

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd



## **Posouzení možností změny paliva teplárny z důvodu splnění nových emisních limitů**

Assessing the possibilities of fuel heating plant change in due to the fulfillment  
of new emission limits

Diplomová práce

Martin Pilař

Vedoucí diplomové práce: Ing. Filip Jelínek

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Ekonomika a řízení energetiky

Praha

2016



České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Pilař Martin

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management  
Obor: Ekonomika a řízení energetiky

Název tématu: Posouzení možností změny paliva teplárny z důvodu splnění nových  
emisních limitů

Pokyny pro vypracování:

- popis současného stavu teplárny v Kdyni a popis zpřísnění emisních limitů
- dopady nových emisních limitů na uhelné teplárny v ČR
- analýza možností přechodu na jiná paliva (biomasa, plyn, a další)
- ekonomický model jednotlivých variant paliv s citlivostní analýzou
- doporučení vhodné varianty pro město Kdyně

Seznam odborné literatury:

Jirouš, F.: Efektivní spalování paliv, Praha: Český svaz zaměstnavatelů v energetice, ISBN  
978-80-260-5393-4  
Kislingerová, E.: Manažerské finance, Praha: C.H.Beck, ISBN 978-80-7400-194-9

Vedoucí diplomové práce: Ing. Filip Jelínek – EY ČR

Platnost zadání: do konce letního semestru akademického roku 2016/2017

L.S.

*Prof. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.*  
vedoucí katedry

*Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.*  
děkan

V Praze dne 11.2.2016



# **Abstrakt**

Diplomová práce se zaměřuje na možnost změny paliva pro teplárnu v Kdyni, jenž spaluje hnědé uhlí, v souvislosti s novými emisními limity, které nabydou účinnosti 1. 1. 2018 a současný provoz je nesplňuje. Nejprve je popsán současný stav výtopny a emisní limity jak současné, tak budoucí. Následně jsou zde navrženy tři možné varianty pro rekonstrukci daného zařízení a každá z nich je vyhodnocena za pomoci kritérií ekonomické efektivnosti. Na základě těchto kritérií bude nejefektivnější varianta doporučena k realizaci.

# **Abstract**

The diploma thesis is focused on the possibility of change fuel for heating plant in Kdyně, which burns brown coal, in connection with the new emission limits, which are going to come into force on January 1, 2018 and the currently device does not comply with it. First the current state of the heating plant is described and the present and future limits. Then three possible options for the reconstruction of the heating plant are proposed and each of them is evaluated using the criteria of economic efficiency. The most efficient option will be recommended for implementation based on mentioned criteria.

# **Klíčová slova (Keywords)**

Emisní limity, teplárna, Kdyně, rekonstrukce, cena za teplo, spoluspalování biomasy, plyn, uhlí, čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento

Emissions limits, heating plant, Kdyně, reconstruction, the price of heat, combustion of biomass, gas, coal, net present value, internal rate of return

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů pro vypracování závěrečných prací, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Praze dne .....

.....

Martin Pilař

## **Poděkování**

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Filipu Jelínkovi za užitečné rady a za vedení této práce. Také děkuji panu starostovi města Kdyně Janu Löffelmannovi za poskytnutá data. Dále děkuji rodině za psychickou a morální podporu při psaní práce.

# Obsah

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>2 POPIS SOUČASNÉHO STAVU TEPLÁRNY V KDYNĚ A POPIS ZPŘÍSNĚNÍ EMISNÍCH LIMITŮ .....</b>	<b>11</b>
2.1 POPIS SOUČASNÉHO STAVU .....	11
2.1.1 <i>Město Kdyně .....</i>	<i>11</i>
2.1.2 <i>Teplárna před plánovanou rekonstrukcí .....</i>	<i>12</i>
2.1.3 <i>Energetická bilance teplárny .....</i>	<i>14</i>
2.1.4 <i>Obsluhované oblasti a spotřeba v předchozích letech .....</i>	<i>17</i>
2.2 CENOVÁ ANALÝZA TEPLÁREN.....	19
2.2.1 <i>Teplárny s podobným instalovaným výkonem .....</i>	<i>19</i>
2.2.2 <i>Teplárny s podobným instalovaným výkonem na uhlí .....</i>	<i>21</i>
2.2.3 <i>Teplárny situované v okolí Kdyně .....</i>	<i>22</i>
2.3 EMISNÍ LIMITY .....	23
2.3.1 <i>Emisní limity platné do 31. 12. 2017 .....</i>	<i>24</i>
2.3.2 <i>Emisní limity platné od 1. 1. 2018 .....</i>	<i>25</i>
2.3.3 <i>Porovnání emisních limitů .....</i>	<i>26</i>
<b>3 DOPADY NOVÝCH EMISNÍCH LIMITŮ NA UHELNÉ TEPLÁRNY V ČR....</b>	<b>29</b>
3.1 PŘEHLED TEPLÁREN, KTERÝCH SE NOVÉ LIMITY DOTÝKAJÍ.....	29
3.2 PŘEHLED OPATŘENÍ, KTERÁ JSOU PROVÁDĚNA .....	30
3.2.1 <i>Bruntál.....</i>	<i>31</i>
3.2.2 <i>Jindřichův Hradec .....</i>	<i>32</i>
3.2.3 <i>Ostrov .....</i>	<i>33</i>
<b>4 ANALÝZA MOŽNOSTÍ PŘECHODU NA JINÁ PALIVA.....</b>	<b>35</b>
4.1 ZADÁNÍ.....	35
4.2 BIOMASA .....	35
4.2.1 <i>Obecný popis paliva .....</i>	<i>35</i>
4.2.2 <i>Technologie pro město Kdyně .....</i>	<i>37</i>
4.2.3 <i>Vhodnost použití technologie a paliva .....</i>	<i>38</i>
4.3 UHLÍ .....	38
4.3.1 <i>Obecný popis paliva .....</i>	<i>38</i>



4.3.2	<i>Technologie pro město Kdyně .....</i>	40
4.3.3	<i>Vhodnost použití paliva a technologie .....</i>	41
4.4	ZEMNÍ PLYN.....	42
4.4.1	<i>Obecný popis paliva .....</i>	42
4.4.2	<i>Technologie pro město Kdyně .....</i>	43
4.4.3	<i>Vhodnost použití .....</i>	44
<b>5</b>	<b>EKONOMICKÝ MODEL JEDNOTLIVÝCH VARIANT S CITLIVOSTNÍ</b>	
	<b>ANALÝZOU .....</b>	<b>46</b>
5.1	OBECNÝ POPIS EKONOMICKÉHO MODELU .....	46
5.1.1	<i>Zadání .....</i>	46
5.1.2	<i>Spotřeba tepla .....</i>	47
5.1.3	<i>Odpisy .....</i>	49
5.1.4	<i>Splátkový kalendář .....</i>	49
5.1.5	<i>Emise.....</i>	50
5.1.6	<i>Výsledovka .....</i>	50
5.1.7	<i>Cash Flow.....</i>	51
5.1.8	<i>Citlivostní analýzy .....</i>	52
5.2	OBECNÉ PŘEDPOKLADY .....	52
5.3	SPOLUSPALOVÁNÍ BIOMASY .....	53
5.3.1	<i>Konfigurace a vstupní hodnoty .....</i>	53
5.3.2	<i>Ekonomické vyhodnocení.....</i>	54
5.3.3	<i>Citlivostní analýzy .....</i>	57
5.4	SPALOVÁNÍ HRUBOPRACHU .....	60
5.4.1	<i>Konfigurace a vstupní hodnoty .....</i>	60
5.4.2	<i>Ekonomické vyhodnocení.....</i>	61
5.4.3	<i>Citlivostní analýzy .....</i>	62
5.5	KOGENERAČNÍ JEDNOTKA DOPLNĚNÁ BIVALENTNÍM KOTLEM NA ZEMNÍ PLYN....	66
5.5.1	<i>Konfigurace a vstupní hodnoty .....</i>	66
5.5.2	<i>Ekonomické vyhodnocení.....</i>	66
5.5.3	<i>Citlivostní analýzy .....</i>	68
<b>6</b>	<b>DOPORUČENÍ VHODNÉ VARIANTY PRO MĚSTO KDYNĚ .....</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>SHRNUTÍ PRÁCE.....</b>	<b>75</b>

<b>8 POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE .....</b>	<b>77</b>
<b>9 PŘÍLOHY.....</b>	<b>82</b>
9.1 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	82
9.2 SEZNAM GRAFŮ .....	82
9.3 SEZNAM ROVNIC .....	83
9.4 SEZNAM TABULEK .....	83
9.5 TABULKY .....	84
9.6 OBSAH PŘILOŽENÉHO CD .....	92

# 1 Úvod

V rámci diplomové práce jsem se rozhodl věnovat tématu, které se zaměřuje na ekonomické vyhodnocení rekonstrukce teplárny zapříčiněnou novými emisními limity, jenž nabydou účinnosti 1. 1. 2018. Emisní limity jsou zaváděny z důvodu zachování udržitelného rozvoje tak, aby bylo zajištěno co nejméně pozměněné životní prostředí pro následující generace.

Tyto limity jsou základním prvkem, který určuje diverzifikaci paliv mezi jednotlivé teplárny a elektrárny a zajišťuje využití ekologičtějších paliv jednotlivými provozy. To následně vede k rozvoji biopaliv a vývoji nových technologií, které zvýší účinnost spalování fosilních paliv.

Výtopna v Kdyni byla vystavěna v šedesátých letech dvacátého století a od té doby neprošla žádnou výraznou rekonstrukcí. Z toho plyne, že je zde stále spalováno neekologické hnědé uhlí v původních kotlích, při čemž se emituje velké množství škodlivých látek do ovzduší, což následně způsobuje nesplnění nových emisních limitů. Navíc stárí technologie zapříčiňuje velmi nízkou účinnost spalování primárního zdroje energie [1].

Práce se zabývá analýzou možnosti přechodu na jiná paliva. V úvahu přichází využití plynu, spoluspalování biomasy a spalování uhlí jinou technologií než současně používanou. Každé palivo je analyzováno a na základě této analýzy je vybrána vhodná technologie pro jeho spalování. Následně podrobuji zvolenou technologii, nadimenzovanou na potřeby kdyňského tepelného hospodářství, ekonomickému vyhodnocení pomocí kritérií ekonomické efektivity.

Cílem této práce je vybrat vhodnou variantu k realizaci v Kdyni, kdy kritériem pro výběr je splnění nových emisních limitů a ekonomická výhodnost celé investice.

## **2 Popis současného stavu výtopny v Kdyni a popis zpřísnění emisních limitů**

### **2.1 Popis současného stavu**

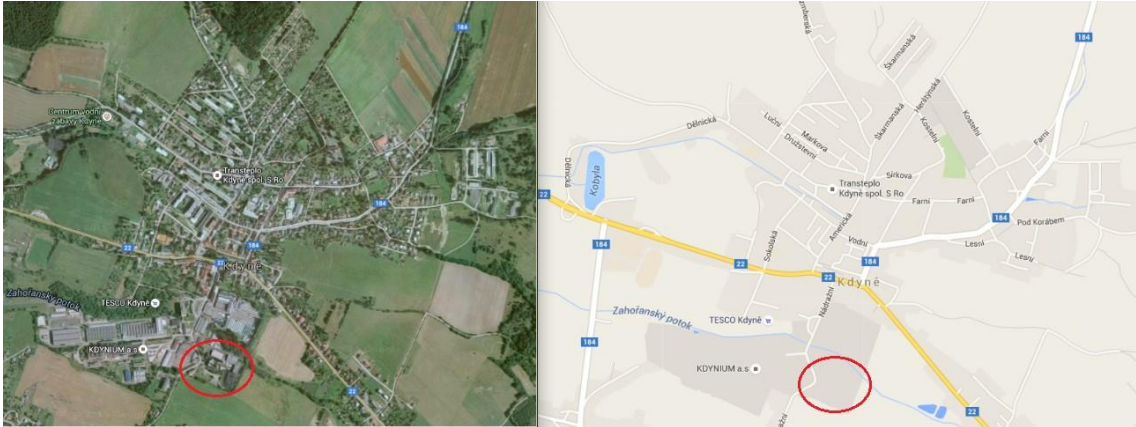
#### **2.1.1 Město Kdyně**

Město Kdyně je malé město nacházející se v pohraniční oblasti Plzeňského kraje nedaleko od Domažlic. První písemná zmínka o této obci se datuje do roku 1384 a je spojena s farním kostelem. Ve městě byla postavena textilní manufaktura, která patří mezi nejstarší u nás. Ta udávala další směr rozvoje města, jako průmyslového centra domažlického okresu, jehož dosáhla v průběhu šedesátých let minulého století. Do současnosti město prošlo řadou různých stavebních úprav od vybudování průmyslové zóny až po postavení sídliště. V současné době je zde k trvalému pobytu přihlášeno přibližně pět tisíc lidí [2].

Součástí města je i výtopna, která obsluhuje velkou část města včetně sousedních podniků. O problematice obslužnosti výtopny pojednává kapitola 2.1.4.

Obrovská prašnost v ulicích města způsobená výtopnou byla největším problémem v devadesátých letech dvacátého století. Řešením bylo převzetí a následné odprašení centrální kotelny pomocí náhrady mechanických odlučovačů za tkaninové filtry, čímž bylo dosaženo téměř stoprocentního zachycení tuhých znečišťujících látek a zrušení všech lokálních kotelen na tuhá paliva, u kterých nedocházelo k zachytávání úletů zplodin. Dnes je veškeré teplo dodáváno pomocí centrálního rozvodu nebo vyráběno v plynových kotelnách. K plynofikaci města došlo v roce 1994 [2].

Výtopna, která je předmětem zájmu této diplomové práce, se nachází na jižním okraji města u ulice Nádražní, jak je zobrazeno na obrázku níže (Obrázek 1). Obrázek 2 přímo zachycuje samotný objekt výtopny ze zmíněné ulice.



Obrázek 1: Situování výtopny ve městě Kdyně [3].

Dle územního plánu nemá docházet v obci k významné stavební činnosti. Jediným plánovaným vystavěným objektem bude v nadcházejících letech pouze jeden rodinný dům [4].

### 2.1.2 Výtopna před plánovanou rekonstrukcí



Obrázek 2: Výtopna Kdyně.

Kdyňská výtopna byla vybudována v šedesátých letech minulého století. Od té doby neprošla výraznou rekonstrukcí, takže jsou zde stále v provozu staré technologie. Středotlaká parní kotelna této výtopny je vybavena čtyřmi sálavými kotli. Konkrétně se jedná o tato zařízení:

- 2 x ČKD Dukla Praha (K1 a K2) – parní sálavý kotel s přesuvným vratným roštem – 8 tun páry za hodinu,
- 1 x ČKD Dukla Praha (K3) – parní sálavý kotel s přesuvným vratným roštem – 4 tuny páry za hodinu. Tento kotel je odstaven a používán pouze jako náhradní zdroj,
- 1 x Tatra Kolín (K4) – parní sálavý kotel s pásovým roštem a pohazovačem – 12 tun páry za hodinu.

Dohromady dodávají 32 tun přehřáté páry za hodinu, která dosahuje teploty přibližně 300 °C a tlaku cca 0,6 MPa. Celkový instalovaný výkon výtopny je 22,8 MW a je dimenzován na dodávky pro průmysl i nepřetržitý provoz. Jako palivo slouží hnědé energetické uhlí z produkce Severočeských dolů Chomutov a.s. s označením hruboprach hp1, druh 135 – Bílina a dopravuje se pomocí kolejové vlečky, výjimečně pomocí nákladní automobilové dopravy. U kotelny se nachází dvě skládky o celkové kapacitě cirka 8000 tun uhlí. Z těchto dvou skládek je uhlí vedeno pomocí pásových dopravníků do samotných kotlů [1].

Spaliny z kotlů se vedou kouřovody skrz látkové filtry Alfa-Jet a následně jsou vyvedeny pomocí komína o celkové výšce 106 metrů. Struska s popílčkem je míchána a drcena v odškvařovacím zařízení, jenž se nachází v samotném přízemí kotelny, a následně přepravována pomocí ručních vozíků do zásobníku, odkud je buďto vyvážena nákladními automobily zpět do dolů, nebo zákazníci využita jako materiál, nebo je odvezena na lokální skládku Libkov [1].

V současné době je ve výtopně zaměstnáno devatenáct lidí, včetně obsluhy provozu hlavní výměňkové stanice [1].

Vývod tepla z kotelny zajišťuje 600 metrů dlouhý primární parovod, který dovádí přehřátou páru do průmyslové zóny, jenž odebírá zhruba třetinu celkového vyrobeného objemu, a následně do výměňkové stanice. Ve výměňkové stanici pracují tři protiproudé výměníky na principu pára/voda. Z výměňkové stanice je veden dvoutrubní teplovodní rozvod, na který dále navazují domovní předávací stanice, z nichž vede čtyřtrubní rozvod k odběratelům [1].

Rozvody tepla po městě jsou zobrazeny na následujícím obrázku (Obrázek 3). Modrou barvou je označena teplovodní síť a červenou parovodní [1].



Obrázek 3: Rozvod tepla po městě [1].

### 2.1.3 Energetická bilance výtopny

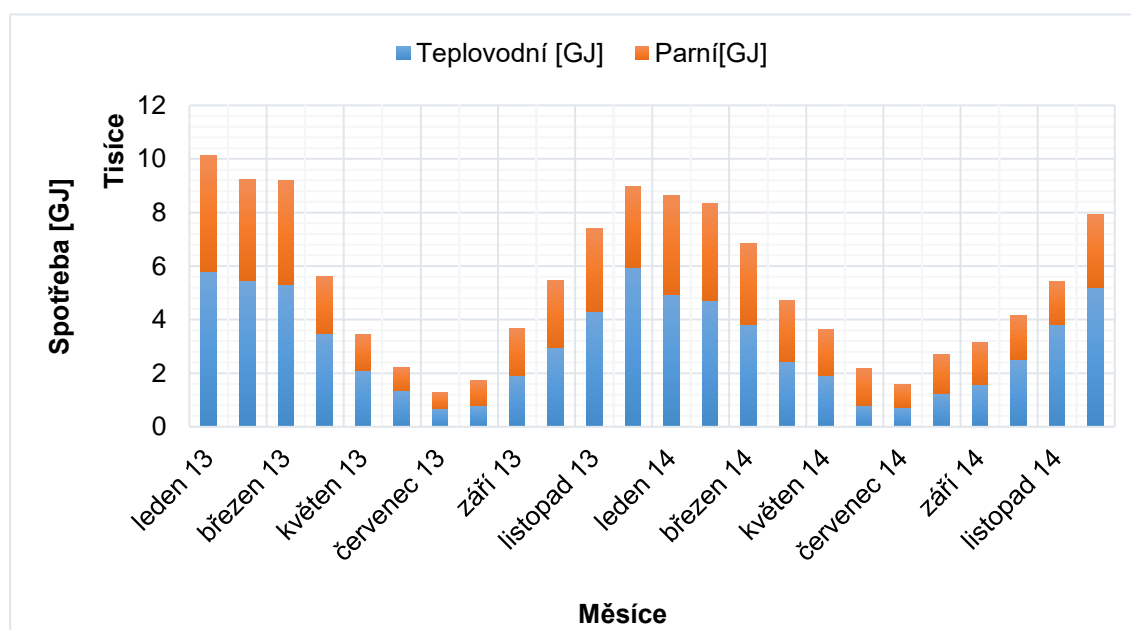
Provoz je přizpůsoben jednotlivým odběrům a dělí se na letní a zimní provoz. Letní provoz je přibližně 18 hodin denně, 7 dní v týdnu. Jako základní zdroje jsou využívány kotle K1 a K2, které jsou v ranních hodinách zapáleny, následně jeden uveden do teplé zálohy a druhý udržuje požadované hodnoty. Zimní provoz se vyznačuje nepřetržitým provozem a nejvíce využívaným kotlem K4 [1].

Pro posouzení energetické bilance jsou následně uvedeny tabulky s ekonomickou situací výtopny (Tabulka 1) a poté graf znázorňující odběry páry a teplé vody v měsíčních intervalech v letech 2013 a 2014 (Graf 1). Bohužel, množství odebraného tepla je měřeno na patách vstupů do jednotlivých zařízení, proto nelze přesně určit jednotlivé dílčí účinnosti. Je lze pouze odhadnout z praxe. Odhad ztrát tepla způsobených transportem tepla je stanovený

pracovníky provozu na 20 % z parovodu a další rozvod tepla pomocí teplovodů pracuje se ztrátami ve výši 7 %.

<b>Proměnné náklady</b>	<b>16 210 000 Kč</b>
Palivo	14 000 000 Kč
Elektrická energie	1 540 000 Kč
Technologická voda včetně chemikálií	240 000 Kč
Ostatní proměnné náklady (škvára, ovzduší)	430 000 Kč
<b>Stálé náklady</b>	<b>11 823 500 Kč</b>
Mzdy a zákonné pojištění	5 200 000 Kč
Opravy a údržba	1 500 000 Kč
Odpisy	5 000 Kč
Nájem	1 600 000 Kč
Výrobní režie	1 313 000 Kč
Správní režie	1 962 500 Kč
Ostatní stálé náklady	243 000 Kč
<b>Zisk</b>	<b>1 401 675 Kč</b>

Tabulka 1: Ekonomická situace výtopy [1].



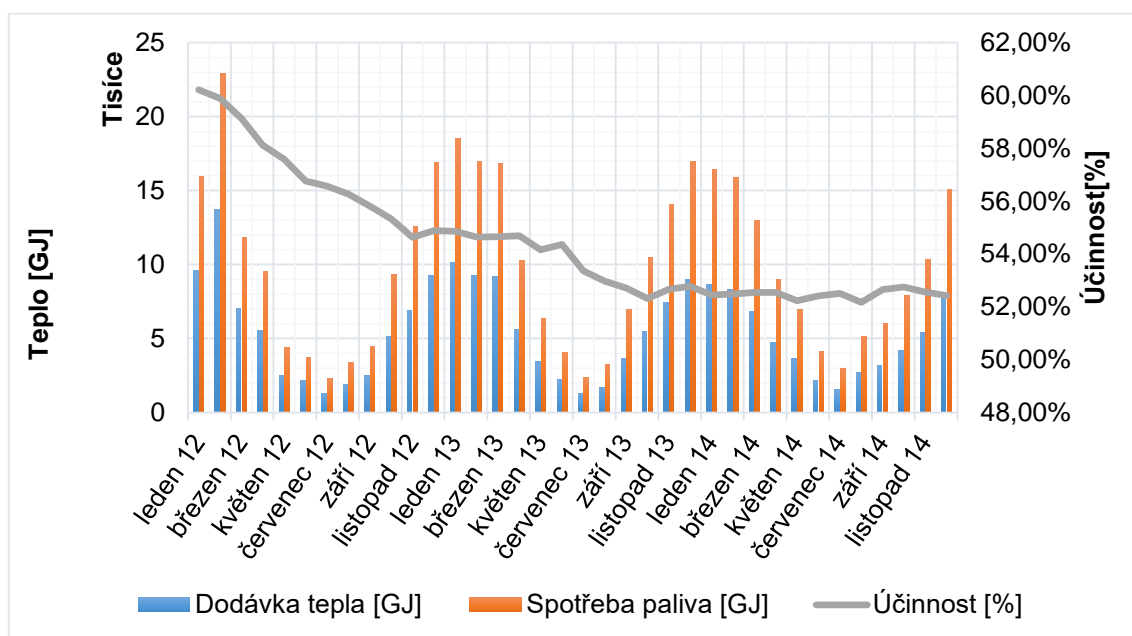
Graf 1: Dodávky parovodu a teplovodu [1].



Z předešlého grafu (Graf 1) je patrné, že odběry na primárním (parním) i na sekundárním (teplovodním) rozvodu mají podobný otopný charakter a pára je především využívána přímo na otop nebo na ohřev topné vody. Pro samotné průmyslové využití se používá přibližně jedna pětina z celkového množství.

Tato energetická bilance teplárny dává podklady pro výpočet pouze celkové účinnosti, jak již bylo zmíněno. Ve výsledné hodnotě je zahrnuta účinnost teplárny samotné, dále účinnost primárního a sekundárního rozvodu a také výměňkové stanice.

V následujícím grafu (Graf 2) je znázorněna spotřeba uhlí, dodávka tepla a také účinnost celého systému.



Graf 2: Energetická bilance vytopy [1].

Graf 2 ukazuje, že na konci roku 2012 došlo k výraznému poklesu účinnosti celé soustavy. To může být zapříčiněno sníženou dodávkou primárním parovodem, který je dimenzovaný na vyšší přenosy, a tím pádem je při menším zatížení ztrátový. V roce 2013 došlo k ustálení účinnosti na hranici 52 % až 53 %, což je pro takovouto vytopnu účinnost nízká.

Nejztrátovějším místem této soustavy je technologie spalování, jenž je v provozu od 60. let dvacátého století a tím pádem ji můžeme označit za zastaralou. Druhým problémovým místem se stává přepravní soustava, ve které dosahují ztráty až 20 % [1].

### 2.1.4 Obsluhované oblasti a spotřeba v předchozích letech

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1.2, výtopna obsluhuje jak průmyslovou oblast, tak obytné domy. Do průmyslové oblasti je zaveden primární parovod, který je následně veden do výměníku, z kterého je vedena teplá voda do bytových domů.

