

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství  
studijní obor: P - Projektový management a inženýring  
akademický rok: 2014/2015

Jméno a příjmení diplomanta: Bc. Lukáš Janovský  
Zadávající katedra: Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví  
Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Zita Prostějovská, Ph.D.  
Název diplomové práce: Optimalizace systému vytápění rodinného domu při přechodu na ČSN EN 303-5  
Název diplomové práce v anglickém jazyce: Family house heating system optimization during transition to ČSN-EN 303-5

Rámcový obsah diplomové práce: Rozbor problematiky přechodu na nové požadavky vyplývající z normy ČSN EN 303-5. Určení možných řešení vyhovujících této normě pro konkrétní případ rodinného domu. Nalezení optimální varianty pro vzorový případ včetně možností získání dotací.

Datum zadání diplomové práce: 22. 9. 2014 Termín odevzdání: 19. 12. 2014  
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.

Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

*Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.*

  
vedoucí diplomové práce

  
vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 24. 9. 2014

  
diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.  
DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.  
(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZS na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího diplomové práce doc. ing. Zity Prostějovské, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

17.12.2014

*Lukáš Janovský*

**OPTIMALIZACE SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ  
RODINNÉHO DOMU PŘI PŘECHODU  
NA ČSN EN 303-5**

**FAMILY HOUSE HEATING SYSTEM  
OPTIMIZATION DURING TRANSITION  
TO CSN EN 303-5**

# **Anotace**

Tato práce se zabývá novými podmínkami pro lokální vytápění vyplývajícími z normy ČSN EN 303-5 a novely Zákona o ochraně ovzduší. Zaměřuje se především na malé teplovodní kotle na pevná paliva, které posuzovaná norma řeší. Analyzuje dopad na české domácnosti a hledá optimální způsob přechodu na budoucí požadavky v oblasti lokálního vytápění. Veškeré získané poznatky aplikuje na příkladu rodinného domu, pro který hledá možná řešení a v závěru určuje optimální variantu zařízení pro tento rodinný dům.

# **Summary**

This thesis elaborates on new local heating requirements from norm ČSN EN 303-5 and from clean air amendment act. In particular, it focuses on the norm's assessment of small solid fuel hot water boilers. It focuses on the impact on Czech households and seeks optimal method of transitioning to future local heating requirements. It applies all gained findings by searching possible heating solutions for a family house and concludes with optimal one.

# **Klíčová slova**

system vytápění, rodinný dům, ČSN EN 303-5, kotel na tuhá paliva

# **Key words**

heating system, family house, CSN EN 303-5, solid fuel boiler

# Obsah práce

<b>OBSAH PRÁCE</b> .....	<b>1</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>2</b>
<b>1. KOTLE V ČESKÝCH DOMÁCNOSTECH</b> .....	<b>4</b>
1.1. TYPY KOTLŮ .....	4
1.2. DRUHY PEVNÝCH PALIV .....	8
1.3. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY.....	11
1.3.1. Norma obecně .....	11
1.3.2. Požadavky zavedené normou.....	12
1.3.3. Průběh zavádění do praxe.....	15
1.4. SOUČASNÝ STAV V ČR.....	17
<b>2. HLAVNÍ KRITÉRIA VÝBĚRU ZDROJE VYTÁPĚNÍ</b> .....	<b>21</b>
2.1. INVESTIČNÍ NÁKLADY .....	21
2.2. DOTAČNÍ PROGRAM .....	23
2.3. NÁKLADY NA PROVOZ.....	26
<b>3. APLIKACE PRO KONKRÉTNÍ OBJEKT</b> .....	<b>31</b>
3.1. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU .....	31
3.2. MOŽNOSTI PŘECHODU NA VYHOVUJÍCÍ SYSTÉM.....	35
3.2.1. Posouzení varianty 1 .....	39
3.2.2. Posouzení varianty 2 .....	41
3.2.3. Posouzení varianty 3 .....	44
3.2.4. Posouzení varianty 4 .....	46
3.3. DOPORUČENÍ OPTIMÁLNÍ VARIANTY .....	47
<b>4. ZÁVĚR</b> .....	<b>58</b>

# Úvod

Práce hodnotí problematiku přechodu na nové standardy nastavené normou ČSN EN 303-5, která přináší řadu změn v oblasti vytápění. V této normě jsou stanoveny limity, které jsou požadovány novelou Zákona o ochraně ovzduší. Ta potom dále určuje termíny, ve kterých musí být požadavky dané normou splněny. Předmětem těchto úprav je zajištění snížení emisí domácností, které používáním nevyhovujících zastaralých kotlů na tuhá paliva ve značné míře přispívají ke znečištění ovzduší.

V práci je řešen především dopad na české domácnosti, které používají jako hlavní zdroj tepla kotel na tuhá paliva a vlivem zpřísnování požadovaných emisních limitů a dalších parametrů pro lokální topeniště budou nuceny do roku 2022 modernizovat svůj zdroj vytápění tak, aby splňoval nově nastavené standardy. Nesplněním těchto podmínek by se následně vystavily sankcím mnohdy převyšujícím investici do samotné modernizace stávajícího zdroje vytápění.

Stručně jsou probrány charakteristiky jednotlivých zařízení, která jsou v následující části navrhována jako případná řešení. Rovněž jsou popsány výhody a nevýhody uvažovaných paliv především z uživatelského a finančního hlediska.

Práce navrhuje na příkladu rodinného domu možná řešení přechodu na odpovídající systém. Zároveň mezi těmito hledá optimální variantu přechodu na nově nastavené požadavky především z finančního hlediska, které bude mít nejtěžší dopad. Jsou posuzovány investiční náklady na výměnu zdroje vytápění a případné další nutné úpravy. Je počítáno se zachováním původního systému vytápění zahrnující rozvody, otopná tělesa a další prvky. V neposlední řadě jsou také sledovány předpokládané náklady na provoz nového zařízení včetně nákladů na palivo.

Zároveň práce hledá průsečík s takovým řešením, které by bylo v souladu s dlouhodobým rozvojem. Posuzuje především ekologické dopady provozu, které v některých případech zvýhodňuje Evropská unie i stát prostřednictvím krajů formou dotací na vybraná zařízení. Řeší podmínky jejich získání a vyhodnocuje váhu těchto dotací na celkové stanovení nejvýhodnější varianty.

Na řešeném objektu je potom určen nejvýhodnější postup řešení. Nejprve jsou stanoveny přijatelné varianty. Ty se potom dále porovnávají z hlediska

investičních nákladů, možnosti získání dotace, předpokládaných provozních nákladů, technické náročnosti instalace a dalších parametrů. V závěru jsou zhodnoceny jednotlivé varianty. Cílem práce je navržení optimální varianty přechodu na konkrétní doporučený zdroj vytápění odpovídající normě ČSN EN 303-5.



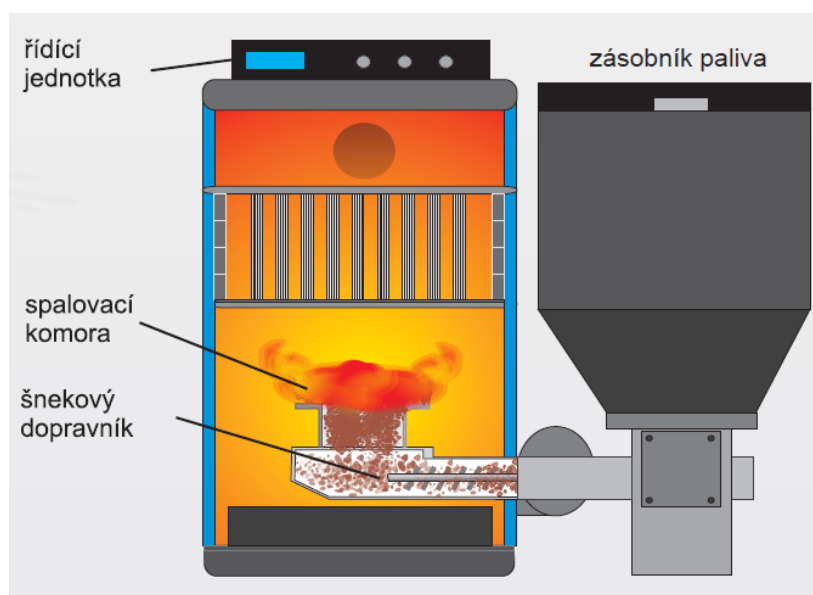
# 1. Kotle v českých domácnostech

## 1.1. Typy kotlů

Zásadním parametrem, který se největší mírou podílí na účinnosti spalování, je možnost ovlivňovat přísun paliva a vzduchu do ohniště. Jelikož není možné tento spalovací proces nepřetržitě ovlivňovat osobně, platí zpravidla zároveň, že čím více kotel pracuje automaticky, tím kvalitnějšího spalování je dosaženo. Právě proto je pro domácnosti asi nejdůležitějším kritériem při výběru kotle dělení podle způsobu přikládání paliva a podle toho dělíme kotle na:

- kotle s ruční dodávkou paliva
- kotle s automatickou dodávkou paliva

U kotlů s ruční dodávkou paliva musí uživatel zajistit přísun paliva dle svého uvážení. Jsou tak nejen nevhodné, ale zároveň i jejich obsluha je namáhavá a časově náročná. Často se stává, že i třeba v průběhu noci je potřeba několikrát přikládat, aby ohniště nevyhaslo. Zároveň se při tomto jednorázovém přikládání nelze vyhnout tomu, že je přiloženo velké množství paliva. To se musí nejprve ohřát, následně se vznítí a velkým plamenem hoří těkavé složky. Následně potom palivo dohořívá takřka bez plamene a spíše jen žhne. Proto tyto kotle s ruční dodávkou ztrácejí velkou část účinnosti.[3]



[4]

Obrázek 1 - automatický kotel se šnekovým dopravníkem

Většinu těchto komplikací, které má kotel s manuální obsluhou, je možné se vyhnout pořízením kotle se samočinnou dodávkou paliva. O přísun paliva a dávkování vzduchu se zde stará sám kotel. Ten si ze zásobníku sám dávkuje potřebné palivo a při hoření zároveň reguluje přísun vzduchu pro efektivnější spalování. Provozovatel tak musí zajistit pouze doplnění zásobníku, který vydrží při běžném provozu několik dní až týden podle velikosti zásobníku a aktuálního odběru paliva. Vzhledem k automatice provozu nedochází k takovým ztrátám a automatické kotle jsou řádově o 20-30% efektivnější [6].

	<b>kotel s ruční dodávkou paliva</b>	<b>automatický kotel</b>
obsluha	každodenní	v průměru 2x týdně
účinnost	nízká (50-60%)	vyšší (přes 80%)
prašnost	vysoká	nízká
ekologická daň	od r. 2017	od 3. tř. bez eko. daně
finanční náročnost	neúsporný provoz	úspora nákladů na palivo

[2] [6] (vlastní úprava)

### **Tabulka1- srovnání kotlů s ruční a automatickou dodávkou paliva**

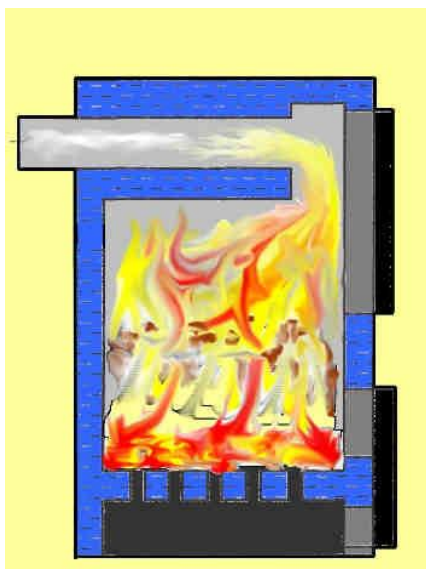
Další možností, jak dělit kotle, je podle technologie spalování, kdy jsou děleny kotle [6]:

- prohořivací kotle
- odhořivací kotle
- zplyňovací kotle

U prohořivacích kotlů, které jsou stále ještě nejčastěji používané, dochází ke spalování celé přiložené dávky paliva najednou. Palivo je většinou umístěno na roštu se spodním přístupem vzduchu. Sekundární vzduch je potom veden shora. Tento typ kotle ve většině případů využívá přirozeného tahu. Velká dávka paliva u tohoto typu odhořívá najednou. To je hlavním problémem, protože je palivo spalováno neefektivně za vzniku vysokého množství emisí.[6]

Prohořivací způsob spalování je vhodný pro paliva, která mají nízký obsah prchavé hořlaviny. Těmito je například koks, ale vzhledem k jeho ceně a zároveň i ceně kotle, kdy se dá předpokládat, že majitel nejspíše nebude ochoten platit

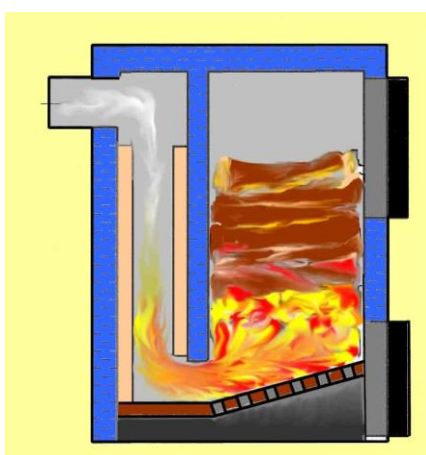
vysoké částky za palivo, je v takovýchto kotlích spalováno především dřevo nebo hnědé uhlí. Tato paliva jsou pro tento způsob nevhodná a vzhledem ke skutečnosti, že se nyní cílí na ochranu životního prostředí, dá se očekávat, že legislativa brzy tento způsob spalování zakáže. [6]



[7]

**Obrázek 2- prohořivací kotel**

U odhořivacího způsobu neprochází plamen celou dávkou paliva, ale je veden spodem nebo do boku topeniště. Není tedy naráz spalováno všechno přidané palivo a spalování je více stabilní a nedochází tak k takové produkci emisních látek.



[7]

**Obrázek 3 - odhořivací kotel**

Stejně jako u předchozího způsobu je u odhořivacího používáno většinou přirozeného tahu. V některých případech je navíc kotel opatřen ventilátorem pro odvod spalin. Tento způsob se používá pro spalování dřeva, uhlí případně dřevěných nebo rašelinných briket.[3]

Další možností je potom zplyňování, což je jeden z nejúčinnějších způsobů. Dnes je již běžně dostupný a jeho účinnost se pohybuje v rozmezí 70 - 90% [6]. Naproti tomu účinnost výše zmíněných prohřívacích a odhořivacích kotlů je většinou v rozmezí 50 - 80% [6]. Tím dochází nejen k úspoře nákladů, jelikož je potřeba méně paliva, ale i jejich provoz je ohleduplnější k životnímu prostředí, jelikož neprodukují takové množství emisí.[6]



[8]

**Obrázek 4- zplyňovací kotel**

Principem zplyňování je tepelný rozklad uhlíku, který je obsažen v palivu, ke kterému dochází v jedné části kotle. K vlastnímu spalování plynu potom dochází v další části. Obvykle bývá vzduch přiváděn z horní části přes zásobník paliva. Zde hoří především uhlík na oxid uhelnatý. Přitom vznikají spaliny a plyn, které postupují dále do spalovací komory, kam se přivádí sekundární vzduch a dojde ke spálení výše uvedeného oxidu uhelnatého a dalších plynů. Dochází tak k efektivnějšímu spálení a nižší produkci škodlivých látek, jelikož plynné palivo se následně spálí efektivněji [9].

## 1.2. *Druhy pevných paliv*

Každý kotel je konstruován s ohledem na vlastnosti používaného paliva. V určitém typu kotle tedy můžeme efektivně spalovat pouze předepsané palivo. Zároveň s tím platí, že čím je složitější technologie kotle, tím jsou kladeny větší nároky na konkrétní specifikace paliva. Zásadní jsou především výhřevnost, složení a v neposlední řadě i tvar a velikost paliva, pro které je kotel konstruován. Vlastnosti kotle jsou výrobcem garantovány pro tzv. garanční palivo. Při jeho spalování je zároveň zkoušen a jsou měřeny jeho parametry. Proto, aby byl zajištěn optimální provoz, je potřeba rovněž zajistit přísun odpovídajícího paliva, které splňuje veškeré požadavky [3].

Veškerá používaná pevná paliva jsou původem přírodní. Jsou rozlišovány především dvě hlavní skupiny - paliva pevná fosilní a biomasa. V průběhu času narůstá ve fosilním palivu koncentrace uhlíku a na druhé straně je vytlačován vodík a kyslík. Tím získává palivo na výhřevnosti, ale na druhé straně ubývá prchavá hořlavina, a tedy fosilní paliva nehoří plamenem, ale spíše žhnou. Biomasa má opačně nižší výhřevnost oproti fosilním palivům a hoří větším plamenem. Tyto vlastnosti musí zohledňovat konstrukce kotle [3].

Zatímco na straně fosilních paliv stojí výhřevnost, biomasa může nabídnout ve většině případů nižší cenu a především ekologický provoz, který je v posledních letech stále více podporován i prostřednictvím dotací. Naopak u fosilních paliv se neustále mluví o dalším navýšení daní, které tato paliva dále znevýhodní.

Pro provoz malých kotlů v České republice je stále jedním z nejvýhodnějších paliv uhlí. Jeho cena je i v současnosti srovnatelná s cenami biomasy a to i vzhledem k vlastním rozsáhlým ložiskům. Díky nim je Česká republika v těžbě tohoto energetického zdroje soběstačná. Navíc uhlí ze severu Čech je podstatně kvalitnější než například z Polska. Jiná situace s využitím uhlí platí v dalších státech Evropské unie, kde je používání minimalizováno zavedenými ekologickými daněmi. [6]

Nejčastěji používaným druhem uhlí je vzhledem k jeho ceně hnědé uhlí. Ovšem ve srovnání s černým uhlím, které rovněž nepatří k nejčistším palivům, způsobuje hnědé uhlí větší znečištění emisními látkami. Množství vzniklých emisí však závisí na technických parametrech zařízení, ve kterém je spalováno.

