

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektroenergetiky a ekologie**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Možnosti řešení mikrokogenerace v rodinném nebo bytovém  
domě**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zdeněk ŠAMLOT**  
Osobní číslo: **E12N0167P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Možnosti řešení mikrokogenerace v rodinném nebo bytovém domě**  
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

### Zásady pro vypracování:

1. Uveďte možnosti využití mikrokogeneračních jednotek v podmínkách provozu RD nebo BD.
2. Analyzujte typy mikrokogeneračních jednotek podle technologického provedení a druhu paliva.
3. Vyhodnoťte využití mikrokogeneračních jednotek v závislosti na předpokládané spotřebě tepla a elektřiny v budově.
4. Proveďte ekonomické vyhodnocení konkrétního využití mikrokogenerační jednotky při současných cenách energií.



Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


1. Dvorský, E., Hejtmánková, P. : Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie, BEN, 2005

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Jan Škorpil, CSc.  
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: 14. října 2013  
Termín odevzdání diplomové práce: 12. května 2014

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce pojednává o způsobu a možnosti využití mikrokogeneračních jednotek v rodinných a bytových domech. Aplikace jednotky je provedena pro konkrétní rodinný dům.

## **Klíčová slova**

mikrokogenerace, kogenerace, technologické procesy, KVET, efektivita

## **Abstract**

The thesis deals with methods and possibilities of the usage of microgeneration units in family houses and blocks of flats. The application of the unit is done for the particular family house.

## **Key words**

Microcogeneration, cogeneration, technological processes, KVET, effectiveness

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne 7. 5. 2014

Bc. Zdeněk Šamlot

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Janu Škorpilovi CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Panu Vladimíru Křivánkovi za dlouholetou metodickou pomoc při studiu a nesporný přínos k diplomové práci.

<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>6</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>7</b>
<b>Seznam grafů .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Princip, způsob a využití kogeneračních jednotek.....</b>	<b>10</b>
2.1    Kombinovaná výroba energií (KVET), kogenerace.....	10
2.2    Využití kogeneračních jednotek.....	11
2.3    Výhody a přínosy kogenerace .....	11
2.4    Legislativa .....	12
<b>3. Rozdělení kogeneračních jednotek .....</b>	<b>14</b>
3.1    Rozdělení kogeneračních jednotek dle výkonnosti .....	14
3.2    Rozdělení kogeneračních jednotek dle technologie .....	14
3.2.1    Parní stroj .....	14
3.2.2    Motory s vnitřním spalováním .....	18
3.2.3    Princip kogenerační jednotky se spalovacím motorem.....	20
3.3    Údržba a obsluha spalovacích motorů kogeneračních jednotek .....	21
3.4    Využití Oxidu uhličitého ze spalin.....	21
3.5    Stirlingovi motory .....	22
3.5.1.    Hlavní části Stirlingova motoru .....	22
3.5.2.    Konfigurace Stirlingova motoru.....	25
3.5.3.    Porovnání Stirlingova motoru s motorem s vnitřním spalováním .....	25
<b>4. Zhodnocení aktuálního stavu spotřeby energie a tepla v konkrétním RD .....</b>	<b>27</b>
4.1    Seznam elektrických spotřebičů s přibližným příkonem .....	28
4.2    Rozložení místností a zdrojů tepla v rodinném domě .....	28
4.3    Tarifní systém elektrické energie .....	31
4.3.1    Jednotarifní sazby.....	32
4.3.2.    Dvoutarifní sazby .....	32
4.4    Spotřeby NT a VT ve zkoumaném objektu.....	33
4.5    Přehled spotřeby elektrické energie z finančního hlediska .....	35
4.6    Spotřeba a cena dřeva pro vytápění.....	40
<b>5. Návrh a instalace kogenerační jednotky pro RD, výpočet ekonomické bilance a návratnosti MKJ .....</b>	<b>42</b>
5.1    Potřebný tepelný výkon.....	42
5.2    Potřebný tepelný výkon.....	43
5.3    Návrh realizace tepelného obvodu .....	43
5.4    Návrh kogenerační jednotky .....	45
5.4.1    MICRO T7 .....	46
5.5    Ekonomická bilance projektu .....	52
<b>6. Závěr.....</b>	<b>56</b>
<b>7. Seznam literatury .....</b>	<b>57</b>
<b>Přílohy .....</b>	<b>58</b>



## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Srovnání kogenerace a konveční výroby .....	10
Obrázek 2 - Využití paliva .....	12
Obrázek 3 - schéma parního stroje .....	15
Obrázek 4 - schéma zapojení s parní turbínou .....	16
Obrázek 5 - schéma zapojení s parní turbínou 2 .....	17
Obrázek 6 - využitelnost paliva .....	19
Obrázek 7 - využitelnost paliva v kogeneraci se spalovacím motorem .....	20
Obrázek 8 - Rodinný dům v Žihli .....	27
Obrázek 9 - Rodinný dům v Žihli 2 .....	27
Obrázek 10 - Elektrický bojler .....	27
Obrázek 11 - rozložení topení v přízemí .....	29
Obrázek 12 - Krbová kamna .....	29
Obrázek 13 - Rozložení topení v patře .....	30
Obrázek 14 - Elektrický přímotop 2 kW .....	31
Obrázek 15 - Nenaštípané topné dřevo .....	40
Obrázek 16 - Naštípané dřevo ke spalování .....	40
Obrázek 17 - Návrh vodovodního, topného systému .....	44
Obrázek 18 - Návrh vodovodního, topného systému .....	44
Obrázek 19 - Části kogenerační jednotky .....	46
Obrázek 20 - Kogenerační jednotka .....	46
Obrázek 21- Rozměry KJ .....	47
Obrázek 22 - Sklepní prostory, umístění KJ .....	47
Obrázek 23 - Motor KJ, MICRO T7 .....	49
Obrázek 24 - Vstupy a výstupy jednotky .....	51

## Seznam tabulek

Tabulka 1- Kogenerační jednotka s parní turbínou .....	17
Tabulka 2 - Údržba jednotky .....	21
Tabulka 3 - Seznam spotřebičů .....	28
Tabulka 4 - Seznam spotřebičů .....	42
Tabulka 5- Základní parametry KJ .....	46
Tabulka 6 - Rozměry KJ .....	47
Tabulka 7 - Základní technické údaje .....	48
Tabulka 8 - Emise KJ .....	48
Tabulka 9 - Parametry motoru .....	49
Tabulka 10 - Parametry generátoru .....	49
Tabulka 11 - Parametry tepelného systému .....	50
Tabulka 12 - Parametry paliva .....	50
Tabulka 13 - Provozní kapaliny .....	51
Tabulka 14 - Parametry hlučnosti .....	51
Tabulka 15 - Kalkulace zkoumaného rodinného domu .....	53
Tabulka 16 - Kalkulace modelového objektu.....	55

## Seznam grafů

Graf 1 - Spotřeba, vysoký tarif.....	33
Graf 2 - Spotřeba energie, nízký tarif.....	34
Graf 3 - Spotřeba energie, vysoký + nízký tarif.....	35
Graf 4 - Platby za sledovaných 19 let .....	36
Graf 5 - Průměrná platba za měsíc .....	36
Graf 6 - Spotřeba elektřiny .....	37
Graf 7 - Denní paltba za elektřinu .....	37
Graf 8 - Celková platba za elektřinu .....	38
Graf 9 - Sumarizace výdajů.....	39
Graf 10 - Náklady na topné dřevo .....	40
Graf 11 - Cena dřeva .....	41

# 1. Úvod

Předkládaná diplomová práce se věnuje současným možnostem využívání kogeneračních jednotek navrhovaných pro menší objekty, jako jsou rodinné a bytové domy. S rostoucí cenou a spotřebou primárních zdrojů se snažíme, co možná nejvíce zvýšit účinnost stávajících technologií, aby jich bylo efektivněji využíváno.

Jako jeden směr k tomuto cíli se jeví kombinovaná výroba elektrické energie a tepla, KVET. Bližším vysvětlením tohoto pojmu se zabírám v dalších stranách diplomové práce.

Co se týče systematiky, práce je rozdělena do základních šesti kapitol včetně závěru. V úvodní kapitole vysvětluji pojem kogenerace a popisuji její princip a možné využití.

V druhé části práce popisuji a rozděluji kogenerační jednotky podle výkonnosti a hlavně pak podle technologie v nichž jsou použity.

Zmiňuji zde kogenerační jednotky napříč technologickým spektrem od parních oběhů přes motory s vnitřním spalováním po nejmodernější Stirlingovi motory.

V následující kapitole představuji konkrétní objekt, na který jsem aplikoval možnost využití kogenerační jednotky, včetně podrobné, dlouholeté spotřeby jak elektrické energie, tak i fosilních paliv.

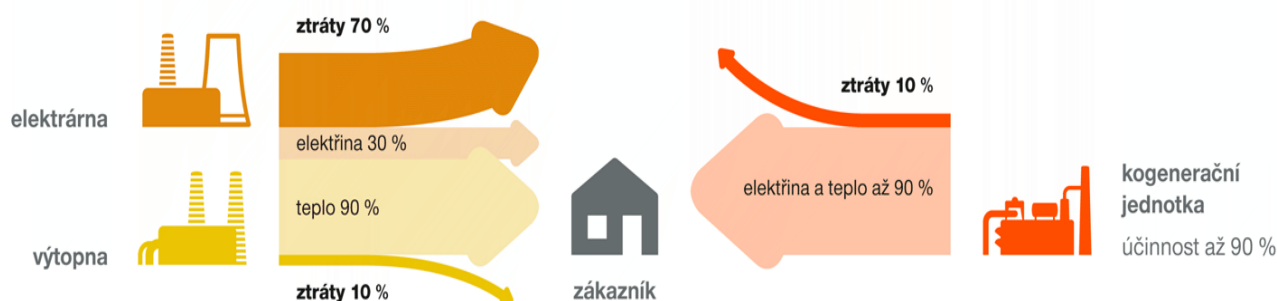
V kapitole čtvrté provádím samotnou aplikaci kogenerační jednotky ve výše zmiňovaném domě, kde zkoumám energetickou, ale i ekonomickou stránku dané situace. Zabývám se vzniklými výdaji spojenými s instalací jednotky a samozřejmě s předpokládanou úsporou.

S výše zjištěnými informacemi určuji ekonomickou návratnost pořízení kogenerační jednotky pro konkrétně daný objekt, což lze použít pro přibližnou představu i pro jiné, však podobné objekty.

## 2. Princip, způsob a využití kogeneračních jednotek

### 2.1 Kombinovaná výroba energií (KVET), kogenerace

Tímto pojmem nazýváme děj, při které je vyráběná elektrická energie a zároveň využíváno teplo, které vzniká při samotné výrobě elektrické energie. Tento proces se na rozdíl od běžné výroby pyšní velkou efektivitou ve využití primárního zdroje.



Obrázek 1 - Srovnání kogenerace a konvenční výroby [6]

V českém odborném názvosloví vznikla zkratka KVET (Kombinovaná Výroba Elektrické energie a Tepla). Angličtina a němčina používá zkratky BHKW (Blockheizkraftwerke) a CHP (Combined Heat and Power), ale v němčině se více používá "Kraft Wärme Kupplung".

Kogenerací rozumíme současnou výrobu elektřiny a tepla. Při zamyšlení se nad touto definicí musíme říci, že není úplně přesná, protože všechny procesy, které vyrábějí elektřinu, vyrábějí současně také teplo. V klasických případech toto teplo považujeme za ztráty a naopak jsme nuceni vzniklé teplo kompenzovat chlazením. Například auto při svém provozu vytváří energii potřebnou k pohybu a zároveň je vytvářeno i teplo, zde ale nelze mluvit o kogenerační jednotce z důvodu toho, že teplo není ve větší míře efektivně využíváno.

Pojem kogenerace tedy lze použít tam, kde využíváme energii i vzniklé teplo v co možná největší míře. [1] [2] [3]

## 2.2 Využití kogeneračních jednotek

Kogenerační jednotky je možno využívat v každém objektu, kde je zapotřebí elektrické a tepelné energie. Lze tedy říci, že až na výjimky je každý objekt teoreticky vhodný pro tuto technologii. Samozřejmě závisí na mnoha dalších faktorech, ale toto tvrzení lze brát jako základní myšlenku. Kogenerační jednotky využívají např.:

Ubytovací zařízení jako jsou hotely, penziony, ubytovny - je zde velká spotřeba elektrické i tepelné energie pro vytápění a klimatizaci.

Nemocnice - spotřeba elektrické energie a tepla je vysoká a rovnoměrná. Jednotky se synchronními generátory mohou být použity i jako nouzové zdroje.

Administrativní budovy a školy - rozhodujícím ukazatelem pro využití je spotřeba elektrické energie. Spotřeba tepla je vysoká pouze během topné sezóny. Množství odebrané teplé vody je minimální.

Průmyslové podniky - výhodné nasazení tam, kde je zaručena vlastní spotřeba tepla i elektrické energie.

Čistírny odpadních vod - kogenerační jednotky spalují kalový plyn (bioplyn), který vzniká při technologickém čištění odpadní vody. Teplo se využívá pro vyhřívání čistírenského kalu, elektrická energie se spotřebuje pro pohony technologických agregátů čistírny .

[1] [2] [3]

## 2.3 Výhody a přínosy kogenerace

Jako každá známá technologie má i kogenerace řadu nesporných výhod a záporů. Jak je vidět v tomto případě výhody značně převyšují nevýhody.

## Výhody kogeneračních jednotek

- velká úspora, resp. efektivnější využití primárního paliva ve srovnání s oddělenou výrobou elektřiny a tepla
- snížení emisí do okolního prostředí, zejména emisí CO<sub>2</sub> při spalování zemního plynu
- zajištění místní bezpečnosti dodávky elektřiny
- částečná decentralizace energetických zdrojů – odstranění ztrát při transportu tepla
- různorodá škála paliv podle použité technologie
- nevyžaduje většinou velké stavební úpravy v již stojících objektech
- časová nenáročnost pro instalaci jednotky

Jako nevýhody kogeneračních jednotek musím uvést poměrně velké investiční náklady spjaté s pořízením a návratnost, která je závislá primárně na využívání tepla. Elektrická energie obvykle nebývá až takovým problémem. Proto je potřeba mít dobrou představu o samotné spotřebě energií, abychom mohli s jistou přesností určit návratnost investice, která je pro většinu lidí hlavním faktorem. [1] [2] [3] [5]



Obrázek 2 - Využití paliva [7]

## 2.4 Legislativa

Ustanovení Směrnice 2004/8/EC Evropského parlamentu a Rady o podpoře kogenerace založené na efektivní poptávce po teple na vnitřním energetickém trhu definuje podmínky přiznání podpory pro technologie a zavádí pojem vysoce účinná kogenerace. Ustanovení Směrnice se postupně promítají do naší legislativy. Energetický zákon 406/2000 Sb. vzpp stanovuje podmínky kombinované výroby tepla a elektřiny, připojení, přístupu do sítí, prodeje a osvědčení o původu elektřiny. Zákon o obnovitelných zdrojích energie

180/2005 Sb. vzpp upravuje podporu státu pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie. Mezi ně patří též použití kogeneračních technologií na bázi "zvláštních plynů" jako je bioplyn, skládkový plyn, dřevoplyn, ale i důlní plyn a další. Ustanovení Směrnice 2004/8/EC Evropského parlamentu a Rady o podpoře kogenerace založené na efektivní poptávce po teple na vnitřním energetickém trhu definuje podmínky přiznání podpory pro technologie a zavádí pojem vysoce účinná kogenerace. [7]



### **3. Rozdělení kogeneračních jednotek**

Kogenerační jednotky lze rozlišovat dle mnoha faktorů. Podle velikosti výkonu, použité technologie, druhu paliva, ceny, rozměrů, účinnosti. To nám dává prostor pro velké množství jednotek s vlastnostmi přesně hodící se pro konkrétní objekt.

#### **3.1 Rozdělení kogeneračních jednotek dle výkonnosti**

Mikrokogenerační jednotky(MKJ) s výkonem do 50 kWe – takové jednotky používáme pro vlastní spotřebu elektrické energi a zároveň využití tepla pro vytápění a ohřev objektu, vhodnost jednotky je zejména pro rodinné domy a menší objekty s pravidelnou spotřebou elektrické a tepelné energie

Mini-kogenerační jednotky s výkonem 50 – 150 kWe – jednotky s takovýmto výkonem lze využívat k vytápění podnikatelských objektů, zdravotnických zařízení, hotelů apod., trvajícím předpokladem pro efektivnost jednotky je trvalý odběr energií.

Kogenerační jednotky s výkonem nad 150 kWe – využití takovýchto jednotek v průmyslových podnicích a teplárenských zařízeních.

Kogenerační jednotky malého výkonu do 1MWe

Kogenerační jednotky středního výkonu nad 1MWe

Kogenerační jednotky velkého výkonu do 50MWe

[1] [2] [3] [7]

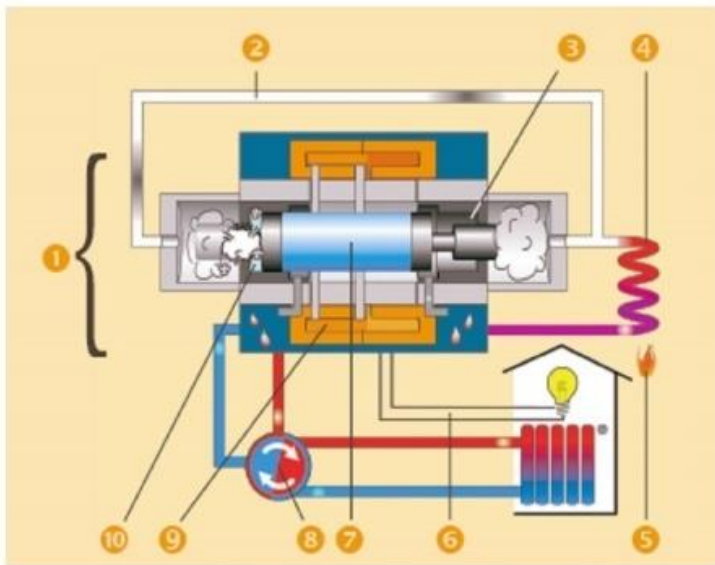
#### **3.2 Rozdělení kogeneračních jednotek dle technologie**

##### **3.2.1 Parní stroj**

Parní stroj je pístový tepelný stroj, přeměňující tepelnou energii vodní páry na energii mechanickou. Jedná se o nejstarší stroj s tepelným motorem využívaný pro výrobu elektrické energie. I v současné době dochází k vývoji v efektivitě této technologie.

## Princip činnosti

Dodaná voda do parního vyvíječe je ohřívána až na přehřátou páru. Poté přivedeme přehřátou páru do levého nebo pravého válce, podle toho, který je v tu chvíli otevřený a kde dochází k expanzi. Když válec dorazí na konec, tak se na druhé straně odkryje vstup do kondenzátoru. Poté se válec pohybuje zpět a výstup je zakryt válcem, tento děj se opakuje. Dochází k pohybu válců 2.400 až 4.500 krát za minutu o frekvenci 40 až 75 Hz. V cívce se indukuje elektrický proud. Vzniklý střídavý elektrický proud dále upravujeme pomocí frekvenčního měniče na požadovanou hodnotu. [1] [2] [4]



Obrázek 3 - schéma parního stroje [7]

- |                    |                       |                |
|--------------------|-----------------------|----------------|
| 1. Parní generátor | 5. Hořák              | 9. Cívka       |
| 2. Parní práce     | 6. El.vedení          | 10. Levý válec |
| 3. Pravý válec     | 7. Dvojité volný píst |                |
| 4. Parní vyvíječ   | 8. Výměník tepla      |                |

Celková účinnost využití energie obsažené v primárním palivu je cca 75 - 90 %, přičemž dominantní je účinnost výroby tepla cca 65 - 76% (v závislosti na tlaku před a za turbínou) účinnost výroby el. energie je jen cca 8 - 13%. Stupeň zhodnocení primárního paliva na el. energii je tedy nízký, výhodou je možnost výroby páry spalováním levného paliva (uhlí, biomasa).

