



VYSOKÉUČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

**ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

LOKÁLNÍ ZDROJE VYTÁPĚNÍ RODINNÝCH DOMŮ PŘÍPADOVÁ STUDIE

LOCAL HEATING UNITS FOR FAMILY HOUSE - CASE STUDY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MILAN NOVÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Vondál, Ph.D.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav procesního a ekologického inženýrství

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Milan Nováček

který/která studuje v bakalářském studijním programu

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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

Lokální zdroje vytápění rodinných domů - Případová studie

v anglickém jazyce:

Local heating units for family house - case study

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Seznámit se s možnostmi lokálního vytápění rodinných domů
2. Rozbor charakteristických znaků jednotlivých zdrojů
3. Návrh způsobu/způsobů vytápění konkrétního objektu

Cíle bakalářské práce:

1. Zpracování rešerše z oblasti lokálních zdrojů vytápění rodinných domů
2. Zpracování základního návrhu zdroje vytápění většího rodinného domu
3. Ekonomické zhodnocení návratnosti jednotlivých variant ve srovnání s vytápěním pomocí elektřiny.

Seznam odborné literatury:

1. Standardy v oblasti paliv a energetických zdrojů vhodných pro rodinné domy
2. Právní předpisy
3. Diplomové práce
4. Ostatní doporučená literatura

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Vondál, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 22.11.2012

L.S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem způsobů vytápění vybraného rodinného domu. První část práce je věnována seznámení se s možnostmi lokálního vytápění rodinných domů a rozboru jednotlivých zdrojů a zařízení pro vytápění. V druhé části je popsán vybraný rodinný dům, pro který byly následně zpracovány jednotlivé návrhy vytápění. Dalším krokem bylo zhodnocení jednotlivých návrhů, na základě kterého byly vybrány tři, které se posuzovaly z hlediska ekonomické analýzy. Posuzovány byly investiční a provozní náklady. Dané návrhy byly porovnány se stávajícím způsobem vytápění. Na závěr byly jednotlivé návrhy vyhodnoceny a byl stanoven nejvýhodnější způsob vytápění daného rodinného domu.

Klíčová slova

Vytápění, zdroje energií, zařízení pro vytápění, ekonomické zhodnocení

Abstract

This thesis deals with selected methods of heating a house. The first part is dedicated to familiarization with the possibility of local heating of houses and the analysis of individual sources and heating equipment. The second part describes the designed family house. For this house were proposed some proposals by heating. The next step was to evaluate the individual proposals and select three that were assessed in terms of economic analysis. Economic analysis compared the start-up costs and operating costs. The proposals were compared with existing heating systems. At the end of the proposals was evaluated and determined the best method of heating the house.

Key words

Heating, energy sources, equipment for heating, economic evaluation

Bibliografická citace této práce:

NOVÁČEK, M. *Lokální zdroje vytápění rodinných domů - Případová studie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 46s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Vondál, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci na téma „*Lokální zdroje vytápění rodinných domů - Případová studie*“ napsal samostatně a uvedl všechny použité prameny a literaturu, ze kterých jsem čerpal.

V Brně dne 16. května 2013 Milan Nováček

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiřímu Vondálovi, Ph.D. za užitečné informace a rady poskytované během konzultací.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| Obsah | 7 |
| 1. Úvod | 9 |
| 2. Možné zdroje energií | 10 |
| 2.1 Elektřina | 10 |
| 2.1.1 Elektrické tarify | 11 |
| 2.2 Plyná paliva | 12 |
| 2.2.1 Zemní plyn | 12 |
| 2.2.2 Propan-butan a propan | 13 |
| 2.3 Kapalná paliva..... | 13 |
| 2.4 Tuhá paliva..... | 13 |
| 2.4.1 Fosilní paliva..... | 13 |
| 2.4.2 Tuhá paliva z obnovitelných zdrojů..... | 14 |
| 2.5 Porovnání paliv | 14 |
| 3. Zařízení používaná pro vytápění..... | 16 |
| 3.1 Elektrická zařízení..... | 16 |
| 3.1.1 Přímotopy..... | 16 |
| 3.1.2 Elektrické odporové kotle | 17 |
| 3.1.3 Akumulační kamna a kotle | 17 |
| 3.2 Plynová a olejová zařízení | 18 |
| 3.2.1 Plynové kotle | 18 |
| 3.2.2 Olejové kotle..... | 19 |
| 3.3 Spalovací zařízení na tuhá paliva | 19 |
| 3.3.1 Kotle na tuhá paliva | 20 |
| 3.3.2 Krbová kamna a vložky | 21 |
| 3.4 Ostatní zařízení..... | 21 |
| 3.4.1 Kombinované kotle..... | 22 |
| 3.4.2 Tepelná čerpadla (TČ) | 22 |
| 3.4.3 Solární systémy..... | 23 |
| 3.4.4 Mikrokongenerační jednotky (MKJ) | 23 |
| 3.4.5 Palivový článek (PČ) | 24 |
| 3.5 Porovnání zařízení..... | 25 |
| 4. Předběžné návrhy pro případovou studii..... | 26 |
| 4.1 Popis zadaného domu a současný způsob vytápění | 26 |

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.2 | Elektrokotel + kotel na dřevo | 27 |
| 4.3 | Kondenzační plynový turbo-kotel + elektrocentrála | 27 |
| 4.4 | Automatický kotel na pelety + elektrocentrála | 28 |
| 4.5 | Kombinovaný kotel na plyn a tuhá paliva + elektrocentrála..... | 28 |
| 5. | Vybrané návrhy pro ekonomické posouzení | 29 |
| 5.1 | Kondenzační plynový turbo-kotel + elektrocentrála..... | 29 |
| 5.2 | Automatický kotel na pelety + elektrocentrála | 30 |
| 5.3 | Kombinovaný kotel na plyn a tuhá paliva + elektrocentrála..... | 31 |
| 5.4 | Vyhodnocení | 32 |
| 5.4.1 | Ekonomická návratnost při zvyšování cen vlivem inflace | 32 |
| 5.4.2 | Ekonomická návratnost se započtením růstu cen energií a paliv | 34 |
| 6. | Závěr | 38 |
| | Literatura: | 40 |
| | Seznam tabulek: | 43 |
| | Seznam grafů: | 43 |
| | Seznam obrázků:..... | 43 |
| | Přílohy | 44 |

1. ÚVOD

V dnešní době je možné se rozhodnout mezi různými druhy vytápění. Skupina dostupných způsobů je závislá na mnoha faktorech, jako je lokalita, cenové náklady a popřípadě druh a stáří budov, s čímž souvisí i jejich zateplení. Dříve byly stavěny budovy s minimální tepelnou izolací, protože nebylo dostatek těchto materiálů. Pokud byly možné získat, chyběly jim dostatečné izolační vlastnosti. Návratnost nákladů na zateplení byla tedy dlouhá i z toho důvodu, že cena paliv se pohybovala na velmi nízké úrovni. I proto se od zateplení většinou úplně upouštělo.

V současnosti je trend, kdy se skoro každá nová stavba zatepluje polystyrénem, keramickou vatou, nebo se staví přímo nízkoenergetické, pasivní, či nulové domy, aby se co nejvíce snížily náklady na pozdější vytápění a provoz budovy. Často na domy bývají montovány různé solární panely pro výrobu vlastní energie nebo pro pouhý ohřev užitkové vody. V posledních letech bylo také rozšířeno použití tepelných čerpadel, kterých je využito hlavně u nových staveb, přestože jejich počáteční pořizovací náklady jsou docela vysoké. Tepelná čerpadla pracují na využití energie ze země, podzemní nebo povrchové vody anebo vzduchu. Celá řada těchto možností nám umožní snížit spotřebu energie na provoz domu.

Cílem práce Lokální zdroje vytápění rodinných domů je zpracovat rešerši z oblasti lokálních zdrojů vytápění rodinných domů. Práce je zaměřena na problematiku volby konkrétních zdrojů tepelné energie a zpracování základního návrhu zdroje vytápění většího rodinného domu.

Úvodní část práce teoreticky popisuje dostupné zdroje pro vytápění rodinných domů, kdy v kapitolách dvě a tři jsou popsány zdroje energie (elektrické, chemicky vázané, apod.) a následně zařízení používaná u rodinných domů. Jak u zdrojů energie, tak i u zařízení je proveden rozbor základních charakteristických znaků a jejich porovnání.

Druhá část práce je zaměřena na zpracování případové studie staršího rodinného domu, u kterého vnikl požadavek na náhradu tepelného zdroje pro vytápění a případně i přípravu teplé užitkové vody (TUV). Pro určený dům je navrženo několik nových návrhů vytápění. Jednotlivé návrhy jsou podrobeny technické analýze a ekonomické kalkulaci návratnosti investičních a provozních nákladů. Na základě zjištěných údajů je vybrána nejvhodnější možnost vytápění tohoto domu.

2. MOŽNÉ ZDROJE ENERGÍÍ

Vhodný výběr energie na vytápění může na několik let ovlivnit životní standard. Náklady na vytápění se u různých zdrojů velice liší. V následujících podkapitolách jsou popsány jednotlivé zdroje. U každého zdroje jsou objasněna jednotlivá pozitiva, či negativa.

2.1 Elektřina

Elektřina, jako zdroj vytápění rodinných domů, byla upřednostňována v 90. letech minulého století [1]. Česká vláda elektřinu finančně podporovala a propagovala. Cena elektrické energie se pohybovala v této době na nízké úrovni. Později byla elektřina nahrazena podporou zemního plynu a začaly se objevovat různé návrhy na záměnu elektrických vytápěcích zařízení za plynové, jelikož se až desetkrát zvýšila cena elektřiny.

Jako každý způsob vytápění tak i elektřina má své výhody a nevýhody. Za její výhody považujeme následující vlastnosti:

- **Čistota** - lokálně sebou nenese žádný kouř, zápach ani škodliviny,
- **Ekologie** - v místě používání se neznečišťuje příroda,
- **Dostupnost** - jelikož elektřina je v dnešní době potřebná téměř ke všem činnostem a je dostupná na většině míst v Evropě,
- **Bezobslužnost** - vytápění lze s nízkými dodatečnými náklady plně automatizovat,
- **Nízká pořizovací cena zařízení,**
- **Možná obnovitelnost** - pomoci slunečních, vodních a větrných elektráren.

Elektrická energie vypadá jako ideální zdroj vytápění rodinných domů nebo panelových bytů, ale je potřeba zvážit i nevýhody a negativní znaky, které sebou elektrické vytápění nese. Největším protikladem elektřiny je finančně nákladný provoz. Tyto náklady je možné minimalizovat lepší tepelnou izolací objektu (domu), ale ve srovnání s jinými možnostmi je toto vytápění nejdražší. Dnešní cenu a její vývoj v minulých letech za jednu MWh v korunách můžeme vidět na následujícím graf. 2.1. Ceny poukázané v tomto grafu jsou pouze za silovou elektrickou energii, která tvoří asi 50 % celkové ceny [3]. Dalších 50 % zaplatíte distributorovi za správu sítě a elektroměr. Skutečné ceny, které platíme, si můžete prohlédnout níže v tab. 2.2. Dalším z důvodů, proč nevytápět jenom elektřinou, je skutečnost, že může být kdykoliv přerušena dodávka energie, a pokud není dům vybaven krbem, kotlem na samotíž anebo záložním zdrojem elektřiny, tak nezatočíme.



Graf. 2.1: Vývoj ceny silové elektrické energie od 06/2007 do 03/2013 [2].

Mezi nejčastěji využívaná zařízení v oblasti elektrického vytápění se počítá celá řada přímotopů, různých elektrokotlů a akumulčních zařízení. Tyto jednotlivé hlavní skupiny způsobu vytápění elektrickou energií budou popsány v kapitole zařízení používaná pro vytápění.

2.1.1 Elektrické tarify

Spotřeba elektrické energie se v každé domácnosti během dne, či týdně mění, a proto nám dodavatelé poskytují různé tarify. Jednotlivé tarify jsou určeny dobou dodávky energie nízkého a vysokého tarifu a také jejich cenami. Jsou rozděleny do dvou sazeb jedno tarifní (JT) a sedmi sazeb dvou tarifních (DT). Vzhledem k nadvládě dvou tarifních sazeb by se dalo říct, že jejich využití je výhodnější a častější, ale je tomu naopak, protože dvou tarifní dodávky jsou zaměřeny na vytápění různými zdroji, jako jsou tepelná čerpadla, akumulční kamna, přímotopy, apod. V České republice se využívá více jedno tarifních sazeb. Přehled tarifu je v tab. 2.1.

| | |
|-------------------|--|
| Sazba D01d | Jednotarifová sazba (pro malou spotřebu) |
| Sazba D02d | Jednotarifová sazba (pro střední spotřebu) |
| Sazba D25d | Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 8 hodin |
| Sazba D26d | Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 8 hodin (pro vyšší využití) |
| Sazba D35d | Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 16 hodin |
| Sazba D45d | Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 20 hodin |
| Sazba D55d | Dvoutarifová sazba pro vytápění s tepelným čerpadlem uvedeným do provozu do 31. března 2005 a operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 22 hodin |
| Sazba D56d | Dvoutarifová sazba pro vytápění s tepelným čerpadlem uvedeným do provozu od 1. dubna 2005 a operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 22 hodin |
| Sazba D61d | Dvoutarifová sazba ve víkendovém režimu |

Tab. 2.1: Typy elektrických tarifů [4]

Na tuzemském trhu existuje několik dodavatelů elektřiny a každý z nich má tyto tarify různě pojmenované. Pro porovnání cen jednotlivých elektrických tarifů k 1. 1. 2013 od některých distributorů může posloužit následující tab. 2.2

| Distribuční sazba | Nízký tarif | Název produktu a cena za 1 MWh v korunách pro domácnosti na rok 2013 (ceny jsou včetně 21% DPH) | | | | | |
|-------------------|-------------------------|--|----------|-------------------|----------|----------------------|----------|
| | | ČEZ (Comfort) [5] | | PRE (Komfort) [6] | | E.ON (Elektřina) [7] | |
| Označení (typ) | Doba v hod. /den | VT | NT | VT | NT | VT | NT |
| D01d,D02d(JT) | - | Standard | | Klasik 24 | | Trend | |
| | | 5 724,00 | - | 6 549,00 | - | 5 301,00 | - |
| D25d,D26d(DT) | 8 | Akumulace 8 | | Aku 8 | | TrendAku | |
| | | 5 470,00 | 2 228,00 | 6 565,00 | 4 093,00 | 5 166,00 | 2 222,00 |
| D35d(DT) | 16 | Akumulace 16 | | Kombi 16 | | TrendKombi | |
| | | 3 515,00 | 2 578,00 | 5 603,00 | 4 891,00 | 3 585,00 | 2 579,00 |
| D45d(DT) | 20 | Přímotop | | Přímotop 20 | | TrendPřímotop | |
| | | 3 273,00 | 2 748,00 | 5 658,00 | 5 213,00 | 3 473,00 | 2 669,00 |
| D55d,D56d(DT) | 22 | Tepelné čerpadlo | | TČ 22 | | TrendPřímotop | |
| | | 3 082,00 | 2 752,00 | 4 802,00 | 4 300,00 | 3 473,00 | 2 669,00 |
| D61d(DT) | pátek 12 - neděle 22 | Víkend | | Víkend | | TrendVíkend | |
| | | 6 991,00 | 2 624,00 | 7 077,00 | 3 289,00 | 6 654,00 | 2 052,00 |

Tab. 2.2: Ceny energií u tuzemských poskytovatelů

Dvou-tarifních sazeb je využíváno při akumulčním vytápění. Akumulční vytápění spočívá v předávání energie akumulčnímu spotřebiči, kde se mění na teplo při nízkém tarifu (NT). (VT - vysoký tarif)

2.2 Plynná paliva

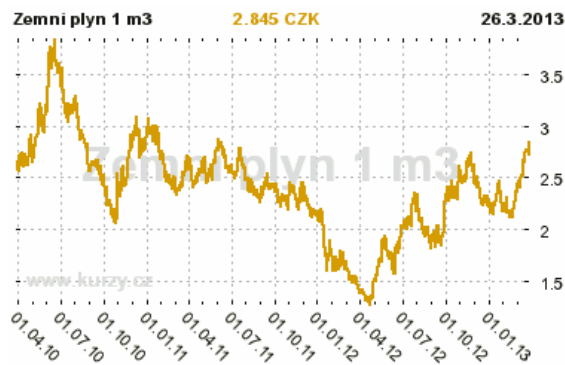
V současné době používanými plyny pro vytápění v domácnosti jsou zemní plyn, propan anebo směs propan-butan. Zmínit bychom také měli svítiplyn, který nelze jistě v českém plynárenství opomenout. Svítiplyn je technický plyn tvořený směsí H_2 , CO , CO_2 a dalších plynů. Tento zdroj tepla se využíval na vytápění ve 20. století. Díky němu vznikla rozsáhlá struktura plynáren, plynojemů a potrubních sítí. V České republice byla ukončena výroba a používání svítiplynu v roce 1996, kdy byl nahrazen bezpečnějším zemním plynem. Dále budou popsány charakteristické znaky plynných paliv používaných v dnešní době [8].