Celé schéma odběrných míst je zobrazeno na následném diagramu (Diagram 1). Modrou barvou je označena samotná kotelna, červená barva značí odběry páry pro průmysl a výměníkovou stanici, jenž ohřívá vodu do sekundárního rozvodu. Žlutě jsou označeny předávací stanice a zeleně poté domovní stanice.

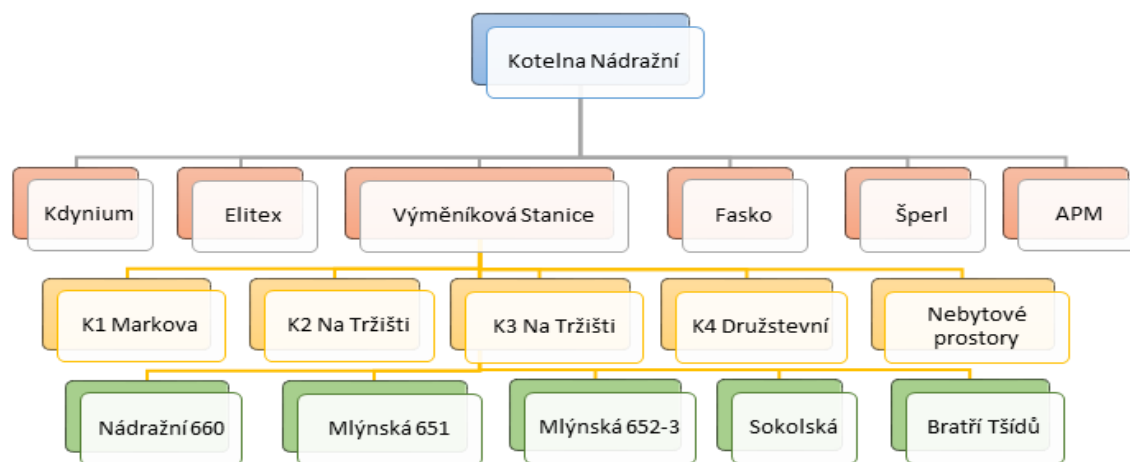


Diagram 1: Schéma odběrných míst Kdyně [1].

Přehřátá pára vedená do průmyslové oblasti je využívána jak pro technologickou část, tak pro vytápění. Podle diagramu zatížení (Graf 1 v kapitole 2.1.3) je vidět, že pro výrobní složku je využíváno nižší procento páry než pro vytápění. Průmysl tedy vykazuje otopnou charakteristiku. Samotné vytápění zajišťují topná tělesa přímo na páru nebo blíže nespécifikované výměníkové stanice. Podnikům je dodávána pára o teplotě 300 °C a tlaku přibližně 0,6 MPa. Největším problémem odběru přehřáté páry do průmyslu je nízký návrat kondenzátu zpět do teplárny, který zapříčiňuje nutnost doplňování technické vody do oběhu [1].

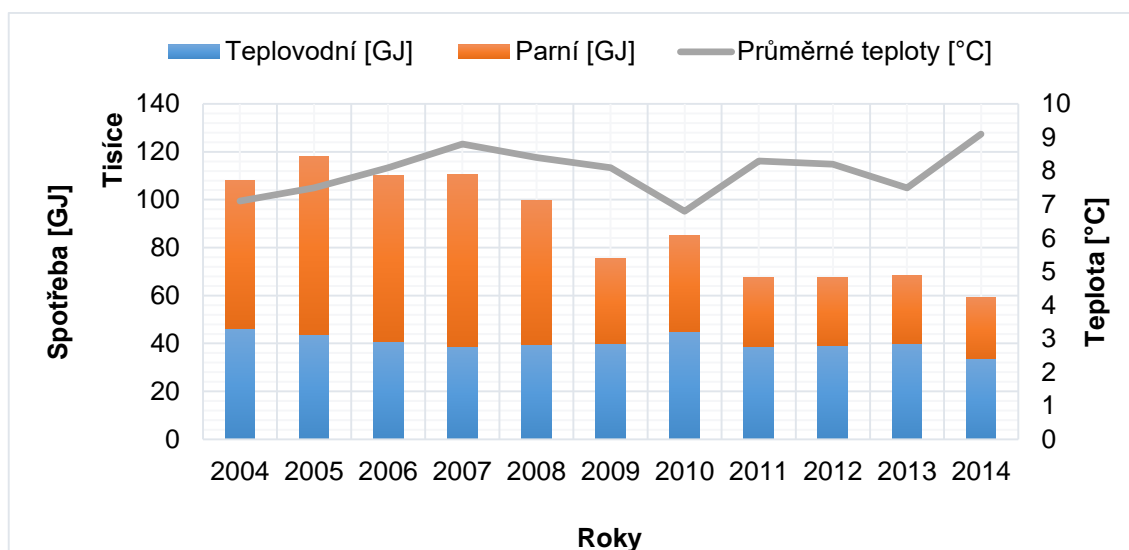
Sekundární teplovodní část zajišťuje dopravu tepla do obytných domů přes výměníky, které pracují na principu voda/voda [1].

V následující tabulce a grafu (Tabulka 2, Graf 3) je zobrazena dodávka tepla koncovým odběratelům od roku 2004 do roku 2014 jak z parovodu, tak z teplovodu.

Rok	Množství dodaného tepla		
	Teplovodní [GJ]	Parní [GJ]	Celkem [GJ]
2004	46382	61725	108107
2005	43699	74207	117906
2006	40849	69411	110260
2007	38718	71722	110440
2008	39695	59830	99525
2009	39840	35460	75300
2010	45024	39969	84993
2011	38822	28618	67440
2012	39238	28274	67512
2013	40121	28232	68353
2014	33678	25530	59208

Tabulka 2: Dodávky tepla koncovým uživatelům [1].

Tato data z tabulky (Tabulka 2) jsou přehledně zpracována v následujícím grafu (Graf 3).



Graf 3: Dodávka tepla koncovým uživatelům [1][5].

Z uvedených dat je patrné, že v teplovodním rozvodu pro obytné domy nedochází v průběhu jednotlivých let k výraznému kolísání spotřeby, což je způsobeno převážně stálostí objektů, do kterých je teplo dodáváno (zateplení,

výměna starých oken, rekonstrukce střech). Největší výkyvy jsou patrné v letech 2010 a 2014, jenž byly zapříčiněny extrémními teplotami, v roce 2010 chladnější zimou a v roce 2014 naopak zimou s nadprůměrnými teplotami, jak také zobrazuje tento graf [5].

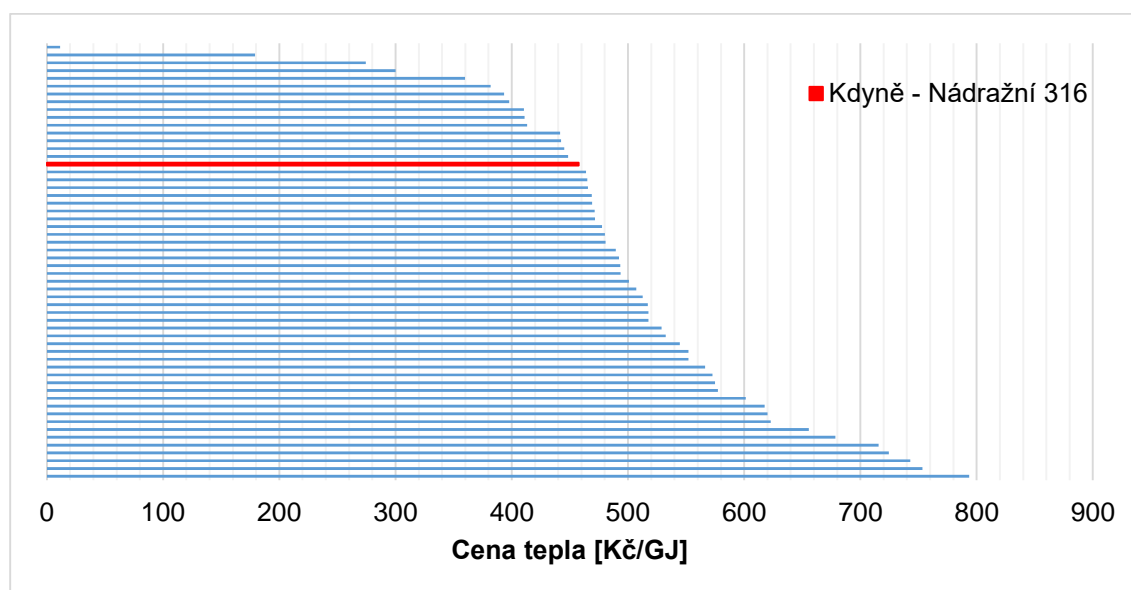
U odběru z parovodu je zřejmý výrazný pokles v roce 2009. Tento pokles může být způsoben několika faktory, jako jsou například odchod firem z oblasti, změna spektra výroby, či snížení objemu výroby.

## 2.2 Cenová analýza tepláren

Pro cenovou analýzu tepláren byly jako zdroj dat použity předběžné ceny tepla pro rok 2015 uveřejněné na webových stránkách Energetického regulačního úřadu. Analýza se zabývá třemi případy. Prvním případem jsou teplárny s podobným instalovaným výkonem. Druhým teplárny s podobným instalovaným výkonem a většinovým zastoupením uhlí v podílu paliva. Posledním případem je porovnání tepláren situovaných v okolí Kdyně.

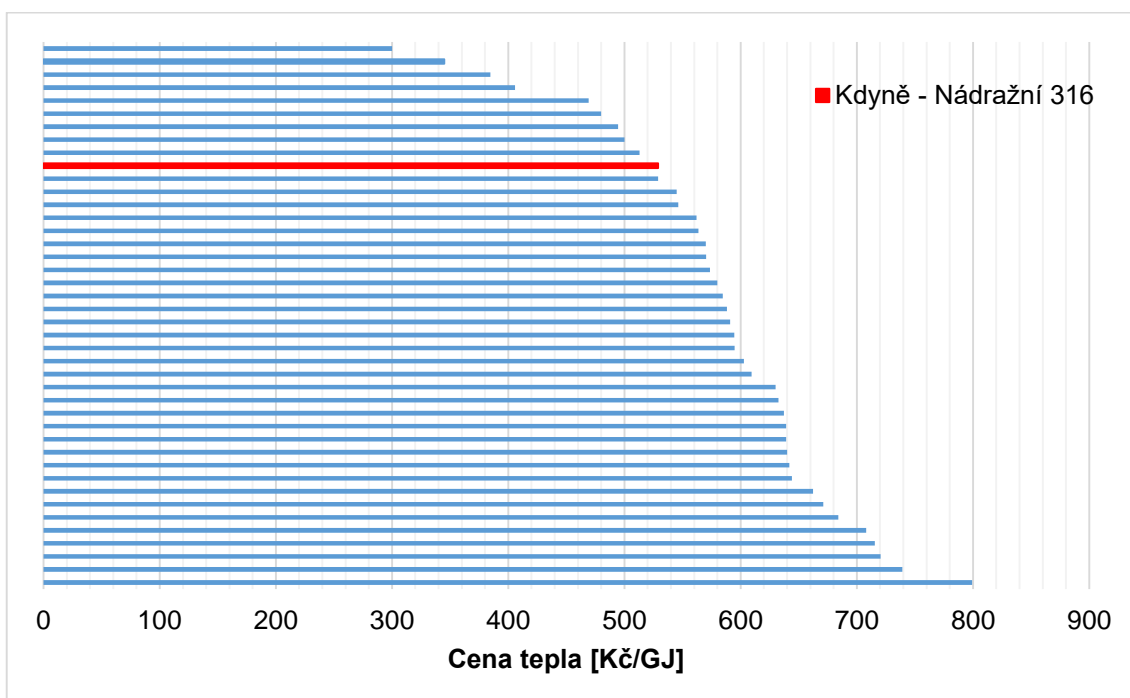
### 2.2.1 Teplárny s podobným instalovaným výkonem

Pro cenovou analýzu tepláren se stejným nebo podobným instalovaným tepelným výkonem jsou uvažovány teplárny s rozsahem od 10 MW po 50 MW, přičemž výtopna v Kdyni má výkon 22,8 MW. Jsou zde porovnávána zařízení bez ohledu na typ a složení paliva.



Graf 4: Srovnání cen tepla při odběru z primárního rozvodu [6].

Z grafu (Graf 4) je možné vyčíst rozsahy cen pro dodávky z primárního rozvodu v daném intervalu instalovaného tepelného výkonu. Cena tepla z kdyňského primárního rozvodu **457,7 Kč/GJ** nedosahuje v současnosti průměrné hodnoty **500,89 Kč/GJ** počítané z hodnot pro obdobně velké zařízení. Z toho vyplývá, že teplo v Kdyni je levné. Nejnižší prodejní hodnota je v obci Loučovice **11,5 Kč/GJ**, kde je teplo vyráběno pomocí biomasy. Jedná se o nízkopotenciálové teplo, jenž je odebíráno z turbíny. Je to pro dané zařízení dvojitý výnos, a to z toho důvodu, že vodu nemusí tolik dochlazovat a zároveň je vyráběné teplo prodáváno. Naopak nejdražší prodáváný GJ tepla je v Příbrami (**793,5 Kč/GJ**), kde dochází ke spalování topných olejů [6].



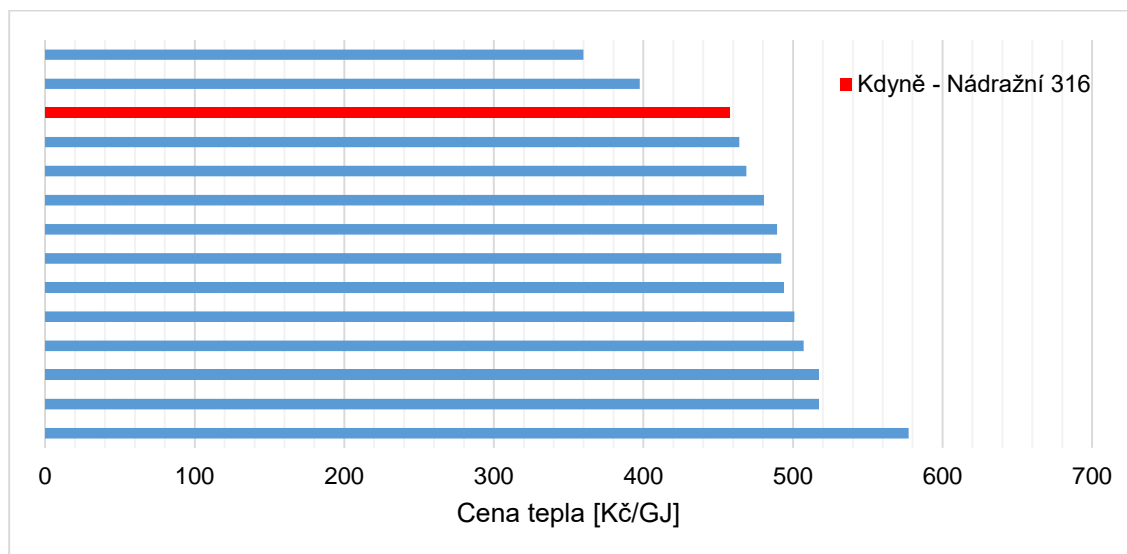
Graf 5: Porovnání cen tepla při odběru ze sekundárního rozvodu.

Graf 5 znázorňuje rozložení cen odběrů tepla ze sekundárního rozvodu napříč celou Českou republikou. Průměrná cena dosahuje hodnoty **581,68 Kč/GJ** a ani v tomto případě není nižší než prodejní cena z kdyňské výroby, která dosahuje výše **529 Kč/GJ**. Nejdražší teplo je možné odebírat v Zábřehu, kde cena dosahuje **799,5 Kč/GJ**. Toto teplo se získává pomocí spalování uhlí (68 %) a zemního plynu (32 %). Naopak nejlevnější teplo ze sekundárního rozvodu se odebírá v Kojetíně spalováním uhlí a prodává se za **300 Kč/GJ**. Z tohoto porovnání opět plyne, že kdyňské teplo patří mezi levnější v ČR [6].

## 2.2.2 Teplárny s podobným instalovaným výkonem na uhlí

Tato kapitola je zaměřena na teplárny o stejném výkonu, tedy 10 MW až 50 MW, stejně jako přechází kapitola. V úvahu jsou ovšem brány pouze zdroje, které jako palivo využívají z více než 90 % uhlí.

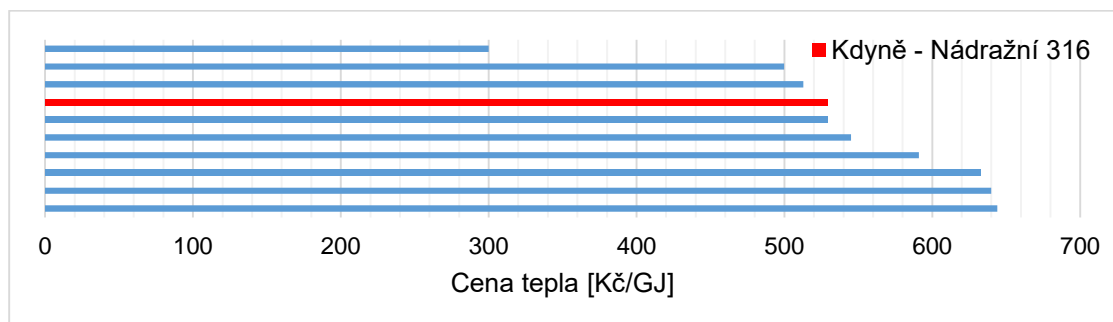
Na následujícím grafu (Graf 6) jsou znázorněny ceny odběrů z primárního parovodu pro tyto určené zdroje.



Graf 6: Porovnání cen tepla při odběru z primárního rozvodu pro uhelné zdroje.

Z grafu (Graf 6) je patrné, že ceny z těchto zdrojů nejsou velmi rozdílné. Nejnižších cen dosahuje teplárna v Nymburce o instalovaném tepelném výkonu 36 MW, kdy cena dosahuje hodnoty **359,85 Kč/GJ**. Nejvyšší cenu platí zákazníci v Příbrami, a to **577,3 Kč/GJ**. Teplárna v Kdyni dosahuje podprůměrné ceny [6].

Následující Graf 7 popisuje situaci pro stejné tepelné zdroje, pouze uvádí ceny na sekundárním rozvodu.



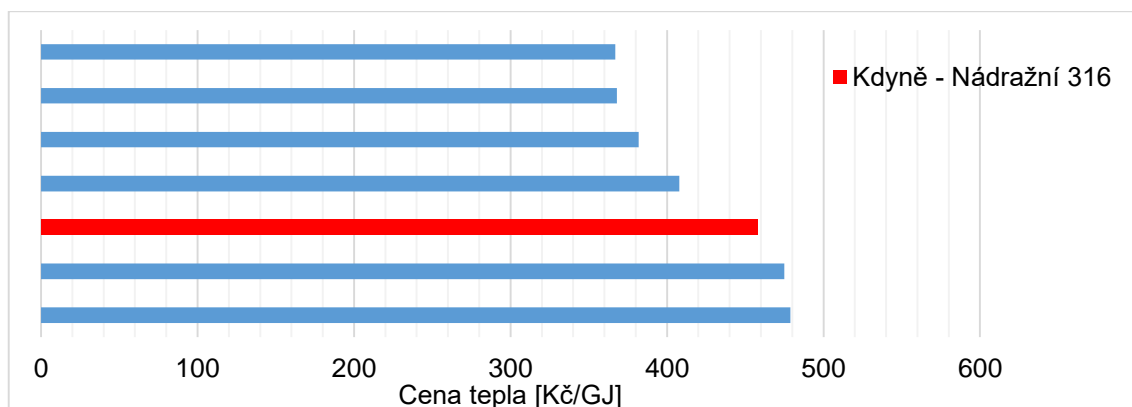
Graf 7: Porovnání cen tepla při odběru ze sekundárního rozvodu pro uhelné zdroje.

Nejnižší cenu u těchto zdrojů na sekundárním rozvodu najdeme v Kojetíně, kde cena dosahuje **300 Kč/GJ**. Tato teplárna má instalovaný výkon velmi podobný výkonu teplárny v Kdyni (22 MW), ovšem dodávka tepla je velmi malá, pouze 250 GJ. Naopak nejvyšší cenu můžeme najít ve Františkových Lázních, a to **644,12 Kč/GJ** při dodávce 25 554 GJ tepla. Cena v Kdyni opět dosahuje průměrných až podprůměrných hodnot [6].

### 2.2.3 Teplárny situované v okolí Kdyně

Pro tuto variantu cenové analýzy se uvažuje jako okolí Kdyně celý Plzeňský kraj se všemi teplárnami, potažmo výtopnami, bez omezení výkonu.

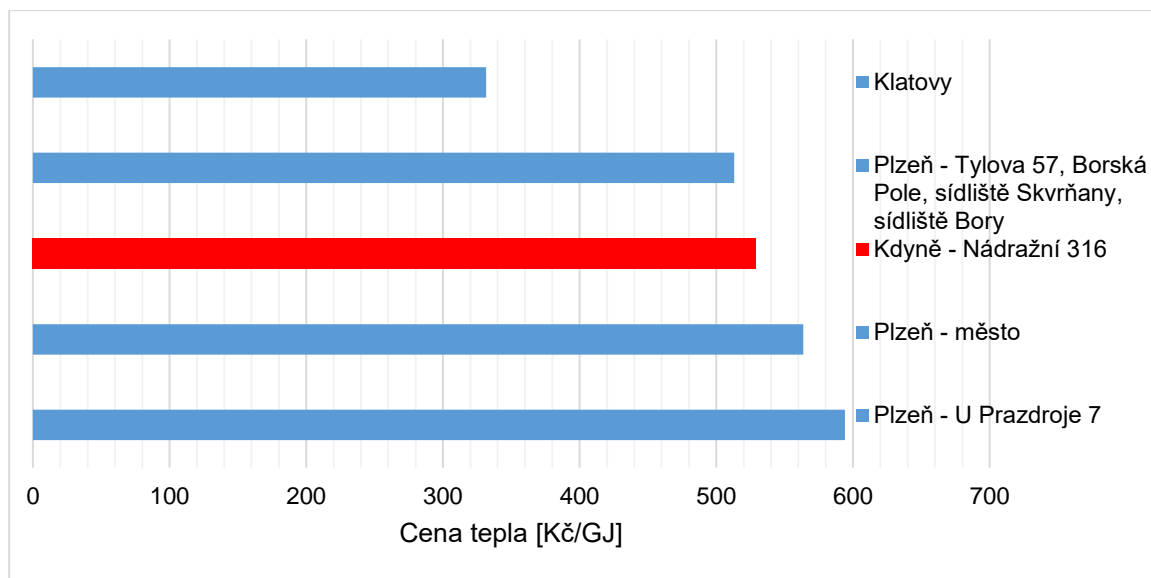
V následujícím grafu (Graf 8) je znázorněn přehled cen odběru z primárního rozvodu.



Graf 8: Porovnání cen tepla při odběru z primárního rozvodu v Plzeňském kraji.

Je zřejmé, že z primárního rozvodu páry je teplo dodáváno velmi málo. Minimální cena dosahuje hodnoty **367 Kč/GJ** a maximální **478,87 Kč/GJ**. V tomto případě se cena za teplo v Kdyni (**457,7 Kč/GJ**) přibližuje horní hranici, což způsobuje především malý instalovaný výkon vytopy. Nejlevnější primární rozvod se nachází v Plzni, kde je instalovaný výkon teplárny 504,951 MW, což přibližně odpovídá dvacetinásobku velikosti kdyňského zdroje [6].

Graf 9 porovnává ceny tepla v Plzeňském kraji na odběru ze sekundárního rozvodu.



Graf 9: Porovnání cen tepla při odběru ze sekundárního rozvodu v Plzeňském kraji.

Tyto ceny se pohybují v cenových rozmezech od **331,55 Kč/GJ** v Plzni 6, až po **596 Kč/GJ** v Klatovech. I tady jsou ceny za GJ tepla ovlivněny velikostí instalovaného tepelného výkonu. Klatovské teplo vychází ze zdroje, který je oproti kdyňské teplárně dvakrát větší, a přesto jeho cena dosahuje asi o 50 Kč/GJ vyšší ceny [6].

## 2.3 Emisní limity

Pro snížení emisí závodů na výrobu tepla jsou v platnosti dva právní dokumenty. Prvním je Rozhodnutí Evropské komise ze dne 10. 4. 2015 o oznámení předložené Českou republikou, které se týká přechodného národního plánu podle článku 32 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích, jenž samotný stanovuje přechodný národní plán ohledně výše emisí.

Toto rozhodnutí obsahuje konkrétní stropy pro jednotlivé látky, které vypouštějí tepelné závody, a přehled těchto závodů s vyšším instalovaným výkonem než 50 MWt. Limity jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 3). Do přechodného národního plánu bylo možné zařadit jakýkoliv zdroj o stanoveném příkonu, který emituje více škodlivin, než udává zákon [7].