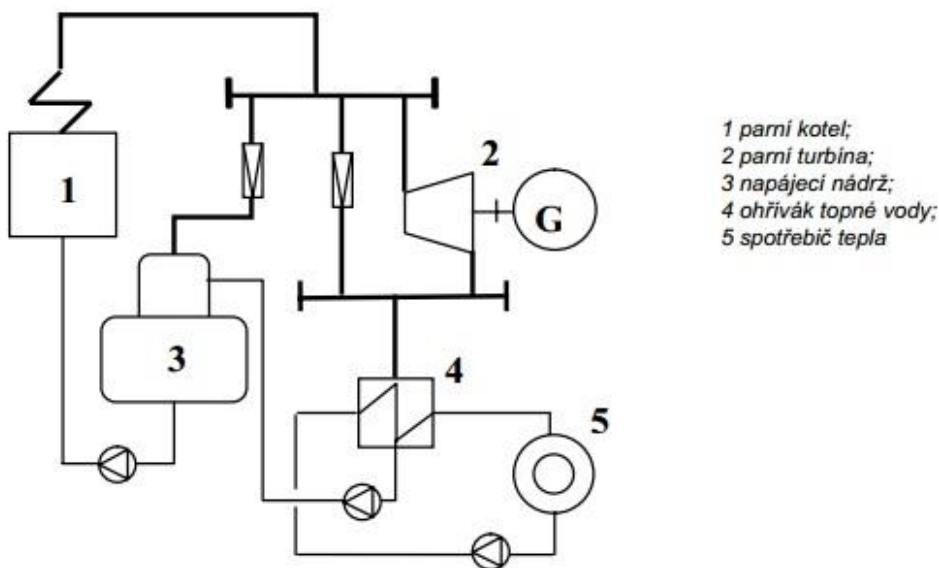
## Mikrokogenerační jednotky s parním strojem

Na trhu s kogeneračními jednotkami se nachází lineární parní stroje. Obsahují motory s vnějším spalováním paliva. Různorodost paliva je výhodou této technologie. Lze použít např. zemní plyn, biomasu, vodík.

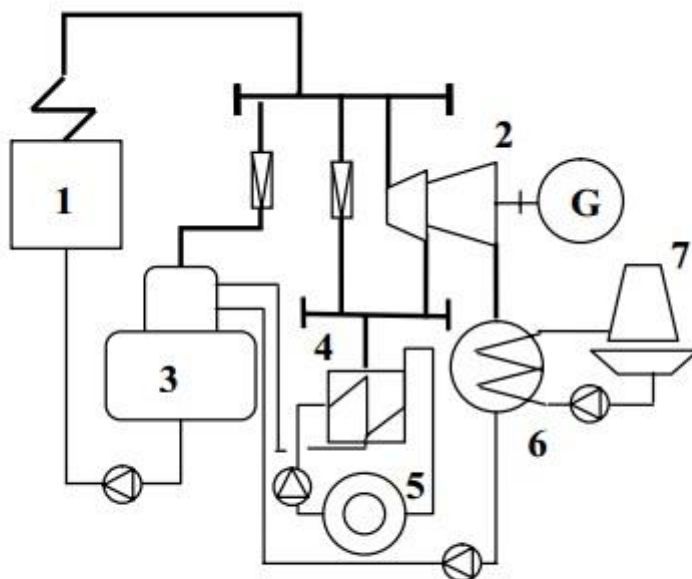
V rámci kogeneračního systému je možný také způsob zapojení s turbínou:

- parní turbína protitlaková
- parní turbína kondenzační s odběrem páry pro dodávku tepla spotřebiteli

Nejjednodušším uspořádáním je provedení s protitlakovou turbínou, kde veškerá pára po průchodu turbínou má relativně nízký tlak a slouží k dalšímu teplotenskému využití. Tam kde je vyžadován dvoustupňový ohřev topné vody se druhý stupeň ohřevu provádí buď pomocí odběru z turbíny nebo někdy parou odebíranou přímo z výstupu kotle a redukovanou na požadovaný tlak. [1] [2] [4]



Obrázek 4 - schéma zapojení s parní turbínou [4]



1 parní kotel; 2 parní turbína; 3 napájecí nádrž; 4 ohřívák topné vody; 5 spotřebič tepla; 6 kondenzátor; 7 chladicí věž

Obrázek 5 - schéma zapojení s parní turbínou 2 [4]

Jako příklad komerční kogenerační jednotky s využitím parního oběhu uvádím výrobek od společnosti Lion energy. Palivem pro ohřev páry mohou být např. pelety nebo podobná biomasa. V níže uvedené tabulce uvádím některé parametry této jednotky. Co se týče celkové účinnosti, výrobce vždy uvádí účinnost v ideálních případech. [1] [2] [4]

<b>Název jednotky</b>	<b>Lion - Powerblock pellets</b>
<b>Napěťová hladina</b>	<b>230 V, 50 Hz</b>
<b>Hlučnost</b>	<b>48 - 54 dB</b>
<b>Tepelný výkon</b>	<b>4 - 16 kW</b>
<b>Elektrický výkon</b>	<b>0,4 - 2 kW</b>
<b>Tlak páry</b>	<b>30 bar</b>
<b>Celková účinnost</b>	<b>94%</b>
<b>Hmotnost</b>	<b>195 kg</b>
<b>Rozměry</b>	<b>126 x 62 x 85</b>
<b>Cena</b>	<b>480 000 Kč</b>

Tabulka 1- Kogenerační jednotka s parní turbínou [13]

### **Výhody parní technologie:**

je použitelné libovolné palivo  
teplo může být dodáváno v libovolné formě (horká voda, pára VT i NT)  
velký rozsah jednotkových výkonů  
možnost dodávky turbíny s výkonem a parametry dle potřeb investora  
vysoká celková účinnost kogeneračního zdroje  
životnost

### **Nevýhody parní technologie**

malý poměr elektrického a tepelného výkonu;  
pomalé najíždění a změna výkonu  
kogenerační zařízení s parní turbínou je poměrně složité s řadou pomocných provozů;  
investiční náklady;  
obtížnější realizace úplné automatizace provozu zdroje [16]

## **3.2.2 Motory s vnitřním spalováním**

Pro kogenerační jednotky lze použít i motory s vnitřním spalováním. Jsou to pístové motory, často odvozené od klasických motorů používaných v průmyslu a dopravě. Podle způsobu zapálení směsi vzduchu a paliva ve válci dělíme motory na základní dvě skupiny.

- **vznětové motory**
- **zážehové motory**

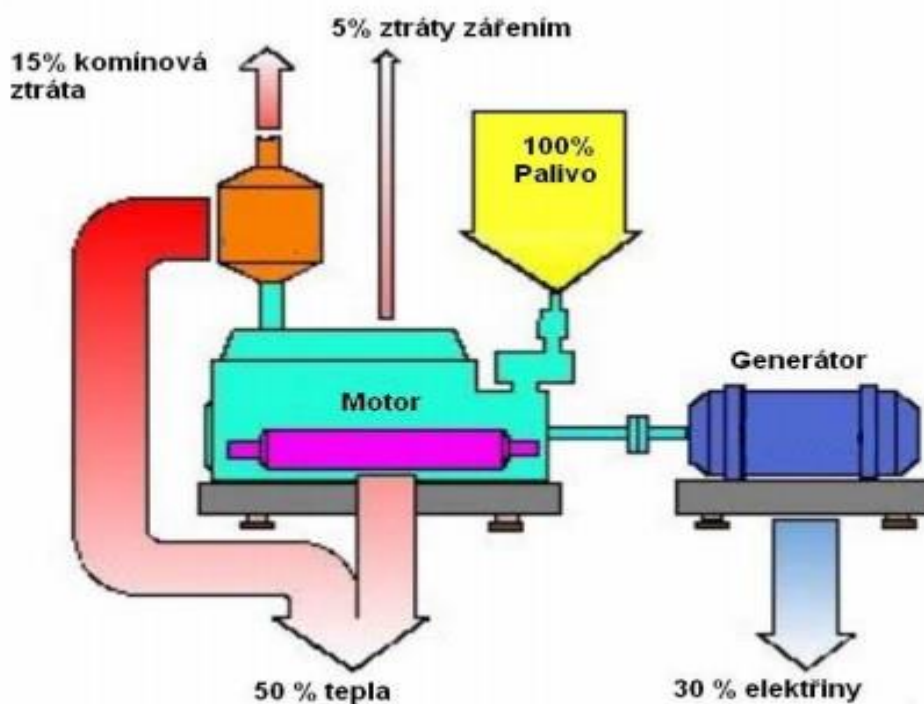
### **Vznětové jednotky**

Jedná se o spalovací jednotky, u nás často označované jako dieslové nebo naftové, kde dochází k zapálení paliva ve válci samovznícením při vstřiku do horkého stlačeného vzduchu. Účinnost vznětových motorů se pohybuje od 35% do 45% na hřídeli a jejich výkony mohou dosáhnout až 25 MW. Moderní vznětové motory využívají zpožděné zapalování a hoření paliva, což způsobuje snížení emisí oxidu dusíku, ale je zachován požadovaný výkon a účinnost. [1] [2] [3] [4]

## Zážehové jednotky

Zážehové motory se vyznačují zapalováním směsi paliva a vzduchu elektrickou jiskrou. Co se týče účinnosti se zážehové motory pohybují kolem 30% a jejich výkony nedosahují takových hodnot jako u motorů vznětových.

Pro kogenerační využití je nezbytné spalovací motor rekonstruovat pro spalování zemního plynu. Rekonstrukce se týká především palivového systému a spalovacího prostoru. V palivovém systému se připravuje směs o požadovaném složení, která se zapaluje většinou elektrickou jiskrou. [16]



Obrázek 6 - využitelnost paliva [5]

Při provozu spalovacích motorů vznikají nevyvážené síly a je proto potřeba speciálně navržené uložení pro absorpci vibrací. Je potřeba se vypořádat i se vzniklým hlukem, který vzniká při provozu. Motory je nutné vybavit kvalitní hlukovou izolací pro odstranění nepříjemných zvuků, které mají nepříznivý dopad na lidský sluch.

Další z řady komplikací je údržba vysoce namáhaných součástí jako jsou například třecí plochy.

Maximálního výkonu a účinnosti motory dosahují při mírném přebytku vzduchu, kde však nastává problém se vzniklými emisemi oxidů uhlíku a dusíku. [1][2][9] [16]

### 3.2.3 Princip kogenerační jednotky se spalovacím motorem

Spalovací motor je zařízení, které svojí činností pohání elektrický generátor a současně produkuje odpadní teplo. Toto odpadní teplo využíváme a vstřebáváme při samotném chlazení motoru, mazacího oleje nebo při odvodu výfukových plynů. Chlazení je prováděno pomocí vodního chladicího okruhu, kde je teplo odváděno pomocí topné vody. Ohřev této vody může být proveden nanejvýš na teplotu kolem 80 °C. Využívá-li se ve zvláštním výměníku chladicí teplo bloku motoru a hlav válců, může výstupní teplota topné vody dosahovat až 100°C. Ve výměnících , které využívají tepla z výfukových plynů, je možné vodu ohřát na vyšší hodnoty kolem 110 °C. Teplota spalin se nejčastěji pohybuje v rozmezí 400 až 600°C. [16]

#### Výhody kogeneračních jednotek se spalovacími motory :

- široké výkonové rozmezí, vysoká účinnost
- mohou pracovat s nízkým tlakem plynu (menší než 0,1 MPa)
- rychlý náběhový čas na plný výkon
- zvládnutá technologie
- relativně nízké investiční náklady na instalovaný elektrický výkon

Jako nevýhody bych uvedl zvýšený hluk při provozu a poměrně nákladnější údržba.[5] [7]



1 spalovací motor; 2 elektrický generátor; 3 výměník tepla spalin/topná voda; 4 výměník tepla chladicí voda/topná voda

Obrázek 7 - využitelnost paliva v kogeneraci se spalovacím motorem [4]

### 3.3. Údržba a obsluha spalovacích motorů kogeneračních jednotek

Kogenerační jednotky se spalovacími motory pracují bezobslužně. Základní údržba spočívá především v následujících činnostech.

Druh činnosti	Interval (provozní hodiny)
Výměna mazacích olejů	1000 až 4000
Výměna zapalovacích svíček	1000 až 4000
Čištění a seřízení kontaktů	3000
Nastavení ventilů	800 až 2000
Čištění výměníku tepla výfukových spalin	1x ročně
Běžné prohlídky	1000

Tabulka 2 - Údržba jednotky [14]

### 3.4 Využití Oxidu uhličitého ze spalin

Zajímavou, ale ne příliš rozšířenou aplikací, je využití potenciálu emisí vznikajících při spalování plynu v kogeneračních jednotkách. Jedná se o CO<sub>2</sub>, tedy o plyn, který rostliny využívají jako zdroj uhlíku.

Emise ze spalování plynu, jež obsahují vysoký podíl oxidu uhličitého, jsou nejdříve pomocí katalytických reakcí vyčištěny a poté, co odevzdají svoji tepelnou energii ve spalínovém výměníku, jsou vháněny pomocí dmyhadla do skleníku. Ve skleníku se tímto zvyšuje podíl oxidu uhličitého v okolním vzduchu. Jakmile je mez obsahu oxidu uhličitého ve skleníku překročena, odvádí se spaliny pomocí řídicí jednotky a soustavy škrťacích ventilů do komína.

Objemový podíl oxidu uhličitého v atmosféře je zhruba 350 ppm, uvádí se ale, že optimální podíl oxidu uhličitého pro růst některých rostlin je až 700 ppm. Při použití této technologie je tedy obsah oxidu uhličitého v přilehlém skleníku dvojnásobně vyšší oproti okolní atmosféře. Navíc tepelná energie odváděná z motorového okruhu a ze spalin, je využívána k vytápění skleníku, čímž se udržují konstantní podmínky pro zdárný růst rostlin po celý rok.

Tuto aplikaci například v roce 2008 využila holandská firma zabývající se pěstěním rajčat. Použila kogenerační jednotku firmy Jenbacher spalující zemní plyn o výkonu 4 MW. Další



aplikace pochází z města Dmitrov v Rusku vzdáleného od Moskvy cca 65 km. Na konci roku 2008 zde byly instalovány tři kogenerační jednotky spalující zemní plyn o celkovém výkonu 5,4 MW. Vyrobené teplo a oxid uhličitý pocházející ze spalin má zde napomoci ke zvýšení produkce květin. [15]

## **3.5 Stirlingovi motory**

Stirlingův motor je tepelný stroj pracující s cyklickým stlačováním a expanzí vzduchu nebo jiného pracovního plynu. Stlačováním při nízké teplotě pracovního plynu a expanzí při vysoké teplotě pracovního plynu probíhá transformace tepelné energie na mechanickou práci. Jde o motor s uzavřeným oběhem, s regenerativním ohřevem a se stálou náplní pracovního plynu. Uzavřený pracovní cyklus je definován jako termodynamický systém, ve kterém není s okolím vyměňován pracovní plyn, ale jen tepelná energie. Výměna tepla s okolím probíhá přes tepelné výměníky ohříváče a chladiče. Regenerátor je tepelný výměník, který uschovává tepelnou energii v době mezi expanzí a kompresí pracovního plynu. Regenerátor odlišuje Stirlingův motor od ostatních horkovzdušných motorů.

Vynalezen byl v roce 1816 jako konkurence parního stroje. Jeho praktické použití bylo omezeno na nízkovýkonné domácí nasazení.

Stirlingův motor je významný pro svou vysokou účinnost v porovnání s parním strojem. Stirlingovy motory jsou schopny dosáhnout 40% účinnosti, mají tichý chod, a umí využít téměř libovolný zdroj tepla. V současnosti zvyšuje jejich význam možnost použití alternativních a obnovitelných zdrojů energie, zvláště v případě použití motoru pro mikrokogeneraci. [8] [10] [5] [16]

### **3.5.1. Hlavní části Stirlingova motoru**

Jako důsledek uzavřeného pracovního cyklu musí být všechno teplo pohánějící Stirlingův motor vedeno ze zdroje tepla do pracovního plynu přes výměník tepla ohříváče a následně musí být teplo odváděno z pracovního plynu přes výměník tepla chladiče.

#### **Zdroj tepla**

Zdrojem tepla může být spalování paliva. Protože produkty spalování nepřichází do styku s pracovním plynem a tedy ani s vnitřními částmi stroje, může Stirlingův motor pracovat i s takovými palivy, která by mohla jiné typy strojů poškodit, jako například skládkovými plyny s obsahem siloxanu. Jiné výhodné zdroje tepla mohou být solární

energie, geotermální energie, jaderná energie, odpadní teplo z technologických procesů nebo bioenergie. Při využití sluneční energie je výhodné, pro dosažení vysoké pracovní teploty, koncentrovat sluneční záření pomocí zrcadel nebo Fresnelových čoček. Při využívání obnovitelné energie se stále více prosazují právě sluneční kolektory se Stirlingovým motorem. [8] [10]

### **Ohřívač / výměník teplé strany**

V malých, málo výkonných motorech, může být ohřívač jednoduše zastoupen stěnou teplého prostoru. Stroje s větším výkonem vyžadují velkou plochu výměníků pro zajištění dostatečného přenosu tepla do pracovního plynu. Obvykle se používají vnitřní a vnější žebra, nebo mnoho malých trubic.

Návrh tepelného výměníku Stirlingova stroje vyžaduje nalezení kompromisu mezi velkou plochou pro zajištění vysokého tepelného přenosu s malými tlakovými ztrátami a malým mrtvým prostorem (vnitřní prostor nevyužitý pro zdvih pístů). Ve strojích pracujících při vysokých výkonech a tlacích, musí být tepelný výměník vyroben z materiálu, který dostatečně odolává mechanickému napětí, teplotě, korozi a deformaci. [8] [10]

### **Regenerátor**

Regenerátor ve Stirlingově motoru je vnitřní tepelný výměník a dočasný zásobník tepla umístěný mezi teplým a studeným prostorem tak, že pracovní plyn přes něj prochází střídavě v jednom a druhém směru. Jeho funkcí je uchování toho tepla v systému, které by jinak bylo vyměněno s okolím na teplotě mezi maximální a minimální teplotou oběhu. Uchování tohoto tepla v systému umožňuje přiblížení účinnosti Stirlingova motoru k účinnosti Carnotova cyklu definovanou maximální a minimální teplotou oběhu.

Hlavní dopad regenerátoru ve Stirlingově stroji je zvětšení tepelné účinnosti 'recyklací' vnitřního tepla, které by jinak prošlo přes stroj. Dalším efektem zvýšené účinnosti je zvýšení výkonu motoru při stejné konstrukci chladiče a ohřívače, která nejčastěji omezuje průchod tepla strojem. V praxi se tento přídavný výkon nedaří zcela využít kvůli zvětšenému mrtvému prostoru a tlakovým ztrátám, které jsou neoddělitelně spjaty s prakticky realizovatelným regenerátorem. Tyto ztráty tedy omezují dosažitelné zvětšení účinnosti stroje regenerátorem.

Při konstrukci regenerátoru Stirlingova stroje je cílem dosažení dostatečného tepelného výkonu a kapacity s minimálním přidaným objemem (mrtvý prostor) a odporem proudění.

Tyto dva protichůdné požadavky tvoří konstrukční konflikt, jenž je jednou z mnoha příčin, které limitují účinnost prakticky realizovatelného Stirlingova stroje. Typickou konstrukcí je nádrž naplněná jemnými dráty nebo sítíkou s nízkou pórovitostí pro redukci mrtvého prostoru a s dráty kolmo na osu proudění pro omezení tepelné vodivosti a pro zvětšení přenosu tepla konvekcí.

