se zcela jistě realizovat nebude je TČ země-voda a kondenzační kotel, jelikož na zahradě se kopat nebude.

Tab. 56 - Subjektivní porovnání zdroje vytápění dle požadavků investora [Autor]

	Příprava na otopnou sezónu	Čistota provozu	Nutnost obsluhy	Zabraný prostor	Riziko poruchy	Životnost	Předpoklad realizace	Celkem
Elektrokotel	1	1	1	1	1	2	2	9
TČ vzduch voda	1	2	1	2	3	2	1	12
TČ země voda	1	1	1	1	4	1	5	14
Kondenzační kotel na LPG	2	1	1	2	3	2	4	15
Kotel na pelety	3	3	2	3	2	1	3	17
Kotel na ČU	4	4	2	4	2	1	2	19
Kotel na HU	4	4	2	4	2	1	2	19
Kotel na dřevo	5	3	4	4	2	3	3	24

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo ekonomické porovnání zdrojů vytápění pro konkrétní objekt z hlediska ročních provozních nákladů, počátečních investičních nákladů, doby návratnosti, úspory investice během životnosti zdroje a subjektivní porovnání. Zároveň rozšířit si obzory ve smyslu získání informací o technických novinkách ve světě vytápění a získat přehled o cenách zdrojů vytápění a energií.

Hlavních výstupů je tedy celkem pět a v každém si lze najít to své. V porovnání ročních energetických nákladů vycházela obecně nejlépe tepelná čerpadla. Jejich náklady se ještě snížili, pokud se použili v kombinaci s jednou z možností pro ohřev TUV a přehřev vody v otopné soustavě prostřednictvím energie ze slunce.

Porovnání podle počáteční investice odhalilo, jak moc kotlíková dotace může přiblížit pořízení nového ekologického zdroje vytápění i do domácností, kde by za normálních okolností o novém zdroji, kvůli nedostatku financí, nebylo ani pomyšlení. Nejvýhodnějším řešením v celkovém srovnání vyšel zplyňovací kotel na dřevo Atmos následován automatickým kotlem na uhlí a pelety OPOP a tepelným čerpadlem Nordline.

Doba návratnosti je do jisté míry také značně ovlivněna kotlíkovou dotací. Poměrně levný zplyňovací kotel na dřevo Atmos se vlivem dotace a úspor ve srovnání s elektrokotlem zaplatí již během jednoho roku. Rychlou návratnost mají opět i tepelné čerpadlo Nordline a kotel OPOP.

Vlivem úspor v porovnání s elektrokotlem byla vyčíslena úspora investice během životnosti zdroje. Nejvyšších hodnot dosáhl opět kotel OPOP v kombinaci s termodynamickým panelem. Následován kým jiným než tepelným čerpadlem Nordline.

Subjektivní porovnání přineslo až paradoxně překvapivý výsledek. Přesto, že ve všech čtyřech předešlých hodnoceních vycházel elektrokotel nejhůře a působil pouze jako startovní dráha pro měření ostatních zdrojů vytápění, dle požadavků na pohodlí a komfort investora vyšel na prvním místě. Následován s menší ztrátou tepelným čerpadlem vzduch-voda. Naopak kotle na tuhá paliva, která vycházela ve všech předešlých srovnáních nejlépe, v subjektivním hodnocení vyhořela.

Závěrem chci vyjádřit svoje doporučení. Přesto, že podle požadavků investora vyšel nejlépe elektrokotel, z ekonomického hlediska se do tohoto konkrétního objektu nehodí. Proto doporučuji na prvním místě TČ Nordline vzhledem ke své nízké pořizovací ceně v kombinaci s kotlíkovou dotací. Zároveň plní i nároky investora na pohodlí a komfort domova. Druhou volbou je automatický kotel na uhlí a pelety OPOP, který skloubí nízké pořizovací náklady se srovnatelnými ročními náklady na provoz, jako u tepelného čerpadla a díky automatizaci podavače paliva je téměř zajištěna i bezobslužnost. Jediné velké proti je snad nečistota provozu.

Seznam použité literatury:

- [1] TZB info – stavebnictví, úspory energií.
Dostupný na <<http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>>
- [2] Projekt dlouhověkost bez léků. Dostupný na
<<http://www.dlouhovekostbezleku.cz/mod/forum/discuss.php?d=204>>
- [3] Meteoshop.cz.
Dostupný na <<http://www.meteoshop.cz/texty/tepelna-pohoda/>>
- [4] Severočeské stavby s.r.o.
Dostupný na <<http://www.severoceskestavby.eu/tepelna-pohoda-v-byte>>
- [5] VUT BRNO – Fakulta Stavební. Dostupný na
<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/A_VZT%2008_09.pdf>
- [6] Kamnářství Blatná s.r.o.
Dostupný na <<http://www.kamnarstvi-blatna.cz/zpusoby-vytapeni/>>
- [7] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: *Požadavky*.
Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2011
- [8] VÝSKALA M., Modelování a simulace projektů zlepšující tepelně-technické vlastnosti budov. Brno, 2014
- [9] Isover.cz Dostupný na <<http://www.isover.cz/soucinitel-tepelne-vodivosti>>
- [10] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: *Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2005
- [11] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: *Výpočtové metody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2005
- [12] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005
- [13] Revitalizace.com – internetový magazín ze světa stavebnictví. Dostupný
<<http://www.revitalizace.com/teorie-vypocty/co-je-tepelna-ztrata-objektu-a-vypocet-potreby-tepla-na-vytapeni/>>

- [14] ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1994.
- [15] inkapo.cz – projekty, neritické audity a posudky. Dostupný na <<http://www.inkapo.cz/sluzby/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-penb>>
- [16] inkapo.cz – projekty, neritické audity a posudky. Dostupný na <<http://www.inkapo.cz/sluzby/energeticky-stitek-obalky-budovy>>
- [17] TNI 73 0329 *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Rodinné domy*. Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2010
- [18] ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [19] ČSN EN 832 Tepelné chování budov – výpočet potřeby energie na vytápění- Obytné budovy. Český normalizační institut, 2000.
- [20] ČSN EN 15316-3-1 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody). Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008
- [21] moodle.sspbrno.cz – výukový portál
dostupný na <<https://moodle.sspbrno.cz/course/view.php?id=114>>
- [22] sinclairheatpumps.eu – tepelná čerpadla. Dostupná na <<http://www.sinclairheatpumps.eu/cs/informace/historie-tepelnych-cerpadel/>>
- [23] SRDEČNÝ K., TRUXA J. Tepelná čerpadla. 1. vydání. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2005, s. 4-7. ISBN: 80-7366-031-8.
- [24] <http://www.ekovy.cz/princip.gif>
- [25] POČINKOVÁ M., TREUOVÁ L. Vytápění. 4. aktualizované vydání. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2008, s. 88. ISBN: 978-80-7366-116-8
- [26] nazeleno.cz – chytrá řešení pro každého. Dostupný na <<http://www.nazeleno.cz/topny-faktor.dic>>

- [27] 4u-therm.cz – česká tepelná čerpadla. Dostupné na:
<<http://www.4u-therm.cz/zakladni-informace-jak-je-to-s-vykonem-TC.php?str=6>>
- [28] mvb.cz – tepelná čerpadla. Dostupné na:
<<http://www.mvb.cz/domacnosti/tepelna-cerpadla/zeme-voda/>>
- [29] ivt-cheb.cz – tepelná čerpadla. Dostupné na
< <http://www.ivt-cheb.cz/teplo-z-vody>>
- [30] POČINKOVÁ M., ČUPROVÁ D. Úsporný dům. 2. Aktualizované vydání. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2008, s. 139 – 141. ISBN: 978-80-7366-131-1
- [31] mvb.cz – tepelná čerpadla. Dostupné na:
<<http://www.mvb.cz/domacnosti/tepelna-cerpadla/voda-voda/>>
- [32] verdeon.cz – tepelná čerpadla. Dostupné na:
<<http://www.verdeon.cz/toshiba-estia.html>>
- [33] QUASCHNING V., Obnovitelné zdroje energie. 1. Vydání. Praha: Grada Publishing a.s. 2010, s. 122. ISBN: 978-80-247-3250-3.
- [34] goforit-sro.cz – stavební firma Gorofit s.r.o. Dostupné na:
<<http://www.goforit-sro.cz/solarni-ohrev-vody-/>>
- [35] ekobydleni.eu – RD, nízkoenergetické bydlení, zelená úsporám
<http://www.ekobydleni.eu/energie/termodynamicke-panely-levne-vytapeni-i-ohrev-vody-pro-vas-dum>
- [36] solarterm.sk – energie a úsporné etnologie. Dostupné na:
<<http://www.solarterm.sk/termodynamicke-systemy/>>
- [37] TZB info – stavebnictví, úspory energií. Dostupné na:
<<http://www.tzb-info.cz/961-inovovana-rada-elektrokotlu-protherm>>
- [38] termosol.cz – alternativní energie. Dostupné na:
<<http://www.termosol.cz/cz/ionizacni-elektro-kotle-stafor/>>
- [39] ČSN EN 60335-1 Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely. Část první: Všeobecné požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [40] ČSN 38 6441 Odběrná plynová zařízení na svítiplyn a zemní plyn v budovách. Praha: Úřad pro technickou normalizaci a měření, 1981.