2.2.1 Zemní plyn

Zemní plyn je bezbarvý, hořlavý a nejedovatý, tvořený směsí methanu, ethanu a dalších plynů. Když se vyskytuje u ložisek ropy, nazývá se naftový zemní plyn a pokud u ložisek uhlí, pak mu říkáme karbonový zemní plyn. Do směsi se přidávají odorizační plyny (např. methylmerkaptan), aby bylo možné rozeznat čichem jeho vyšší obsah ve vzduchu při možném úniku. Oproti jiným fosilním palivům je mnohem ekologičtější, při jeho spalování vzniká méně škodlivin. V České republice neexistují velké zásoby plynu, proto musí být dovážen z Ruska a Norska pomocí plynovodů nebo ve zkapalněném stavu tankery. Pak je ukládán do podzemních zásobníků, z kterých je díky plynofikaci, která proběhla před několika lety, rozveden do všech měst a některých obcí v republice, kam bývá dopravován v plynném stavu. Plyn je použit asi u 2,5 mil. domácností v republice. Z toho je využit asi jen v 1 mil. domácností pouze na vytápění [9]. Jako zdroj energie sebou přináší jisté výhody:

- **Jednoduchost obsluhy** – před topnou sezónou stačí kotel pouze zapnout a na konci ho vypnout, vše ostatní už zařídí řídicí jednotka,
- **Spolehlivost dodání** – je k dispozici 365 dní v roce, ale je omezen dodávkou elektrické energie,
- **Úspora prostoru** – spotřebitel nepotřebuje žádný sklad nebo speciální místnost na palivo,
- **Ekologický provoz** – příznivý dopad na přírodu, minimum škodlivin,
- **Nižší cena** – oproti elektrické energii.

Cena se v současnosti pohybuje kolem 2,845 Kč/m³ graf. 2.2 [10]. Tato cena je jen za samostatný plyn a to asi 75,49 % z celkové ceny [11]. Zbylá procenta se dělí na přepravu, distribuci a uskladnění podle tuzemských dodavatelů.



Graf. 2.2: Vývoj ceny zemního plynu od 03/2010 do 03/2013

2.2.2 Propan-butan a propan

Dnes je k vytápění využíváno směsi propan-butan anebo pouze propanu. Propan i butan jsou uhlovodíkové plyny vyráběné z ropy a zemního plynu. Za normálních podmínek existují v plynném stavu, ale při stlačení na kritický tlak 4,45 MPa mění skupenství na kapalné [12]. Ve zkapalněném stavu plyny zmenší mnohokrát svůj objem. Zmenšení objemu je využíváno při uskladnění těchto plynů v zásobnících. Zásobníky jsou instalovány buďto na povrch nebo se částečně, či celé zapouštějí do země. Povrchové zásobníky (PZ) potřebují na umístění pevnou základní desku a více prostoru než zemní. PZ musí být opatřeny antikoročním nátěrem a musí být uzemněny. Zásobníky jsou vyráběny obvykle ve válcovitém tvaru. Zemní zásobníky (ZZ) je nutno ošetřit speciální antikorozní úpravou, proti tlakům a podzemní vodě. ZZ jsou vyráběny ve tvaru kulovém nebo i válcovém. Velikost těchto zásobníků pro rodinné domy bývá stejná pro oba typy, jak pro povrchové tak i zemní. Jejich plný objem zkapalněného plynu činí 2 700 litrů nebo 4 850 litrů plynu [13]. Vytápění propan-butanem nebo propanem je jedinou možností jak vytápět dům pomocí plynu v oblastech, kde neproběhla plynofikace.

2.3 Kapalná paliva

V České republice není způsob vytápění kapalnými palivy příliš rozšířený. Používá se výjimečně a jen v blízkosti distribučních firem těchto paliv a tam, kde není možnost zemního plynu. V nedávných letech se využívala k vytápění nafta, ale při dnešních cenách nafty se od této možnosti úplně upustilo, jelikož náklady na vytápění by byly příliš vysoké.

Dnes jsou z kapalných paliv na vytápění používány především topné oleje. Výhřevnost topných olejů je lepší než u dříve používané nafty, například u extra lehkého topného oleje je výhřevnost 42 MW/kg [14]. Topné oleje jsou děleny na typy:

- **Těžký topný olej (TTO),**
- **Lehký topný olej (LTO),**
- **Extra lehký topný olej (ELTO).**

K vytápění rodinných domů je nejvíce využíváno ELTO, protože z nich má nejlepší vlastnosti a nejvyšší výhřevnost. Výhodou při vytápění topnými oleji je bezobslužný provoz, který nevyžaduje každodenní obsluhu. K vytopení domu při roční spotřebě 65GJ tepla je spotřebováno více jak 1 500 kilogramů oleje na rok [15].

2.4 Tuhá paliva

Spalování tuhých paliv je jedna z levnějších možností, jak vytápět dům. Obvykle je tento typ vytápění využíván v rodinných domech a rekreačních chatách. Druhy těchto paliv jsou děleny na tuhá fosilní paliva (hnědé a černé uhlí, koks) a tuhá paliva z obnovitelných zdrojů (kusové dřevo, štěpky, pelety, apod.).

2.4.1 Fosilní paliva

Mezi tuhá fosilní paliva řadíme černé a hnědé uhlí popřípadě koks. Jsou to hořlavé horniny, které se těží v povrchových nebo důlních dolech. K vytápění nebo výrobě elektrické energie se užívají od průmyslové revoluce. Tento způsob vytápění je v posledních letech omezován, protože má špatný dopad na životní prostředí a kromě toho nese sebou spoustu dalších negativů:

- **Obslužnost** – tato možnost vytápění u většiny případů nebývá plně automatizována,
- **Špatná ekologie** – vznik oxidu uhličitého a oxidu siřičitého, při špatné kvalitě spalování a nevysušeným palivem, reakce oxidu uhličitého s vodou podporuje vznik kyselých dešťů,
- **Velký prostor** – je potřebný sklad na uložení tuhých paliv,
- **Nečistoty** – při vytápění tuhými palivy je nezbytné často vyklízet kotel od popele, množství popeloviny při spalování uhlí je cca 10 – 30 % na kilogram, je také nezbytné vymetání komína než u ostatních paliv [16].

2.4.2 Tuhá paliva z obnovitelných zdrojů

Tyto paliva jsou zkráceně nazývána biomasa. Mezi biomasu je zahrnována spousta zdrojů, jako jsou pelety, brikety, štěpky, kusové dřevo, ale také to je sláma, seno, piliny a dřevěná kůra. Všechny tyto složky se mohou používat k vytápění. Hodnota jejich výhřevnosti je vztažena na jejich vlhkost. V posledních letech se velice zvedla poptávka po tomto způsobu vytápění, protože sebou přináší díky vývoji některé výhody oproti spalování uhlí, kterými jsou:

- **Cena** – jedná se o nejlevnější způsob vytápění,
- **Lepší ekologie** – díky novým technologiím spalování, které je kontrolované a automatizované; biomasa na rozdíl od uhlí při růstu spotřebovává CO₂ a proto je při spalování biomasy brán jeho únik „nulový“,
- **Vyšší využitelnost paliva** – palivo je nejprve zplyňováno, vzniká plyn, který se pak spaluje,
- **Automatika** – obsluha kotlů například na pelety se nemusí provádět i několik dní podle velikosti zásobníku.

2.5 Porovnání paliv

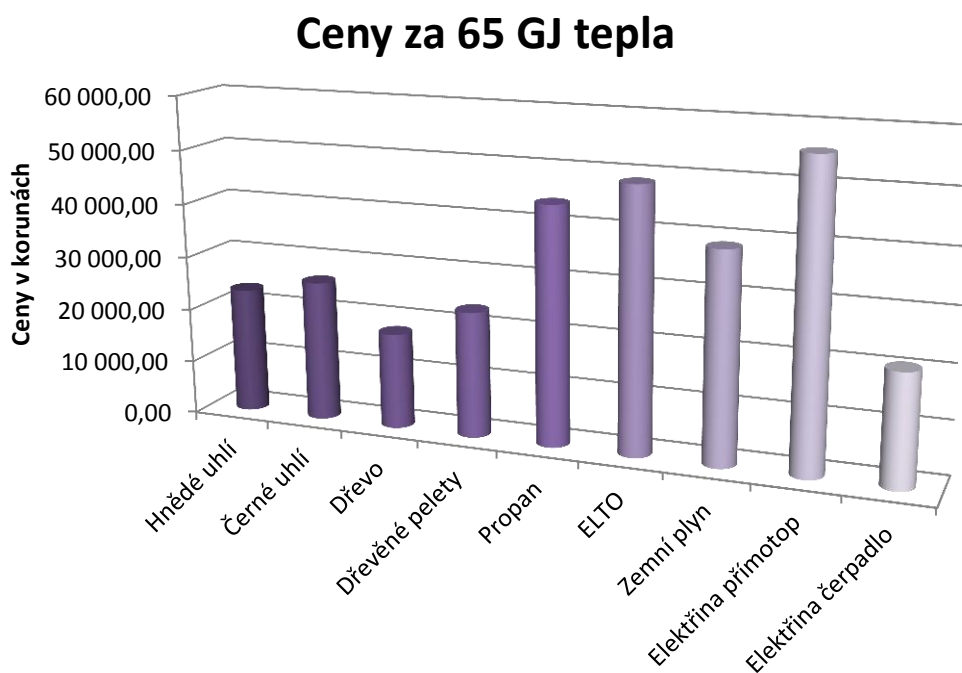
Ceny paliv se neustále pohybují. Jejich výši ovlivňuje mnoho faktorů jako je například spotřeba odběratele, výběr dodavatele anebo doprava paliva. Nedá se říct, který zdroj je pro vytápění nejvhodnější. Každý zdroj má svá negativa a pozitiva. Elektřina se jeví jako ideální zdroj z hlediska komfortu, dostupnosti a pořizovacích nákladů na zařízení. Ovšem provoz elektrokotle, přímotopů či jiných elektrických zařízení je nejdražší. Vytápění zemním plynem je velice pohodlný způsob, ale náš stát nemá ložiska zemního plynu. Jsme nuceni zemní plyn dovážet z jiných států jako je Rusko či Norsko. Jako negativum musíme zdůraznit, že plynofikace neproběhla zdaleka na celém území České republiky. Jeho výhodou je ovšem jeho ekologický provoz oproti provozu tuhých paliv a dalším plusem je jeho cena oproti elektřině. Propan jako palivo na vytápění zásobuje obvykle místa, kam není přiveden zemní plyn. Jeho provoz je levnější než elektřina a je ekologičtější než tuhá paliva. Avšak je nutné vlastnit zásobník pro uskladnění propanu, který zvýší pořizovací náklady zařízení pro vytápění tímto palivem. Způsob vytápění kapalnými palivy, nejvíce ELTO, není v České republice populární, protože je nutné mít několik nádrží na topný olej, které zabírají určitý prostor. Problematické je také spouštění kotle, proto jsou kotle na kapalná paliva v provozu nepřetržitě celou sezonu. Ve srovnání s tuhými palivy je tento způsob bezobslužný. Pořizovací a provozní náklady jsou srovnatelné s vytápěním pomocí propanu. Vytápění tuhými palivy je nutné rozdělit na fosilní paliva a biomasu. Oba dva druhy paliv jsou nejlevnější na trhu, ovšem fosilní paliva mají oproti biomase a všem ostatním palivům nejhorší dopad

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

na životní prostředí. Porovnání cen jednotlivých paliv můžeme vidět v tab. 2.3 a graf. 2.3 [17].

| typ paliva | výhřevnost MJ/kg | ceny v Kč/kg | ceny v Kč/GJ | ceny za 65 GJ (výpočtová spotřeba tepla) Kč/rok |
|--------------------|---------------------------|---|--------------|---|
| Hnědé uhlí | 18,0 | 3,55 | 359 | 23 308,00 |
| Černé uhlí | 23,1 | 5,10 | 401 | 26 092,00 |
| Dřevo | 14,6 | 3,00 | 274 | 17 808,00 |
| Dřevěné pelety | 17,0 | 5,20 | 360 | 23 391,00 |
| Propan | 46,4 | 28,00 | 678 | 44 072,00 |
| ELTO | 42,0 | 28,00 | 749 | 48 689,00 |
| Zemní plyn | (MJ/m ³) 37,8 | 301,21 Kč / měsíc + 16,39 /m ³ | 596 | 38 760,00 |
| Elektřina přímotop | - | 423,5 Kč/měsíc + 2,748 / kWh | 857 | 55 719,00 |
| Elektřina čerpadlo | - | 350,9 Kč/ měsíc + 2,752 / kWh | 320 | 20 773,00 |

Tab. 2.3: Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva



Graf. 2.3: Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva

3. ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÁ PRO VYTÁPĚNÍ

Není možné ukázat na jedno zařízení či kombinaci zařízení a popsat je jako ideální k vytápění všech druhů staveb, jelikož možných zařízení a jejich kombinací, jak vytápět dům, existuje celá řada. Zařízení by se dala rozdělit podle různých charakteristik, jako jsou:

- **Výkon,**
- **Konstrukce,**
- **Princip vytápění,**
- **Použitý zdroj,**
- **Cena.**

V této kapitole budou popsána jednotlivá zařízení používaná pro vytápění. Zařízení jsou rozdělena podle použitého zdroje, kdy je u nich uveden krátký popis, funkce a výhody, či nevýhody, popřípadě jejich nejvhodnější využití.

3.1 Elektrická zařízení

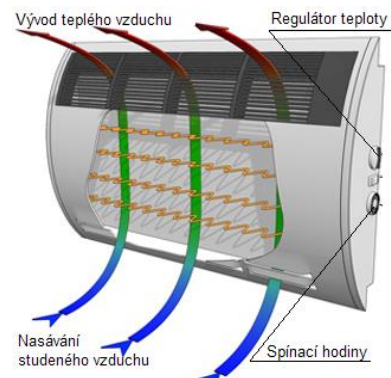
Elektrická zařízení se vyznačují svoji vysokou účinností. Nejčastěji jsou používány tam, kde není možnost jiného tepelného zdroje, ale bývají často použity na vytápění bytů ve větších domech anebo v kancelářích některých firem. Většina těchto zdrojů tepla je velice levných oproti jiným zařízením.

3.1.1 Přímotopy

Přímotopy se rozdělují do třech větších skupin, a to na konvektory, zářiče a elektrické radiátory. Všechny tyto tři skupiny jsou napojeny přímo na elektrickou síť bez potřeby instalace rozvodů plynu nebo kapaliny a jsou regulovány za pomoci vlastního termostatu. Ve větší míře bývají opatřeny řídicí jednotkou, s kterou jsou všechny propojeny. Řídicí jednotka má na starost regulaci teploty v domě ve dne a v noci v závislosti na jejím naprogramování. Řídicí jednotky jsou převážně nastaveny celotýdenním programem vytápění.

Přímotopy jsou zpravidla levná zařízení, která rychle vytopí studenou místnost. Používají se ale spíše k příležitostnému vytápění nebo přitápění, pokud hlavní zdroj vytápění při možných nízkých venkovních teplotách nemá dostatečnou kapacitu (výkon). Na trhu existuje mnoho výrobců těchto zařízení, jako jsou například: AEG, Steibel Eltron, Concept atd.

Tepelné konvektory existují v provedeních závěsném nebo stojanovém. Mohou být vybaveny ventilátorem, kterým konvektory rychleji ohřívají místnost. Nespornou výhodou konvektorů je možnost regulace každého pokoje zvlášť. Vhodné pro menší byty a kanceláře.



Obr. 3.1: Závěsný tepelný konvektor [18]

Dalším typem přímotopů jsou zářiče, které se vyrábí halogenové nebo infračervené. Zářiče nepracují s cirkulací vzduchu, ale zářením nahřívají předměty a osoby v prostoru. Za výhodu můžeme považovat fakt, že oproti konvektorům nevíří prach a nečistoty v pokoji. Tato zařízení se běžně používají jen na rychlé vytopení: například koupelen nebo ve velkých halách [19].

Elektrické radiátory jsou na rozdíl od zářičů a konvektorů, které pracují na ohřátí okolí a okolního vzduchu, naplněny antikorozi nemrznoucí kapalinou, která se ohřívá v radiátoru a předává teplo do místnosti. Obvykle se napojují přímo na elektrickou síť bez použití zásuvky [20].

3.1.2 Elektrické odporové kotle

Elektrické odporové kotle jsou na rozdíl od přímotopů složitější. Nepracují jen na ohřevu vzduchu, kapaliny nebo předmětů, ale jsou instalována jako hlavní zdroj energie v otopné soustavě. Kotle pracují na ohřevu kapaliny (např. měkká voda dle ČSN 077401 (pH 8,5 - 10) nebo nemrznoucí směs FRITERM), která cirkuluje v otopné soustavě. Regulace těchto zařízení je prováděna za pomoci termostatu, který hlídá teplotu vody na výstupu z kotle, a termostatických hlav, kterými jsou vybaveny radiátory. Elektrické odporové kotle jsou použity jako kombinace s jiným zdrojem vytápění nebo jako náhrada za kotle na tuhá paliva, kde bylo použito ústřední nebo etážové vytápění. Jsou vyráběny převážně jako závěsné. Práce těchto kotlů spočívá v ohřevu otopné vody za pomoci tzv. odporových tyčí, ve kterých je uložena spirála, která je hermeticky a galvanicky oddělena od otopné soustavy. Výkonnost těchto kotlů se zpravidla pohybuje v rozmezích od 6 do 36 kW, ale může se lišit u různých výrobců. Pro možné zvýšení jejich výkonu se používá připojení více topných spirál nebo tzv. kaskádového zapojení více kotlů, kde se jedná o spojení kotlů s různou výkonností za sebou. Odporové elektrokotle jsou tiché, ekologické a jejich provoz je lokálně čistý i bezobslužný, který je umožněn automatikou [21].

Elektrokotle jsou tepelně izolovány, aby nedocházelo k tepelným ztrátám. Bývají to tichá zařízení vyráběna v různých provedeních (závěsná, stacionární), velikostech, výkonech a s různou úrovní vybavenosti.