Regenerátor je hlavní součástí stroje vymyšlenou Robertem Stirlingem. Jeho přítomnost odlišuje skutečný Stirlingův stroj od ostatních strojů s uzavřeným oběhem (horkovzdušných motorů). Mnoho hraček a především typů s nízkou teplotní diferencí nemá jasně oddělený regenerátor a bylo by je možné zahrnout do horkovzdušných motorů. Přesto je zajištěna jistá regenerace tepla povrchem přehaneče a blízkou stěnou válce, nebo potrubím spojující teplý a studený válec u alfa konfigurace stroje. [8] [10]

### **Chladič / výměník studené strany**

V malých strojích s malým výkonem může být chladič jednoduše tvořen stěnami studeného válce (objemu). Pak je teplo odváděno do okolního prostředí a chladná část tak dosahuje téměř teploty okolí. Dosažení vyššího výkonu je podmíněno zvýšením rozdílu teplot mezi částí ohřívanou a chladičem. Proto je zde často chladič tvořen výměníkem, který je ochlazován kapalinou, například vodou. Tato chladící kapalina je při provozu motoru ohřívána, získané teplo je pak možno použít pro vytápění - tomuto způsobu provozu se říká kogenerace. Stirlingův motor však umí využít tepelného spádu tvořeného na teplé straně okolním vzduchem a na chladné straně ledovou vodou, případně je chlazená studená strana kryogenně. [8] [10]

### **Přehaneč**

V Beta a Gama konfiguraci Stirlingova stroje je použit speciální píst, zvaný přehaneč, který přesunuje pracovní plyn z teplého prostoru do studeného a naopak. V závislosti na konfiguraci stroje může být přehaneč umístěn ve stejném válci jako pracovní píst, nebo může mít vlastní válec. Přehaneč může být ve válci s vůlí a umožňovat tak pracovnímu plynu proudit kolem sebe, nebo může být utěsněn a přesunovat plyn přes výměníky a regenerátor.

### 3.5.2. Konfigurace Stirlingova motoru

Existují dva hlavní typy Stirlingových strojů, které jsou rozlišeny způsobem, kterým přesunují pracovní plyn mezi teplou a studenou stranou stroje.

1. S dvěma pracovními písty je znám jako alfa konfigurace. Má teplý a studený válec, každý se svým pístem. Pracovní plyn je přesunován z teplého válce do studeného a naopak.
2. S přehaněčem je znám jako beta a gama konfigurace. Používá oddělený mechanický přehaněč pro přesunování pracovního plynu z teplého prostoru do studeného a naopak. Přehaněč musí být dostatečně velký, aby zajistil účinnou izolaci teplého a studeného prostoru a přesunul dostatek pracovního plynu.

Alfa Stirling má dva pracovní písty v oddělených válcích. Jeden je teplý a druhý studený. Teplý válec s expanzním objemem je umístěn ve vysoké teplotě ohřívače. Studený válec s kompresním objemem je umístěn v nízké teplotě chladiče. Tento typ má vysoký poměr výkonu k objemu, ale je zde technický problém s těsněním a mazáním teplého pístu při vysoké teplotě. V praxi má teplý píst velkou izolovanou hlavu kvůli oddálení vedení a těsnění pístu od teplého prostoru, což přináší zvětšení mrtvého prostoru. [8] [10]

### 3.5.3. Porovnání Stirlingova motoru s motorem s vnitřním spalováním

V protikladu ke spalovacímu motoru může Stirlingův motor snadněji využít tepla z obnovitelných zdrojů, je tišší a spolehlivější s nižšími nároky na údržbu. Je výhodnější v takových aplikacích, kde se uplatní tyto jejich unikátní vlastnosti a také částečně tam, kde je cena za generovanou energii důležitější než finanční nároky na jednotku výkonu. Podle těchto kritérií jsou Stirlingovy motory cenově konkurenční do výkonu asi 100 kW.

Ve srovnání se spalovacím motorem toho samého výkonu mají Stirlingovy motory větší pořizovací náklady, jsou obvykle větší a těžší. Nicméně jsou účinnější než většina spalovacích motorů. Díky jejich nižším nárokům na údržbu jsou celkové náklady na jednotku energie srovnatelné. Tepelná účinnost je také srovnatelná (pro malé motory), v rozsahu od 15 % do 30 %. Pro aplikace jako je mikrokogenerace jsou často Stirlingovy motory preferovány před spalovacími. Další aplikace jsou při čerpání vody, v kosmonautice a generování el. energie z rozptýlených zdrojů energie jako je sluneční záření, biomasa, zemědělské odpady a další odpady například z domácností. Stirlingovy motory jsou také použity pro pohon ponorek

třídy *Gotland* ve Švédsku. Stirlingovy motory však nemohou konkurovat spalovacím motorům při použití v automobilech pro svoji vysokou cenu na jednotku výkonu, malý výkon na jednotku hmotnosti a vysokou cenu materiálu. Základní rozbor je založen na uzavřené formě Schmidty analyzy. [8] [10]

## 4. Zhodnocení aktuálního stavu spotřeby energie a tepla v konkrétním RD

Jako konkrétní modelový objekt, vhodný pro aplikaci kogenerační jednotky, jsem si vybral rodinný dům patřící mým prarodičům, který se nachází v obci Žihle.



Obrázek 8 - Rodinný dům v Žihli



Obrázek 9 - Rodinný dům v Žihli 2

Jedná se o podsklepený dvojpatrový cihlový rodinný dům.

Pro vytápění a ohřev teplé vody je využívána elektrická energie. Jsou zde instalovány elektrické přímotopy, které v kombinaci s klasickými krbovými kamny vytápějí celý rodinný dům. Plyn není do objektu zaveden a je využíván pouze ve formě plynových bomb k vaření na plynovém sporáku. Voda je ohřívána v bojleru na elektřinu, který je jedním z největších odběratelů elektrické energie. Seznamem spotřebičů elektrické energie se zabývám v další části této kapitoly.



Obrázek 10 - Elektrický bojler

## 4.1 Seznam elektrických spotřebičů s přibližným příkonem

V níže uvedené tabulce předkládám seznam elektrických spotřebičů s jejich přibližným elektrickým příkonem pro dobrou představu o rozložení spotřeby elektrické energie mezi jednotlivými spotřebiči. V případě osvětlení a vytápění volím průměrné hodnoty z důvodu, že není vždy celý objekt vytápěn, nebo osvětčován. V tabulce uvádím také zřídka využívané spotřebiče jako je kotoučová pila nebo elektrická sekačka.

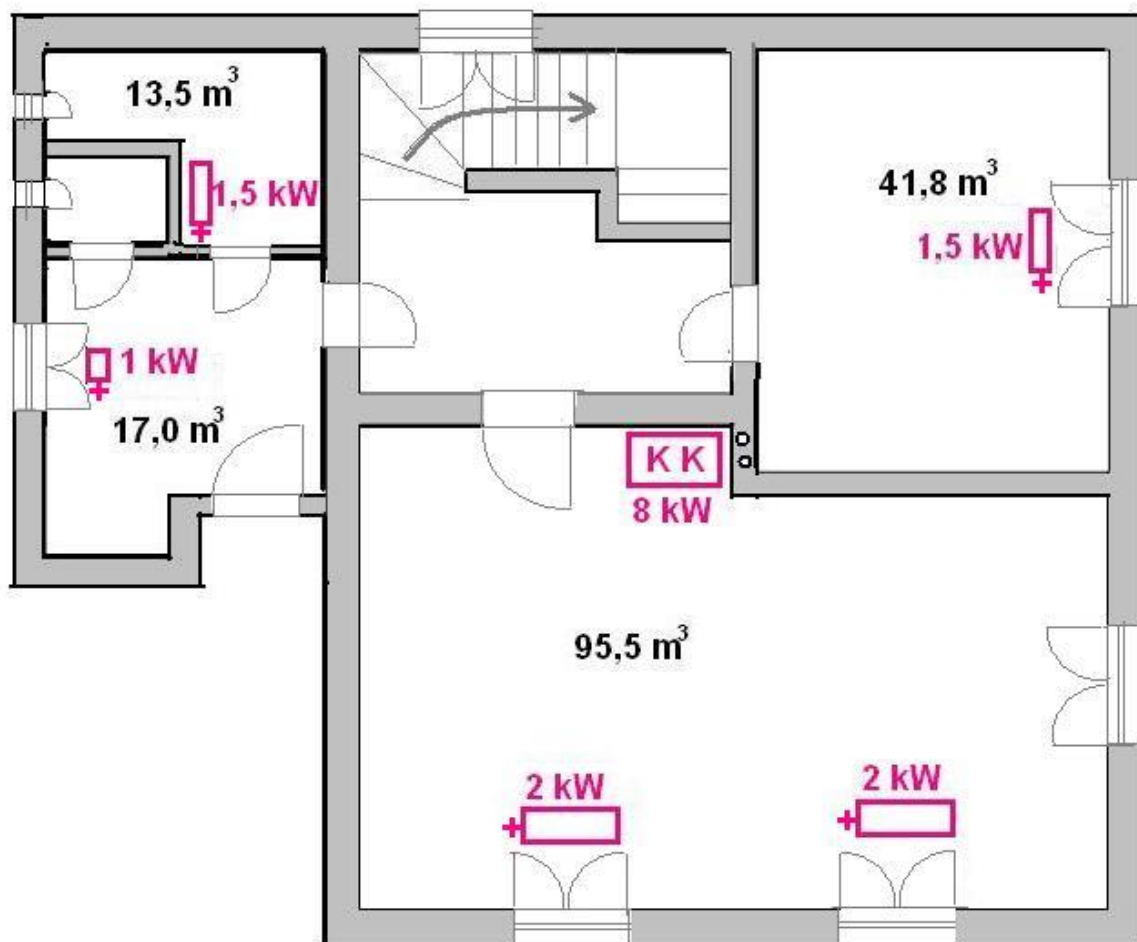
Typ přístroje	Přibližný příkon (W)	Přibližný příkon (kW)
<b>Elektrické topení</b>	13500	13,500
<b>Bojler</b>	2200	2,200
<b>Televize</b>	90	0,090
<b>Elektrická trouba</b>	2000	2,000
<b>Osvětlení</b>	600	0,600
<b>Rychlovarná konvice</b>	1800	1,800
<b>Lednička</b>	25	0,025
<b>Mrazák</b>	140	0,140
<b>Notebook</b>	50	0,050
<b>Stolní počítač</b>	80	0,080
<b>Satelit</b>	30	0,030
<b>Mikrovlnná trouba</b>	1200	1,200
<b>Elektrická sekačka</b>	1500	1,500
<b>Kotoučová pila (cirkulárka)</b>	3600	3,600
<b>Pračka</b>	2200	2,200
<b>Žehlička</b>	1000	1,000
<b>Fén</b>	250	0,250
<b>Vysavač</b>	800	0,800
		<b>31,065</b>

Tabulka 3 - Seznam spotřebičů

## 4.2 Rozložení místností a zdrojů tepla v rodinném domě

Zkoumaný objekt je dvouposchodový, podsklepený a je zde také půda, která není obyvatelná a slouží pouze pro uskladnění věcí. Pro bližší představu jsem zhotovil půdorysní návrhy prvního a druhého podlaží. V návrzích jsou také vyznačeny topné jednotky včetně jejich příkonu. Návrhy také obsahují výměru jednotlivých místností pro přibližnou představu o velikosti místností, které se vytápějí.

## Přehled vytápěného prostoru domku č.p.266 - přízemí



Obrázek 11 - rozložení topení v přízemí

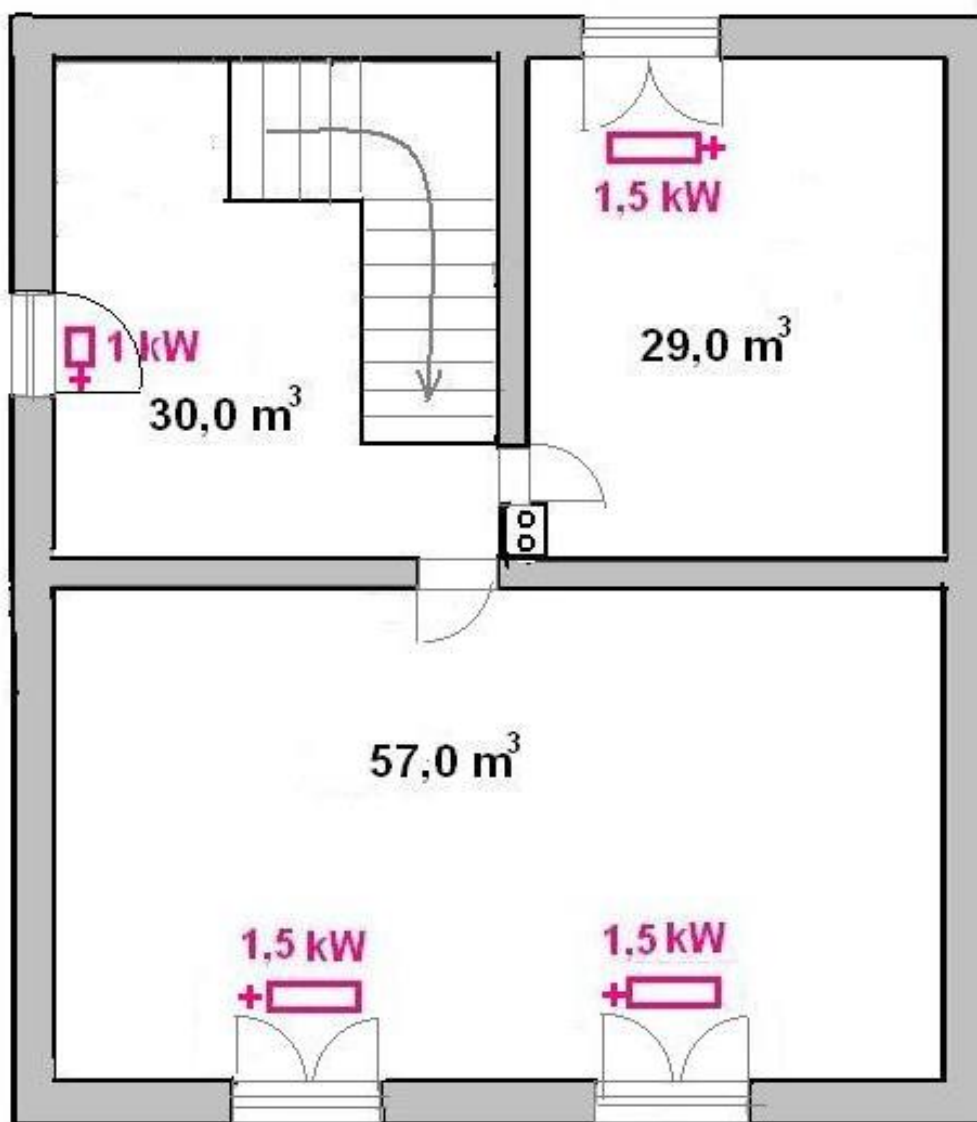
Ve spodní části domu se nachází kuchyně, obývací pokoj, sociální zařízení a koupelna. Elektrické přímotopy jsou vyznačeny červenou barvou s příkonem mezi 1 až 2 kW. V obývacím pokoji se také nachází krbová kamna s přibližným tepelným výkonem 8 kW, ve kterých je spalováno dřevo.



Obrázek 12 - Krbová kamna



## Vytápěný prostor domku - podkrovní místnosti



Obrázek 13 - Rozložení topení v patře

V druhém podlaží se nachází pouze dvě místnosti, chodba a sociální zařízení. Místnosti slouží jako ložnice a velký pokoj pro hosty. Červeně jsou opět znázorněny elektrické přímotopy o příkonu 1 až 1,5 kW.



Obrázek 14 - Elektrický přímotop 2 kW

### 4.3 Tarifní systém elektrické energie

Distribuční sazba je vlastně odběratelská kategorie, která závisí na používaných elektrospotřebičích. Většinou skupinou jsou domácnosti, které elektřinou jenom svítí, vaří a napájejí poměrně „střídmé“ přístroje (lednici, pračku, myčku apod.). Ostatní sazby zvýhodňují náročnější spotřebitele, kteří používají bojler, akumulaci kamna, přímotopy a tepelné čerpadlo. Speciální kategorií jsou chataři a řidiči elektromobilů.

Vysoký tarif a nízký tarif jsou cenové hladiny, ve kterých můžete elektřinu během dne odebírat. Většina domácností platí za jednotku elektřiny (kWh) stále stejnou cenu. Spadají do jednotarifové sazby D01d nebo D02d, ve kterých je účtovaný pouze vysoký tarif. Kdo elektřinou ohřívá vodu či vytápí, spadá do dvoutarifové sazby a část dne platí levnější, nízký tarif.

Škála sazeb je tak rozmanitá, jak pestré je využití elektřiny. Navíc záleží na spotřebě – jestli je nižší, anebo spíše vyšší. Ve výsledku jsou k dispozici 2 jednotarifní a 8 dvoutarifních sazeb.

## **Jednotarifní sazba**

znamená, že platba je neustále stejnou cenou za 1 kWh elektřiny.

## **Dvoutarifní sazby**

střídají během dne dražší a levnější cenu elektřiny, neboli vysoký tarif a nízký tarif (nesprávně označovaný jako noční proud).

### **4.3.1 Jednotarifní sazby**

Majorita českých domácností používá elektřinu pouze pro osvětlení, vaření a napájení relativně nenáročných spotřebičů. 66 % tuzemské populace proto spadá do jednotarifních sazeb, které nejsou podmíněny vlastnictvím náročnějších přístrojů. Sazba D01d je určena pro menší spotřebu (nízké měsíční poplatky, ale vyšší cena za kWh), tedy spíše pro jednočlenné a dvoučlenné domácnosti. Sazba D02d je výhodná pro běžnou spotřebu (vyšší měsíční poplatky, nižší cena za kWh elektřiny), tedy pro standardní domy a byty.[12]

#### **Jednotarifní sazby elektřiny**

D01d (nevytápíte elektřinou) – 24 hodin VT (vysokého tarifu), nižší spotřeba

D02d (nevytápíte elektřinou) – 24 hodin VT, vyšší spotřeba

### **4.3.2. Dvoutarifní sazby**

Dvoutarifové sazby jsou rozděleny do osmi typů, až na výjimky podle způsobu elektrického vytápění. Vidíme, že jak stoupají čísla sazeb, tím déle platí nízký tarif (levnější cena elektřiny). Po zbytek času platí vysoký tarif (dražší cena elektřiny). Navíc je opět zohledněna spotřeba, takže majitelé akumulčních přístrojů a tepelných čerpadel mají dvě alternativy. [12]

#### **DVOUTARIFNÍ sazby elektřiny**

- D25d (akumulační ohřev vody) – 8 hodin NT (nízkého tarifu), nižší spotřeba

- D26d (akumulační ohřev vody nebo vytápění) – 8 hodin NT, vyšší spotřeba

- D27d (elektromobil) – 8 hodin NT

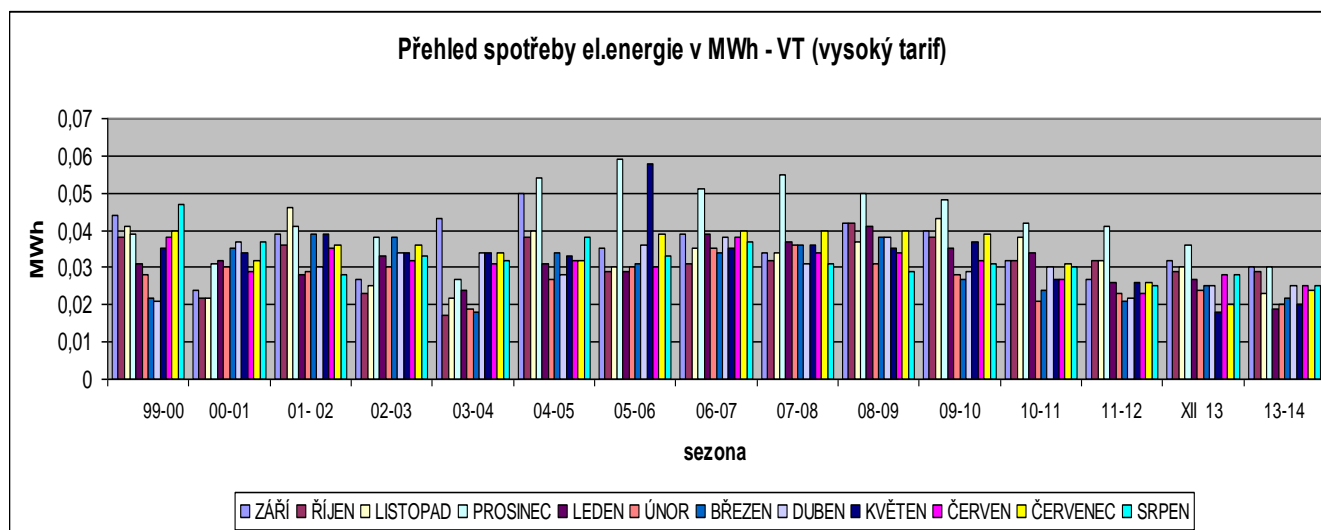
- D35d (smíšené – akumulční a přímotopné vytápění) – 16 hodin NT
- D45d (přímotopy) – 20 hodin NT
- D55d (tepelné čerpadlo) – 22 hodin NT, do 31. 3. 2005
- D56d (tepelné čerpadlo) – 22 hodin NT, od 1. 4. 2005
- D61d (chata a chalupa) – levnější elektřina (NT) od pátku 12:00 do neděle 24:00

Dvoutarifní sazby jsou určeny jenom a pouze pro domácnosti, ve kterých elektřina slouží pro vytápění nebo ohřev vody. Topný spotřebič musí být řádně nainstalovaný, a navíc pomocí speciálního časovacího obvodu zablokovaný, vždycky když platí dražší neboli vysoký tarif. [12]

## 4.4 Spotřeby NT a VT ve zkoumaném objektu

Jak jsem již v předešlých stranách nastínil, objekty mohou být připojeny k jednotarifní nebo dvoutarifní sazbě. Zkoumaný objekt je připojený na dvoutarifní sazbu D 45d PRODUKT D Přímotop ČEZ FIX. V následujících tabulkách uvádím jednotlivé spotřeby nízkého (NT) a vysokého (VT) tarifu.