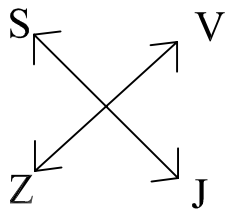
- [41] TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách. GAS s.r.o., 1993.
- [42] TPG 800 00 Rozdělení spotřebičů na plynná paliva. GAS s.r.o., 2000.
- [43] TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách. GAS s.r.o., 1993.
- [44] TPG 800 01 Vyústění odtahů spalin od spotřebičů na plynná paliva na venkovní zdi. GAS s.r.o., 1996.
- [45] TZB info – stavebnictví, úspory energií. Dostupné na:
<<http://www.tzb-info.cz/868-kondenzacni-kotel-pro-kazdeho-i-toopeni-topenari.eu>>
- [46] topeni-topenari.eu – kotle plynové kondenzační. Dostupné na:
<<http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove/kondenzacni.php>>
- [47] ČSN EN 303-5 Kotle pro ústřední vytápění - Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva
- [48] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES
- [49] ceska-peleta.cz – zdravé komfortní palivo. Dostupné na:
<http://www.ceska-peleta.cz/kotle-na-pelety-2/>
- [50] <http://www.opzp.cz/> - Operační program životního prostředí
- [51] cez.cz – skupina ČEZ. Dostupné na:
<<https://www.cez.cz/cs/sluzby-pro-zakazniky/ceny/elektrina/1.html>>
- [52] cenyenergie.cz – srovnání cen plynu a elektřiny. Dostupné na:
<<http://www.cenyenergie.cz/cena-elektriny-z-ceho-je-slozena/#/promo-ele>>

Seznam příloh:

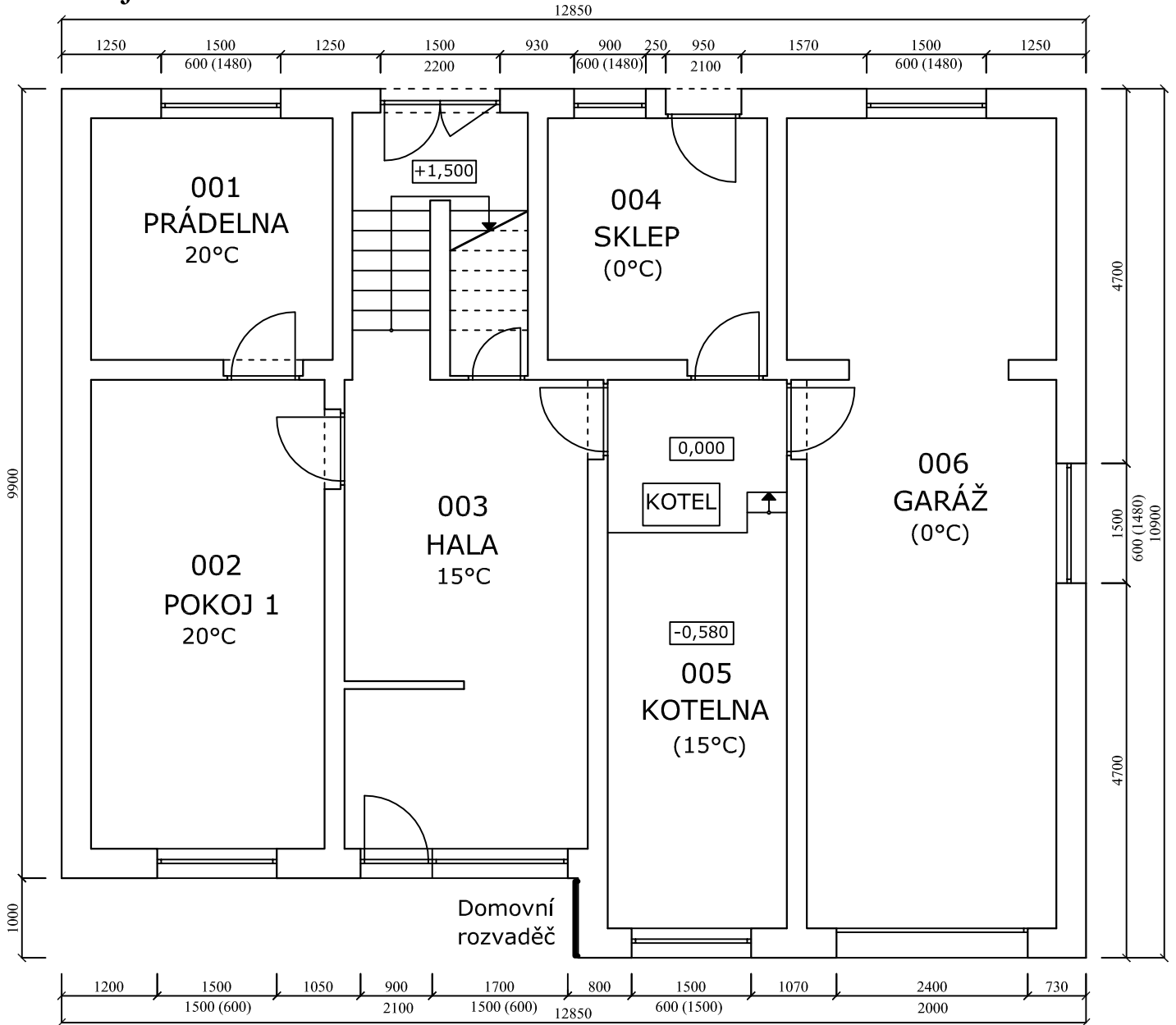
Příloha č.1	Projektová dokumentace reprezentanta
Příloha č.2	Výpočet součinitele prostupu tepla
Příloha č.3	Výpočet tepelné ztráty
Příloha č.4	Energetický štítek obálky budovy
Příloha č.5	Potřeba tepla na vytápění
Příloha č.6	Roční náklady na vytápění
Příloha č.7	Ceník elektřiny ČEZ COMFORT 2016
Příloha č. 8	Výpočet doby návratnosti a úspory investice

Příloha č.1

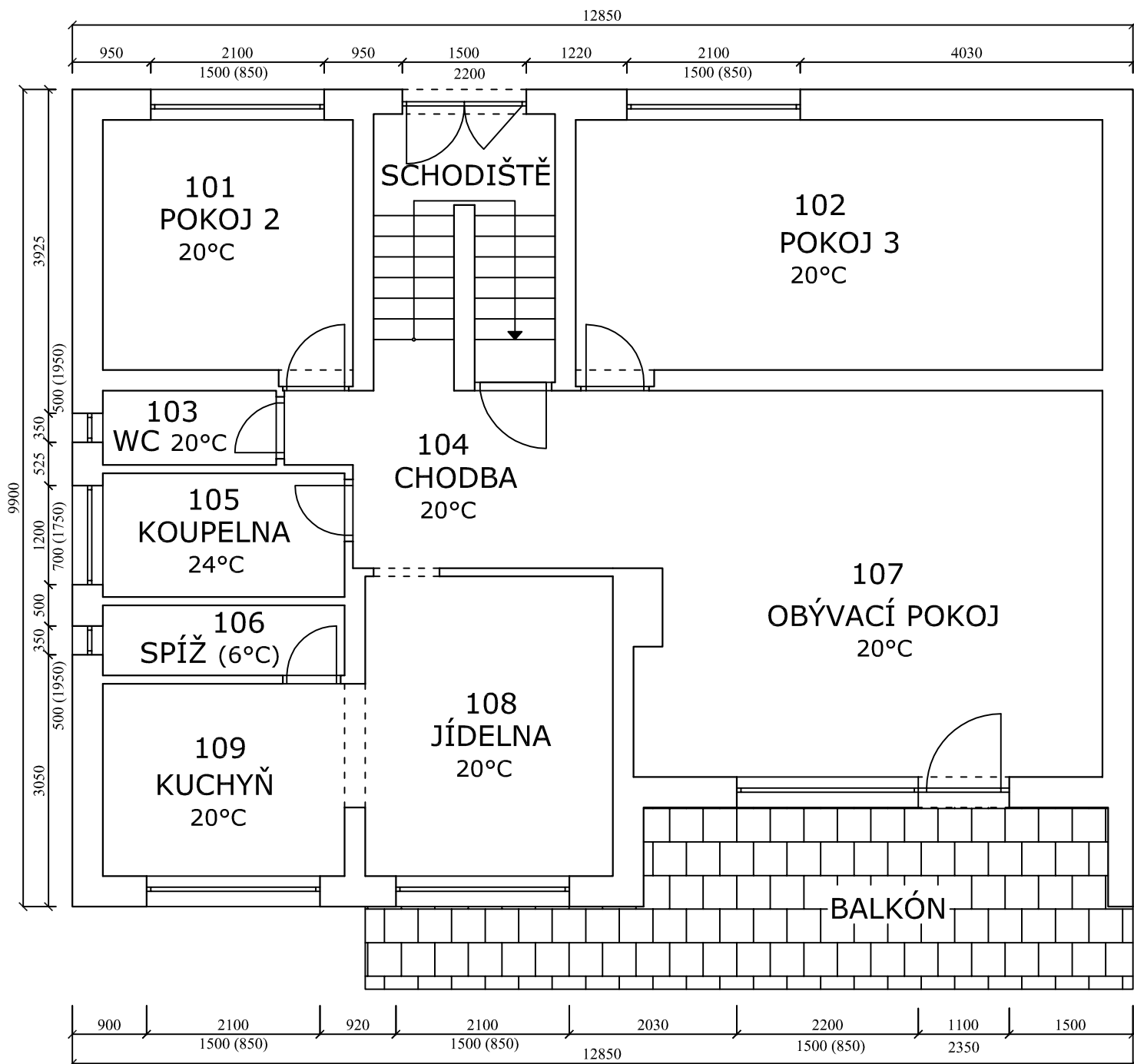
Projektová dokumentace reprezentanta



1PP



1NP



Příloha č.2

Výpočet součinitele prostupu tepla

Všeobecné údaje			
Klimatické údaje			
Popis	Označení	Jednotka	Hodnota
Výpočtová venkovní teplota	θ_e	°C	-15
Roční průměrná hodnota vzduchu	$\theta_{m,e}$	°C	12
Údaje o vytápěných místnostech			
Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota		
	$\theta_{int,i}$	A_i	V_i
	°C	m ²	m ³
001 Prádelna	20	9,2	27,6
002 Pokoj 1	20	17,2	51,6
003 Hala	15	25	75
101 Pokoj 2	20	9,2	27,6
102 Pokoj 3	20	19,3	57,9
103 WC	20	1,9	5,7
104 Chodba	20	8,8	26,4
105 Koupelna	24	4,4	13,2
107 Obývací pokoj	20	25,5	76,5
108 Jídelna	20	10,9	32,7
109 Kuchyň	20	6,9	20,7
Celkem		138,3	414,9

Popis	Tloušťka konstrukce	Souč. tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Součinitel prostupu tepla
			$R = d/\lambda$	$U_{id} = 1/(R_{si} + \sum R + R_{se})$

STĚNA VNĚJŠÍ 1PP			$U_{požadované} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
			$U_{doporučené} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	d [m]	$\lambda \text{ [W/m}^2\text{K]}$	R [m ² *K/W]	U [W/m ² *K]
omítka VCM vnější	0,04	0,99	0,0404	
polystyren	0,1	0,044	2,2727	
kostelecká cihla	0,37	0,67	0,5522	
polystyren sypaný	0,03	0,037	0,8108	
cihla dutá	0,04	0,67	0,0597	
omítka VCM vnitřní	0,02	0,99	0,0202	
celková tloušťka a U_k	0,6	-	3,7561	