	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>1. - 30. 6. 2020</b>
<b>SO<sub>2</sub> [t]</b>	114 551	97 692	75 017	46 559	24 095
<b>NO<sub>x</sub> [t]</b>	61 415	56 908	50 554	43 104	21 679
<b>TZL [t]</b>	4 333	3 967	3 426	2 531	1 471

*Tabulka 3: Národní přechodný plán snižování emisí tepláren o příkonu vyšším než 50 MWt [7].*

Druhým dokumentem je Vyhláška 415/2012 Sb. ze dne 21. listopadu 2012 o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. Tato vyhláška, která byla změněna vyhláškou 155/2014 Sb. ze dne 18. července 2014, popisuje limity jak pro současné provozní období, tak limity, které teplárny budou muset splňovat po 1. lednu 2018.

Konkrétně se touto problematikou zabývá §14 Specifické emisní limity, odstavec č. 3, který odkazuje na údaje pro spalovací stacionární zdroje o tepelném příkonu o velikosti 0,3 až 50 MW. Tento odstavec odkazuje na část II. přílohy č. 2 této vyhlášky [8].

V následujících kapitolách budou uvedeny emisní limity pro oxid siřičitý (v tabulce uveden jako SO<sub>2</sub>), oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>), tuhé znečišťující látky (TZL) a pro oxid uhelnatý (CO).

### **2.3.1 Emisní limity platné do 31. 12. 2017**

Následující tabulka (Tabulka 4) zobrazuje limity platné v současnosti pro vypouštění emisí tak, jak je uvedeno ve vyhlášce zmiňované výše.

	<b>SO<sub>2</sub></b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO<sub>x</sub></b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>TZL</b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>CO</b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Pevné palivo obecně</b>	2500	650	150	400
	1500 <sup>1)</sup>	500 <sup>1)</sup>	100 <sup>1)</sup>	300 <sup>1)</sup>
	-	1100 <sup>2)</sup>	250 <sup>5)</sup>	650 <sup>5)</sup>
<b>Kapalné palivo</b>	1700	450	100	175
<b>Plynné palivo, zkapalněný plyn</b>	900 <sup>4)</sup>	200	50 <sup>4)</sup>	100
	-	300 <sup>3)</sup>	-	-

Tabulka 4: Emisní limity platné do 31. 12. 2017; **Vysvětlivky:** 1) zdroje s fluidním ložem, 2) zdroje na pevná paliva s výtavným topeništěm, 3) spalování propan-butanu, 4) zdroje mimo veřejné distribuční sítě, 5) zdroje na biomasu [8].

Z toho důvodu, že v současnosti je pro spalování využíváno pouze hnědé uhlí, jsou důležité hodnoty emisních limitů pro pevná paliva obecně, konkrétní hodnoty jsou v tabulce vyznačeny kurzívou.

### 2.3.2 Emisní limity platné od 1. 1. 2018

Tabulka 5 zobrazuje emisní limity platné od 1. 1. 2018, které upravuje zmíněná vyhláška.

	<b>SO<sub>2</sub></b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>NO<sub>x</sub></b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>TZL</b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>CO</b> <b>[mg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Pevné palivo obecně</b>	1500 <sup>1)</sup>	500	30	300
	-	-	-	500 <sup>3)</sup>
<b>Kapalné palivo</b>	1500	130	30	80
	-	450 <sup>4)</sup>	-	-
<b>Plynné palivo, zkapalněný plyn</b>	-	100 <sup>2)</sup>	-	50

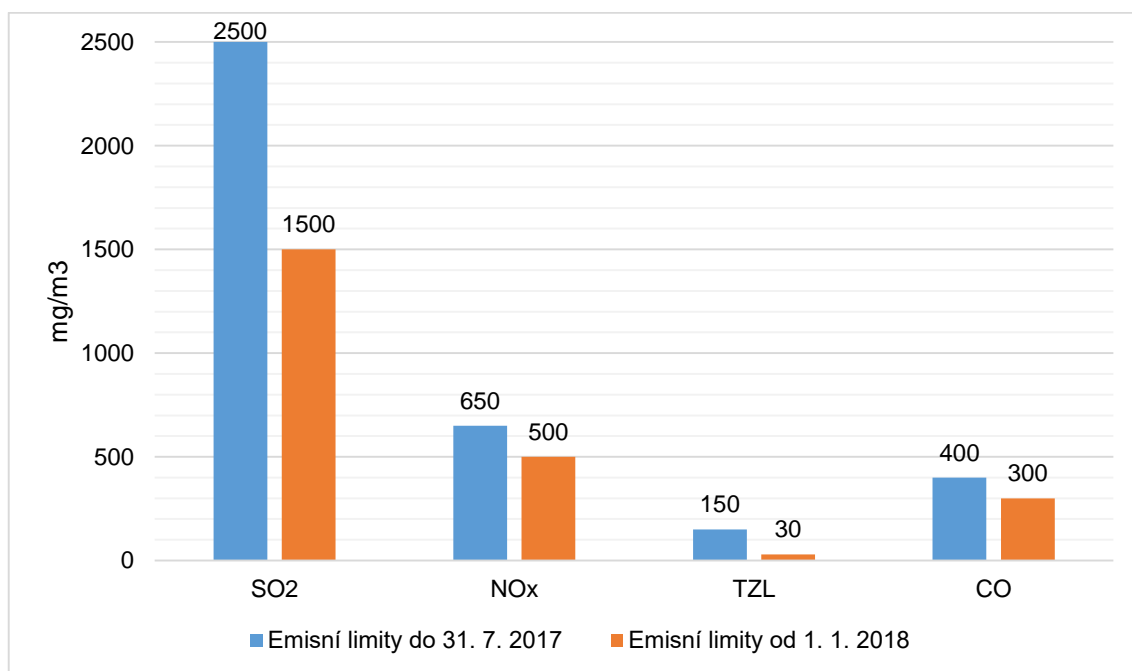
Tabulka 5: Emisní limity platné od 1. 1. 2018; **Vysvětlivky:** 1) zdroje na hnědé uhlí, které jsou v provozu maximálně 3200 hodin ročně, platí emisní limit 2000 mg/m<sup>3</sup>, 2) pokud technologií (nízkoemisní hořák) nelze dosáhnout, platí hodnota 200 mg/m<sup>3</sup>, 3) zdroje na biomasu s výjimkou spalování výlisků z takové biomasy, 4) zdroje na těžký topný olej a podobné [8].

Protože se v navrhovaných variantách vyskytuje použití spalování zemního plynu, spoluspalování biomasy i spalování hnědého uhlí, tak jsou jednotlivé podstatné varianty zobrazené kurzívou.

### 2.3.3 Porovnání emisních limitů

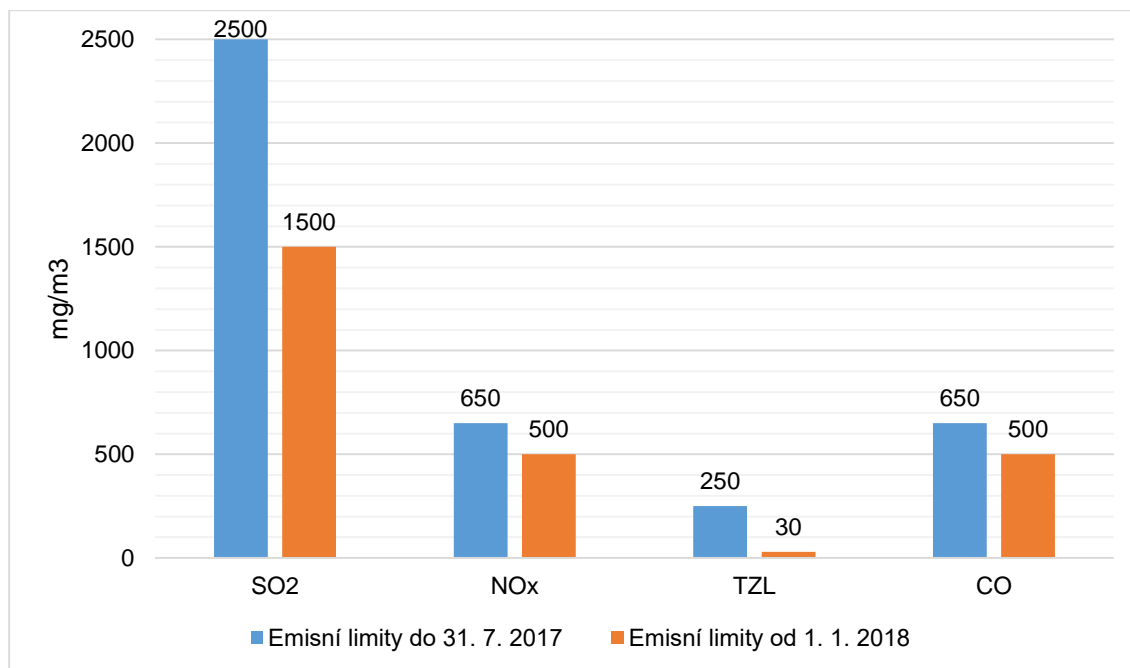
Při porovnání jednotlivých limitů ve vypouštění emisí budou brány v potaz především údaje, které přímo souvisí s výtopnou v Kdyni, tedy omezení pro hnědé uhlí, spalování biomasy, plyn.

Na grafech níže (Graf 10, Graf 11, Graf 12) je názorně zobrazena změna emisních limitů pro různé typy paliv, které připadají v úvahu pro teplárnu v Kdyni.



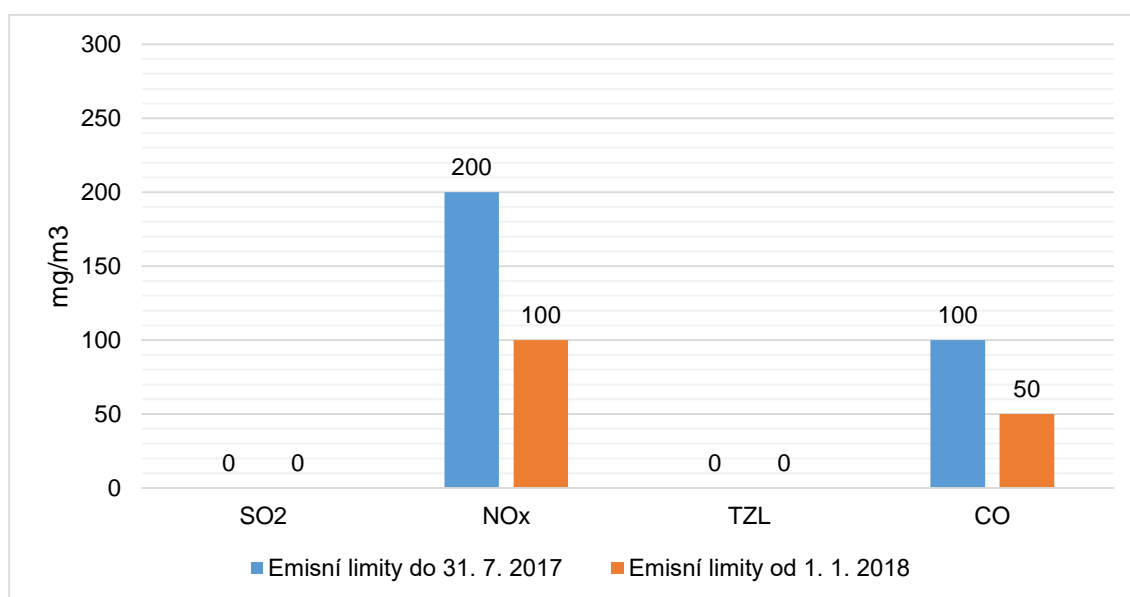
Graf 10: Porovnání limitů pro uhlí.

Graf 10 ukazuje zpřísnění limitů pro vypouštění jednotlivých škodlivin do ovzduší pro tuhá paliva, konkrétně pro uhlí. Nejrazantnější pokles nastává u oxidu siřičitého (pokles o 40 %) a u tuhých znečišťujících látek (pokles o 80 %) [8].



Graf 11: Porovnání limitů pro biomasu.

Graf 11 také zobrazuje změnu emisních limitů pro tuhá paliva, tentokrát pro biomasu. Rozdílné oproti uhlí jsou změny týkající se TZL a oxidu uhelnatého. Jelikož pro biomasu byl emisní limit pro tuhé znečišťující látky platný do konce roku 2017 vyšší než pro uhlí (tj. 250 mg/m<sup>3</sup>) a pro rok 2018 se limit snížil na stejnou hodnotu, která je platná i pro uhlí (30 mg/m<sup>3</sup>), změna dosahuje výše 88 %. Ve srovnání s uhlím je rozdílná výše limitů pro CO. V tomto případě u biomasy dosahuje snížení emisních limitů přibližně 23% [8].



Graf 12: Porovnání limitů pro plyn.

Poslední graf (Graf 12) znázorňuje změnu limitů vypouštěných škodlivých látek v případě spalování zemního plynu. Při tomto spalovacím procesu dochází pouze k vypouštění oxidů dusíku, oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého. Nové limity požadují snížení emisí těchto látek na polovinu [8].

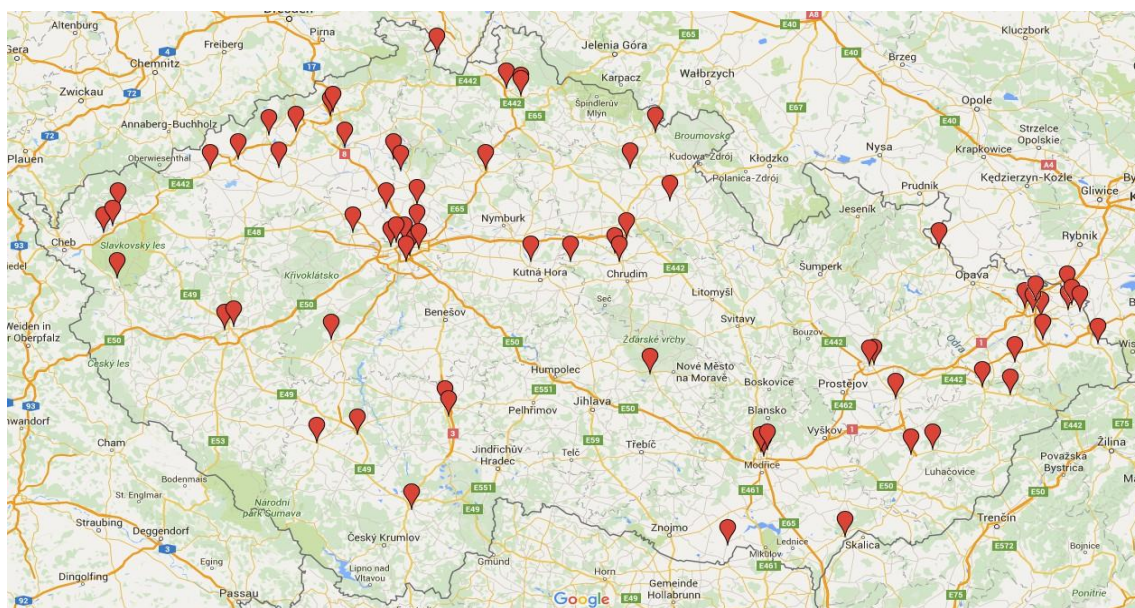
## 3 Dopady nových emisních limitů na uhelné teplárny v ČR

Příklady změn možných technologií jsou nejlépe zdokumentovatelné na velkých zdrojích, jelikož jednotlivá rozhodnutí o rekonstrukci musí být uvažována v delším časovém horizontu z důvodu složitosti technologie a náročnosti investice. Z tohoto důvodu jsou zde uváděny zdroje s instalovaným tepelným příkonem nad 50 MWt, z kterých je možno vyvodit závěr pro menší zařízení, jako je například výtopna v Kdyni.

### 3.1 Přehled tepláren, kterých se nové limity dotýkají

Tento přehled tepláren a výtopen je zaměřen na jednotlivé zdroje, které mají instalovaný tepelný příkon větší než 50 MWt, z důvodu velkého množství tepláren, potažmo výtopen, které se na našem území vyskytují.

Pro vytvoření tohoto seznamu bylo použito Rozhodnutí Evropské komise ze dne 10. 4. 2015 o oznámení předloženém Českou republikou týkajícího se přechodného národního plánu podle článku 32 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích, jenž stanovuje přechodný národní plán ohledně výše emisí.



Obrázek 4: Mapa teplárenských závodů nad 50 MWt [9].

Všechny teplárenské závody, které nesplňují emisní stropy, jsou zachyceny na obrázku výše (Obrázek 4) [7].

Tabulky s vypsanými teplárnami jsou přiloženy v příloze (Tabulka 14) a obsahují následující informace: název zařízení, škodlivé látky, které jsou označeny  $\checkmark$  v případě, pokud limity nejsou splněny, a **x** v případě, pokud limity splněny jsou.

Pro přehlednost je zde uvedena pouze tabulka pro teplárenství v Plzeňském kraji (Tabulka 6). Tabulka ukazuje, že se zde nachází dvě tepelná zařízení, z nichž na jednom bude nutné provést redukci tuhých znečišťujících látek a na druhém zdroji redukci oxidů dusíku.

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	TZL
<b>Teplárna ELÚ III</b>	$\checkmark$	$\checkmark$	<b>x</b>
<b>Plzeňská teplárenská CZT</b>	$\checkmark$	<b>x</b>	$\checkmark$

Tabulka 6: Seznam dotčených zařízení v Plzeňském kraji [7].

### 3.2 Přehled opatření, která jsou prováděna

Opatření, která se mohou pro úsporu emitování oxidu siřičitého, oxidů dusíku, tuhých znečišťujících látek a oxidu uhelnatého udělat, jsou tři. Jedná se především o přechod teplárny z uhlé paliva na spalování jiného druhu paliva. Tím může být například spoluspalování biomasy nebo čisté spalování biomasy, přičemž je možné použít stávající prostory tepláren. Druhým typem paliva, na nějž je možný přechod, je zemní plyn. S tím ale může nastat mírná decentralizace zdroje tak, že by jednotlivé plynové výtopy byly rozmístěny blíže k odběratelům.

Dalším krokem pro zachování spalování uhlí je modernizace jednotlivých provozoven, a to například fluidními kotli, které dokáží zkvalitnit samotný proces spalování, takže nedochází k takové emisi škodlivých látek. Toto opatření je kvůli vysokým cenovým nárokům doporučeno především pro provozovny s instalovaným výkonem vyšším než 50 MWt.

Poslední z těchto základních variant je snížení současného stavu emisí za pomoci použití kvalitnějších technologií pro čištění spalin, jako je odsíření a odlučovač pevných částic.

V následujících podkapitolách jsou uvedeny tři zařízení, na kterých byla zmiňovaná opatření již provedena a mohou posloužit jako inspirativní řešení pro tepelný závod v Kdyni.

### 3.2.1 Bruntál

Výtopna na hnědé uhlí v Bruntále patří společnosti TEPLO BRUNTÁL a.s., jenž provozuje v tomto městě devět zdrojů tepla:

- 4 centrální výtopny s instalovaným výkonem nad 6 MW,
- 4 domovní kotelny,
- 1 kogenerační jednotku na zemní plyn.

Domovní kotelny, kogenerační jednotka a tři centrální výtopny využívají jako zdroj paliva zemní plyn. Největší centrální výtopna



Obrázek 5: CV Dolní v Bruntále [12].

Dolní (Obrázek 5) na ulici Zeyerově s instalovaným výkonem 21,2 MWt spaluje hnědé uhlí. Teplo vyrobené v těchto zařízeních je po městě rozvedeno pomocí teplovodního rozvodu, který je dále připojen na předávací domovní stanice, z nichž teplo putuje přímo k odběratelům [10].

Centrální výtopna Dolní je provozována od roku 1980, kdy zde byly nainstalovány tři roštové kotle, které se při poslední rekonstrukci v roce 1997 vyměnily za kotle s fluidním ložem o výkonu 8 tun páry za hodinu. Při této rekonstrukci byly zabudovány tkaninové filtry, které zajišťovaly snížení emisí tuhých znečišťujících látek. Vypouštění  $SO_2$  bylo omezeno pomocí přidávání aditiva do spalovaného uhlí [11].

V letech 2014 a 2015 byla provedena celková rekonstrukce za účelem splnění nových emisních limitů. Nově zde jsou nainstalovány tři kotle s fluidním ložem,



z nichž jeden má výkon 4 tuny přehřáté páry za hodinu (slouží k letní spotřebě TUV) a dva mají výkon 8 tun přehřáté páry/hodina. Tyto kotle spalují hnědouhelný prach z dolu Bílina. Do proudu spalin je přidáváno aditivum  $NaHCO_3$ , které zajišťuje snížení obsahu emitujícího  $SO_2$  přibližně o 15% při použití shodného paliva. Kotelna má dva stupně odprášení. První využívá gravitační odlučování pevných částic a druhý stupeň funguje pomocí látkových filtrů [11].

Ve výtopně v Bruntále bylo tedy využito kombinace jednotlivých opatření. Za prvé zde byla provedena výměna kotlů na spalování hnědého uhlí a za druhé byly pomocí injektáže hydrogenuhličitanu sodného sníženy emise oxidu siřičitého.

V kdyňské teplárně je možno uvažovat výměnu starých kotlů z šedesátých let za nové fluidní. Z důvodů nutnosti celkové rekonstrukce nelze uvažovat pouze možnost přidání aditiv do spalin, popřípadě vylepšení čištění emisí. Jelikož má centrální výtopna Dolní téměř totožný tepelný výkon, lze uvažovat i skladbu kotlů jako vhodnou. Dále lze predikovat bezproblémovou dodávku paliva, jelikož nedojde ke změně jeho skladby.

### 3.2.2 Jindřichův Hradec

Teplárna v Jindřichově Hradci (Obrázek 6) patří společnosti Energetické centrum s.r.o., jenž vznikla odštěpením od textilního podniku Jitka. V době, kdy teplárna byla energetickým zařízením využitým pouze pro tento průmysl, se zde využívaly čtyři kotle výhradně na spalování mazutu a plynu [13].

Energetická koncepce ČR, která vešla v platnost 10. března 2004, způsobila v Energetickém centru v Jindřichově Hradci tvorbu návrhu na rekonstrukci teplárny. Základem toho byla výměna dvou kotlů na mazut a zemní plyn za nový kotel na spalování biomasy. Součástí rekonstrukce byla také výměna turbíny za moderní odběrovou kondenzační turbínu, k níž byla dodána kompletní kondenzační technologie. Palivovou základnu pro tento zdroj energie a tepla tvoří fytomasa - balíky slámy, sena a cíleně pěstované rostliny z okolí 70 kilometrů. Tento kotel po většinu roku zcela postačuje pro CZT a výrobu elektrické energie na kondenzační turbíně [14], [15].

Záložními a špičkovými zdroji jsou nadále tzv. mazuto-plynové kotle osazené nízkoemisními hořáky. Na těchto zdrojích bude z důvodu snížení emisí udělána pouze jedna změna, kdy dojde k odpojení hořáku na těžký topný olej a bude spalován pouze zemní plyn. Do budoucna je zde možnost nahrazení biomasy zemním plynem [14][15].

Kdyně může využít spalování biomasy, ovšem ve formě spoluspalování s uhlím ve fluidních kotlech přibližně v poměru 40 % biomasy a 60 % uhlí, a to z toho důvodu, že okolí města nezajišťuje dostatečný potenciál pro pokrytí čistého spalování. Jako biomasu lze v okolí uvažovat dřevní štěpku popřípadě jiné dřevní biomasy nebo zbytkovou slámu. Spalování zemního plynu je v obci jednou z možností, ale byly by nutné vyšší investiční náklady z důvodu výstavby nové plynové přípojky a infrastruktury.



Obrázek 6: EC Jindřichův Hradec.

### 3.2.3 Ostrov

Ostrovská teplárna (Obrázek 7) je majetkem společnosti Ostrovská teplotárenská a.s., která je v 100% vlastnictví města. Vznikla privatizací teplárny ze společnosti ZČE Plzeň.

V současné době teplárna využívá pro kogenerační provoz tři kotle na spalování hnědého uhlí ze Sokolovského revíru. Tento provoz zaručuje vyšší ekologičnost výroby tím, že dochází k lepšímu využití energie uložené v palivu [16].

V roce 1994 byly v teplárně vyměněny udržovací hořáky na lehký topný olej za hořáky na zemní plyn. Zatím nejrozsáhlejší rekonstrukce byla provedena v letech 1999 až 2000, kdy prošly generální opravou kotle K2 a K3 za účelem snížení emisí škodlivin a také za účelem vyšší efektivity spalování hnědého uhlí [17], [16][18].

Od roku 2010 probíhá rozsáhlá rekonstrukce rozvodů a teplofikace zbytku města. Samotnou rekonstrukcí dochází ke snižování ztrát tepla při transportu ke spotřebitelům [18].

Rekonstrukce, která zajistí splnění nových emisních limitů, počítá se zařazením dvou kotlů na biomasu o výkonu 8 MW a 6 MW, jenž budou spalovat dřevní štěpku. V případě přebytku slámy se změní palivová skladba pro jeden z těchto kotlů. Výrobou těchto kotlů dojde k pokrytí 46 %



Obrázek 7: Teplárna Ostrov [19].

spotřeby tepelné energie. Kvůli špatné regulaci biomasových kotlů se bude instalovat akumulátor tepla o objemu 1800 m<sup>3</sup>. Tyto dva kotle budou doplněny kotlem na uhlí. Ten ale nebude zařazen do obchodování s emisními povolenkami. Tento kotel pokryje 53,6 % spotřeby. Tato tři zařízení budou doplněna plynovým hořákem, jenž vykryje zbylé 0,4 % špičkové spotřeby [18].