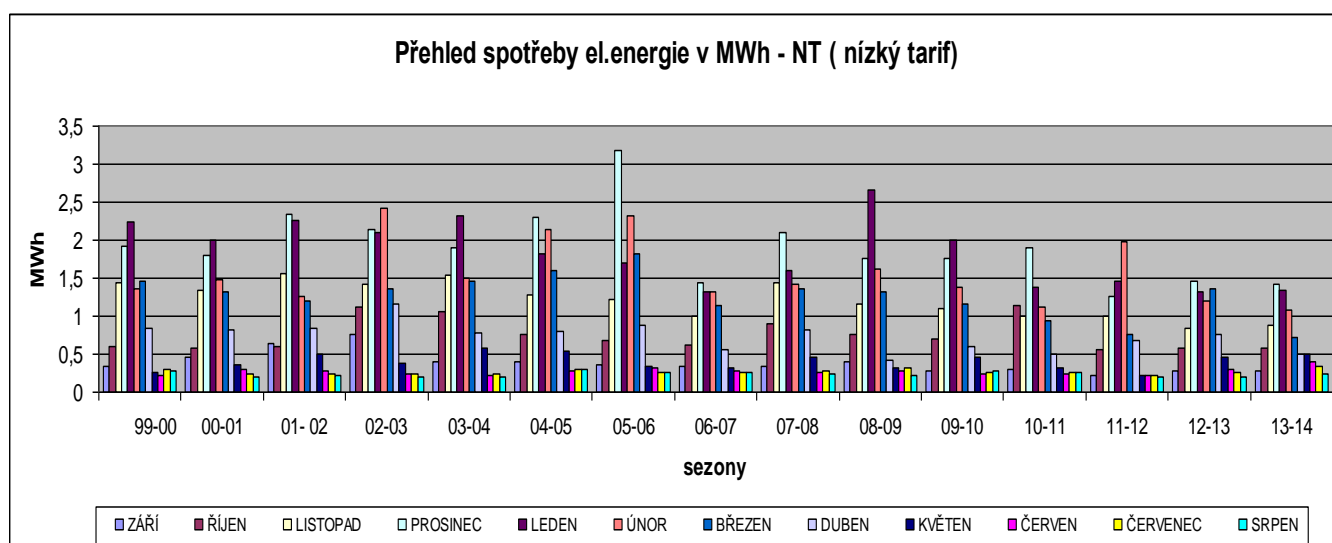
### Přehled spotřeby elektrické energie ve vysokém tarifu



Graf 1 - Spotřeba, vysoký tarif

Z grafu je patrné, že je přibližně stejná spotřeba elektrické energie. V měsíčních spotřebách se vyjímá měsíc prosinec, který kvůli vánočním svátkům a tím spojeným činnostmi, převyšuje ostatní měsíce. Z průměrného stavu se dále vyjímá měsíc květen roku 2006, kdy probíhaly rekonstrukční práce na rodinném domě.

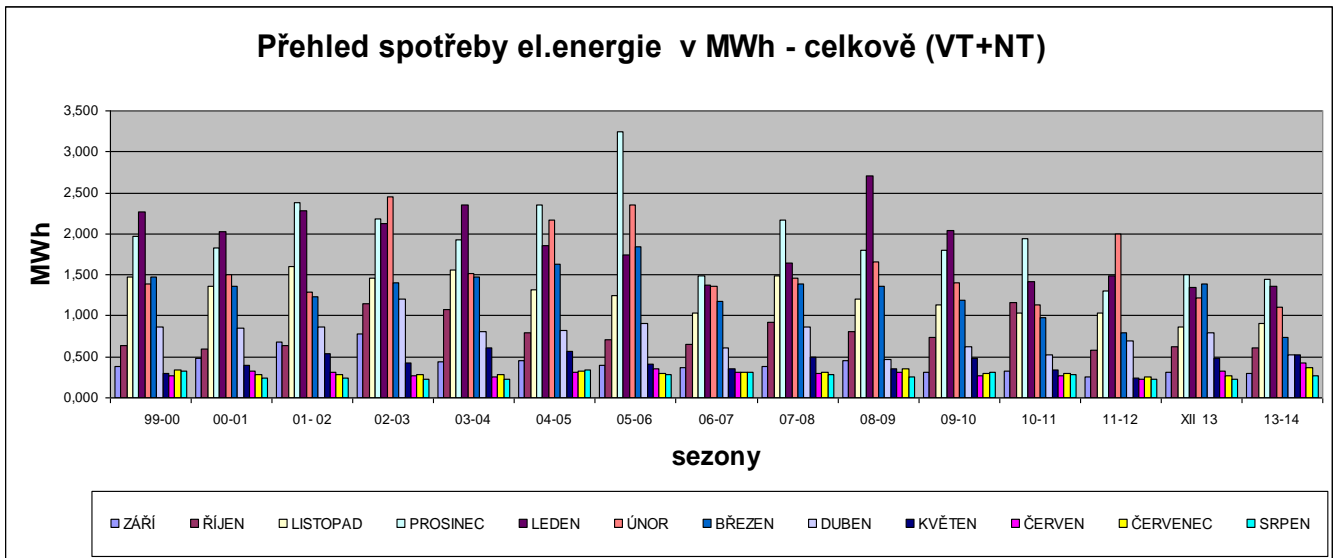
### Přehled spotřeby elektrické energie v nízkém tarifu



**Graf 2 - Spotřeba energie, nízký tarif**

Z grafu je patrné energetický rozdíl mezi zimním a letním obdobím, vzniklý využíváním elektrických přímotopů. Při podrobnějším zkoumání, lze odhadnout i trvání resp. Intenzitu zimy v daném roce.

## Přehled spotřeby elektrické energie kombinací nízkého a vysokého tarifu



**Graf 3 - Spotřeba energie, vysoký + nízký tarif**

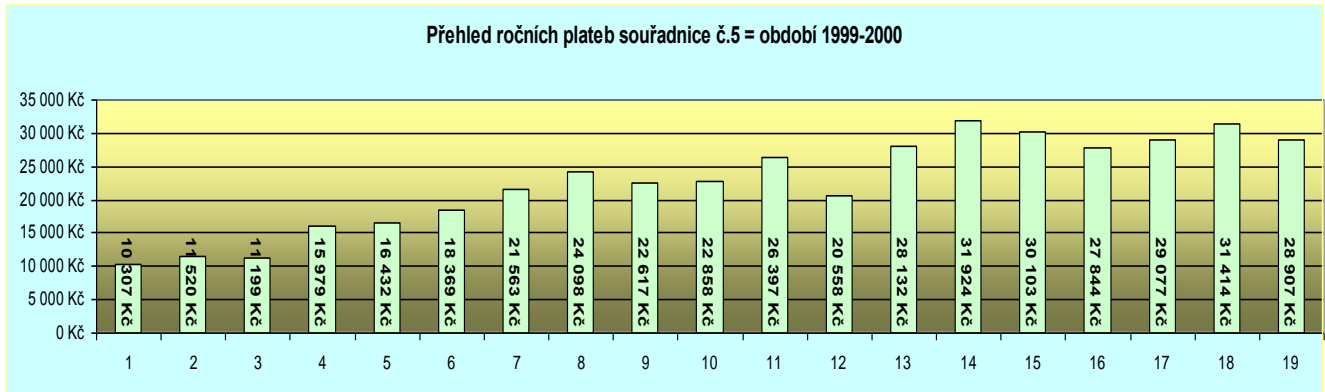
Z grafu vidíme opět značný energetický rozdíl zimního a letního období. Pokles spotřeby elektrické energie v posledních dvou letech je zapříčiněn novými plastovými okny. Je patrné, že spotřeba energie se snížila, což lze s největší pravděpodobností přisuzovat právě novým oknům.

## 4.5 Přehled spotřeby elektrické energie z finančního hlediska

Data o finančních částkách vynaložených za elektrickou energii jsou od roku 1995. Na následujících grafech je patrné, jak se elektrická energie zdražuje a při poměrně stejném odběru, ne-li klesajícím, se částky pohybují s rostoucí tendencí.

## Cena elektrické energie v rámci roku od roku 1995 až 2014

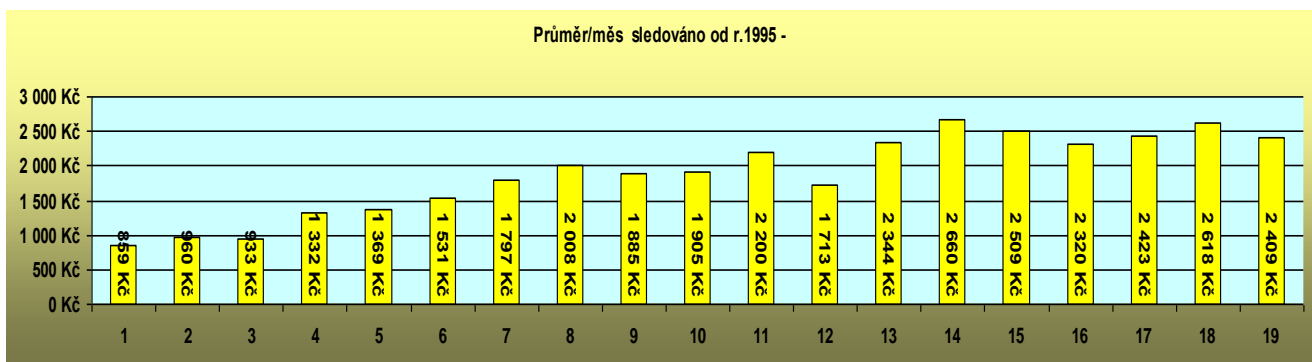
Cena za elektrickou energii má jasně rostoucí tendenci. Stagnace v posledních letech je zapříčiněna naopak klesající spotřebou elektrické energie v domě.



Graf 4 - Platby za sledovaných 19 let

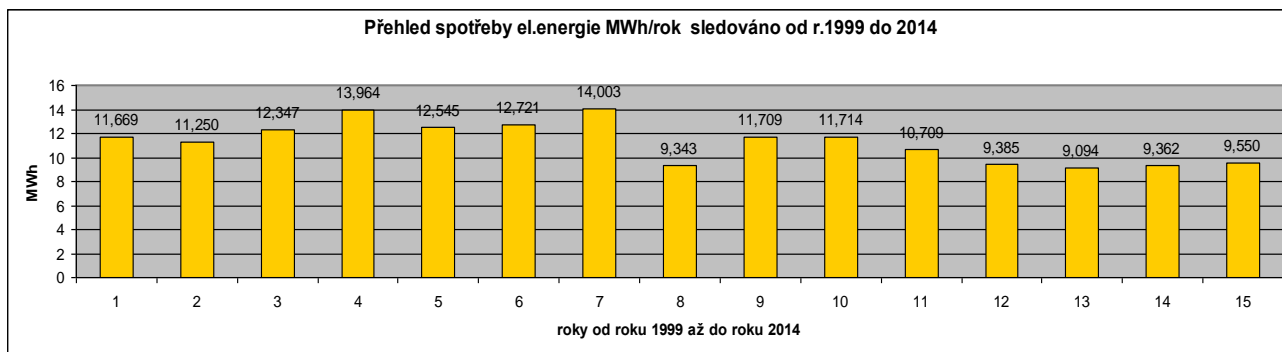
## Cena elektrické energie vztažená k průměrné platbě za měsíc

V dalším grafu uvádím průměrnou částku vztaženou na měsíční platbu. Opět je patrná stoupající cena elektrické energie se stejnou spotřebou. Graf spotřeby uvedu pro porovnání jako následující.



Graf 5 - Průměrná platba za měsíc

## Přehled spotřeby elektrické energie v MWh za rok, sledováno mezi lety 1999 až 2014



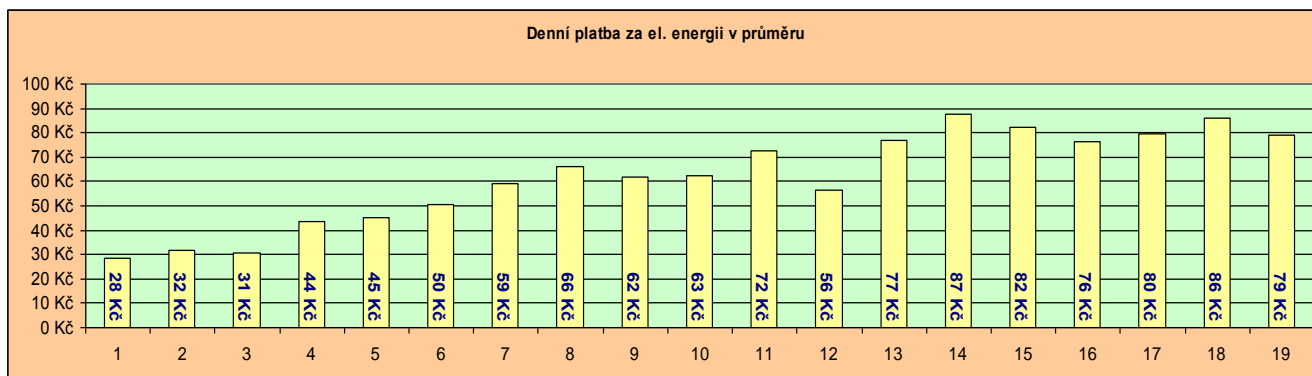
**Graf 6 - Spotřeba elektřiny**

Z grafu je patrné, že za posledních 15 let byla spotřeba elektrické energie poměrně vyrovnaná až na výjimky. Od roku 2006 má spotřeba klesající tendenci na rozdíl od částky zaplacené !

### Částka za denní spotřebovanou energii

Pro zajímavost uvádím graf, na kterém je možno vidět částku, která je zaplacena v průměru za 1 den jednotlivého roku. Opět je částka vyhodnocena z dat od roku 1995 až doposud.

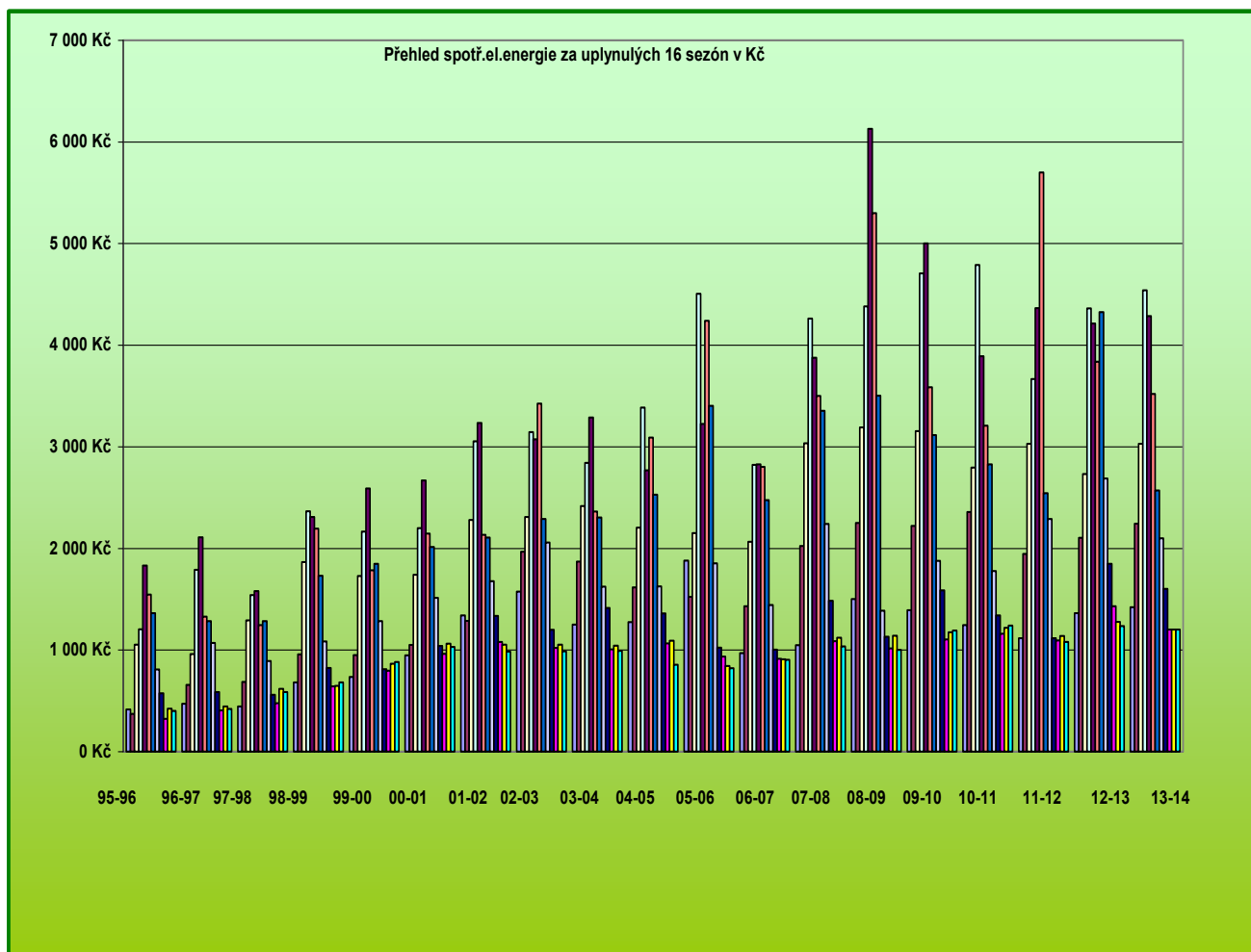
Porovnání prvního a 14tého roku sledování nám prozrazuje až dvou set procentní nárůst zaplacené částky.