0,26 < 0,3

0,26 < 0,25

Dle ČSN 730540 $U_{pož}$ - Vyhovuje

Dle ČSN 730540 U_{dop} - Nevyhovuje

STĚNA VNĚJŠÍ 1NP			$U_{\text{požadované}} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
			$U_{\text{doporučené}} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	d [m]	λ [W/m*K]	R [m ² *K/W]	U [W/m ² *K]
omítka VCM vnější	0,04	0,99	0,0404	
polystyren	0,1	0,044	2,2727	
plynosilikát	0,3	0,23	1,3043	
polystyren sypaný	0,03	0,037	0,8108	
cihla dutá	0,04	0,67	0,0597	
omítka VCM vnitřní	0,02	0,99	0,0202	
celková tloušťka a U_k	0,53	-	4,5082	

$$0,21 < 0,3$$

Dle ČSN 730540 $U_{\text{pož}}$ - Vyhovuje

$$0,21 < 0,25$$

Dle ČSN 730540 U_{dop} - Vyhovuje

STROP POD NEVYTÁPĚNOU PŮDOU SE STŘECHOU (SE STŘECHOU BEZ TEPELNÉ IZOLACE) - 1			$U_{\text{požadované}} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$		
			$U_{\text{doporučené}} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$		
	d [m]	λ [W/m*K]	R [m ² *K/W]	U [W/m ² *K]	
palubky	0,02	0,18	0,1111		
polystyren sypaný	0,15	0,037	4,0541		
prkený záklop	0,02	0,18	0,1111		
beton	0,05	1,3	0,0385		
vata ISOVER	0,2	0,038	5,2632		
celková tloušťka a U_k	0,44	-	9,5779		0,10

$$0,1 < 0,3$$

Dle ČSN 730540 $U_{\text{pož}}$ - Vyhovuje

$$0,1 < 0,2$$

Dle ČSN 730540 U_{dop} - Vyhovuje

STROP POD NEVYTÁPĚNOU PŮDOU SE STŘECHOU (SE STŘECHOU BEZ TEPELNÉ IZOLACE) - 2			$U_{\text{požadované}} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
			$U_{\text{doporučené}} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	d [m]	λ [W/m*K]	R [m ² *K/W]	U [W/m ² *K]
omítka VCM	0,02	0,99	0,0202	
systém MIAKO	0,2	0,175	1,1429	
betonový potěr	0,02	1,3	0,0154	
vata ORSIL	0,05	0,044	1,1364	
beton	0,08	1,3	0,0615	
vata ISOVER	0,2	0,038	5,2632	
celková tloušťka a U_k	0,57	-	7,6395	

$$0,13 < 0,3$$

Dle ČSN 730540 $U_{\text{pož}}$ - Vyhovuje

$$0,13 < 0,2$$

Dle ČSN 730540 U_{dop} - Vyhovuje

PODLAHA VYTÁPĚNÉHO PROSTORU PŘILEHLÁ K ZEMINĚ			$U_{\text{požadované}} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$	
			$U_{\text{doporučené}} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	d [m]	λ [W/m ² K]	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]
škvára	0,2	0,21	0,9524	
hydroizolace	0,005	0,2	0,0250	
ŽB deska	0,1	1,58	0,0633	
celková tloušťka a U_k	0,305	-	1,0407	0,86

$$0,86 > 0,45$$

Dle ČSN 730540 $U_{\text{pož}}$ - Nevyhovuje

$$0,86 > 0,3$$

Dle ČSN 730540 U_{dop} - Nevyhovuje

STROP VNITŘNÍ Z VYTÁPĚNÉHO K NEVYTÁPĚNÉMU PROSTORU			$U_{\text{požadované}} = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	
			$U_{\text{doporučené}} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	d [m]	λ [W/m ² K]	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]
beton	0,1	1,3	0,0769	
škvára	0,08	0,21	0,3810	
bet. Hurda	0,1	0,78	0,1282	
celková tloušťka a U_k	0,28	-	0,5861	1,33

$$1,33 > 0,6$$

Dle ČSN 730540 $U_{\text{pož}}$ - Nevyhovuje

$$1,33 > 0,4$$

Dle ČSN 730540 U_{dop} - Nevyhovuje

STĚNA VNITŘNÍ Z VYTÁPĚNÉHO K NEVYTÁPĚNÉMU PROSTORU			$U_{\text{požadované}} = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	
			$U_{\text{doporučené}} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	d [m]	λ [W/m ² K]	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]
dutá cihla pálená	0,24	0,41	0,5854	
celková tloušťka a U_k	0,24	-	0,5854	

$$1,33 > 0,6$$

Dle ČSN 730540 $U_{\text{pož}}$ - Nevyhovuje

$$1,33 > 0,4$$

Dle ČSN 730540 U_{dop} - Nevyhovuje

Příloha č.3

Výpočet tepelné ztráty

Tepelná ztráta prostupem				
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel U [W/m ² .K]	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	Tepelný tok $\Phi_{T,i}$ [W]
Okna stará	1,075	2,4	35	90,30
	3,45			289,80
	0,175		21	8,82
Okna nová	0,84	1,2	39	39,31
	18,15		35	762,30
Dveře staré	1,89	4	15	113,40
	6,846		30	821,52
Dveře nové	2,585	1,2	35	108,57
Stěna vnější 1PP	42,21	0,255	35	376,44
	15,75		30	120,40
Stěna vnitřní 1PP	34,434	1,327	15	685,17
Stěna obvodová 1NP	3,66	0,214	39	30,52
	86,31		35	719,76
	6,6		30	55,04
	2,375		21	19,81
Strop pod půdou 1	26,58	0,103	26	70,91
Strop pod půdou 2	4,39	0,128	30	16,87
	55,64		26	213,78
	2,49			9,57
Strop vnitřní	40,8	1,325	20	1 081,43
Podlaha přilehlá k země	26,41	0,858	10	226,56
	40,17		15	344,61
Celkem	422,83			6 204,87
Tepelné mosty ΔU	0,05			
Tepelné vazby $\sum A \cdot \Delta U \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	422,83 * 0,05 * 35			739,95
Ztráta prostupem celkem				6 945

Tepelná ztráta větráním

Označení místnosti			001 Prádelna	002 Pokoj 1	003 Hala	101 Pokoj 2	102 Pokoj 3	103 WC	104 Chodba	105 Koupelna	107 Obývací pokoj	108 Jídelna	109 Kuchyň	Celkem	
Objem místnosti	V_i	m^3	27,6	51,6	75	27,6	57,9	5,7	26,4	13,2	76,5	32,7	20,7	415	
Výp. venkovní teplota	θ_e	$^{\circ}C$	-15												
Výp. vnitřní teplota	$\theta_{int,i}$	$^{\circ}C$	20	20	15	20	20	24	20	20	20	20	20		
Nejmenší hygienické	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu	$n_{min,i}$	h^{-1}	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	1,5	
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V_{min,i} = n_{min} * V_i$	$V_{min,i}$	m^3/h	13,8	25,8	37,5	13,8	29	2,85	13,2	19,8	38,3	16,4	31,1	
Množství vzduchu infiltrací	Intenzita výměny vzduchu při 50 Pa	n_{50}	na jedn.	7											
	Činitel zaclonění	e	na	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0	0,03	0,03	0,03	0,03	
	Výškový korekční činitel	ϵ	m^3/h	1											
	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e * \epsilon$	$V_{min,i}$	m^3/h	11,6	14,4	21	11,6	24,3	2,39	0	5,54	32,1	13,7	8,69	
Výpočet tepelné ztráty větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V_i = \max(V_{inf,i}; V_{min,i})$	V_i	m^3/h	13,8	25,8	37,5	13,8	29	2,85	13,2	19,8	38,3	16,4	31,1	
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i} = 0,34 * V_i$	$H_{v,i}$	W/K	4,69	8,77	12,8	4,69	9,84	0,97	4,49	6,73	13	5,56	10,6	
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i} = H_{v,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{v,i}$	W	164	307	383	164	345	37,8	157	236	455	195	369	2812

Tepelný zátopový výkon														
Označení místnosti			001 Prádelna	002 Pokoj 1	003 Hala	101 Pokoj 2	102 Pokoj 3	103 WC	104 Chodba	105 Koupelna	107 Obývací pokoj	108 Jídelna	109 Kuchyň	Celkem
Podlahová plocha	A_i	m^2	9,2	17,2	25	9,2	19,3	1,9	8,8	4,4	25,5	10,9	6,9	138,3
Korekční součinitel	f_{RH}	W/m^2	11											
Návrhový tepelný zátopový výkon $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$	Φ_{RH}	W	101	189	275	101	212	21	96,8	48,4	281	120	75,9	1 521

Návrhový tepelný výkon pro vytápění	
Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} [W]$	6 945
Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} [W]$	2 812
Tepelný zátopový výkon $\Phi_{RH,i} [W]$	1 521
Návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH} [W]$	11 278

Příloha č.4

Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Rodinný dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Merklovice 124, Vamberk 517 54
Katastrální území a katastrální číslo	Merklovice [693201], p.č. st. 204
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Ladislav a Šárka Klecovi
Adresa	Merklovice 124, Vamberk 517 54
Telefon / e-mail	724 160 869 / ladislav.klec@seznam.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	586,3 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	442,8 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,75
Převažující vnitřní teplota v otopném období t_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla								
Konstrukce	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .k)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla HT	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .k)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla HT
Okna nová	19,0	1,8	1,15	39,3	19,0	1,20	1,15	26,2
Okna stará	4,7	1,8	0,66	5,6	4,7	2,40	0,66	7,4
Dveře nové	2,6	3,5	1,15	10,4	2,6	1,20	1,15	3,6
Dveře staré	8,7	3,5	0,66	20,2	8,7	4,00	0,66	23,1
Ochlazovaná stěna 1	58,0	0,3	1,00	17,4	58,0	0,25	1,00	14,8
Ochlazovaná stěna 2	98,9	0,3	1,00	29,7	98,9	0,21	1,00	21,2
Ochlazovaný strop 1	26,6	0,30	1,00	8,0	26,6	0,10	1,00	2,7
Ochlazovaný strop 2	62,5	0,30	1,00	18,8	62,5	0,13	1,00	8,0
Strop a stěna vnitřní 1	34,4	0,6	0,49	10,1	34,4	1,33	0,49	22,4
Strop a stěna vnitřní 2	40,8	0,6	0,49	12,0	40,8	1,33	0,49	26,5
Podlaha přilehlá k zemině	66,6	0,6	0,49	19,6	66,6	0,86	0,49	28,0
Celkem	422,8			191,0	422,8			183,8
Tepelné vazby ¹⁾	422,8 * 0,02			8,456	422,8 * 0,05			21,1
Celková měrná ztráta prostupem tepla				199,4				204,9
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tab. 5	(199,4/422,8) + 0,02 = 0,49 A / V = 422,8 / 586,3 = 0,721 75% z požadované hodnoty 0,49 * 0,75 =			požadov. 0,49 doporuč. 0,367	226,0/422,8			0,48
V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb podle 5.3.4 stanoven konstantní přírážkou 0,02. V								

případě hodnocené budovy se stanoví vliv tepelných vazeb co nejlepším dostupným výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² .K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi úsporná	← 0,5
B	$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	Úsporná	← 0,57
C	$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	← 1,0
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující	← 1,5
E	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná	← 2,0
F	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	← 2,5
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace :

Datum vystavení energetického štítku: 15//2015








Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Bc. Tomáš Klec

Adresa zpracovatele: Merklovice 124, Vamberk 517 54

Zpracoval: Bc. Tomáš Klec

Podpis:.....