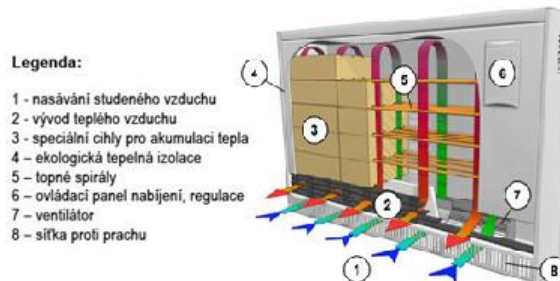
3.1.3 Akumulační kamna a kotle

Akumulační kamna jsou v porovnání s přímotopy mnohem těžší a větší tělesa. Rozdělují se na dva druhy:

- **statická kamna**
- **dynamická kamna** (Obr. 3.2).

Tyto dva druhy se od sebe liší způsobem předávání tepla v místnosti. Dynamická kamna jsou vybavena ventilátorem teplého vzduchu, který na rozdíl od statických kamen umožňuje případnou regulaci. Při poklesu teploty v místnosti se spustí ventilátor a začne cirkulovat vzduch. Jejich nevýhoda oproti statickým kamnům spočívá v hlučnosti ventilátoru a možném víření prachu. Jádra obou typů jsou tvořena keramickou vložkou (vyzdívka). Izolace umožní udržet teplotu kamen na co nejvyšší úrovni po ohřevu v době dražšího energetického tarifu, potom je teplo postupně uvolňováno do místnosti v době otopné přestávky. S akumulací kamny tedy využíváme dvou-tarifní sazby elektrické energie [22].

Akumulačního vytápění lze také využít u elektrických kotlů, kterým slouží jako akumulční médium voda. Pro ohřátí dostatečného množství vody jsou zapotřebí akumulční nádrže, které bývají objemově a rozměrově veliké. Jejich velikosti patří k nejpodstatnějším parametrům příkonu. Bývají umístěny uvnitř domu nebo venku. Nejobvyklejší tvar mají válcovitý, a to svislý nebo vodorovný [23].



Obr. 3.2: Elektrická akumulční kamna dynamická [24]

3.2 Plynová a olejová zařízení

Vytápění pomocí plynových a olejových kotlů se řadí, k bezobslužným a cenově přijatelným způsobům. Kotle se vyrábí v parametrech, jak pro vytápění rodinných domů, tak také pro velké panelové domy či firmy.

3.2.1 Plynové kotle

Plynové kotle mohou fungovat jako lokální jednotka pro místnost nebo centrální zdroj tepla v domě, který je po domě rozveden pomocí otopné soustavy a proudící kapaliny. Dnes existuje velké množství výrobců kotlů. Kotle jsou například děleny podle:

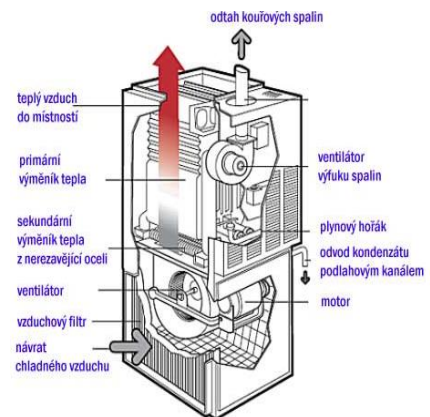
- **Provedení přívodu vzduchu** (C, B),
- **Konstrukce** (stacionární a nástěnné),
- **Vlastnosti spalín** (standardní, nízkoteplotní a kondenzační).

Jednotlivé kotle jsou rozepsány podle způsobu spalování v následujících odstavcích, ve kterých jsou číselné údaje čerpány z [25].

Standardní kotle bývají navrženy pro výstup suchých spalín tak, že mají hořáky umístěny ve spodní části kotle a v horní části mají spalínové hrdlo, kterým odcházejí spaliny. Jejich teploty mohou vystoupat maximálně na 180 °C. Tyto kotle jsou provedeny a regulovány tak, aby na zpátečce v systému bylo dosaženo minimálně teploty vody 60 °C. Kdyby teplota vody byla nižší, došlo by ke kondenzaci vlhkosti vodní páry na teplo směnné ploše a následně k nízkoteplotní korozi, kterou by mohla být snížena životnost kotle. Účinnost standardních plynových kotlů se pohybuje kolem 90 %.

Nízkoteplotní kotle jsou jako standardní zkonstruovány k odvodu vlhkých spalín, ale může u nich vzniknout kondenzace, které nevyužívají. Ovšem musí být před ní chráněny, a proto jsou na rozdíl od standardních vyráběny z korozi-vzdorných ocelí nebo slitin hliníku. Teploty spalín bývají v rozmezí od 90 °C do 140 °C. Nízkoteplotní kotle mají účinnost o pár procent vyšší než u předchozího typu, která se pohybuje okolo 94 %. To je zapříčiněno teplotou vody vrací do kotle, která je pouze 35 – 40 °C.

Hořáky kondenzačních kotlů jsou umístěny v horní části a na spodní mají spalínové hrdlo, které odvádí spaliny. Spaliny nevytvoří pořádný tah komínu, proto musí být vybaven ventilátorem spalínovým nebo vzduchovým. Konstrukce komínu by měla být odolná proti vlhkosti. Kotle dosahují teplot 40 až 90 °C v závislosti na jejich využití. Pořizovací cena kondenzačních kotlů je celkem vysoká. Vyplatí se hlavně u nových staveb, kde ještě žádná tepelná jednotka nebyla použita. Jejich účinnost je 97,4 %. Zvýšení účinnosti je dosaženo díky ochlazení spalin pod teplotu rosného bodu, a tím kondenzaci vodní páry a uvolnění kondenzačního tepla. Návržnost pořizovacích nákladů je tedy vysoká.



Obr. 3.3: Provedení standardního plynového kotle [26]

3.2.2 Olejové kotle

Olejové kotle litinové se jen málo liší od plynových. Jejich rozdíl je pouze v přetlakovém hořáku, který má konstrukci pro kapalná paliva. Roční provoz těchto zařízení je nepřetržitý a řízený automaticky řídicí jednotkou. Po ročním provozu musí proběhnout údržba, čištění kotle a jeho kontrola. Olejové kotle potřebují na svůj provoz dostatečné množství topného oleje, které je třeba někde uskladnit. K tomuto účelu slouží speciální plastové zásobníky propojené do sestav. Velikosti těchto zásobníků se liší výrobcem, ale obvykle se pohybují kolem 1000 litrů. Pro roční provoz běžného rodinného domu je zapotřebí vlastnit alespoň tři. Je výhodné nakupovat topný olej v letních měsících, kdy se jeho cena pohybuje na minimu [27].

3.3 Spalovací zařízení na tuhá paliva

Existuje velké množství druhů kotlů, krbů nebo kamen na tuhá paliva. Krby a kamna se obvykle dají využít jako lokální zdroj tepla pro jedinou místnost nebo větší otevřený prostor. Tyto zařízení potřebují ke své funkci komín o požadovaných rozměrech a otopnou soustavu, která je rozvedena v celém domě. Kotel je vybaven čerpadlem, které danou otopnou soustavou cirkuluje ohřívanou kapalinou nebo kotel pracuje na principu samotíže. Zařízení na tuhá paliva je možné rozdělit podle různých kritérií:

- **Druh paliva** (fosilní paliva, biomasa),
- **Výrobní materiál** (litinové, ocelové),
- **Způsob spalování** (klasické, zplynovací),
- **Způsob přikládání** (automatické, ruční),
- **Výkonnosti,**
- **Různé příslušenství** (vybavenosti).

Od tohoto způsobu vytápění se před několika lety začalo ve velkém opouštět kvůli nízkému výkonu, ekologii a pracnosti a přecházelo se na topení pohodlnější elektřinou a plynem. Při dnešních cenách těchto paliv se vytápění uhlím, koksem nebo biomasou začíná navracet. Současné moderní kotle na tento druh spalování jsou mnohem ekologičtější a využijí větší část tepelné energie než dříve. Existuje mnoho výrobců těchto kotlů. Využívají různého principu spalování a rozvodu ohřáté kapaliny.

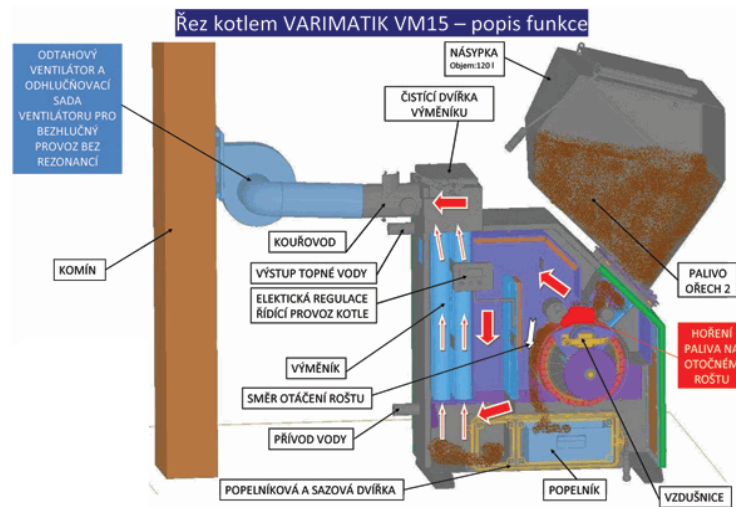
3.3.1 Kotle na tuhá paliva

Výrobci těchto kotlů jsou tlačeni k výrobě zařízení, která jsou při provozu ekologičtější a jsou schopna využít ze spalovaného zdroje co nejvíce energie a tepla. Výkony těchto kotlů jsou uvedeny výrobcem, ale obvykle se pohybují do 50 kW. Tyto kotle bývají navrženy přímo na konkrétní typ paliva a způsob jeho spalování. Existují kotle:

- **Klasické atmosférické** (uhlí, brikety, biomasa),
- **Automatické** (uhlí, pelety),
- **Zplyňovací** (dřevo, uhlí),
- **Polozplyňovací** (dřevo, brikety).

Klasické atmosférické kotle jsou určeny ke spalování jakéhokoliv druhu tuhého paliva. Nevyžadují žádnou odbornou obsluhu, protože neobsahují speciální prvky, ale jejich provoz je náročný a účinnost je menší než u ostatních typů, pohybuje se kolem 75 % [28].

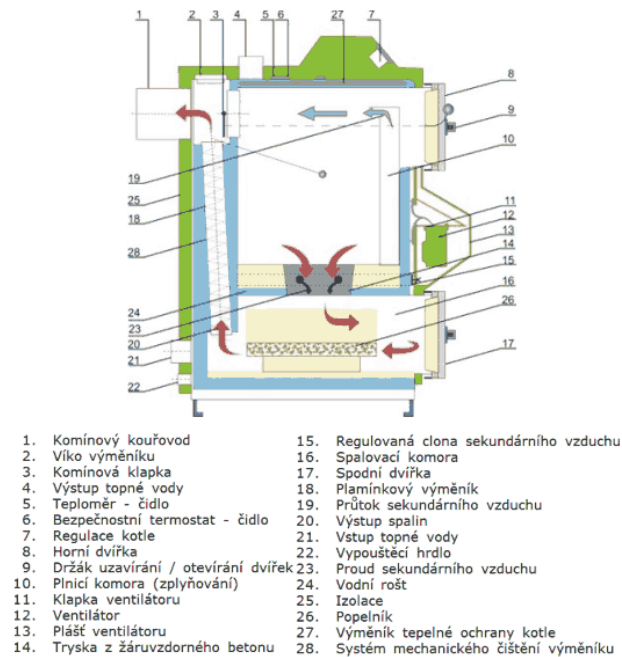
V automatických kotlích jsou spalovány pelety a uhlí. Kotle jsou vybaveny zásobníkem, speciálním hořákem, který bývá umístěn ve spodní části kotle, a podavačem, většinou šnekovým. Jsou vyráběny nové anebo přestavbou starých litinových kotlů na tuhá paliva. Výhoda těchto kotlů spočívá v obslužnosti. Podle velikosti zásobníku se nemusí přikládat i několik dní. Účinnost těchto kotlů se pohybuje kolem 81 % [29] (Obr. 3.4).



Obr. 3.4: Provedení automatického kotle se zásobníkem paliva [30]

Zplyňovací kotle jsou navrženy ke spalování paliva v postupných krocích, a to sušení, odplynění a následném zplyňování. Jejich konstrukce se skládá ze dvou komor, které jsou posazeny nad sebou, a jsou opatřena ventilátorem na přívod vzduchu nebo odvod spalin. Horní komora kotle slouží jako zásobník paliva. Je vybavena odtahovým hrdlem se záklopkou, která slouží pro odvod spalin při přikládání. Druhá komora je určena pro zplyňování paliva, uskladnění popela a odvodu spalin. Mezi dvěma komorami bývá umístěn otočný rošt, který napomáhá k dokonalému zplyňování paliva. Účinnost zplyňovacích kotlů dosahuje až 89 % (Obr. 3.5) [31].

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie



Obr. 3.5: Zplyňovací kotel ORLAN 40 Super

Polo zplyňovací kotle jsou jednodušší a levnější konstrukce zplyňovacích kotlů. Nejsou vybaveny ventilátorem.

3.3.2 Krbová kamna a vložky

Dříve byly využívány otevřené krby, které ovšem nedosahovaly dostatečné účinnosti. U dnešních krbových kamen a vložek je možné dosáhnout účinnosti i 80 %, která je srovnatelná i s jinými zařízeními na spalování tuhých paliv [32]. Nespornou výhodou krbových kamen oproti vložkám je snadná instalace. Kamna stačí napojit na komín s průměrem 100 - 150 mm. Další z jejich výhod oproti vložkám jsou nižší cena a doba vyhřívání i po dohoření paliva.

Krbové vložky jsou vyráběny ve třech různých provedeních. Jedná se o jednoplášťové, dvouplášťové a s výměníkem. Jednoplášťové krbové vložky nepotřebují k rozvodu tepla žádný ventilátor, fungují i při výpadku energie, protože teplo je do místnosti předáváno samovolným sáláním. Dvouplášťové provedení pracuje na ohřevu vzduchu mezi pláštěm a tepelnou komorou. Používá k předání tepla vzduchový ventilátor, který umožní vytopení většího prostoru a rychleji. Poslední provedení je s výměníkem. Tento typ je připojen na otopnou soustavu, pro rychlejší rozvod tepla je připojeno čerpadlo [33].

3.4 Ostatní zařízení

Do této kapitoly jsou zahrnuty speciální případy vytápění, které jsou specifikovány svoji vysokou nákupní cenou zařízení, ale nižšími provozními náklady. Jsou to:

- **Kombinované kotle**
- **Tepelná čerpadla**
- **Solární systémy**
- **Mikrokongenerační jednotky**
- **Palivové články**

Některá tyto zařízení jsou na počátcích svého vývoje, proto jejich využití není časté a bude možné spíše v budoucnosti.

3.4.1 Kombinované kotle

Kombinované kotle mohou vytápět dvěma nebo dokonce třemi způsoby, podle toho jak jsou navrženy. Jejich možnosti jsou například ekologické spalování dřeva (sušení, odplynění a zplyňování) kombinované s hořákem na ELTO nebo zemní plyn anebo pelety.

Konstrukce kotle je viděna na obr. 3.6. Kotel je vybaven třemi nad sebou posazenými spalovacími komorami. Z toho dvě komory slouží na spalování dřeva a spodní s příslušným hořákem určeným ke spalování druhého paliva. Tyto dvě metody spalování jsou od sebe odděleny vodním obalem, takže se téměř neovlivní. Jejich účinnost je vysoká. Výhody těchto zařízení spočívají v úspoře místa, pořizovacích nákladech a v jednom komíně.



Obr. 3.6: Kombinovaný kotel na spalování dřeva a jiných paliv [34]

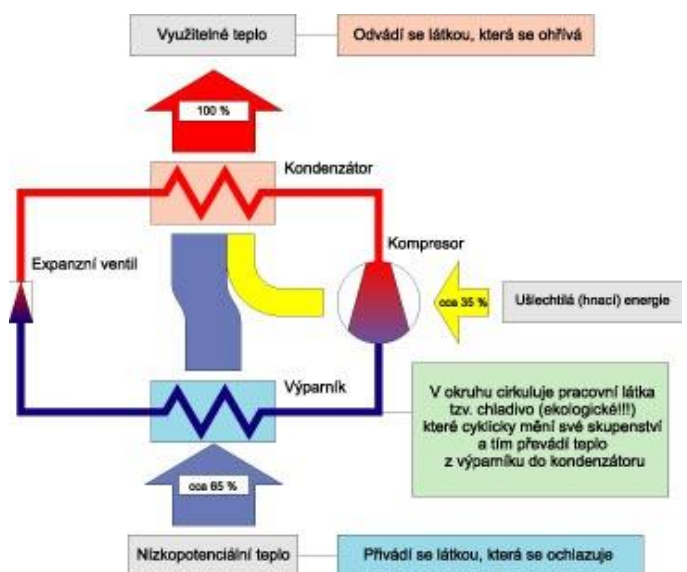
3.4.2 Tepelná čerpadla (TČ)

Princip tepelných čerpadel je založen na cirkulaci tepelného média okruhem při jeho změně skupenství. Okruh se skládá z výparníku, který odebírá teplo nízko potenciálnímu zdroji (půda, voda nebo vzduch). Cirkulující látka ohřátá tímto teplem putuje do kompresoru, kde je stlačena, a tím je zvýšena i její teplota. Látka z kompresoru proudí do kondenzátoru a zde je její teplo předáno do okruhu ústředního topení. Látka přemění své plynné skupenství na kapalné a pokračuje v obvodu přes škrtící ventil zpět do výparníku, kde se cyklus opakuje (Obr. 3.7) [35].

Účinnost TČ je dána topným faktorem (COP- Coefficient of performance), který vyjadřuje poměr mezi teplem získaným a hnací energií kompresoru. Velikost tohoto poměru se pohybuje od 2 do 5 [36].