**Graf 7 - Denní platba za elektřinu**

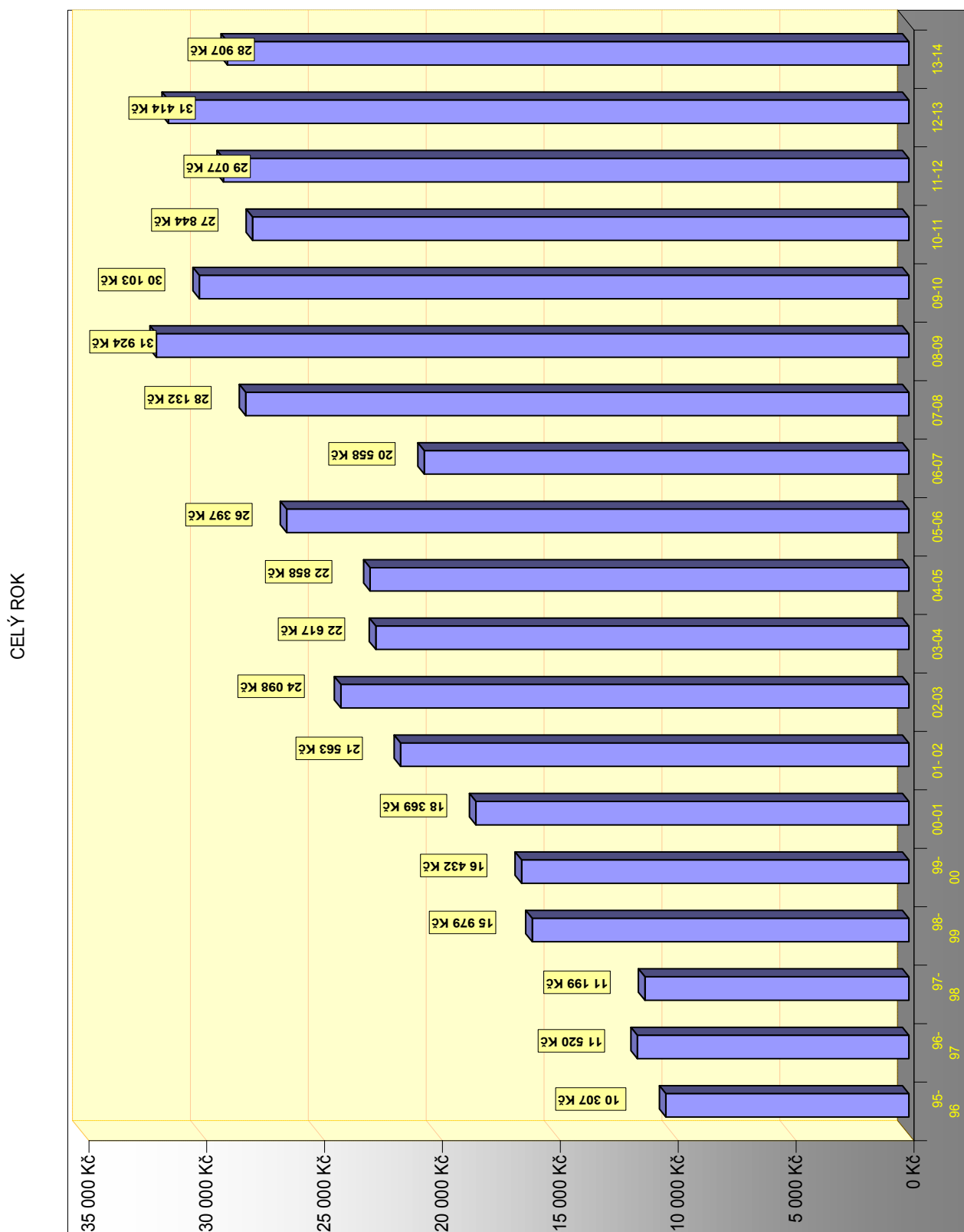


## Sumarizace spotřeby elektrické energie v jednotlivých letech a měsících



Graf 8 - Celková platba za elektřinu

## Kompletní přehled ceny za spotřebovanou energii pro jednotlivé roky



Graf 9 - Sumarizace výdajů

## 4.6 Spotřeba a cena dřeva pro vytápění

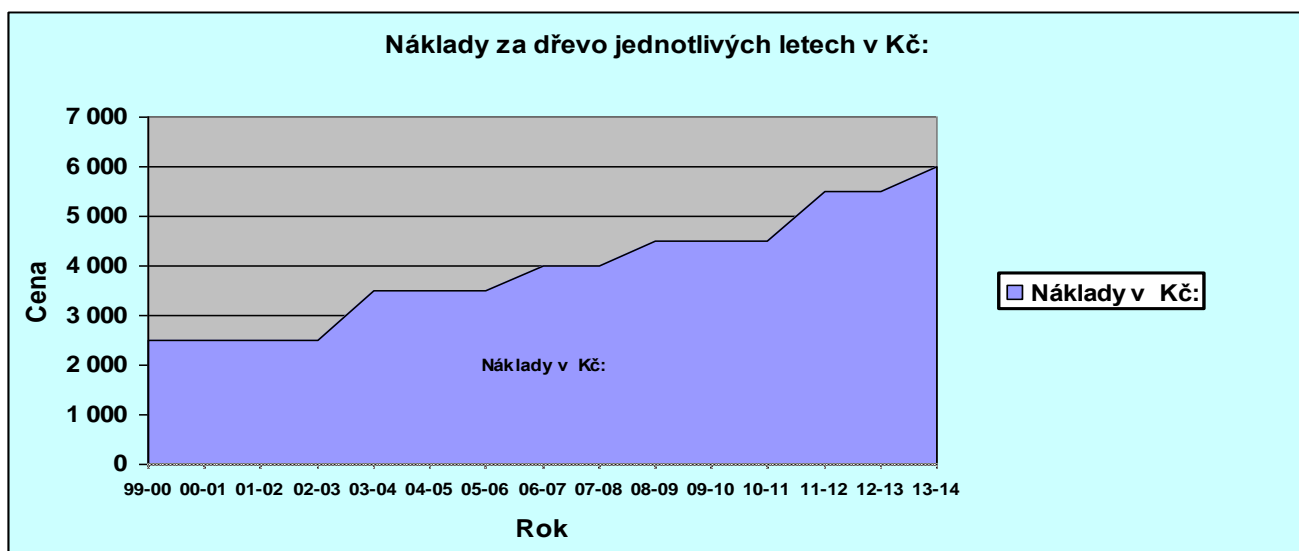
Jak již bylo zmiňováno v předešlé části práce, ve spodním patře objektu se nacházejí krbová kamna, která spalují výhradně dřevěnou biomasu. Množství spáleného dřeva je konzistentní za posledních 14 sledovaných let a tj. 10 m<sup>3</sup>. Jak je z grafu patrné, roční náklady za dřevo při stejném množství se více než zdvojnásobily. V ceně dřeva je započtena pouze doprava, samotné nařezání a štípání je prováděno samostatně a nijak se neprojevuje v nákladech.



Obrázek 15 - Nenaštípané topné dřevo

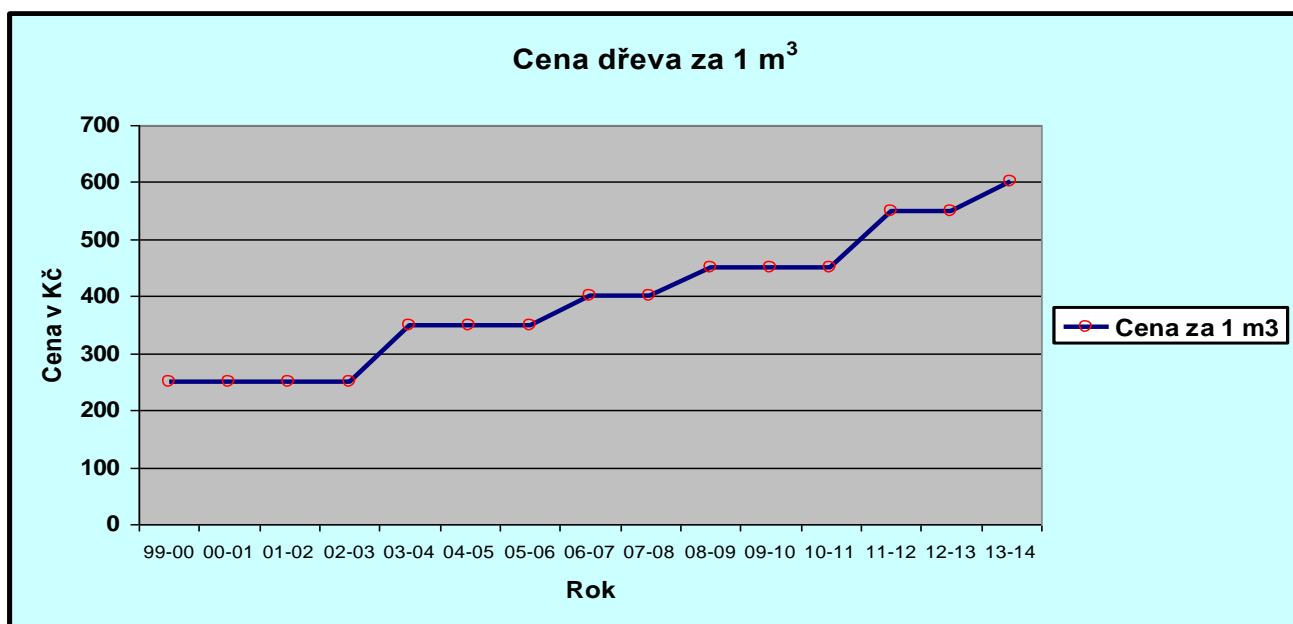


Obrázek 16 - Naštípané dřevo ke spalování



Graf 10 - Náklady na topné dřevo

Následující graf nastiňuje přibližnou hodnotu jednoho metru krychlového dřeva. Graf vychází z předešlých informací pro celkové náklady.



Graf 11 - Cena dřeva

Obecně se výhřevnost dřeva udává okolo 14 MJ/kg. Tato hodnota je průměrná, jelikož velice závisí na druhu dřeva a hlavně pak na obsahu vody v něm.

## 5. Návrh a instalace kogenerační jednotky pro RD, výpočet ekonomické bilance a návratnosti MKJ

V předešlých kapitolách jsem popsal princip kogenerace, technologické druhy kogeneračních jednotek a zanalyzoval jsem současný stav rodinného domu v rámci různých faktorů.

Tato kapitola pojednává o detailech potřebné k instalaci kogenerační jednotky včetně připojení, vlastností jednotky a samozřejmě teoretickou návratnost investice.

### 5.1 Potřebný tepelný výkon

Ze současných hodnot jsem vypočítal příkon jednotlivých spotřebičů na přibližných 31 kW, viz tabulka č. 4. Principem využití kogenerační jednotky je využívat tepelnou energii vzniklou při samotném provozu. Tudíž je chtěné se zbavit elektrických přímotopů, které se přibližně s polovičním přínosem podílejí na odběru elektrické energie. Odstraněním elektrických přímotopů snížíme teoretický příkon objektu o 13,5 kW. Při výpočtu elektrického příkonu lze také vynechat elektrický bojler, který má příkon 2,2 kW. Po odečtení těchto majoritních spotřebičů a zanedbání zřídka kdy používaných přístrojů jako je kotoučová pila a elektrická sekačka, se dostáváme s přibližným příkonem na hodnotu 10265 W = 10,265 kW.

Typ přístroje	Přibližný příkon (W)	Přibližný příkon (kW)
Televize	90	0,090
Elektrická trouba	2000	2,000
Osvětlení	600	0,600
Rychlovarná konvice	1800	1,800
Lednička	25	0,025
Mrazák	140	0,140
Notebook	50	0,050
Stolní počítač	80	0,080
Satelit	30	0,030
Mikrovlnná trouba	1200	1,200
Pračka	2200	2,200
Žehlička	1000	1,000
Fén	250	0,250
Vysavač	800	0,800
		<b>10,265</b>

Tabulka 4 - Seznam spotřebičů

Tento teoretický příkon však musíme vynásobit činitelem soudobosti, který se značí řeckým písmenem  $\beta$  a přibližuje nás k reálné hodnotě velikosti potřebného výkonu. Pro rodinné domy se z pravidla určuje ve velikosti od 0,6 do 0,7. Pro můj případ použiji hodnotu 0,6 vzhledem k nízkému využívání spotřebičů po většinu část roku.

$$P\beta = P * \beta = 10,265 * 0,6 = 6,159 \text{ kW}$$

Pro velikost, přibližně 6 kW elektrického výkonu, budeme muset dimenzovat kogenerační jednotku. Požadovaný výkon jednotky odpovídá parametrům kogeneračních jednotek dostupným na českém trhu.

## 5.2 Potřebný tepelný výkon

V rámci tepelného výkonu je potřeba nahradit elektrické přímotopy adekvátním teplovodním topením, které bude využívat odpadní teplo při běhu kogenerační jednotky. Jelikož v domě vodovodní potrubí pro přenos topné vody není, je potřeba tento systém dostavit. S detaily výstavby a připojení tepelné soustavy se zabírám v následující kapitole.

Pro tepelný výkon stávajícího systému, využívám účinnost přímotopu, která se pohybuje okolo 93%. V tomto výpočtu zohledňuji pouze elektrické přímotopy.

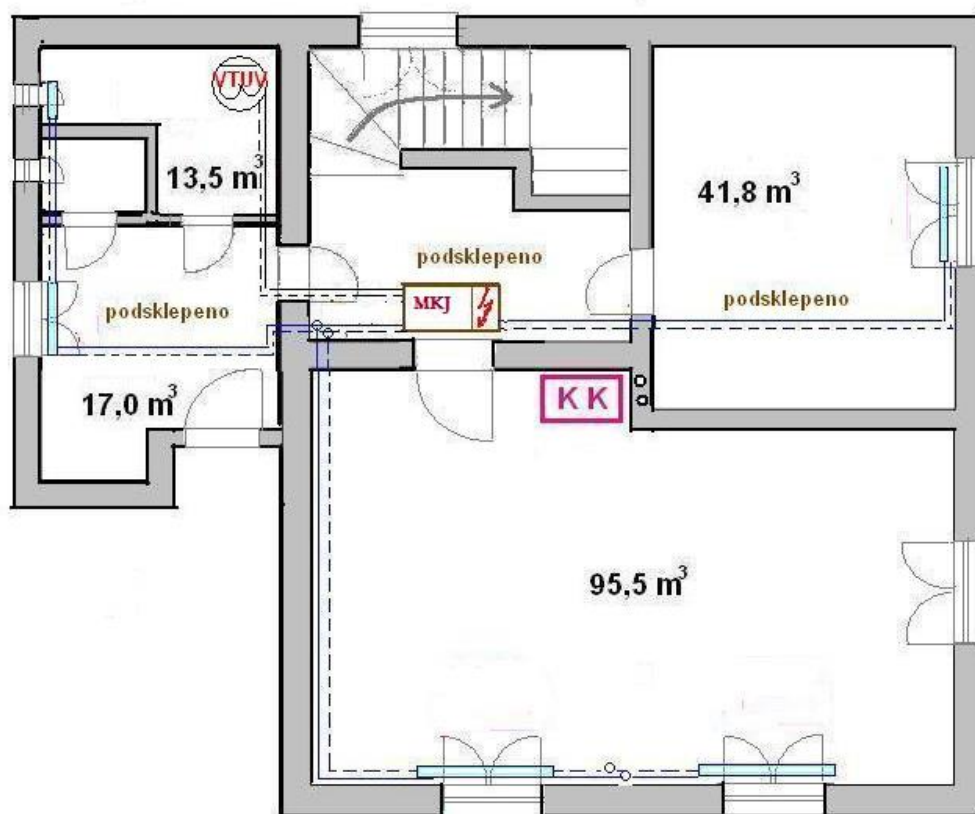
$$P_R = P * \mu = 13\,500 * 0,93 = 12\,555 \text{ kW}$$

Pro tuto hodnotu tepelného výkonu hledáme přibližnou výkonnost kogenerační jednotky.

## 5.3 Návrh realizace tepelného obvodu

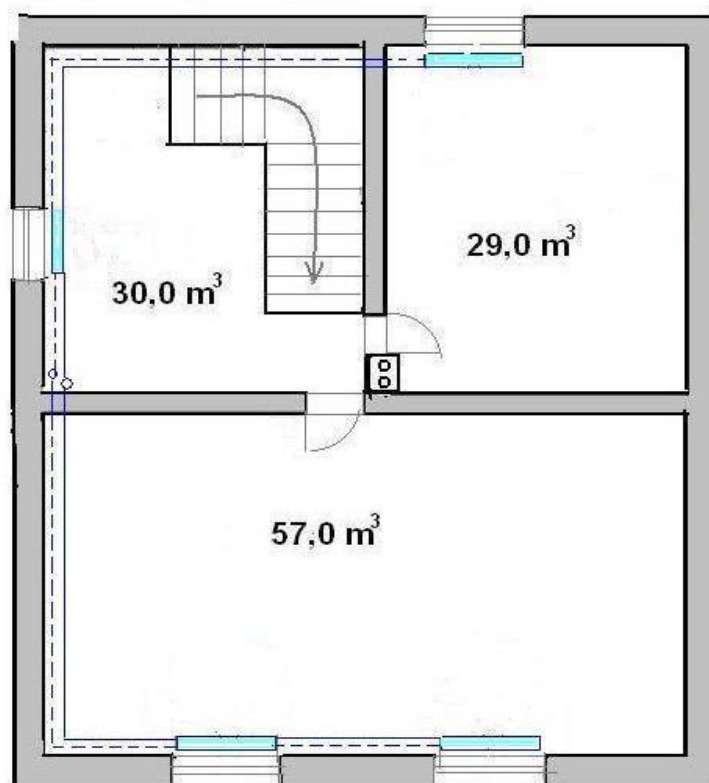
Jak jsem již v předešlých stranách popisoval, v objektu je nutné pro využití odpadního tepla z kogenerační jednotky nahradit stávající přímotopy teplovodním rozvodem. Následujících obrázcích nastiňuji rozmístění radiátorů a transport topné vody. Kogenerační jednotku jsem umístil do sklepních prostor, kde je dostatek prostoru k realizaci jednotky. Sklepní prostor je větraný okny na obou stranách objektu.

### Návrh topného systému v prvom podlaží domu



Obrázek 17 - Návrh vodovodného, topného systému

### Návrh topného systému v druhém podlaží domu



Obrázek 18 - Návrh vodovodného, topného systému

Co se týče dodávky TUV je možno využít stávající rozvod, který vede do kuchyně, koupelny a sociálního zařízení v obou patrech domu.

Rozvody pro topnou vodu bude nutno při realizaci kogenerační jednotky vystavět. Tato investice bude muset být nutně připočítána k celkovým nákladům a zcela jistě ovlivní celkovou návratnost projektu. Dle posudků, jsem tuto částku stanovil na 70 000 Kč, včetně materiálu, práce a následných retušovacích postupů.

## **5.4 Návrh kogenerační jednotky**

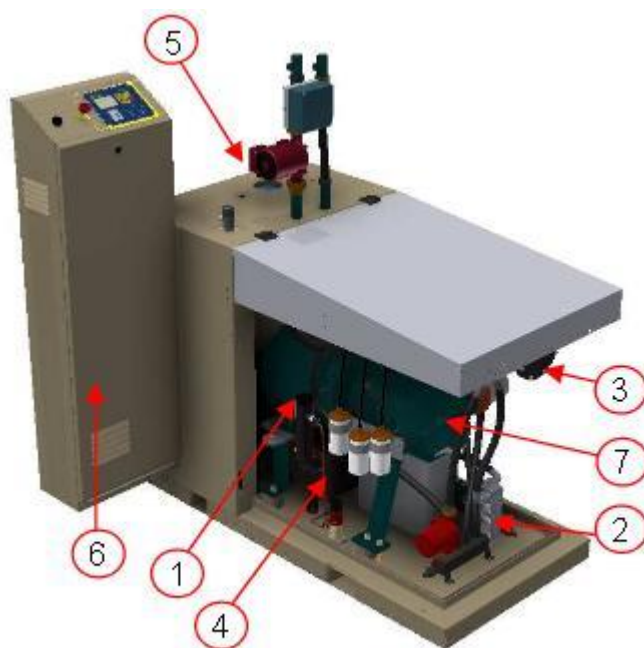
Jak již bylo zmiňováno kogenerační jednotka je stroj, který primárně vyrábí elektrickou energii a zároveň využívá vzniklé teplo. Tím dosahuje velmi vysokých účinností v přeměně primárního paliva na užitečnou energii. Pro každý objekt, je možné a i nutné vybrat speciální kogenerační jednotku, která bude pokrývat jak elektrickou spotřebu, tak i tepelnou. De facto účinnost celé jednotky závisí na množství spotřebovaného tepla. Z toho vyplývá, že je potřeba řádně nedimenzovat jednotku pro určitý objekt. Případné naddimenzování jednotky by vedlo k menší celkové účinnosti, respektive lze vycházet z toho, že výkonnější jednotky stojí i více peněz a spotřebují více paliva. Tím bychom značně prodlužovali celkovou návratnost realizace jednotky.