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení Adresa budovy				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha: m ²				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná			0,98	←	
						
0,5						
0,75						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
	Mimořádně neekonomická					
KLASIFIKACE: Třída C - Vyhovující						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} v $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,48		
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73.0540-2 U_{em} v $W/(m^2 \cdot K)$				0,49		
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,46	0,68	0,91	1,37	1,82	2,27
Platnost štítku do: 15//2025			Datum: 15//2015			

H_T - měrný tepelný tok prostupem tepla ČÁST 1/2

Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K]	Činitel teplotní redukce b [-]	Tepelný tok H _T [W]	Požadovaná vnitřní teplota vytápěného prostoru θ _{int,v}
Okna stará	1,075	2,4	0,66	1,70	20
	3,45			5,46	20
	0,175			0,28	20
Okna nová	0,84	1,2	1,15	1,16	20
	18,15			25,05	20
Dveře staré	5,19	4	0,66	13,70	20
	3,546			9,36	20
Dveře nové	2,585	1,2	1,15	3,57	20
Stěna vnější 1PP	42,21	0,255	1,00	10,76	20
	15,75			4,01	20
Stěna vnitřní 1PP	34,434	1,327	0,49	22,38	20
Stěna vnější 1NP	3,66	0,214	1,00	0,78	20
	86,31			18,46	20
	6,6			1,41	20
	2,375			0,51	20
Strop pod půdou 1	26,58	0,103	1,00	2,73	20
Strop pod půdou 2	4,39	0,128	1,00	0,56	20
	55,64			7,13	20
	2,49			0,32	20
Strop vnitřní	40,8	1,325	0,49	26,49	20
Podlaha nad terénem	26,41	0,858	0,49	11,10	20
	40,17			16,89	20
Ztráta prostupem tepla [W]				183,81	

H_T - měrný tepelný tok prostupem tepla ČÁST 2/2

Q_T[kWh]

Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
26,6	21,7	20,3	13,5	6,8	3,7	2,3	1,5	7,6	13,4	19,6	26,0
85,4	69,8	65,1	43,3	22,0	11,8	7,3	4,9	24,4	43,1	63,0	83,3
4,3	3,5	3,3	2,2	1,1	0,6	0,4	0,2	1,2	2,2	3,2	4,2
18,1	14,8	13,8	9,2	4,7	2,5	1,6	1,0	5,2	9,1	13,4	17,7
391,3	319,8	298,2	198,4	100,6	54,1	33,5	22,4	111,8	197,5	288,5	382,0
214,1	174,9	163,1	108,5	55,0	29,6	18,3	12,2	61,2	108,1	157,8	209,0
146,3	119,5	111,4	74,1	37,6	20,2	12,5	8,4	41,8	73,8	107,8	142,8
55,7	45,5	42,5	28,3	14,3	7,7	4,8	3,2	15,9	28,1	41,1	54,4
168,0	137,3	128,0	85,2	43,2	23,2	14,4	9,6	48,0	84,8	123,9	164,0
62,7	51,2	47,8	31,8	16,1	8,7	5,4	3,6	17,9	31,6	46,2	61,2
349,7	285,8	266,4	177,3	89,9	48,3	30,0	20,0	99,9	176,5	257,8	341,4
12,2	10,0	9,3	6,2	3,1	1,7	1,0	0,7	3,5	6,2	9,0	11,9
288,3	235,6	219,7	146,2	74,1	39,9	24,7	16,5	82,4	145,5	212,6	281,5
22,0	18,0	16,8	11,2	5,7	3,0	1,9	1,3	6,3	11,1	16,3	21,5
7,9	6,5	6,0	4,0	2,0	1,1	0,7	0,5	2,3	4,0	5,9	7,7
42,6	34,8	32,5	21,6	11,0	5,9	3,7	2,4	12,2	21,5	31,4	41,6
8,8	7,2	6,7	4,5	2,3	1,2	0,8	0,5	2,5	4,4	6,5	8,6
111,3	91,0	84,8	56,4	28,6	15,4	9,5	6,4	31,8	56,2	82,1	108,7
5,0	4,1	3,8	2,5	1,3	0,7	0,4	0,3	1,4	2,5	3,7	4,9
414,0	338,3	315,4	209,8	106,4	57,2	35,5	23,7	118,3	208,9	305,2	404,1
173,5	141,7	132,2	87,9	44,6	24,0	14,9	9,9	49,6	87,6	127,9	169,3
263,8	215,6	201,0	133,7	67,8	36,5	22,6	15,1	75,4	133,2	194,5	257,5
2 871,8	2 346,8	2 188,0	1 455,7	738,5	397,0	246,2	164,1	820,5	1 449,6	2 117,4	2 803,4

Výpočtová vnitřní teplota	Měrný tepelný tok větráním Q_v [kWh]											
$\theta_{int,i}$												
°C	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
20	185,9	151,9	141,7	94,2	47,8	25,7	15,9	10,6	53,1	93,8	137,1	181,5

Vnitřní tepelné zisky Q_{int} [kWh]											
Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
411,6	371,8	411,6	398,3	411,6	398,3	411,6	411,6	398,3	411,6	398,3	411,6

Solární tepelné zisky Q_{sol} [kWh] ČÁST 1/2

Označení	Rozměr [mm]	Orientace	A [m ²]	Fh (30°) [-]	Fo (30°) [-]	Ff (30°) [-]	FS [-]	FC [-]	FF [-]	g [-]	As [m ²]
OZ1 - prádelna	1500*600	SV	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,675	0,75	0,456
DZ1 - odpočívadlo	1500*2200	SV	3,300	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,691	0,85	1,550
OZ2 - sklep	900*600	SV	0,540	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	0,625	0,75	0,177
DZ2 - sklep	950*2100	SV	1,995	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	0,376	0,85	0,446
OZ3 - dílna	1500*600	SV	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,675	0,75	0,456
OZ4 - garáž	1500*600	JV	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,675	0,75	0,456
OZ5 - kotelna	1500*600	JZ	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,675	0,75	0,456
OZ6 - zvětrší	1700*1500	JZ	2,550	1,00	0,89	0,92	0,82	0,80	0,821	0,75	1,028
DZ3 - zvětrší	900*2100	JZ	1,890	1,00	0,89	1,00	0,89	1,00	0,667	0,85	0,953
OZ7 - pokoj 1	1500*1500	JZ	2,250	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,810	0,75	0,615
OZ8 - pokoj 2	600*1500	SV	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,675	0,75	0,205
OZ9 - pokoj 2	1500*1500	SV	2,250	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,810	0,75	0,615
OZ10 - pokoj 3	600*1500	SV	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,675	0,75	0,205
OZ11 - pokoj 3	1500*1500	SV	2,250	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,810	0,75	0,615
DB1 - obývací	1100*2350	JZ	2,585	1,00	0,90	0,94	0,85	0,45	0,809	0,75	0,597
OZ12 - obývací	1100*1500	JZ	1,650	1,00	0,90	0,94	0,85	0,45	0,777	0,75	0,366
OZ13 - obývací	1100*1500	JZ	1,650	1,00	0,90	0,94	0,85	0,45	0,777	0,75	0,366
OZ14 - jídelna	1500*1500	JZ	2,250	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,810	0,75	0,615
OZ15 - jídelna	600*1500	JZ	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,675	0,75	0,205
OZ16 - kuchyň	1500*1500	JZ	2,250	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,810	0,75	0,615
OZ17 - kuchyň	600*1500	JZ	0,900	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45	0,675	0,75	0,205
OZ18 - spíž	350*500	SZ	0,175	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,571	0,75	0,075
OZ19 - koupelna	1200*700	SZ	0,840	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,688	0,75	0,347
OZ20 - WC	350*500	SZ	0,175	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,571	0,75	0,060

Solární tepelné zisky Q_{sol} [kWh] ČÁST 2/2

Označení	A_s [m ²]	Orientace	I_{sol} [kWh/m ²]											
			Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
OZ1 - prádelna	0,456	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
DZ1 - odpočívadlo	1,550	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ2 - sklep	0,177	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
DZ2 - sklep	0,446	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ3 - dílna	0,456	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ4 - garáž	0,456	JV	37	47	73	92	109	108	103	101	82	51	25	23
OZ5 - kotelna	0,456	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ6 - závěťří	1,028	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
DZ3 - závěťří	0,953	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ7 - pokoj 1	0,615	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ8 - pokoj 2	0,205	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ9 - pokoj 2	0,615	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ10 - pokoj 3	0,205	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ11 - pokoj 3	0,615	SV	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
DB1 - obývánk	0,597	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ12 - obývánk	0,366	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ13 - obývánk	0,366	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ14 - jídelna	0,615	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ15 - jídelna	0,205	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ16 - kuchyň	0,615	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ17 - kuchyň	0,205	JZ	44	51	76	86	98	88	97	100	86	71	32	26
OZ18 - spíž	0,075	SZ	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ19 - koupelna	0,347	SZ	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
OZ20 - WC	0,060	SZ	12	20	36	51	79	91	78	64	38	21	10	9
Q_{sol} [kWh]			344,3	432,6	678,3	825,3	1 051,1	1 052,9	1 037,1	981,4	753,1	560,1	256,1	213,9