U moderních kotlů jsou emise znečišťujících látek značně omezeny a nepředstavují již tak závažný problém jako tomu bylo u starých typů, které jsou však dodnes používány. Právě z toho důvodu jsou zaváděny legislativní požadavky, které zakazují používání nevyhovujících zastaralých typů kotlů spalujících tuhá paliva. [6]

Stále nepoužívanějším druhem biomasy u nás je dřevo. To je vhodné do většiny běžně používaných roštových kotlů a často bývá náhradním palivem i u modernějších typů kotlů vyšších emisních tříd. Při jeho spalování je potřeba nejvíce dbát na vlhkost. V případě vyšší vlhkosti se zásadně snižuje výhřevnost, navíc zplyňovací kotle jsou konstruovány pro použití dřeva o nejvyšší přípustné vlhkosti kolem 20%. Při vytápění dřevem je tak vždy potřeba pamatovat na dostatečné skladovací prostory, kde může palivo vysychat. Doba vysychání je závislá na druhu dřeva a jeho rozměrech. V průměru vysychání trvá dva roky, proto by měl být dostatek prostoru pro uskladnění zásoby alespoň pro dvě topné sezóny. [3]

Rozlišuje se měkké a tvrdé dřevo. Měkké pochází většinou z jehličnanů, rychleji hoří, má vyšší kouřivost a vzhledem k obsažené pryskyřici jiskří. Tvrdé dřevo je většinou listnaté a naopak hoří stabilně a nejiskří. V našich podmínkách je dřevo dobře dostupným palivem. Možností zvýšení produkce tohoto paliva jsou energetické dřeviny, které se mohou pěstovat na nevyužitých místech. Tyto se vyznačují rychlým růstem a odolností proti škůdcům. Patří sem například topoly, jasany, vrby apod.



[5]

**Obrázek 5 - ukázka pelet**



Dalším hojně používaným druhem biomasy jsou pelety. Mají válcovitý tvar s průměrem 6 až 8 mm (maximálně 25 mm) a délku nejvýše čtyř až pětinasobnou k průměru. Lisují se z biomasy za vysokého tlaku a po vylisování mají objemovou hustotu vyšší než  $1100 \text{ kg/m}^3$  [3]. Vzhledem k této hustotě je možné jednoduše vhozením do vody otestovat jejich kvalitu - správně by neměla peleta plavat.

Tato vysoká hustota zajišťuje dobrou výhřevnost a v neposlední řadě strukturální pevnost, která je důležitá při další manipulaci, skladování a přepravě k zákazníkovi. Přeprava je možná dle objemu v pytlích, rozměrnějších vacích nebo dokonce v cisternách. Při skladování pelet je třeba zamezit kontaktu s vodou, jelikož by nabobtnaly a rozdrobily se. Obdobných vlastností jako pelety ovšem většího rozměru jsou potom brikety. Jsou rovněž lisovány za vysokého tlaku. Oba tyto druhy biomasy lze do skladu doplňovat v průběhu topné sezóny dle aktuálních požadavků. Není totiž nutno jejich předchozí vysychání a tím pádem se ušetří za skladovací prostory [3].

Pelety jsou nejčastěji ze dřeva, ale stále častěji se objevují alternativní pelety, které jsou z různých zemědělských plodin například řepkové slámy, obilné slámy, sena a dalších. Pelety se dělají i z jiných těžko využitelných materiálů jako třeba uhelného prachu.



[38]

**Obrázek 6 - ukázka dřevní štěpky**

Dalším hojně užívaným tuhým palivem je dřevní štěpka. Jedná se o odpadní dřevěnou drť, která by se jinak těžko zužitkovala. Její velkou nevýhodou jsou však poměrně velké skladovací nároky. Na trhu je dostupná štěpka ve 3 základních formách [38]:

- zelená štěpka - získává se ze zbytků při lesní těžbě a obsahuje stopy jehličí a listí
- hnědá štěpka - z dřevozpracujících závodů, obsahuje vždy určité množství kůry
- bílá štěpka - získává se z pily z již odkorněných kmenů

Některé moderní kotle potom mohou spalovat i další alternativní biopaliva, jako je například obilí nebo kukuřice. Lze tak v sezónách, kdy je určitého zemědělského produktu nadbytek, tento použít jako zdroj k vytápění. V minulých letech se dokonce stávalo, že případná likvidace nadbytečných zásob obilí by znamenala pro zemědělce ztrátu a určitým řešením v těchto letech nadbytku by mohlo být právě využití pro vytápění.

### **1.3. *Legislativní požadavky***

#### **1.3.1. Norma obecně**

Dne 1. ledna 2013 byla uvedena v platnost česká verze evropské normy EN 303-5:2012. Touto normou byla nahrazena starší verze ČSN EN 303-5:1999 z února 2000. Norma v aktuálním znění se zabývá kotli pro ústřední vytápění na pevná paliva s ruční a samočinnou dodávkou o jmenovitém výkonu nejvýše 500 kW. [1]

Norma obsahuje především požadavky na bezpečnost a kvalitu spalování. Spolu s tím jsou uvedeny zkušební metody, které mají hodnotit plnění těchto parametrů. Další část se zabývá provozními charakteristikami, značením a údržbou kotlů pro ústřední vytápění včetně veškerých dalších zařízení, které mají vliv na bezpečnostní systémy. Mezi tyto patří například zabudovaný zásobník paliva nebo bezpečnostní zařízení proti prošlenutí plamene. Norma se týká pouze kotlů s hořáky jako celek a platí i pro kombinaci kotle s hořákem na pevné palivo v případě, že se zkouší tento systém dle této evropské normy. Norma se vztahuje na kotle, které jsou navrženy pro otopné soustavy ústředního vytápění, kde je jako teplotonosné médium použita voda o nejvyšší přípustné teplotě 110 °C



a zároveň při maximálním provozním tlaku 6 barů. Pokud je v kotli vestavěn nebo ke kotli připojen průtokový nebo zásobníkový ohříváč vody, je norma platná jen pro části ohříváče, u kterých platí stanovené provozní podmínky jako u kotlů pro ústřední vytápění. [1]

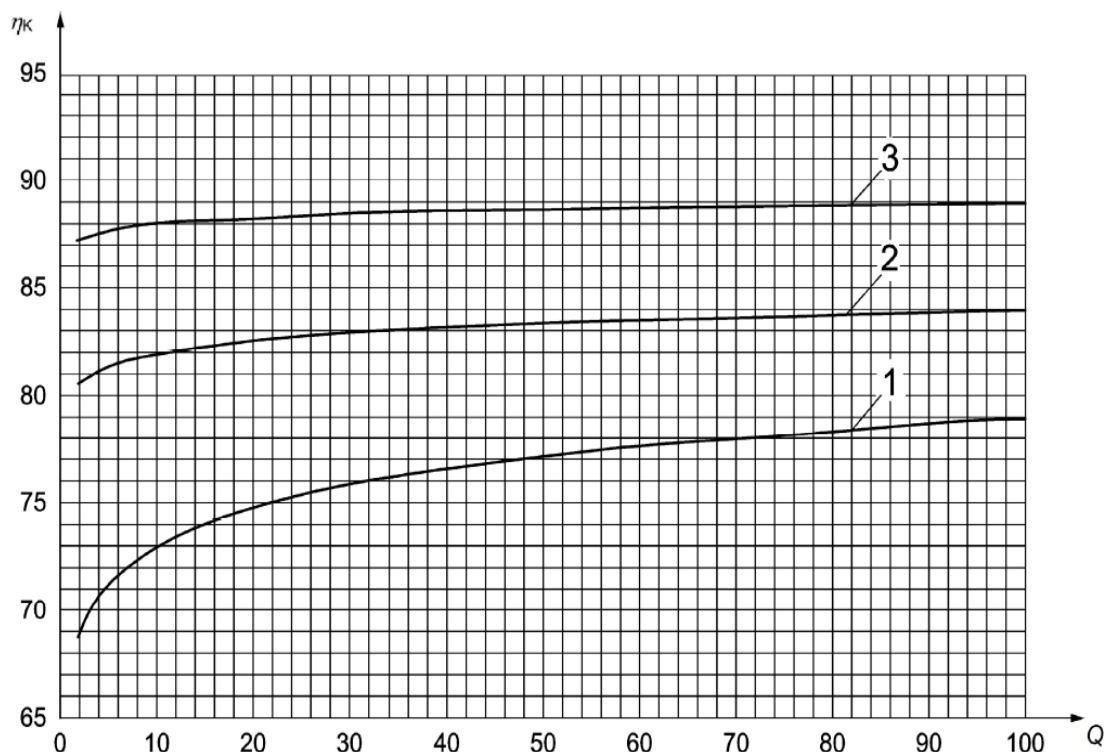
Norma ČSN EN 303-5 se týká kotlů, které mohou spalovat pevná fosilní paliva, jako jsou černé uhlí, hnědé uhlí, koks a antracit. Dalšími palivy možnými pro použití jsou biopaliva v podobě dřeva různého zpracování od dřevní kulatiny, přes štípané dřevo a piliny až například po pelety. Pro použitou dřevní hmotu jsou přitom stanoveny vlhkostní limity, jelikož by po překročení těchto limitů docházelo k nežádoucímu snížení efektivity spalovacího procesu. Může být použita i nedřevní biomasa jako je tráva, sláma, rákos případně i jádra a zrna. Další přípustná paliva jako je rašelina a některá upravená paliva potom specifikuje EN 14961 [1].

Přestože už původní znění normy specifikovalo řadu parametrů, které zůstaly nezměněny, oproti ČSN EN 303-5:1999 byly provedeny následující technické změny, které jsou uvedeny v nové verzi ČSN EN 303-5:2012[1]:

- „předmět normy byl rozšířen na jmenovitý tepelný výkon kotlů pro ústřední vytápění na  $\bar{\delta}$  500 kW
- použitelné palivo bylo rozšířeno o nedřevní biomasu a další pevná paliva
- byly revidovány požadavky na materiály, svarové spoje a tloušťky stěn
- byla implementována analýza rizik
- byly revidovány požadavky na obecnou a elektrickou bezpečnost
- byly zrušeny třídy emisí 1 a 2 a doplněny nové emisní třídy 4 a 5
- zkoušky byly revidovány a doplněny o nové zkoušky týkající se požadavků na bezpečnost
- přílohy byly nově strukturovány“

### **1.3.2. Požadavky zavedené normou**

Důvodem pro zavedení této normy je především zkvalitňování životního prostředí. Je zde snaha o úsporu energií, a tak je jedním z hlavních požadavků minimální účinnost zařízení stanovená pro jednotlivé třídy kotlů. Tato je zobrazena grafem číslo 1.



[1]

**Graf 1- požadavek na účinnost kotle dle ČSN EN 303-5:2012**

● křivka 1 - třída 3      ● křivka 2 - třída 4      ● křivka 3 - třída 5

Q ... tepelný výkon v kW

η<sub>K</sub> ... účinnost v %

Zároveň s dokonalejším spalováním potom souvisí mezní hodnoty emisí, které uvádí tabulka číslo 2. Tyto jsou opět stanoveny pro jednotlivé třídy kotlů a je zde rozlišován i způsob dodávky paliva (ruční, automatická). Právě snížení hodnoty emisí bylo hlavním důvodem pro zavedení této normy. Lokální topeniště se totiž významnou měrou podílejí na znečištění ovzduší a mají tak podstatný vliv na lidské zdraví.

Vzhledem k tomu, že budou zavedeny nové požadované standardy, je nezbytnou součástí normy také zajištění kontroly dodržování jejich plnění. Již dnes prodávané kotle musí splňovat požadavky minimálně pro emisní třídu 3. Výrobce kotle musí zajistit osvědčení o zkoušce. V případě, že používané zařízení nevyhoví, nebude moci toto osvědčení získat. Zkoušky budou muset být prováděny třetí stranou splňující požadavky EN ISO/IEC 17025. Zkouška bude probíhat při spalování stanoveného zkušebního paliva a za podmínek přesně stanovených normou. [3]

Dodávka paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný výkon	Mezní hodnoty emisí								
			CO			OGC			Prach		
		kW	mg/m <sup>3</sup> při 10% O <sub>2</sub>								
			Třída	Třída	Třída	Třída	Třída	Třída	Třída	Třída	Třída
3	4	5	3	4	5	3	4	5			
Ruční	Biopaliva	≤ 50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60
		>50 ≤ 150	2500			100			150		
		>50 ≤ 500	1200			100			150		
	Fosilní paliva	≤ 50	5000			150			125		
		>50 ≤ 150	2500			100			125		
		>50 ≤ 500	1200			100			125		
Samočinná	Biopaliva	≤ 50	3000	1000	500	100	30	20	150	60	40
		>50 ≤ 150	2500			80			150		
		>50 ≤ 500	1200			80			150		
	Fosilní paliva	≤ 50	3000			100			125		
		>50 ≤ 150	2500			80			125		
		>50 ≤ 500	1200			80			125		

[1]

### Tabulka2- mezní hodnoty emisí dle ČSN EN 303-5:2012

Každý dodavatel kotle je ze zákona povinen uvádět pravdivé a úplné informace o parametrech prodáváného zařízení, na základě kterých kupující dokáže předpovědět budoucí přínosy a náklady na provoz [2]. Toto by mělo být uvedeno v technickém listu výrobku případně v návodu k použití. V případě nesplnění hrozí dodavateli pokuta až do výše 100 000,- Kč [2]. Běžná praxe však ukazuje, že neustále dochází ke zkreslování údajů na úkor uživatele, který se dozvídá zkreslené a nadhodnocené informace, které vedou k umělému navyšování ceny. Nutno podotknout, že i nastavená výše maximální pokuty je vzhledem k možným ziskům při zkreslení informací naprosto neodpovídající. Případná sankce by měla mít spíše určenu minimální výši a horní hranice by měla být podstatně vyšší a odvozena z násobku předpokládaného neoprávněného obohacení plynoucího ze záměrně nadhodnocených údajů.

Výrobce je dále povinen na výrobním štítku uvést přesný typ paliva, pro které je kotel zkonstruován [3]. Nestačí tedy uvést například uhlí, ale musí být

uveden přesný druh paliva, který může být v daném zařízení použit (například hnědé uhlí včetně odpovídající třídy). Často je uváděno i náhradní palivo, kterým může být zastoupeno palivo určené k primárnímu použití.

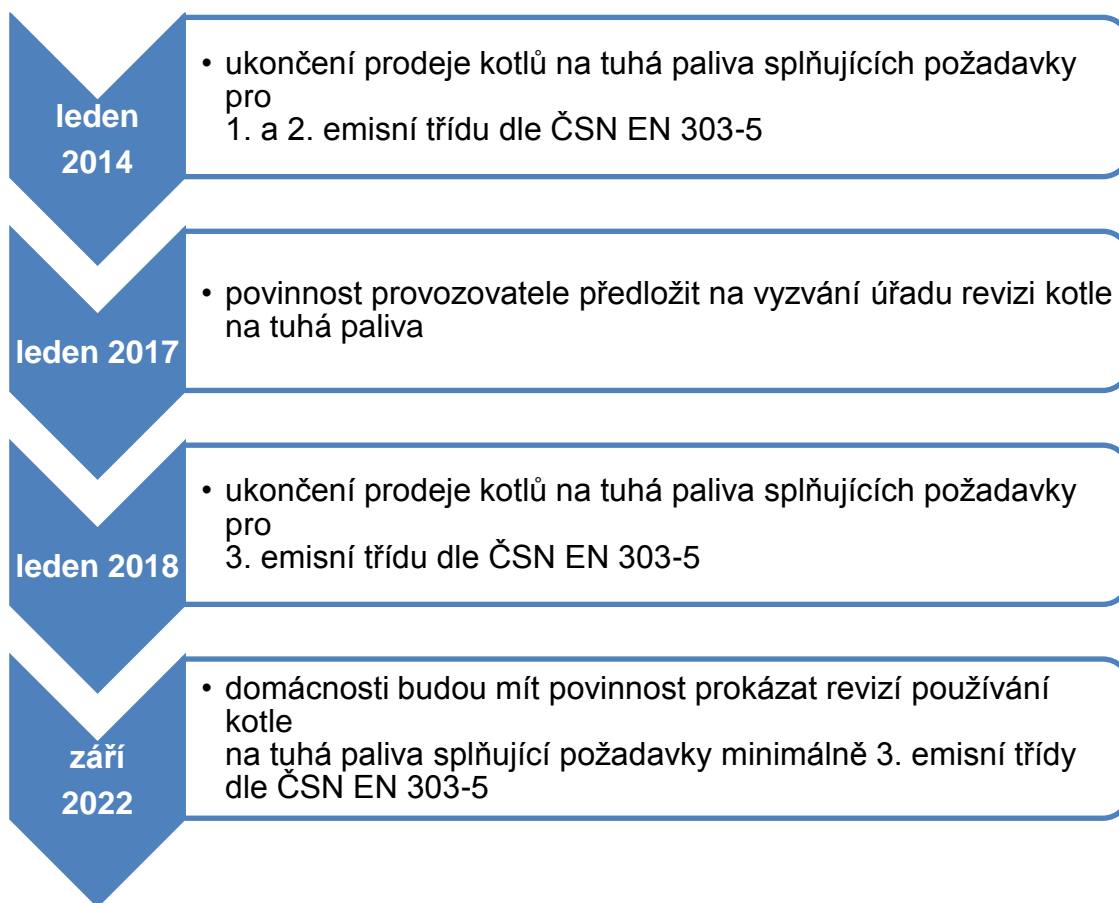
### **1.3.3. Průběh zavádění do praxe**

Norma ČSN EN 303-5 stanovuje požadované limity pro jednotlivé typy zařízení, způsoby jejich ověřování a další technické požadavky. Novela zákona o ochraně ovzduší potom toto rozvíjí a říká, odkdy je majitel kotle povinen určitým požadavkům se svým zařízením vyhovět. Zároveň s tím stanovuje novela Zákona o životním prostředí další termíny, jako je například zákaz prodeje určitého typu kotlů od určitého data.[3]

První milník, který se týká tématu této práce, již proběhl. Konkrétně se tomu stalo 1. 1. 2014, odkdy platí zákaz prodeje kotlů s parametry první a druhé emisní třídy. Aktuálně platná verze ČSN EN 303-5:2012 proto již s těmito kotli nepočítá a požadavky pro tyto emisní třídy neuvádí [2]. Kotle těchto prvních dvou tříd jsou většinou odhořivací nebo prohořivací kotle s manuálním přikládáním a především nízkou efektivitou spalování a vysokými hodnotami produkovaného znečištění [3]. Jinak řečeno jsou nejen neekonomické, ale i nešetrné k životnímu prostředí a to i vzhledem k tomu, že do těchto kotlů lze jako palivo použít prakticky vše a často dochází ke spalování různých odpadů, co situaci ještě mnohonásobně zhorší.