Jak jsem již v předešlých kapitolách zmínil pro tento konkrétní objekt je nutná kogenerační jednotka s elektrickým výkonem přibližně 6 kW a tepelným výkonem 12,5 kW.

Jako jedna z možných voleb je mikrokogenerační jednotka od společnosti TEDOM. Společnost se převážně zaměřuje na kogenerační jednotky s vyššími výkony, ale také nabízí několik typů z řady MICRO, s odpovídajícími vlastnostmi pro náš objekt. Konkrétně je to typ MICRO T7.



## 5.4.1 MICRO T7



Obrázek 19 - Části kogenerační jednotky [11]

- 1) generátor
- 2) deskový výměník
- 3) spalínový výměník
- 4) olejová nádrž
- 5) přípojovací rozhraní
- 6) elektrický rozváděč
- 7) spalovací motor



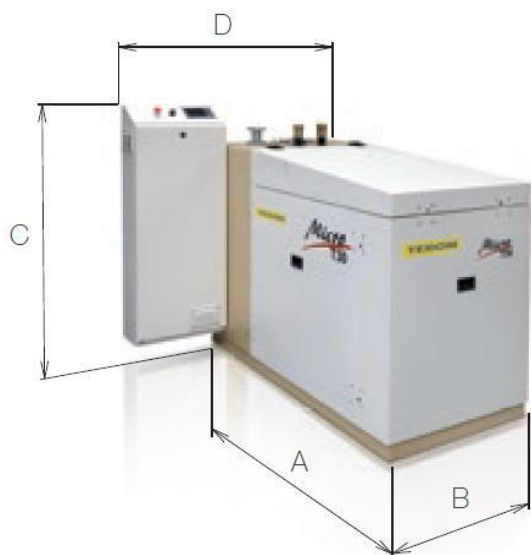
Obrázek 20 - Kogenerační jednotka [11]

TEDOM MICRO T7	
Elektrický výkon	7 kW
Tepelný výkon	17,2 kW
Elektrická účinnost	27%
Tepelná účinnost	66,3%
Celková účinnost	93,30%
Druh paliva	Zemní plyn
Spotřeba plynu	2,7 m3/h

Tabulka 5- Základní parametry KJ [11]

Mikrokogenerační jednotka TEDOM MICRO T7 dostatečně vyhovuje svými parametry námi požadovanému objektu.

### ROZMĚRY JEDNOTKY



Rozměry TEDOM MICRO T7	
A	1300 mm
B	700 mm
C	1380 mm
D	1120 mm
<b>Provozní hmotnost</b>	645 Kg

Tabulka 6 - Rozměry KJ [11]

Obrázek 21- Rozměry KJ [11]

Rozměry i váha jednotky s jistotou nebudou nijak omezovat pohyb ve sklepních prostorech, kde bude jednotka nainstalována.



Obrázek 22 - Sklepní prostory, umístění KJ

## ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

<b>TEDOM MICRO T7</b>	
<b>Elektrický výkon</b>	7 kW
<b>Tepelný výkon</b>	17,2 kW
<b>Elektrická účinnost</b>	27%
<b>Tepelná účinnost</b>	66,3%
<b>Celková účinnost</b>	93,30%
<b>Druh paliva</b>	Zemní plyn
<b>Spotřeba plynu při 100% výkonu</b>	2,7 m <sup>3</sup> /h
<b>Spotřeba plynu při 75% výkonu</b>	2,15 m <sup>3</sup> /h
<b>Spotřeba plynu při 50% výkonu</b>	1,65 m <sup>3</sup> /h

Tabulka 7 - Základní technické údaje [11]

Požadovaný min. trvalý elektrický výkon je 50% jmenovitého výkonu. Spotřeba plynu je uvedena při fakturačních podmínkách (15°C, 101,325kPa). Technické údaje jsou specifikovány pro teploty 65/85°C [11]

## EMISE KOGENERAČNÍ JEDNOTKY

<b>Plnění emisních limitů</b>	<b>CO</b>	<b>NOX</b>
<b>Při 3% O<sub>2</sub> ve spalinách</b>	500 mg/Nm <sup>3</sup>	Nestanovuje
<b>Při 5% O<sub>2</sub> ve spalinách</b>	300 mg/Nm <sup>3</sup>	250 mg/Nm <sup>3</sup>

Tabulka 8 - Emise KJ [11]

Dle výrobce KJ plní emisní limity.

## MOTOR



MOTOR	
Počet válců	3
Uspořádání válců	v řadě
Zdvihový objem	962 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr	9,2 : 1
Otáčky	1500 ot/min
Spotřeba oleje	0,3 g/kWh
Max. výkon motoru	9 kW

Tabulka 9 - Parametry motoru [11]

Obrázek 23 - Motor KJ, MICRO T7 [11]

K pohonu jednotky je použit plynový spalovací motor TGE DF 972 výrobek společnosti TEDOM, se základními parametry dle uvedeného přehledu: [11]

## GENERÁTOR

GENERÁTOR	
Výkon generátoru	8 kW
cos $\Phi$	0,78
Napětí	400 V
Frekvence	50 Hz

Tabulka 10 - Parametry generátoru [11]

Zdrojem elektrické energie je asynchronní generátor typ AS 160, výrobek firmy Zanardi, Itálie, se základními parametry podle uvedeného přehledu [11]

## TEPELNÝ SYSTÉM

Parametry hydraulického okruhu	
Tepelný výkon okruhu	17,2 kW
Jmenovitý průtok	0,21 kg/s
Max. pracovní tlak	600 kPa
Vodní objem okruhu v KJ	12 l
Tlaková ztráta při jmenovitém průtoku	30 kPa
Max. teplota vratné vody	70 °C

Tabulka 11 - Parametry tepelného systému [11]

Tepelný systém kogenerační jednotky je z hlediska odběru tepelného výkonu (získaného chlazením spalovacího motoru a spalin) tvořen hydraulickým okruhem, kterým je zajištěno vyvedení tepelného výkonu jednotky do topného systému uživatele. Jednotka umožňuje provoz v různých teplotních režimech. Tepelný systém jednotky je vybaven oběhovým čerpadlem. [11]

## PALIVO

Palivo, přívod plynu	
Výhřevnost	34 MJ/m
Min. metanové číslo	80
tlak plynu	2 - 6,5 kPa
Max. teplota	30 °C

Tabulka 12 - Parametry paliva [11]

Technické parametry uvedené v této specifikaci jsou platné pro zemní plyn o dále uvedených vlastnostech. Plynová trasa jednotky je sestavena v souladu s TPG 811 01 a obsahuje čistič plynu, sdruženou multifunkční plynovou armaturu, která plní funkce: zdvojeného rychlouzavíracího, elektromagnetického ventilu pro uzavření přívodu plynu při vypnutí jednotky; regulaci tlaku plynu vhodnou pro směšování; •pružné spojení kovovou hadicí se směšovačem spalovacího motoru;

Pro správný provoz kogenerační jednotky je požadována plynová přípojka o patřičné dimenzi s přiměřeným akumulacním objemem, aby nedošlo k poklesu tlaku plynu v rozvodu v době skokového odběru plynu. Plynová přípojka musí být zakončena ručním plynovým uzávěrem a opatřena tlakoměrem. [11]

## PROVOZNÍ NÁPLŇ

Náplně	
Mazací olej v motoru	10 l
Množství chladicí kapaliny	12 l

Tabulka 13 - Provozní kapaliny [11]

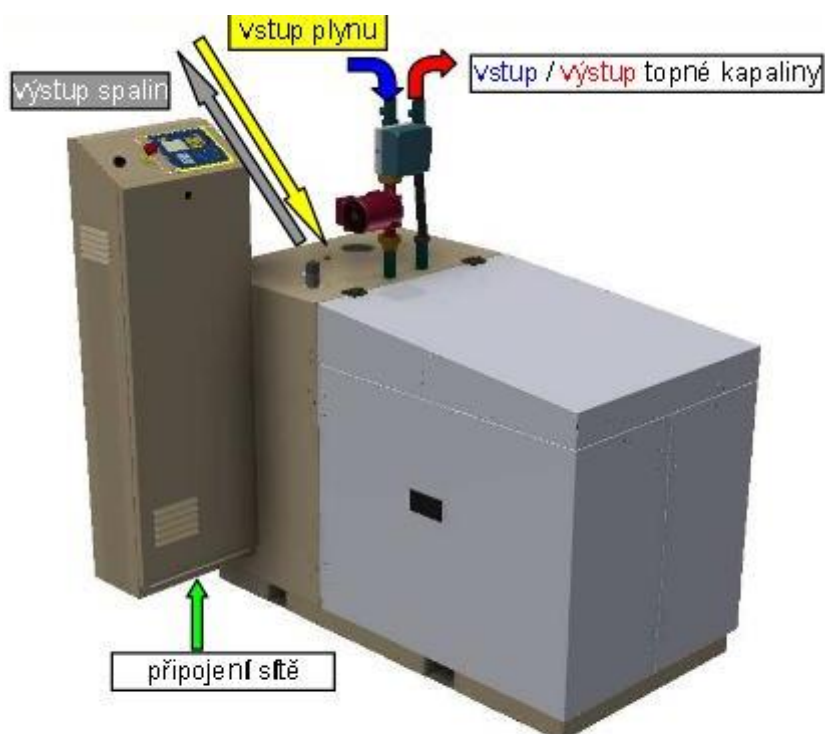
## HLUK JEDNOTKY

Hlukové parametry	
Protihlukový kryt jednotky v 1 m	58 dB
Vývod spalin od příruby	55 dB

Tabulka 14 - Parametry hlučnosti [11]

Hlukové parametry udávají úroveň akustického tlaku, měřenou ve volném zvukovém poli. Stanovení měřících míst a způsob vyhodnocení odpovídá ČSN 09 0862. Hluk obsahuje tónovou složku o frekvenci 37,5Hz.“ [11]

## Připojení jednotky



Obrázek 24 - Vstupy a výstupy jednotky [11]

## 5.5 Ekonomická bilance projektu

Pro tuto část práce jsem vytvořil v programu MS Excel 2003 kalkulátor, který při zadání vstupních parametrů jednotky a stávající spotřeby, dokáže spočítat přibližnou dobu návratnosti projektu, denní a roční finanční úsporu.

Jako vstupující data (v kalkulátoru žlutá pole) jsou: elektrický výkon KJ, tepelný výkon KJ, spotřeba KJ plynu za hodinu, počet hodin v provozu za den, cena plynu za jeden metr krychlový. Pro efektivní porovnání dále zaznamenávám stávající spotřebu elektrické energie, budoucí, přepokládanou spotřebu elektrické energie, výkupní cenu (cena, za kterou budu prodávat nadbytečně vyrobenou elektřinu), nákupní cena elektřiny (cena za kterou v současné době nakupuji elektřinu), stávající spotřebu tepla v kWh, cenu za jednotku tepla (MJ, automaticky přepočítáno), sumu za doplňkový zdroj tepla (př. přitápění spalováním dřeva).

V poslední řadě celkové náklady na realizaci kogenerační jednotky, kde již máme finální sumu včetně samotné jednotky, akumulčních nádrží, potřebných rozvodů a prací s nimi spojenými.

Jako mezivýsledky můj kalkulátor sám vygeneruje cenu za spotřebovaný plyn při provozu kogenerační jednotky, vyrobenou elektřinu za provozní hodiny denně, vyrobené teplo ve stejném intervalu, množství prodané elektřiny, peníze obdržené za tuto elektřinu, finální zaplacenou cenu (po odečtu příjmů z prodeje elektřiny), cenu za stávající využívané teplo a pro zajímavost nevyužité teplo, které je bráno jako rozdíl vytvořeného tepla kogenerační jednotkou a stávající spotřeby (premisa: potřeba tepla se nemění).

Jako výsledná data kalkulátor ukazuje budoucí náklady, přibližnou úsporu za rok provozu (beru v potaz tepelný rok, 180 dní, kdy je plně využíváno teplo) a přibližnou dobu návratnosti celého projektu, vztahující se k primárním nákladům na pořízení kogenerační jednotky.

Nejprve aplikuji kalkulátor na mnou zkoumaný objekt. Zadávané veličiny korespondují přesně s parametry navrhované kogenerační jednotky a se spotřebami zkoumaného rodinného domu.

## Kalkulátor pro výpočet návratnosti a úspor při realizaci kogenerační jednotky

Elektrický výkon KJ (kW)	7		
Tepelný výkon KJ (kW)	17	v (MJ)	61,2
Spotřeba plynu za hodinu (m <sup>3</sup> /h)	2,5		
Počet hodin v provozu za den	8		
Cena plynu za m <sup>3</sup> (Kč)	11		
Cena za spotřebovaný plyn (Kč)	220		
Vyrobena elektřina (kWh)	56		
Vyrobene teplo (kWh)	136	v (MJ)	489,6
Stávající spotřeba elektrické energie (kWh)	28		
Budoucí spotřebovaná elektřina (kWh)	6,16		
Prodaná elektřina (kWh)	49,84		
Výkupní cena (Kč)	1,6		
Nákupní cena elektřiny (Kč)	2,4		
Obdržené peníze (Kč)	79,744		
Celková cena, Plyn - Prodaná elektrina (Kč)	140,256		
Stávající spotřeba tepla (kWh)	0	v (MJ)	0
Cena za MJ tepla (Kč)	0,49		
Cena za stávající spotřebované teplo (Kč)	0		
Nevyužité teplo (kWh)	136	V (MJ)	489,6
Cena za doplňkový zdroj tepla za den (Kč)	20		

Stávající náklady (Kč)	87,2
Budoucí náklady (Kč)	140,256
Úspora (Kč)	-53,056

Náklady na realizaci KJ (Kč)	770000
Úspora za rok provozu (Kč)	-9550,08
Doba návratnosti (Roky)	Neefektivní

*Políčka vybarvená ŽLUTĚ je třeba vyplnit
*Ostatní políčka nemazat, nepřepisovat

Tabulka 15 - Kalkulace zkoumaného rodinného domu

Z výsledků vyplývá, že pro tento objekt s tak nízkou spotřebou energie, je neefektivním řešením aplikovat kogenerační jednotku. Při nákladech cca 3,9 Kč za 1 kWh a jejím prodeji za garantovanou sazbu 1,6 Kč za 1 kWh, není reálný plusový stav. Pokud by



byla energie spotřebována a cena, za kterou bychom elektřinu kupovali byla větší než 4 Kč, tak by se stávala kogenerační jednotka efektivní.

Obecně platí, že menší kogenerační jednotky mají horší poměr cena/výkon a delší návratnost. Pro kladnou položku v kolonce Úspora je potřeba větší spotřeby elektrické energie, nebo úspora na doposud přiváděném, kupovaném teplu. V tomto objektu je spotřeba elektrické energie tak malá a tak laciná v poměru, k jednotarifním sazbám, že je nereálné aplikovat kogenerační jednotku.

### **Modelový příklad využití kogenerační jednotky**

Jako teoretický příklad, ve kterém by byla kogenerační jednotka nesporným přínosem, jsem namodeloval objekt, kde bude použita větší KJ také od firmy TEDOM CENTO T120 s elektrickým výkonem 125 kW a tepelným výkonem 177 kW, spotřeba plynu za hodinu je 36 m<sup>3</sup>. Modelový objekt si lze představit jako například malou nemocnici, ve které jednotka bude nepřetržitě běžet. Spotřeba elektřiny se po zabudování KJ nezmění, teplo bylo dodáváno přímo od teplárny, čili teplo po zabudování KJ lze odstranit z nákladů. Z výsledných čísel lze vidět, že denní úspora činí cca 2600 Kč a při primárních nákladech na pořízení a zabudování KJ 2 000 000 Kč se návratnost pohybuje mezi 4 až 5 lety.

Při předpokládané životnosti jednotky 15 let, lze tento projekt doporučit.

Z toho vyplývá, že hlavními faktory pro úsporný chod kogenerační jednotky jsou velká a trvalá spotřeba elektřiny a tepla.

## Kalkulátor pro výpočet návratnosti a úspor při realizaci kogenerační jednotky

Elektrický výkon KJ (kW)	125		
Tepelný výkon KJ (kW)	177	v (MJ)	637,2
Spotřeba plynu za hodinu (m3/h)	36		
Počet hodin v provozu za den	24		
Cena plynu za m3 (Kč)	11		
Cena za spotřebovaný plyn (Kč)	9504		
Vyrobena elektřina (kWh)	3000		
Vyrobené teplo (kWh)	4248	v (MJ)	15292,8
Stávající spotřeba elektrické energie (kWh)	2000		
Budoucí spotřebovaná elektřina (kWh)	2000		
Prodaná elektřina (kWh)	1000		
Výkupní cena (Kč)	1,6		
Nákupní cena elektřiny (Kč)	3,5		
Obdržené peníze (Kč)	1600		
Celková cena, Plyn - Prodaná elektřina (Kč)	7904		
Stávající spotřeba tepla (kWh)	2000	v (MJ)	7200
Cena za MJ tepla (Kč)	0,49		
Cena za stávající spotřebované teplo (Kč)	3528		
Nevyužité teplo (kWh)	2248	V (MJ)	8092,8
Cena za doplňkový zdroj tepla za den (Kč)	0		

Stávající náklady (Kč)	10528
Budoucí náklady (Kč)	7904
Úspora (Kč)	2624

Náklady na realizaci KJ (Kč)	2000000
Úspora za rok provozu (Kč)	472320
Doba návratnosti (Roky)	4,2

Tabulka 16 - Kalkulace modelového objektu

## 6. Závěr

Cílem předkládané diplomové práce bylo popsat současný stav mikrokogeneračních jednotek a jejich využití v reálných podmínkách. Touto problematikou jsem se zabýval v první části práce. V druhé části jsem provedl samotnou aplikaci kogenerační jednotky na rodinný dům, u kterého jsem podrobně analyzoval využívání a spotřebu elektrické a tepelné energie v období posledních čtrnácti let.

Vybral jsem kogenerační jednotku vhodnou svými parametry k požadovanému elektrickému a tepelnému výkonu. Pro samotnou aplikaci kogenerační jednotky jsem vytvořil kalkulátor, který obsahuje všechny hlavní faktory spojené s provozováním jednotky. Výsledkem kalkulátoru jsou informace o roční úspoře a teoretické návratnosti celé investice.

Zadáním skutečných parametrů sledovaného objektu jsem došel k závěru, že pro uvedený objekt není ekonomicky vhodné instalovat vybranou kogenerační jednotku, i když svými parametry vyhovuje požadavkům.

Obecně lze říci, že je výhodné instalovat kogenerační jednotku do objektů, kde je několikanásobně vyšší spotřeba elektrické a zejména tepelné energie, než u sledovaného objektu. Takovýto objekt jsem namodeloval a je na něm jasně vidět schopnost kogenerační jednotky snižovat výdaje. Zde kogenerační jednotka je výhodná a přináší úspory, které potom určují návratnost celé investice.