TČ Půda – voda

Jako zdroj tepla je používáno geotermální teplo z půdy. TČ obsahuje soustavu trubek (měděných nebo polyetylenových), které odbírají teplo ze země a nazývají se zemní kolektor. Kolektor je umístěn dostatečně pod povrchem země v hloubce kolem 1,5 m vodorovně nebo svisle. V kolektoru obíhá voda s nemrznoucí směsí, která odebrané zemské teplo předává výparníku. Podle typu zeminy se výkon pohybuje od 10 až 40 W.m² [37].



Obr. 3.7: Schéma obvodu tepelného čerpadla

TČ Voda – voda

Tento systém TČ stejně jako předchozí je možno používat celoročně. Teplo odebírá z podzemní nebo povrchové vody. Hlavním předpokladem je mít dostatek této vody o dobré kvalitě, kterou odebíráme z řeky, rybníka, hloubkových vrtů či studní. Studně je nutné vybudovat v dostatečné vzdálenosti. Jedna studna by měla představovat vsakovací studnu, která musí být od druhé odběrové studny vyhloubená po proudu podzemní vody tak, aby se voda průtokem v půdě ohřála.

TČ Vzduch – voda

TČ vzduch – voda využívá jako zdroj energie teplotu okolního vzduchu. Někteří výrobci mohou uvádět u tohoto typu čerpadla pracovní teplotu do -25 °C [38], ale uživatel si musí uvědomit, že při tak nízké teplotě je účinnost velmi nízká. TČ může být sestaveno v provedení celé venkovní, kdy je jen akumulární nádrž uvnitř, nebo vnitřní, kdy jsou na výparník připojeny dva vzduchovody, kdy je jedním vzduch přiveden a druhým odveden.

3.4.3 Solární systémy

Vytápění pomocí sluneční energie patří k ekologickým způsobům. Při dnešních cenách energií je to možnost, jak snížit celkové náklady na provoz domu. Výše snížení nákladů na vytápění domu nebo pouhý ohřev TUV je ovlivněna několika faktory, jako je lokalita a s ní i spjatá nadmořská výška budovy, ale také poloha natočení zařízení a jeho velikost a v neposlední řadě také využívaná technologie. V minulých letech se sluneční energie jako nevyčerpatelný zdroj tepla začala hojně využívat a současně jsou kladeny vyšší a vyšší nároky na účinnost solárních panelů či celých solárních systémů. Solární systémy jsou instalovány v kombinaci s jiným velkokapacitním zdrojem (elektrickým kotlem, plynovým kotlem anebo kotlem na jiná paliva). Hlavní části těchto systémů jsou ploché termické kolektory anebo trubicové vakuové kolektory. Ploché termické kolektory jsou levnější než trubicové vakuové díky své jednodušší konstrukci, ale jejich cena je vyvážena nižší účinností. Trubicové vakuové kolektory mají malé tepelné ztráty díky vakuu a tím tedy i vyšší účinnost.

3.4.4 Mikrokongenerační jednotky (MKJ)

V elektrárnách jak tepelných či jaderných, při výrobě elektrické energie, anebo u spalovacích motorů, používaných k pohonu dopravních prostředků, vzniká teplo, které je málokdy využito a obvykle je volně vypouštěno do atmosféry. Teplo vzniklé při těchto procesech snižuje jejich účinnost, a na tomto základě byly vyrobeny kogenerační jednotky (KJ). KJ pracují na principu kongenerace. Kongenerace je současně používána k vytápění budov a přitom k výrobě elektrické energie. Mikrokongenerace je stejný princip jako kongenerace, liší se pouze ve výkonosti jednotky. MKJ jsou označovány jednotky do 50 kW [39]. MKJ mohou být navrženy, na kterýkoliv druh paliva od pevných, přes kapalné až k plyným palivům. Podle použitého zdroje energie je také navržen kogenerační motor, který ho spaluje a předává energii generátoru. Generátor vyrábí elektrickou energii, kterou domácnosti použijí na svoji spotřebu a přebytečnou mohou prodat do elektrické sítě. Teplo vzniklé při chodu kogeneračního motoru se využívá k vytápění objektů a k ohřevu TUV. Kongenerační zdroje mohou být:

- **Parní stroj** – může spalovat biomasu, zemní plyn, apod.,

- **Spalovací motory** – Zážehový, vznětový a Stirlingův,
- **Palivový článek.**

V současné době je nejvyužívanější kongenerační motor Stirlingův a jako palivo je použit zemní plyn. Například firma STIRLING ENERGY s.r.o. je zaměřena na výrobu těchto mikrokongeneračních jednotek. V jejich hlavní nabídce existují dva typy a to:

- **WhisperGen 1 kWe** [40]
 - Elektrický výkon 1 kW
 - Tepelný výkon 7,5 – 14,5 kW
 - Celková účinnost 99 % (elektrická 10 %)
 - Palivo: zemní plyn
- **Cleanergy 9 kWe** [41]
 - Elektrický výkon 2 – 9 kW
 - Tepelný výkon 8 – 25 kW
 - Celková účinnost 92 - 96 % (elektrická 25 %)
 - Palivo: zemní plyn, bioplyn, LPG

Mikrokongenerační jednotky mohou nahradit klasické plynové kotle, protože jejich nespornou výhodou oproti kotlům, je výroba elektřiny. Budoucnost jednotek bude zaměřena na kongenerační jednotky s palivovými články.

3.4.5 Palivový článek (PČ)

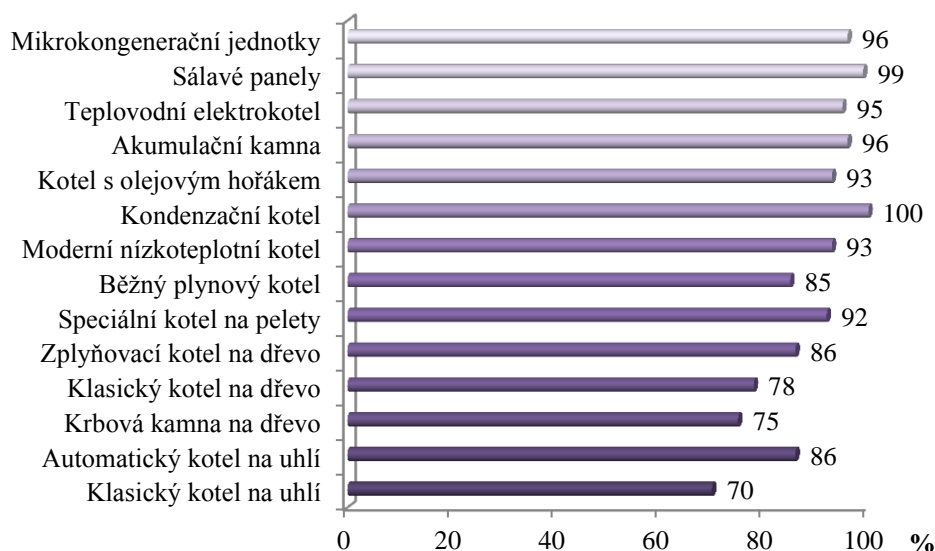
Palivový článek není žádná novinka. Už v roce 1838 [42] byl popsán jeho princip. Je založen na chemické reakci mezi elektrodami anodou, katodou a elektrolytem. Na elektrody je přidáváno palivo, jako je například vodík (anoda) a kyslík (katoda). Tato chemická reakce je opakem elektrolyzy. V současnosti existuje více druhů palivových článků, které jsou od sebe odlišeny:

- **druhem spalovaného paliva**
 - *přímé*: vodík
 - *nepřímé*: zemní plyn, methan, methanol a ethanol
- **konstrukcí** (přenosné, mobilní, stacionární a speciální)
- **využitím** (pohon dopravních prostředků, zdroj energie pro přístroje a zdroj energie pro budovy)
- **typem elektrolytu** (alkalické, polymerní membránové, s kyselinou fosforečnou, s roztavenými uhličitany a s tuhými oxidy)

Všechny druhy PČ při chemické reakci přetvářejí chemickou energii na elektrickou energii 70 % [43] a zbylou část na teplo. Proto se začaly vyrábět stacionární PČ jako zdroj energie a tepla pro obytné domy. Lidé vlastníci rodinné domy si mohou díky tomuto zdroji energie vyrábět elektřinu pro svoji spotřebu, a přebytečnou prodávat zpět do sítě, a přitom i vytápět dům nebo ohřívat TUV. Náklady na provoz domu se tím mnohonásobně sníží. Pro tyto články je používán jako palivo zemní plyn, jelikož zemní plyn je nepřímé palivo musí se z něj prvně vyrobit přímé (vodík). Tento proces je proveden: „*Reformováním vodní parou nebo tzv. parciální oxidací při vysokých teplotách vzniká vodík a oxidy uhlíku.*“ [44] Tato metoda jak vyrábět energii pro domy a vytápět je, je na počátcích, ale její vývoj jde rychle dopředu. V současnosti nejsou na trhu palivové články, které by mohli být využity jako hlavní zdroj pro vytápění a výrobu elektřiny pro rodinné domy či jiné budovy.

3.5 Porovnání zařízení

Většina zařízení poháněná elektrickou energií mají vesměs tři společné pozitivní prvky. Jsou to jejich nízké pořizovací ceny, velmi vysoká účinnost a jednoduchost provedení. Životnost elektrokotlů, přímotopů a jiných elektrických zařízení se samozřejmě liší a je daná výrobcem. Kotle na kapalná či plynná paliva mají obvykle podobnou, ne-li stejnou konstrukci. Liší se pouze typem hořáku. Jejich účinnost se odvíjí od způsobu spalování paliva, které může být standartní, nízkoteplotní a kondenzační. Životnost kotlů je srovnatelná se životností elektrických zařízení. Ovšem pokud jsou kotle spojeny do soustav s akumulací nádržemi, zásobníky na plyn či nádržemi na topný olej, začne se zvyšovat roční údržba těchto soustav, a když není pravidelně prováděna, životnost se snižuje. Pořizovací ceny těchto zařízení jsou vyšší než u elektrických, ale jejich náklady na provoz jsou nižší. U kotlů na tuhá paliva se v posledních letech velice zmodernizovalo spalování paliv, a tím se zvýšila účinnost všech těchto zařízení. Jejich účinnost není sice srovnatelná se zařízeními na plyn, olej či elektřinu, ale energie paliva je využita více. U těchto zařízení bylo zapracováno i na automatické a některá z nich nemusí být obsluhována i několik dní. Porovnání těchto kotlů s ostatními zařízeními je z většiny hledisek negativní, protože nemají tak vysokou účinnost a jejich životnost je nižší. Ovšem paliva do těchto zařízení jsou nejlevnější na trhu, a proto i jejich provoz je levný. Tepelná čerpadla jsou zařízení, která se vyznačují vysokou pořizovací cenou, ale nízkými provozními náklady. Účinnost těchto zařízení se odvíjí od ročního období. Jejich největší plus oproti ostatním zařízením je, že využívají energii z vody, vzduchu nebo země. Používání mikrokongeneračních jednotek a palivových článků není pro vytápění domů tak běžné. Tyto metody se vyznačují vysokou účinností, protože při svém provozu vyrábějí elektřinu i teplo, ale oproti ostatním zařízením jsou v počátcích vývoje. Například používání mikrokongeneračních jednotek by se v budoucnu mohlo vyrovnat kondenzačním plynovým kotlům. Pro srovnání účinností jednotlivých zařízení je uveden graf. 3.1 [45].



Graf. 3.1: Porovnání účinnosti jednotlivých zařízení

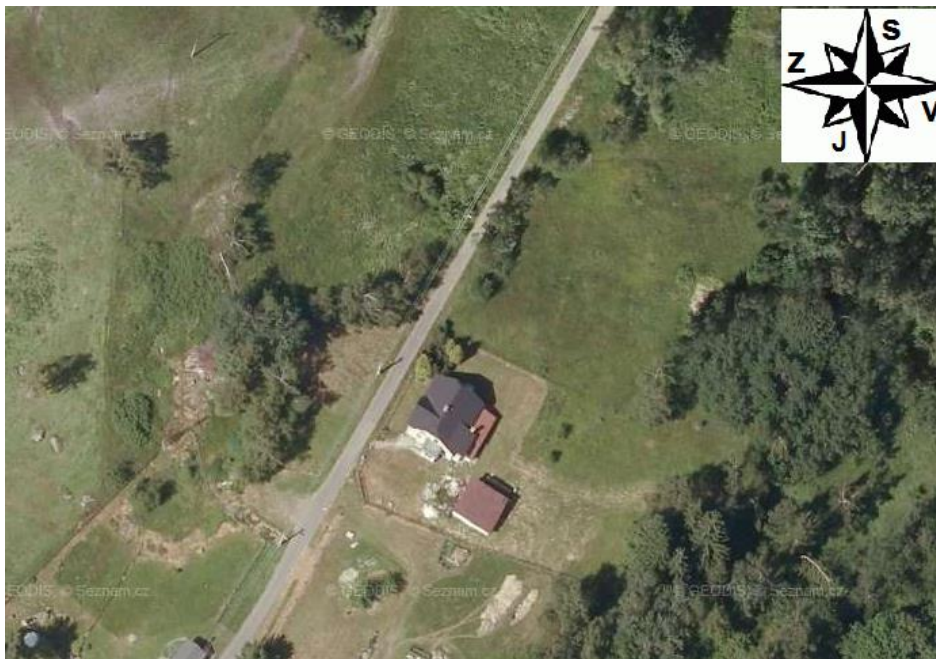
4. PŘEDBĚŽNÉ NÁVRHY PRO PŘÍPADOVOU STUDII

Možné návrhy studie musí být navrženy podle následujících bodů:

- záložní zdroje vytápění při dlouhodobějším přerušení dodávky elektrické energie,
- topný systém musí být schopný ovládat člověk bez technického vzdělání,
- nominální výkon zdroje musí být alespoň 15 kW,
- ohřev TUV.

4.1 Popis zadaného domu a současný způsob vytápění

Dům se nachází na severu Čech v Libereckém kraji v obci Nová Ves nad Nisou. Nadmořská výška domu je přibližně 655 m. n. m. Dům je dvoupodlažní, po rekonstrukci, bez zateplení a jeho zastavěná plocha je kolem 130 m². Čela domu jsou orientovaná na severovýchod a jihozápad, jak je možné vidět na dispozici obr. 4.1. Budova je postavená podél silnice přibližně ve vzdálenosti 6 metrů. Dům má velký pozemek, na kterém je vlastní studna a kůlna. Zem kolem objektu je převážně perk. Spodní voda se v závislosti na ročním období vyskytuje v hloubce 60 až 120 cm. Výpočtová zimní teplota venkovního vzduchu je -16 °C [46]. Současným zdrojem pro vytápění je elektrokotel Rejnok o výkonu 15 kW a jako záložní zdroj je zde použit kotel na uhlí DAKON o výkonu 20 kW pracující na samotíž. Tyto oba kotle dosluhují a potřebují obnovu. Není tedy možné je použít pro další využívání. Dům je obýván třemi osobami. Roční spotřeba tepla na vytápění se pohybuje do 35,5 GJ. Spotřeba teplé užitkové vody v domě na osobu na den je odhadována na 40 litrů (60 °C) [47]. Potřebná energie na ohřev TUV je určena do 14,5 GJ za rok [48]. Výkonnosti kotlů pro tento návrh budou ponechány podle současných zdrojů. Pro přesnější výpočty by ale bylo vhodné provést energický audit budovy a podle nich navrhnout výkon nových zařízení.



Obr. 4.1: Poloha domu vůči světovým stranám [49]

4.2 Elektrokotel + kotel na dřevo

Jako jeden z návrhů bude použit nový elektrokotel Protherm RAY 18K [50] a bojler na ohřev TUV o objemu 120 litrů. Celá sestava obsahuje potřebné komponenty pro komunikaci kotle se zásobníkem a je ovládána elektrokotlem. Jako záložní zdroj tepla bude použit kotel na dřevo VIADRUS U26 [51] pracující na samotiž. Technické specifikace obou kotlů jsou uvedeny v příloze 1. Tato stávající varianta vytápění bude porovnána s dalšími možnými návrhy, které budou vytvořeny na základě popisu zadaného domu (viz. Kap. 4.3 – 4.5), ze kterých budou vybrány návrhy realizovatelné. U těchto návrhů bude provedena ekonomická kalkulace návratnosti nákladů pořizovacích a provozních, které budou porovnány s tímto návrhem. Poté bude vybrán ten nejvýhodnější způsob. Ceny jednotlivých komponentů v návrhu převzaté z internetových obchodů.

POŘIZOVACÍ NÁKLADY

| Komponenty | Cena Kč bez DPH |
|---|-------------------|
| Kotel Protherm RAY 18K (viz. Příloha 1) | 12 610,00 |
| Elektrický boiler 120l (viz. Příloha 3) | 3 941,00 |
| Kotel na tuhá paliva VIADRUS U26 (viz. Příloha 1) | 18 987,75 |
| Komín 180mm (viz. Příloha 1) | 35 261,00 |
| Montážní práce | 25 000,00 |
| Sklad paliva pro záložní zdroj | 8 000,00 |
| Ostatní komponenty a práce | 15 000,00 |
| bez DPH | 106 189,75 |
| s DPH 21% | 128 489,00 |

Tab. 4.1: Pořizovací náklady návrhu s elektrokotlem

PROVOZNÍ NÁKLADY

| Elektřina | | |
|-----------------------------------|-----------|------------------|
| Účinnost kotle | % | 95,00 |
| Spotřeba domu na vytápění | GJ | 35,50 |
| Spotřeba domu na ohřev TUV | GJ | 14,50 |
| Spotřeba domu 50GJ | kWh | 13 900,00 |
| Cena za 1 kWh (D45) | Kč | 3,10 |
| Náklady na údržbu za rok | Kč | 700,00 |
| Náklady na vytápění za rok | Kč | 43 090,00 |

Tab. 4.2: Provozní náklady návrhu s elektrokotlem

4.3 Kondenzační plynový turbo-kotel + elektrocentrála

Kondenzační plynový turbo-kotel ACV PRESTIGE 18 EXCELENCE [52] v kombinaci s digitální benzínovou elektrocentrálou HERON DGI 20 Q [53] vytvoří jeden z dalších návrhů pro vytápění zadaného rodinného domu. Závěsný kondenzační kotel má maximální výkon 18 kW, který splňuje základní požadavek na výkon. Jako záložní zdroj pro dlouhodobý výpadek elektrické energie bude použita digitální benzínová elektrocentrála HERON DGI 20 Q, která nemá automatický start. Pro krátkodobé výpadky bude jistit UPS záložní zdroj Fortron UPS FSP EP 2000, 2000 VA, line interactive [54] V této oblasti bohužel neproběhla plynofikace, a proto je nutné umístění zásobníku na zkapalněný plyn. Velikost zásobníku je navržena, po započítání rezervy na 4 850 litrů.[55] To s sebou přináší zvýšení nákladů, a to zejména na údržbu a zapojení, protože zásobník musí být umístěn na pevnou nejlépe betonovou desku

minimálně 3 metry od veškerých staveb. Parametry všech zařízení použitých v tomto návrhu jsou uvedeny v příloze 2.