Dalším významným datem je potom 1. leden 2017, odkdy budou muset domácnosti na základě požadavku obecního úřadu s rozšířenou působností předkládat revizi kotle. V případě, že si majitel do konce roku 2016 revizi nezajistí, bude se tak vystavovat riziku následné pokuty. Ta v případě, kdy na vyzvání revizi nedoloží, bude až do výše 20 tisíc korun. Již dnes se musí dokládat revize na plynové kotle, novela zákona o ochraně ovzduší tedy od roku 2017 rozšíří tuto povinnost i pro kotle na tuhá paliva. Platnost revize by měla být dva roky a její předběžně odhadovaná cena je 1500 Kč. V této je započítáno i seřízení kotle, které by mělo zlepšit efektivitu spalování. Bohužel již nyní je nedostatek revizních techniků, lze tedy předpokládat, že se tento odhad vzhledem k vysoké poptávce a nízké nabídce do budoucna navýší. Údaje z nejnovějšího sčítání lidu ukazují, že přibližně 500 tisíc domácností v současnosti používá kotel první nebo druhé

emisní třídy dle ČSN EN 303-5 a jen přibližně 150 tisíc má kotel třetí nebo vyšší emisní třídy, který bude vyhovovat budoucím požadavkům. [2]



[2] (vlastní úprava)

### Obrázek 7 - vývoj požadavků na kotle

V případě, že bude i v roce 2017 a později provozován kotel nižší emisní třídy než třetí, bude mít majitel povinnost platit ekologickou daň. Tuto povinnost opět stanovuje zákon o ochraně ovzduší, který určuje horní hranici této daně až na 20 tisíc korun, tedy hranici shodnou s výší možné pokuty v případě nedoložení revize.[2]

Dalším postupným krokem bude ukončení prodeje kotlů splňujících parametry stanovené normou ČSN EN 303-5 pro třetí emisní třídu. Od ledna 2018 tak bude možné koupit kotel splňující požadavky minimálně čtvrté emisní třídy. [2]

Od 1. 9. 2022 bude muset provozovatel kotle zajistit revizi, kterou prokáže, že jeho kotel splňuje požadavky alespoň 3. emisní třídy. V opačném případě mu bude hrozit sankce až 50 tisíc korun. Zároveň pokud se prokáže, že uživatel v kotli spaluje nepovolené palivo, může obdržet pokutu 50 tisíc korun a zároveň bude

hrozit, že bude muset vrátit poskytnutou dotaci. Ačkoliv kotle nižších emisních tříd nebudou od roku 2022 výslovně zakázány, nebude možné je používat vzhledem k tomu, že neprojdou revizemi. [2]

#### **1.4. Současný stav v ČR**

Podle většiny zdrojů, jak uvádí TZB-info, bylo v posledních letech prodáváno až 75% kotlů první a druhé emisní třídy. Tedy tříd, které v budoucnu nebudou vyhovovat platným předpisům. Tyto nebude možné po roce 2022 dále provozovat. Pokud je uvažováno, že životnost kotle se pohybuje přibližně kolem deseti let, bude potřeba v některých případech provést výměnu ještě před koncem životnosti kotle. Bohužel toto většina uživatelů nebrala na vědomí a tuto následnou ztrátu zanedbala.[11]

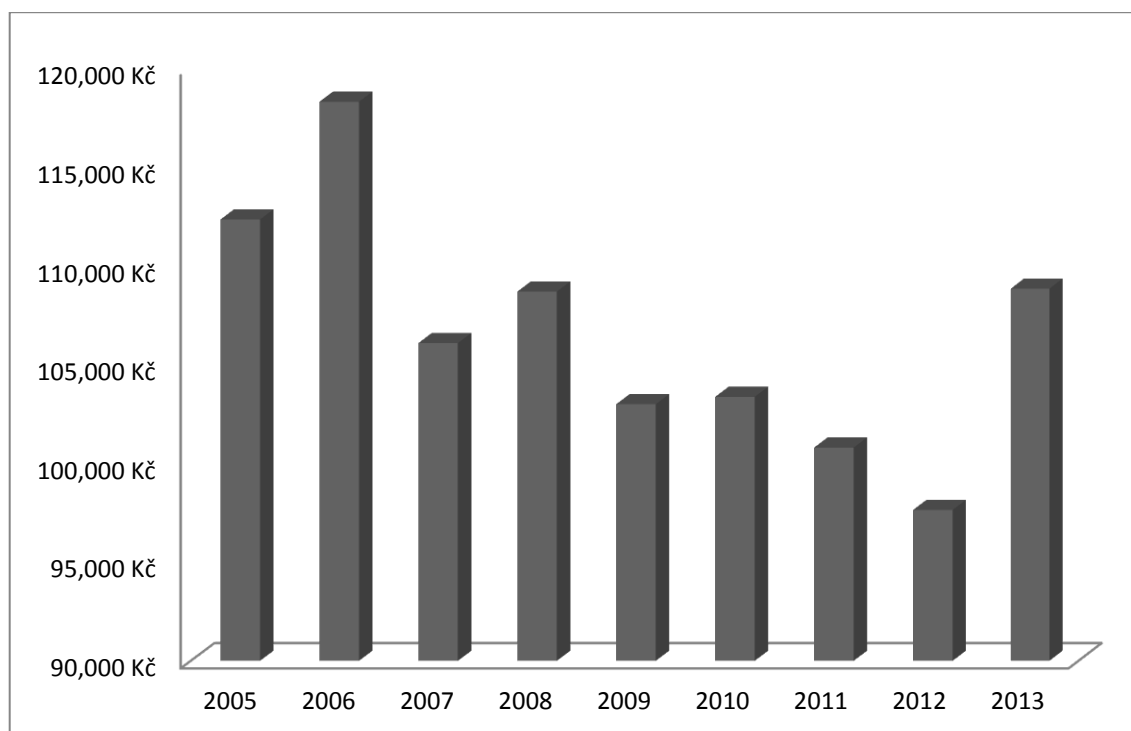
Navíc i přes zákaz prodeje kotlů prvních dvou emisních tříd jsou tyto stále dostupné k prodeji, jelikož se prodejci snaží doprodat staré zásoby a kontrola těchto prodejů je zřejmě nepříliš účinná. Především z řad uživatelů, kteří budou řešit například havárii současného kotle a nebudou chtít napojovat jiný typ kotle případně měnit systém vytápění, se určitě zájemci o koupi těchto zastaralých kotlů najdou.

Stále tedy platí stav, kdy především na vesnicích se používají nevyhovující typy kotlů, které zamořují okolí. Modernější zařízení jsou instalovány především do novostaveb nebo celkově rekonstruovaných objektů. Především starší občané jsou potom neochotní investovat do vytápění více peněz, aby jejich kotel vyhověl v budoucnu platným předpisům.

Na druhou stranu je zde ale vidět snaha části obyvatelstva předejít budoucím komplikacím. Právě tato skupina v poslední době hojně využívá tzv. Kotlíkové dotace nebo dotace z programu Nová zelená úsporám, které přinesou značnou úsporu při pořízení kotle. Tyto dotace se poslední dobou těší velké oblibě. V případě Kotlíkových dotací často bývají prostředky v průběhu roku vyčerpány a zájemci čekají na vypsání v roce dalším.

Je vidět i snaha výrobců kotlů přecházet na novější technologie a tak vývoj míří ke kotlům čtvrté a páté emisní třídy. Emisní třída 4 by měla být od roku 2018 minimálním požadavkem a lze očekávat zavedení nových emisních tříd spolu s vývojem nových technologií.[3]

Z následujícího grafu je patrný trend prodeje kotlů, který je v posledních letech ve značném propadu vzhledem ke krizi ve stavebnictví. Nutnost přechodu na novější typ kotle, kterou přináší platná legislativa, se zatím příliš neprojevuje. Z dostupných dat pro období let 2005 - 2013 je tento propad jasně viditelný.



[16]

### **Graf 2- vývoj prodeje kotlů do 50 kW v ČR za období 2005 - 2013**

Z výše uvedených údajů je patrné, že teprve v roce 2013 se situace změnila a opět došlo k poměrně rychlému nárůstu prodeje kotlů na tuhá paliva. Nutno podotknout, že se dle autora zdroje jedná o přibližné počty prodaných kotlů, jelikož někteří výrobci a prodejci neradi své prodeje uveřejňují. Nicméně pro ilustraci trendu vývoje prodeje kotlů v daném období jsou tato data dostatečně přesná.

Následující tabulka ukazuje rozložení prodáváných kotlů podle druhu paliva. Velká část prodeje patří plynovým kotlům, avšak pokud jsou sečtena zařízení spalující uhlí a biomasu, mají tato dohromady stále většinový podíl na trhu. Dlouhodobě tak stále většina obyvatel využívá těchto tradičních paliv. Právě kvůli tomuto trendu je potřeba zavádět přísnější limity a přicházet na trh s ekologičtějšími kotli pro spalování tuhých paliv.

Druh kotle	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ocelový na tuhá paliva	17872	21415	14776	14848	15911	16063	14542	13382	13116
litinový na tuhá paliva	17096	21109	16463	17122	16437	14454	11874	10603	10246
automatický na tuhá paliva	-	-	1298	1532	1239	1014	1667	1774	3637
automatický na biomasu	-	652	809	1094	2510	3514	1896	2091	2424
speciální na dřevo	4796	6349	6675	7583	4198	4226	3710	3463	7819
krby na dřevo	16643	14946	14100	20067	19979	21166	19158	18345	22137
ocelové stacionární na plyn	2206	3028	2239	2093	2398	1592	1470	1157	1100
litinové stacionární na plyn	5443	4793	5275	4751	4637	4119	3861	3765	3732
plynové závěsné	32534	32854	29996	24777	21268	25282	31785	32178	32650
elektrokotle	10207	11896	12939	13973	13554	11218	10762	10234	10752

[16]

### Tabulka3- prodej kotlů do 50 kW podle typu paliva za období 2005 - 2013

Z tabulky je potom vidět, že i když se v případě automatických kotlů jedná v dlouhodobém měřítku spíše o novinku, dokázaly si tyto získat poměrně rychle odbyt. Mezi automatickými kotli jsou jedny z nejprodávanějších zařízení kotle na pelety, které se již řadu let propagují především na odborných výstavách a jsou z pohledu náročnosti obsluhy a výdrže značně oblíbeny a to i vzhledem ke svému poměrně krátkému působení na trhu.

Prodej všech druhů kotlů se do roku 2012 spolu s krizí ve stavebnictví značně propadal. Poměrově asi nejvíce zasáhl právě automatické kotle vzhledem k jejich vyšší ceně a neochotě zájemců investovat v době krize do finančně nákladnějšího řešení. Nyní se však již i v tomto segmentu trhu stav stabilizuje a v obecném očekávání lepšího období prodeje opět narůstají rychleji, než u klasických kotlů.



Určitým nasměrováním k prodeji moderních kotlů je pak již zmíněný dotační program. Díky tomuto se stávají modernější ekologické zdroje dostupnějšími, což se také promítá do objemu jejich prodeje.

## 2. Hlavní kritéria výběru zdroje vytápění

Pro většinu obyvatelstva je nejdůležitějším parametrem při výběru nového kotle finanční náročnost vložené počáteční investice. V porovnání s dalšími hledisky tak hraje velmi důležitou roli při rozhodování, pro který typ kotle se následně rozhodnout.

I když si to velká část uživatelů při rozhodování neuvědomuje, vzhledem k předpokládané delší životnosti kotle je potřeba zaměřit se spíše na provozní náklady. V případě dobře zvoleného zařízení je tak možné poměrně rychle vloženou investici získat zpět.

Důležitou roli při rozhodování by měly mít i uživatelské vlastnosti kotle. V dnešní době je právě komfort obsluhy pro velkou část uživatelů jedním z nejdůležitějších měřítek.

Výběr kotle je vždy potřeba dobře zvážit a při návrzích řešení se obrátit na odborníky. V případě, že by bylo realizováno řešení, které nesplní požadavky objektu a uživatele, zcela určitě dojde k navýšení provozních nákladů a dalším komplikacím, kdy například nemusí požadavkům objektu dostačovat výkon realizovaného kotle.

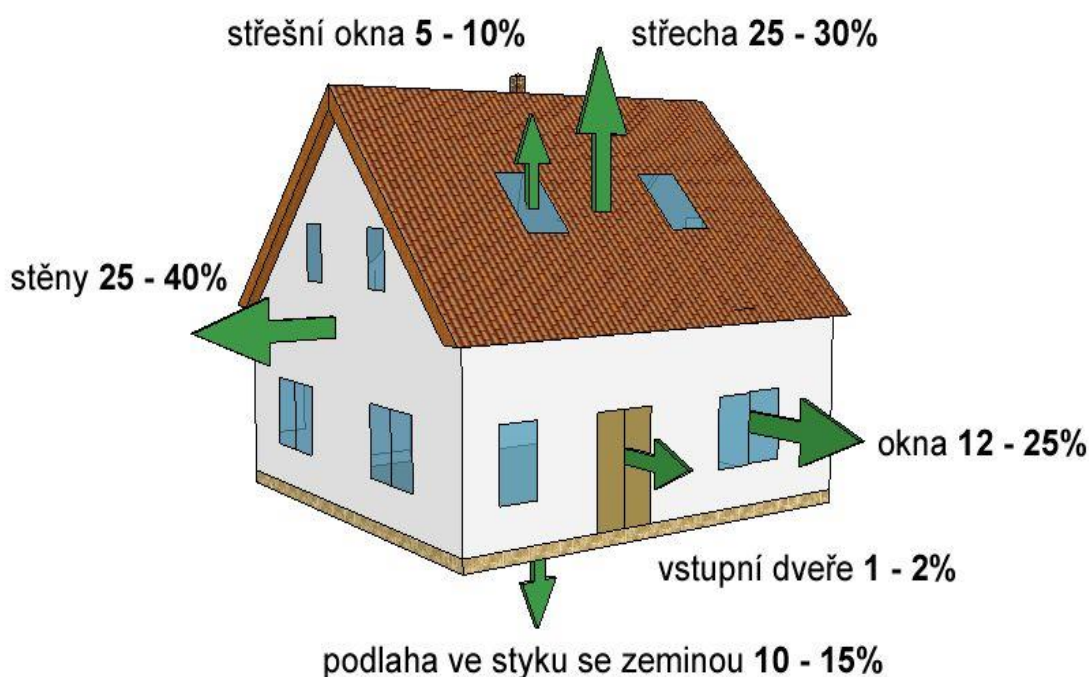
### 2.1. *Investiční náklady*

Do investičních nákladů na pořízení je potřeba započítat nejen cenu kotle, potřebného příslušenství a samotnou instalaci. Dalšími výdaji při přechodu na nový typ zařízení jsou i výdaje na revize, které jsou potřeba pro zprovoznění systému. Je potřeba provést revizi kotle i revizi komína. Může se tak stát, že při výměně kotle bude potřeba provést i opravu spalinových cest a komína na základě odhalených nedostatků.

Bohužel právě například revizi komína skoro nikdo neřeší. Především je to z důvodu, že se na jeho renovaci neposkytuje podpora. Většina uživatelů si však neuvědomuje, že následky mohou být fatální a může dojít nejen ke zničení kotle, ale dokonce i k požáru. V případě špatného stavu komína přinejmenším kotel ztrácí na výkonu a spolu s tím se zhoršují i jeho další vlastnosti jako například účinnost spalování.

Zároveň je při výběru kotle dobré dbát na odpovídající výkon kotle, který bude vyhovovat uvažovanému vytápěnému objemu místností i celkovému stavu objektu.

V ideálním případě by nejdříve mělo dojít k zateplení domu a výměně oken a až následně k výběru a modernizaci systému vytápění. Je neefektivní pořizovat kotel vysokého výkonu a vytvářet teplo, které bude velkou měrou vyzařováno do okolí. Neměla by se tedy podcenit celková investice, ale vždy by se majitel měl zaměřit na celkový stav vytápěného objektu a postupovat v několika krocích modernizace objektu.



[13]

**Obrázek 8 - průměrné tepelné ztráty objektu**

V současné době jsou stále ceny kotlů, instalace a revizí na přijatelné hranici. Lze však očekávat, že budou postupem času stoupat vzhledem ke stoupající poptávce. U cen kotlů pravděpodobně nebude tento nárůst tak zásadní jako například u revizí. Zde se bude stále více projevovat nedostatek revizních techniků, což povede k nárůstu cen, se kterým je potřeba do budoucna určitě počítat.

Investiční náklady se mezi možnými řešeními značně liší. Automatické kotle často dosahují více než dvojnásobku i trojnásobku ceny kotlů 3. emisní třídy

s ručním přikládáním. Ovšem v případě získání dotace se tento rozdíl může výrazně snížit. Komfort obsluhy je přitom nesrovnatelný a zároveň náklady na provoz jsou v případě automatického kotle vyšší emisní třídy při předpokladu spalování stejného druhu paliva podstatně nižší.

## **2.2. Dotační program**

V posledních letech byla možnost získání dotace na výměnu kotle a i na rok 2015 jsou vyčleněny finance, které budou krýt dotační programy [12]. V případě Kotlíkové dotace poskytují finanční podporu kraje a záleží tedy na jednotlivých krajích, jakou budou očekávat poptávku a jestli požádají ministerstvo o vyčlenění části prostředků. Dotace z programu Nová zelená úsporám jsou poskytovány celoplošně.