V tomto případě bude provedena výměna zdroje na uhlí za spoluspalování biomasy. Tím, že proběhne snížení výkonu uhelného kotle, bude tato teplárna odebrána z obchodování s emisními povolenkami, tudíž dojde k zekonomičtění samotného provozu a také snížení emisí z důvodů podpory spalování biomasy.

Opět se jedná o spoluspalování biomasy, jenž lze uvažovat pro kdyňské zařízení. Výhody a nevýhody tohoto využití jsou popsány v kapitole 3.2.2.

## 4 Analýza možností přechodu na jiná paliva

### 4.1 Zadání

Jak již bylo zmíněno, hlavním cílem je zrekonstruovat současnou podobu teplárny v Kdyni do takového stavu, který bude splňovat nové emisní limity, jenž přichází v platnost dne 1. 1. 2018. Další podmínkou rekonstrukce je zachování služeb dodávky tepla v rozsahu takovém, v jakém jsou v současné době. To znamená zachování výroby páry, která se stala hlavním obchodním artiklem pro průmyslové podniky. Ty by byly jinak nuceny investovat do nových otopných systémů na vodu, což by vedlo k vynuceným nákladům, které tyto podniky v současné době nemají.

Druhým cílem, který byl stanoven, je zachování současné ceny tepla. Konkrétně se jedná o cenu **457,7 Kč/GJ** při odběru z primárního rozvodu, a **529 Kč/GJ** ze sekundárního rozvodu tepla.

Další podmínkou se stala výroba elektřiny v takovém množství, které by alespoň pokrylo vlastní spotřebu teplárny. Případný přebytek by byl prodán do elektrické sítě.

### 4.2 Biomasa

#### 4.2.1 Obecný popis paliva

Biomasa je organická hmota, jenž vzniká dopadem slunečního záření. Velkou výhodou tohoto paliva je umožnění akumulace energie a jeho skladovatelnost. Nevýhodou jsou vysoké ztráty, kdy se z dopadajícího záření využije přibližně pouze 1 %. Další ztráty vznikají při spalování samotného paliva. Oproti fosilním palivům má biomasa výhodu v neutrální produkci  $CO_2$ , jelikož množství, které se dostane do atmosféry při spalování, je přibližně stejné jako množství, jenž je zpětně vázáno do rostlin v zemědělských a lesních porostech. Při spalování biomasy také dochází pouze ke stopovému emitování látek jako  $SO_2$ ,  $NO_x$  (0 % až 0,1 % síry, množství  $NO_x$  lze regulovat teplotou spalování) [20], [23] - [25].

Biomasu můžeme dělit do třech skupin dle obsahu vody na:

- Suchou – dřevo, dřevní odpady, sláma, zbytky zemědělských plodin,
- Mokrou – kejda, odpady ze živočišné výroby, tekuté komunální odpady,
- Speciální biomasu – olejniny, škrobové, cukernaté plodiny [21].

Dále lze biomasu rozdělit dle způsobu pěstování. V tomto případě se jedná o záměrně produkovanou biomasu pro energetické účely (dřeviny, obiloviny, cukrová řepa, ...), nebo biomasu, jenž vznikla jako odpad (zemědělská prvovýroba, lesní těžba, organické odpady z průmyslové výroby, živočišná výroba, ...)

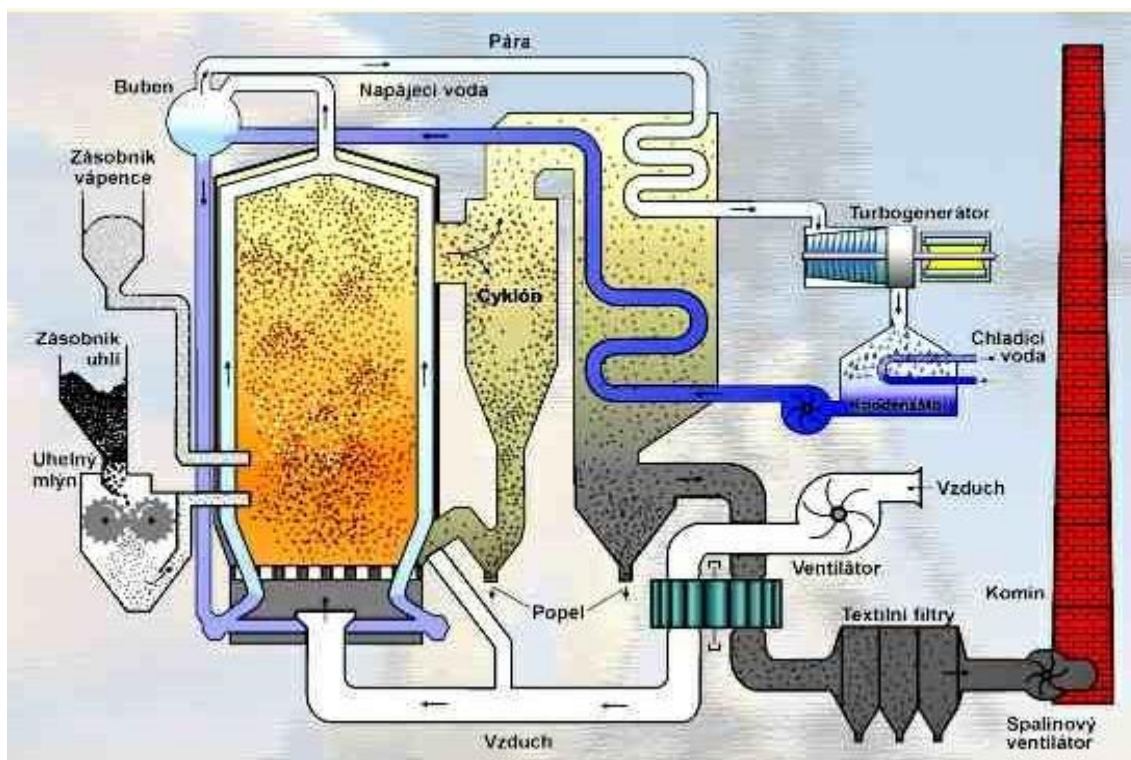
Biomasu lze zpracovávat třemi následujícími způsoby:

- Termo-chemická přeměna – pyrolýza, zplyňování
  - a) Spalování (pyrolýza) – dochází k němu za působení vysokých teplot na suchou biomasu za přítupu vzduchu.
  - b) Zplyňování – proces za vysokých teplot bez přítupu vzduchu, při němž vzniká tzv. dřevoplyn, jenž je dále spalován. Část tepla je použita na zplyňování další biomasy [21].
- Bio-chemická přeměna – fermentace, kvašení, vyhnívání, atd. Těmito procesy mohou vznikat:
  - a) Bioetanol – vzniká fermentací cukrů z cukrové řepy, kukuřice, obilí, ovoce nebo brambor. Samotná fermentace probíhá pouze v mokřém prostředí. Čistý bioetanol se následně získává destilací. Destilát se využívá jako čisté biopalivo pro spalovací motory.
  - b) Skládkové plyny – tento plyn vzniká na skládkách tuhého komunálního odpadu, jenž je tvořen přibližně z 35 % organickými látkami. Tento plyn se následně spaluje.
  - c) Bioplyn – společně s anorganickými látkami se jedná o produkt při rozkladu organických látek bez přítupu vzduchu v uzavřených nádobách za určité teploty vhodné pro bakterie [21].

- Mechanicko-chemická přeměna – lisování, esterifikace, štípání, atd. Touto přeměnou jsou produkovány:
  - a) Bionafta – lisováním řepkového semene se získává olej, který se dále zpracovává na bionaftu první generace. Ta je přimíchávána do lehkých ropných produktů. Tím vzniká bionafta druhé generace [21].

#### 4.2.2 Technologie pro město Kdyně

Pro potřeby kdyňského zásobování teplem lze brát v úvahu pouze způsob zpracování biomasy pomocí termo-chemické přeměny, a to konkrétně spalování v atmosférických fluidních kotlích s cirkulující fluidní vrstvou (Circulating Fluidized Bed Combustor – CFBC) z důvodu nejefektivnějšího využití energie pro výrobu tepla.



Obrázek 8: Schéma CFBC [28].

Tento typ spalování funguje na principu rozemletí paliva na jemný prach, který se proudem vzduchu vhání do kotle přes fluidní rošt (inertní látka, nejčastěji křemičitý písek, jenž udržuje stabilitu fluidního vrstvy). Nad tímto roštem se vytváří tekutá vroucí vrstva pomocí proudícího vzduchu, kde se pohybují částice uhlí, a popřípadě přidaného vápence, jenž snižuje obsah síry ve spalinách. Samotné částice paliva jsou obaleny vzduchem a dochází k jeho velmi rychlému



shoření. Z kotle jsou spaliny a nedokonale spálené částice odvedeny do jemného filtru – cyklónu, v němž dochází k oddělení pevných částic, které se vrací přes sifon do fluidní vrstvy, a dojde k dokonalejšímu prohoření. Proces spalování je zobrazen na obrázku výše (Obrázek 8) [26]-[30].

Fluidní kotle mohou být v režimu spoluspalování provozovány s proměnným poměrem obsahu biomasy, ovšem musí být brán zřetel na dostatečnou dodávku daného typu paliva a možnosti lokality. Proto je pro město Kdyně uvažován poměr biomasy 40 % ku 60 % hnědého uhlí [27].

Mezi výhody využití spoluspalování na fluidním loži patří snadná regulace výkonu, jenž se může snížit až na 30 % jmenovitého výkonu, dále možnost využití méně kvalitního uhlí, a to díky delší době, kterou palivo stráví v kotli. Další výhodou jsou nízké emise  $SO_2$  a  $NO_x$ . Nevýhodou se stává citlivost dané technologie na velikosti zrn namletého uhlí [27].

#### ***4.2.3 Vhodnost použití technologie a paliva***

Využití spoluspalování biomasy spolu s hnědým uhlím se jeví pro město Kdyně jako zajímavá varianta.

Fluidní kotle zajišťují oproti současně používané technologii vyšší účinnost spalování, což vede ke snížení nákladů na palivo. Zároveň umožňuje částečné využití stávajících prostor, čímž počáteční investice nebude tak finančně náročná. Také lze počítat s pokračováním kontraktu na dovoz bílinského hnědého uhlí, kterého se bude dovážet pouze menší objem. Zbytek paliva by byl zajištěn pomocí dřevní štěpky a pilin, jako odpadu z dřevozpracujícího průmyslu z okolních provozoven.

Splnění emisních limitů je zajištěno pomocí dokonalejšího spalování ve fluidních kotlích a také tím, že biomasa se vyznačuje emisním faktorem  $CO_2$  nula, což znamená, že má neutrální produkci  $CO_2$ .

### ***4.3 Uhlí***

#### ***4.3.1 Obecný popis paliva***

Uhlí patří mezi základní fosilní paliva. Vznikalo přeměnou organických látek bez přístupu vzduchu za vysokých teplot a tlaků. Základním stavebním prvkem této

látky je uhlík (*C*), dále také vodík (*H*) a kyslík (*O*). Množství těchto tří prvků určuje kvalitu samotného uhlí, jenž se projevuje výhřevností, množstvím popelovin, a rozděluje ho tak do skupin. Dalšími obsaženými prvky jsou dusík (*N*) a síra (*S*), jejichž přítomnost je velmi nežádoucí vzhledem ke znečišťování ovzduší, a další minerály. Obsah těchto minerálů dokazuje popel vzniklý po shoření paliva [31].

Jak již bylo řečeno, obsah uhlíku a vodíku určuje kvalitu této přírodní hmoty, podle které je možno uhlí dělit do následujících skupin:

- Lignit – jedná se o nejméně kvalitní hnědé uhlí, které obsahuje maximálně 65 % uhlíku a výhřevnost se pohybuje v rozmezí 14,7 až 17 GJ/kg,
- Hnědé uhlí – obsahuje 65 až 69 % uhlíku a jeho výhřevnost bývá v rozmezí 17 až 24,4 GJ/kg,
- Černé uhlí – s obsahem uhlíku na úrovni 69 až 92 % dosahuje výhřevnosti o velikosti 24,4 až 32,6 GJ/kg,
- Antracit – jedná se o nejkvalitnější druh uhlí, jenž obsahuje 86 až 98 % uhlíku s výhřevností přesahující 32,6 GJ/kg [34].

Uhlí se zpracovává následujícími způsoby:

- Spalování – jedná se o nezákladnější a nejjednodušší proces využití energie z uhlí. Při dokonalém spalování se uvolňuje vodní pára a oxid uhličitý, ovšem v současných podmínkách se dále uvolňují oxidy síry a dusíku, popílek. Kvalitu spalování nejvíce ovlivňuje kvalita využitého uhlí a samotný proces spalování, proto jsou stále zdokonalována ohniště (od roštových typů po fluidní kotle). Ke spalování se využívají všechny typy uhlí o různých zrnitostech.
- Koksování (karbonizace) – Pro koksování je využitelné pouze černé uhlí o určité zrnitosti. Jedná se o proces probíhající za vysoké teploty bez přístupu vzduchu. Výsledným produktem je koks, jenž má oproti klasickému uhlí nižší podíl kyslíku a vodíku, čímž získává vyšší výhřevnost. Dalším produktem je takzvaný koksárenský plyn, který se využívá jako palivo s nízkou výhřevností.



- Nízkoteplotní karbonizace hnědého uhlí – V principu se jedná o podobný proces jako koksování. Jako výsledek se získá asi 45 % polokoksu, 12 % pohonných hmot, 14 % karbonizačních a fenolových vod, 8 % plynu.
- Zplyňování uhlí – Proces, při kterém se vede přes rozžhavené uhlí směs vodní páry a vzduchu a vzniká svítiplyn. V současnosti se již nevyužívá, ale obdobnými procesy je vyráběn generátorový plyn, jenž je hojně využíván u paroplynových generátorů [34].

Výhodou využití uhlí je jeho cena, dostupnost a možnost zpracování různými způsoby. Největší nevýhodou je obsah škodlivých látek, jenž vznikají při jeho spalování. Z toho důvodu se vyvíjejí nové technologie, které jsou ale pro provozovatele nákladné na pořízení [32], [33].

#### *4.3.2 Technologie pro město Kdyně*

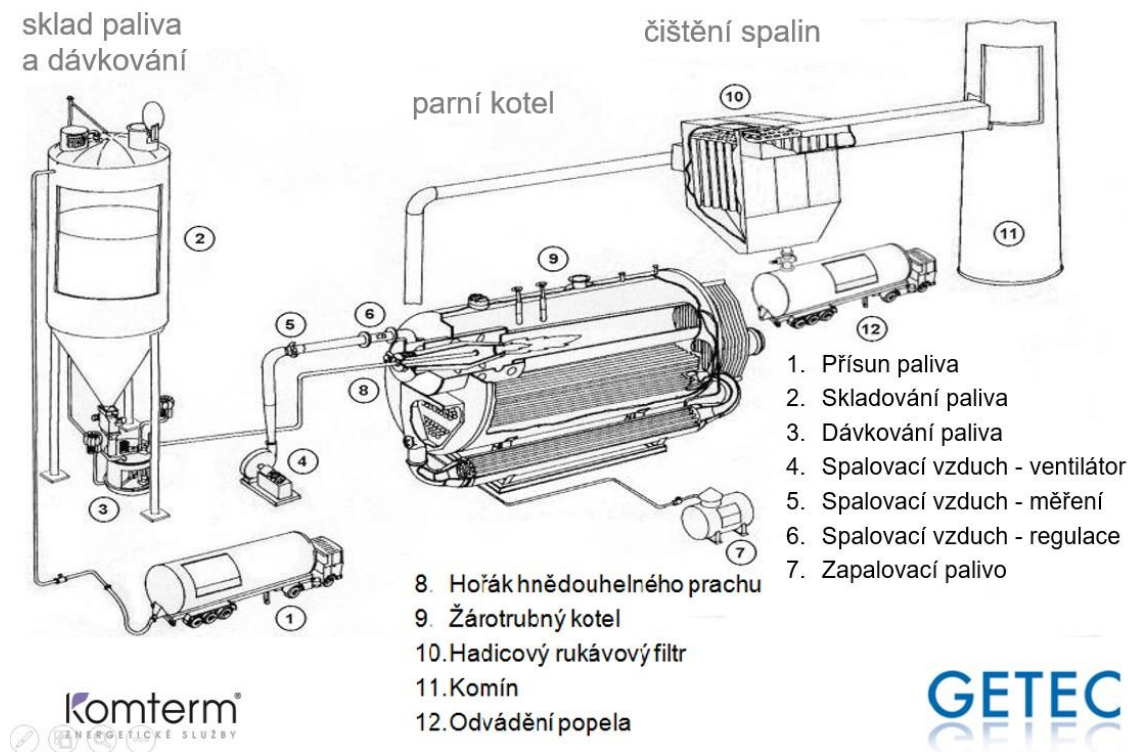
Jelikož se v současném provozu spaluje hnědé uhlí a nejsou splněny emisní limity, přichází v úvahu použití jiné technologie spalování, než je nyní využíváno. První možností je využití fluidních kotlů, ovšem pro kdyňský tepelný výkon tato technologie není výhodná z ekonomického hlediska.

Druhou možností je využívání technologie žárotrubného kotle pro spalování hnědouhelného multiprachu. Konkrétně se jedná o technologii firmy GETEC, jenž v České republice zajišťuje společnost Komterm. Celá technologie je zobrazena na obrázku níže (Obrázek 9).

Jako palivo se zde využívá hnědé uhlí o velikosti zrna do 0,3 mm a vlhkosti v rozmezí 10 – 11 %. Tato směs se vyznačuje nízkým bodem vzplanutí, jenž se pohybuje okolo 450 °C. Hnědouhelný prach je do provozu dovezen autocisternou, jenž na jeden závoz doveze přibližně 25 tun paliva. Na 10 závozů vychází jeden odvoz popela opět autocisternou [35], [36].

Palivo se na začátku procesu fluidizuje, otáčející se dávkovací kotouč s vývrty je dokonale pokryt uhelným prachem. Palivo je z vývrtů vyfoukáváno dopravním vzduchem a vstupuje do dopravního potrubí. Prázdné vývrty se cyklicky stále plní a vyprazdňují. Z dávkovacího kotouče proudí palivo do impulzního hořáku, jenž je umístěn v hořákové komoře, kde je silně turbulentní proudění vzduchu. To zapříčiňuje vysoké rychlosti proudění vzduchu, dobrou recirkulaci, která zajišťuje

vysoký stupeň promíchání paliva. Výsledkem toho jsou výborné spalovací a reakční vlastnosti a tedy vysoké tepelné výkony v malých prostorách. Pro čištění spalin je využito cyklonového odlučovače a rukávcového filtru s tlakovzdušnou regenerací [35], [36].



Obrázek 9: Schéma technologie GETEC - spalování hruboprachu [36].

V konečném efektu dosahuje toto zařízení tepelné účinnosti zhruba 92 %. Dále se dá využít v provozu kogenerace, kdy se navíc vyrábí elektrická energie [35], [36].

#### 4.3.3 Vhodnost použití paliva a technologie

Využití spalování hruboprachu v režimu kogenerační výroby v kdyňském provozu se jeví jako velmi zajímavá varianta, a to z několika hledisek.

Nejdůležitějším hlediskem je samotná vysoká tepelná účinnost, jenž byla zmíněna v kapitole 4.3.2, dosahující hodnot až 92 % a její možné zvýšení pomocí kogeneračního režimu. Vysoká účinnost sníží palivové náklady na provoz a výroba elektřiny pokryje vlastní spotřebu. Dalším hlediskem, které tento způsob využití hnědého uhlí dělá zajímavým, je vysoká ekologická čistota vypouštěných spalin díky vysokému stupni prohoření paliva, což je velmi podstatné z důvodů nových emisních limitů, kvůli kterým se celá rekonstrukce provádí. Mezi další

výhody lze zařadit čistotu provozu, jenž je zaručena díky pohybu paliva pouze v krytých zásobnících a potrubním systémem. Tento systém má také výhodu v úspoře pozemků, jelikož není vyžadována skládka uhlí a skládka popela.

Dovoz paliva a odvoz popela autocisternami ale může způsobit problém se stávající silniční komunikací vedoucí k výtopně z toho důvodu, že z dlouhodobého hlediska nemusí cesty vydržet tlaky, které způsobí projíždějící autocisterny. Jako záporný bod se také jeví to, že nejsou na toto zařízení z dlouhodobého hlediska reference. V současnosti se jedná o novou technologii, která se v České republice uvádí do provozu pouze ve Františkových Lázních, ovšem například v Německu spalování hruboprachu zažívá velký rozvoj.

## 4.4 Zemní plyn

### 4.4.1 Obecný popis paliva

Zemní plyn je primární fosilní zdroj energie, jenž je velice často nalézán spolu s ropou nebo uhlím. Jedná se o bezbarvý, nejedovatý, nezapáchající a hořlavý plyn, který se řadí do skupiny topných plynů. Pro svoji nejedovatost je, na rozdíl od svítiplynu, využíván hojně v domácnostech k vaření a ohřevu vody [31], [38].

Zemní plyn je ve své podstatě směs plynů, přičemž nejvýznamnější sloučeninou je methan ( $CH_4$ ). Dále se skládá z ethanu ( $C_2H_6$ ), propanu ( $C_3H_8$ ), butanu a isobutanu ( $C_4H_{10}$ ). Obsahuje také oxid uhličitý ( $CO_2$ ) a dusík ( $N_2$ ). V některých případech může zemní plyn obsahovat i složku helia ( $He$ ). Kvůli svému nezapáchajícímu charakteru je do něho přimíchávána výrazně páchnoucí složka pro snadnější zjištění případného nekontrolovaného úniku [31].

Těžený zemní plyn se dělí do čtyř základních skupin:

- Zemní plyn suchý (chudý) – vyznačuje se vysokým procentem methanu a nízkým procentem vyšších uhlovodíků.
- Zemní plyn vlhký (bohatý) – obsahuje na úkor methanu více vyšších uhlovodíků.
- Zemní plyn kyselý – obsahuje vysoké procento sulfanu ( $H_2S$ ), jenž je nutno před dodávkou k odběratelům odstranit.

- Zemní plyn s vyšším obsahem inertů – vyznačuje se vyšším podílem především  $CO_2$  a  $N_2$  [38].

V energetickém průmyslu se zemní plyn využívá převážně dvěma charakteristickými způsoby:

- Paroplynové elektrárny – v ČR v současnosti v provozu jediná elektrárna tohoto typu, a to PPC Počerady, jenž slouží ke krytí špičkových odběrů [39].
- Lokální vytopy – tyto vytopy slouží buď jako záložní zdroje pro většinu uhelných tepláren, popřípadě také jako špičkové zdroje pro krytí odběru tepla, jenž nestihne teplárna dodat, nebo jako vytopy pro soukromý objekt [39], [40].

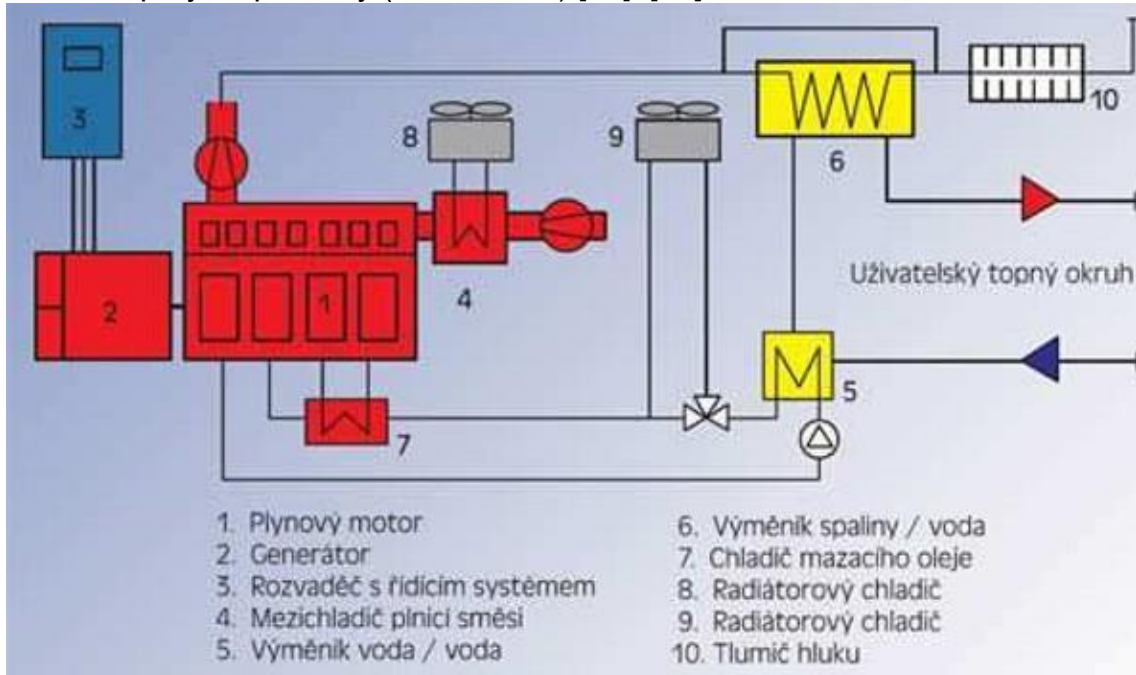
Největší výhodou využití zemního plynu v energetice je jeho ekologičnost. Při správném spalování dosáhneme vysoké účinnosti zařízení. Oproti spalování uhlí nebo topných olejů má výrazně nižší emise. Především se jedná o to, že při jeho spalování nedochází k uvolňování oxidu síry, nevznikají tuhé úlety a emituje poloviční emise oxidu uhličitého. Další výhodou je vysoká výhřevnost tohoto paliva [37], [41].