4.4 *Automatický kotel na pelety + elektrocentrála*

Sestava kotle na pelety Atmos D 21 P [56] je vybavena zásobníkem na pelety o velikosti 500 litrů, hořákem Atmos A25 a šnekovým dopravníkem DA1500 o délce 1,5 m a průměru 75 mm. Maximální výkon kotle je 19,5 kW. Sestava je plně automatická. Potřebný příkon kotle je při provozu 42W bez oběhového čerpadla a při spuštění 522 W. V momentu dlouhodobého výpadku energie bude kotel napájen digitální benzínovou elektrocentrálou HERON DGI 20 Q [57] a při krátkých intervalech bude potřebný příkon zajištěn Fortron UPS FSP EP 2000, 2000 VA, line interactive [58]. Ke kotli musí být zajištěn stálý přívod vzduchu a místnost vybavena protipožární ochranou. Největší negativy tohoto návrhu spočívají v umístění kotle dle bezpečnostních předpisů, v přestavbě komínu na požadovaný rozměr, přestavbě místnosti pro umístění kotle a na rozdíl od ostatních návrhů je nutné vynášet popel z kotle. Další z minusů je potřebný sklad na uskladnění pelet na roční provoz. Parametry zařízení použitých v tomto návrhu jsou uvedeny v příloze 3.

4.5 *Kombinovaný kotel na plyn a tuhá paliva + elektrocentrála*

Konstrukce kotle ATMOS DC 18SP [59] je popsána v kapitole 3.4.1 a všechny potřebné parametry budou vloženy v příloze 4.

Kotel ATMOS DC 18SP nepotřebuje na provoz dva komíny, ačkoli kombinuje spalování zkapalněného plynu a dřeva. Návrh nového komína bude ale nutný. Příslušenstvím dodávaným od výrobce je kotel automatizovaný tak, že je možné plynule přejít z vytápění jedním zdrojem na druhý.

V oblasti zadaného domů nebyla provedena plynofikace, a proto musí být do návrhu započítána umístění a instalace zásobníku na propan. Zásobník je navržen, po započtení rezerv na 2700 litrů [60]. Digitální benzínová elektrocentrála HERON DGI 20 Q [61] dodává možnost sepnutí a činnosti kotle v průběhu dlouhodobého výpadku elektrické energie. Její trvalý výkon je 1600W a maximální 1800 W. Potřebný příkon kotle při spalování plnu je bez oběhového čerpadla 120 W a při spuštění 1120 W. Elektrocentrála má 3,7 litrovou nádrž se spotřebou 0,4 l/kWh. Krátkodobé výpadky budou pokryty Fortron UPS FSP EP 2000, 2000 VA, line interactive [62]. Další technické parametry zařízení použitých v tomto návrhu jsou uvedeny v příloze 4.

5. VYBRANÉ NÁVRHY PRO EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

V této kapitole bude provedeno porovnání nákladů současného, ale inovovaného způsobu vytápění, který využívá elektrokotel se zásobníkem na TUV jako hlavní zdroj tepla a kotle na dřevo pracujícího na samotíž jako zdroje záložní. Tento návrh bude porovnán s:

- kondenzačním plynový turbo-kotel a elektrocentrálou jako záložním zdrojem
- kotlem na pelety a elektrocentrálou jako záložním zdrojem
- kotlem kombinovaným a elektrocentrálou jako záložním zdrojem

Ceny všech komponentů v kapitole 5 jsou převzaty z internetových obchodů. Návrhy jsou sestaveny pro roční spotřebu 50 GJ. Na vytápění domu je spotřebováno teplo do 35,5 GJ a na ohřev TUV je roční spotřeba energie 14,5 GJ. (viz. Kap. 4.1)

5.1 Kondenzační plynový turbo-kotel + elektrocentrála

V tomto návrhu je použit kotel, který má zařízení na ohřev TUV, a proto návrh počítá s celkovou spotřebou tepla domu. Není tedy rozdělena na vytápění a ohřev TUV.

POŘIZOVACÍ NÁKLADY

| Komponent | Cena Kč bez DPH |
|---|-------------------|
| Kotel ACV PRESTIGE 18 EXCELENCE (viz. Příloha 2) | 34 425,00 |
| Elektrocentrála HERON DGI 20 Q (viz. Příloha 2) | 19 622,00 |
| Zásobník propanu 4850l (viz. Příloha 2) | 38 500,00 |
| Turbo-komín 60/100 (viz. Příloha 2) | 6 509,00 |
| UPS záložní zdroj FORTRON EP-2000 2000VA (viz. Příloha 2) | 4 226,00 |
| Rozvody propanu | 14 000,00 |
| Betonová deska pod zásobník | 18 000,00 |
| Montážní práce | 25 000,00 |
| Ostatní komponenty a práce | 10 000,00 |
| bez DPH | 170 282,00 |
| s DPH 21% | 206 042,00 |

Tab. 5.1: Pořizovací náklady návrhu s kondenzačním turbo-kotlem

PROVOZNÍ NÁKLADY

| Propan | | |
|---|-------------------|------------------|
| Účinnost při 100% kotle (zatižení 50/30°C) | % | 106,10 |
| Účinnost při 30% kotle (zatižení 50/30°C) (EN677) | % | 108,00 |
| Výhřevnost | MJ/kg | 46,40 |
| Skladnost v kapalném stavu | kg/m ³ | 582,00 |
| Spotřeba domu 50GJ | kg | 1 078,00 |
| Objem propanu na roční provoz domu | m ³ | 1,85 |
| Cena za 1 kg (s DPH 21%) | Kč | 32,50 |
| Roční revize zásobníku a kotle | Kč | 1 700,00 |
| Čištění komínu | Kč | 500,00 |
| Náklady na údržbu za rok | Kč | 2 200,00 |
| Náklady na vytápění a ohřev TUV za rok | Kč | 32 427,00 |

Tab. 5.2: Provozní náklady návrhu s kondenzačním turbo-kotlem

5.2 Automatický kotel na pelety + elektrocentrála

V tomto návrhu je použit kotel, který nemá zařízení na ohřev TUV. Celkovou spotřebu energie je nutné ve výpočtech rozdělit na energii potřebnou na ohřev TUV a energii potřebnou na vytápění.

POŘIZOVACÍ NÁKLADY

| Komponent | Cena Kč bez DPH |
|---|-------------------|
| Sestava kotle na pelety Atmos D21P (viz. Příloha 3) | 52 725,00 |
| Elektrocentrála HERON DGI 20Q (viz. Příloha 3) | 19 622,00 |
| Komin 150mm (viz. Příloha 3) | 31 766,00 |
| Regulátor APP200 | 3706,00 |
| UPS záložní zdroj FORTRON EP-2000 2000VA (viz. Příloha 3) | 4 226,00 |
| Elektrický bojler 120l (viz. Příloha 3) | 3 941,00 |
| Čerpadlo WILO RS 25/4.3 180 12H (viz. Příloha 3) | 1 473,00 |
| Montážní práce | 30 000,00 |
| Sklad pelet | 25 000,00 |
| Ostatní komponenty a práce | 12 000,00 |
| bez DPH 21% | 180 233,00 |
| s DPH 21% | 218 082,00 |

Tab. 5.3: Pořizovací náklady návrhu s kotlem na pelety

PROVOZNÍ NÁKLADY

| Pelety | | |
|---|-------------------|------------------|
| Účinnost kotle | % | 90,00 |
| Výhřevnost | MJ/kg | 17,50 |
| Skladnost | kg/m ³ | 1 200,00 |
| Spotřeba domu na vytápění 35,5GJ | kg | 2 029,00 |
| Počet balení na rok | ks | 135 |
| Cena balení 15 kg | Kč | 77,00 |
| Servis a údržba kotle | Kč | 700,00 |
| Čištění komínu | Kč | 800,00 |
| Náklady na vytápění (bez DPH 15%) za rok | Kč | 10 395,00 |
| Náklady na vytápění (s DPH 15%) za rok | Kč | 11 954,00 |
| Elektrická energie | | |
| Spotřeba domu na ohřev TUV 13,5GJ | kWh | 3 750 |
| Cena za 1 kWh[76] (D45) | Kč | 3,10 |
| Náklady na ohřev TUV (bez DPH 21%) | Kč | 11 625,00 |
| Náklady na ohřev TUV (s DPH 21%) | Kč | 14 067,00 |
| Náklady na údržbu | Kč | 1 500,00 |
| Náklady na vytápění a ohřev TUV | Kč | 26 021,00 |

Tab. 5.4: Provozní náklady návrhu s kotlem na pelety

5.3 *Kombinovaný kotel na plyn a tuhá paliva + elektrocentrála*

Tento návrh byl ekonomickému posouzení vybrán díky možnosti kombinovat při vytápění dvě různá paliva a to propan a dřevo. Roční použití těchto paliv bude v poměru 85% propanu a 15% dřeva. Kotel není vybaven zásobníkem TUV, a proto bude na ohřev TUV používán elektrický bojler.

POŘIZOVACÍ NÁKLADY

| Komponent | Cena Kč bez DPH |
|---|-------------------|
| Kotel Atmos DC 18SP (viz. Příloha 4) | 47 466,00 |
| Elektrocentrála HERON DGI 20Q (viz. Příloha 2) | 19 622,00 |
| Zásobník propanu 2700l (viz. Příloha 4) | 28 000,00 |
| Komín 150mm (viz. Příloha 3) | 31 766,00 |
| Regulátor AP1000 | 3 915,00 |
| UPS záložní zdroj FORTRON EP-1000 1000VA (viz. Příloha 2) | 4 226,00 |
| Rozvody propanu | 13 000,00 |
| Betonová deska pod zásobník | 15 000,00 |
| Elektrický bojler 120l (viz. Příloha 3) | 3 941,00 |
| Čerpadlo WILO RS 25/4.3 180 12H (viz. Příloha 3) | 1 473,00 |
| Montážní práce | 20 000,00 |
| Sklad dřeva | 25 000,00 |
| Ostatní komponenty a práce | 15 000,00 |
| bez DPH 21% | 224 183,00 |
| s DPH 21% | 271 261,00 |

Tab. 5.5: Pořizovací náklady návrhu s kombinovaným kotlem plyn - dřevo

PROVOZNÍ NÁKLADY

| Propan | | | Dřevo | | |
|---|-------------------|--------|--|-------------------|------------------|
| Účinnost kotle | % | 90,00 | Účinnost kotle | % | 85,00 |
| Výhřevnost Propan | MJ/kg | 46,40 | Výhřevnost dřevo | MJ/kg | 14,62 |
| Skladnost | kg/m ³ | 582,00 | Skladnost | kg/m ³ | 450,00 |
| Spotřeba propanu 30GJ | kg | 646,55 | Spotřeba domu 6,5 GJ | kg | 444,60 |
| Objem propanu na roční provoz domu | m ³ | 1,11 | Objem dřeva na roční provoz domu (rovnaný) | m ³ | 1,23 |
| Cena za 1 kg | Kč | 32,50 | Cena za 1m ³ (rovnaný) | Kč | 1247,00 |
| Roční revize zásobníku a kotle | | | | Kč | 1 700,00 |
| Čištění komínu | | | | Kč | 500,00 |
| Náklady na vytápění propanem (bez DPH 21%) | | | | Kč | 23 348,00 |
| Náklady na vytápění dřívím (bez DPH 21%) | | | | Kč | 1 534,00 |
| Náklady na vytápění (bez DPH 21%) | | | | Kč | 24 882,00 |
| Elektrická energie | | | | | |
| Spotřeba domu na ohřev TUV 13,5GJ | | | | kWh | 3 750 |
| Cena za 1 kWh (D45) | | | | Kč | 3,10 |
| Náklady na ohřev TUV (bez DPH 21%) | | | | Kč | 11 625,00 |
| Náklady na údržbu za rok | | | | Kč | 2 200,00 |
| Náklady na vytápění a ohřev TUV (s DPH 21%) za rok | | | | Kč | 44 174,00 |

Tab. 5.6: Provozní náklady návrhu s kombinovaným kotlem plyn - dřevo

5.4 Vyhodnocení

Současným zdrojem vytápění daného domu je zastaralý elektrokotel, který je inovován za nový. Pro tento dům byly navrženy další tři možnosti vytápění, a to:

- Kondenzační plynový turbo-kotel
- Kotel na pelety
- Kombinovaný kotel na plyn a tuhá paliva

Tyto tři varianty jsou vybrány k ekonomickému zhodnocení návratnosti nákladů vůči současnému inovovanému zdroji vytápění.

| Návrhy | Elektrokotel | Plynový kotel | Kotel na pelety | Kotel na plyn a tuhá paliva |
|--------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------------------|
| N _i - investiční náklady | 128 489,00 Kč | 206 042,00 Kč | 218 082,00 Kč | 271 261,00 Kč |
| N _u - náklady na údržbu | 700,00 Kč | 2 200,00 Kč | 1 500,00 Kč | 2 200,00 Kč |
| N _v - náklady na vytápění | 43 090,00 Kč | 32 427,00 Kč | 26 021,00 Kč | 44 174,00 Kč |

Tab. 5.7: Srovnání nákladů všech čtyř variant

5.4.1 Ekonomická návratnost při zvyšování cen vlivem inflace

Hodnocení návratnosti nákladů se započítáním inflace. Hodnoty dosažené v tab. 5.7 byly získány po dosazení do následujícího vzorce:

$$N_C = N_I + N_{n-1} + (N_U + N_P) \cdot (1 + \Pi)^n$$

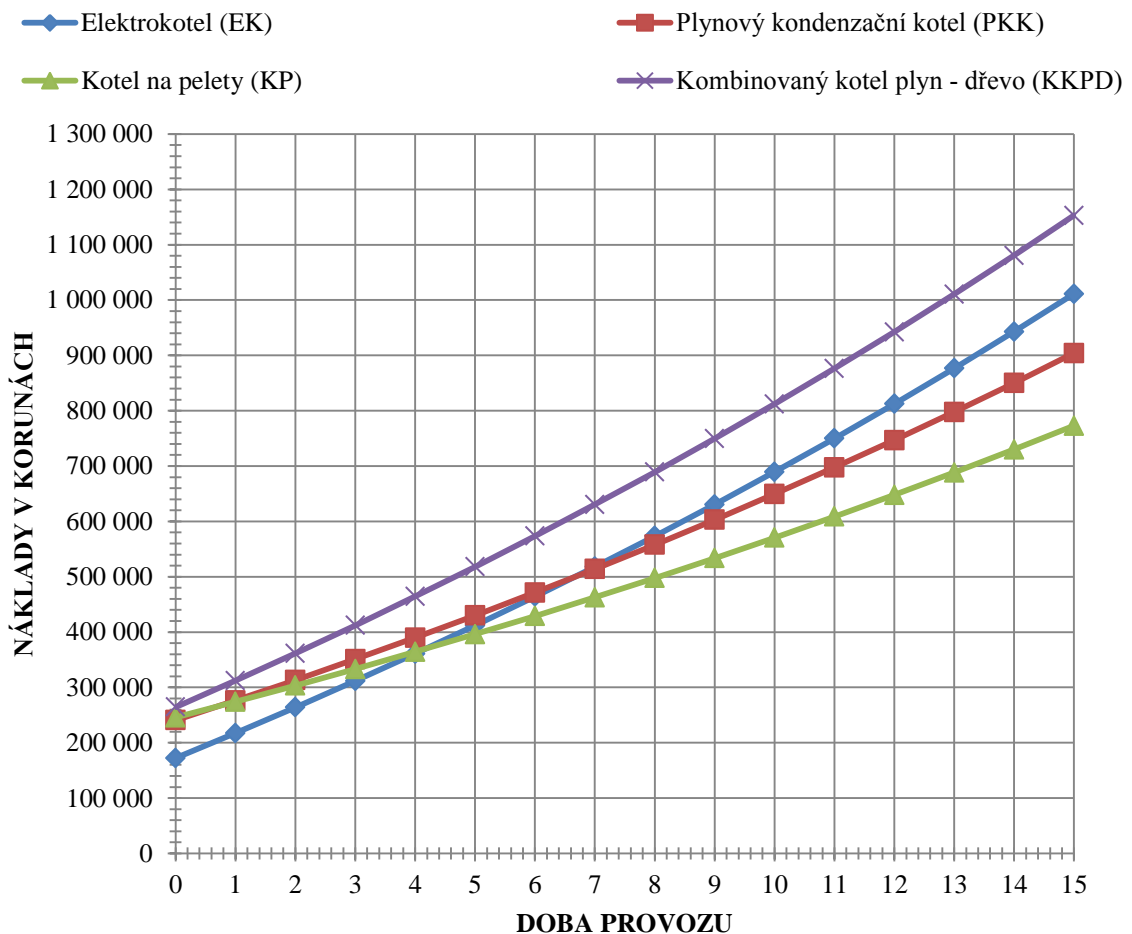
- N_C celkové kumulativní náklady k danému období
- N_I investiční náklady
- N_U náklady na údržbu
- N_P náklady na provoz (vytápění a ohřev TUV)
- N_{n-1} kumulované provozní náklady předešlého období
- Π inflace za období 2/2012 až 2/2013 (podle ČSÚ 3%)
- n počet let od provedení počáteční investice