Společný program na podporu výměny kotlů má za cíl podporu snižování škodlivých emisí vznikajících spalováním. Týká se malých domácích kotlů do výkonu 50 kW, které využívají tuhá paliva. Podpora může být přiznána za předpokladu, že dojde k výměně stávajícího nevyhovujícího kotle za kotel vyšší emisní třídy.

Pro přiznání Kotlíkové dotace je potřeba stávající zařízení nahradit[10]:

- kotlem na tuhá paliva emisní třídy 3 ČSN EN 303-5 nebo vyšší s automatickým dávkováním paliva, které neumožňuje bez úprav ruční přikládání a jeho výrobce či prodejce tuto možnost nedeklaruje (propagační materiály, materiály, webové stránky, prospekty atd.)
- zplyňovacím kotlem emisní třídy 4 ČSN EN 303-5 nebo vyšší na tuhá paliva při současné instalaci akumulární nádoby o celkovém objemu minimálně 55 l vodního objemu na každý kW instalovaného výkonu
- atmosférickým nebo kondenzačním kotlem na plynná paliva

Zároveň je potřeba, aby byl nově instalovaný kotel uveden v Seznamu výrobků a technologií uvedených na stránkách Státního fondu životního prostředí České republiky. O dotaci může žádat jakákoliv fyzická osoba, která hodlá tento kotel využít k osobní potřebě. Dotace může být přidělena pouze k nemovitosti, která je vedena jako rodinný dům nebo objekt k bydlení. Nelze o ni tedy žádat například u chalupy, která slouží k rekreaci. [10]

Mezi další požadavky, které jsou nutné pro přiznání dotace, patří například doložení likvidace původního kotle. Ten musí být předepsaným způsobem znehodnocen a toto znehodnocení je povinen žadatel prokázat například i fotografiemi.

K vyplacení dotace dochází až po samotné instalaci kotle. Žadatel se však před instalací dozví stanovisko ke své žádosti, zda mu bude následně dotace přidělena. [10]

Dotace je poskytována nejvýše do částky uznatelných nákladů projektu. Nejvyšší možnou výši dotace u jednotlivých typů zařízení uvádí následující tabulka.

Typ kotle		Max. výše podpory
A	kotel na tuhá paliva emisní třídy 3 ČSN EN 303-5 s automatickým dávkováním paliva	40 000 Kč
B	kotel na tuhá paliva emisní třídy 4 ČSN EN 303-5 nebo vyšší s automatickým dávkováním paliva	60 000 Kč
C	zplyňovací kotel na tuhá paliva s akumulací nádobou emisní třídy 4 ČSN EN 303-5 nebo vyšší	55 000 Kč
D	plynový atmosférický kotel na zemní plyn	15 000 Kč
E	plynový kondenzační kotel na zemní plyn	20 000 Kč

[10]

#### **Tabulka 4- maximální výše Kotlíkové dotace pro jednotlivé typy kotlů**

Z rozložení dotací je patrné, že nejvyšší podpora je u Kotlíkové dotace nastavena právě pro kotle na tuhá paliva. Aktuálně platí dotace i pro kotle 3. emisní třídy, které jsou na trhu zastoupeny nejvíce. Rozdíl mezi příspěvkem pro 3. a 4. emisní třídu je v porovnání s pořizovacími náklady mizivý a nijak nenutí k nákupu vyšší emisní třídy. I proto je nyní na trhu jen málo kotlů splňujících 4. emisní třídu.

Zároveň přidělovaná podpora nerozlišuje mezi ekologicky šetrnějšími biopalivy a uhlím. Česká republika je tak kritizována Evropskou komisí, která

shledává nevhodným způsob výměny stávajících uhelných kotlů opět kotli spalujícími uhlí. Taková výměna není dle mínění Evropské komise v souladu s uplatňovanou nízkouhlíkovou ekonomikou EU. Doporučení ze strany Evropské komise zní, že by se měla Česká republika ubírat především k podpoře vytápění obnovitelnými zdroji energie. Podle současného ministra životního prostředí Richarda Vrabce bude Česká republika s EK dále vyjednávat, jelikož je podpora Kotlíkových dotací u nás potřebná a výrazně pomůže i výměna za nízkoemisní zařízení spalující uhlí. Počítá se tedy se zachováním stávající podpory, navýšením podpory u nízkouhlíkových technologií a přechodem na obnovitelné zdroje. Je však třeba počítat, že podpora kotlů 3. emisní třídy v následujících letech skončí, jelikož od roku 2018 by byla z důvodu zákazu prodeje těchto kotlů v rozporu s platnou legislativní úpravou. [12]

V souladu s požadavky Evropské komise jsou celoplošně poskytované dotace z programu Nová zelená úsporám. Tyto dotace jsou poskytovány pouze na kotle využívající jako palivo obnovitelné zdroje respektive kotle plynové. V rámci tohoto programu tedy není možné získat finanční podporu na kotel spalující například hnědé uhlí, přestože splňuje požadavky třeba 4. emisní třídy. Následující tabulka ukazuje podporovaná zařízení a nejvyšší dotační sumu, která je omezena procentem z uznatelných nákladů investice. V případě současného zateplení objektu jsou dotace vyšší, tabulka uvádí hodnoty dosažitelné bez současného zateplení objektu.

Typ zařízení	Max. výše dotace v Kč	Max. míra podpory
Kotel na biomasu s ručním přikládáním	40 000	55 %
Kotel na biomasu s automatickým přikládáním	80 000	55 %
Krbová kamna s ručním přikládáním	45 000	55 %
Plynový kondenzační kotel	15 000	55 %

[14]

**Tabulka 5- výše dotace z NZÚ bez současného zateplení**

V říjnu 2014 vešlo v platnost pro všechny členské státy EU další nařízení vztahující se ke kotlům na tuhá paliva. Směrnice o ekodesignu by měla od roku 2020 zakázat i prodej kotlů splňujících parametry 4. emisní třídy. Nově by se tak měla prodávat pouze zařízení splňující limity 5. emisní třídy, kterým již uhelné kotle nevyhoví. Je tedy nepříliš efektivní nyní poskytovat podporu na kotle, které by se již v roce 2020 neměly smět prodávat. Z výše uvedeného tedy plyne, že případný zájemce o finanční podporu s výměnou kotle nižší emisní třídy by měl tuto výměnu provést co možná nejdříve. [12]

### **2.3. Náklady na provoz**

Jednou z nejdůležitějších otázek při stanovení nákladů na vytápění je druh uvažovaného paliva. Při výběru paliva použitého k vytápění je potřeba posoudit situaci na trhu a odhadnout budoucí předpokládaný vývoj ceny. Například u uhlí se dá v dohledné době očekávat zavedení ekologické daně, která toto palivo vůči jiným znevýhodní. Naopak u obnovitelných paliv lze očekávat i v budoucnu podporu, jelikož se jedná o moderní zdroj, který je podporován i ze strany Evropské unie.

Při nákupu paliva je potřeba vždy posoudit výsledný efekt jeho spalování. Pokud je například nakoupeno odpadní palivo, účinnost spalování klesá. Jsou ale i taková paliva, která i přes svůj odpadní původ dokážou vyhovět požadavkům kotle. Mezi tato patří například dřevní štěpka.

Výslednou ztrátu přinese i navlhlé palivo. Navíc při používání takového paliva dochází k poškozování kotle. Je proto třeba vždy posuzovat poměr kvalita/zisk a raději pořizovat palivo u ověřeného prodejce.

Dále je potřeba posoudit konkrétní situaci uživatele. V případě, kdy má domácnost například k dispozici vlastní les nebo jiný zdroj, kde je možné pořídit palivové dříví za výhodnou cenu, je potřeba s touto skutečností při výběru počítat.

Zároveň při modernizaci zdroje vytápění, kdy původně byl spalován určitý druh paliva a jsou k dispozici zásoby tohoto typu, je potřeba zahrnout do celkového posouzení hodnotu těchto zásob a zohlednit ji v nákladech pro příští období. Právě v případě dřeva mají především obyvatelé vesnic zásoby na několik let dopředu a jeho případný odprodej by s největší pravděpodobností proběhl za nevýhodných podmínek. Je tedy potřeba velmi důkladně zvážit aktuální situaci

nejen z globálního pohledu, ale i vzhledem k uvažované lokalitě a vlastním možnostem.

Pokud je určen vhodný typ paliva, je nutno stanovit potřebný výkon kotle, který by měl odpovídat objektu, pro který je navrhován. Toto by měl určit nejlépe nezávislý odborník, který nebude mít snahu navrhnout nejdražší řešení, jako by tomu mohlo být u firmy, která by zároveň zajišťovala následnou realizaci. Výkon kotle se určuje především na základě tepelných ztrát objektu, které souvisí s technickým stavem objektu.

Při optimálním návrhu je možné ušetřit nejen na investičních nákladech navrhovaného řešení, ale dojde i k úspoře během provozu. Kotel by měl totiž vždy fungovat při stanoveném jmenovitém výkonu. V případě, že je předimenzován a pracuje při nižším výkonu, dochází ke snížení účinnosti a spolu s tím k nárůstu provozních nákladů. Pokud je naopak instalován kotel o nižším výkonu, jedná se o fatální chybu, kdy nedokáže vyrovnat tepelnou ztrátu objektu. Musí se hledat náhradní řešení, které umožní vytápět objekt na požadovanou teplotu. To s sebou přináší další náklady, zvýšení náročnosti obsluhy a další problémy, kterým se dá právě odborným návrhem předejít.

Velkou roli při určování nákladů hraje také údržba kotle a spalinových cest. Pokud se údržba zanedbává, vede to ve výsledku k navýšení provozních nákladů, jelikož pokud jsou například kotel nebo komín zaneseny, dochází ke snížení efektivity spalování. Zároveň spolu s neodpovídající údržbou klesá i životnost celého zařízení. Pokud se potom dělí investiční náklady do výrazně kratší doby, náklady následně rozpočítané do jednotlivých let provozu výrazně vzrostou.

Do provozních nákladů je také potřeba kromě nákladů na palivo a údržbu započítat i náklady spojené s revizemi kotle. Vzhledem k ostatním nákladům se nejedná o příliš vysokou částku. Tato však může značně narůst v případě, kdy se majitel neprokáže platnou revizí a je udělena pokuta. Dalším nutným výdajem je provedení čištění spalinových cest kominíkem. Kominík zároveň s čištěním provádí kontrolu spalinových cest a ručí za to, že provoz vyhovuje požadavkům požární bezpečnosti. Bez řádného provedení těchto revizí nelze v případě požáru požadovat oprávněně pojistné plnění. Následující tabulka potom zobrazuje výčet faktorů, které ovlivňují náklady na vytápění.



Provoz kotle na tuhá paliva	●náklady na palivo
	●kvalita paliva
	●náklady na dopravu a skladování paliva
	●náklady na údržbu systému
	●přesně stanovený potřebný výkon kotle
	●náklady na revize kotle a spalinových cest
	●tepelné ztráty vlivem
	●vlastní možnost získání paliva / vlastní zásoba paliva
	●náklady na obsluhu
	●délka topné sezóny

(vlastní úprava)

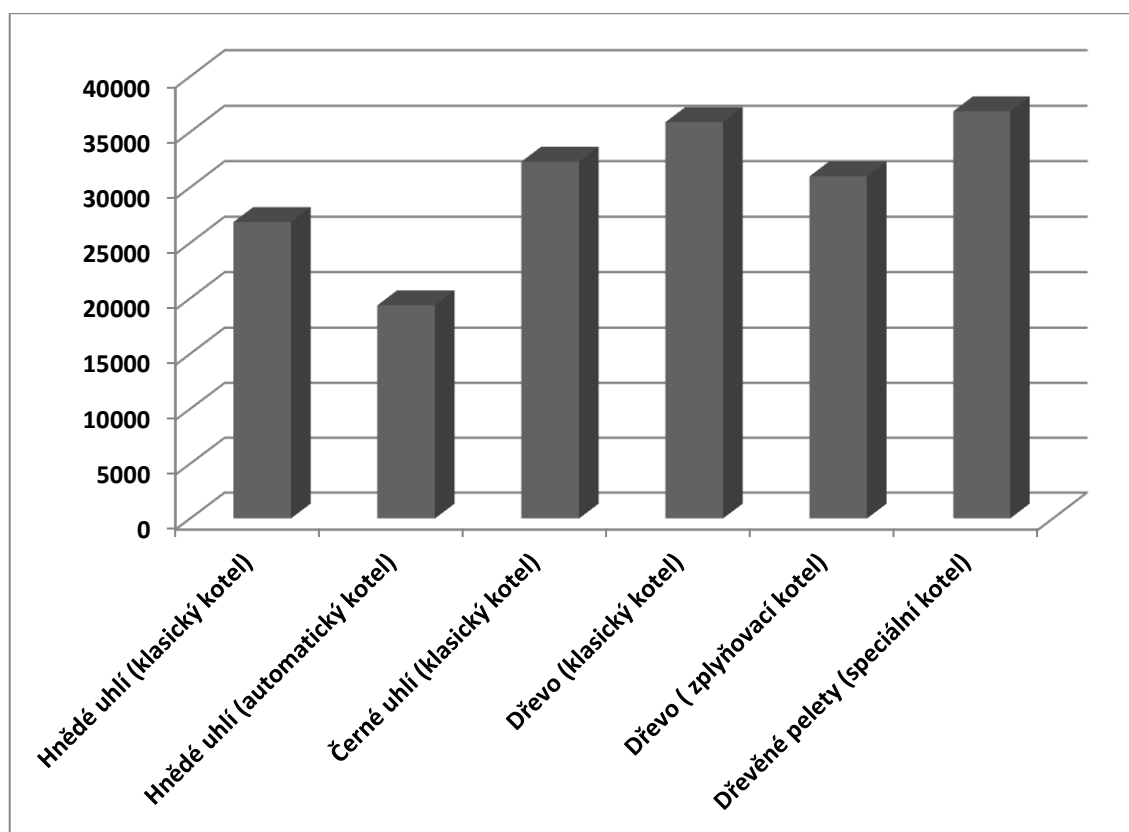
### Tabulka 6 - faktory ovlivňující celkové náklady vytápění

Při stanovení nákladů je potřeba pamatovat i na náklady spojené s dopravou a uskladněním paliva. Pokud není k dispozici prostor vhodný pro uskladnění a bude potřeba jej vybudovat, cena této počáteční investice je potřeba zohlednit do celkových nákladů. Skladování nelze v případě tuhých paliv podcenit, jelikož je potřeba udržet odpovídající vlhkost paliva a u dřeva dodržet dobu alespoň 2 let, po kterou by mělo vysychat na požadovanou hodnotu vlhkosti. V opačném případě by došlo ke snížení účinnosti spalování, zvýšení nákladů a v neposlední řadě k poškození kotle i dalších prvků systému vlivem spalování nesprávného paliva.

Mezi provozními náklady je také dobré zohlednit náročnost obsluhy a čas nutný pro obsluhu kotle. Je značný rozdíl mezi tím, zda je zapotřebí doplňování paliva několikrát denně nebo například pouze dvakrát týdně. I když se z pohledu provozovatele nejedná o finanční náklad, je třeba tyto nároky na obsluhu uvažovat alespoň z hlediska potřebného času obsluhy a především sníženého komfortu uživatele.

Zásadním faktorem, který ovlivní celkové roční náklady na provoz, je potom délka období, ve kterém je potřeba vytápět. To záleží především na oblasti, ve které se objekt nachází, kdy v horských oblastech je potřeba počítat s delší topnou sezónou. Velkou roli však hraje také náhoda, jelikož se předem nedá určit potřebná doba provozu topného systému.

Při předběžné modelaci nákladů je možné využít i některou z internetových aplikací, která dokáže při správném zadání vstupních parametrů částečně pomoci s výběrem vhodného druhu vytápění. Například při nadefinování ve výpočtu na portálu TZB info, vyjdou při zadání vstupních hodnot pro střední klimatickou oblast, tepelnou ztrátu objektu 20 kW a předpokládaného využití zdroje vytápění pouze pro vytápění bez současného ohřevu vody hodnoty ukázané v následujícím grafu, který zobrazuje náklady na často používaná paliva v českých domácnostech.



[15] (vlastní úprava)

### Graf 3 - vzorový případ nákladů na vytápění podle druhu paliva

Je však potřeba počítat s tím, že výpočet uvažuje s předpokládanými průměrnými hodnotami. Nejsou zde zohledněny místní ceny paliv, uvedená

účinnost je pouze průměr pro danou třídu a i další parametry je potřeba upravit pro konkrétní objekt. Další řadu skutečností však výpočet nezohlední i při pečlivém zadání. Je proto potřeba brát podobné aplikace pouze jako pomocnou informaci, kterou uživatel doplní potřebnými hodnotami pro konkrétní posuzovaný objekt.

## 3. Aplikace pro konkrétní objekt

### 3.1. Popis stávajícího stavu

Nemovitost, pro kterou je určována optimální varianta přechodu na nový systém vytápění dle ČSN EN 303-5, je 28 let starý rodinný dům na okraji města Tábor v Jihočeském kraji. Před 4 roky prošel rozsáhlou rekonstrukcí, při které byla zateplena fasáda a vyměněna původní dřevěná okna za nová plastová. Nelze tedy uvažovat s možností získání další dotace, která by byla poskytnuta na kotel při současném zateplení fasády a výměně oken. V tomto případě je možné získat pouze dotaci na samotný zdroj tepla.



(vlastní foto)

#### Obrázek 9 - řešený objekt

Aktuálně je objekt vytápěn pomocí kotle Etko Is 23, ve kterém je spalováno hnědé uhlí a kusové dřevo přibližně v poměru 2 díly dřeva na 1 díl uhlí. Ohřev vody je zajišťován pomocí elektrického bojleru. Používaný kotel je pro vytápění objektu nedostačující, a proto jsou ve většině obytných místností nainstalovány nad rámec ústředního vytápění z kotle také elektrické přímotopy. Jelikož se jedná o starý typ kotle, který nevyhovuje limitům stanoveným pro 3. emisní třídu, bude potřeba v následujících letech jeho výměna za novější typ.