Nevýhodou zemního plynu je jeho vyšší cena oproti energii z uhlí, proto je po většinu času paroplynová elektrárna v Počeradech mimo provoz. Druhou nevýhodou je vysoká závislost na dovozu této suroviny, v současnosti převážně z jedné země (Rusko). V budoucnosti se má dovoz plynu více diversifikovat, takže tato nevýhoda by měla být minimalizována [40].

#### *4.4.2 Technologie pro město Kdyně*

Město Kdyně počítá s možností využití kogenerační jednotky s pístovými motory, jenž bude spalovat zemní plyn, a využití bivalentních plynových kotlů na zemní plyn pro pokrytí špičkových spotřeb. Princip kogenerace spočívá ve sdružené výrobě elektřiny a tepla. Elektřina vyrobená v tomto provozu bude využívána především pro vlastní potřebu a zbytek bude prodáván do elektrické rozvodné sítě [1].

Základem pro kogenerační jednotku s pístovými motory jsou klasické motory využívané v automobilovém průmyslu. Spalováním plynu motor pohání generátor vyrábějící elektrickou energii. Teplo je získáváno jak chlazením motoru – teplota chladicí vody dosahuje přibližně 80 °C, tak chlazením odpadních spalín, které dosahují teploty až 500 °C. Výsledná produkovaná energie může být dodávána ve formě páry i teplé vody (Obrázek 10) [42], [44].



Obrázek 10: Schéma plynové kogenerace s využitím pístového motoru [45].

Výhoda kogeneračních jednotek spočívá ve vysoké účinnosti provozu, jenž je zajištěna sdruženou výrobou, a z toho plynoucí pokrytí vlastní spotřeby elektřiny. Nevýhodou jsou primárně vyšší měrné investiční náklady a také závislost výroby elektřiny na produkci tepla.

#### 4.4.3 Vhodnost použití

Poslední varianta – plynová – je výhodná opět vzhledem k vysoké účinnosti provozu, jenž je způsoben samotným kogeneračním provozem. Tímto provozem dojde opět k pokrytí vlastní spotřeby elektřiny. Dalším plusem pro město Kdyně je nízkoemisní provoz těchto zařízení a z toho plynoucí splnění limity pro rok 2018. Jelikož se v principu jedná o podobný provoz jako spalování hruboprachu, tak lze také hovořit i o vysoké čistotě provozu a vysoké úspoře pozemků.

Ovšem tato technologie má oproti spalování hruboprachu nevýhodu, která spočívá v dopravě paliva, a to konkrétně v nutnosti vystavět plynovod až k budově teplárny. Tato investice je zásadní z hlediska celkové finanční náročnosti projektu, která se výsledně podepíše na výsledné ceně tepla.

## 5 Ekonomický model jednotlivých variant s citlivostní analýzou

### 5.1 Obecný popis ekonomického modelu

Ekonomický model byl vytvořen v tabulkovém editoru Microsoft Excel. Pro větší přehlednost je pro každý typový soubor prvků využitý zvláštní list, jak ukazuje následující Diagram 2.

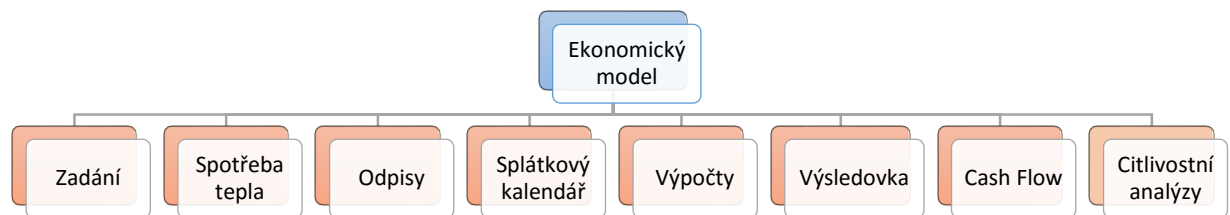


Diagram 2: Struktura ekonomického modelu.

Následující podkapitoly pohovoří o každém listě zvlášť, popíší jejich obsah a uvedou principy jednotlivých výpočtů.

#### 5.1.1 Zadání

Na tomto listě jsou uvedeny základní údaje a informace, jenž dále vstupují do dalších výpočtů na ostatních listech, a umožňuje také jejich editaci. Jediný výpočet na tomto listu spočívá v určení diskontu za pomoci inflace a váženého průměru nákladů kapitálu (WACC).

Model WACC udává průměrnou cenu, jenž musí být zaplacená za využití kapitálu. Využívá rozložení výnosu vlastního a cizího kapitálu za pomoci poměru daného skladbou kapitálu. Je dán rovnicí (Rovnice 1;  $r_E$  – výnosnost vlastního kapitálu,  $r_D$  – výnosnost cizího kapitálu,  $E$  – celkový vlastní kapitál,  $D$  – celkový cizí kapitál).

$$WACC = r_E * \frac{E}{E + D} + r_D * \frac{D}{E + D}$$

Rovnice 1: Výpočet WACC [46].

Tento požadovaný výnos je dále přepočítán do nominální hodnoty podle Rovnice 2 ( $R_n$  – nominální diskont,  $R_r$  – reálná diskontní sazba vypočítaná přes WACC,  $i$  – inflace):

$$R_n = (1 + R_r) * (1 + i) - 1$$

*Rovnice 2: Výpočet nominálního diskontu.*

Tato vypočtená hodnota již dále vstupuje do ostatních výpočtů.

### **5.1.2 Spotřeba tepla**

Tento list slouží pro rozdělení spotřeby tepla na teplovodní a parní část tepla. Do výpočtů vstupují jak dílčí hodnoty, tak hodnota celková.

Jelikož současný instalovaný výkon výtopny (22,8 MW) je zbytečně vysoký, bylo nutné určit velikost instalovaného výkonu, který bude vystavěn. Toto dimenzování je provedeno pomocí série výpočtů. Nejprve je potřeba přepočítat celkovou parovodní a teplovodní měsíční spotřebu na průměrnou denní spotřebu v měsíci (Rovnice 3;  $Q_{di}$  – denní parní či teplovodní spotřebu,  $Q_{mi}$  – měsíční,  $d$  – počet dní v měsíci).

$$Q_{di} = \frac{Q_{mi}}{d}$$

*Rovnice 3: Přepočet na denní spotřebu.*

Tato denní spotřeba byla následně rozdělena pomocí denních diagramů odběrů teplovodního a parního rozvodu pro jednotlivá denní období (Graf 13 a Graf 14) na hodinové odběry pro typické dny jednotlivých měsíců (Rovnice 4;  $Q_{ih}$  – hodinová parní či teplovodní spotřeba,  $k$  – hodinový koeficient spotřeby).

$$Q_{ih} = \frac{Q_{id}}{\sum_j k_j} * k$$

*Rovnice 4: Přepočet na hodinovou spotřebu.*

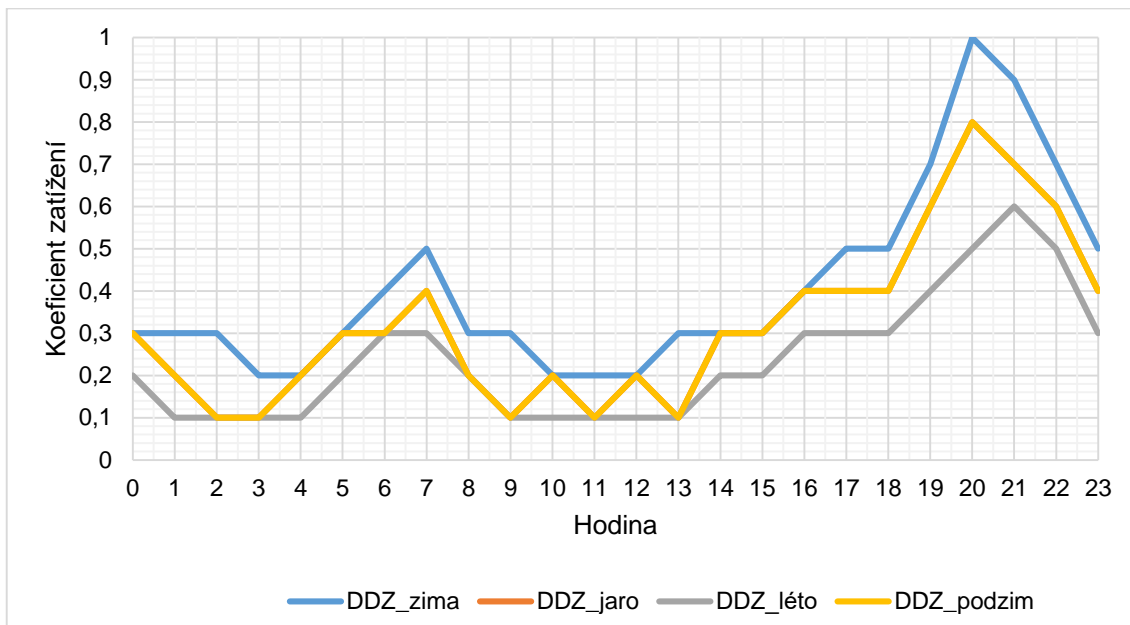
Tyto odběry jsou nadále sečteny a vyhledá se maximální hodinový odběr ze všech měsíců. Z těchto maxim je následně vybráno maximum, které značí minimální požadovaný instalovaný výkon teplárny.



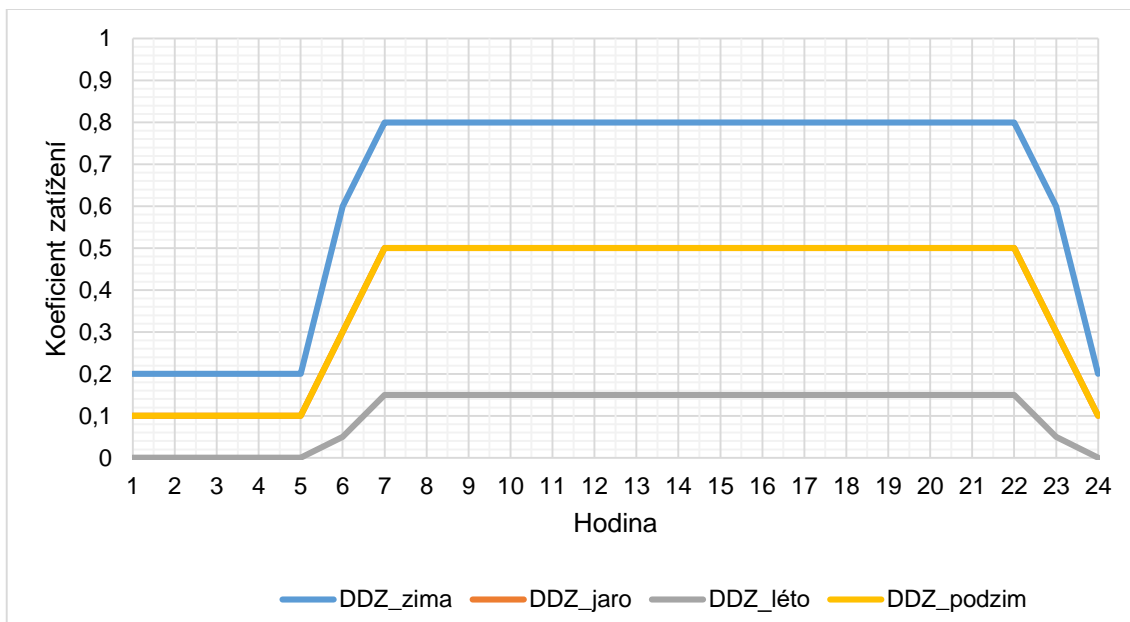
(Rovnice 5;  $Q_{maxh}$  – maximální hodinový odběr,  $Q_{th}$  – hodinový teplovodní odběr,  $Q_{ph}$  – hodinový parní odběr).

$$Q_{maxh} = \max_h(\max_m(Q_{th} + Q_{ph}))$$

Rovnice 5: Vyhledání maximální hodinové spotřeby.



Graf 13: Koefficienty denního diagramu odběru teplovodního rozvodu.



Graf 14: Koefficienty denního diagramu odběru parního rozvodu.

### 5.1.3 Odpisy

Na tomto listě se počítají průměrné odpisy celého zařízení a to jak daňové, tak účetní. Daňové odpisy určuje zákon o daních z příjmů a zohledňují se při určování základu daně z příjmu, zatímco účetní odpisy si určuje sám podnikatel, většinou na dobu životnosti projektu, a vstupují jako účetní náklady do výpočtu cash flow.

Jak daňové, tak účetní odpisy jsou počítány za pomoci lineárního odpisového plánu. Pro první rok je velikost odpisu rovna částce získané pomocí Rovnice 6 a následující roky pomocí Rovnice 7 ( $O$  – výše odpisů pro daný rok,  $I$  – výše investice,  $T$  – celkovou dobu odepisování).

$$O_1 = \frac{I}{(2 * T - 1)}$$

*Rovnice 6: První rok lineárního odpisování.*

$$O_{n+1} = \frac{2 * I}{(2 * T - 1)}$$

*Rovnice 7: Následující roky lineárního odpisování.*

### 5.1.4 Splátkový kalendář

Jak název podkapitoly napovídá, tak tento list řeší splácení úvěru a výpočty jednotlivých půjček, úmorů a úroků. Pro splácení dluhu je využito anuitního splácení s roční splátkou. Pro výpočet anuity (roční splátky), ročního úmoru a daného úroku jsou využity následující rovnice (Rovnice 8, Rovnice 9, Rovnice 10;  $K$  – celková výše úvěru,  $r$  – diskontní sazba,  $T$  – celková doba splácení,  $K_{n-1}$  – výše nesplaceného dluhu v předešlém roce,  $u$  – úroková míra).

$$A = K * \frac{(1 + r)^T * r}{(1 + r)^T - 1}$$

*Rovnice 8: Anuitní splátka.*

$$S_n = K_{n-1} * u$$

*Rovnice 9: Výše úroku.*

$$U_n = K_{n-1} - S$$

*Rovnice 10: Výše úmoru.*

### 5.1.5 Emise

Tento list primárně řeší množství emisí CO<sub>2</sub>, jenž bude vypouštěno do ovzduší při spalování daného paliva a na které bude nutno kupovat emisní povolenky. Výpočet je proveden pomocí Rovnice 11 ( $Q_{np}$  – průměrná výhřevnost paliva,  $\eta$  – účinnost spalování,  $Q$  – celková spotřeba tepla,  $E$  – emisní faktor daného paliva).

$$M_{CO_2} = \frac{Q * E}{Q_{np} * \eta}$$

*Rovnice 11: Množství CO<sub>2</sub>.*

Následně se zde řeší rozložení výroby tepla mezi jednotlivé prvky daného systému (kogenerační jednotka vs. plynový kotel, rozložení paliva mezi biomasu a uhlí).

### 5.1.6 Výsledovka

Tato část excelovského souboru počítá výsledek hospodaření za běžnou činnost pro jednotlivé roky po celou dobu životností všech tří projektů. Základem pro výpočet tohoto výsledku je určení provozního výsledku hospodaření, jenž se skládá z jednotlivých nákladů a výnosů. Jednotlivé náklady a výnosy jsou každý rok zvyšovány podle jednotlivých růstů. Také je zohledněn pokles účinnosti zařízení z důvodu zastarávání. Dále je k němu přidán finanční výsledek hospodaření, který je určen úroky z dluhů. Tímto se získá zisk před zdaněním neboli EBT (Rovnice 12).

$$EBT = Výnosy - Náklady - Úroky$$

*Rovnice 12: Výpočet EBT.*

Pro určení výsledku hospodaření za běžnou činnost je nutné od EBT následně odečíst daň, která je počítána ze základu daně, jako který poslouží právě EBT (Rovnice 13).

$$\text{Výsledek hospodaření za běžnou činnost} = EBT - \text{Daně}$$

Rovnice 13: Výpočet hospodářského výsledku za běžnou činnost.

### 5.1.7 Cash Flow

Posledním výpočetním listem ekonomického modelu kdyňské teplárny je list sloužící pro výpočet hodnotících ekonomických ukazatelů. Základem se stává výpočet operativního cash flow pro jednotlivé roky přičtením odpisů a daňové ztráty, jenže se počítá při záporném výsledku hospodaření za běžnou činnost, k hospodářskému výsledku z běžné činnosti a následnému odečtení úmoru investice (Rovnice 14).

$$CFO = \text{Výsledek hospodaření za běžnou činnost} + \text{Odpisy} + \text{Daňová ztráta} - \text{Úmor}$$

Rovnice 14: Výpočet Cash Flow.

Hodnota Cash Flow získaná z Rovnice 14 se nadále využívá pro výpočty Free Cash Flow to Firm (FCFF) značící výhodnost projektu z pohledu firmy, tedy bez hlediska financování (pohled akcionáře i věřitele, Rovnice 15) a Free Cash Flow to Equity (FCFE) ukazuje projekt z pohledu vlastního kapitálu, tedy z pohledu investora. FCFF získáme přičtením úroku sníženého o daně, odečtením investice a následném přičtení úmoru k Cash Flow a FCFE (Rovnice 16), které se vypočítá z FCFF odečtením úroku sníženého o daň a přičtením nového dluhu a následným odečtením částky splaceného dluhu.

$$FCFF = CFO + [\text{Úrok} * (1 - \tau)] - \text{Investice} + \text{Úmor}$$

Rovnice 15: Výpočet Free Cash Flow to Firm [46].

$$FCFE = FCFF - [\text{Úrok} * (1 - \tau)] + \text{Nový dluh} - \text{Splacený dluh}$$

Rovnice 16: Výpočet Free Cash Flow to Equity [46].

Hodnoty jednotlivých Free Cash Flow jsou následně zdiskontovány a sečteny, výsledkem je čistá současná hodnota (NPV), jenž ukazuje výhodnost projektu. Do výpočtu NPV ve variantě s FCFE do výpočtu vstupuje snížená hodnota investice o velikost půjčky. Uvažuje se tedy cena, kterou zaplatí investor. Je-li NPV kladné, projekt se přijímá. Pokud je záporné, tak se projekt nepřijímá. Kriteriaální podmínkou je co nejvyšší hodnota NPV. Výpočet je proveden dle Rovnice 17 ( $FCF_t$  – free cash flow v jednotlivých letech,  $r$  – diskont, jenže je brán

v úvahu v případě výpočtu s FCFF ve výši WACC a v případě FCFE pouze s výnosem vlastního kapitálu,  $t$  – doba životnosti projektu).

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{FCF_t}{(1+r)^t}$$

*Rovnice 17: Výpočet NPV [46].*

Dalším ekonomickým hodnotícím kritériem pro určení efektivnosti je vnitřní výnosové procento (IRR). Jedná se o takovou velikost diskontu, při níž se čistá současná hodnota rovná nule. Kritériem je opět co nejvyšší hodnota IRR. I zde ve variantě s FCFE je počítáno se sníženou hodnotou investice o půjčenou částku. Pro výpočet slouží Rovnice 18.

$$\sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

*Rovnice 18: Výpočet IRR [46].*

### 5.1.8 Citlivostní analýzy

Posledními listy, jenž ekonomický model obsahuje, jsou jednotlivé listy pro citlivostní analýzy jednotlivých možných variant budoucího provozu teplárny. Každá varianta obsahuje citlivostní analýzy na nejdůležitější vstupní parametry, které ovlivňují konečnou hodnotu rozhodovacího kritéria.

## 5.2 Obecné předpoklady

Prvním a nejdůležitějším předpokladem pro výpočet ekonomické efektivnosti je celková a dílčí spotřeba tepla. Model počítá se spotřebou z roku 2014 z důvodu stálosti odběru tepla v předchozích letech. Fakticky jde o celkovou spotřebu **59 208 GJ**, z čehož **25 530 GJ** je spotřeba tepla dodaného pomocí páry a **33 678 GJ** pomocí rozvodů teplé vody. Z toho plyne velikost nového zařízení **10 MW**. Dále je počítáno se ztrátami v rozvodných sítích udávaných provozovatelem, konkrétně **20 %** v parních rozvodech z důvodu vysokého stáří a s **7 %** v teplovodních rozvodech. Pokles účinnosti zařízení způsoben stářím je určen ve výši **0,2 %** za rok pro druhý až pátý rok provozu, **0,5 %** od šestého do

patnáctého roku a **0,75 %** od šestnáctého roku života do konce životnosti. Tyto poklesy účinnosti jsou vyjádřeny procenty za rok [1].

Dalším důležitým parametrem je cena dodávky tohoto tepla, která byla určena pomocí dokumentu s předběžnými cenami tepla pro rok 2015 Energetického Regulačního Úřadu, správnost použití této hodnoty je dáno požadavkem na zachování výše ceny i po rekonstrukci. Jedná se o cenu **457,70 Kč/GJ** tepla z rozvodu páry a **529,00 Kč/GJ** tepla z rozvodu teplé vody s predikcí růstu **1,5 %** za rok. Cena emisních povolenek byla stanovena podle vývoje na burze a to na **160 Kč/t CO<sub>2</sub>** s ročním růstem **1 %** [6][47].

Celková životnost projektu je stanovena **třicet let** a po tuto dobu se bude splácet i úvěr, jenž bude na rekonstrukci poskytnut ve výši **80 %** z celkové sumy. Úroková míra dosahuje výše **3 %**. Takto nízká úroková míra je volena z důvodu neziskovosti obecní organizace. Výnosnost vlastního kapitálu pro tento ekonomický model je stanovena na úrovni **7 %** z důvodu rizikovosti investice, kdy může dojít ke změně velikosti odebíraného množství tepla, převážně z řad průmyslových podniků. Z těchto údajů je následně vypočítán diskont pomocí Rovnice 1 a Rovnice 2. Doba, po kterou se zařízení bude odepisovat, je **20 let** z důvodu zařazení výstavby tohoto druhu do čtvrté odpisové skupiny [48].

Po provedení rekonstrukce klesne i počet zaměstnanců na **pět** s průměrnou měsíční mzdou **40 000 Kč** a predikcí ročního **2,5%** růstu. Zařízení je pojištěno za cenu **0,5 %** ročně z celkové výše investice.

## **5.3 Spoluspalování biomasy**

### **5.3.1 Konfigurace a vstupní hodnoty**

Uspokojení potřeb na teplo v tomto případě splní dva fluidní kotle, umožňující spalovat biomasu v kombinaci s fosilním palivem, jeden o výkonu **6 MW** a druhý **4 MW**. Dále je instalována turbína o výkonu **250 kW** pro pokrytí vlastní spotřeby elektřiny. Do investice je započítána zařazení nových kotlů a úprava technologie pro přípravu biomasy. Tyto fluidní kotle dosahují účinnosti **91 %**.

Měrné investiční výdaje dosahují výše **8 000 Kč/kW**, tato hodnota pochází z obdobné investice ve městě Ostrov a je zvýšena z důvodu menšího

instalovaného výkonu. Jak bylo uvedeno v kapitole 4.4.2, tak poměr spalování biomasy je **40 %** ku **60 %** hnědého uhlí. Uvažovaná biomasa je dřevní štěpka, jejíž výhřevnost dosahuje hodnoty **15,5 GJ/t** a cena **140 Kč/GJ** s predikcí růstu ceny **1,5 %** za rok. Cena dopravy biomasy nákladní automobilovou dopravou z okolních zpracoven je vyčíslena na **115 Kč/t** s ročním růstem **1 %**. Emisní faktor vzhledem k neutrálnímu cyklu CO<sub>2</sub> je roven **nule** [49]-[52].

Pro uhelnou část paliva je uvažováno zachování stávající dodávky z produkce Severočeských dolů Chomutov a.s. s označením hruboprach hp1, druh 135 – Bílina. Výhřevnost tohoto druhu paliva je podle údajů výrobce **17 GJ/t** a cena **90 Kč/GJ**, růst cen výpočet uvažuje **2 %** za rok. Doprava zajištěná kolejovou vlečkou vyjde na **150 Kč/t** s ročním růstem **1 %** [53].

Provozní náklady jsou určeny jako **5 %** z celkové investice, jedná se o náklady spojené s přípravou paliva (například dosoušení), a náklady na údržbu a opravy jako **1,5 %** z investice.

### *5.3.2 Ekonomické vyhodnocení*

Jak bylo řečeno v kapitole 5.1 v obecném popisu ekonomického modelu, tak byla nejprve sestavena výsledovka, tedy výkaz zisku a ztrát. První rok provozu zachycuje z finančního hlediska následující Tabulka 7 (Celá výsledovka je přiložena v příloze jako Tabulka 15).