| | | Elektrokotel (EK) | | | | Plynový kondenzační kotel (PKK) | | | | Rozdíl PKK a EK |
|----------------|---|-------------------|----------------|------------------|----------------|---------------------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------------|
| N _i | | 128 489,00 Kč | | | | 206 042,00 Kč | | | | |
| n | | N _u | N _v | N _{n-1} | N _c | N _u | N _v | N _{n-1} | N _c | |
| | 0 | | 700 | 43 090 | - | 172 279 | 2 200 | 32 427 | - | 240 669 |
| 1 | | 721 | 44 383 | 43 790 | 217 383 | 2 266 | 33 400 | 34 627 | 276 335 | 58 952 |
| 2 | | 743 | 45 714 | 88 894 | 263 840 | 2 334 | 34 402 | 70 293 | 313 071 | 49 231 |
| 3 | | 765 | 47 086 | 135 351 | 311 690 | 2 404 | 35 434 | 107 029 | 350 908 | 39 218 |
| 4 | | 788 | 48 498 | 183 201 | 360 976 | 2 476 | 36 497 | 144 866 | 389 881 | 28 905 |
| 5 | | 811 | 49 953 | 232 487 | 411 741 | 2 550 | 37 592 | 183 839 | 430 024 | 18 283 |
| 6 | | 836 | 51 452 | 283 252 | 464 028 | 2 627 | 38 720 | 223 982 | 471 370 | 7 342 |
| 7 | | 861 | 52 995 | 335 539 | 517 884 | 2 706 | 39 881 | 265 328 | 513 957 | -3 927 |
| 8 | | 887 | 54 585 | 389 395 | 573 356 | 2 787 | 41 078 | 307 915 | 557 821 | -15 535 |
| 9 | | 913 | 56 223 | 444 867 | 630 492 | 2 871 | 42 310 | 351 779 | 603 002 | -27 491 |
| 10 | | 941 | 57 909 | 502 003 | 689 342 | 2 957 | 43 579 | 396 960 | 649 538 | -39 805 |
| 11 | | 969 | 59 647 | 560 853 | 749 958 | 3 045 | 44 887 | 443 496 | 697 469 | -52 489 |
| 12 | | 998 | 61 436 | 621 469 | 812 392 | 3 137 | 46 233 | 491 427 | 746 839 | -65 553 |
| 13 | | 1 028 | 63 279 | 683 903 | 876 699 | 3 231 | 47 620 | 540 797 | 797 690 | -79 009 |
| 14 | | 1 059 | 65 177 | 748 210 | 942 935 | 3 328 | 49 049 | 591 648 | 850 067 | -92 869 |
| 15 | | 1 091 | 67 133 | 814 446 | 1 011 159 | 3 428 | 50 520 | 644 025 | 904 014 | -107 145 |

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

| n | Kotel na pelety (KP) | | | | Rozdíl KP a EK | Kombinovaný kotel plyn - dřevo (KKPD) | | | | Rozdíl KKDP a EK |
|-------|----------------------|--------|-----------|----------------|-------------------|---------------------------------------|--------|-----------|-----------|------------------------|
| | N_U | N_V | N_{n-1} | N_C | | N_U | N_V | N_{n-1} | N_C | |
| N_I | 218 082,00 Kč | | | | | 271 261,00 Kč | | | | |
| 0 | 1 500 | 26 021 | - | 245 603 | 73 324 | 2 200 | 44 174 | - | 264 456 | 92 177 |
| 1 | 1 545 | 26 802 | 27 521 | 273 950 | 56 567 | 2 266 | 45 499 | 46 374 | 312 221 | 94 839 |
| 2 | 1 591 | 27 606 | 55 868 | 303 147 | 39 307 | 2 334 | 46 864 | 94 139 | 361 419 | 97 580 |
| 3 | 1 639 | 28 434 | 85 065 | 333 220 | 21 530 | 2 404 | 48 270 | 143 337 | 412 094 | 100 403 |
| 4 | 1 688 | 29 287 | 115 138 | 364 195 | 3 219 | 2 476 | 49 718 | 194 012 | 464 288 | 103 312 |
| 5 | 1 739 | 30 165 | 146 113 | 396 099 | -15 642 | 2 550 | 51 210 | 246 206 | 518 048 | 106 307 |
| 6 | 1 791 | 31 070 | 178 017 | 428 961 | -35 068 | 2 627 | 52 746 | 299 966 | 573 421 | 109 393 |
| 7 | 1 845 | 32 003 | 210 879 | 462 808 | -55 076 | 2 706 | 54 328 | 355 339 | 630 455 | 112 571 |
| 8 | 1 900 | 32 963 | 244 726 | 497 671 | -75 685 | 2 787 | 55 958 | 412 373 | 689 200 | 115 844 |
| 9 | 1 957 | 33 952 | 279 589 | 533 579 | -96 913 | 2 871 | 57 637 | 471 118 | 749 708 | 119 216 |
| 10 | 2 016 | 34 970 | 315 497 | 570 565 | -118 777 | 2 957 | 59 366 | 531 626 | 812 031 | 122 688 |
| 11 | 2 076 | 36 019 | 352 483 | 608 661 | -141 297 | 3 045 | 61 147 | 593 949 | 876 223 | 126 265 |
| 12 | 2 139 | 37 100 | 390 579 | 647 899 | -164 493 | 3 137 | 62 982 | 658 141 | 942 341 | 129 949 |
| 13 | 2 203 | 38 213 | 429 817 | 688 315 | -188 384 | 3 231 | 64 871 | 724 259 | 1 010 443 | 133 744 |
| 14 | 2 269 | 39 359 | 470 233 | 729 943 | -212 993 | 3 328 | 66 817 | 792 361 | 1 080 588 | 137 653 |
| 15 | 2 337 | 40 540 | 511 861 | 772 820 | -238 339 | 3 428 | 68 822 | 862 506 | 1 152 837 | 141 678 |

Tab. 5.8: Ekonomická návratnost při zvyšování cen vlivem inflace [63]



Graf. 5.1: Ekonomická návratnost při zvyšování cen vlivem inflace [63]

V této kapitole byla hodnocena návratnost nákladů, kdyby se ceny energií zvyšovaly pouze za pomoci inflace ve výši 3 %. Porovnáván byl inovovaný návrh elektrokotle s třemi dalšími novými návrhy. V případě návrhu elektrokotle jsou celkové investice náklady po 7 letech 517 884 korun. Při vytápění plynovým kondenzačním kotlem jsou už náklady po 7 letech o 3 927 korun nižší. Při využití kotle na pelety je doba návratnosti nákladů jen 5 let. U pětiročního provozu elektrokotle jsou celkové investice a náklady na provoz 411 741 korun a u kotle na pelety je to o 15 642 korun méně. Poslední třetí návrh se z hlediska zvyšování cen vlivem inflace nevyplatí, protože náklady jsou během 15 let životnosti ze všech těchto zařízení nejvyšší, a proto by nebylo vhodné ho realizovat. Návratnost nákladu u návrhu plynového kondenzačního kotle a kotle na pelety je přívětivá. Musíme ovšem připustit, že zvyšování cen pouze inflací není reálné, a proto následuje další kapitola a to návratnost nákladů se započtením růstu cen energií.

5.4.2 Ekonomická návratnost se započtením růstu cen energií a paliv

Ceny energií a paliv se den od dne mění, a proto je nutné započítat jejich průměrný růst do návratnosti nákladu. Pro tento způsob bude použit následující vzorec:

$$N_C = N_I + N_{n-1} + N_U \cdot (1+I)^n + N_V \cdot (1+g)^n + N_{TUV} \cdot (1+g)^n$$

- N_V náklady na vytápění
- N_{TUV} náklady na ohřev TUV
- g míra růstu cen paliv a energie

Pro zjištění míry růstu cen paliv a energie, jsou k dispozici tyto dvě tabulky.

| Vývoj cen elektřiny [64] | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| roky | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| cena za 1 kW (kč) | 1,333 | 1,504 | 1,813 | 1,936 | 1,800 | 1,981 | 2,144 | 2,243 |
| Vývoj cen propanu [65] | | | | | | | | |
| roky | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| cena za 1 l (kč) | 13,500 | 14,500 | 16,000 | 12,500 | 14,900 | 16,900 | 18,600 | 17,900 |
| Vývoj cen dřevěných pelet [66] | | | | | | | | |
| roky | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| cena za 1kg (kč) | 5,000 | 5,810 | 3,820 | 5,380 | 5,240 | 5,420 | 5,530 | 6,120 |
| Vývoj ceny palivového dřeva [66] | | | | | | | | |
| roky | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| cena za 1kg (kč) | 1,450 | 2,390 | 1,730 | 2,180 | 2,210 | 2,370 | 2,850 | 3,390 |

Tab. 5.9: Přehled cen paliv na spotřebitelském trhu

| Indexy růstu cen na spotřebitelském trhu | | | | | | | | |
|--|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| druh paliva | roky | 2007/2006 | 2008/2007 | 2009/2008 | 2010/2009 | 2011/2010 | 2012/2011 | 2013/2012 |
| elektřina | | 1,128 | 1,205 | 1,068 | 0,930 | 1,101 | 1,082 | 1,046 |
| propan | | 1,074 | 1,103 | 0,781 | 1,192 | 1,134 | 1,101 | 0,962 |
| dřevěné pelety | | 1,162 | 0,657 | 1,408 | 0,974 | 1,034 | 1,020 | 1,107 |
| palivové dřevo | | 1,648 | 0,724 | 1,260 | 1,014 | 1,072 | 1,203 | 1,189 |

Tab. 5.10: Indexy růstu cen na spotřebitelském trhu

Míra růstu ceny elektrické energie

$$\bar{x}_g = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N x_i}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{1,128 \cdot 1,205 \cdot 1,068 \cdot 0,930 \cdot 1,101 \cdot 1,082 \cdot 1,046}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{1,683}$$

$$\bar{x}_g = 1,077$$

$$\bar{x}_g = 107,7\%$$

Míra růstu ceny propanu

$$\bar{x}_g = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N x_i}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{1,074 \cdot 1,103 \cdot 0,781 \cdot 1,192 \cdot 1,134 \cdot 1,101 \cdot 0,962}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{1,326}$$

$$\bar{x}_g = 1,041$$

$$\bar{x}_g = 104,1\%$$

Míra růstu ceny dřevěných pelet

$$\bar{x}_g = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N x_i}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{1,162 \cdot 0,657 \cdot 1,408 \cdot 0,974 \cdot 1,034 \cdot 1,020 \cdot 1,107}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{1,224}$$

$$\bar{x}_g = 1,029$$

$$\bar{x}_g = 102,9\%$$

Míra růstu cen palivového dřeva

$$\bar{x}_g = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N x_i}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{1,648 \cdot 0,724 \cdot 1,260 \cdot 1,014 \cdot 1,072 \cdot 1,203 \cdot 1,189}$$

$$\bar{x}_g = \sqrt[7]{2,338}$$

$$\bar{x}_g = 1,129$$

$$\bar{x}_g = 112,9\%$$

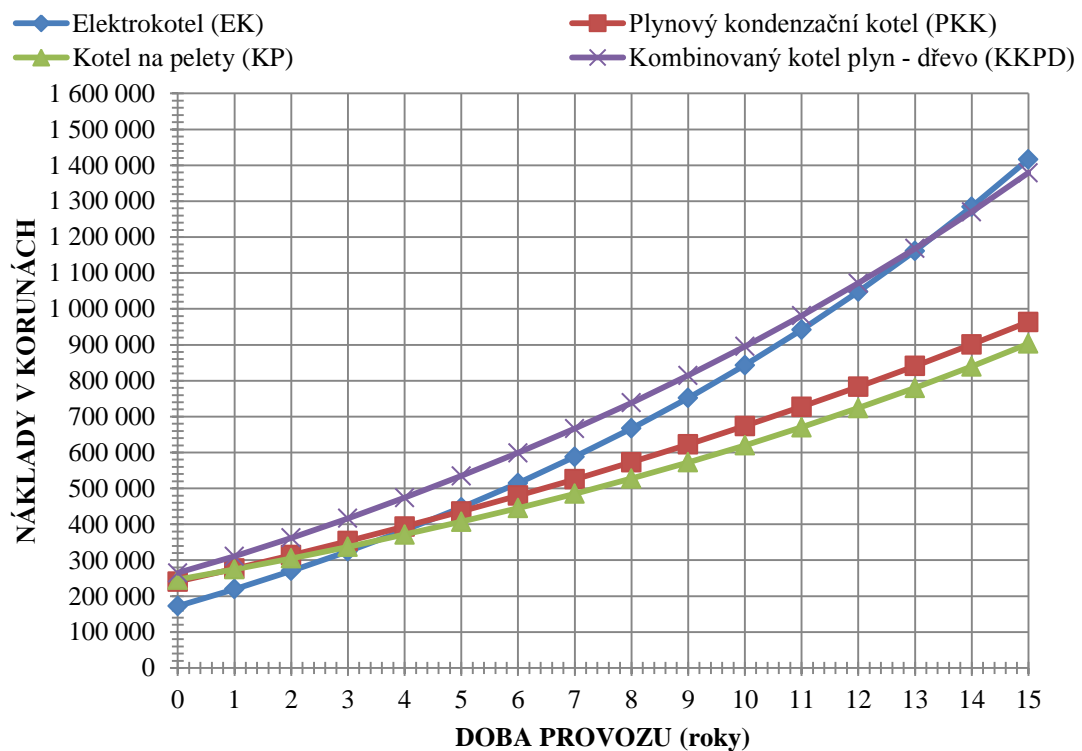
Z výpočtů je patrný růst elektrické energie i paliv. U elektrické energie je zvýšení ceny způsobeno díky příspěvkům na obnovitelné zdroje energie (OZE). Ceny elektrické energie se zvednou ročně v průměru o 7,7 %. U propanu je růst jen 4,1 %, protože toto palivo není moc rozšířené díky plynofikaci a použití zemního plynu. Nejnižší růst zaznamenávají dřevěné pelety, a to pouhých 2,9 %. Nejvyšší růst cen zažívá v posledních letech palivové dřevo, protože je to jeden z nejlevnějších zdrojů energie a zvyšuje se po něm poptávka. Mnoho domácností se vrací k topení dřevem.

