



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

kteřý/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 Vondák, 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** - pomocí 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].

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

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 týdne 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. Akumulační vytápění spočívá v předávání energie akumulčnímu spotřebiči, kde se mění na teplo při nízkém tarifu (NT). (VT - vysoký tarif)

2.2 Plynná paliva

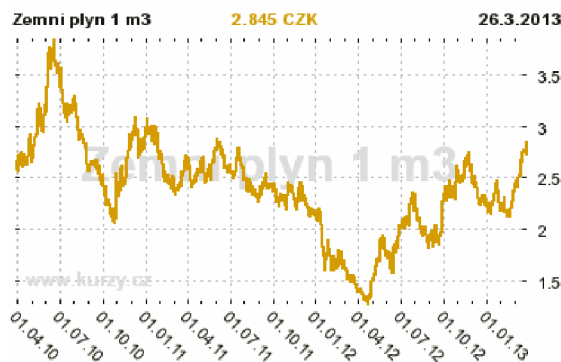
V současné době používanými plyny pro vytápění v domácnosti jsou zemní plyn, propan anebo směs propan-butan. Zmínit bychom také měli svítiplyn, který nelze jistě v českém plynárenství opomenout. Svítiplyn je technický plyn tvořený směsí H_2 , CO , CO_2 a dalších plynů. Tento zdroj tepla se využíval na 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

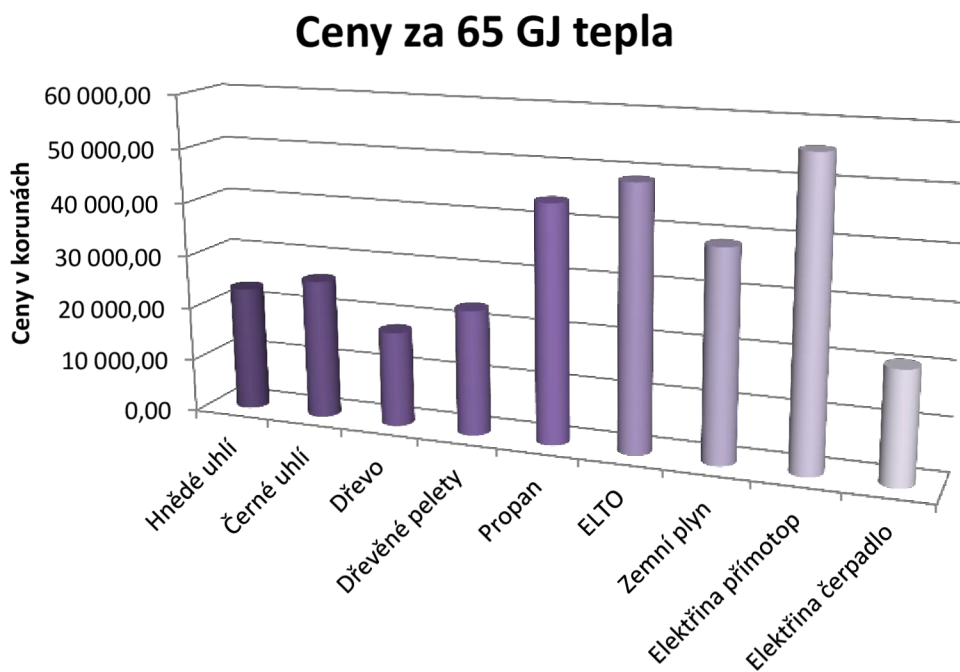
Ceny paliv se neustále pohybují. Jejich výši ovlivňuje mnoho faktorů jako je například spotřeba odběratele, výběr dodavatele anebo doprava paliva. Nedá se říct, který zdroj je pro vytápění nejvhodnější. Každý zdroj má svá negativa a pozitiva. Elektřina se jeví jako ideální zdroj z hlediska komfortu, 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

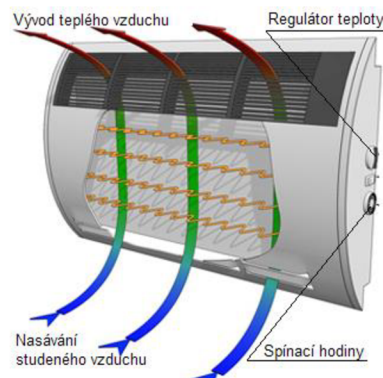
Elektrická zařízení se vyznačují svoji vysokou účinností. Nejčastěji jsou používány tam, kde není možnost jiného tepelného zdroje, ale bývají často použity na vytápění bytů ve větších domech anebo v kancelářích některých firem. Většina těchto zdrojů tepla je velice levných oproti jiným zařízením.