<i>Výnosy</i>	
Prodej tepla	29 500 743 Kč
Prodej elektřiny	0 Kč
<i>Náklady</i>	
Palivo	-9 619 638 Kč
Doprava	-381 599 Kč
Elektřina	0 Kč
Povolenky	-839 532 Kč
Zaměstnanci	-2 400 000 Kč
Pojištění	-400 000 Kč
Náklady na provoz	-1 600 000 Kč
Náklady na údržbu	-1 200 000 Kč
Odpisy - lineární	-2 051 282 Kč
<i>Provozní výsledek hospodaření</i>	11 008 691 Kč
Úroky	-1 920 000 Kč
<i>Finanční výsledek hospodaření</i>	-1 920 000 Kč
<b>EBT</b>	<b>9 088 691 Kč</b>
Daň z příjmů	-1 726 851 Kč
<i>Výsledek hospodaření za běžnou činnost</i>	7 361 840 Kč

*Tabulka 7: Výkaz zisků a ztrát u spoluspalování biomasy.*

Výnosem je pouze prodej tepla ve stanoveném množství a za předem danou cenu a následující roky se zvyšuje tempem růstu ceny tepla. Elektřina není prodávána, jelikož slouží pouze k pokrytí vlastní spotřeby.

V nákladové části se stává nejvýraznější položkou částka zaplacená za palivo, jenž se skládá z ceny za biomasu a uhlí. Tímto způsobem je složena i výsledná položka za dopravu paliva do objektu. Díky instalaci turbíny na pokrytí vlastní spotřeby elektřiny nejsou účtovány žádné platby za využití elektrické energie. Posledním nákladem, který musel být podroben dělení mezi biomasu a uhlí, jsou poplatky za emisní povolenky. Ty se platí pouze za fosilní část paliva. Ostatní náklady se váží už k celé investici. Pojištění, náklady na provoz a náklady na údržbu jsou dány procentuální výší z investované částky, odpisy jsou počítané dle Rovnice 6 a Rovnice 7. Náklady na zaměstnance jsou dány pouhým vynásobením hrubé měsíční mzdy počtem zaměstnanců a celkovým obdobím, tedy dvanácti měsíci. Každá položka v nákladové části výsledovky je meziročně zvyšována podle svého tempa růstu.

Důležitým ukazatelem výsledovky je EBT neboli zisk před zdaněním, vypočítá se podle Rovnice 12. Následným odečtením daně (Rovnice 13) se získá výsledek



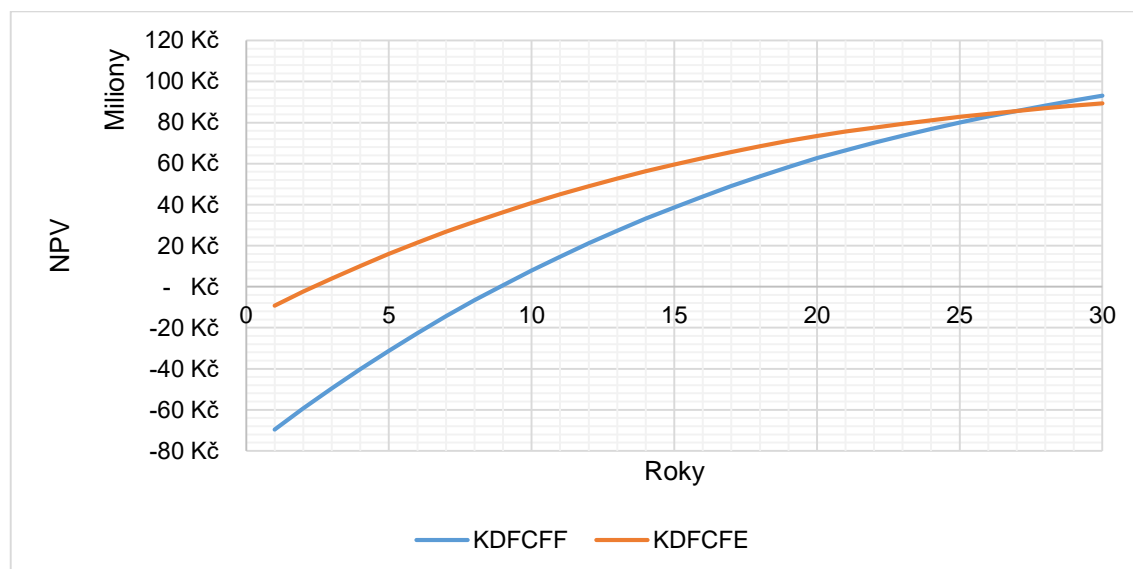
hospodaření za běžnou činnost v roce. V prvním roce se jedná o částku **7 361 840 Kč**.

Pro další ekonomické hodnocení bylo sestaveno operativní Cash Flow (Rovnice 14) v jednotlivých letech a následně vypočítáno FCFF (Rovnice 15) a FCFE (Rovnice 16) a z nich následně určeny hodnotící ekonomické ukazatele NPV (kumulované diskontované FCFF a FCFE v posledním roce) a IRR. Výsledné hodnoty kritériálních funkcí pro vstupní hodnoty uvedené v kapitolách 5.2 a 5.3.1 jsou zaznamenány v následující tabulce (Tabulka 8).

	<b>FCFF</b>	<b>FCFE</b>
<b>NPV</b>	93 167 276 Kč	89 415 477 Kč
<b>IRR</b>	14,84%	48,61%

Tabulka 8: Ekonomické vyhodnocení spoluspalování biomasy.

Kladné hodnoty NPV a IRR vyšší než stanovený diskont ukazují výhodnost investice do instalace dvou kotlů umožňujících spalování biomasy pomocí fluidní technologie jak z pohledu investora, tak z pohledu firmy. Vysoká čísla ukazují, že projekt se stává výhodným v průběhu své životnosti. Pro znázornění je přiložen Graf 15 kumulovaných diskontovaných Free Cash Flow. V místě, kde se křivky kumulovaných diskontovaných FCF protínají s časovou osou, začíná být projekt výhodný. U FCFF tato situace nastává v devátém roce provozu a u FCFE ve třetím.

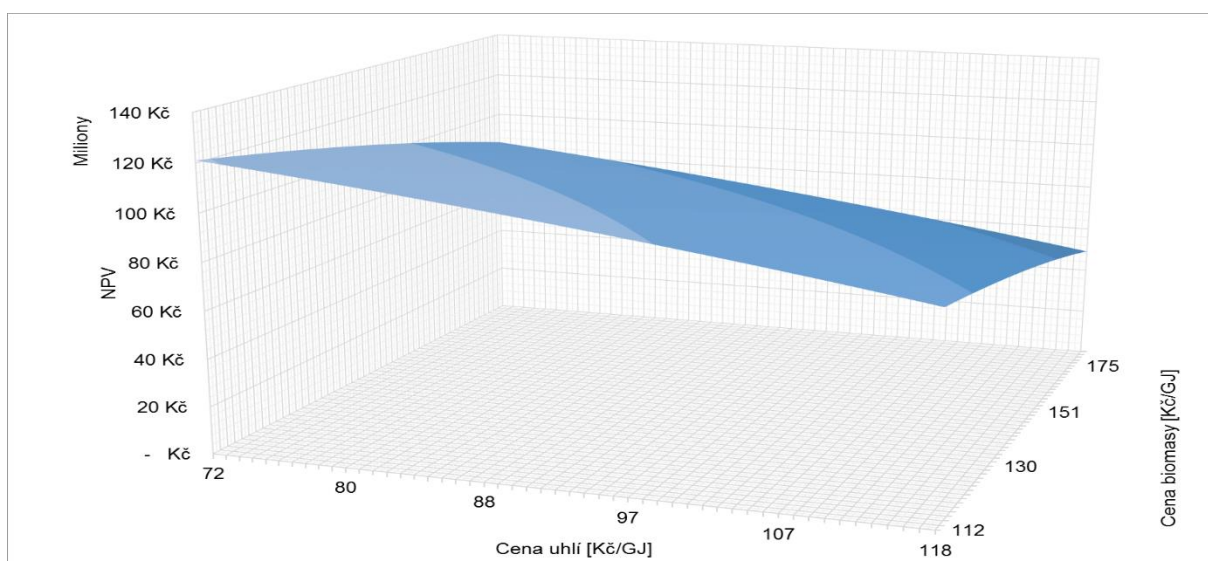


Graf 15: Průběh kumulovaného diskontovaného FCFF a FCFE spoluspalování biomasy.

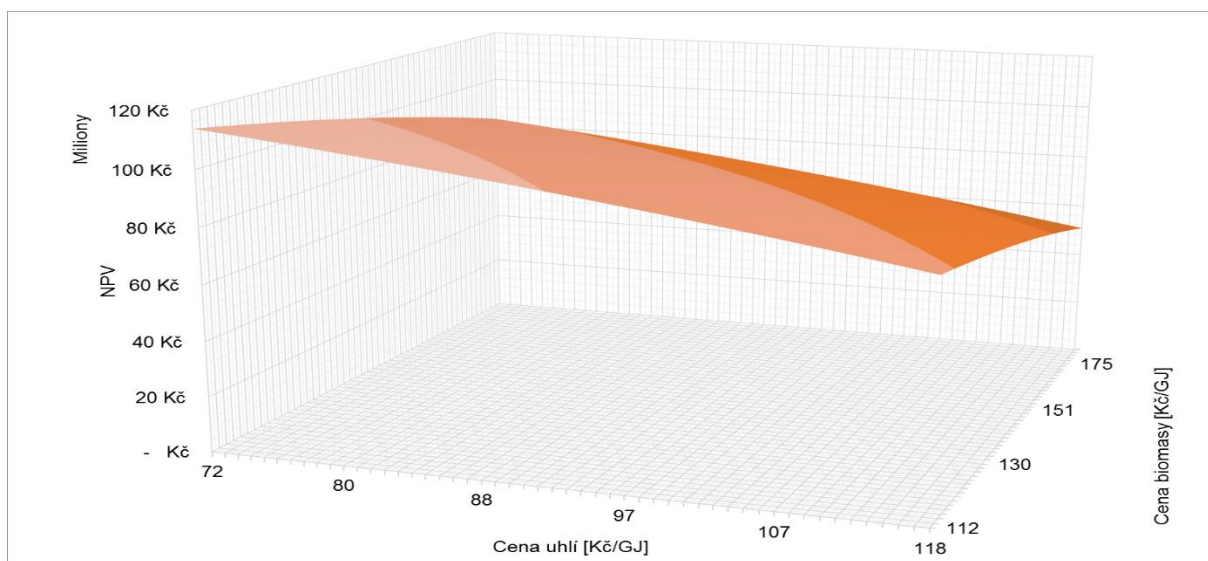
### 5.3.3 Citlivostní analýzy

Pro nejdůležitější vstupní parametry ekonomického modelu byly vypracovány citlivostní analýzy, které zkoumají náchylnost výsledné čisté současné hodnoty ke změně daného vstupního parametru.

Prvním parametrem, který byl podroben citlivostní analýze, se stala cena obou paliv. Na prvním grafu (Graf 16) je znázorněna výsledek pro FCFF. Je z něho patrné, že i při výrazné změně ceny jednotlivých paliv projekt zůstane nadále vhodným k investici. Stejně tak v případě hodnocení z pohledu investora (Graf 17) projekt zůstane výhodný i při pesimistických cenách paliva.

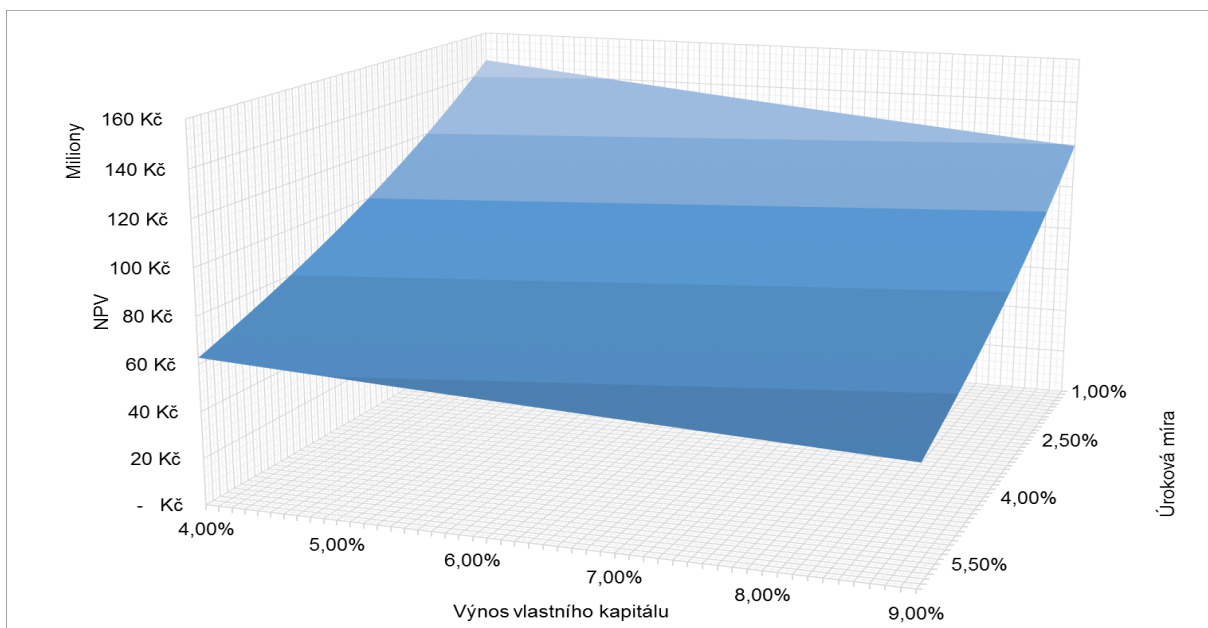


Graf 16: Citlivostní analýza na cenu paliva z pohledu firmy.

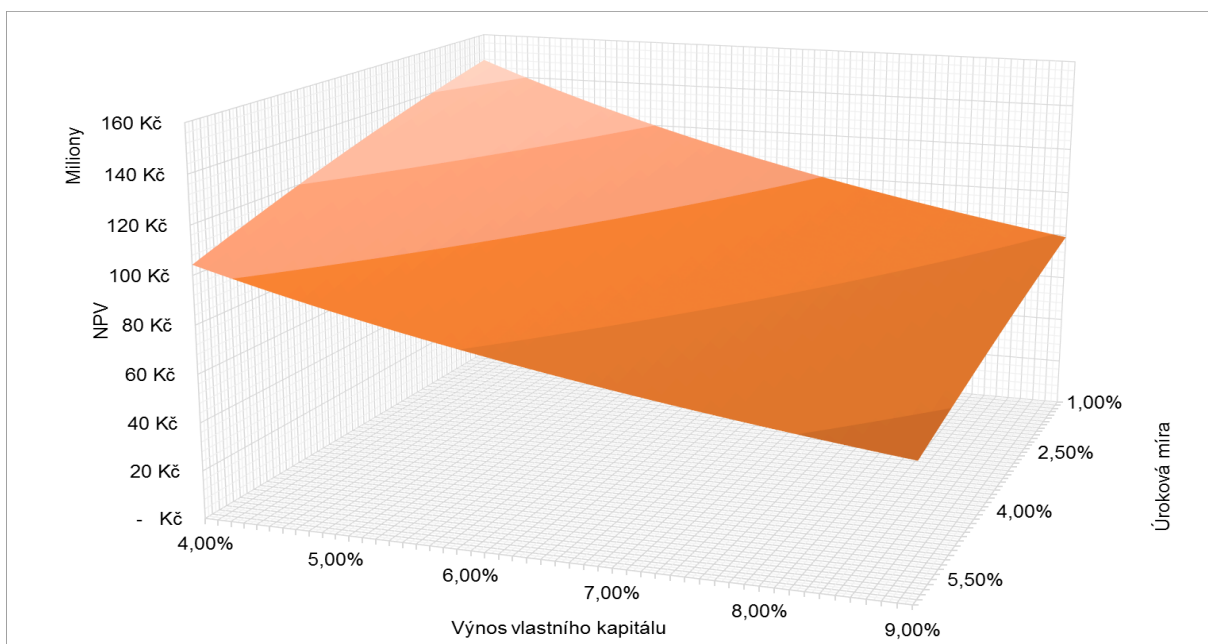


Graf 17: Citlivostní analýza na cenu paliva z pohledu investora.

Dalším zkoumaným parametrem, jenž byl podroben citlivostní analýze, je výše diskontu, která závisí na velikosti výnosu vlastního kapitálu a úrokové sazbě od banky. U pohledu firmy (Graf 18) hraje důležitou roli úroková míra, která určuje z vysoké části velikost diskontu, zatímco u pohledu investora (Graf 19) hraje vyšší roli velikost výnosu vlastního kapitálu z důvodu toho, že do výpočtu NPV nevstupuje WACC, ale právě pouze tento výnos.

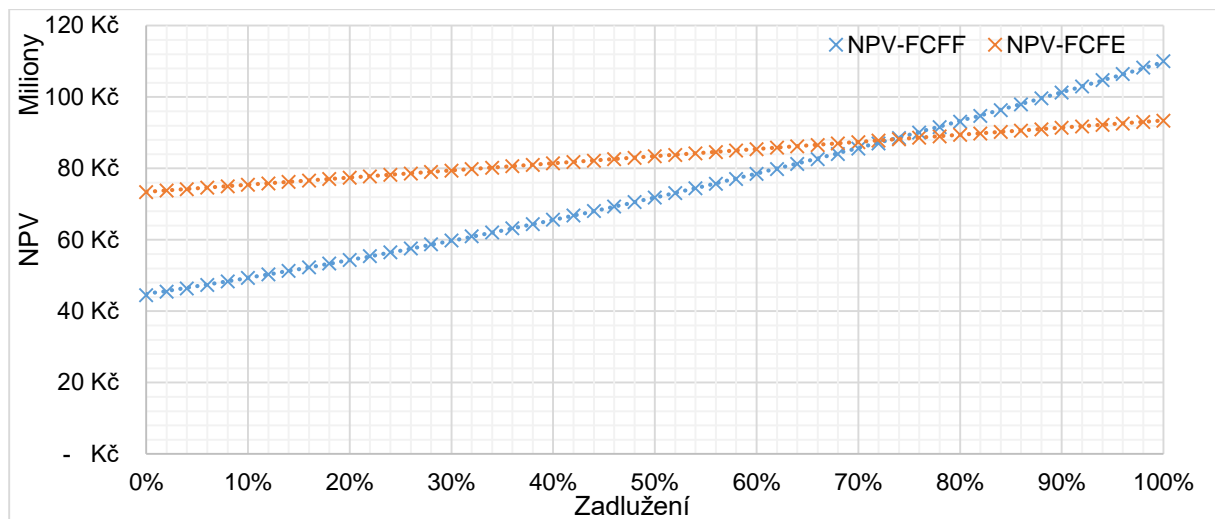


Graf 18: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu firmy.



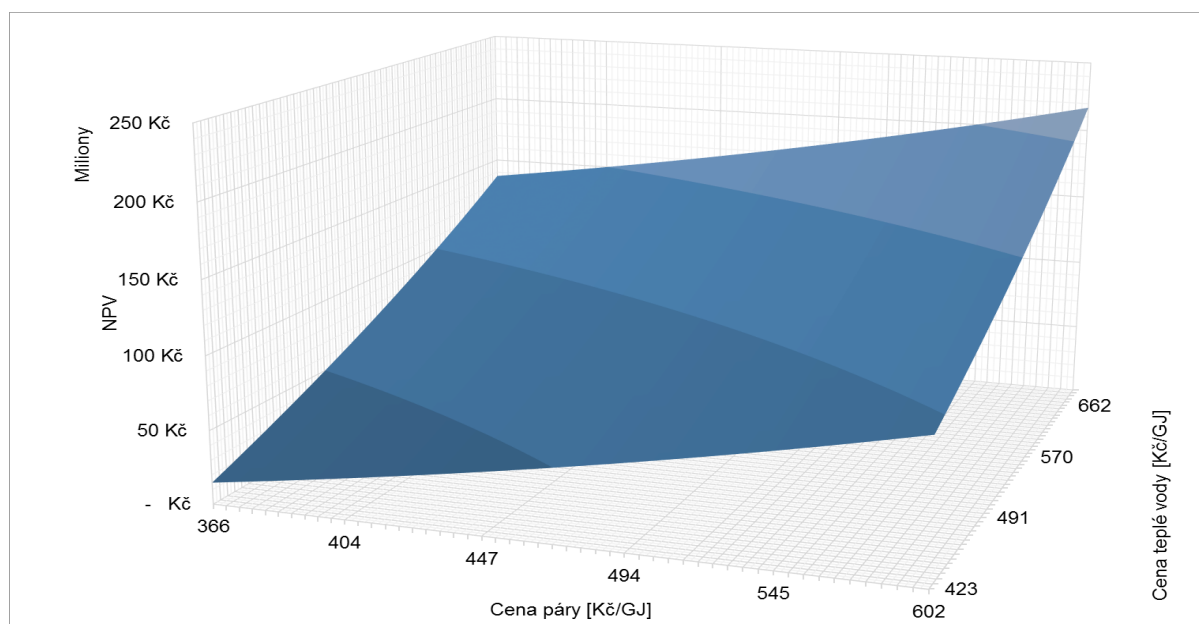
Graf 19: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu investora.

Následující citlivostní analýza (Graf 20) ukazuje hodnocení projektu v případě jiného zadlužení než uvedeného v předpokladech. Je vidět, že výše zadlužení má větší vliv na NPV počítané z FCFF, kde není bráno v úvahu financování. Obě křivky ukazují vyšší výhodnost projektu při 100% zadlužení.

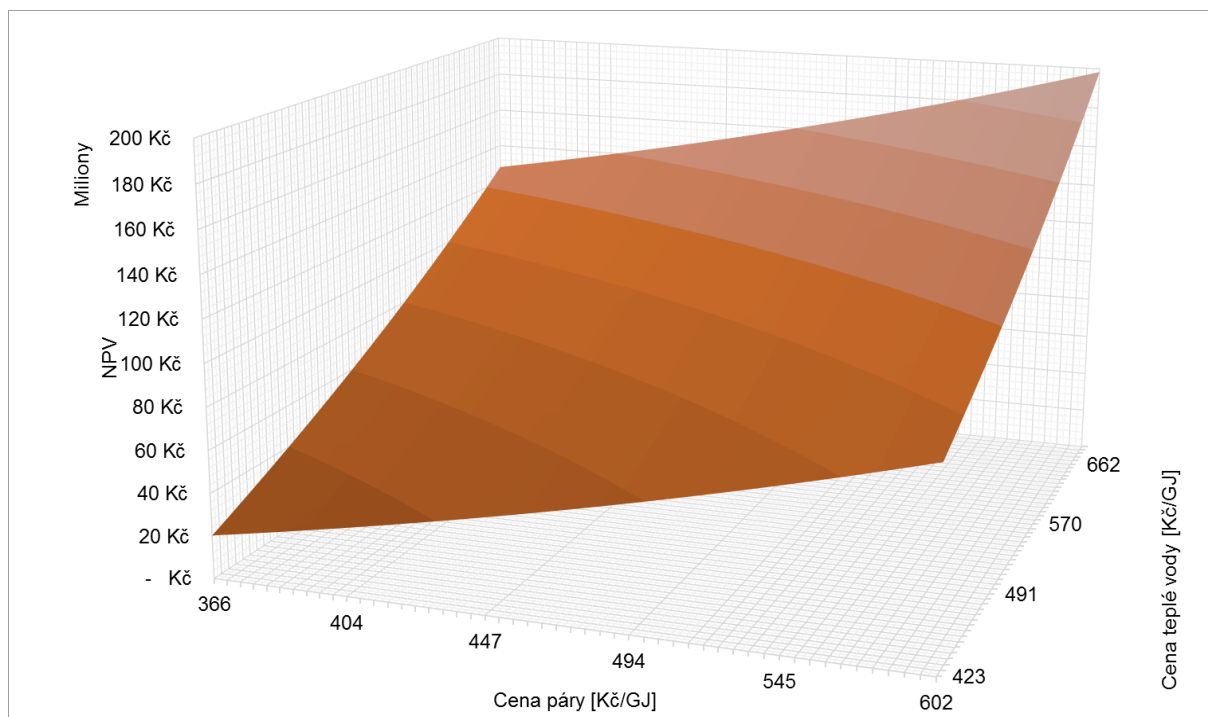


Graf 20: Citlivostní analýza na výši zadlužení.

Poslední citlivostní analýza, která zkoumá tuto variantu, se zabývá cenou tepla dodávaného jak pomocí parovodu, tak pomocí teplovodu, kterou zobrazují následující grafy (Graf 21 pro firmu a Graf 22 pro investora). V obou případech je zřejmé, že cena tepla je nejdůležitějším parametrem z toho důvodu, že tvoří jediný příjem pro společnost.



Graf 21: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu firmy.



Graf 22: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu investora.

## 5.4 Spalování hruboprachu

### 5.4.1 Konfigurace a vstupní hodnoty

Pro výrobu páry ze spalování hnědouhelného hruboprachu se uvažuje technologické zařízení o velikosti **10 MWt** s parní turbínou o velikosti **250 kW** sloužící k pokrytí vlastní spotřeby. Spalování hruboprachu dosahuje účinnosti **92 %**. Investice zahrnuje celkovou výstavbu této technologie v současném provozu města Kdyně.