I když je kotel primárně určen ke spalování hnědého uhlí, je dodáván při koupi s náhradním zadním skluzným roštem, po jehož výměně za stávající může spalovat i dřevo. Používaný kotel je typickým zástupcem kotlů, které mohou vzhledem ke konstrukci násypky spalovat prakticky cokoli, což bývá u některých uživatelů zneužíváno ke spalování nevyhovujícího paliva a především odpadů.

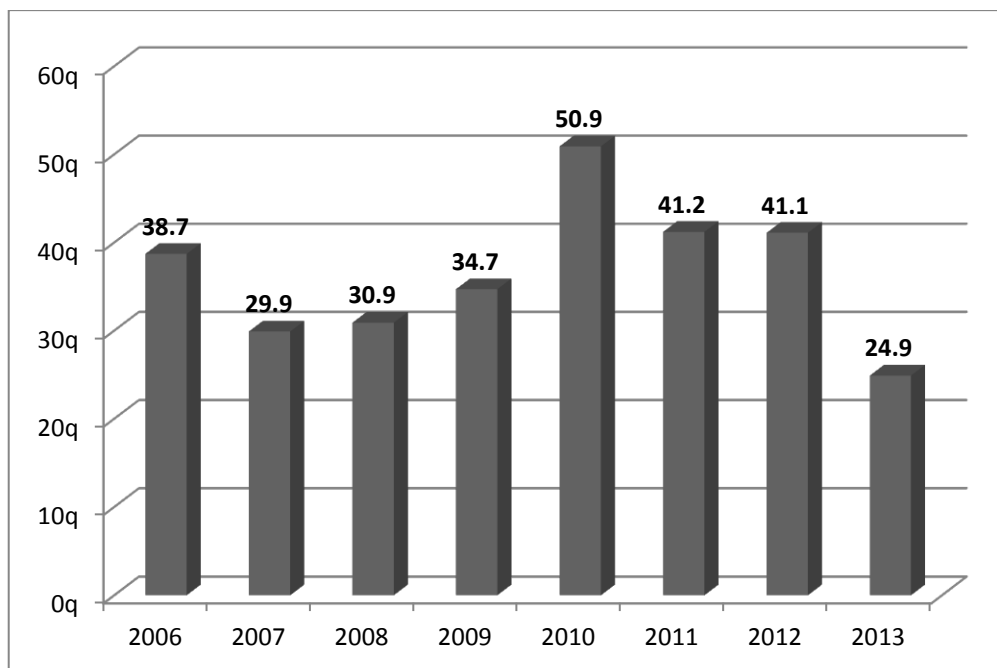
Kotel ETKLA LS 23	
Jmenovitý výkon	23 kW
Minimální výkon	7 kW
Účinnost při topení předepsaným palivem	68 %
Spotřeba paliva při jmenovitém výkonu (hnědé uhlí - ořech 2, výhřevnost 16,3 MJ/kg)	7,7 kg/h
Nejvyšší obsah vody v palivu	20%
Doba hoření při jmenovitém výkonu	4 h

[19] (vlastní úprava)

### Tabulka 7- vybrané technické údaje stávajícího kotle

Problémový je nejen nedostačující výkon kotle, ale i jeho výdrž, kdy na jedno doplnění dávky dokáže pracovat pouze několik hodin. To vede k neustálé nutnosti doplňování paliva a z hlediska uživatelské náročnosti je tak značně nevyhovující. Vzhledem k těmto potřebným intervalům přikládání kotel v průběhu noci vyhasíná a při poklesu teploty se spouštějí elektrické přímotopy řízené termostaty. Z důvodu použití těchto přímotopů jako náhradního řešení značně narůstají náklady na vytápění objektu.

U zkoumaného objektu jsou k dispozici data ke spotřebě za minulé roky ve formě dodacích listů hnědého uhlí. Toto bylo vždy po topné sezóně doplňováno do původního objemu, proto je možné určit spotřebu v předchozím roce. Vzhledem k množství dostupných dat je možné určit spotřebu konkrétního objektu přesněji než výpočtem, který nedokáže řadu faktorů zohlednit a vždy pracuje s vysokou mírou nejistoty a nepřesnosti. Následující graf ukazuje spotřebu v letech 2006 - 2013.



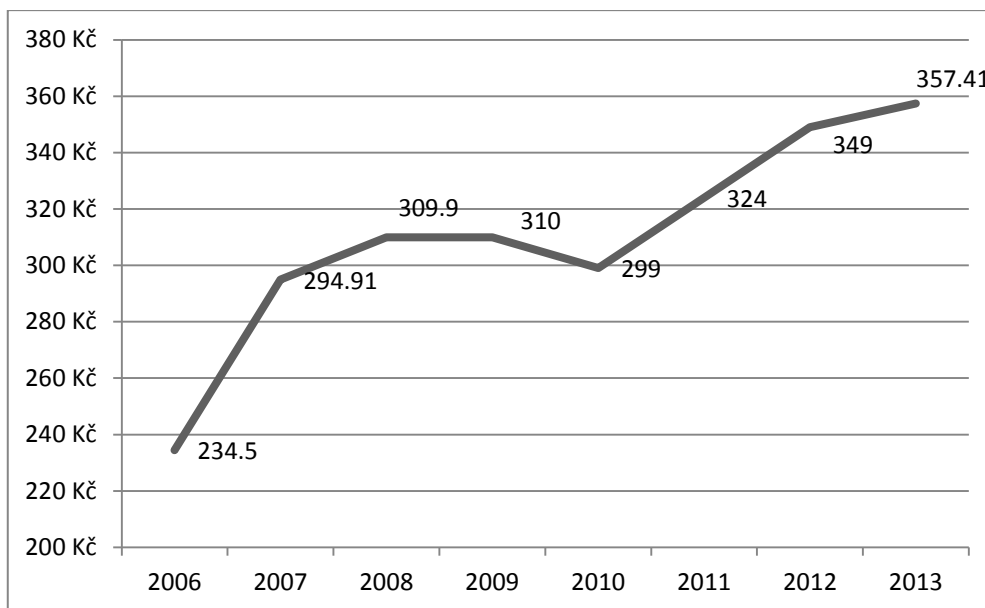
[17] (vlastní úprava)

**Graf 4 - spotřeba hnědého uhlí v letech 2006 - 2013**

Z údajů uvedených v grafu vychází průměrná roční spotřeba 3650 kg hnědého uhlí ročně. Vždy záleží na délce topné sezóny. Například na přelomu let 2013 - 2014, kdy byla mírná zima byla spotřeba poloviční ve srovnání se zimou 2010 - 2011.

Jak již bylo zmíněno v textu dříve, do výsledné spotřeby je potřeba započítat navíc 2 hmotnostní díly palivového dříví, kterým je hnědé uhlí doplňováno. Vzhledem k rozdílným hodnotám výhřevnosti těchto paliv, kdy hodnoty uváděné pro uhlí dosahují 17,6 MJ/Kg [15] a pro dřevo 14,8 MJ/kg [15]. Při zohlednění těchto rozdílných hodnot výhřevnosti potom vychází celková spotřeba 2,68 dílu hnědého uhlí. Skutečná spotřeba pro daný kotel by tedy byla ve výsledku přibližně 9782 kg uhlí ročně bez započtení nákladů na elektrické přímotopy, jejichž provoz se odhaduje na 10 tisíc korun ročně.

Zároveň lze z těchto dostupných dat vyčíst trend vývoje cen hnědého uhlí v regionu, kde se posuzovaný objekt nachází. Lze tak do určité míry odhadnout možný budoucí vývoj ceny tohoto paliva. Vstupní data pochází vždy ze stejného období, kdy bylo vždy palivo kupováno v jarním období, kdy probíhají slevy, a kdy se finanční náročnost nákupu uhlí pohybuje na dolní hranici.



[17] (vlastní úprava)

**Graf 5- vývoj ceny hnědého uhlí v letech 2006 - 2013, ceny za 1 q**

Z grafu vývoje ceny hnědého uhlí je vidět rostoucí trend ceny, který je opět přerušen pouze kolem roku 2010, kdy probíhala ekonomická krize a domácnosti ve snaze šetřit snížily poptávku. V následujících letech lze tedy opět očekávat postupný nárůst cen. Podle údajů za minulé roky je průměrný meziroční nárůst ceny hnědého uhlí 17,6 korun, vzhledem k propadu cen v roce 2010, který nelze opakovaně očekávat, je možno uvažovat po vyloučení této hodnoty meziroční růst 20 Kč/q.

Druh paliva	Cena MJ	Množství	Celkem cena
Hnědé uhlí	3,57 Kč/kg	3650 Kg	13 031 Kč
Dřevo	1,81 Kč/kg <sup>1</sup>	7 300 Kg	13 213 Kč
Elektřina	odhad		10 000 Kč
Údržba	odhad		2 000 Kč
Celkem roční náklady na vytápění			38 244 Kč

(vlastní výpočet)

**Tabulka8- současné roční náklady vytápění**

<sup>1</sup>cena dřeva spočtena na základě evidence majitele objektu, kdy 1 m<sup>3</sup> čerstvého dřeva stojí 600 Kč + 200 Kč/m<sup>3</sup> (odhad ceny zpracování) - celkem 800 Kč/m<sup>3</sup>, 1m<sup>3</sup> vysušeného dřeva potom dle [23] váží 440 kg, výsledná cena dřeva = 1,81 Kč/kg

### **3.2. Možnosti přechodu na vyhovující systém**

Prvním krokem k zodpovědnému návržení možných variant přechodu na nový systém vytápění je určení tepelných ztrát objektu, které musí být kompenzovány navrhovaným zdrojem tepla.

Výpočet této tepelné ztráty by měl provádět odborník, aby měl tento odpovídající vypovídací hodnotu a byl navržen skutečně zdroj odpovídajícího výkonu. Při předimenzování a instalaci kotle s nadhodnoceným výkonem kotel pracuje při nižším výkonu, kdy dochází ke snižování účinnosti spalování, respektive výkon není využit a je spalováno zbytečně velké množství paliva. Naopak při instalaci kotle s nižším výkonem, než je potřebný, nebude toto zařízení schopno kompenzovat tepelnou ztrátu objektu.

Pro výpočet tepelné ztráty byl použit výpočet dostupný na serveru TZB Info [18]. Tento výpočet vychází z původního kalkulátoru programu Zelená úsporám. Jedná se o zjednodušený výpočet, který však zohledňuje všechny podstatné parametry potřebné ke stanovení tepelné ztráty a pro potřeby stanovení potřebného výkonu kotle je dostačující.

Jednou ze vstupních hodnot u každého výpočtu tepelné ztráty je lokalita, ve které se zkoumaný objekt nachází. Podle té je určena průměrná délka otopného období a průměrná dosahovaná teplota v tomto období.

Dále je k výpočtu potřebné určit požadovanou vnitřní teplotu dle požadavku majitele objektu. U použitého výpočtu se jedná o celkovou průměrnou teplotu ve vytápěném prostoru. Ve složitějších výpočtech se tyto teploty počítají pro jednotlivé místnosti, což ale nemá příliš smysl, jelikož vždy v rámci objektu dochází k výměně tepla mezi jednotlivými místnostmi otevřenými dveřmi a teplota se v objektu vyrovnává na průměrnou hodnotu.

Jedním z nejdůležitějších vstupních údajů pro výpočet je objem vytápěného prostoru a plochy, které jsou v kontaktu s venkovním prostředím i povrch podlahy ve styku s terénem včetně jejich tepelně-izolačních charakteristik. Zohledňuje se tepelný zisk z provozovaných spotřebičů i osob nacházejících se v prostoru i tepelná ztráta způsobená předpokládanou intenzitou větrání. Záleží jen na tom, jak přesný výsledek je požadován a podle toho se dále započítávají jednotlivé prvky a látky, jelikož všechny přítomné prvky a osoby vyzařují nebo pohlcují teplo.



Lokalita	Tábor
Venkovní návrhová teplota v zimním období	-17 °C [18]
Požadovaná průměrná teplota interiéru	+21 °C
Vnější objem vytápěné zóny <sup>2</sup>	548 m <sup>3</sup>
Podlahová plocha všech vytápěných podlaží <sup>1</sup>	224 m <sup>2</sup>
Trvalý tepelný zisk	380W

[18] (vlastní měření a úprava)

**Tabulka 9 - obecné vstupní parametry výpočtu tepelné ztráty**

Druh konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> K]	Plocha [m <sup>2</sup> ]
Stěny	0,90	204,6
Podlaha nad sklepem	3,10	105,8
Strop pod půdou	0,51	112,1
Okna	2,35	28,2
Vstupní dveře	3,5	2

[18] (vlastní měření a úprava)

**Tabulka 10 - konstrukce ve styku s prostředím**

Výsledná tepelná ztráta vypočtená pomocí [18] je 24 240 W. Ztráty jednotlivých konstrukcí udává následující tabulka 11. Vzhledem k vypočtené tepelné ztrátě by se měl výkon kotle pohybovat kolem 27 kW, jelikož je potřeba počítat s určitým snížením účinnosti vlivem různých činitelů, mezi kterými může být nižší kvalita paliva, snížený tah komína a další. Zároveň je výsledek odpovídající současnému stavu, kdy používaný kotel o nejvyšším udávaném výkonu 23 kW je nedostačující a musí být doplňován náhradním zdrojem ve formě elektrických přímotopů

Z tabulky tepelných ztrát jednotlivých konstrukcí lze vyčíst, kde by bylo ještě potřeba provést rekonstrukci z důvodu vysokého úniku tepla. Největší problém

<sup>2</sup>rozměrové charakteristiky určeny na základě výkresové dokumentace stavby

u daného objektu způsobuje původní podlaha nad sklepem. Určitě by tedy stálo před pořízením nového zdroje tepla uvažovat o jejím zateplení, jelikož i pocitově vyzařuje chlad ze spodní části stavby. Rovněž by u řešeného objektu částečně pomohla ke snížení úniku tepla výměna stávajících dřevěných dveří, které jsou původní. Naopak je vidět, že po zateplení fasády je tento prvek vyhovující. Nelze porovnávat například s pasivními domy, ale po samotném zateplení došlo dle evidence majitele objektu ke značným úsporám za elektřinu, která je zdrojem pro doplňkový zdroj vytápění - elektrické přímotopy.

Druh konstrukce	Tepelná ztráta [W]
Obvodový plášť	6 997
Podlaha	8 101
Střecha	1 738
Okna, dveře	2 784
Tepelné mosty	860
Větrání	3 760
Celkem	24 240

[18] (vlastní úprava)

### Tabulka 11 - tepelná ztráta jednotlivých konstrukcí

Vzhledem k tomu, že se jedná v řešeném případě o rekonstrukci stávajícího systému vytápění, bude z finančního hlediska nejvhodnější volba obdobného druhu vytápění, pro který je objekt připraven. Například při přechodu na moderní tepelné čerpadlo by se jednalo o podstatně větší investici, kdy by se navíc musel opět řešit i doplňkový zdroj tepla. Vytápění elektřinou v podobě stávajících přímotopů by potom bylo sice komfortní, avšak za cenu značného navýšení nákladů.

Jelikož v místě, kde se objekt nachází, není zaveden plyn, nelze uvažovat vytápění plynovým kotlem, proto není tato možnost v dalším postupu uvažována, i když v českých domácnostech je tento druh paliva velmi oblíbený a jen o málo zaostává v současných prodejkách za nejvíce používanými kotli na tuhá paliva.

Možná řešení tedy nabízí právě kotle na tuhá paliva. Při zadání vstupních parametrů sledovaného objektu do on-line kalkulátoru na TZB info, vychází hodnota roční spotřeby uhlí 13 133 kg. Při porovnání sledované spotřeby uhlí, která je výše stanovena na 9782 kg s přihlédnutím k doplňkovému provozu elektrických přímotopů se jeví tento výpočet jako správný a odpovídající pro daný objekt.

Při navrhování jednotlivých variant možných budoucích řešení vytápění daného objektu je potřeba zohlednit stávající zásoby uhlí, které jsou přibližně 12 tisíc kg, což v současných cenách 357,41 Kč/100 kg [17] představuje hodnotu 42 889 korun. Tuto je možné odečítat od vstupní investice do kotle spalujícího tento typ paliva.

Vzhledem k tomu, že v Jihočeském kraji, kde se subjekt nachází, neprobíhala v minulých letech Kotlíková dotace, je potřeba při posuzování možnosti získání dotace přihlížet pouze k dotačnímu programu Nová zelená úsporám. Ta by měla za obdobných podmínek pokračovat i v následujících letech. O kotlíkové dotaci se v daném regionu uvažuje, ale v roce 2015 se nejspíše nedá očekávat její zavedení[31]. Je tak možné získat dotaci pouze na kotle na biomasu s ručním nebo automatickým přikládáním.



**Obrázek 10 - dostupnost Kotlíkové dotace v krajích**

Rovněž jedním z nejdůležitějších parametrů při navrhování jednotlivých variant je komfort obsluhy, který je u automatických zařízení nesrovnatelně vyšší než u kotlů s ručním doplňováním paliva. Zároveň i ze skutečnosti, kdy stávající zařízení nevydrží pracovat v průběhu celé noci, je potřeba dbát zvýšenou měrou právě na výdrž kotle, která je v případě automatického doplňování paliva z násypky podstatně vyšší.

Vzhledem k v současnosti nastaveným parametrům na kotle a životnosti, která se dá předpokládat kolem 10-ti let, není potřeba tolik přihlížet k vyšší emisní třídě kotle v případě kotlů na hnědé uhlí. Zároveň i proto, že v současnosti není na trhu velký výběr mezi kotli na hnědé uhlí, které vyhovují požadavkům 4. emisní třídy dle ČSN EN 303-5. U kotlů na biomasu je situace odlišná a modelů splňujících požadavky vyšších emisních tříd je podstatně vyšší počet a to především díky charakteru spalovaného paliva. Bohužel toto se například u kotlů na pelety projevuje vyšší počáteční investicí do nákupu nového kotle.