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 hlavice, 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.

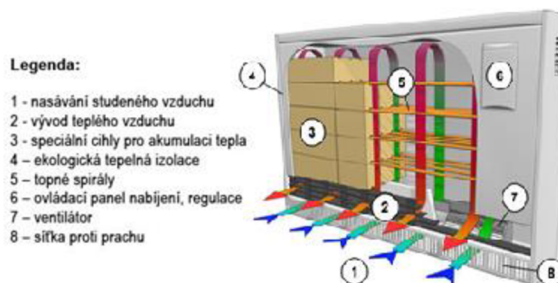
3.1.3 Akumulační kamna a kotle

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:

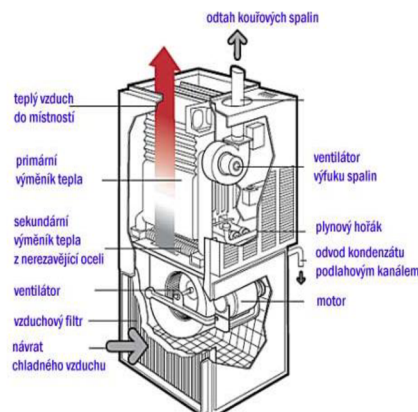
- **Provedení přívodu vzduchu** (C, B),
- **Konstrukce** (stacionární a nástěnné),
- **Vlastnosti spalín** (standardní, nízkoteplotní a kondenzační).

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 korozivzdorných 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.

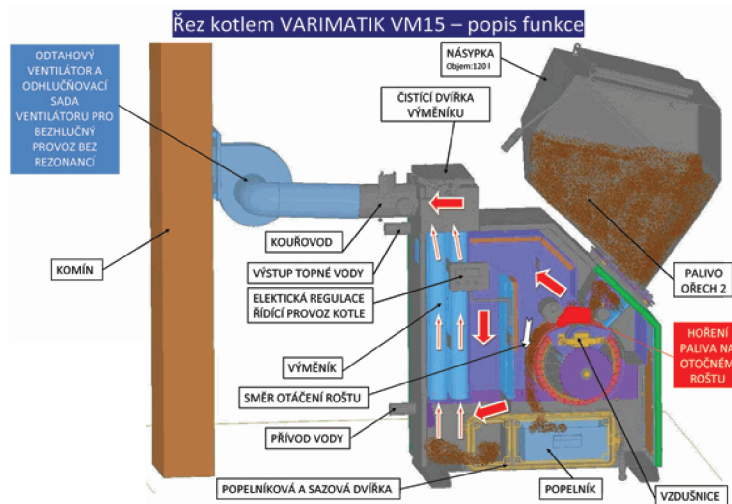
3.3.1 Kotle na tuhá paliva

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].

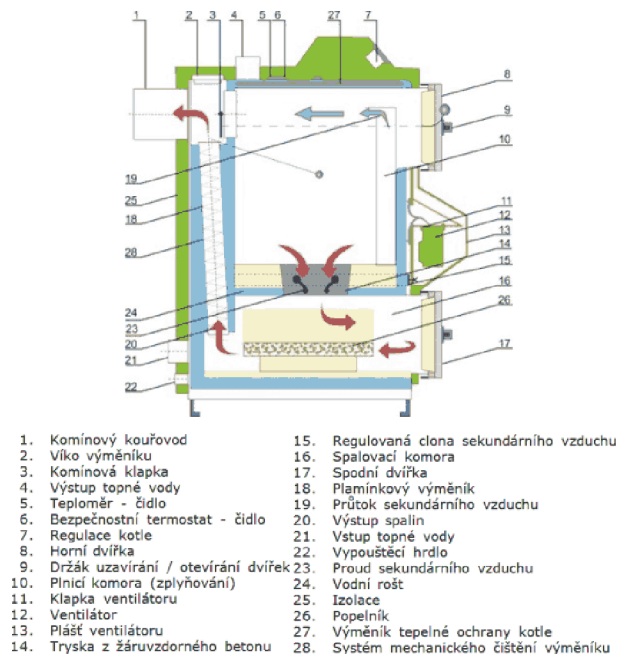
V automatických kotlích jsou spalovány pelety a uhlí. Kotle jsou vybaveny zásobníkem, speciálním hořákem, který bývá umístěn ve spodní části kotle, a podavačem, většinou šnekovým. Jsou vyráběny nové anebo přestavbou starých litinových kotlů na tuhá paliva. Výhoda těchto kotlů spočívá v obslužnosti. Podle 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]