Měrné investiční výdaje této varianty jsou stanoveny na **8 500 Kč/kW** s přihlédnutím k rozsáhlým stavebním úpravám a i zde jsou měrné investiční výdaje určovány vzhledem k obdobné investici. Cena tohoto paliva se pohybuje na úrovni **115 Kč/GJ** s predikcí růstu cen **1,5 %** za rok. Doprava je účtována ve výši **2000 Kč/t** s růstem **1 %** za rok, obě hodnoty jsou určeny dodavatelem technologie. Výhřevnost hnědouhelného hruboprachu je vyšší než u standardního hnědého uhlí a dosahuje úrovně **22 GJ/t**. Emisní faktor hnědého uhlí je stanoven Ministerstvem průmyslu a obchodu ve velikosti **0,36 t CO<sub>2</sub>/MWh**. Další náklady jsou spojeny s provozem (**3% z investice**) a náklady na pravidelnou nutnou údržbu a opravy (**1,5 % z investice**) [35], [51], [53].

### 5.4.2 Ekonomické vyhodnocení

Stejně jako v případě vyhodnocení provozu varianty spalování biomasy byla i zde nejprve vytvořena výsledovka, ze které je první rok zobrazen níže (Tabulka 9). Celková výsledovka je přiložena v příloze jako Tabulka 16.

<i>Výnosy</i>	
Prodej tepla	29 500 743 Kč
Prodej elektřiny	0 Kč
<i>Náklady</i>	
Palivo	-9 921 630 Kč
Doprava	-7 208 392 Kč
Elektřina	0 Kč
Povolenky	-1 384 011 Kč
Zaměstnanci	-2 400 000 Kč
Pojištění	-425 000 Kč
Náklady na provoz	-2 550 000 Kč
Náklady na údržbu	-1 275 000 Kč
Odpisy - lineární	-2 179 487 Kč
<i>Provozní výsledek hospodaření</i>	2 157 222 Kč
Úroky	-2 040 000 Kč
<i>Finanční výsledek hospodaření</i>	-2 040 000 Kč
<b>EBT</b>	<b>117 222 Kč</b>
Daň z příjmů	-22 272 Kč
<i>Výsledek hospodaření za běžnou činnost</i>	94 950 Kč

Tabulka 9: Výkaz zisků a ztrát spalování hnědouhelného hruboprachu.

V této variantě je počítáno se stejnými výnosy jako ve variantě spalování biomasy v kapitole 5.3.2. Stejně tak i nákladové položky jsou určovány obdobnými způsoby. Rozdíl nastává v palivu, dopravě a emisních povolenkách, kde výpočet není poměrově rozdělen dle druhu spalovaného paliva, ale vše je počítáno na jeden druh, tedy uhlí. Nejzásadnější je tato změna u emisních povolenek, kdy je nutné platit za emise z celkové produkce oproti spalování biomasy, kdy se platí pouze za uhlí.

Výsledek hospodaření za běžnou činnost v prvním roce provozu dosáhl částky **94 950 Kč**. Výsledek hospodaření je nižší převážně z důvodu vysoké ceny dopravy hruboprachu, která je zajištěna automobilovými cisternami.

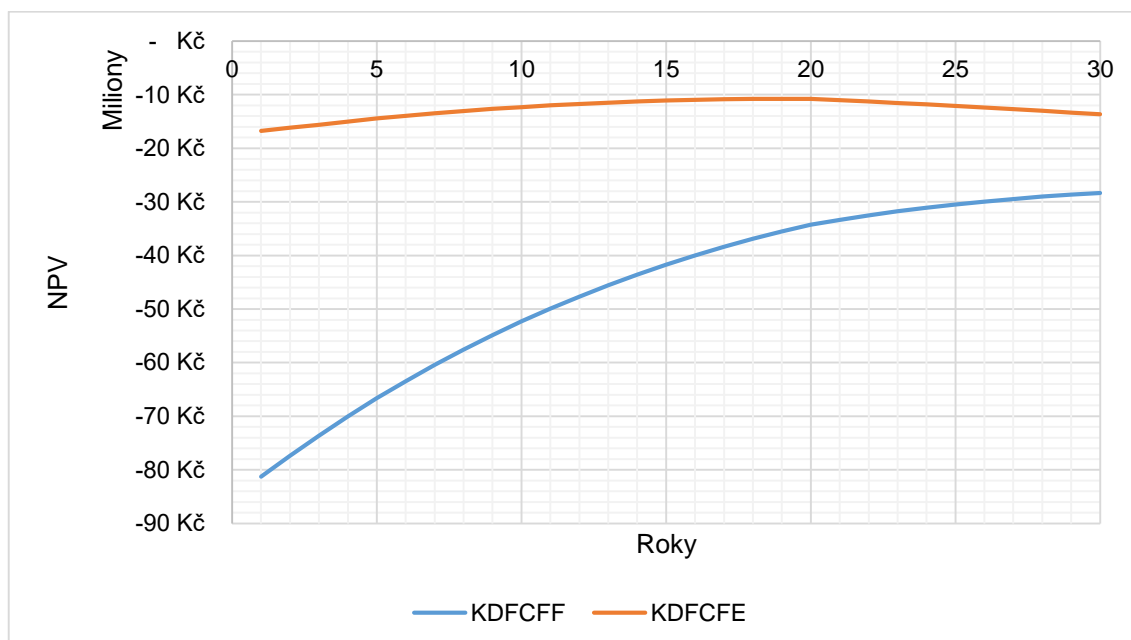
Z této částky bylo opět počítáno FCFF a FCFE a následně ukazatele ekonomické efektivity, jejichž hodnoty jsou zobrazeny v následující tabulce (Tabulka 10).



	FCFF	FCFE
<b>NPV</b>	-28 330 247 Kč	-13 645 282 Kč
<b>IRR</b>	2,13%	-

Tabulka 10: Ekonomické vyhodnocení spalování hnědouhelného hruboprachu.

Tato varianta ani v jednom případě nesplňuje kriteriální funkci, že čistá současná hodnota má být vyšší než nula. Ovšem při výpočtu, který nebere v potaz financování projektu, tedy FCFF, vychází kladná hodnota vnitřního výnosového procenta, ale ta nepřesahuje hodnotu zvoleného diskontu, a z tohoto důvodu je NPV záporné. U FCFE není možné IRR spočítat, proto je tato varianta nevhodná k realizaci. Pro znázornění je přiložen Graf 23 zobrazující průběh kumulovaných hodnot FCFF a FCFE. Z grafu je možné pozorovat, že v tomto případě nedojde k protnutí jednotlivých křivek s časovou osou a nedojde k výhodnosti projektu.



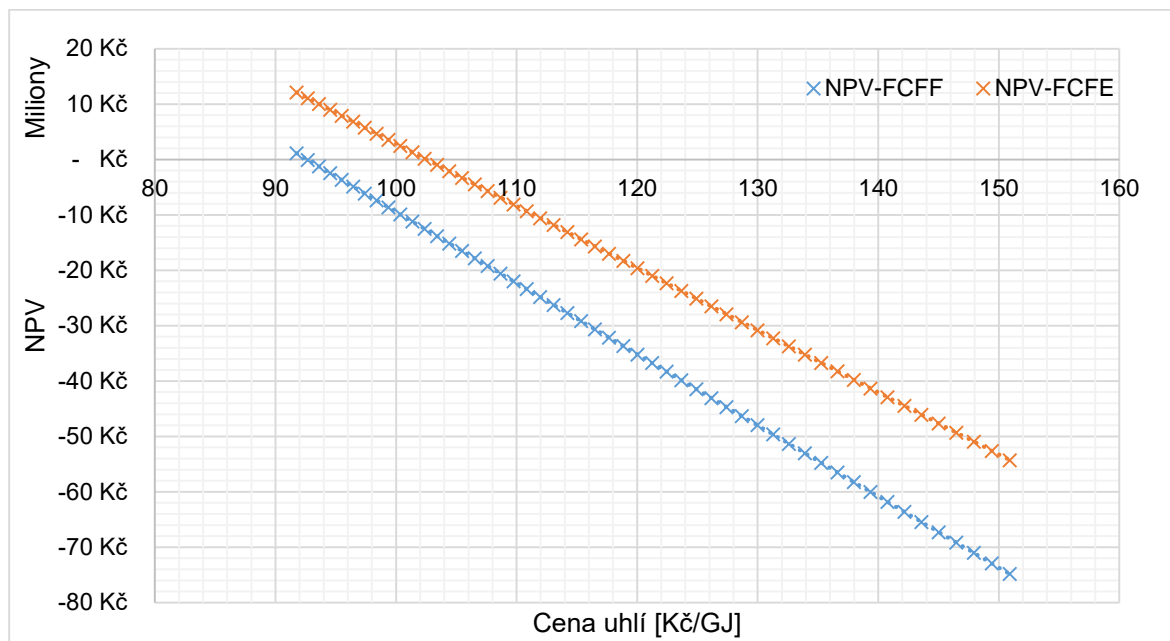
Graf 23: Průběh kumulovaného diskontovaného FCFF a FCFE spalování hnědouhelného hruboprachu.

### 5.4.3 Citlivostní analýzy

I tato varianta ekonomického modelu byla podrobena několika citlivostním analýzám, aby bylo prověřeno, jak se bude investice chovat v případě změny hlavních parametrů.

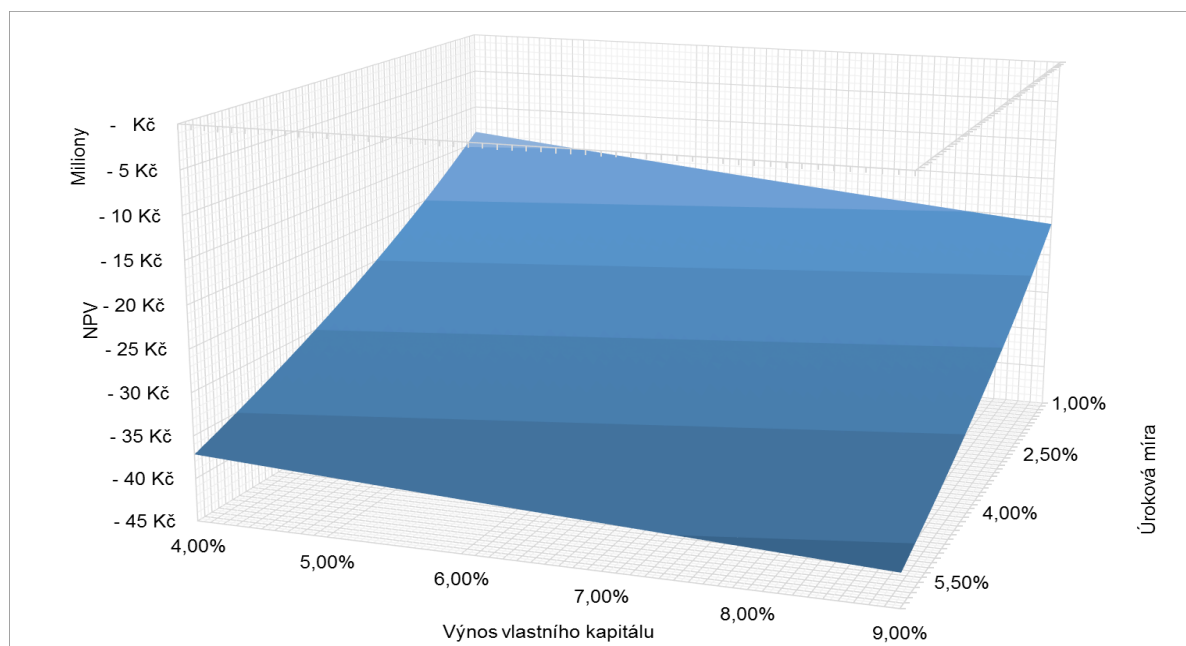
První citlivostní analýza se zabývá změnou ceny paliva, tedy hnědouhelného hruboprachu (Graf 24). Jak je vidět z tohoto grafu, tak při velmi nízké ceně

hruboprachu dojde k tomu, že NPV se stává kladným. U pohledu firmy k tomu dojde při ceně přibližně **92 Kč/GJ** a u pohledu investora přibližně **102 Kč/GJ**.



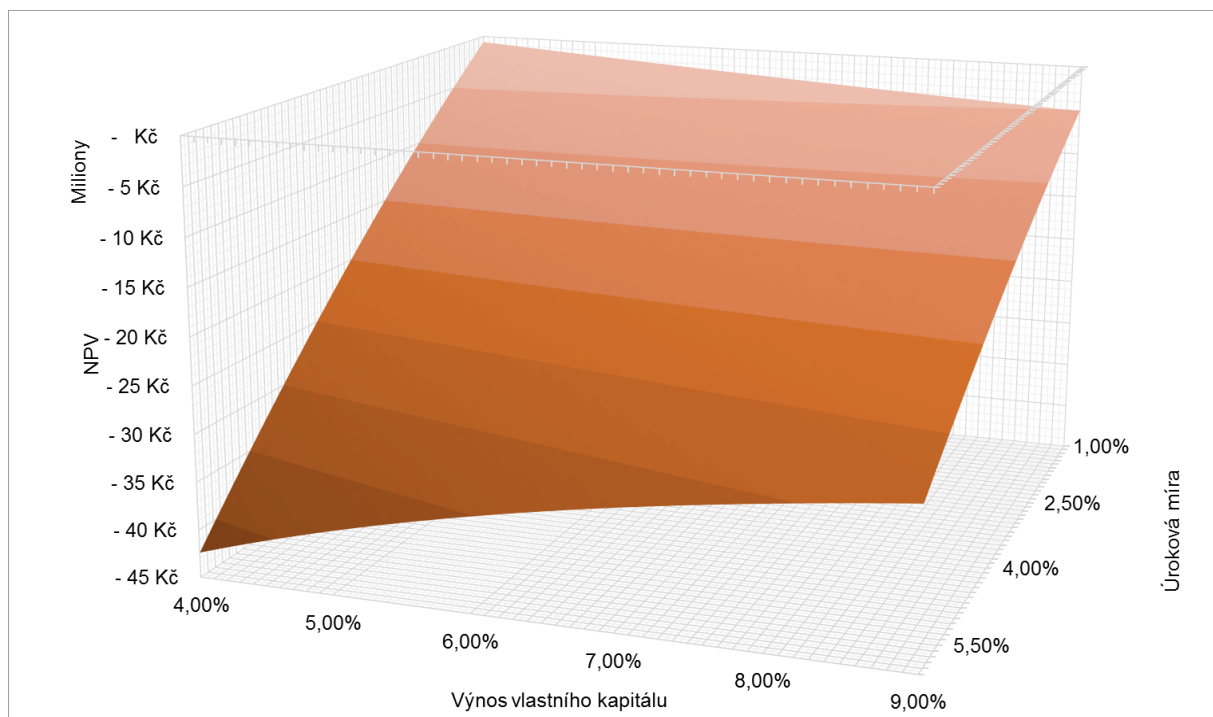
Graf 24: Citlivostní analýza na cenu uhlí.

Dalším parametrem, který velmi ovlivňuje výslednou hodnotu NPV, je diskontní sazba, a proto je také podrobena citlivostní analýze. V případě hodnocení pro firmu (Graf 25) se ukazuje opět vysoká závislost na výši úrokové míry. Naopak u hodnocení investora (Graf 26) vysoká závislost na výnosu vlastního kapitálu.



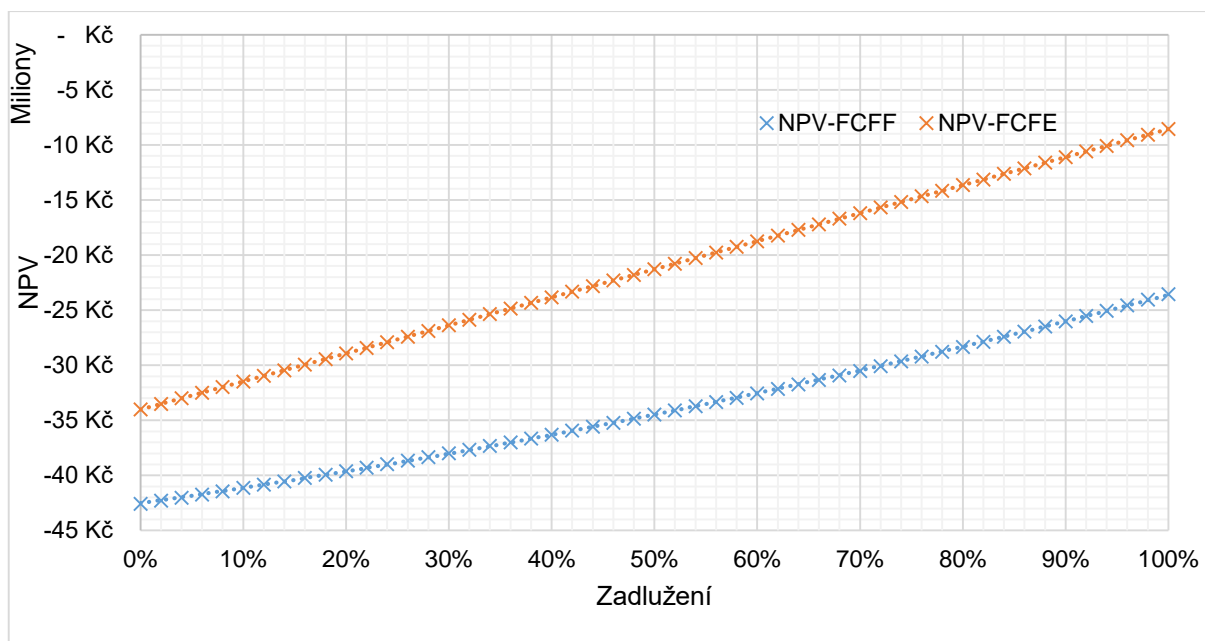
Graf 25: Citlivostní analýza na výši diskontu z pohledu firmy.





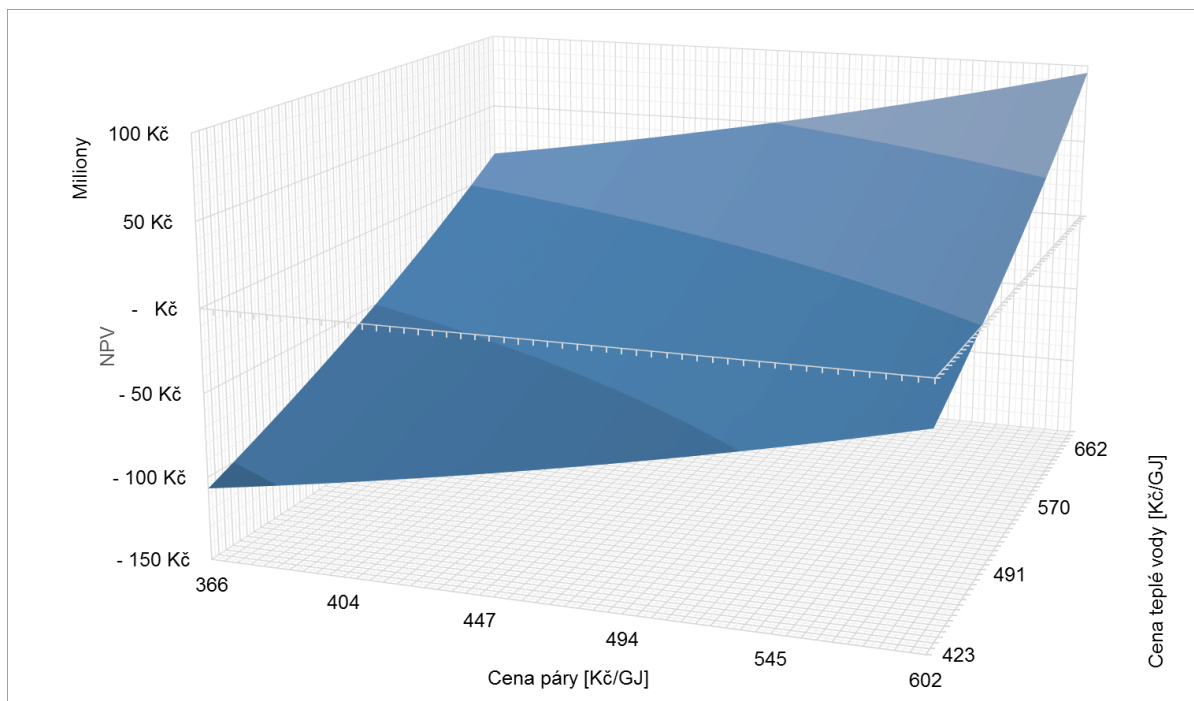
Graf 26: Citlivostní analýza na výši diskontu z pohledu investora.

Další citlivostní analýza se zabývá zadlužením projektu (Graf 27). Obě hodnoty NPV (jak pro firmu, tak pro investora) jsou podobně citlivé na výši zadlužení. NPV dosahuje nejvyšších hodnot při 100% zadlužení projektu, ale ani to nedostává investici do kladných čísel.

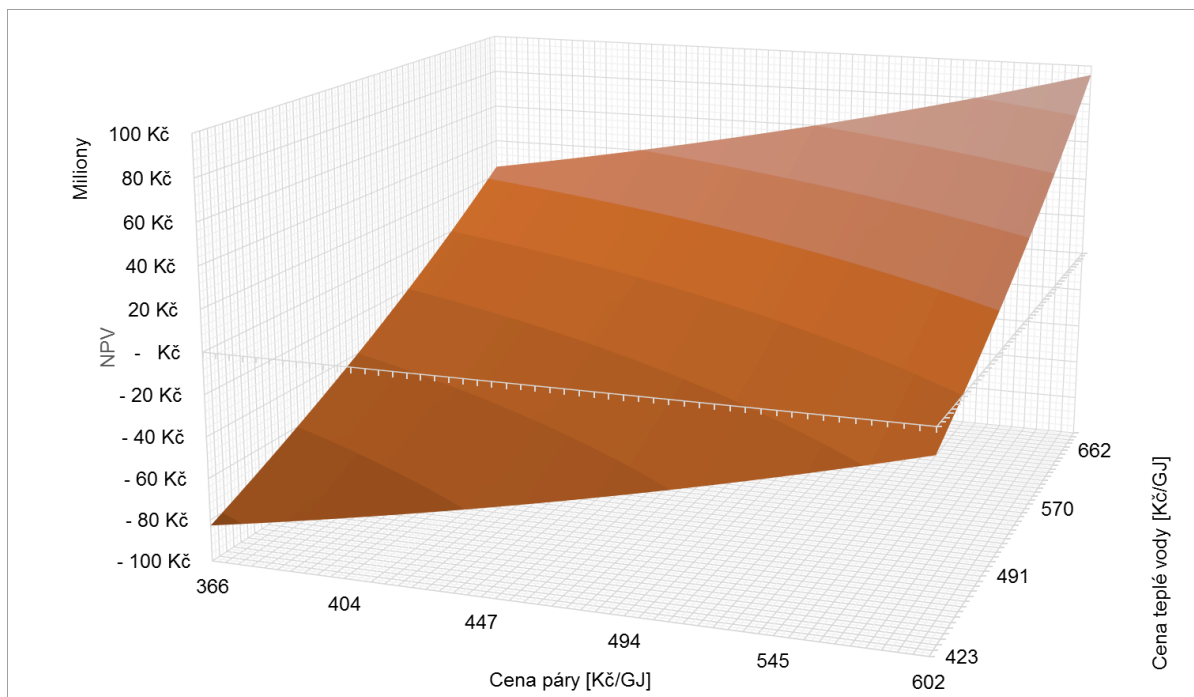


Graf 27: Citlivostní analýza na výši zadlužení.

Poslední parametrem, na který byla aplikována citlivostní analýza, je opět cena tepla, jako jediný zdroj příjmů. Grafy ukazují, že při zvýšení ceny tepla přibližně o 25 % by se projekt dostal do kladných čísel a to z pohledu firmy (Graf 28) i z pohledu investora (Graf 29).



Graf 28: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu firmy.



Graf 29: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu investora.

## **5.5 Kogenerační jednotka doplněná bivalentním kotlem na zemní plyn**

### **5.5.1 Konfigurace a vstupní hodnoty**

Jak bylo řečeno v kapitole 4.4.2, tak plynová varianta počítá s využitím dvou kogeneračních jednotek s pístovými motory, které budou doplněny bivalentním kotlem na zemní plyn. Do investičních nákladů je započítáno vybudování plynovodu do areálu kotelny, instalace kogeneračních jednotek a plynového kotle v současném areálu a vybudování vedlejších zařízení pro vývody elektřiny vyrobené v budoucím provozu.

Měrné investiční výdaje spojené v této konkrétní konfiguraci dosahují výše **11 400 Kč/kW**, což je obvyklá cena pro obdobné investice, přičemž celkový instalovaný výkon bude **2 x 2000 kW** kogeneračního provozu, jenž dosahuje elektrické účinnosti **43,7 %** a tepelné účinnosti **47,1 %** a **6000 kW** parního plynového kotle s účinností **91 %** dle výrobce TEDOM. Využití kogenerační jednotky je určeno na **3000 h/rok**. Cena zemního plynu pro velkoodběratele je stanovena na **12 Kč/m<sup>3</sup>** s ročním růstem **1 %**. Emisní faktor zemního plynu udává Ministerstvo průmyslu a obchodu ve výši **0,20 t CO<sub>2</sub>/MWh**. Výhřevnost zemního plynu dosahuje hodnoty **0,03 GJ/m<sup>3</sup>**. Dalšími náklady jsou spojené z provozem (**2 %** z celkové investice) a s opravami a údržbou (**1,5 %** z celkové investice), tyto jednotlivé položky jsou dány nutností revizí spalovacích motorů. Vyrobena elektřina se využívá na pokrytí vlastní spotřeby elektrárny a následný přebytek je prodáván do sítě za cenu obchodovatelnou na burze Power Exchange Central Europe **750 Kč/MWh** s růstem **0,5 %** [44], [51], [54]-[56].