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

| Elektrokotel (EK) | | | | | | Plynový kondenzační kotel (PKK) | | | | | | Rozdíl PKK a EK | |
|----------------------|---------------|---------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------------|--------|----------------|-----------------|-----------|-----------|------------------------|---------|
| N_f | 128 489,00 Kč | | | | | 206 042,00 Kč | | | | | | | |
| n | N_U | N_V | | N_{n-1} | N_C | N_U | N_V | | N_{n-1} | N_C | | | |
| 0 | 700 | 43 090 | | - | 172 279 | 2 200 | 32 427 | | - | 240 669 | 68 390 | | |
| 1 | 721 | 46 408 | | 43 790 | 219 408 | 2 266 | 33 757 | | 34 627 | 276 692 | 57 284 | | |
| 2 | 743 | 49 981 | | 90 919 | 270 132 | 2 334 | 35 141 | | 70 650 | 314 166 | 44 034 | | |
| 3 | 765 | 53 830 | | 141 643 | 324 727 | 2 404 | 36 581 | | 108 124 | 353 151 | 28 425 | | |
| 4 | 788 | 57 975 | | 196 238 | 383 489 | 2 476 | 38 081 | | 147 109 | 393 709 | 10 219 | | |
| 5 | 811 | 62 439 | | 255 000 | 446 740 | 2 550 | 39 642 | | 187 667 | 435 901 | -10 838 | | |
| 6 | 836 | 67 247 | | 318 251 | 514 822 | 2 627 | 41 268 | | 229 859 | 479 796 | -35 026 | | |
| 7 | 861 | 72 425 | | 386 333 | 588 108 | 2 706 | 42 960 | | 273 754 | 525 462 | -62 646 | | |
| 8 | 887 | 78 001 | | 459 619 | 666 996 | 2 787 | 44 721 | | 319 420 | 572 970 | -94 026 | | |
| 9 | 913 | 84 007 | | 538 507 | 751 917 | 2 871 | 46 555 | | 366 928 | 622 395 | -129 522 | | |
| 10 | 941 | 90 476 | | 623 428 | 843 333 | 2 957 | 48 463 | | 416 353 | 673 815 | -169 519 | | |
| 11 | 969 | 97 443 | | 714 844 | 941 745 | 3 045 | 50 450 | | 467 773 | 727 311 | -214 435 | | |
| 12 | 998 | 104 946 | | 813 256 | 1 047 689 | 3 137 | 52 519 | | 521 269 | 782 966 | -264 723 | | |
| 13 | 1 028 | 113 027 | | 919 200 | 1 161 743 | 3 231 | 54 672 | | 576 924 | 840 869 | -320 874 | | |
| 14 | 1 059 | 121 730 | | 1 033 254 | 1 284 532 | 3 328 | 56 914 | | 634 827 | 901 110 | -383 421 | | |
| 15 | 1 091 | 131 103 | | 1 156 043 | 1 416 725 | 3 428 | 59 247 | | 695 068 | 963 785 | -452 940 | | |
| Kotel na pelety (KP) | | | | | | Kombinovaný kotel plyn - dřevo (KKPD) | | | | | | Rozdíl KKPD a EK | |
| N_f | 218 082,00 Kč | | | | | 271 261,00 Kč | | | | | | | |
| n | N_U | N_V | N_{TUV} | N_{n-1} | N_C | Rozdíl PK a EK | N_U | dřevo N_V | propan N_V | N_{TUV} | N_{n-1} | N_C | |
| 0 | 1 500 | 11 954 | 14 067 | - | 245 603 | 73 324 | 2 200 | 1 856 | 28 251 | 14 066 | - | 264 455 | 92 176 |
| 1 | 1 545 | 12 301 | 15 150 | 27 521 | 274 599 | 55 191 | 2 266 | 2 095 | 29 409 | 15 149 | 46 373 | 310 828 | 91 420 |
| 2 | 1 591 | 12 657 | 16 317 | 56 517 | 305 164 | 35 032 | 2 334 | 2 366 | 30 615 | 16 316 | 95 293 | 362 295 | 92 163 |
| 3 | 1 639 | 13 024 | 17 573 | 87 082 | 337 401 | 12 674 | 2 404 | 2 671 | 31 870 | 17 572 | 146 923 | 416 635 | 91 909 |
| 4 | 1 688 | 13 402 | 18 926 | 119 319 | 371 418 | -12 072 | 2 476 | 3 015 | 33 177 | 18 925 | 201 440 | 474 039 | 90 550 |
| 5 | 1 739 | 13 791 | 20 384 | 153 336 | 407 331 | -39 409 | 2 550 | 3 404 | 34 537 | 20 382 | 259 034 | 534 709 | 87 969 |
| 6 | 1 791 | 14 191 | 21 953 | 189 249 | 445 266 | -69 556 | 2 627 | 3 844 | 35 953 | 21 952 | 319 908 | 598 864 | 84 042 |
| 7 | 1 845 | 14 602 | 23 643 | 227 184 | 485 356 | -102 751 | 2 706 | 4 339 | 37 427 | 23 642 | 384 283 | 666 741 | 78 633 |
| 8 | 1 900 | 15 026 | 25 464 | 267 274 | 527 746 | -139 250 | 2 787 | 4 899 | 38 962 | 25 462 | 452 397 | 738 594 | 71 598 |
| 9 | 1 957 | 15 461 | 27 425 | 309 664 | 572 590 | -179 327 | 2 871 | 5 531 | 40 559 | 27 423 | 524 508 | 814 700 | 62 783 |
| 10 | 2 016 | 15 910 | 29 536 | 354 508 | 620 052 | -223 281 | 2 957 | 6 245 | 42 222 | 29 534 | 600 892 | 895 357 | 52 024 |
| 11 | 2 076 | 16 371 | 31 811 | 401 970 | 670 310 | -271 435 | 3 045 | 7 050 | 43 953 | 31 809 | 681 850 | 980 890 | 39 144 |
| 12 | 2 139 | 16 846 | 34 260 | 452 228 | 723 555 | -324 134 | 3 137 | 7 960 | 45 755 | 34 258 | 767 707 | 1 071 647 | 23 958 |
| 13 | 2 203 | 17 335 | 36 898 | 505 473 | 779 991 | -381 753 | 3 231 | 8 987 | 47 631 | 36 896 | 858 817 | 1 168 009 | 6 265 |
| 14 | 2 269 | 17 837 | 39 739 | 561 909 | 839 836 | -444 696 | 3 328 | 10 146 | 49 584 | 39 737 | 955 561 | 1 270 388 | -14 144 |
| 15 | 2 337 | 18 355 | 42 799 | 621 754 | 903 327 | -513 398 | 3 428 | 11 455 | 51 617 | 42 796 | 1 058 356 | 1 379 232 | -37 493 |

Tab. 5.11: Ekonomická návratnost nákladů se započtením růstu cen energií a paliv [67]

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie



Graf. 5.2: Ekonomická návratnost nákladů se započtením růstu cen energií a paliv [67]

Doba návratnosti nákladů se započtením míry růstu cen paliv a energií se oproti vlivu inflace na první pohled snížila. Kdyby se růst cen vyvíjel podle našich vypočtených údajů, tak by nejméně příznivě skončil návrh elektrokotle. Při použití návrhu elektrokotle by se investice a náklady na 15 let provozu vyšplhaly na 1 416 725 korun. Všechny ostatní návrhy by měly investice a náklady na provoz nižší. Provozem kombinovaného kotle by se za 15 let ušetřilo 37 493 korun. Náklady na provoz plynového kondenzačního kotle v období patnácti let by byly nižší oproti elektrokotli o 452 940 korun a nejnižší náklady na provoz by měl mít automatický kotel na spalování pelet, a to 903 327 korun.

Nejnižší pořizovací náklady, jak je vidět v tab. 5.10 i v graf. 5.2, jsou u návrhu s elektrokotlem. Naopak nejvyšší pořizovací náklady jsou u použití kombinovaného kotle plyn – dřevo.

Pro vytápění zadaného domu by bylo vhodné zvolit jeden z návrhů:

- Kondenzační plynový turbo-kotel + elektrocentrála
- Kotel na pelety + elektrocentrála.

Jejich cenové náklady se při provozu v průběhu 15 let liší přibližně o 60 000 korun pro kotel na pelety. Pro správnou volbu je ale zapotřebí zvážit i ostatní hlediska. Kotel na pelety je na rozdíl od turbo-kotle na propan nutné obsluhovat při doplňování paliva a čistit od popele. Mělo by být ale také zváženo, že mimo topnou sezónu může být kotel na pelety zcela odstaven, protože pro ohřev TUV je zde navržen elektrický bojler. Plynový turbo-kotel musí být v provozu celoročně. Jejich záložní zdroj je naprosto stejný. Je to elektrocentrála HERON DGI 20 Q, na kterou je možné napojit i několik světel při případném výpadku energie.

6. ZÁVĚR

Cílem práce bylo zpracovat rešerši z oblasti lokálních zdrojů vytápění rodinných domů zaměřené na problematiku volby konkrétních zdrojů tepelné energie a zpracovat základní návrh zdroje vytápění rodinného domu. Existuje několik zdrojů, které se dají využít k vytápění rodinných domů, a to od elektřiny, přes plynná paliva, jako je zemní plyn nebo propan-butan a propan, ke kapalným a tuhým palivům.

Elektrická energie je, co se týče výhod, ideálním zdrojem, jelikož je dostupná a nenáročná na obsluhu, ale z finančního hlediska je to zdroj vytápění, který je velice nákladný. Ve srovnání s ostatními zdroji vytápění je tato možnost nejdražším způsobem. Plynná paliva používaná v současné době k vytápění jsou zemní plyn a propan či směs propan-butanu. Zemní plyn je oproti elektrické energii sice levnější variantou, ale plynofikace není zcela rozšířena po celém území republiky. Na místech, kde plynofikace neproběhla, je možné plynem vytápět v podobě propanu či propan-butanu. Tyto plyny jsou uchovávány v zásobnících nadzemních nebo zemních ve zkapalněné podobě. Zásobníky musí vyhovovat přísným normám a jejich životnost se pohybuje do 20 let.

Jedním z nejméně využívaných způsobů vytápění v České republice je vytápění pomocí kapalných paliv, kterými jsou topné oleje. Na druhé straně způsob vytápění, ke kterému se stále častěji rodinné domy s růstem cen elektrické energie a cen zemního plynu vracejí, je vytápění tuhými palivy. Fosilní paliva jako je černé a hnědé uhlí je částečně na ústupu. Biomasa neboli tuhá paliva z obnovitelných zdrojů jsou zdrojem, který je nejlevnějším způsobem vytápění a je často preferovaný.

Pouhé zdroje však k vytápění nestačí a je potřeba také zvolit dobře zařízení, které bude vytápění vykonávat. Zařízení je celá řada. V této práci byla jednotlivá zařízení utříděná podle použitého zdroje a u každého byl připojen krátký popis funkcí. Jsou zde uvedeny elektrická, plynová a olejová zařízení, spalovací zařízení tuhých paliv a dále ještě kombinované kotle, tepelná čerpadla a solární systémy, či další ne tak často využívaná zařízení.

Pro praktickou část byl určen dům vytápěný zastaralým elektrokotlem a kotlem na tuhá paliva jako záložním zdrojem. Tato varianta vytápění byla inovována a následně byla porovnána s dalšími možnými návrhy, které byly vytvořeny na základě popisu zadaného domu. Pro dům bylo navrženo pět nových návrhů vytápění, ze kterých byly po zvážení výhod a nevýhod vybrány tři návrhy, které byly podrobeny ekonomické analýze a porovnány s možností vytápění pomocí elektrokotle. Vybranými návrhy byly:

- *Kondenzační plynový turbo-kotel + elektrocentrála*
- *Kotel na pelety + elektrocentrála*
- *Kombinovaný kotel dřevo- plyn + elektrocentrála*

U jednotlivých návrhů byly posuzovány pořizovací a provozní náklady z hlediska:

- Návratnosti nákladů vlivem inflace
- Návratnosti nákladů vlivem míry růstu cen energií a paliv

Na základě těchto údajů byl za nejvýhodnější návrh pro vybraný dům zvolen kotel na pelety s elektrocentrálou jako záložním zdrojem. Jeho pořizovací cena je 218 082 korun, která by sice ve srovnání s elektrokotlem byla o 89 593 korun vyšší, ale provoz tohoto zařízení by byl díky ceně pelet každým rokem o více jak 17 tis. korun nižší.

Návratnost nákladů vlivem růstu inflace by u zvoleného zařízení byla méně jak 5 let a při porovnání návratnosti nákladů s přispěním současného růstu cen energií a paliv by měla být návratnost pouhé 4 roky. Patnáctiletým provozem kotle na pelety by majitel domu mohl ušetřit až 513 tis. korun oproti vytápění současným způsobem.

LITERATURA:

- [1] KOLONIČNÝ, J., BOGOCZOVÁ, V., HORÁK, J., *Postupy správného topení*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2010. 130s. – 23s. ISBN 978-80-248-2255-6
- [2] Elektřina - aktuální a historické ceny elektřiny. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/komodity/index.asp?A=5&idk=142&od=29.9.2003&curr=CZK&unit=&lg=1&MAXROWS=20>
- [3] CENA ELEKTRINY 2013, SROVNÁNÍ CEN. [online]. [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/elektrina/>
- [4] Přehled cen elektrické energie. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-elektricke-energie>
- [5] Vlastní zpracování ceny čerpány z: Ceník elektřiny skupiny ČEZ. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: http://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2013/cez_cz_ele_cenikmoo_2013_sdruzeny175-web.pdf
- [6] Vlastní zpracování ceny čerpány z: Kalkulačka cen elektřiny pro domácnosti. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.energieodpre.cz/cs/produkty/domacnosti/kalkulacka-elektriny-pro-domacnosti/>
- [7] Vlastní zpracování ceny čerpány z: Produktová řada Elektřina Trend. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.eon.cz/file/edee/cs/domacnosti/produkty-a-ceny-elektriny/eon-cenik-trend-d-ecd-2013-leden.pdf>
- [8] Zemní plyn: Historie plynárenství. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/historie/default.htm>
- [9] Zemní plyn - aktuální a historické ceny zemního plynu, graf vývoje ceny zemního plynu - od 10.3.2010 - měna CZK 1000 m3. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: http://www.kurzy.cz/komodity/nr_index.asp?A=5&idk=43&od=10.3.2010&curr=CZK&unit=1000%20m3&lg=1
- [10] Z čeho se skládá cena plynu. [online]. [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/plyn/clanky-1/z-ceho-se-sklada-cena-plynu.aspx>
- [11] Z čeho se skládá cena plynu. [online]. [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/plyn/clanky-1/z-ceho-se-sklada-cena-plynu.aspx>
- [12] Co je propan-butan. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.tomegas.cz/co-je-propan-butan/>
- [13] Primagas - Plyn v zásobnících. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.primagas.cz/nabizime/plyn-vzasobnicich/>
- [14] Výhřevnosti paliv - TZB - výhřevnost paliv. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>
- [15] Výhřevnosti paliv. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>
- [16] Popel. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Popel>
- [17] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnaní-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
- [18] Přímotopné konvektory. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/teplo-voda-vzduch/vytapani/prehled-ruznych-reseni/primotopne-konvektory.html>
- [19] Elektrické přímotopy: Rychle zahřejí a nezruinují nás. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/elektricke-primotopy-rychle-zahreji-a-nezruinuji-nas.aspx>
- [20] Elektrické koupelnové radiátory. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.akoupeľnyatopeni.cz/topeni/radiatory-koupeľnove/elektricke-koupeľnove-radiatory/>
- [21] Elektrokotle Kopřiva - charakteristika. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.kopriva.cz/elektrokotle.html>
- [22] Akumulační kamna. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/teplo-voda-vzduch/vytapani/prehled-ruznych-reseni/akumulacni-kamna.html>
- [23] LÁZŇOVSKÝ, M., KUBÍN, M., FISCHER, P., V. *Vytápění rodinných domků*. Praha: T. Malina, 1996. 488 s. - 128 s. ISBN 80-901975-2-3
- [24] Elektrická kamna | Komfortní vytápění objektů bez obsluhy. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.krbari-kamnari.cz/kamna/elektricka-kamna.php>
- [25] POČÍNKOVÁ, M., TREUOVÁ, L., V. *Edice stavíme: Vytápění tepelná pohoda za minimální náklady*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. 151 s. – 78 s. ISBN 978-80-251-3329-3
- [26] Kotle plynové kondenzační - ekologie a vysoká účinnost topení. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove/kondenzacni.php>
- [27] Vytápění kapalnými palivy – princip a použití. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.infobydleni.cz/news/vytapani-kapalnymi-palivy-princip-a-vyuziti>
- [28] POČÍNKOVÁ, M., TREUOVÁ, L., V. *Edice stavíme: Vytápění tepelná pohoda za minimální náklady*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. 149 s. – 88 s. ISBN 978-80-251-3329-3

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

- [29] POČÍNKOVÁ, M., TREUOVÁ, L., V. *Edice stavíme: Vytápění tepelná pohoda za minimální náklady*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. 150 s. – 88 s. ISBN 978-80-251-3329-3
- [30] Kotle Varimatik a Varikot: spalování tuhých paliv s nižšími emisemi - TZB - info. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/zdroje-tepla/7253-kotle-varimatik-a-varikot-spalovani-tuhych-paliv-s-nizsimi-emisemi>
- [31] POČÍNKOVÁ, M., TREUOVÁ, L., V. *Edice stavíme: Vytápění tepelná pohoda za minimální náklady*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. 151 s. – 88 s. ISBN 978-80-251-3329-3
- [32] KOLONIČNÝ, J., BOGOCZOVÁ, V., HORÁK, J., V. *Postupy správného topení*. Ostrava: Vysoká škola báňská – TUO, 2010. 131 s. – 28 s. ISBN 978-80-248-2255-6
- [33] Krbové vložky nebo kamna? [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.ceskykutil.cz/energie/energie-a-vytapani/krbove-vlozky-nebo-kamna>
- [34] Kombi kolte na dřevo, pelety, ETO a zemní plyn. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-003>
- [35] POČÍNKOVÁ, M., TREUOVÁ, L., V. *Edice stavíme: Vytápění tepelná pohoda za minimální náklady*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. 151 s. – 94 s. ISBN 978-80-251-3329-3
- [36] TEPELNÁ ČERPADLA. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.maruko.cz/cerpadlo2.htm>
- [37] POČÍNKOVÁ, M., TREUOVÁ, L., V. *Edice stavíme: Vytápění tepelná pohoda za minimální náklady*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. 151 s. – 88 s. ISBN 978-80-251-3329-3
- [38] Tepelné čerpadlo vzduch/voda: Ekologické vytápění pro každého. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://eon.energieplus.cz/ekologicka-energie/tepelna-cerpadla-1/tepelne-cerpadlo-vzduch-voda-ekologicke-vytapani-pro-kazdeho>
- [39] Mikrokogenerace. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.mikrokogenerace.cz/co-je-mikrokogenerace/>
- [40] Mikrokogenerační jednotka WhisperGen 1 kWe. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.stirlingenergy.cz/obsah/mikrokogeneracni-jednotka-whispergen-1-kwe>
- [41] Mikrokogenerační jednotka Cleanergy 9 kWe. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.stirlingenergy.cz/obsah/mikrokogeneracni-jednotka-cleanergy-9-kwe>
- [42] Palivový článek. [online]. [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Palivov%C3%BD_%C4%8D1%C3%A1nek
- [43] HEJHÁLEK, Jiří. Palivové články pro výrobu elektřiny a tepla pro domácnosti. 2012, č. 1. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/palivove-clanky-pro-vyrobu-elektřiny-a-tepla-pro-domacnost/>
- [44] PORŠ. *Palivové články*. 2002. Dostupné z: <http://www.cez.cz/eede/content/file/vzdelavani/palivove-clanky.pdf>
- [45] Porovnání nákladů na vytápění TZB-info. [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnan-nakladu-na-vytapani-tzb-info>
- [46] VEVERKA, J., V. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Brno: VUTIUM 2006. 626 s. – 61 s. ISBN 80-214-2910-0
- [47] Spotřeba tepla na ohřev teplé vody. [online]. [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/tepla-voda/37-spotreba-tepla-na-ohrev-teple-vody>
- [48] Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. [online]. [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [49] Mapy. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#x=15.208296&y=50.728620&z=18>
- [50] Protherm RAY 18K. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.fepol.cz/zbozi/protherm-ray-18k-elektrokotel.html>
- [51] VIADRUS U26. [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.bolema.cz/?us&produkty=kotle-natuhapaliva&znacka=viadrus&produkt=viadrus-u26-4cl-bez-zabezpeci-samotiz>
- [52] Topení Levně - topení, voda, plyn, sanita. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.topenilevne.cz/produkt-25556/acv-prestige-18-excelence-kotel-kondenzacni.ht>
- [53] Elektrocentrály HERON. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.e-cerpadla.cz/elektrocentrala-benzinova-digitalni-heron-dgi-230-p-5976.html>
- [54] Přepět'ová ochrana Fortron UPS FSP EP 2000, 2000 VA, line interactive. [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: http://www.kasa.cz/pocitace-prislusenstvi/koupit/1390153/zalozni-zdroje/fortron-fortron-ups-fsp-ep-2000-va-rack-2u-line-interactive-ppf14a0100-/?kampan=602#utm_source=heureka.cz&utm_medium=srovnac
- [55] Nadzemní zásobník objem 4850L. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://eshop.vpsr.cz/eshop/nadzemni-zasobnik-objem-4850l>
- [56] Sestava kotle na pelety Atmos D 21 P EPUV.R-15. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.axo.cz/sestava-kotle-na-pelety-atmos-d-21-p-7817d/>
- [57] Elektrocentrály HERON. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.e-cerpadla.cz/elektrocentrala-benzinova-digitalni-heron-dgi-230-p-5976.html>
- [58] Přepět'ová ochrana Fortron UPS FSP EP 2000, 2000 VA, line interactive. [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: http://www.kasa.cz/pocitace-prislusenstvi/koupit/1390153/zalozni-zdroje/fortron-fortron-ups-fsp-ep-2000-va-rack-2u-line-interactive-ppf14a0100-/?kampan=602#utm_source=heureka.cz&utm_medium=srovnac