Výpočet potřeby tepla na vytápění

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Tepelné ztráty												
QT	2 872	2 347	2 188	1 456	738	397	246	164	821	1 450	2 117	2 803
QV	186	152	142	94	48	26	16	11	53	94	137	181
QL	3 058	2 499	2 330	1 550	786	423	262	175	874	1 543	2 255	2 985
Tepelné zisky												
Qint	412	372	412	398	412	398	412	412	398	412	398	412
Qsol	344	433	678	825	1051	1053	1037	981	753	560	256	214
η_H	0,81	0,76	0,69	0,57	0,35	0,23	0,15	0,11	0,44	0,62	0,78	0,83
QG	756	804	1090	1224	1463	1451	1449	1393	1151	972	654	625
Potřeba tepla na vytápění												
Qdem	2 446	1 884	1 579	858	269	92	38	18	371	940	1 743	2 464
Potřeba tepla na vytápění Qdem = 12 703 kWh/rok = 45 730 MJ/rok												

Vytápění elektrokotlem - 98% účinnost						
ČEZ - D přímotop COMFORT - tarif d45d						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
Silová elektřina	Vytápění	elektřina	12,962	MWh	1 560,05 Kč	20 221,75 Kč
	TUV	elektřina	2,515	MWh	1 560,05 Kč	3 923,53 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	4,983	MWh	1 560,05 Kč	7 774,25 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	0,997	MWh	1 786,32 Kč	1 780,37 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	381,15 Kč	4 573,80 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	0,997	MWh	312,69 Kč	311,65 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	20,461	MWh	73,76 Kč	1 509,17 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	21,457	MWh	120,65 Kč	2 588,82 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	21,457	MWh	495,00 Kč	10 621,34 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						54 271,38 Kč

Vytápění elektrokotlem - 98% účinnost + termodynamický panel						
ČEZ - D přímotop COMFORT - tarif d45d						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
Silová elektřina	Vytápění vč. předehřevu	elektřina	11,886	MWh	1 560,05 Kč	18 542,31 Kč
	TUV vč. předehřevu	elektřina	0,000	MWh	1 560,05 Kč	0,00 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	4,983	MWh	1 560,05 Kč	7 774,25 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	0,997	MWh	1 786,32 Kč	1 780,37 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	381,15 Kč	4 573,80 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	0,997	MWh	312,69 Kč	311,65 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	16,869	MWh	73,76 Kč	1 244,26 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	17,866	MWh	120,65 Kč	2 155,50 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	17,866	MWh	495,00 Kč	8 843,53 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						46 192,38 Kč

Vytápění TČ - vzduch voda - COP 3						
ČEZ - D tepelné čerpadlo COMFORT - tarif d56d						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
Silová elektřina	Vytápění	elektřina	4,234	MWh	1 562,47 Kč	6 616,02 Kč
	TUV	elektřina	0,838	MWh	1 562,47 Kč	1 309,87 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	5,482	MWh	1 562,47 Kč	8 564,94 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	0,498	MWh	1 622,97 Kč	808,78 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	381,15 Kč	4 573,80 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	0,498	MWh	312,69 Kč	155,82 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	10,554	MWh	73,76 Kč	778,49 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	11,053	MWh	120,65 Kč	1 333,50 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	11,053	MWh	495,00 Kč	5 471,07 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						30 579,01 Kč

Vytápění TČ - země voda - COP 4						
ČEZ - D tepelné čerpadlo COMFORT - tarif d56d						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
Silová elektřina	Vytápění	elektřina	3,176	MWh	1 562,47 Kč	4 962,01 Kč
	TUV	elektřina	0,629	MWh	1 562,47 Kč	982,40 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	5,482	MWh	1 562,47 Kč	8 564,94 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	0,498	MWh	1 622,97 Kč	808,78 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	381,15 Kč	4 573,80 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	0,498	MWh	312,69 Kč	155,82 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	9,286	MWh	73,76 Kč	684,95 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	9,785	MWh	120,65 Kč	1 180,50 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	9,785	MWh	495,00 Kč	4 843,33 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						27 723,26 Kč

Vytápění TČ - vzduch voda - COP 3 + SOLAR						
ČEZ - D tepelné čerpadlo COMFORT - tarif d56d						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
Sílová elektřina	Vytápění	elektřina	4,234	MWh	1 562,47 Kč	6 616,02 Kč
	TUV vč. přehřevu	elektřina	0,208	MWh	1 562,47 Kč	325,51 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	5,482	MWh	1 562,47 Kč	8 564,94 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	0,498	MWh	1 622,97 Kč	808,78 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	381,15 Kč	4 573,80 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	0,498	MWh	312,69 Kč	155,82 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	9,924	MWh	73,76 Kč	732,02 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	10,423	MWh	120,65 Kč	1 257,49 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	10,423	MWh	495,00 Kč	5 159,22 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						29 160,33 Kč

Vytápění TČ - vzduch voda - COP 3 + Termodynamický panel						
ČEZ - D tepelné čerpadlo COMFORT - tarif d56d						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
Sílová elektřina	Vytápění vč. přehřevu	elektřina	3,883	MWh	1 562,47 Kč	6 066,55 Kč
	TUV vč. přehřevu	elektřina	0,000	MWh	1 562,47 Kč	0,00 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	5,482	MWh	1 562,47 Kč	8 564,94 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	0,498	MWh	1 622,97 Kč	808,78 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	381,15 Kč	4 573,80 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	0,498	MWh	312,69 Kč	155,82 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	9,364	MWh	73,76 Kč	690,71 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	9,863	MWh	120,65 Kč	1 189,93 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	9,863	MWh	495,00 Kč	4 882,02 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						27 899,28 Kč

Vytápění kondenzačním kotlem - 108% účinnost						
Výhřevnost LPG 46,44 MJ/kg						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
silová elektrina	Vytápění	LPG	911,770	kg	21,81 Kč	19 885,70 Kč
	TUV	LPG	194,940	kg	21,81 Kč	4 251,64 Kč
	El. spotřebiče NT	elektrina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektrina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektrina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektriny	Měsíční plat za příkon	elektrina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
	Cena operátora trhu	elektrina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektrina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektrina	3,390	MWh	73,76 Kč	250,05 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektrina	5,980	MWh	120,65 Kč	721,49 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektrina	5,980	MWh	495,00 Kč	2 960,10 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						44 750,16 Kč

Vytápění kondenzačním kotlem - 108% účinnost + termodynamický panel						
Výhřevnost LPG 46,44 MJ/kg						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění vč. přehřevu	LPG	836,061	kg	21,81 Kč	18 234,49 Kč
silová elektrina	TUV vč. přehřevu	LPG	0,000	kg	21,81 Kč	0,00 Kč
	El. spotřebiče NT	elektrina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektrina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektrina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
	Měsíční plat za příkon	elektrina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
Regulované platby za dopravu elektriny	Cena operátora trhu	elektrina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektrina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektrina	3,390	MWh	73,76 Kč	250,05 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektrina	5,980	MWh	120,65 Kč	721,49 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektrina	5,980	MWh	495,00 Kč	2 960,10 Kč
	Celkové provozní náklady objektu včetně DPH					

Vytápění dřevem - 90% účinnost						
Výhřevnost dubu 2100 kWh/PRM						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění	dub	6,721	PRM	1 620,00 Kč	10 888,29 Kč
	TUV (zima)	dub	1,001	PRM	1 620,00 Kč	1 621,71 Kč
Silová elektřina	TUV (léto)	elektřina	0,623	MWh	1 171,19 Kč	729,65 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	4,013	MWh	73,76 Kč	296,00 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	6,603	MWh	120,65 Kč	796,65 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	6,603	MWh	495,00 Kč	3 268,49 Kč
	Celkové provozní náklady objektu včetně DPH					

Vytápění dřevem - 90% účinnost + termodynamický panel						
Výhřevnost dubu 2100 kWh/PRM						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění vč. předehřevu	dub	6,163	PRM	1 620,00 Kč	9 984,00 Kč
	TUV (zima) vč. předehřevu	dub	0,000	PRM	1 620,00 Kč	0,00 Kč
Silová elektřina	TUV (léto) vč. předehřevu	elektřina	0,000	MWh	1 171,19 Kč	0,00 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	3,390	MWh	73,76 Kč	250,05 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	5,980	MWh	120,65 Kč	721,49 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	5,980	MWh	495,00 Kč	2 960,10 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						30 596,83 Kč

Vytápění kotlem na černé uhlí - 81% účinnost						
Výhřevnost černého uhlí - 26,5 GJ/tunu						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění	ČU	2,130	tuna	5 480,00 Kč	11 674,84 Kč
	TUV (zima)	ČU	0,317	tuna	5 480,00 Kč	1 738,84 Kč
Silová elektřina	TUV (léto)	elektřina	0,623	MWh	1 171,19 Kč	729,65 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	4,013	MWh	73,76 Kč	296,00 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	6,603	MWh	120,65 Kč	796,65 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	6,603	MWh	495,00 Kč	3 268,49 Kč
	Celkové provozní náklady objektu včetně DPH					

Vytápění kotlem na černé uhlí - 81% účinnost + termodynamický panel						
Výhřevnost černého uhlí - 26,5 GJ/tunu						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění vč. předehřevu	ČU	1,954	tuna	5 480,00 Kč	10 705,42 Kč
	TUV (zima) vč. předehřevu	ČU	0,000	tuna	5 480,00 Kč	0,00 Kč
Silová elektřina	TUV (léto) vč. předehřevu	elektřina	0,000	MWh	1 171,19 Kč	0,00 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	3,390	MWh	73,76 Kč	250,05 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	5,980	MWh	120,65 Kč	721,49 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	5,980	MWh	495,00 Kč	2 960,10 Kč
	Celkové provozní náklady objektu včetně DPH					

Vytápění kotlem na hnědé uhlí = 78,4% účinnost						
Výhřevnost hnědého uhlí od Mareše - 15,1 GJ/tunu						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění	HU	3,863	tuna	3 350,00 Kč	12 940,56 Kč
	TUV (zima)	HU	0,575	tuna	3 350,00 Kč	1 927,36 Kč
Silová elektřina	TUV (léto)	elektřina	0,623	MWh	1 171,19 Kč	729,65 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	4,013	MWh	73,76 Kč	296,00 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	6,603	MWh	120,65 Kč	796,65 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	6,603	MWh	495,00 Kč	3 268,49 Kč
	Celkové provozní náklady objektu včetně DPH					

Vytápění kotlem na hnědé uhlí = 90% účinnost						
Výhřevnost hnědého uhlí od Mareše - 15,1 GJ/tunu						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění	HU	3,365	tuna	3 350,00 Kč	11 272,66 Kč
	TUV (zima)	HU	0,501	tuna	3 350,00 Kč	1 678,94 Kč
Silová elektřina	TUV (léto)	elektřina	0,623	MWh	1 171,19 Kč	729,65 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	4,013	MWh	73,76 Kč	296,00 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	6,603	MWh	120,65 Kč	796,65 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	6,603	MWh	495,00 Kč	3 268,49 Kč
	Celkové provozní náklady objektu včetně DPH					