K výše uvedeným skutečnostem jsou navrhovány následující varianty kotlů na tuhá paliva:

- kotel na biomasu s ručním přikládáním
- kotel na biomasu s automatickým přikládáním
- kotel na hnědé uhlí s ručním přikládáním
- kotel na hnědé uhlí s automatickým přikládáním

Navržená řešení by měla odpovídat vypočtené tepelné ztrátě objektu. Jejich tepelný výkon by se tedy měl pohybovat od minimální hranice 26 kW do 30 kW, při započítání možného snížení účinnosti vlivem zhoršené kvality použitého paliva.

### **3.2.1. Posouzení varianty 1**

Prvním z navrhovaných řešení je zplyňovací kotel na dřevo. Navržený typ kotel Makak 30 kW spaluje dřevo do délky 55 cm. Zároveň je možné v tomto kotli spalovat štěpku, brikety a další dřevní odpad. [27]

Tento kotel byl vybrán jako jedno z řešení vzhledem k možnosti spalování nejen kusového dřeva, ale i dalších alternativních paliv. Umožňuje tak částečně reagovat na cenové podmínky trhu a také na aktuální možnosti provozovatele a jeho přístupu k možným palivům. Dalším pozitivem je, že díky spalování dřeva


se v tuto chvíli nedá očekávat další daňové zatížení tohoto paliva, jako je tomu například v případě uhlí.

### Parametry a uživatelské vlastnosti

Jelikož kotel splňuje požadavky 5. emisní třídy dle ČSN EN 303-5, neměly by v budoucnu nastat legislativní potíže s jeho provozem. Vzhledem k zařazení v 5. emisní třídě kotle je i odpovídající vysoká účinnost spalování, která je udávána hodnotou 90,63% [27].

Výkon kotle je možné řídit pouze elektronicky a to i na dálku pokojovým termostatem, který kotli určuje jaký výkon je právě potřeba. Na dálku se tak řídí směšovací ventil, případně je možno vypnout oběhové čerpadlo topného okruhu. [28]

Nevýhodou oproti kotlům s automatickým doplňováním paliva je u tohoto kotle výdrž na jedno doplnění paliva. Výrobce však uvádí dobu 8-12 hodin což je dvakrát až třikrát větší doba než u stávajícího řešení a nemělo by tak v průběhu noci docházet k vyhasínání kotle.

Kotel Makak 30	Nejvyšší výkon	30 kW
	Účinnost při topení předepsaným palivem	90,63 %
	Emisní třída	5
	Doba hoření	8 - 12h

[27] [29] (vlastní úprava)

### Tabulka12- vybrané technické údaje kotle Makak 30

#### Investiční a provozní náklady

Cena kotle je v porovnání s variantami automatických kotlů zhruba poloviční. Zároveň je nyní možnost žádat na tento typ kotle o dotaci, jelikož kotel spaluje pouze biomasu a neumožňuje spalování jiného typu paliva. Dotaci lze žádat z obou v práci jmenovaných dotačních programů. Při odpočtu možné

získané dotace od celkových započitatelných investičních nákladů se cena dále podstatně sníží.

V ceně montáže je počítáno s realizací a propojením s termostatem umístěným ve zvolené obytné místnosti. Vzhledem k rozměrům kotle nebude v případě instalace nutné kotel umisťovat do sousední větší místnosti, jelikož má obdobné rozměry jako kotel stávající. To přináší oproti jiným variantám prostorově větších automatických kotlů s násypkou další úsporu a především odpadá potřeba změny současných prostorových dispozic.

V případě provozních nákladů je možnost dosáhnout úspory vzhledem k tomu, že kotel dokáže spalovat nejen kusové dřevo, ale i další méně kvalitní dřevní hmoty. Náklady na údržbu a provoz systému se skládají spíše z nutných předepsaných revizních úkonů. Odběr elektrické energie ze systému je vzhledem k dalším zanedbatelný.

Investiční náklady	kotel Makak 30 kW	61 741 Kč
	montáž a napojení	30 000 Kč <sup>4</sup>
	revize	2 000 Kč <sup>4</sup>
	<b>celkem investiční náklady</b>	<b>93 741 Kč</b>
Provozní náklady (rok)	náklady na palivo	23 963 Kč <sup>3</sup>
	náklady na údržbu a provoz	5 000 Kč <sup>4</sup>
	<b>celkem roční náklady na provoz</b>	<b>28 963 Kč</b>

[22] [30] (vlastní úprava)

**Tabulka 13 - investiční a provozní náklady kotle Makak 30**

### 3.2.2. Posouzení varianty 2

Mezi moderní zařízení, která se v poslední době často propagují, patří automatické kotle na pelety. Jako návrh byl k posouzení vybrán kotel Verner A251, který umožňuje spalování nejen dřevěných pelet, ale i dalších alternativních pelet a dalších produktů zemědělské výroby, mezi které se řadí i obiloviny

<sup>3</sup>náklady na palivo vypočteny dle [15] při zadání parametrů kotle z [27] a aktuální pořizovací ceně paliva 1,81 Kč/kg stanovené z [17] v poznámce 1

<sup>4</sup>určeno na základě [22]

a kukuřice. Výrobce uvádí možnost spalování 60-ti druhů různých paliv. Uváděné rozpětí výkonu 7,5 - 28 kW je pro návrhové potřeby daného objektu dostačující. [33]

Doba provozu na 1 zásobník	Obilniny		Pelety	
	Obilí	Kukuřice	Alternativní	Dřevěné
Plný výkon	18 - 24 h	28 h	16 - 28 h	30 h
Běžný provoz	2 - 3,5 dne	5 dní	2 - 5 dní	5,5 dne
Temperování	4 - 7 dní	10 dní	4 - 10 dní	11 dní

[33] (vlastní úprava)

**Tabulka 14 - orientační doba hoření kotle Verner A251**

### **Parametry a uživatelské vlastnosti**


Kotel je řízen automaticky a dochází i k automatickému zažehnutí plamene. Může se tak například v době, kdy není potřeba jeho chodu sám vypnout a při poklesu teploty v objektu opětovně zažehnout plamen bez asistence uživatele. Nejen díky přesnému řízení spalování dosahuje účinnosti 92,7% a splňuje tak požadavky 5. emisní třídy. Při plném výkonu dokáže pracovat v závislosti na druhu použitého paliva až 30 hodin a při běžném provozu se výdrž na jedno doplnění násypky blíží šesti dnům. Zároveň je možnost rozšíření standardní násypky o násypku přímo z velkého pytle „Big bag“ o objemu až 1200 litrů. Dojde tak k prodloužení výdrže kotle až o pětinasobek běžné doby. Zároveň ale musí být instalován dopravník paliva ke kotli a toto řešení je značně prostorově náročné a i výměnu je lepší provádět prostřednictvím specializované firmy, proto se s touto možností v posouzení neuvažuje.[33]

### **Investiční a provozní náklady**

Z hlediska investičních nákladů na pořízení kotle patří tento kotel mezi nejdražší varianty v dané výkonové třídě spalující tuhá paliva. Vzhledem k parametrům je však možné při současné výměně starého kotle žádat o dotaci z programu Nová zelená úsporám. Dotaci je možné získat i prostřednictvím krajů

v podobě Kotlíkové dotace, ale vzhledem k tomu, že výše podpory je v prvním případě vyšší a je malá pravděpodobnost vyčerpání tohoto programu, je výhodnější žádat čerpání podpory právě z dříve jmenovaného dotačního programu.

Díky vysoké účinnosti kotle dochází k úsporám paliva. Náklady na palivo však jsou ve většině případů vyšší. Vzhledem k tomu, že lze používat pestrou škálu paliv, může provozovatel kotle přizpůsobit nákup paliva podle aktuální finanční dostupnosti jednotlivých druhů na trhu. Většinou se ale stává, že pokud je všeobecně nízká produkce zemědělských plodin, jen těžko bude dostupná taková plodina, které bude nadbytek. Jednou z mála možností v letech neúrody potom zůstává možnost spalování paliv vyrobených ze dřeva, které však nemusí být tak finančně zajímavé jako je tomu u zmíněných alternativních zemědělských produktů.

Kotel Verner A251	Nejvyšší výkon	28 kW
	Účinnost při topení předepsaným palivem	92,7 %
	Emisní třída	5
	Doba hoření	18 h - 5,5 dne

[33] [35] (vlastní úprava)

**Tabulka 15 - vybrané technické údaje kotle Verner A251**

Pro výpočet provozních nákladů jsou uvažovány levnější řepkové pelety. Lze však dosahovat úspory v reakci na aktuální stav trhu, kdy se například stávalo, že bylo přebytek obilí, které se následně prodávalo pod cenou. Provozovatel kotle tak může ušetřit při reakci na aktuální nabídku značné finanční prostředky. Tyto cenové výkyvy nelze například u uhlí, kde cena naopak pravidelně stoupá, očekávat.



Investiční náklady	Motel Verner A251	128 260 Kč
	Montáž a napojení	45 000 Kč <sup>6</sup>
	Revize	2 000 Kč <sup>6</sup>
	<b>Celkem investiční náklady</b>	<b>175 260 Kč</b>
Provozní náklady (rok)	Náklady na palivo	48 615 Kč <sup>5</sup>
	Náklady na údržbu a provoz	5 000 Kč <sup>6</sup>
	<b>Celkem roční náklady na provoz</b>	<b>53 615 Kč</b>

[22] [32] (vlastní výpočet)

### Tabulka16- investiční a provozní náklady kotle Verner A251

#### 3.2.3. Posouzení varianty 3


Dalším možným řešením je kotel na hnědé uhlí s ručním přikládáním. Jedná se tedy o řešení nejlépe se blíží stávajícímu. I z toho důvodu je zde pro zajímavost srovnání posuzován kotel Etko LS 31, který je větší obdobou používaného kotle. Tento na rozdíl od své menší varianty splňuje požadavky 3. emisní třídy dle ČSN EN 303-5:2012, a tedy může být navržen jako jedno z řešení.

#### Parametry a uživatelské vlastnosti

Výhodou tohoto kotle je možnost spalování různých paliv, kdy může jako náhradní palivo za hnědé uhlí spalovat i dřevo. Dalším pozitivem u tohoto řešení je možnost využití stávajících zásob paliva. Všechny další vlastnosti kotle jsou shodné se současným řešením. Zůstává tak především nevyhovující výdrž kotle, při které by muselo i nadále být používáno doplňujícího zdroje vytápění, jelikož není možné doplňovat palivo v průběhu noci a bez tohoto doplňování dochází k vyhasínání topeniště a následnému chladnutí objektu. Tento typ kotle by mohl být stejně jako kotel uvedený v první variantě (zplyňovací kotel Makak) umístěn ve stávajícím prostoru kotelny bez nutnosti změny dispoziční změny.

<sup>5</sup>náklady na palivo vypočteny dle [15] při zadání parametrů kotle z [33] a aktuální pořizovací ceně paliva - řepkových pelet 4,20 Kč/kg stanovené dle ceníku [34]

<sup>6</sup>určeno na základě [22]

Kotel Etko LS 31	Nejvyšší výkon	30 kW
	Účinnost při topení předepsaným palivem	72 %
	Spotřeba paliva při jmenovitém výkonu (hnědé uhlí - ořech 2, výhřevnost 16,3 MJ/kg)	8,9
	Emisní třída	3
	Doba hoření	4 h

[19] [20] (vlastní úprava)

**Tabulka 17 - vybrané technické údaje kotle ETKA LS 31**

### Investiční a provozní náklady

Toto řešení je spíše alternativou s nabídkou nejnižší možné ceny investice do nákupu odpovídajícího řešení, které bude vyhovovat novým požadavkům. Zároveň je ukázkou toho, že bohužel i dnes se dá pořídit kotel, ve kterém lze spalovat jakékoli palivo včetně různých odpadů. Při prokázání spalování nedovoleného paliva sice majiteli hrozí finanční postih, ale to se bude v praxi jen těžko dokazovat.

Investiční náklady	Kotel Etko LS 31	25 092 Kč
	Montáž a napojení	6 000 Kč <sup>8</sup>
	Revize	2 000 Kč <sup>8</sup>
	<b>Celkem investiční náklady</b>	<b>33 092 Kč</b>
Provozní náklady (rok)	Náklady na palivo <sup>7</sup>	38 299 Kč
	Náklady na údržbu	2 000 Kč <sup>8</sup>
	<b>Celkem roční náklady na provoz</b>	<b>40 299 Kč</b>

[21] [22] (vlastní výpočet)

**Tabulka 18 - investiční a provozní náklady kotle ETKA LS 31**

<sup>7</sup> náklady na palivo vypočteny dle [15] při zadání parametrů kotle z [19] a aktuální pořizovací ceně paliva [17]


<sup>8</sup> určeno na základě [22]

### 3.2.4. Posouzení varianty 4

Zajímavou možností přechodu na vyhovující zdroj vytápění představuje automatický kotel, který dokáže spalovat zároveň hnědé uhlí a pelety. Nabízí tak uživateli možnost zvolit v danou dobu cenově výhodnější řešení. Tyto parametry má například automatický kotel Dakon FB2, který vyhovuje 3. emisní třídě dle ČSN EN 303-5.

#### Parametry a uživatelské vlastnosti

Jelikož si kotel reguluje automaticky přísun paliva na základě aktuální potřeby, může být výdrž na jedno doplnění násypky až několik dní. Každopádně se tak z hlediska komfortu se jedná o nesrovnatelné zlepšení oproti stávajícímu stavu, kdy musí být palivo doplňováno několikrát denně. Zároveň odpadá potřeba využití doplňkového vytápění elektrickými přímotopy, což by přineslo značné finanční úspory.

Kotel Dakon FB2 30 Automat	Nejvyšší výkon při použití hnědého uhlí (dřevních pelet)	29 kW (30 kW)
	Účinnost při topení předepsaným palivem	80 %
	Spotřeba paliva - hnědé uhlí	6,3 kg/h
	Spotřeba paliva - dřevní pelety	7,0 kg/h
	Emisní třída	3
	Doba hoření	30 h - 3 dny

[24] [25] (vlastní úprava)

**Tabulka 19 - vybrané technické údaje kotle Dakon FB2 30 Automat**

#### Investiční a provozní náklady

Náklady na pořízení tohoto kotle jsou poměrně vysoké, avšak vzhledem k tomu, že se jedná o kotel automatický, který umožňuje spalování více typů paliv, jsou přijatelné. V případě tohoto zařízení je možná pouze Kotlíková dotace, která na území Jihočeského kraje, kde se řešený objekt nachází, není k dispozici. Kotel

je sice konstruován i pro spalování biomasy ve formě pelet, avšak dotační program Nová zelená úsporám neumožňuje, aby byla vyplacena dotace na kotel, který může být využit ke spalování jiného než požadovaného paliva. Nelze proto počítat s případným snížením vstupních nákladů prostřednictvím přiznané dotace, což tuto variantu oproti prvním dvěma variantám znevýhodňuje.

Cena montáže a napojení je vyšší z důvodu nutnosti instalace do vedlejší místnosti kotelny a připojení nového kotle na komín. Náklady na provoz jsou zvýšeny z důvodu odběru elektrické energie kotlem.

Investiční náklady	Kotel Dakon FB 30 Automat	89 419 Kč
	Montáž a napojení	45 000 Kč <sup>10</sup>
	Revize	2 000 Kč <sup>10</sup>
	<b>Celkem investiční náklady</b>	<b>136 419 Kč</b>
Provozní náklady	Náklady na palivo (hnědé uhlí)	30 530 Kč <sup>9</sup>
	Náklady na palivo (dřevní pelety)	52 343 Kč <sup>9</sup>
	Náklady na údržbu a provoz	5 000 Kč <sup>10</sup>
	<b>Celkem roční náklady na provoz při spalování hnědé uhlí</b>	<b>35 530 Kč</b>
	<b>Celkem roční náklady na provoz při spalování dřevních pelet</b>	<b>57 343 Kč</b>

[22] [36] (vlastní výpočet)

**Tabulka 20 - investiční a provozní náklady kotle Dakon FB2 30 Automat**

### **3.3. Doporučení optimální varianty**

Hlavními kritérii pro rozhodování, který navrhovaný zdroj vytápění je pro uvažovaný objekt nejvýhodnější, jsou především investiční náklady, provozní náklady a uživatelské vlastnosti, ze kterých je nejdůležitější, jak často bude potřeba do kotle přikládat palivo.

<sup>9</sup>náklady na palivo vypočteny dle [15] při zadání parametrů kotle z [25] a aktuální pořizovací ceně hnědé uhlí [17] resp. dřevních pelet při ceně 5,6 Kč/kg dle [26]

<sup>10</sup>určeno na základě [22]

Investiční náklady se skládají z:

- ceny nového kotle
- nákladů na montáž a zprovoznění vč. napojení do systému
- případných nákladů na rekonstrukci stávajících prvků systému (komín, rozvody topné vody ad.)

Náklady na montáž se liší především vzhledem k prostorovým parametrům daného zařízení, kdy v některých případech je nutná složitější instalace do vedlejší místnosti s potřebou napojení na odvod spalin a zapojení do stávajícího systému. Při určování nákladů je potřeba brát v úvahu i v současnosti disponibilní zásoby paliva, které bude možné plně využít pouze při instalaci odpovídajícího typu zařízení.

Varianta	1	2	3	4
Typ zařízení	zplyňovací kotel na dřevo	automatický kotel na pelety	kotel na uhlí s ručním přikládáním	automatický kotel na uhlí a pelety
Investiční náklady	93 741 Kč	175 260 Kč	33 092 Kč	136 219 Kč
Emisní třída	5	5	3	3
Dotace NZÚ	až 40 000 Kč	až 80 000 Kč	/	/
Kotlíková dotace	až 55 000 Kč	až 60 000 Kč	/	až 40 000 Kč

[10] [14] [21] [30] [32] [36] (vlastní úprava)

### **Tabulka 21 - investiční náklady jednotlivých variant včetně možnosti dotace**

Velký důraz je při posuzování kladen i na možnost získání dotace, kdy jsou celoplošně preferována zařízení spalující obnovitelné zdroje energie. Dotace jsou poskytovány v rámci krajů i na nízkoemisní kotle, které spalují například uhlí. V současnosti ale nelze v Jihočeském kraji počítat s touto dotací, proto je uvažováno s finanční podporou pouze u prvních dvou variant - zplyňovacího kotle na dřevo a automatického kotle na pelety. Tato zařízení spalující obnovitelné zdroje jsou dlouhodobě podporována formou evropských dotací a do budoucna se dá počítat, že tato podpora vydrží. Zároveň se u tohoto typu kotlů provozovatel

nemusí do budoucna obávat případného vyššího zdanění paliva a samotného provozu.