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

-
- [59] Atmos DC 18 SP (L) kombinovaný kotel. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.kamody.cz/kotle/automaticke/pelety-drevo-a-zemni-plyn/atmos/atmos-dc-18-sp-l-kombinovany-kotel>
- [60] Primagas - Plyn v zásobnících. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.primagas.cz/nabizime/plyn-vzasobnicich/>
- [61] Elektrocentrály HERON. [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.e-cerpadla.cz/elektrocentrala-benzinova-digitalni-heron-dgi-230-p-5976.html>
- [62] Přepětová ochrana Fortron UPS FSP EP 2000, 2000 VA, line interactive. [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: http://www.kasa.cz/pocitace-prislusenstvi/koupit/1390153/zalozni-zdroje/fortron-fortron-ups-fsp-ep-2000-va-rack-2u-line-interactive-ppf14a0100-/?kampan=602#utm_source=heureka.cz&utm_medium=rovnavač
- [63] Vlastní zpracování dle: PARTLOVÁ, Zuzana. Pasivní domy – význam certifikace a ekonomická návratnost. Praha, 2009. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze
- [64] Archiv dokumentů pro domácnosti. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.eon.cz/cs/domacnosti/archiv-dokumentu-pro-domacnosti-elektrina.shtml>
- [65] Graf vývoje ceny plynu. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.agw.cz/graf-vyvoje-ceny-plynu.html>
- [66] Dřevěné pelety – vývoj cen a novinky na trhu. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/peletky/9653-drevene-pelety-vyvoj-cen-a-novinky-na-trhu>
- [67] Vlastní zpracování dle: PARTLOVÁ, Zuzana. Pasivní domy – význam certifikace a ekonomická návratnost. Praha, 2009. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze

SEZNAM TABULEK:

| | |
|--|----|
| TAB. 2.1: TYPY ELEKTRICKÝCH TARIFŮ | 11 |
| TAB. 2.2: CENY ENERGIÍ U TUZEMSKÝCH POSKYTOVATELŮ | 11 |
| TAB. 2.3: POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ PODLE DRUHU PALIVA | 15 |
| TAB. 4.1: POŘIZOVACÍ NÁKLADY NÁVRHU S ELEKTROKOTLEM..... | 27 |
| TAB. 4.2: PROVOZNÍ NÁKLADY NÁVRHU S ELEKTROKOTLEM..... | 27 |
| TAB. 5.1: POŘIZOVACÍ NÁKLADY NÁVRHU S KONDENZAČNÍM TURBO-KOTLEM..... | 29 |
| TAB. 5.2: PROVOZNÍ NÁKLADY NÁVRHU S KONDENZAČNÍM TURBO-KOTLEM..... | 29 |
| TAB. 5.3: POŘIZOVACÍ NÁKLADY NÁVRHU S KOTLEM NA PELETY | 30 |
| TAB. 5.4: PROVOZNÍ NÁKLADY NÁVRHU S KOTLEM NA PELETY..... | 30 |
| TAB. 5.5: POŘIZOVACÍ NÁKLADY NÁVRHU S KOMBINOVANÝM KOTLEM PLYN - DŘEVO | 31 |
| TAB. 5.6: PROVOZNÍ NÁKLADY NÁVRHU S KOMBINOVANÝM KOTLEM PLYN - DŘEVO..... | 31 |
| TAB. 5.7: SROVNÁNÍ NÁKLADŮ VŠECH ČTYŘ VARIANT | 32 |
| TAB. 5.8: EKONOMICKÁ NÁVRATNOST PŘI ZVYŠOVÁNÍ CEN VLIVEM INFLACE | 33 |
| TAB. 5.9: PŘEHLED CEN PALIV NA SPOTŘEBITELSKÉM TRHU | 34 |
| TAB. 5.10: INDEXY RŮSTU CEN NA SPOTŘEBITELSKÉM TRHU..... | 34 |
| TAB. 5.11: EKONOMICKÁ NÁVRATNOST NÁKLADŮ SE ZAPOČTENÍM RŮSTU CEN ENERGIÍ A PALIV | 36 |

SEZNAM GRAFŮ:

| | |
|--|----|
| GRAF. 2.1: VÝVOJ CENY SILOVÉ ELEKTRICKÉ ENERGIE OD 06/2007 DO 03/2013 | 10 |
| GRAF. 2.2: VÝVOJ CENY ZEMNÍHO PLYNU OD 03/2010 DO 03/2013..... | 12 |
| GRAF. 2.3: POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ PODLE DRUHU PALIVA | 15 |
| GRAF. 3.1: POROVNÁNÍ ÚČINNOSTI JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ | 25 |
| GRAF. 5.1: EKONOMICKÁ NÁVRATNOST PŘI ZVYŠOVÁNÍ CEN VLIVEM INFLACE | 33 |
| GRAF. 5.2: EKONOMICKÁ NÁVRATNOST NÁKLADŮ SE ZAPOČTENÍM RŮSTU CEN ENERGIÍ A PALIV | 37 |

SEZNAM OBRÁZKŮ:

| | |
|---|----|
| OBR. 3.1: ZÁVĚSNÝ TEPELNÝ KONVEKTOR..... | 16 |
| OBR. 3.2: ELEKTRICKÁ AKUMULAČNÍ KAMNA DYNAMICKÁ | 18 |
| OBR. 3.3: PROVEDENÍ STANDARDNÍHO PLYNOVÉHO KOTLE | 19 |
| OBR. 3.4: PROVEDENÍ AUTOMATICKÉHO KOTLE SE ZÁSOBNÍKEM PALIVA..... | 20 |
| OBR. 3.5: ZPLYŇOVACÍ KOTEL ORLAN 40 SUPER | 21 |
| OBR. 3.6: KOMBINOVANÝ KOTEL NA SPALOVÁNÍ DŘEVA A JINÝCH PALIV | 22 |
| OBR. 3.7: SCHÉMA OBVODU TEPELNÉHO ČERPADLA..... | 22 |
| OBR. 4.1: POLOHA DOMU VŮČI SVĚTOVÝM STRANÁM | 26 |

PŘÍLOHY

Příloha 1.

RAY 18KB60ZB

| | |
|-----------------|------------|
| Výkon min. | 6 kW |
| Výkon max. | 18 kW |
| Odtah spalin | Bez odtahu |
| Šířka | 410 mm |
| Výška | 745 mm |
| Hloubka | 240 mm |
| Objem zásobníku | 60 l |

Kotel na dřevo Viadrus U26

| | |
|----------------|-------------------------|
| Typ kotle | litinový |
| Typ paliva | koks, černé uhlí, dřevo |
| Odtah spalin | do komínu 180mm |
| Výkon kotle | 17kW |
| Hmotnost kotle | 264 kg |
| Výška kotle | 102 cm |
| Šířka kotle | 52 cm |
| Hloubka kotle | 49 cm |
| Účinnost | 75% |

Komín 180 mm

| Komponenty | kusy | Cena Kč bez DPH |
|--------------------------------------|-----------|---------------------|
| Roura rovná izolovaná 180mm - 1000mm | 6 | 15 714,00 Kč |
| Roura rovna 180mm 0,5 m | 1 | 1 650,00 Kč |
| Koleno 90° | 2 | 5 894,00 Kč |
| Šachta čištění | 1 | 4 070,00 Kč |
| T-kus 45° | 1 | 5 792,00 Kč |
| Střešní deska | 1 | 1 308,00 Kč |
| Komínová stříška | 1 | 833,00 Kč |
| Celkem | 12 | 35 261,00 Kč |

Příloha 2.

Zásobník

| | |
|---|-------------|
| Objem | 4850L |
| Průměr | 1250mm |
| technické řešení splňuje požadavky směrnice | 97/23/ES |
| max/min pracovní teplota | -20°/ +40°C |
| povrchová úprava | polyuretan |
| maximální pracovní přetlak | 15,6bar |



Elektrocentrála HERON DGI 20 Q

| | | | |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------|---|
| počet fází: | 1 | startování: | Ruční |
| napětí / frekvence: | 230 V / 50 Hz | Generátor | |
| výkon max./ jmenovitý: | 1,8 kW / 1,6 kW | typ: | multipólový, digitálně řízený, invertorový |
| účinnost: | 1 | AC jmen. proud: | 7,0 A / 230 V |
| motor typ: | benzínový, čtyřtaktní jednoválec | DC jmenovitý proud: | 8,3 A / 12 V |

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

| | | | |
|---------------------------|---------------------------------|---|--------------------------|
| | s OHV rozvodem, obsah 105,6 ccm | | |
| | | hmotnost: | 23 kg |
| | | objem nádrže: | 3,7 l |
| max. výkon motoru: | 2,2 kW (3,0 HP) / 4500 min-1 | rozměry (výška x šířka x délka): | 51x 30 x 43cm |
| spotřeba: | 0,4 l / kWh (při 75% zatížení) | naměřený akustický výkon: | (vzdálenost 7m) 54 dB(A) |

UPS záložní zdroj FORTRON EP-2000 2000VA

| | |
|--|------------------------------------|
| Kapacita/výkon: | 2000VA / 1200W |
| Vstupní napájení: | 230V AC, 50Hz |
| Výstup: | 230VAC +/-10% 60 Hz or 50 Hz ±1 Hz |
| Prodleva přepnutí: | 2-6ms (10ms max) |
| Průběh výstupního napětí: | sinusovka |
| Akumulátor: | 2x 12V/9Ah |
| Čas nabíjení: | 4-6 hodin |
| Čas zálohování při zatížení 120W: | 50min |
| Rozměry: | 350x146x160mm |
| Hmotnost: | 11,5kg |
| Pracovní prostředí: | 0-40°C, 0-90% RH |
| Hlučnost: | <40dB |

Plynový kondenzační turbo-kotel ACV PRESTIGE 18 EXCELENCE

| Charakteristika | Hodnota |
|------------------------------------|------------------------------|
| Topný příkon | 2,2 - 18 kW |
| Topný výkon | 2,1 - 17,5 kW |
| Objem celkový | 70 l |
| Objem topná voda | 16 l |
| Objem teplá voda | 54 l |
| Teplosměnná plocha zásobníku | Ano |
| Maximální provozní tlak teplá voda | 10 barů |
| Maximální provozní tlak topení | 3 bary |
| Maximální provozní teplota | 90°C |
| Připojení topná voda | 3/4" |
| Připojení teplá voda | 3/4" |
| Připojení plynu | 3/4" |
| Připojení odtah spalin | 60/100 mm |
| Odtah spalin (typ) | B 23, C 13, C 33, C 43, C 53 |
| Provozní napětí | 230 V |
| Šířka nebo průměr | 630 mm |
| Výška | 1000 mm |
| Hloubka | 560 mm |
| Hmotnost (prázdné zařízení) | 78 kg |

Turbo-komín

| Komponenty | Kusy | Cena Kč bez DPH |
|------------------------------|----------|-----------------|
| Trubka souosá 60/100 -2000mm | 2 | 2 858Kč |
| Vsuvka pro odvod kondenzátu | 1 | 654Kč |
| Redukce svislá | 1 | 826Kč |
| Průchodka střechou | 1 | 804Kč |
| Upevňovací spona | 2 | 992Kč |
| Komínová stříška | 1 | 375Kč |
| Celkem | 9 | 6 509Kč |

Příloha 3.**EL. OHŘÍVAČ ARISTON PRO ECO 120**

| | |
|-----------------------|-------------|
| OBJEM | 120L |
| VÝKON | 1,8kW |
| DOBA OHŘEVU | 3,48h |
| Max. PROVOZNÍ TEPLOTA | 80°C |
| TEPELNÉ ZTRÁTY | 1,46kWh/24h |
| HMOTNOST | 32,5KG |
| Max. PROVOZNÍ TLAK | 8bar |

Elektrocentrála HERON DGI 20 Q (viz. Příloha 2.)**UPS záložní zdroj FORTRON EP-2000 2000VA (viz. Příloha 2.)****ČERPADLO WILO STAR RS 25/4**

| | | |
|---|-----------|--|
| Teplotní rozmezí při použití v zařízeních HVAC při max. okolní teplotě +40 °C | | • -10...+110 °C |
| Maximální povolený provozní tlak | P_{max} | 10 bar |
| Potrubní přípojky | | |
| Spojení trubek na závit | | Rp 1 |
| Závit | | G 1½ |
| Konstrukční délka | LO | 180 mm |
| Motor/elektronika | | |
| Elektromagnetická kompatibilita | | EN 61800-3 |
| Rušivé vyzářování | | EN 61000-6-3 |
| Odolnost vůči rušení | | EN 61000-6-2 |
| Regulace otáček | | – |
| Druh ochrany | | IP 44 |
| Třída izolace | | F |
| Síťová přípojka | | 1~230 V |
| Jmenovitý výkon motoru | P_2 | 15.5 / 9.5 / 5.5 W |
| Otáčky | n | 2350 / 2630 / 2720 1/min |
| Příkon | P_1 | 28 / 38 / 48 W |
| Příkon | I | 0,13 / 0,17 / 0,21 A |
| Ochrana motoru | | Není zapotřebí (odolné vůči zablokování) |

Komín 150 mm

| Komponenty | kusy | Cena Kč bez DPH |
|----------------------------|-----------|--------------------|
| Roura rovna 150mm - 1000mm | 6 | 13 104,00 Kč |
| Roura rovna 150mm - 500 mm | 1 | 1 440,00 Kč |
| Koleno 90° | 2 | 5 506,00 Kč |
| Šachta čištění | 1 | 3 736,00 Kč |
| T-kus 45° | 1 | 4 840,00 Kč |
| Střešní deska | 1 | 2 430,00 Kč |
| Komínová stříška | 1 | 710,00 Kč |
| Celkem | 13 | 31766,00 Kč |

Atmos D 21 P

| TECHNICKÁ DATA | D21P |
|--|---------------|
| Výkon kotle kW | 4 - 19,5 |
| Výhřevná plocha m ² | 1,7 |
| Objem palivové šachty dm ³ | 88 |
| Rozměr plnicího otvoru mm | 270x450 |
| Předepsaný tah komína Pa | 18 |
| Max. pracovní přetlak vody kPa | 250 |
| Hmotnost kotle kg | 231 |
| Průměr odtahového hrdla mm | 152 |
| Výška kotle mm | 1207 |
| Šířka kotle mm | 620 |
| Hloubka kotle mm | 768 |
| Krytí el. části IP | 20 |
| Elektrický příkon - při spuštění W | 522 |
| Elektrický příkon - při provozu W | 42 |
| Účinnost kotle % | 90,2 |
| Třída kotle | 3 |
| Teplota spalin při jmenovitém výkonu (pelety) | 147 |
| Hmot. průtok spalin při jmen. výkonu (pelety) | 0,015 |
| Předepsané palivo | pelety 6-8 mm |
| Průměrná spotřeba paliva - pelet při jm. výkonu kg,h-1 | 4,5 |
| Objem vody v kotli | 56 |
| Hydraulická ztráta kotle | 0,18 |
| Minimální objem vyrovnávací nádrže | 500 |
| Připojovací napětí | 230/50 |

Příloha 4.**Zásobník**

| | |
|---|-------------|
| Objem | 2700L |
| Průměr | 1250mm |
| technické řešení splňuje požadavky směrnice | 97/23/ES |
| max/min pracovní teplota | -20°/ +40°C |
| povrchová úprava | polyuretan |
| maximální pracovní přetlak | 15,6bar |

**Atmos DC 18 SP (L) kombinovaný kotel**

| TECHNICKÁ DATA: | |
|---|------------------|
| Výkon kotle na dřevo KW | 20 |
| Výkon kotle propan KW | 15-20,5 |
| Účinnost | 92,30% |
| Palivo | propan, dřevo |
| Maximální délka dřeva mm | 330 |
| Spotřeba dřeva za sezonu O m ³ | 9 |
| Obsah násypky na dřevo dm ³ | 66 |
| Váha kotle kg | 429 |
| Objem vody v kotli l | 78 |
| Typ hořáku | ATMOS ERATO GP20 |
| Připojovací napětí V/Hz | 230/50 |
| Příkon kotle při startu na pelety W | 1120 |
| Příkon kotle při provozu W | 120 |
| Třída kotle | 3 |