## 7. Seznam literatury

- [1] KRBEK, J., POLESNÝ, B. Kogenerační jednotky - Zařizování a provoz, Praha 2007, ISBN 978-80-7328-151-9
- [2] KRBEK, J., POLESNÝ, B. Kogenerační jednotky malého výkonu v komunálních a průmyslových tepelných zdrojích, Praha 1997, ISBN 80-214-0889-8
- [3] Novotný, J., Optimalizace, Instalace kogenerační jednotky v rodinném domě, Brno 2009
- [4] Horák, J., Mikrokogenerační jednotka na biomasu na bázi lopatkového stroje, Brno 2013
- [5] biom.cz
- [6] cez.cz
- [7] tenergoteam.cz
- [8] stirlingenergy.cz
- [9] cne.cz
- [10] [cs.wikipedia.org/wiki/Stirling%C5%AFv\\_motor](http://cs.wikipedia.org/wiki/Stirling%C5%AFv_motor)
- [11] [kogenerace.tedom.com](http://kogenerace.tedom.com)
- [12] [cenyenergie.cz/tarify-a-sazby-elektriny-jak-se-v-nich-vyznat/](http://cenyenergie.cz/tarify-a-sazby-elektriny-jak-se-v-nich-vyznat/)
- [13] [powerblock.eu/](http://powerblock.eu/)
- [14] [vytapani.tzb-info.cz/7866-vyhody-a-omezeni-malych-kogeneracnich-jednotek](http://vytapani.tzb-info.cz/7866-vyhody-a-omezeni-malych-kogeneracnich-jednotek)
- [15] [irz.cz/repository/latky/oxid\\_uhlicity.pdf](http://irz.cz/repository/latky/oxid_uhlicity.pdf)
- [16] [tzb-info.cz](http://tzb-info.cz)

## Přílohy

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 1999-2000</b>								
2									
3	Konstanty:	Ntpočátek=	61878	Vtpočátek:	1581	SP do Led.	253,00 Kč	440,00 Kč	
4		NT=	0,91 Kč	VT=	4,01 Kč	od Ledna	3,89 Kč		
5									
6	<b>MĚSÍC</b>	<b>NT stav</b>	<b>VT stav</b>	<b>NT spotř.</b>	<b>VT spotř.</b>	<b>Kč/měs</b>	<b>Kč nárůst</b>		
7	ZÁŘÍ	62213	1625	335	44	734,29 Kč	734,29 Kč		
8	ŘÍJEN	62812	1663	599	38	950,47 Kč	1 684,76 Kč		
9	LISTOPAD	64251	1704	1439	41	1 726,90 Kč	3 411,66 Kč		
10	PROSINEC	66180	1743	1929	39	2 164,78 Kč	5 576,44 Kč		
11	LEDEN	68411	1774	2231	31	2 590,80 Kč	8 167,24 Kč		
12	ÚNOR	69768	1802	1357	28	1 783,79 Kč	9 951,03 Kč		
13	BŘEZEN	71220	1824	1452	22	1 846,90 Kč	11 797,93 Kč		
14	DUBEN	72059	1845	839	21	1 285,18 Kč	13 083,11 Kč		
15	KVĚTEN	72316	1880	257	35	810,02 Kč	13 893,13 Kč		
16	ČERVEN	72545	1918	229	38	796,21 Kč	14 689,34 Kč		
17	ČERVEC	72839	1958	294	40	863,14 Kč	15 552,48 Kč		
18	SRPEN	73123	2005	284	47	881,27 Kč	16 433,75 Kč		
19	CELKEM	11245	424	11245	424	16 433,75 Kč			
20									
21									

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	Konstanty:	Ntpočátek=	73051	Vtpočátek:	2005	SP do ledna	440,00 Kč			
4		NT=	0,91 Kč	VT=	3,89 Kč	od ledna	560,00 Kč			
5	od ledna 2001		1,00 Kč		3,60 Kč	červenec a srpe	700,00 Kč			
6	<b>MĚSÍC</b>	<b>NT stav</b>	<b>VT stav</b>	<b>NT spotř.</b>	<b>VT spotř.</b>	<b>Kč/měs</b>	<b>Kč nárůst</b>	<b>Zálohy</b>	<b>Zál.nárůst</b>	<b>Stav</b>
7	ZÁŘÍ	73506	2029	455	24	947,41 Kč	947,41 Kč	1 027,00 Kč	1 027,00 Kč	79,59 Kč
8	ŘÍJEN	74083	2051	577	22	1 050,65 Kč	1 998,06 Kč	1 412,00 Kč	2 439,00 Kč	440,94 Kč
9	LISTOPAD	75418	2073	1335	22	1 740,43 Kč	3 738,49 Kč	1 317,00 Kč	3 756,00 Kč	17,51 Kč
10	PROSINEC	77219	2104	1801	31	2 199,50 Kč	5 937,99 Kč	2 448,00 Kč	6 204,00 Kč	266,01 Kč
11	LEDEN	79211	2136	1992	32	2 667,20 Kč	8 605,19 Kč	2 388,00 Kč	8 592,00 Kč	-13,19 Kč
12	ÚNOR	80689	2166	1478	30	2 146,00 Kč	10 751,19 Kč	2 000,00 Kč	10 592,00 Kč	-159,19 Kč
13	BŘEZEN	82017	2201	1328	35	2 014,00 Kč	12 765,19 Kč	1 938,00 Kč	12 530,00 Kč	-235,19 Kč
14	DUBEN	82837	2238	820	37	1 513,20 Kč	14 278,39 Kč	1 680,00 Kč	14 210,00 Kč	-68,39 Kč
15	KVĚTEN	83194	2272	357	34	1 039,40 Kč	15 317,79 Kč	1 396,00 Kč	15 606,00 Kč	288,21 Kč
16	ČERVEN	83491	2301	297	29	961,40 Kč	16 279,19 Kč	1 010,00 Kč	16 616,00 Kč	336,81 Kč
17	ČERVEC	83738	2333	247	32	1 062,20 Kč	17 341,39 Kč	817,00 Kč	17 433,00 Kč	91,61 Kč
18	SRPEN	83936	2370	198	37	1 031,20 Kč	18 372,59 Kč	1 361,00 Kč	18 794,00 Kč	421,41 Kč
19	CELKEM			10885	365	18 372,59 Kč		18 794,00 Kč		
20										
21										
22										



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2003-2004</b>										
2											
3	Konstanty	NTpoč.	109438	VTpoč.	3179						
4	Sazby:	NT	1,10 Kč	VT	3,96 Kč	Stál.plat.	637,00 Kč				
5		od ledna									Klasifikace
6	MĚSÍC	NT stav	VT stav	NT spotř.	VT spotř.	Kč/měs	Kč nárůst	ZálohyKč	Zál.nárůst	Stav	k 30.
7	ZÁŘÍ	109840	3222	402	43	1249,48	1249,48	1570	1570	320,52	přeplatek
8	ŘÍJEN	110900	3239	1060	17	1870,32	3119,80	1527	3097	-22,8	dlužím
9	LISTOPAD	112438	3261	1538	22	2415,92	5535,72	2272	5369	-166,72	dlužím
10	PROSINEC	114344	3288	1906	27	2840,52	8376,24	3027	8396	19,76	přeplatek
11	LEDEN	116668	3312	2324	24	3288,44	11664,68	2686	11082	-582,68	dlužím
12	ÚNOR	118169	3331	1501	19	2363,34	14028,02	3015	14097	68,98	přeplatek
13	BŘEZEN	119620	3349	1451	18	2304,38	16332,40	2817	16914	581,6	přeplatek
14	DUBEN	120395	3383	775	34	1624,14	17956,54	1813	18727	770,46	přeplatek
15	KVĚTEN	120977	3417	582	34	1411,84	19368,38	1426	20153	784,62	přeplatek
16	ČERVEN	121201	3448	224	31	1006,16	20374,54	1376	21529	1154,46	přeplatek
17	ČERVENEC	121447	3482	246	34	1042,24	21416,78	1278	22807	1390,22	přeplatek
18	SRPEN	121648	3514	201	32	984,82	22401,60	1282	24089	1687,4	přeplatek
19				12210	335						
20						skutečnost	22617,00	24089,00		1472,00	přeplatek
21						Rozdíl si vysvětluji tím, že se v průběhu roku měnily sazby a ZČE to počítaly odhadem spotřeby.					
22											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2004-2005</b>										
2											
3	Konstanty	NTpoč.	121648	VTpoč.	3514						
4	Sazby:	NT	1,10 Kč	VT	3,96 Kč	Stál.plat.	637,00 Kč				
5	Změna:	od 1.1.05	1,14 Kč			Za srpen	245,00 Kč				Klasifikace
6	MĚSÍC	NT stav	VT stav	NT spotř.	VT spotř.	Kč/měs	Kč nárůst	ZálohyKč	Zál.nárůst	Stav	k 30.
7	ZÁŘÍ	122048	3564	400	50	1274,5	1275	1464	1464	189	přeplatek
8	ŘÍJEN	122800	3602	752	38	1614	2889	1467	2931	41,7	přeplatek
9	LISTOPAD	124080	3642	1280	40	2203	5092	2323	5254	161,7	přeplatek
10	PROSINEC	126385	3696	2305	54	3386	8478	2653	7907	-571,1	dlužím
11	LEDEN	128211	3727	1826	31	2841	11319	2080	9987	-1332,19	dlužím
12	ÚNOR	130345	3754	2134	27	3176	14496	2080	12067	-2428,6	dlužím
13	BŘEZEN	131942	3788	1597	34	2592	17087	2080	14147	-2940,48	dlužím
14	DUBEN	132739	3816	797	28	1656	18744	2080	16227	-2516,66	dlužím
15	KVĚTEN	133277	3849	538	33	1381	20124	2080	18307	-1817,33	dlužím
16	ČERVEN	133550	3881	273	32	1075	21199	2080	20387	-811,95	dlužím
17	ČERVENEC	133847	3913	297	32	1102	22301	2080	22467	166,07	přeplatek
18	2005SRPEN	133955	3928	108	15	427	22728	8	22475	-253,3	dlužím
19				12307	414	22728					
20	Poznámka : rozdíl ve fakturaci 22 728+144=22 872 -zál.22475= 397se již blíží k fakturovanému doplatku 383Kč										
21			Těch	144Kč	je stálá platba za 7dní v srpnu 2004.						
22	S fakturací souhlasím!!!!!!										
23											
24											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2005-2006</b>						od 13.8.05 do 28.8.06							
2														
3	<b>Konstanty</b>	<b>NTpoč.</b>	133955	<b>VTpoč.</b>	3928	Stav k 12.8.2004								
4	<b>Sazby:</b>	<b>NT</b>	1,14 Kč	<b>VT</b>	3,95 Kč	<b>Stál.plat.</b>		637,00 Kč						
5														
6	<b>MĚSÍC</b>	<b>NT stav</b>	<b>VT stav</b>	<b>NT spotř.</b>	<b>VT spotř.</b>	<b>Kč/měs</b>	<b>Kč nárůst</b>	<b>ZálohyKč</b>	<b>Zál.nárůst</b>	<b>Stav k 30.</b>				
7	SRPEN	134146	3951	191	23	699,01 Kč	699,01 Kč	0	0	- 699 Kč	dlužím			
8	ZÁŘÍ	134502	3986	356	35	1 181,09 Kč	1 880,10 Kč	0	0 Kč	- 1 880 Kč	dlužím			
9	ŘÍJEN	135178	4015	676	29	1 522,19 Kč	3 402,29 Kč	2 210 Kč	2 210 Kč	- 1 192 Kč	dlužím			
10	LISTOPAD	136401	4045	1223	30	2 149,72 Kč	5 552,01 Kč	2 210 Kč	4 420 Kč	- 1 132 Kč	dlužím			
11	PROSINEC	139590	4104	3189	59	4 505,51 Kč	10 057,52 Kč	2 210 Kč	6 630 Kč	- 3 428 Kč	dlužím			
12	Od 1.ledna 2006 je nový systém platby za el. energii:													
13	část a=	297,50+35,70=				333,2	Kč/měs	stálé platby						
14	VT b=	40,40+185,97+33,63+5,51+1 744,54=				2 010,05	Kč/MWh	distribuce+ostatní služby(syst.sl.:podpora,zúčtování)+silová el.						
15	NT c=	12,16+185,97+33,63+5,51+1 419,67=				1 656,94	Kč/MWh	distribuce totéž v NT						
16														
17	Převádí se:	139590	4104				10 057,52 Kč		6 630 Kč	- 3 428 Kč	dlužím			
18	LEDEN	141300	4133	1710	29	3 224,86 Kč	13 282,38 Kč	2 210 Kč	8 840 Kč	- 4 442 Kč	dlužím			
19	ÚNOR	143621	4163	2321	30	4 239,26 Kč	17 521,64 Kč	2 210 Kč	11 050 Kč	- 6 472 Kč	dlužím			
20	BŘEZEN	145436	4194	1815	31	3 402,86 Kč	20 924,50 Kč	2 210 Kč	13 260 Kč	- 7 664 Kč	dlužím			
21	DUBEN	146309	4230	873	36	1 852,07 Kč	22 776,57 Kč	2 210 Kč	15 470 Kč	- 7 307 Kč	dlužím			
22	KVĚTEN	146655	4288	346	58	1 023,08 Kč	23 799,65 Kč	2 210 Kč	17 680 Kč	- 6 120 Kč	dlužím			
23	ČERVEN	146983	4318	328	30	936,98 Kč	24 736,63 Kč	2 210 Kč	19 890 Kč	- 4 847 Kč	dlužím			
24	ČERVENEC	147243	4357	260	39	842,40 Kč	25 579,02 Kč	2 210 Kč	22 100 Kč	- 3 479 Kč	dlužím			
25	SRPEN	147496	4390	253	33	818,74 Kč	26 397,76 Kč	2 210 Kč	24 310 Kč	- 2 088 Kč	dlužím			
26														
27		147496	4390					Faktura vyúčtování:	26 366 Kč					
28		-133955	-3928					Rozdíl:	-32 Kč					
29	Spotřeba:	13541	462	14003 kWh				Doplatek:	jen	2 056 Kč		souhlasím		
30														

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2006-2007</b>											
2												
3	<b>Konstanty</b>	<b>NTpoč.</b>	147496	<b>VTpoč.</b>	4390							
4	část a=	297,50+35,70=				333,2	Kč/měs	stálé platby				
5	VT b=	40,40+185,97+33,63+5,51+1 744,54=				2 010,05	Kč/MWh	distribuce+ost.služby(syst.sl.:podp.zúčt.)+silová el.				
6	NT c=	12,16+185,97+33,63+5,51+1 419,67=				1 656,94	Kč/MWh	distribuce totéž v NT				
7												
8	<b>MĚSÍC</b>	<b>NT stav</b>	<b>VT stav</b>	<b>NT spotř.</b>	<b>VT spotř.</b>	<b>Kč/měs</b>	<b>Kč nárůst</b>	<b>ZálohyKč</b>	<b>Zál.nárůst</b>	<b>Stav k 30.</b>	<b>Hodnocení stavu</b>	
9	ZÁŘÍ	147832	4429	336	39	968,32 Kč	968,32 Kč	2180	2180	1 211,68 Kč	mám předplaceno	
10	ŘÍJEN	148457	4460	625	31	1 431,10 Kč	2 399,42 Kč	2180	4360	1 960,58 Kč	mám předplaceno	
11	LISTOPAD	149460	4495	1003	35	2 065,46 Kč	4 464,89 Kč	2180	6540	2 075,11 Kč	mám předplaceno	
12	PROSINEC	150900	4546	1440	51	2 821,71 Kč	7 286,59 Kč	2180	8720	1 433,41 Kč	mám předplaceno	
13				3404	156	7 286,59 Kč						
14	Účtováno:	150797	4552	3301	162	6 016,00 Kč						
15												
16	Od 1.ledna 2007 je nový ceník za el. energii:											
17	část a=				297,50	47,60	345,10	Kč/měs	stálé platby			
18	VT b=	44,36	175,11	40,61	5,51	1756,44	2 022,03	Kč/MWh	distrib.+ost.služby(syst.sl.:podp.zúčt.)+sil.el.			
19	NT c=	16,11	175,11	40,61	5,51	1569,61	1 806,95	Kč/MWh	distribuce totéž v NT			
20	LEDEN	152230	4585	1330	39	2 827,20 Kč	10 113,79 Kč	2180	10900	786,21 Kč	mám předplaceno	
21	ÚNOR	153550	4620	1320	35	2 801,05 Kč	12 914,84 Kč	2180	13080	165,16 Kč	mám předplaceno	
22	BŘEZEN	154690	4654	1140	34	2 473,77 Kč	15 388,61 Kč	2180	15260	-128,61 Kč	dlužím	
23	DUBEN	155255	4692	565	38	1 442,86 Kč	16 831,48 Kč	2180	17440	608,52 Kč	mám předplaceno	
24	KVĚTEN	155580	4727	325	35	1 003,13 Kč	17 834,60 Kč	2180	19620	1 785,40 Kč	mám předplaceno	
25	ČERVEN	155852	4765	272	38	913,43 Kč	18 748,03 Kč	2180	21800	3 051,97 Kč	mám předplaceno	
26	ČERVENEC	156119	4805	267	40	908,44 Kč	19 656,47 Kč	2180	23980	4 323,53 Kč	mám předplaceno	
27	SRPEN	156387	4842	268	37	904,18 Kč	20 560,65 Kč	0	23980	3 419,35 Kč	mám předplaceno	
28				5487	296	13 274,06 Kč						
29	Celkem:			8891	452	20 560,65 Kč					souhlasí	
30												
31	Účtováno:	156387	4842	5590	291	11 312,00 Kč						
32	Celkem bez DPH			8891	453	17 328,00 Kč						
33	Daň:					3 292,00 Kč						
34	Celkem					20 620,00 Kč						
35	Rozdíl proti mému výpočtu:					59,35 Kč	To jsem prodělal , když jsem nenahlásil spotřebu k 31.12.2006!!!					
36												
37				Přeplatek		3 360,50 Kč	To by celkem šlo.		Vrácen dne 14.9.2007 ..přijal Kř.			
38												