Vytápění kotlem na pelety - 84,3% účinnost						
Výhřevnost pelet - 17 GJ/tunu						
Odběr energie		Medium	Spotřeba	Jedn.	Cena	Náklady
	Vytápění	pelety	3,191	tuna	5 000,00 Kč	15 954,92 Kč
	TUV (zima)	pelety	0,475	tuna	5 000,00 Kč	2 376,32 Kč
Silová elektřina	TUV (léto)	elektřina	0,623	MWh	1 171,19 Kč	729,65 Kč
	El. spotřebiče NT	elektřina	3,390	MWh	1 171,19 Kč	3 970,33 Kč
	El. spotřebiče VT	elektřina	2,590	MWh	1 862,55 Kč	4 824,00 Kč
	Pevná cena za měsíc	elektřina	12	měsíc	72,60 Kč	871,20 Kč
	Měsíční plat za příkon	elektřina	12	měsíc	146,41 Kč	1 756,92 Kč
Regulované platby za dopravu elektřiny	Cena operátora trhu	elektřina	12	měsíc	7,96 Kč	95,52 Kč
	Cena za distribuci VT za 1 MWh	elektřina	2,590	MWh	1 993,52 Kč	5 163,22 Kč
	Cena za distribuci NT za 1 MWh	elektřina	4,013	MWh	73,76 Kč	296,00 Kč
	Cena systém. služ. za 1 MWh	elektřina	6,603	MWh	120,65 Kč	796,65 Kč
	Platba za el. z podporovaných zdrojů	elektřina	6,603	MWh	495,00 Kč	3 268,49 Kč
Celkové provozní náklady objektu včetně DPH						40 103,22 Kč

Produkty roku 2016		Regulované platby za dopravu elektřiny 2016							
		Distribuce			Ostatní služby				
	Odpovídající distribuční sazba	měsíční plat za rezervovaný výkon	cena za 1 MWh		systémové služby kč/MWh	podpora výkupu el. Kč/A/měs	ceny operátora trhu OTE Kč/OM/měsíc		
		nad 3x20 A do 3x25 A včetně	VT	NT			Zúčtování odchylek	Admin. Podpor. Zdrojů	Poplatek Ener. regul. úč.
		1	2	3					
D akumulace 8	D25d	146,41	1993,5	73,76	120,65	28,99	3,51	1,56	2,89
D přímotop	D45d	381,15	312,69	73,76	120,65	28,99	3,51	1,56	2,89
D tep. čerpadlo	D65d	381,15	312,69	73,76	120,65	28,99	3,51	1,56	2,89

Silová elektřina		
Obchod		
Pevná cena za měsíc	Cena za 1 MWh *	
	VT	NT
7	8	9
72,6	1862,55	1171,19
72,6	1786,32	1560,05
72,6	1622,97	1562,47

1.Elektrokotel Dakon + termodynamický panel					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	95 789 Kč		1	-95 789 Kč	-95 789 Kč
1		8 079 Kč	0,9852	7 960 Kč	-87 829 Kč
2		8 079 Kč	0,9707	7 842 Kč	-79 987 Kč
3		8 079 Kč	0,9563	7 726 Kč	-72 261 Kč
4		8 079 Kč	0,9422	7 612 Kč	-64 649 Kč
5		8 079 Kč	0,9283	7 499 Kč	-57 150 Kč
6		8 079 Kč	0,9145	7 389 Kč	-49 761 Kč
7		8 079 Kč	0,9010	7 279 Kč	-42 482 Kč
8		8 079 Kč	0,8877	7 172 Kč	-35 310 Kč
9		8 079 Kč	0,8746	7 066 Kč	-28 244 Kč
10		8 079 Kč	0,8617	6 961 Kč	-21 283 Kč
11		8 079 Kč	0,8489	6 859 Kč	-14 424 Kč
12		8 079 Kč	0,8364	6 757 Kč	-7 667 Kč
13		8 079 Kč	0,8240	6 657 Kč	-1 010 Kč
14		8 079 Kč	0,8118	6 559 Kč	5 549 Kč
15		8 079 Kč	0,7999	6 462 Kč	12 011 Kč
16		8 079 Kč	0,7880	6 367 Kč	18 378 Kč
17		8 079 Kč	0,7764	6 272 Kč	24 650 Kč
18		8 079 Kč	0,7649	6 180 Kč	30 830 Kč
19		8 079 Kč	0,7536	6 088 Kč	36 918 Kč
20		8 079 Kč	0,7425	5 998 Kč	42 917 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě

1,5%:

14,2 roku

2.TČ vzduch-voda Nibe					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	105 745 Kč		1	-105 745 Kč	-105 745 Kč
1		22 692 Kč	0,9852	22 357 Kč	-83 388 Kč
2		22 692 Kč	0,9707	22 027 Kč	-61 361 Kč
3		22 692 Kč	0,9563	21 701 Kč	-39 660 Kč
4		22 692 Kč	0,9422	21 380 Kč	-18 280 Kč
5		22 692 Kč	0,9283	21 064 Kč	2 785 Kč
6		22 692 Kč	0,9145	20 753 Kč	23 538 Kč
7		22 692 Kč	0,9010	20 446 Kč	43 984 Kč
8		22 692 Kč	0,8877	20 144 Kč	64 128 Kč
9		22 692 Kč	0,8746	19 847 Kč	83 975 Kč
10		22 692 Kč	0,8617	19 553 Kč	103 528 Kč
11		22 692 Kč	0,8489	19 264 Kč	122 793 Kč
12		22 692 Kč	0,8364	18 980 Kč	141 772 Kč
13		22 692 Kč	0,8240	18 699 Kč	160 471 Kč
14		22 692 Kč	0,8118	18 423 Kč	178 894 Kč
15		22 692 Kč	0,7999	18 151 Kč	197 045 Kč
16		22 692 Kč	0,7880	17 882 Kč	214 927 Kč
17		22 692 Kč	0,7764	17 618 Kč	232 545 Kč
18		22 692 Kč	0,7649	17 358 Kč	249 903 Kč
19		22 692 Kč	0,7536	17 101 Kč	267 004 Kč
20		22 692 Kč	0,7425	16 848 Kč	283 852 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

5,9 roku

3.TČ vzduch-voda Nordline					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	27 015 Kč		1	-27 015 Kč	-27 015 Kč
1		22 692 Kč	0,9852	22 357 Kč	-4 658 Kč
2		22 692 Kč	0,9707	22 027 Kč	17 369 Kč
3		22 692 Kč	0,9563	21 701 Kč	39 070 Kč
4		22 692 Kč	0,9422	21 380 Kč	60 450 Kč
5		22 692 Kč	0,9283	21 064 Kč	81 515 Kč
6		22 692 Kč	0,9145	20 753 Kč	102 268 Kč
7		22 692 Kč	0,9010	20 446 Kč	122 714 Kč
8		22 692 Kč	0,8877	20 144 Kč	142 859 Kč
9		22 692 Kč	0,8746	19 847 Kč	162 705 Kč
10		22 692 Kč	0,8617	19 553 Kč	182 259 Kč
11		22 692 Kč	0,8489	19 264 Kč	201 523 Kč
12		22 692 Kč	0,8364	18 980 Kč	220 502 Kč
13		22 692 Kč	0,8240	18 699 Kč	239 202 Kč
14		22 692 Kč	0,8118	18 423 Kč	257 624 Kč
15		22 692 Kč	0,7999	18 151 Kč	275 775 Kč
16		22 692 Kč	0,7880	17 882 Kč	293 657 Kč
17		22 692 Kč	0,7764	17 618 Kč	311 275 Kč
18		22 692 Kč	0,7649	17 358 Kč	328 633 Kč
19		22 692 Kč	0,7536	17 101 Kč	345 734 Kč
20		22 692 Kč	0,7425	16 848 Kč	362 582 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

2,2 roku

4.TČ vzd-voda Nordline + termodynamický panel					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	89 712 Kč		1	-89 712 Kč	-89 712 Kč
1		25 372 Kč	0,9852	24 997 Kč	-64 714 Kč
2		25 372 Kč	0,9707	24 628 Kč	-40 087 Kč
3		25 372 Kč	0,9563	24 264 Kč	-15 823 Kč
4		25 372 Kč	0,9422	23 905 Kč	8 082 Kč
5		25 372 Kč	0,9283	23 552 Kč	31 634 Kč
6		25 372 Kč	0,9145	23 204 Kč	54 838 Kč
7		25 372 Kč	0,9010	22 861 Kč	77 699 Kč
8		25 372 Kč	0,8877	22 523 Kč	100 222 Kč
9		25 372 Kč	0,8746	22 190 Kč	122 412 Kč
10		25 372 Kč	0,8617	21 862 Kč	144 275 Kč
11		25 372 Kč	0,8489	21 539 Kč	165 814 Kč
12		25 372 Kč	0,8364	21 221 Kč	187 035 Kč
13		25 372 Kč	0,8240	20 907 Kč	207 942 Kč
14		25 372 Kč	0,8118	20 598 Kč	228 541 Kč
15		25 372 Kč	0,7999	20 294 Kč	248 834 Kč
16		25 372 Kč	0,7880	19 994 Kč	268 828 Kč
17		25 372 Kč	0,7764	19 699 Kč	288 527 Kč
18		25 372 Kč	0,7649	19 407 Kč	307 934 Kč
19		25 372 Kč	0,7536	19 121 Kč	327 055 Kč
20		25 372 Kč	0,7425	18 838 Kč	345 893 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