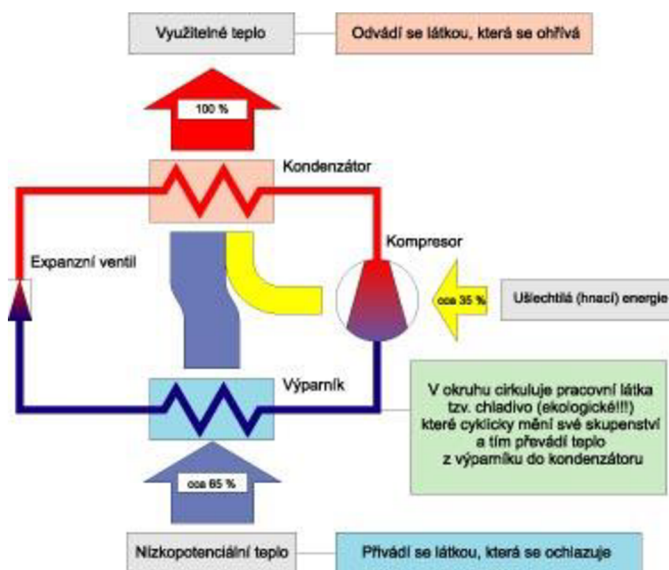
3.4.2 Tepelná čerpadla (TČ)

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.m⁻² [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 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ [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 částí 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. Kogenerační zdroje mohou být:

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

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

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 článěk (PČ)

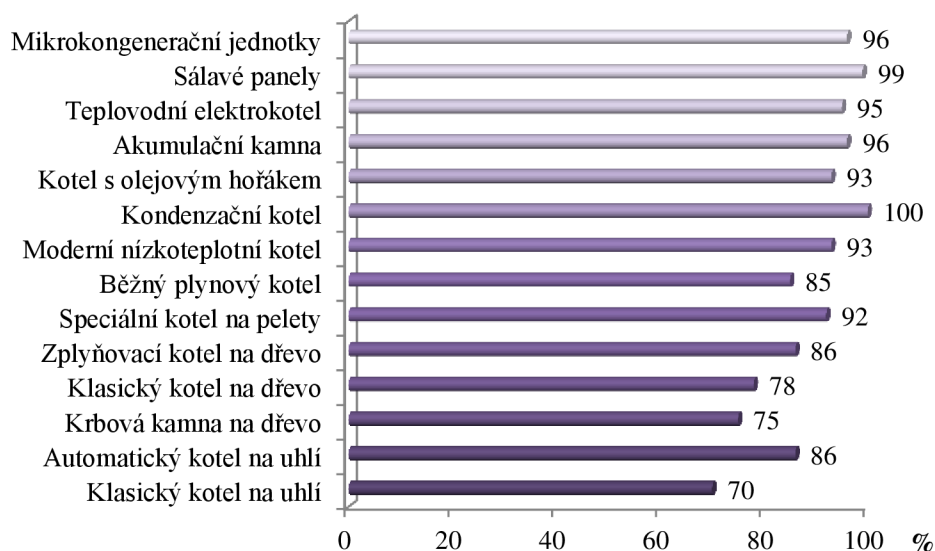
Palivový článěk není žádná novinka. Už v roce 1838 [42] byl popsán jeho princip. Je založen na chemické reakci mezi elektrodami anodou, katodou a elektrolytem. Na elektrody je přidáváno palivo, jako je například vodík (anoda) a kyslík (katoda). Tato chemická reakce je opakem elektrolýzy. V současnosti 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 vlastní 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

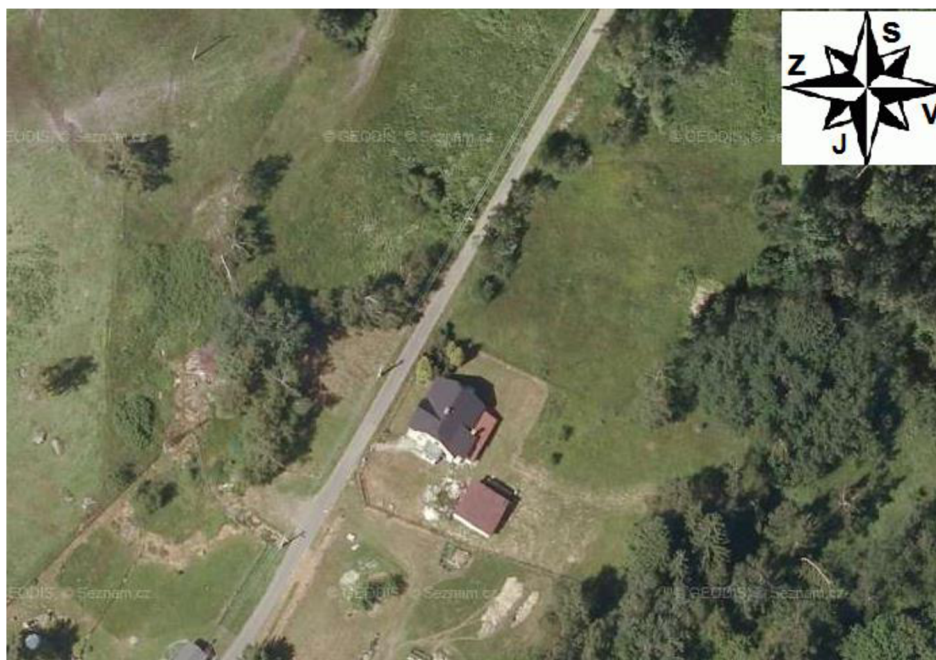
4. PŘEDBĚŽNÉ NÁVRHY PRO PŘÍPADOVOU STUDII