Spolu s dotacemi a čistotou provozu souvisí i emisní třída kotle. I když dnes se na uvažovanou dobu provozu zdá být emisní třída 3 dostačující, může se situace za několik let změnit. Pokud tak bude například v budoucnu provozován kotle 3. emisní třídy a v průběhu provozu dojde k dalšímu zpřísnění emisních limitů, nebude mít toto zařízení žádnou případnou emisní rezervu. I když je to spíše nepravděpodobné, může tak hrozit další výměna kotle ještě v průběhu životnosti. Ta při správném používání může snadno překročit hranici patnácti a více let [22]. Emisní třída především říká, jak je dané zařízení ohleduplné k životnímu prostředí. Zároveň se podle ní dá určit i efektivita spalovacího procesu, jelikož s vyšší třídou je spojena i vyšší účinnost kotle. Z hlediska provozních nákladů se tak určitě vyplatí výběr zařízení splňující požadavky vyšší emisní třídy.

Jedním z hlavních parametrů pro rozhodování je komfort obsluhy, který ve velké míře odpovídá době, po kterou dokáže zařízení pracovat bez nutnosti doplnění paliva. Nejlépe tomuto kritériu vyhovují automatické kotle s násypkou, které v závislosti na velikosti násypky doplňují palivo po určitou dobu automaticky. Určitým kompromisem s relativně dostačující výdrží je zplyňovací kotel na dřevo, u kterého by nemělo docházet jako u současného řešení k problémům s kapacitou násypky, která nestačí na provoz během celé noci a v jejím průběhu dohořívá.

Varianta	Doba provozu na 1 doplnění
1 - zplyňovací kotel na dřevo	8 - 12 h
2 - automatický kotel na pelety	18 h - 5,5 dne
3 - kotel na uhlí s ručním přikládáním	4 h
4 - automatický kotel na uhlí a pelety	30h - 3 dny

[19] [25] [27] [33] (vlastní úprava)

### **Tabulka 22 - doba provozu kotle na 1 zásobník paliva**

Dalším kritériem výběru je potom množství přípustných paliv vhodných ke spalování v daném zařízení. Spalování alternativních paliv umožňuje uživateli

dosahovat v závislosti vývoje na trhu úspory při nákupu výhodnějšího druhu paliva.

V tomto ohledu je mezi porovnávanými kotli nejlepší volbou varianta 2 - automatický kotel na pelety, jelikož umožňuje spalování velkého množství druhů zemědělských biopaliv. Jedná se ale o paliva podobná, proto je potřeba toto udávané množství brát s určitou rezervou. Vzhledem k tomu, že však může majitel použít nejen produkty zemědělství, ale i samotné dřevní hmoty v letech, kdy by byl zemědělských produktů nedostatek, tyto možné variace přináší uživateli výhodu. Jen o málo horší je potom varianta 4, kdy automatický kotle dokáže spalovat uhlí i pelety. U zplyňovacího kotle na dřevo je bohužel jediná možnost použitého paliva. Tento druh kotle proto dopadl v rámci hodnocení variability použitých paliv nejhůře, i když dokáže spalovat nejen kusové dřevo, ale i štěpku a jiná odpadní dřeva. Varianta manuálního kotle na hnědé uhlí je potom odpovídající stávajícímu stavu, kdy je spalováno v určitém poměru uhlí a dřevo. Jiná paliva by neměla být v tomto kotli spalována, i když velká část uživatelů tuto skutečnost ignoruje a zamožuje okolí spalováním různých odpadů. Možnost spalování veškerých odpadů nelze do porovnání zahrnout nejen z morálních důvodů, ale i z důvodu nadměrného opotřebení kotle vlivem používání nepředepsaných paliv. Pokud jsou správně používána pouze předepsaná paliva, je uvažovaný kotel na tuhá paliva s manuálním přikládáním druhý nejhorší z vybraných posuzovaných variant.

Varianta	Možnosti výběru použitých paliv
1 - zplyňovací kotel na dřevo	dřevo, štěpka
2 - automatický kotel na pelety	mnoho variant zemědělských produktů nebo dřevní pelety
3 - kotel na uhlí s ručním přikládáním	dřevo, hnědé uhlí
4 - automatický kotel na uhlí a pelety	uhlí hnědé, uhlí černé, dřevní pelety

[19] [25] [27] [33] (vlastní úprava)

### Tabulka 23 - možnosti použití paliv u posuzovaných kotlů

Při porovnání životnosti kotlů nelze určit nejlepší variantu. Vždy záleží na jednotlivém výrobku a především na šetrnosti s jakou je o zařízení a celý systém

vytápění pečováno. Existuje řada faktorů, která může příznivě i nepříznivě životnost kotle ovlivnit. V případě, kdy je užíváno nevyhovující palivo, dochází k nadměrnému opotřebenému a životnost se výrazně snižuje. Při provozu je tak potřeba vždy cílit na vyvážený přístup, kdy je používáno standardně kvalitní palivo za dostupnou cenu. Pokud je kotel přetěžován, rovněž dochází ke snížení životnosti. Naopak když je zařízení provozováno dle pokynů, celý systém je udržován, může se doba provozu značně prodloužit. Většinu faktorů určujících opotřebenění dokáže ovlivnit sám uživatel. Je proto potřeba pravidelně systém udržovat a investovat do odborných revizí přístroje, které jsou nejen povinné, ale při kterých je zároveň kotel seřízen a měly by být odhaleny případné nedostatky, které by časem mohly vést k poškození zařízení až k nutnosti jeho výměny za nové.

Následující tabulky vyhodnocují uživatelské vlastnosti jednotlivých navržených variant. Tyto jsou vždy ohodnoceny body od 1 do 5, kdy více přidělených bodů znamená lepší výsledek a je počítáno se stejnou vahou u všech posuzovaných bodů. V tabulce 24 jsou uvedeny podmínky pro přidělení bodového hodnocení a následující tabulka 25 potom vyhodnocuje varianty na základě získaných bodů.

Možnost využití stávajícího paliva	1 - nelze použít
	2 - lze použít hnědé uhlí
	3 - lze použít kusové dřevo
	4 - lze použít dřevo vč. dřevních odpadů
	5 - lze použít dřevo i uhlí
Emisní třída a ekologie provozu	1-5 - hodnoceno dle emisní třídy kotle podle ČSN EN 303-5
Komfort obsluhy a výdrž kotle	1 - do 4h bez vzdálené regulace
	2 - 4 až 8h bez vzdálené regulace
	3 - 8h a více bez vzdálené regulace
	4 - 8 až 24h se vzdálenou regulací
	5 - více než 24h se vzdálenou regulací



Množství přípustných paliv	1 - 1 přípustné palivo (jiné než kusové dřevo nebo uhlí)
	2 - 1 přípustné palivo (kusové dřevo nebo uhlí)
	3 - 2 přípustná paliva (hlavní + alternativní)
	4 - 3 až 5 přípustných paliv
	5 - více než 5 přípustných paliv

(vlastní úprava)

**Tabulka 24 - rozložení bodového hodnocení posuzovaných uživatelských vlastností v tabulce 25**

Hodnocené kritérium	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Možnost využití stávajícího paliva	4	1	5	2
Emisní třída a ekologie provozu	5	5	3	3
Komfort obsluhy a výdrž kotle	4	5	1	5
Množství přípustných paliv	3	5	4	4
<b>Celkem bodů</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>14</b>

(vlastní úprava)

**Tabulka 25 - hodnocení uživatelských vlastností posuzovaných kotlů**

Při tomto posouzení vychází nejlépe varianty zplyňovacího kotle na dřevo a automatického kotle na pelety. Obě tyto varianty spadají shodně do 5. emisní třídy dle ČSN EN 303-5 a jsou tak šetrnější k životnímu prostředí. Automatický kotel na pelety získal ve třech posuzovaných bodech nejvyšší hodnocení, ale nelze v něm spalovat žádné z aktuálně používaných paliv, proto u hodnocení tohoto kritéria dopadl nejhůře ze všech srovnávaných. V případě zplyňovacího kotle na dřevo jsou výsledky vyrovnanější a bylo by možné využít zásob dřeva i horší kvality včetně dřevních odpadů, které v některých podobných typech kotlů spalovat nelze.

Nejdůležitější roli při výběru kotle většinou představují provozní náklady. Ty jsou velmi úzce spjaty s většinou předchozích parametrů. Zásadní roli hrají i další

prvky systému. Proto je vždy potřeba při výběru zdroje tepla posuzovat celý systém jako celek. Pokud se v systému nachází část, která nevyhoví požadavkům ostatních prvků, náklady na vytápění objektu se budou zvyšovat. Například pokud má komín nedostatečný tah, sníží se výkon i účinnost spalování kotle. To následně povede ke zvýšeným nákladům na vytápění a zároveň nemusí být dostačující výkon kotle a objekt tak nebude možné vytopit na požadovanou teplotu, i když výkon kotle byl jinak pro daný objekt stanoven správně. Chybou v systému může dokonce být i skladování paliva, které například při navlhnutí zhorší své vlastnosti a nejen, že nevyužije svého možného potenciálu, navíc ještě nadměrně opotřebovává kotel.

V objektu, pro který je nový kotel navrhován, je nově vyvločkovaný komín. Není tedy potřeba uvažovat s jeho výměnou. Rovněž byla vyměněna původní dřevěná okna za nová a došlo k celkovému zateplení fasády. Nemělo by tak v blízké době dojít k zásadní změně tepelně izolačních charakteristik objektu a navržený kotel by měl výkonově dlouhodobě odpovídat očekávané tepelné ztrátě.

Největší část provozních nákladů připadá na palivo. Je proto vždy velmi důležitá volba kotle v závislosti na používaném palivu. Velká část kotlů dokáže spalovat, jak je výše uvedeno, více než jedno palivo a dává tak provozovateli možnost výběru aktuálně výhodnější varianty. Mělo by se vždy posoudit, jestli je v místě uvažované palivo snadno dostupné nebo bude nutný jeho dovoz ze vzdálenějších míst. Posuzovat by se měl i budoucí předpokládaný vývoj ceny paliva a případné možné zavedení dalších poplatků, jako to lze očekávat například u uhlí. Zároveň je nutné posoudit možnosti skladování paliva. Pokud je v objektu dostatek místa, lze například využívat různých sezónních slev a palivo kupovat do zásoby.

V konkrétním řešeném případě je k dispozici značné množství prostoru pro uskladnění paliva. V suterénu se nachází dvě místnosti, které slouží jako sklad paliva. Ve větší, která má podlahovou plochu přes 16 m<sup>2</sup>[37], je uskladněno dřevo a v menší o podlahové ploše 12 m<sup>2</sup>[37] uhlí. Zároveň se nachází v přilehlých budovách další stavby, které dříve sloužili k chovu dobytka a nyní jsou využívány jako sklady paliva. Všechny tyto jmenované prostory lze využít pro skladování různých druhů pevných paliv, kde budou tato zároveň chráněna před povětrnostními vlivy a v případě dřeva je tak dostatek prostoru, aby vysychalo pro

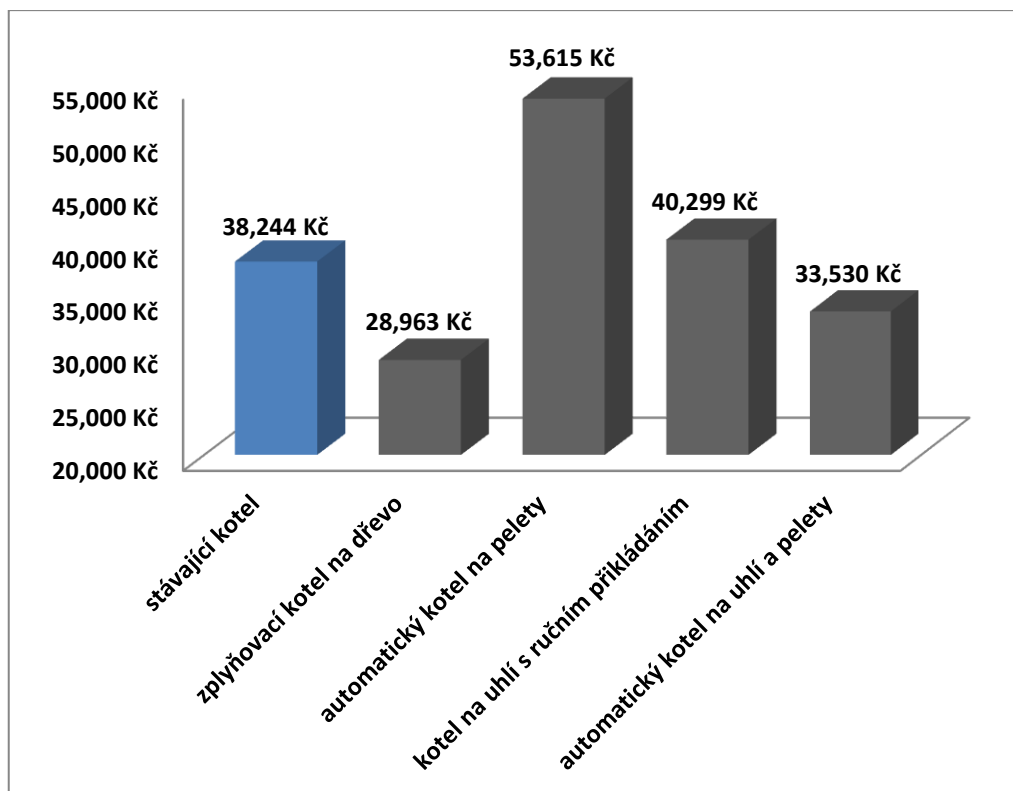
potřeby následujících topných sezón. V případě větší vnitřní místnosti, která těsně sousedí s prostorem kotelny, může být počítáno s umístěním nového většího kotle s násypkou, který by se do prostoru stávající kotelny nevešel. Zároveň je potřeba v případě, kdy by došlo k výběru kotle, ve kterém nebude možné spalovat dřevo a uhlí současné zásoby těchto paliv využít. Je proto dobré v případě větší zásoby paliv plánovat změnu zdroje vytápění dopředu a tuto zásobu využít v době před uvažovanou změnou zdroje vytápění.

Vzhledem k dostupnosti paliv je v případě uvažovaných tuhých paliv v regionu dostatek všech uvažovaných druhů. Zároveň je často dostupná při odběru určitého množství doprava zdarma [17].

Mezi další náklady na provoz patří náklady na údržbu a revize systému. Je potřeba zajistit čištění spalinových cest, povinné revize zařízení, seřízení kotle technikem a další, aby bylo možné dosahovat nejvyšší možné účinnosti zařízení, která povede k úspoře nákladů a prodloužení životnosti celého systému.

V případě automatických kotlů je provoz nákladnější o složitější seřízení a údržbu. Zároveň u automatických kotlů dochází k nepřilíš vysoké spotřebě elektrické energie nutné pro provoz, kterou je však třeba do provozních nákladů rovněž započítat. Určitý malý odběr elektrické energie si vyžaduje i řídicí jednotka v případě zplyňovacího kotle.

V případě porovnání se současnými náklady na vytápění bez zohlednění počáteční investice vychází roční provoz zplyňovacího kotle na dřevo podstatně levněji než je tomu v případě stávajícího kotle. Naopak je tomu u automatického kotle na pelety, kdy vypočtené náklady dosahují takřka dvojnásobku nevýhodnější varianty, a tak i v případě, kdy bude možné pořídit určitý druh paliva s výraznou slevou, jen těžko toto zařízení dosáhne na provozní náklady zplyňovacího kotle na dřevo. Varianta kotle na uhlí s ručním přikládáním odpovídá současným provozním nákladům. Z hlediska finanční náročnosti provozu vychází levněji v porovnání se současným stavem i varianta automatického kotle na uhlí a pelety. U této varianty to však platí pouze při použití hnědého uhlí, které je vzhledem k současným cenám podstatně výhodnější, než pokud by byly použity jako palivo dřevní pelety, které může zařízení rovněž spalovat. Srovnání provozních nákladů zobrazuje následující graf.



(vlastní úprava na základě předešlých dat)

### Graf 6 - roční provozní náklady v porovnání se stávající variantou

Celkové náklady na vytápění jsou určeny jako průměrné očekávané náklady v průběhu jednoho roku včetně započtení počáteční investice. U dotace je uvažována možnost získání příspěvku z programu Nová zelená úsporám v maximální možné výši, jelikož u obou variant, kde je tato podpora možná, je výše investice do nového zařízení dostatečně vysoká, aby bylo možné žádat o plnou podporu, která činí 55 % z celkových započitatelných investičních nákladů. S Kotlíkovou dotací není ve výpočtu uvažováno, jelikož v současné době není v kraji, kde se řešený objekt nachází, k dispozici. Pokud by však byla vybrána první uvažovaná varianta zplyňovacího kotle na dřevo nebo možnost automatického kotle na uhlí a k samotné realizaci by došlo v průběhu několika let, je možné, že již bude v kraji Kotlíková dotace zavedena. U varianty zplyňovacího kotle na dřevo by potom bylo výhodnější čerpat dotaci také z tohoto programu, jelikož je v porovnání s programem Nová zelená úsporám výhodnější.

Celkové provozní náklady se započtením investičních nákladů pro předpokládanou životnost kotle 10 let stanovenou na základě odborné zkušenosti [22], jsou zobrazeny v následující tabulce.