3,7 roku

5.TČ země-voda Níbe					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	296 151 Kč		1	-296 151 Kč	-296 151 Kč
1		24 548 Kč	0,9852	24 185 Kč	-271 966 Kč
2		24 548 Kč	0,9707	23 828 Kč	-248 138 Kč
3		24 548 Kč	0,9563	23 476 Kč	-224 662 Kč
4		24 548 Kč	0,9422	23 129 Kč	-201 533 Kč
5		24 548 Kč	0,9283	22 787 Kč	-178 746 Kč
6		24 548 Kč	0,9145	22 450 Kč	-156 296 Kč
7		24 548 Kč	0,9010	22 119 Kč	-134 177 Kč
8		24 548 Kč	0,8877	21 792 Kč	-112 386 Kč
9		24 548 Kč	0,8746	21 470 Kč	-90 916 Kč
10		24 548 Kč	0,8617	21 152 Kč	-69 764 Kč
11		24 548 Kč	0,8489	20 840 Kč	-48 924 Kč
12		24 548 Kč	0,8364	20 532 Kč	-28 392 Kč
13		24 548 Kč	0,8240	20 228 Kč	-8 164 Kč
14		24 548 Kč	0,8118	19 929 Kč	11 766 Kč
15		24 548 Kč	0,7999	19 635 Kč	31 400 Kč
16		24 548 Kč	0,7880	19 345 Kč	50 745 Kč
17		24 548 Kč	0,7764	19 059 Kč	69 804 Kč
18		24 548 Kč	0,7649	18 777 Kč	88 581 Kč
19		24 548 Kč	0,7536	18 500 Kč	107 081 Kč
20		24 548 Kč	0,7425	18 226 Kč	125 307 Kč
21		24 548 Kč	0,7315	17 957 Kč	143 264 Kč
22		24 548 Kč	0,7207	17 692 Kč	160 955 Kč
23		24 548 Kč	0,7100	17 430 Kč	178 385 Kč
24		24 548 Kč	0,6995	17 172 Kč	195 558 Kč
25		24 548 Kč	0,6892	16 919 Kč	212 477 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

14,4 roku

6.TČ vzduch-voda CTC + solární kolektory					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	179 745 Kč		1	-179 745 Kč	-179 745 Kč
1		23 111 Kč	0,9852	22 770 Kč	-156 975 Kč
2		23 111 Kč	0,9707	22 433 Kč	-134 542 Kč
3		23 111 Kč	0,9563	22 101 Kč	-112 441 Kč
4		23 111 Kč	0,9422	21 775 Kč	-90 666 Kč
5		23 111 Kč	0,9283	21 453 Kč	-69 213 Kč
6		23 111 Kč	0,9145	21 136 Kč	-48 077 Kč
7		23 111 Kč	0,9010	20 824 Kč	-27 253 Kč
8		23 111 Kč	0,8877	20 516 Kč	-6 737 Kč
9		23 111 Kč	0,8746	20 213 Kč	13 475 Kč
10		23 111 Kč	0,8617	19 914 Kč	33 389 Kč
11		23 111 Kč	0,8489	19 620 Kč	53 009 Kč
12		23 111 Kč	0,8364	19 330 Kč	72 339 Kč
13		23 111 Kč	0,8240	19 044 Kč	91 383 Kč
14		23 111 Kč	0,8118	18 763 Kč	110 146 Kč
15		23 111 Kč	0,7999	18 485 Kč	128 631 Kč
16		23 111 Kč	0,7880	18 212 Kč	146 843 Kč
17		23 111 Kč	0,7764	17 943 Kč	164 786 Kč
18		23 111 Kč	0,7649	17 678 Kč	182 464 Kč
19		23 111 Kč	0,7536	17 417 Kč	199 881 Kč
20		23 111 Kč	0,7425	17 159 Kč	217 040 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

9,3 roku

7.TČ vzduch-voda CTC + termodynamický panel					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	163 842 Kč		1	-163 842 Kč	-163 842 Kč
1		25 372 Kč	0,9852	24 997 Kč	-138 845 Kč
2		25 372 Kč	0,9707	24 628 Kč	-114 217 Kč
3		25 372 Kč	0,9563	24 264 Kč	-89 953 Kč
4		25 372 Kč	0,9422	23 905 Kč	-66 048 Kč
5		25 372 Kč	0,9283	23 552 Kč	-42 496 Kč
6		25 372 Kč	0,9145	23 204 Kč	-19 292 Kč
7		25 372 Kč	0,9010	22 861 Kč	3 569 Kč
8		25 372 Kč	0,8877	22 523 Kč	26 092 Kč
9		25 372 Kč	0,8746	22 190 Kč	48 282 Kč
10		25 372 Kč	0,8617	21 862 Kč	70 144 Kč
11		25 372 Kč	0,8489	21 539 Kč	91 684 Kč
12		25 372 Kč	0,8364	21 221 Kč	112 905 Kč
13		25 372 Kč	0,8240	20 907 Kč	133 812 Kč
14		25 372 Kč	0,8118	20 598 Kč	154 410 Kč
15		25 372 Kč	0,7999	20 294 Kč	174 704 Kč
16		25 372 Kč	0,7880	19 994 Kč	194 698 Kč
17		25 372 Kč	0,7764	19 699 Kč	214 397 Kč
18		25 372 Kč	0,7649	19 407 Kč	233 804 Kč
19		25 372 Kč	0,7536	19 121 Kč	252 925 Kč
20		25 372 Kč	0,7425	18 838 Kč	271 763 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

7,8 roku

8.Kondenzační kotel Therm					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	35 095 Kč		1	-35 095 Kč	-35 095 Kč
1		8 021 Kč	0,9852	7 903 Kč	-27 192 Kč
2		8 021 Kč	0,9707	7 786 Kč	-19 406 Kč
3		8 021 Kč	0,9563	7 671 Kč	-11 735 Kč
4		8 021 Kč	0,9422	7 557 Kč	-4 178 Kč
5		8 021 Kč	0,9283	7 446 Kč	3 268 Kč
6		8 021 Kč	0,9145	7 336 Kč	10 604 Kč
7		8 021 Kč	0,9010	7 227 Kč	17 831 Kč
8		8 021 Kč	0,8877	7 121 Kč	24 952 Kč
9		8 021 Kč	0,8746	7 015 Kč	31 967 Kč
10		8 021 Kč	0,8617	6 912 Kč	38 879 Kč
11		8 021 Kč	0,8489	6 809 Kč	45 688 Kč
12		8 021 Kč	0,8364	6 709 Kč	52 397 Kč
13		8 021 Kč	0,8240	6 610 Kč	59 007 Kč
14		8 021 Kč	0,8118	6 512 Kč	65 519 Kč
15		8 021 Kč	0,7999	6 416 Kč	71 934 Kč
16		8 021 Kč	0,7880	6 321 Kč	78 255 Kč
17		8 021 Kč	0,7764	6 228 Kč	84 483 Kč
18		8 021 Kč	0,7649	6 136 Kč	90 619 Kč
19		8 021 Kč	0,7536	6 045 Kč	96 663 Kč
20		8 021 Kč	0,7425	5 956 Kč	102 619 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

5,6 roku

9.Kondenzační kotel Therm + termodynamický panel					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	97 791 Kč		1	-97 791 Kč	-97 791 Kč
1		13 924 Kč	0,9852	13 718 Kč	-84 073 Kč
2		13 924 Kč	0,9707	13 516 Kč	-70 557 Kč
3		13 924 Kč	0,9563	13 316 Kč	-57 242 Kč
4		13 924 Kč	0,9422	13 119 Kč	-44 123 Kč
5		13 924 Kč	0,9283	12 925 Kč	-31 197 Kč
6		13 924 Kč	0,9145	12 734 Kč	-18 463 Kč
7		13 924 Kč	0,9010	12 546 Kč	-5 917 Kč
8		13 924 Kč	0,8877	12 361 Kč	6 443 Kč
9		13 924 Kč	0,8746	12 178 Kč	18 621 Kč
10		13 924 Kč	0,8617	11 998 Kč	30 619 Kč
11		13 924 Kč	0,8489	11 821 Kč	42 440 Kč
12		13 924 Kč	0,8364	11 646 Kč	54 085 Kč
13		13 924 Kč	0,8240	11 474 Kč	65 559 Kč
14		13 924 Kč	0,8118	11 304 Kč	76 864 Kč
15		13 924 Kč	0,7999	11 137 Kč	88 001 Kč
16		13 924 Kč	0,7880	10 973 Kč	98 973 Kč
17		13 924 Kč	0,7764	10 810 Kč	109 784 Kč
18		13 924 Kč	0,7649	10 651 Kč	120 434 Kč
19		13 924 Kč	0,7536	10 493 Kč	130 928 Kč
20		13 924 Kč	0,7425	10 338 Kč	141 266 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

8,5 roku

10.Zplyňovací kotel Atmos					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	16 980 Kč		1	-16 980 Kč	-16 980 Kč
1		18 989 Kč	0,9852	18 709 Kč	1 729 Kč
2		18 989 Kč	0,9707	18 432 Kč	20 161 Kč
3		18 989 Kč	0,9563	18 160 Kč	38 321 Kč
4		18 989 Kč	0,9422	17 892 Kč	56 213 Kč
5		18 989 Kč	0,9283	17 627 Kč	73 840 Kč
6		18 989 Kč	0,9145	17 367 Kč	91 207 Kč
7		18 989 Kč	0,9010	17 110 Kč	108 317 Kč
8		18 989 Kč	0,8877	16 857 Kč	125 174 Kč
9		18 989 Kč	0,8746	16 608 Kč	141 782 Kč
10		18 989 Kč	0,8617	16 363 Kč	158 144 Kč
11		18 989 Kč	0,8489	16 121 Kč	174 265 Kč
12		18 989 Kč	0,8364	15 882 Kč	190 147 Kč
13		18 989 Kč	0,8240	15 648 Kč	205 795 Kč
14		18 989 Kč	0,8118	15 417 Kč	221 212 Kč
15		18 989 Kč	0,7999	15 189 Kč	236 400 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě

1,5%:

0,9 roku

11.Zplyňovací kotel na dřevo Atmos + termodynamický panel					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	79 676 Kč		1	-79 676 Kč	-79 676 Kč
1		22 675 Kč	0,9852	22 339 Kč	-57 337 Kč
2		22 675 Kč	0,9707	22 009 Kč	-35 328 Kč
3		22 675 Kč	0,9563	21 684 Kč	-13 644 Kč
4		22 675 Kč	0,9422	21 364 Kč	7 720 Kč
5		22 675 Kč	0,9283	21 048 Kč	28 768 Kč
6		22 675 Kč	0,9145	20 737 Kč	49 505 Kč
7		22 675 Kč	0,9010	20 430 Kč	69 935 Kč
8		22 675 Kč	0,8877	20 128 Kč	90 064 Kč
9		22 675 Kč	0,8746	19 831 Kč	109 895 Kč
10		22 675 Kč	0,8617	19 538 Kč	129 432 Kč
11		22 675 Kč	0,8489	19 249 Kč	148 682 Kč
12		22 675 Kč	0,8364	18 965 Kč	167 646 Kč
13		22 675 Kč	0,8240	18 684 Kč	186 331 Kč
14		22 675 Kč	0,8118	18 408 Kč	204 739 Kč
15		22 675 Kč	0,7999	18 136 Kč	222 875 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě