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 samotíž. 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 48501 (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 (zatížení 50/30°C)	%	106,10
Účinnost při 30% kotle (zatížení 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:

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

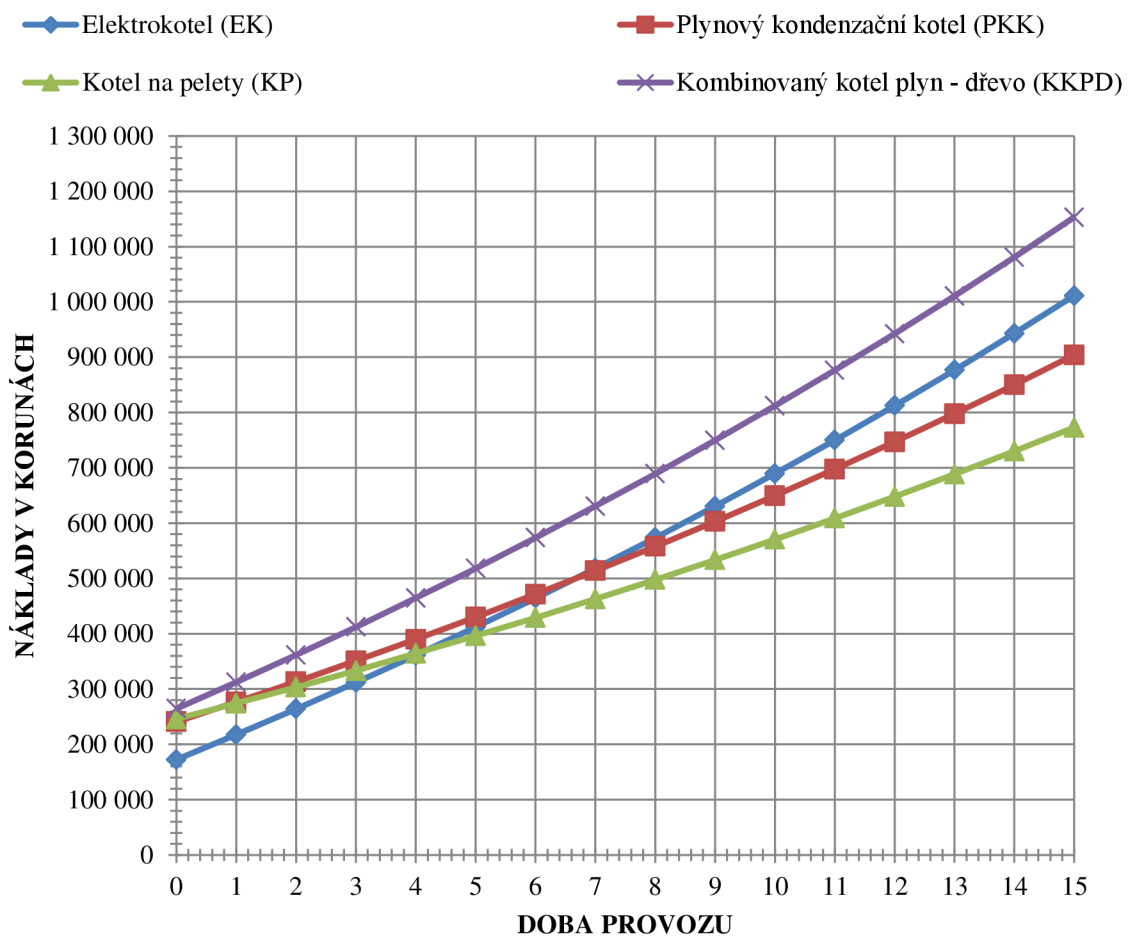
- N_C celkové kumulativní náklady k danému období
- N_I investiční náklady
- N_U náklady na údržbu
- N_P náklady na provoz (vytápění a ohřev TUV)
- N_{n-1} kumulované provozní náklady předešlého období
- Π inflace za období 2/2012 až 2/2013 (podle ČSÚ 3%)
- n počet let od provedení počáteční investice