Varianta	1	2	3	4
Typ zařízení	zplyňovací kotel na dřevo	automatický kotel na pelety	kotel na uhlí s ručním přikládáním	automatický kotel na uhlí a pelety
Investiční náklady	93 741 Kč	175 260 Kč	33 092 Kč	136 219 Kč
Dotace NZÚ	40 000 Kč	80 000 Kč	/	/
Investiční náklady na 1 rok provozu bez získání dotace <sup>7</sup>	9 374 Kč	17 526 Kč	3 309 Kč	13 622 Kč
Investiční náklady na 1 rok provozu při získání dotace <sup>11</sup>	5 374 Kč	9 526 Kč	3 309 Kč	13 622 Kč
Provozní náklady <sup>12</sup>	28 963 Kč	53 615 Kč	40 299 Kč	33 530 Kč <sup>13</sup>
Celkové roční náklady vytápění bez získání dotace	42 337 Kč	71 141 Kč	43 608 Kč	47 152 Kč
Celkové roční náklady na vytápění při získání dotace	38 337 Kč	63 141 Kč	43 608 Kč	47 152 Kč

[10] [14] [21] [30] [32] [36] (vlastní výpočet)

### Tabulka 26 - průměrné očekávané náklady na 1 rok provozu

Z tabulky vyplývá, že počáteční investiční náklady a případné získání dotace nehrají při jejich rozpočítání do jednotlivých let takovou roli jako samotné náklady na provoz zařízení. Nejdůležitější je vždy konkrétní volba daného zařízení a jeho možnosti. Z hlediska celkových nákladů zůstává nejvýhodnější varianta zplyňovacího kotle na dřevo. Druhé nejnižší náklady jsou potom u kotle na uhlí s ručním přikládáním. Z hlediska provozních nákladů je na tom nejhůře automatický kotel na pelety, jelikož nenabízí možnost spalování levnějších paliv

<sup>11</sup> investiční náklady rozpočítané na 1 rok provozu při předpokládané životnosti 10 let stanovené na základě [22]

<sup>12</sup> roční provozní náklady převzaty z výpočtů pro jednotlivé varianty

<sup>13</sup> uvažována nižší cena při spalování hnědého uhlí

a při současných podmínkách na trhu je i při možnosti velkého množství možných použitých paliv jeho provoz finančně nevýhodný.

Shrnutí všech hlavních kritérií pro výběr optimální varianty přechodu, kterými jsou investiční náklady, uživatelské vlastnosti a provozní náklady udává následující tabulka, ve které jsou zaznamenána výsledná pořadí jednotlivých navržených variant.

Varianta	Investiční náklady	Uživatelské vlastnosti	Provozní náklady	<b>Celkové pořadí</b>
1 - zplyňovací kotel na dřevo	2.	1.	1.	<b>1.</b>
2 - automatický kotel na pelety	4.	1.	4.	<b>4.</b>
3 - kotel na uhlí s ručním přikládáním	1.	4.	3.	<b>2.</b>
4 - automatický kotel na uhlí a pelety	3.	3.	2.	<b>2.</b>

(vlastní úprava)

### **Tabulka 27 - shrnutí výběru optimálního řešení**

Po posouzení všech hlavních kritérií byl jako optimální varianta vybrán zplyňovací kotel na dřevo. Ten se vždy umístil mezi navrženými variantami nejhůře na druhém místě a nemá tak oproti žádné z dalších variant zásadní nedostatek.

## 4. Závěr

V práci byla řešena potřeba plnění nově nastavených legislativních požadavků v oblasti lokálního vytápění. Ty řeší nadměrné vylučování emisí a zamořování okolí kouřem z provozu lokálních kotlů na tuhá paliva. Do současné doby je však v České republice skutečnost zpřísněných požadavků spíše přehlížena. Navíc vzhledem k celkovému finančnímu útlumu se v posledních letech prodej nových kotlů zásadně zpomalil.

Nyní se situace s prodejem domácích kotlů lepší, ale jediným impulsem pro výměnu starého kotle za nový zdroj jsou nyní dotační programy Nová zelená úsporám a Kotlíková dotace, která je však dostupná jen v některých krajích. Ovšem je potřeba výměnu provést co nejdříve, jelikož nelze spoléhat na to, že tyto dotační programy budou fungovat neomezeně. Navíc v průběhu zavádění nových požadavků bude docházet ke kontrolám plnění a budou hrozit sankce za nesplnění. Do roku 2022 potom musejí být všechny provozované kotle na tuhá paliva vyměněny za zařízení splňující limity stanovené ČSN EN 303-5:2012.

Vzhledem k těmto skutečnostem byly v práci rozebírány možnosti přechodu na odpovídající systém vytápění splňující všechny nové požadavky. Byly rozebrány jednotlivé druhy možných použitých kotlů včetně jejich uživatelských vlastností a zároveň probrány možnosti používaných paliv v těchto zařízeních.

Získané poznatky byly v další části práce uplatněny při výběru vyhovujícího kotle pro konkrétní objekt. Na základě těchto požadavků byly navrženy možné varianty nového zařízení, které vyhovovaly novým skutečnostem a zároveň odstranily nedostatky současně používaného kotle na tuhá paliva, který nevyhovuje požadavkům na vytápění objektu.

Tyto varianty byly posuzovány nejen z hlediska investičních a provozních nákladů, ale byly posuzovány i uživatelské vlastnosti jednotlivých navržených zařízení. Při porovnání jednotlivých vlastností navržených řešení byla hledána optimální varianta, kterou se při konečném posouzení stal zplyňovací kotel na dřevo.

Oproti stávajícímu kotli má zvolená varianta vyšší výkon, který by měl na základě zjištěných hodnot s rezervou pokrýt tepelnou ztrátu objektu, čímž by se odstranil problém v podobě nutnosti použití doplňkového zdroje tepla. Hlavní

uživatelskou výhodou kotle je jeho výdrž. Ta sice nedosahuje takových hodnot jako u automatických kotlů, ale k požadavkům daného objektu je zcela dostačující.

Z hlediska investičních a především provozních nákladů je navržená varianta podstatně výhodnější než stávající řešení. Nejen vzhledem k úspoře nákladů se proto doporučuje co nejbližší možný termín realizace tohoto navrženého řešení.



## Literatura

- [1] Úřad pro technickou normalizaci, ČSN EN 303-5Kotle pro ústřední vytápění - část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční a samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 500 kW, 2013, ICS 01.040.91; 91.140.10
- [2] PONCAROVÁ J.: 15 let starý kotel novým požadavkům nevyhoví. Pokuta 20 000 korun. Finance.cz [online]. 2012-10-19 [cit. 2014 - 8 - 10] Dostupné z WWW <<http://www.finance.cz/zpravy/finance/367959-15-let-stary-kotel-novym-pozadavkum-nevyhovi-pokuta-20-000-koron/>>
- [3] LYČKA Z.: Malé teplovodní kotle na pevná paliva, LING vydavatelství Krnov, 2012, ISBN 978-80-904914-2-7
- [4] TZB-info.cz [cit. 2014-10-10] Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/docu/clanky/0094/009475o9.png>>
- [5] Ceska-peleta.cz [cit. 2014-10-11] Dostupné z WWW <<http://www.ceska-peleta.cz/wp-content/themes/ceska-peleta/images/main-bg2.jpg>>
- [6] KOLONIČNÝ J., HORÁK J., PETRÁNKOVÁ ŠEVČÍKOVÁ S., Kotle malých výkonů na pevná paliva, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011, ISBN 978-80-248-2542-7
- [7] LOO S., KOPPEJAN J.: The Handbook of Biomass Combustion and Cofiring, EARTHSCAN, 2007, ISBN 9781844072491
- [8] STUPAVSKÝ, V.: Zplyňovací kotel na kusové dřevo, polena a dřevěné brikety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2014-07-08]. Dostupné z WWW <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zplynovaci-kotel-na-kusove-drevo-polena-a-drevene-brikety>>. ISSN: 1801-2655
- [9] ŠKORPÍK, J. Biomasa jako zdroj energie. VUTBR.cz [online]. 2006 [cit. 2014-09-12] dostupné z WWW <<http://oei.fme.vutbr.cz/jskorpik/biomasa-jako-zdroj-energie.html>>. ISSN 1804–8293
- [10] Státní fond životního prostředí České republiky: Společný program na výměnu kotlů otázky a odpovědi. SPZP.cz [cit. 2014-08-07] Dostupné z WWW <[https://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/51/15591-spolecny\\_program\\_na\\_vymenu\\_kotlu\\_otazky\\_a\\_odpovedi.pdf](https://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/51/15591-spolecny_program_na_vymenu_kotlu_otazky_a_odpovedi.pdf)>
- [11] BLAŽÍČEK J., Prodej zdrojů tepla o výkonu do 50 kW v ČR v roce 2012. TZB-info.cz [online]. 2013-06-17 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/10046-prodej-zdroju-tepla-o-vykonu-do-50-kw-v-cr-v-roce-2012>>
- [12] STUPAVSKÝ V., KOPAČKOVÁ D., Výhrady Evropské komise k dotacím na uhelné kotle z nového OPŽP. TZB-info.cz [online]. 2014-10-21 [cit. 2014-11-06]. Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/11863-vyhrady-evropske-komise-k-dotacim-na-uhelne-kotle-z-noveho-opzp>>
- [13] Arnika.org [cit. 2014-10-21] Dostupné z WWW <[http://arnika.org/soubory/obrazky/ovzdusi/Dum\\_ztraty\\_Ekowatt.jpg](http://arnika.org/soubory/obrazky/ovzdusi/Dum_ztraty_Ekowatt.jpg)>
- [14] Dotace na kotle., Jaknazelenou.cz [cit. 2014-10-21] Dostupné z WWW <[http://www.jaknazelenou.cz/dotace\\_na\\_kotle/](http://www.jaknazelenou.cz/dotace_na_kotle/)>

- [15] Porovnání nákladů na vytápění TZB-info, TZB-info.cz [online]. 2014 [cit. 2014-10-27] Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>> ISSN 1801-4399
- [16] BLAŽÍČEK J., Prodej zdrojů tepla o výkonu do 50 kW v ČR v roce 2013. TZB-info.cz [online]. 2014-07-07 [cit. 2014-09-26]. Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/11446-prodej-zdroju-tepla-o-vykonu-do-50-kw-v-cr-v-roce-2013>>
- [17] evidence majitele objektu
- [18] REINBERK Z., ŠUBRT R., ZELENÁ L., Online kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám, TZB-info [online]. 2012 [cit. 2014-10-12] Dostupné z WWW <<http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>> ISSN 1801-4399
- [19] Návod - kotel ETKA LS, Jakos.cz [cit. 2014-10-11] Dostupné z WWW <<http://www.jakos.cz/?page=navod--kotel-etka-ls>>
- [20] Zahrada-naradi.cz [cit. 2014-10-20] Dostupné z WWW <[http://www.zahrada-naradi.cz/fotografie/velke/etka\\_ls31\\_novy-jpg-71247-img\\_original.jpg](http://www.zahrada-naradi.cz/fotografie/velke/etka_ls31_novy-jpg-71247-img_original.jpg)>
- [21] Zahrada.naradi.cz [cit. 2014-10-20] Dostupné z WWW <<http://jakos.zahrada-naradi.cz/kotel-etka-ls-31-jakos-doprava-zdarma-71247.html>>
- [22](ústní sdělení) [Vladimír Bittersmann] [Bittersmann a spol., s.r.o.; Jeníkov 30, 417 24 Oldřichov u Duchcova] [cit. 2014-07-11].
- [23] Drevostavitel.cz., [cit. 2014-11-10] Dostupné z WWW <<http://www.drevostavitel.cz/nastroj/hmotnost-dreva>>
- [24] Dakon.cz [cit. 2014-10-20] Dostupné z WWW <[http://www.dakon.cz/wp-content/uploads/2014/06/DAKON\\_FB2-Automat\\_right-400x490.jpg](http://www.dakon.cz/wp-content/uploads/2014/06/DAKON_FB2-Automat_right-400x490.jpg)>
- [25] Dakon.cz, Informace Dakon fb2 [cit. 2014-10-20] Dostupné z WWW <<http://www.dakon.cz/produkty/fb2-automat/>>
- [26] Epaliva.cz [cit. 2014-11-25] Dostupné z WWW <<http://www.epaliva.cz/inpage/drevene-pelety/>>
- [27] Kovarson.cz, Zplyňovací kotel Makak 30 kW [cit. 2014-11-10] Dostupné z WWW <<http://www.kovarson.cz/cs/produkty/produktove-skupiny/kotle-na-drevo-makak/153-zplynovaci-kotel-makak-30kw>>
- [28] Kovarson s.r.o., Ekologický zplyňovací kotel MAKAK - 5. emisní třída od firmy KOVARSON, TZB-info.cz [online]. 2014-10-01 [cit. 2014-10-20] Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/11785-ekologicky-zplynovaci-kotel-makak-5-emisni-trida-od-firmy-kovarson>>
- [29] TZB-info.cz [cit. 2014-10/20] Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/docu/clanky/0117/011785o2.jpg>>
- [30] Kvalitnikotle.cz [cit. 2014-11-10] Dostupné z WWW <<http://www.kvalitnikotle.cz/zplynovaci-ocelovy-kotel-makak-30-kw-doprava-zdarma-p2146>>
- [31] STUPAVSKÝ V., Kotlíková dotace přehledně, TZB-info.cz [online] 2013-09-09 [cit. 2014-11-10] Dostupné z WWW <<http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/10312-kotlikova-dotace-prehledne>>

- [32] Verner SK s.r.o., Ceník, Kotle-verner.cz [cit. 2014-11-10] Dostupné z WWW <<http://www.kotle-verner.cz/cenik>>
- [33] Verner SK s.r.o., Kotle-verner.cz [cit. 2014-11-10] Dostupné z WWW <<http://www.kotle-verner.cz/data/sharedfiles/4298/automaticke-kotle-verner74.pdf>>
- [34] Atea Praha s.r.o., Ateap.cz [cit. 2014-11-12] Dostupné z WWW <<http://www.ateap.cz/peletynatopeni.html>>
- [35] Ceska-peleta.cz [cit. 2014-11-05] Dostupné z WWW <[http://www.ceska-peleta.cz/wp-content/uploads/verner\\_a25.jpg](http://www.ceska-peleta.cz/wp-content/uploads/verner_a25.jpg)>
- [36] Dakon.cz, [cit. 2014-11-12] Dostupné z WWW <<http://www.dakon.cz/wp-content/uploads/2014/06/Cenik-kotlu-a-rislušenství2.pdf>>
- [37] vlastní měření na řešeném objektu
- [38] STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Dřevní štěpka - zelená, hnědá, bílá. *Biom.cz* [online]. 2010-01-01 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.

## Seznam tabulek

Tabulka1- srovnání kotlů s ruční a automatickou dodávkou paliva .....	5
Tabulka2- mezní hodnoty emisí dle ČSN EN 303-5:2012 .....	14
Tabulka3- prodej kotlů do 50 kW podle typu paliva za období 2005 - 2013 .....	19
Tabulka 4- maximální výše Kotlíkové dotace pro jednotlivé typy kotlů .....	24
Tabulka 5- výše dotace z NZÚ bez současného zateplení.....	25
Tabulka 6 - faktory ovlivňující celkové náklady vytápění .....	28
Tabulka 7- vybrané technické údaje stávajícího kotle .....	32
Tabulka8- současné roční náklady vytápění .....	34
Tabulka 9 - obecné vstupní parametry výpočtu tepelné ztráty .....	36
Tabulka 10 - konstrukce ve styku s prostředím .....	36
Tabulka 11 - tepelná ztráta jednotlivých konstrukcí .....	37
Tabulka12- vybrané technické údaje kotle Makak 30 .....	40
Tabulka 13 - investiční a provozní náklady kotle Makak 30 .....	41
Tabulka 14 - orientační doba hoření kotle Verner A251 .....	42
Tabulka 15 - vybrané technické údaje kotle Verner A251 .....	43
Tabulka16- investiční a provozní náklady kotle Verner A251 .....	44
Tabulka 17 - vybrané technické údaje kotle ETKA LS 31.....	45
Tabulka 18 - investiční a provozní náklady kotle ETKA LS 31 .....	45
Tabulka 19 - vybrané technické údaje kotle Dakon FB2 30 Automat .....	46
Tabulka 20 - investiční a provozní náklady kotle Dakon FB2 30 Automat.....	47
Tabulka 21 - investiční náklady jednotlivých variant včetně možnosti dotace .....	48
Tabulka 22 - doba provozu kotle na 1 zásobník paliva.....	49
Tabulka 23 - možnosti použití paliv u posuzovaných kotlů .....	50
Tabulka 24 - rozložení bodového hodnocení posuzovaných uživatelských vlastností v tabulce 25.....	52
Tabulka 25 - hodnocení uživatelských vlastností posuzovaných kotlů .....	52
Tabulka 26 - průměrné očekávané náklady na 1 rok provozu .....	56
Tabulka 27 - shrnutí výběru optimálního řešení .....	57

## Seznam grafů

Graf 1- požadavek na účinnost kotle dle ČSN EN 303-5:2012.....	13
Graf 2- vývoj prodeje kotlů do 50 kW v ČR za období 2005 - 2013.....	18
Graf 3 - vzorový případ nákladů na vytápění podle druhu paliva.....	29
Graf 4 - spotřeba hnědého uhlí v letech 2006 - 2013 .....	33
Graf 5- vývoj ceny hnědého uhlí v letech 2006 - 2013, ceny za 1 q .....	34
Graf 6 - roční provozní náklady v porovnání se stávající variantou .....	55

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - automatický kotel se šnekovým dopravníkem .....	4
Obrázek 2- prohořivací kotel .....	6
Obrázek 3 - odhořivací kotel .....	6
Obrázek 4- zplyňovací kotel .....	7
Obrázek 5 - ukázka pelet .....	9
Obrázek 6 - ukázka dřevní štěpky .....	10
Obrázek 7 - vývoj požadavků na kotle.....	16
Obrázek 8 - průměrné tepelné ztráty objektu .....	22
Obrázek 9 - řešený objekt .....	31
Obrázek 10 - dostupnost Kotlíkové dotace v krajích .....	38