1,5%:

4,6 roku

12.Kotel na černé uhlí OPOP					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	23 753 Kč		1	-23 753 Kč	-23 753 Kč
1		18 086 Kč	0,9852	17 818 Kč	-5 935 Kč
2		18 086 Kč	0,9707	17 555 Kč	11 620 Kč
3		18 086 Kč	0,9563	17 296 Kč	28 916 Kč
4		18 086 Kč	0,9422	17 040 Kč	45 956 Kč
5		18 086 Kč	0,9283	16 788 Kč	62 744 Kč
6		18 086 Kč	0,9145	16 540 Kč	79 284 Kč
7		18 086 Kč	0,9010	16 296 Kč	95 580 Kč
8		18 086 Kč	0,8877	16 055 Kč	111 635 Kč
9		18 086 Kč	0,8746	15 818 Kč	127 453 Kč
10		18 086 Kč	0,8617	15 584 Kč	143 037 Kč
11		18 086 Kč	0,8489	15 354 Kč	158 390 Kč
12		18 086 Kč	0,8364	15 127 Kč	173 517 Kč
13		18 086 Kč	0,8240	14 903 Kč	188 420 Kč
14		18 086 Kč	0,8118	14 683 Kč	203 103 Kč
15		18 086 Kč	0,7999	14 466 Kč	217 569 Kč
16		18 086 Kč	0,7880	14 252 Kč	231 821 Kč
17		18 086 Kč	0,7764	14 041 Kč	245 862 Kč
18		18 086 Kč	0,7649	13 834 Kč	259 696 Kč
19		18 086 Kč	0,7536	13 630 Kč	273 326 Kč
20		18 086 Kč	0,7425	13 428 Kč	286 754 Kč
21		18 086 Kč	0,7315	13 230 Kč	299 984 Kč
22		18 086 Kč	0,7207	13 034 Kč	313 018 Kč
23		18 086 Kč	0,7100	12 842 Kč	325 859 Kč
24		18 086 Kč	0,6995	12 652 Kč	338 511 Kč
25		18 086 Kč	0,6892	12 465 Kč	350 976 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

2,3 roku

13.Kotel na černé uhlí OPOP + termodynamický panel					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	86 450 Kč		1	-86 450 Kč	-86 450 Kč
1		21 953 Kč	0,9852	21 629 Kč	-64 821 Kč
2		21 953 Kč	0,9707	21 309 Kč	-43 512 Kč
3		21 953 Kč	0,9563	20 994 Kč	-22 518 Kč
4		21 953 Kč	0,9422	20 684 Kč	-1 834 Kč
5		21 953 Kč	0,9283	20 378 Kč	18 544 Kč
6		21 953 Kč	0,9145	20 077 Kč	38 621 Kč
7		21 953 Kč	0,9010	19 780 Kč	58 401 Kč
8		21 953 Kč	0,8877	19 488 Kč	77 889 Kč
9		21 953 Kč	0,8746	19 200 Kč	97 089 Kč
10		21 953 Kč	0,8617	18 916 Kč	116 006 Kč
11		21 953 Kč	0,8489	18 637 Kč	134 643 Kč
12		21 953 Kč	0,8364	18 361 Kč	153 004 Kč
13		21 953 Kč	0,8240	18 090 Kč	171 094 Kč
14		21 953 Kč	0,8118	17 823 Kč	188 916 Kč
15		21 953 Kč	0,7999	17 559 Kč	206 476 Kč
16		21 953 Kč	0,7880	17 300 Kč	223 776 Kč
17		21 953 Kč	0,7764	17 044 Kč	240 820 Kč
18		21 953 Kč	0,7649	16 792 Kč	257 612 Kč
19		21 953 Kč	0,7536	16 544 Kč	274 156 Kč
20		21 953 Kč	0,7425	16 300 Kč	290 455 Kč
21		21 953 Kč	0,7315	16 059 Kč	306 514 Kč
22		21 953 Kč	0,7207	15 821 Kč	322 335 Kč
23		21 953 Kč	0,7100	15 588 Kč	337 923 Kč
24		21 953 Kč	0,6995	15 357 Kč	353 280 Kč
25		21 953 Kč	0,6892	15 130 Kč	368 410 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

5,1 roku

14.Kotel na hnědé uhlí OPOP					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	23 753 Kč		1	-23 753 Kč	-23 753 Kč
1		16 631 Kč	0,9852	16 386 Kč	-7 368 Kč
2		16 631 Kč	0,9707	16 144 Kč	8 776 Kč
3		16 631 Kč	0,9563	15 905 Kč	24 681 Kč
4		16 631 Kč	0,9422	15 670 Kč	40 351 Kč
5		16 631 Kč	0,9283	15 438 Kč	55 789 Kč
6		16 631 Kč	0,9145	15 210 Kč	70 999 Kč
7		16 631 Kč	0,9010	14 985 Kč	85 985 Kč
8		16 631 Kč	0,8877	14 764 Kč	100 749 Kč
9		16 631 Kč	0,8746	14 546 Kč	115 295 Kč
10		16 631 Kč	0,8617	14 331 Kč	129 625 Kč
11		16 631 Kč	0,8489	14 119 Kč	143 744 Kč
12		16 631 Kč	0,8364	13 910 Kč	157 655 Kč
13		16 631 Kč	0,8240	13 705 Kč	171 360 Kč
14		16 631 Kč	0,8118	13 502 Kč	184 862 Kč
15		16 631 Kč	0,7999	13 303 Kč	198 165 Kč
16		16 631 Kč	0,7880	13 106 Kč	211 271 Kč
17		16 631 Kč	0,7764	12 912 Kč	224 183 Kč
18		16 631 Kč	0,7649	12 722 Kč	236 905 Kč
19		16 631 Kč	0,7536	12 534 Kč	249 438 Kč
20		16 631 Kč	0,7425	12 348 Kč	261 787 Kč
21		16 631 Kč	0,7315	12 166 Kč	273 953 Kč
22		16 631 Kč	0,7207	11 986 Kč	285 939 Kč
23		16 631 Kč	0,7100	11 809 Kč	297 748 Kč
24		16 631 Kč	0,6995	11 634 Kč	309 382 Kč
25		16 631 Kč	0,6892	11 463 Kč	320 845 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

2,5 roku

15.Kotel na hnědé uhlí Attack					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	34 481 Kč		1	-34 481 Kč	-34 481 Kč
1		18 548 Kč	0,9852	18 274 Kč	-16 207 Kč
2		18 548 Kč	0,9707	18 004 Kč	1 797 Kč
3		18 548 Kč	0,9563	17 738 Kč	19 534 Kč
4		18 548 Kč	0,9422	17 475 Kč	37 010 Kč
5		18 548 Kč	0,9283	17 217 Kč	54 227 Kč
6		18 548 Kč	0,9145	16 963 Kč	71 190 Kč
7		18 548 Kč	0,9010	16 712 Kč	87 902 Kč
8		18 548 Kč	0,8877	16 465 Kč	104 367 Kč
9		18 548 Kč	0,8746	16 222 Kč	120 588 Kč
10		18 548 Kč	0,8617	15 982 Kč	136 570 Kč
11		18 548 Kč	0,8489	15 746 Kč	152 316 Kč
12		18 548 Kč	0,8364	15 513 Kč	167 829 Kč
13		18 548 Kč	0,8240	15 284 Kč	183 113 Kč
14		18 548 Kč	0,8118	15 058 Kč	198 171 Kč
15		18 548 Kč	0,7999	14 835 Kč	213 007 Kč
16		18 548 Kč	0,7880	14 616 Kč	227 623 Kč
17		18 548 Kč	0,7764	14 400 Kč	242 023 Kč
18		18 548 Kč	0,7649	14 187 Kč	256 211 Kč
19		18 548 Kč	0,7536	13 978 Kč	270 188 Kč
20		18 548 Kč	0,7425	13 771 Kč	283 960 Kč
21		18 548 Kč	0,7315	13 568 Kč	297 527 Kč
22		18 548 Kč	0,7207	13 367 Kč	310 894 Kč
23		18 548 Kč	0,7100	13 170 Kč	324 064 Kč
24		18 548 Kč	0,6995	12 975 Kč	337 039 Kč
25		18 548 Kč	0,6892	12 783 Kč	349 822 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

2,9 roku

16.Kotel na pelety OPOP					
Rok	INVESTICE	CF	DF (1,5%)	DCF	KDCF
0	23 753 Kč		1	-23 753 Kč	-23 753 Kč
1		13 168 Kč	0,9852	12 974 Kč	-10 780 Kč
2		13 168 Kč	0,9707	12 782 Kč	2 002 Kč
3		13 168 Kč	0,9563	12 593 Kč	14 595 Kč
4		13 168 Kč	0,9422	12 407 Kč	27 002 Kč
5		13 168 Kč	0,9283	12 223 Kč	39 225 Kč
6		13 168 Kč	0,9145	12 043 Kč	51 268 Kč
7		13 168 Kč	0,9010	11 865 Kč	63 133 Kč
8		13 168 Kč	0,8877	11 690 Kč	74 823 Kč
9		13 168 Kč	0,8746	11 517 Kč	86 339 Kč
10		13 168 Kč	0,8617	11 347 Kč	97 686 Kč
11		13 168 Kč	0,8489	11 179 Kč	108 865 Kč
12		13 168 Kč	0,8364	11 014 Kč	119 879 Kč
13		13 168 Kč	0,8240	10 851 Kč	130 729 Kč
14		13 168 Kč	0,8118	10 691 Kč	141 420 Kč
15		13 168 Kč	0,7999	10 533 Kč	151 953 Kč
16		13 168 Kč	0,7880	10 377 Kč	162 330 Kč
17		13 168 Kč	0,7764	10 224 Kč	172 553 Kč
18		13 168 Kč	0,7649	10 072 Kč	182 626 Kč
19		13 168 Kč	0,7536	9 924 Kč	192 549 Kč
20		13 168 Kč	0,7425	9 777 Kč	202 326 Kč
21		13 168 Kč	0,7315	9 632 Kč	211 959 Kč
22		13 168 Kč	0,7207	9 490 Kč	221 449 Kč
23		13 168 Kč	0,7100	9 350 Kč	230 799 Kč
24		13 168 Kč	0,6995	9 212 Kč	240 010 Kč
25		13 168 Kč	0,6892	9 076 Kč	249 086 Kč

Doba návratnosti při diskontní sazbě
1,5%:

2,8 roku