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2007-2008</b>											
2												
3	Konstanty	NTpoč.	156387	VTpoč.	4842							
4												
5	část a=				297,50	47,60	345,10	Kč/měs	stálé platby			
6	VT b=	44,36	175,11	40,61	5,51	1756,44	2 022,03	Kč/MWh	distrib.+ost.služby(syst.sl.;podp.;zúčt.)+sil.el.			
7	NT c=	16,11	175,11	40,61	5,51	1569,61	1 806,95	Kč/MWh	distribuce totéž v NT			
8	<b>Zdražení od 1.1.2008</b>											
9	část a=				387,94	47,60	435,54	Kč/měs	stálé platby			
10	VT b=	44,41	175,89	48,49	5,65	2366,08	2 640,52	Kč/MWh	distrib.+ost.služby(syst.sl.;podp.;zúčt.)+sil.el.			
11	NT c=	28,24	175,89	48,49	5,65	1822,25	2 080,52	Kč/MWh	distribuce totéž v NT			
12	<b>MĚSÍC</b>	<b>NT stav</b>	<b>VT stav</b>	<b>NT spotř.</b>	<b>VT spotř.</b>	<b>Kč/měs</b>	<b>Kč nárůst</b>	<b>ZálohyKč</b>	<b>Zál.nárůst</b>	<b>Stav k 30.</b>	<b>Hodnocení stavu</b>	
13	ZÁŘÍ	156737	4876	350	34	1 046,28	1 046,28	1690	1690	643,72	mám předplaceno	
14	ŘÍJEN	157630	4908	893	32	2 023,41	3 069,69	1690	3380	310,31	mám předplaceno	
15	LISTOPAD	159080	4942	1450	34	3 033,93	6 103,62	1690	5070	-1 033,62	dlužím	
16	PROSINEC	161186	4997	2106	55	4 261,75	10 365,37	1690	6760	-3 605,37	dlužím	
17	LEDEN	162792	5034	1606	37	3 874,55	14 239,92	1690	8450	-5 789,92	dlužím	
18	ÚNOR	164220	5070	1428	36	3 501,58	17 741,50	1690	10140	-7 601,50	dlužím	
19	BŘEZEN	165577	5106	1357	36	3 353,86	21 095,37	1690	11830	-9 265,37	dlužím	
20	DUBEN	166405	5137	828	31	2 240,07	23 335,43	1690	13520	-9 815,43	dlužím	
21	KVĚTEN	166863	5173	458	36	1 483,48	24 818,91	1690	15210	-9 608,91	dlužím	
22	ČERVEN	167133	5207	270	34	1 087,06	25 905,97	1690	16900	-9 005,97	dlužím	
23	ČERVENEC	167411	5247	278	40	1 119,55	27 025,51	1690	18590	-8 435,51	dlužím	
24	SRPEN	167660	5278	249	31	1 035,45	28 060,96	0	18590	-9 470,96	dlužím	
25	Celkem:			11273	436							
26	Účtováno:								18 590 Kč	-9 542 Kč	doplatit	
27	Já			4,799	0,155	10 365 Kč						
28	Oni			4,3146	0,1451	7 948 Kč						
29	já			6,474	0,281	17 696 Kč		28 061 Kč				
30	oni			6,9584	0,2909	15 691 Kč						
31	Celkem oni					23 639 Kč	a daň19%	28 132 Kč				
32	Rozdíl proti mému výpočtu:	O tolik jsem se ošidil zdražením:								-71 Kč		
33												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2008-2009</b>											
2												
3	Konstanty	NTpoč.	167660	VTpoč.	5278	Daň z el.:	od 1.1.09					
4						28,30	28,30					
5	část a=				387,94	47,60	435,54	465,29	Kč/měs	stálé platby		
6	VT b=	44,41	175,89	48,49	5,65	2366,08	2 640,52	2972,04	Kč/MWh	distrib.+ost.služby(syst.sl.;podp.;zúčt.)+sil.el.		
7	NT c=	28,24	175,89	48,49	5,65	1822,25	2 080,52	2337,45	Kč/MWh	distribuce totéž v NT		
8	<b>MĚSÍC</b>	<b>NT stav</b>	<b>VT stav</b>	<b>NT spotř.</b>	<b>VT spotř.</b>	<b>Kč/měs</b>	<b>Kč nárůst</b>	<b>ZálohyKč</b>	<b>Zál.nárůst</b>	<b>Stav k 30.</b>	<b>Hodnocení stavu</b>	
9	ZÁŘÍ	168066	5320	406	42	1406,22	1406,22	0	0	-1406,22	dlužím	
10	ŘÍJEN	168825	5362	759	42	2152,53	3558,75	2710	2710	-848,75	dlužím	
11	LISTOPAD	169994	5399	1169	37	3005,98	6564,73	2710	5420	-1144,73	dlužím	
12	PROSINEC	171750	5449	1756	50	4281,78	10846,51	2710	8130	-2716,51	dlužím	
13	LEDEN	174420	5490	2670	41	6190,09	17036,60	2710	10840	-6196,60	dlužím	
14	ÚNOR	176044	5521	1624	31	4409,18	21445,78	2710	13550	-7895,78	dlužím	
15	BŘEZEN	177361	5559	1317	38	3702,28	25148,06	2710	16260	-8888,06	dlužím	
16	DUBEN	177786	5597	425	38	1587,24	26735,30	2710	18970	-7765,30	dlužím	
17	KVĚTEN	178106	5632	320	35	1329,25	28064,55	2710	21680	-6384,55	dlužím	
18	ČERVEN	178379	5666	273	34	1214,80	29279,35	2710	24390	-4889,35	dlužím	
19	ČERVENEC	178697	5706	318	40	1339,54	30618,89	2710	27100	-3518,89	dlužím	
20	SRPEN	178917	5735	220	29	1074,10	31692,99	2710	29810	-1882,99	dlužím	
21				přechází do září		164 Kč						
22	až 25.8.2009				Skutečnost		31924,49			2114	dlužím	
23				Odečet k 31.12.08			od 1.1.09		rozdíl	231,01		
24							28,30	je bez 19%DPH			za den	
25	část a=				417,69	47,60	465,29	Kč/měs	stálé platby	za měsíc tj.z	13,73 Kč	
26	VT b=	45,54	167,8	62,09	5,65	2690,95	2972,04	Kč/MWh	distrib.+ost.služby(syst.sl.;podp.;zúčt.)+sil.el.			
27	NT c=	30,94	167,8	62,09	5,65	2070,96	2337,45	Kč/MWh	distribuce totéž v NT			
28												
29												



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2011-2012</b>										Od 1.ledna 2011	Od 1.září 2011	Od 1.1.2012	Kontrola od 1.9.2012						
2											Sdružení plateb s DPH:			za dopr. el. za silovou celkem						
3											pevná cena za měsíc	498,8 Kč/měs	510,80 Kč/měs	472,8 Kč/měs	384	10,00	394,00	stálý plat		
4											spotřeba VT	2977,28 Kč/MWh	3 011,24 Kč/MWh	3182,65 Kč/MWh	244,94	1809,00	2053,94	VT		
5	Stav NT	Stav VT											spotřeba NT	2377,25 Kč/MWh	2 411,21 Kč/MWh	2606,59 Kč/MWh	32,8	1541,00	1573,80	NT
6	8,264	0,318															144,00	xxxxxxx	144,00	syst. služ.
7	Ke dni odpočtu:				z toho	pev.cena na den	16,3989	Kč/den	16,79342466	Kč/den	15,5016393	Kč/den	419,22	xxxxxxx	419,22	podp. OZE				
8															6,75	xxxxxxx	6,75	za zúčtov.		
9															xxxxxxx	28,30	28,30	daň		
10	MĚSÍC	NT stav	VT stav	NT spotř.	VT spotř.	Kč/měs	Kč nárůst	ZálohyKč	Zál.nárůst	Stav k 30.	Hodn.stav.									
11	ZÁŘÍ	8,490	0,345	0,226	0,027	1137,04	1 137,04	0,0	0	-1 137,04	dlužím	Čili celkem:								
12	ŘÍJEN	9,045	0,377	0,555	0,032	1945,38	3 082,42	2 640,0	2 640,0	-442,42	dlužím	394,00 stálý plat /								
13	LISTOPAD	10,050	0,409	1,005	0,032	3030,43	6 112,85	2 640,0	5 280,0	-832,85	dlužím	2652,21 VT /MWh								
14	PROSINEC	11,307	0,45	1,257	0,041	3665,15	9 778,00	2 640,0	7 920,0	-1 858,00	dlužím	2172,07 NT /MWh								
15	LEDEN	12,768	0,476	1,461	0,026	4363,78	14 141,78	2 640,0	10 560,0	-3 581,78	dlužím	A s DPH 20%								
16	ÚNOR	14,745	0,499	1,977	0,023	5699,23	19 841,01	2 640,0	13 200,0	-6 641,01	dlužím	472,80 stálý plat.								
17	BŘEZEN	15,514	0,52	0,769	0,021	2544,10	22 385,11	2 640,0	15 840,0	-6 545,11	dlužím	3182,65 VT /MWh								
18	DUBEN	16,184	0,542	0,670	0,022	2289,23	24 674,34	2 640,0	18 480,0	-6 194,34	dlužím	2606,48 NT /MWh								
19	KVĚTEN	16,399	0,568	0,215	0,026	1115,97	25 790,31	2 640,0	21 120,0	-4 670,31	dlužím	souhlasí								
20	ČERVEN	16,609	0,591	0,210	0,023	1093,38	26 883,69	2 640,0	23 760,0	-3 123,69	dlužím	15,50164 stálý plat								
21	ČERVENEC	16,832	0,617	0,223	0,026	1136,82	28 020,51	2 640,0	26 400,0	-1 620,51	dlužím									
22	SRPEN	17,034	0,642	0,202	0,025	1078,90	29 099,41	2 640,0	29 040,0	-59,41	dlužím									
23	Celková spotřeba			8,770	0,324	Skutečnost:	28846,38													
24				9,094		Rozdíl:	193,62	přeplatek												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P					
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2012-2013</b>										Od 1.1.2013 ceny:										
2											Sdružení plateb s DPH 20%:			silová	distribuce	spolu					
3											pevná cena za měsíc	472,80	stálý plat /měsíc	520,8 xxx	60,5	464,64	525,14	525,14			
4											spotřeba VT	3182,65	VT /MWh	3057,85	VT	2063,05	303,72	2366,77	3241,30		
5	Stav NT	Stav VT											spotřeba NT	2606,48	NT /MWh	2539,39	NT	45,21	1796,85	1842,06	2716,59
6	17,034	0,642															159,95				
7	Ke dni odpočtu:26.8.2012				z toho	pev.cena na den	15,5016	stálý plat za den	17,07541	/den			705,43	874,53							
8													9,15								
10	MĚSÍC	NT stav	VT stav	NT spotř.	VT spotř.	Kč/měs	Kč nárůst	ZálohyKč	Zál.nárůst	Stav k 30.	Hodn.stav.										
11	ZÁŘÍ+5dny	17,307	0,674	0,273	0,032	1363,72	1363,72	194	194	-1169,72	dlužím										
12	ŘÍJEN	17,896	0,703	0,589	0,029	2105,18	3468,90	2446	2640	-828,90	dlužím										
13	LISTOPAD	18,731	0,733	0,835	0,03	2732,93	6201,83	2640	5280	-921,83	dlužím										
14	PROSINEC	20,200	0,769	1,469	0,036	4361,25	10563,08	2640	7920	-2643,08	dlužím										
15	LEDEN	21,525	0,796	1,325	0,027	4212,14	14775,21	2640	10560	-4215,21	dlužím										
16	ÚNOR	22,716	0,82	1,191	0,024	3838,39	18613,60	2640	13200	-5413,60	dlužím										
17	BŘEZEN	24,085	0,845	1,369	0,025	4325,18	22938,79	2640	15840	-7098,79	dlužím										
18	DUBEN	24,851	0,87	0,766	0,025	2687,08	25625,87	2640	18480	-7145,87	dlužím										
19	KVĚTEN	25,316	0,888	0,465	0,018	1846,70	27472,57	2640	21120	-6352,57	dlužím										
20	ČERVEN	25,616	0,916	0,3	0,028	1430,87	28903,44	2640	23760	-5143,44	dlužím										
21	ČERVENEC	25,869	0,936	0,253	0,02	1277,26	30180,70	2640	26400	-3780,70	dlužím										
22	SRPEN	26,074	0,964	0,205	0,028	1172,80	31353,50	2640	29040	-2313,50	dlužím	Stav k 28.8.2013									
23											2457,00	Doplatek									

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P					
1	<b>Přehled spotřeby el. energie za sezonu 2013-2014</b>										Od 1.1.2013 ceny:										
2											Sdružení plateb s DPH 20%:			silová	distribuce	spolu					
3											pevná cena za měsíc	472,80	stálý plat /měsíc	520,8 xxx	60,5	464,64	525,14	525,14			
4											spotřeba VT	3182,65	VT /MWh	3057,85	VT	2063,05	303,72	2366,77	3241,30		
5	Stav NT	Stav VT											spotřeba NT	2606,48	NT /MWh	2539,39	NT	45,21	1796,85	1842,06	
6	26,074	0,964															159,95				
7	Ke dni odpočtu:28.8.2013				z toho	pev.cena na den	15,50164	stálý plat za den	17,07541	/den			705,43	874,53							
8													9,15								
10	MĚSÍC	Poč.dny	NT stav	VT stav	NT spotř.	VT spotř.	Kč/měs	Kč nárůst	ZálohyKč	Zál.nárůst	Stav k 30.	Hodn.stav.									
11	ZÁŘÍ+3dny	33	26,348	0,994	0,274	0,03	1421,73	1421,73	0	0	-1421,73	dlužím	silová	distribuce							
12	ŘÍJEN	31	26,934	1,023	0,586	0,029	2242,19	3663,92	2890	2890	-773,92	dlužím	pevná/měs.	50	stálý/měs						
13	LISTOPAD	30	27,82	1,046	0,886	0,023	3030,52	6694,44	2890	5780	-914,44	dlužím	VT/MWh	1705	VT/MWh						
14	PROSINEC	31	29,240	1,076	1,42	0,03	4539,66	11234,09	2890	8670	-2564,09	dlužím	NT/MWh	1485	NT/MWh						
15	LEDEN	31	30,581	1,095	1,341	0,019	4286,31	15520,40	2890	11560	-3960,40	dlužím	daňVT+NT/MW	28,3	syst.sl.VT+NT/MW						
16	ÚNOR	28	31,661	1,115	1,08	0,02	3519,82	19040,23	2890	14450	-4590,23	dlužím	podp.zel.VT+NT/MW								
17	BŘEZEN	31	32,374	1,137	0,713	0,022	2568,61	21608,84	2890	17340	-4268,84	dlužím	zúčt.VT+NT/MW								
18	DUBEN	30											2890	20230							
19	KVĚTEN	31											2890	23120							
20	ČERVEN	30											2890	26010							
21	ČERVENEC	31											2890	28900							
22	SRPEN												2890	31790							
23																	Opsáno z celkové faktury:				
24																	pevná cena na den	14,26849315			
25																	Čili pro výpočet použijí:				
26																	pevná za den	14,26849315			
27																	VT/MWh	2707,06			
28																	NT/MWh	2273,41			
29																	k tomu DPH 21%				

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	<b>Přehled spotřeby el.energie v NT uvedeno v MWh</b>																
2	<b>Sezony:</b>	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	
3	Měsíc:	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	
4	ZÁŘÍ	0,335	0,455	0,641	0,754	0,402	0,400	0,356	0,336	0,350	0,406	0,275	0,293	0,226	0,273	0,274	
5	ŘÍJEN	0,599	0,577	0,597	1,127	1,060	0,752	0,676	0,625	0,893	0,759	0,702	1,134	0,555	0,589	0,586	
6	LISTOPAD	1,439	1,335	1,553	1,430	1,538	1,280	1,223	1,003	1,450	1,169	1,096	1,001	1,005	0,835	0,886	
7	PROSINEC	1,929	1,801	2,346	2,142	1,906	2,305	3,189	1,440	2,106	1,756	1,753	1,904	1,257	1,469	1,420	
8	LEDEN	2,231	1,992	2,260	2,096	2,324	1,826	1,710	1,330	1,606	2,670	2,010	1,384	1,461	1,325	1,341	
9	ÚNOR	1,357	1,478	1,256	2,426	1,501	2,134	2,321	1,320	1,428	1,624	1,375	1,113	1,977	1,191	1,080	
10	BŘEZEN	1,452	1,328	1,196	1,366	1,451	1,597	1,815	1,140	1,357	1,317	1,161	0,949	0,769	1,369	0,713	
11	DUBEN	0,839	0,820	0,837	1,169	0,775	0,797	0,873	0,565	0,828	0,425	0,595	0,500	0,670	0,766	0,500	odhad
12	KVĚTEN	0,257	0,357	0,495	0,389	0,582	0,538	0,346	0,325	0,458	0,320	0,451	0,32	0,215	0,465	0,500	odhad
13	ČERVEN	0,229	0,297	0,277	0,234	0,224	0,273	0,328	0,272	0,270	0,273	0,238	0,244	0,210	0,300	0,400	odhad
14	ČERVENEC	0,294	0,247	0,248	0,249	0,246	0,297	0,260	0,267	0,278	0,318	0,261	0,264	0,223	0,253	0,350	odhad
15	SRPEN	0,284	0,198	0,215	0,199	0,201	0,299	0,253	0,268	0,249	0,220	0,279	0,256	0,202	0,205	0,250	odhad
16																	
17																	
18	<b>Přehled spotřeby el.energie ve VT uvedeno v MWh</b>																
19	<b>Sezony:</b>	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	
20	Měsíc:	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	XII.13	13-14	
21	ZÁŘÍ	0,044	0,024	0,039	0,027	0,043	0,050	0,035	0,039	0,034	0,042	0,040	0,032	0,027	0,032	0,03	
22	ŘÍJEN	0,038	0,022	0,036	0,023	0,017	0,038	0,029	0,031	0,032	0,042	0,038	0,032	0,032	0,029	0,029	
23	LISTOPAD	0,041	0,022	0,046	0,025	0,022	0,040	0,030	0,035	0,034	0,037	0,043	0,038	0,032	0,030	0,023	
24	PROSINEC	0,039	0,031	0,041	0,038	0,027	0,054	0,059	0,051	0,055	0,050	0,048	0,042	0,041	0,036	0,030	
25	LEDEN	0,031	0,032	0,028	0,033	0,024	0,031	0,029	0,039	0,037	0,041	0,035	0,034	0,026	0,027	0,019	
26	ÚNOR	0,028	0,03	0,029	0,030	0,019	0,027	0,030	0,035	0,036	0,031	0,028	0,021	0,023	0,024	0,020	
27	BŘEZEN	0,022	0,035	0,039	0,038	0,018	0,034	0,031	0,034	0,036	0,038	0,027	0,024	0,021	0,025	0,022	
28	DUBEN	0,021	0,037	0,030	0,034	0,034	0,028	0,036	0,038	0,031	0,038	0,029	0,030	0,022	0,025	0,025	odhad
29	KVĚTEN	0,035	0,034	0,039	0,034	0,034	0,033	0,058	0,035	0,036	0,035	0,037	0,027	0,026	0,018	0,020	odhad
30	ČERVEN	0,038	0,029	0,035	0,032	0,031	0,032	0,030	0,038	0,034	0,034	0,032	0,027	0,023	0,028	0,025	odhad
31	ČERVENEC	0,040	0,032	0,036	0,036	0,034	0,032	0,039	0,040	0,040	0,040	0,039	0,031	0,026	0,020	0,024	odhad
32	SRPEN	0,047	0,037	0,028	0,033	0,032	0,038	0,033	0,037	0,031	0,029	0,031	0,030	0,025	0,028	0,025	odhad
33																	
34																	
35	<b>Přehled spotřeby el.energie za uplynulá období v MWh - celkově (NT+VT)</b>																
36	<b>Sezony:</b>	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	
37	Měsíc:	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	XII.13	13-14	
38	ZÁŘÍ	0,379	0,479	0,680	0,781	0,445	0,450	0,391	0,375	0,384	0,448	0,315	0,325	0,253	0,305	0,304	
39	ŘÍJEN	0,637	0,599	0,633	1,150	1,077	0,790	0,705	0,656	0,925	0,801	0,740	1,166	0,587	0,618	0,615	
40	LISTOPAD	1,480	1,357	1,599	1,455	1,560	1,320	1,253	1,038	1,484	1,206	1,139	1,039	1,037	0,865	0,909	
41	PROSINEC	1,968	1,832	2,387	2,180	1,933	2,359	3,248	1,491	2,161	1,806	1,801	1,946	1,298	1,505	1,450	
42	LEDEN	2,262	2,024	2,288	2,129	2,348	1,857	1,739	1,369	1,643	2,711	2,045	1,418	1,487	1,352	1,360	
43	ÚNOR	1,385	1,508	1,285	2,456	1,520	2,161	2,351	1,355	1,464	1,655	1,403	1,134	2,000	1,215	1,100	
44	BŘEZEN	1,474	1,363	1,235	1,404	1,469	1,631	1,846	1,174	1,393	1,355	1,188	0,973	0,790	1,394	0,735	
45	DUBEN	0,860	0,857	0,867	1,203	0,809	0,825	0,909	0,603	0,859	0,463	0,624	0,530	0,692	0,791	0,525	odhad
46	KVĚTEN	0,292	0,391	0,534	0,423	0,616	0,571	0,404	0,360	0,494	0,355	0,488	0,347	0,241	0,483	0,520	odhad
47	ČERVEN	0,267	0,326	0,312	0,266	0,255	0,305	0,358	0,310	0,304	0,307	0,270	0,271	0,233	0,328	0,425	odhad
48	ČERVENEC	0,334	0,279	0,284	0,285	0,280	0,329	0,299	0,307	0,318	0,358	0,300	0,295	0,249	0,273	0,374	odhad
49	SRPEN	0,331	0,235	0,243	0,232	0,233	0,337	0,286	0,305	0,280	0,249	0,310	0,286	0,227	0,233	0,275	odhad