n	Elektrokotel (EK)				Plynový kondenzační kotel (PKK)				Rozdíl PKK a EK
	N _U	N _V	N _{n-1}	N _C	N _U	N _V	N _{n-1}	N _C	
	128 489,00 Kč				206 042,00 Kč				
0	700	43 090	-	172 279	2 200	32 427	-	240 669	68 390
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 KKPD a EK
	N_U	N_V	N_{n-1}	N_C		N_U	N_V	N_{n-1}	N_C	
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:

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

- 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

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

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

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

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

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

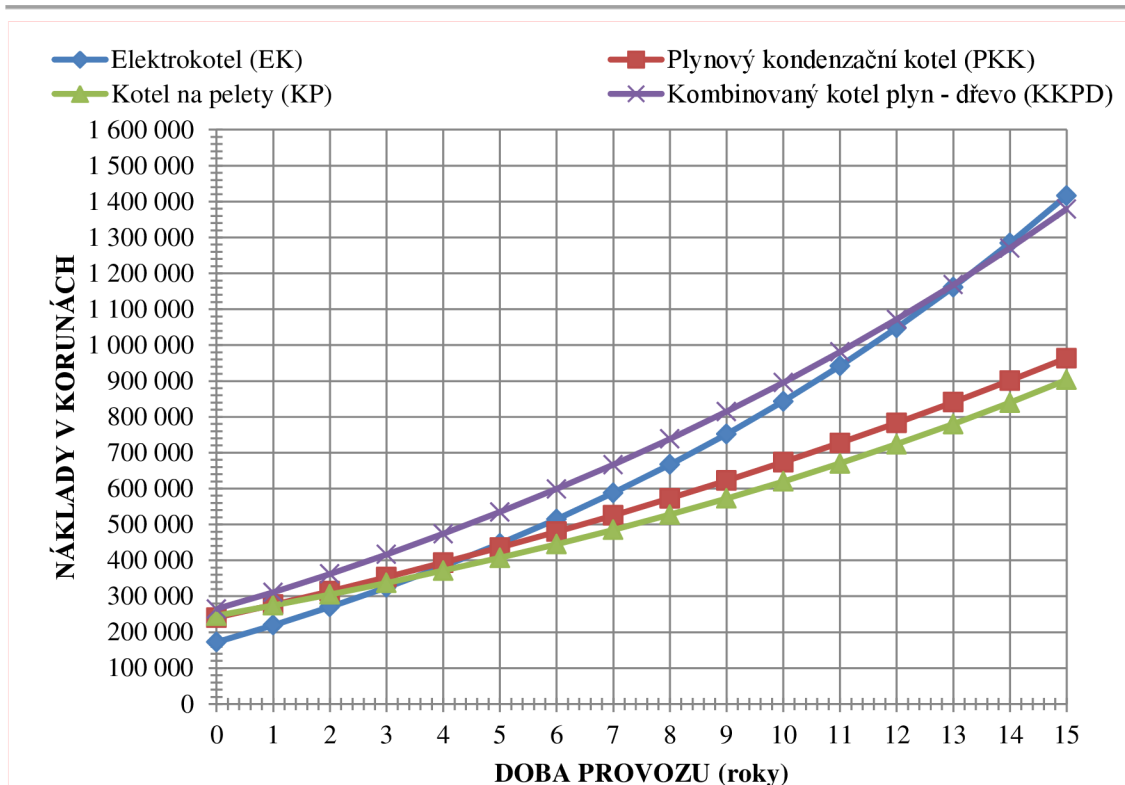
Z výpočtů je patrný růst elektrické energie i paliv. U elektrické energie je zvýšení ceny způsobeno díky příspěvkům na obnovitelné zdroje energie (OZE). Ceny elektrické energie se zvednou ročně v průměru o 7,7 %. U propanu je růst jen 4,1 %, protože toto palivo není moc rozšířené díky plynofikaci a použití 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_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	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_I	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-eed-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-chose-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-chose-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-porovnani-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.kopriiva.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] Mikrokongenerace. [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.mikrokongenerace.cz/co-je-mikrokongenerace/>
- [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-zabezpeceni-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 rovná 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
účinník:	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 vyzařování		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

Lokální zdroje vytápění rodinných domů – případová studie

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