### **5.5.2 Ekonomické vyhodnocení**

Opět jako ve dvou předchozích variantách byl nejprve sestaven výkaz zisků a ztrát pro celou dobu životnosti a jeho první rok zobrazuje Tabulka 11. Celkovou výsledovku je možno najít v přílohách jako Tabulka 17.

<i>Výnosy</i>	
Prodej tepla	29 500 743 Kč
Prodej elektřiny	8 570 137 Kč
<i>Náklady</i>	
Palivo	-44 890 645 Kč
Doprava	0 Kč
Elektřina	0 Kč
Povolenky	-1 229 822 Kč
Zaměstnanci	-2 400 000 Kč
Pojištění	-500 000 Kč
Náklady na provoz	-2 000 000 Kč
Náklady na údržbu	-1 500 000 Kč
Odpisy - lineární	-2 564 103 Kč
<i>Provozní výsledek hospodaření</i>	-17 013 690 Kč
Úroky	-2 400 000 Kč
<i>Finanční výsledek hospodaření</i>	-2 400 000 Kč
<b>EBT</b>	<b>-19 413 690 Kč</b>
Daň z příjmů	0 Kč
<i>Výsledek hospodaření za běžnou činnost</i>	-19 413 690 Kč

Tabulka 11: Výkaz zisků a ztrát spalování zemního plynu.

V této variantě pro rekonstrukci přibyl výnos z prodeje elektřiny, který je počítán vynásobením jednotkové ceny za prodej elektřiny s celkově vyrobeným množstvím v kogeneračních jednotkách za 6000 hodin provozu sníženou o množství na pokrytí vlastní spotřeby. V nákladové části není počítáno s položkou dopravy paliva, jelikož tento aspekt se započítává již do prodejní ceny plynu. Jinak jsou použity výpočty stejné jako v případě spalování hnědouhelného hruboprachu (kapitola 5.4.2).

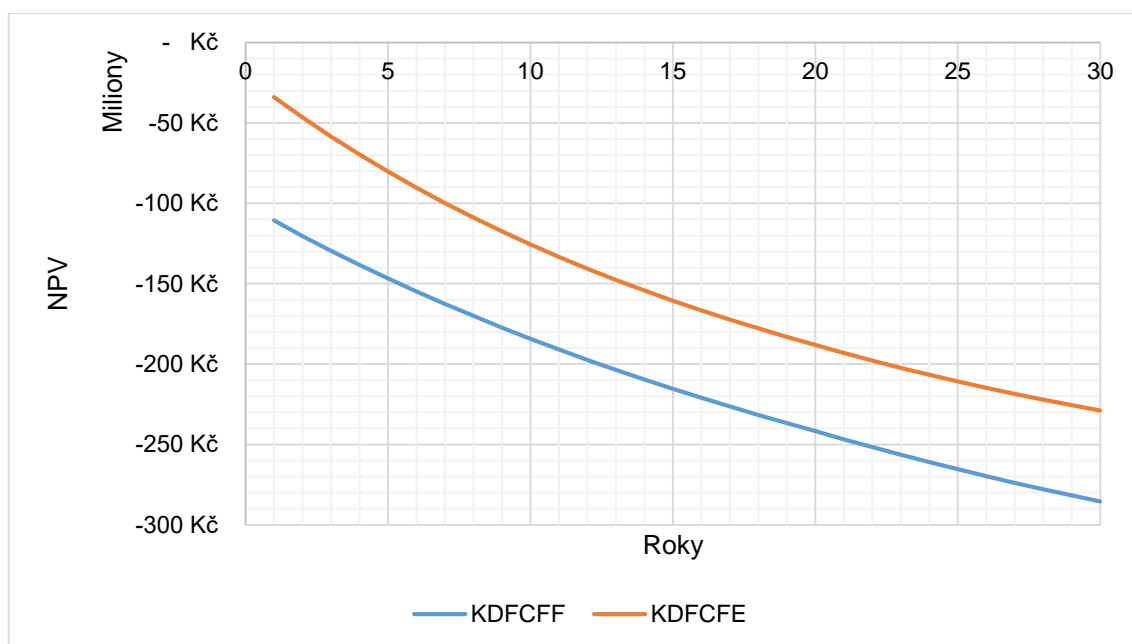
Výsledek hospodaření za běžnou činnost dosáhl hodnoty – **19 413 690 Kč**, což je způsobeno především vysokou cenou plynu oproti biomase nebo uhlí. Již tato položka predikuje, že tato investice bude nevýhodná.

I v této variantě bylo nadále určeno FCFF a FCFE a z nich následně vypočítáno NPV a IRR, které jsou zaznamenány v následující tabulce (Tabulka 12).

	<b>FCFF</b>	<b>FCFE</b>
<b>NPV</b>	-285 470 148 Kč	-228 787 353 Kč
<b>IRR</b>	-	-

Tabulka 12: Ekonomické vyhodnocení spalování plynu.

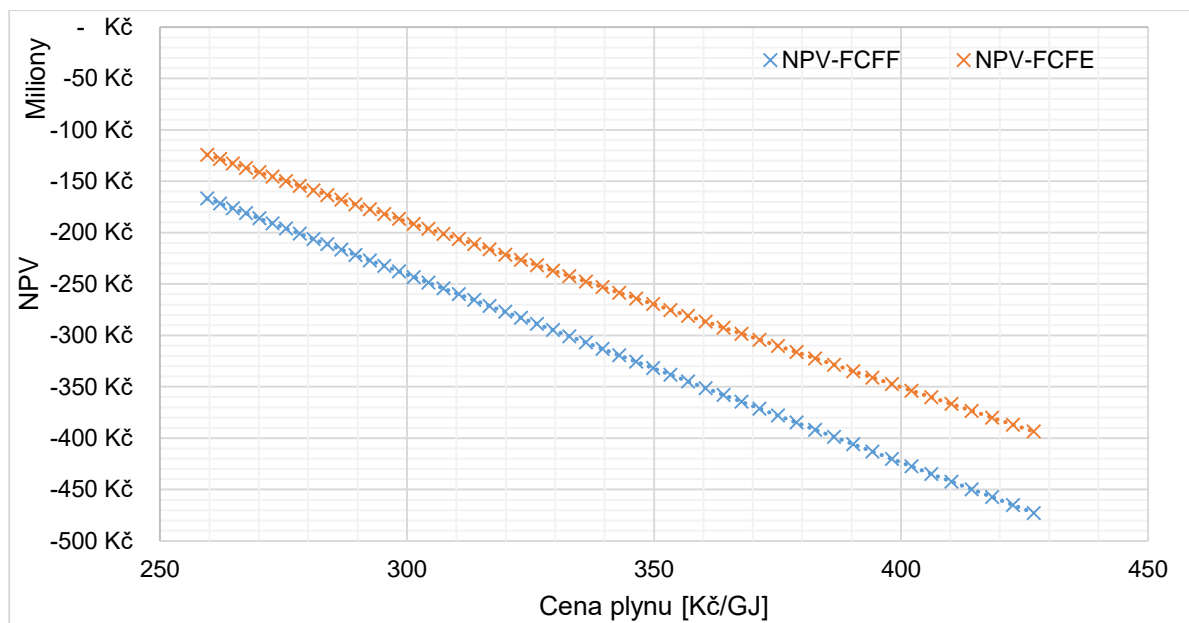
Výsledná čistá současná hodnota investice do plynové kogenerace s bivalentním kotlem vychází záporně v obou případech hodnocení. U této varianty nebylo možné vypočítat vnitřní výnosové procento z důvodu nedosažení kladného výsledku hospodaření za běžnou činnost ve třicetiletém horizontu provozu tohoto zařízení. Z tohoto důvodu lze říci, že tato varianta není vhodná k realizaci. Situaci názorně zobrazuje Graf 30 kumulovaného diskontovaného FCFF, FCFE. V tomto případě nedochází k přibližování křivek FCFF a FCFE k časové ose, naopak dochází k oddalování z důvodů každoročního navyšování ztráty projektu.



Graf 30: Průběh kumulovaného diskontovaného FCFF a FCFE spalování plynu.

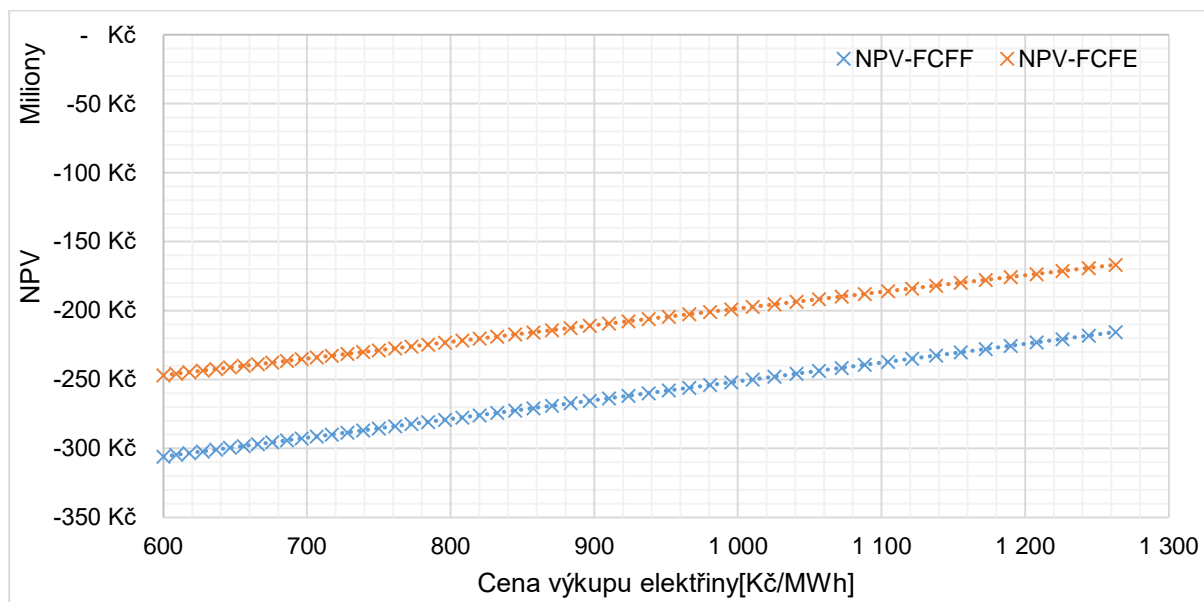
### 5.5.3 Citlivostní analýzy

Stejně jako u předchozích variant i zde jsou provedeny citlivostní analýzy na základní ekonomické ukazatele. Prvním z nich je cena plynu. Z následujícího grafu (Graf 31), který tuto citlivostní analýzu zobrazuje, je zřejmé, že i při poklesu cen plyn o 30 % nedojde k výhodnosti projektu z důvodu toho, že palivo je na svoji výhřevnost velmi drahé.



Graf 31: Citlivostní analýza na cenu plynu.

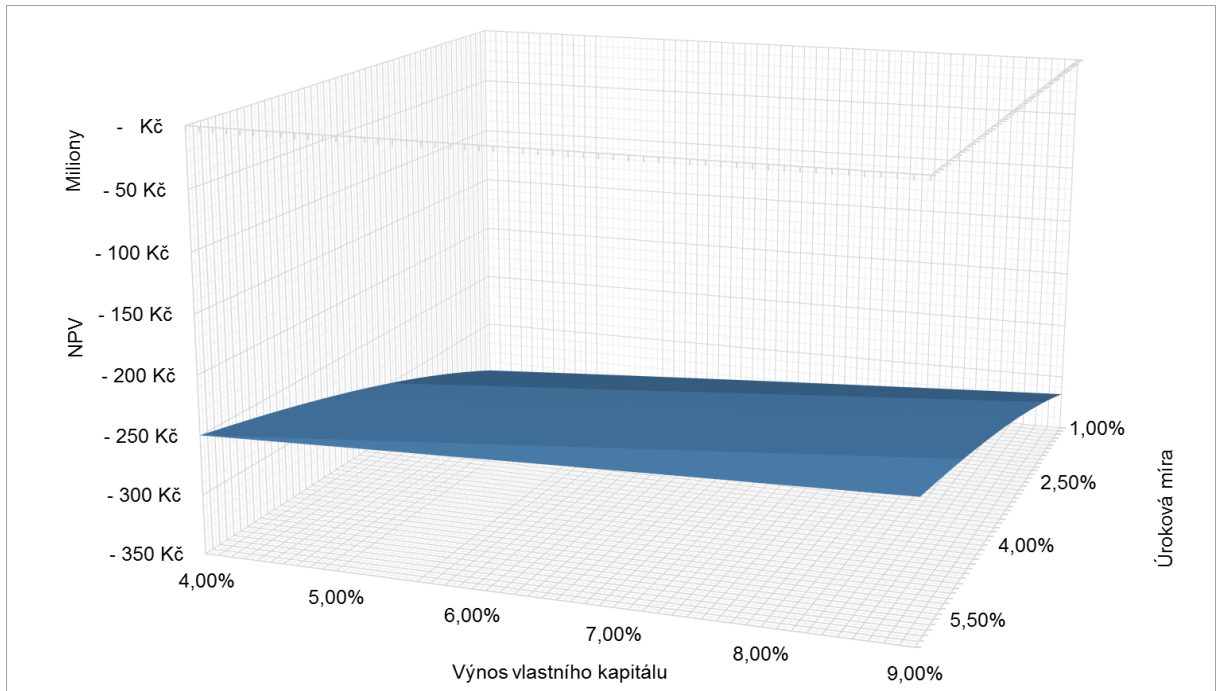
Dalším parametrem, pro který bylo nutné sestavit citlivostní analýzu je výkupní cena elektřiny a to z důvodu, že po prodeji tepla je to druhá položka výnosů teplárny. Z následujícího grafu citlivostní analýzy (Graf 32) je patrné, že tento výnos není tak výrazný a tudíž ani dvojnásobná výkupní cena elektřiny nedokáže zvednout NPV projektu do kladných čísel.



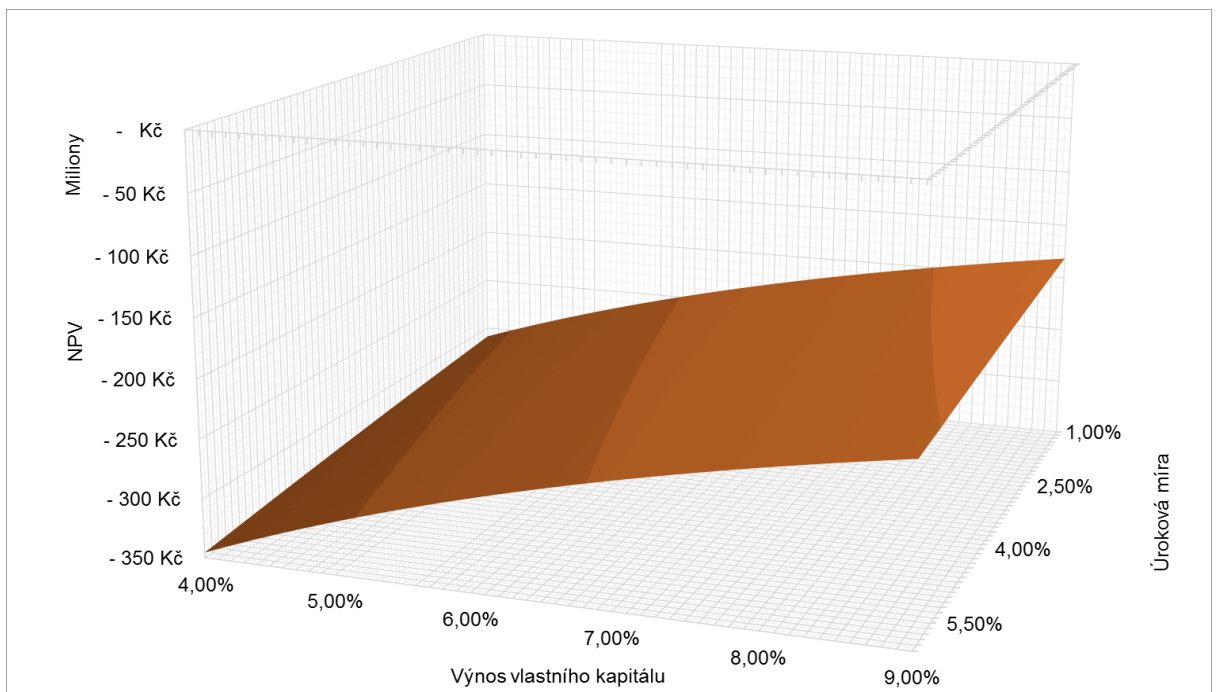
Graf 32: Citlivostní analýza na cenu výkupu elektřiny.

Následující citlivostní analýzy se zabývají velikostí diskontu a jeho vlivem na výslednou velikost čisté současné hodnoty. Z grafů pro pohled investora (Graf

33) i firmy (Graf 34) je patrné, že velikost diskontu tento projekt nemůže ovlivnit tak, aby byl vhodný pro investici.



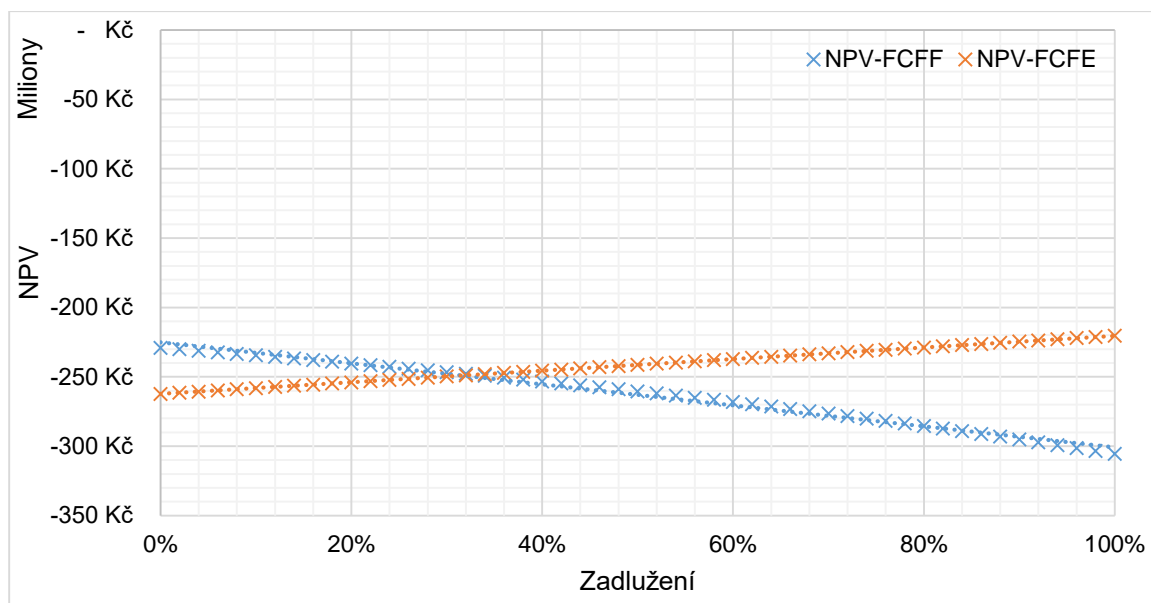
Graf 33: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu firmy.



Graf 34: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu investora.

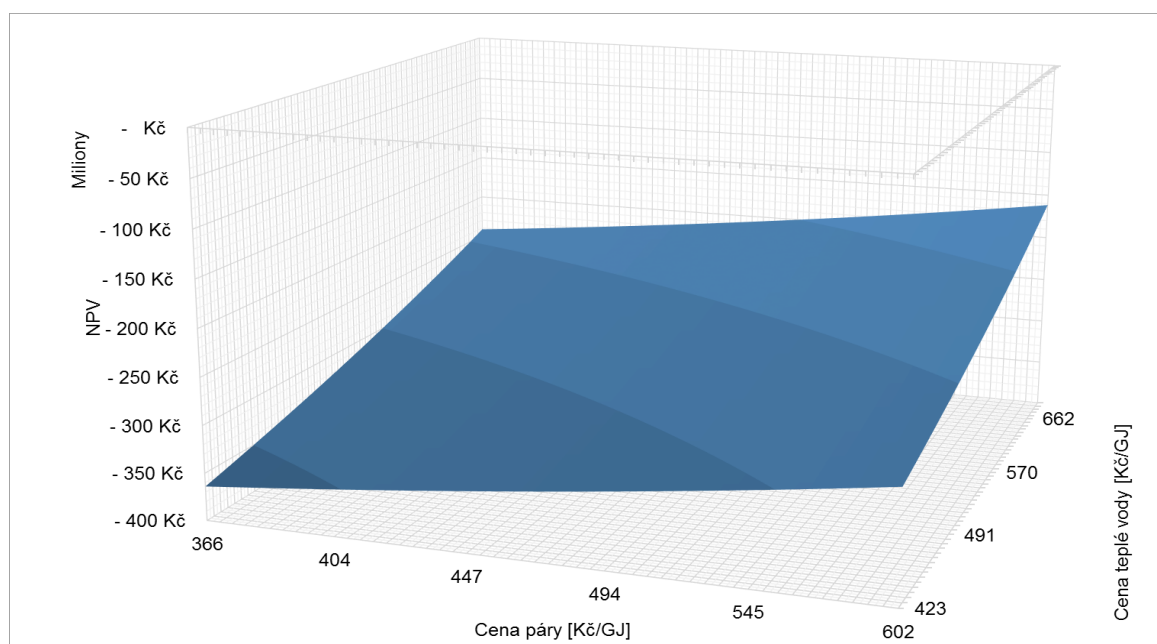


Následuje citlivostní analýza zaměřená na zadluženost (Graf 35). Zobrazuje růst výsledné hodnoty NPV při vyšším zadlužení při pohledu investora a snižování hodnoty NPV při pohledu firmy, což je dané celkovou nevýhodností projektu.



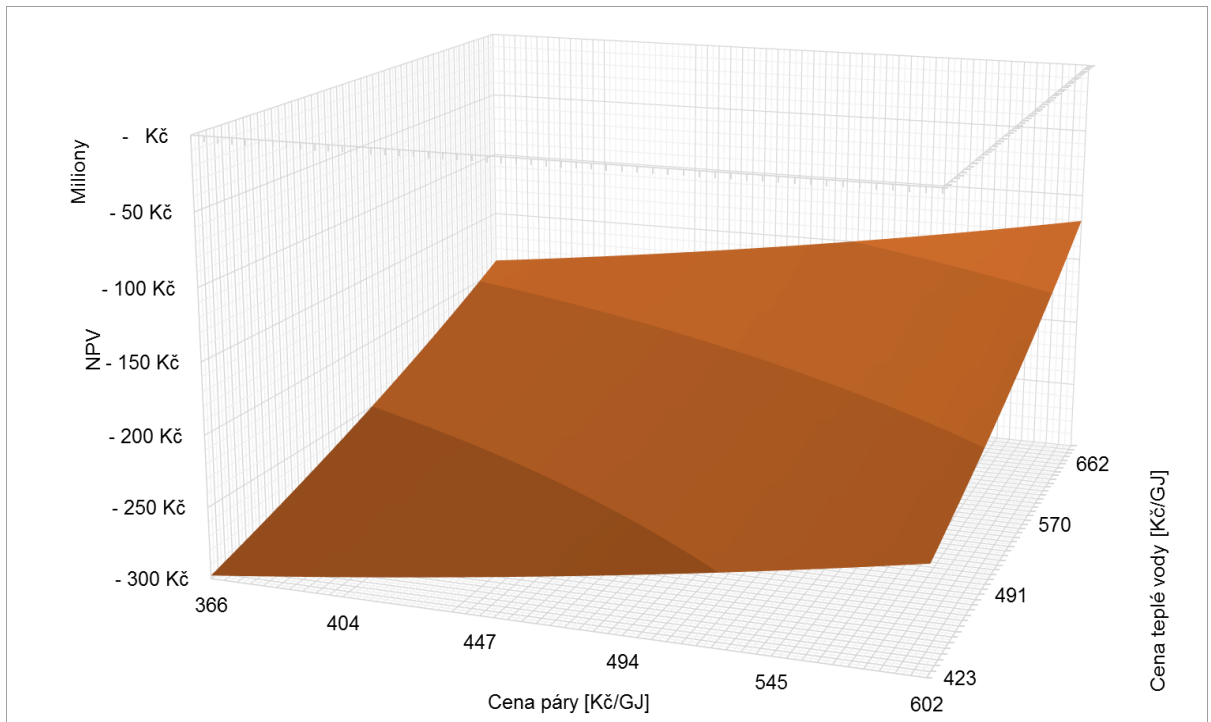
Graf 35: Citlivostní analýza na výši zadlužení.

Poslední citlivostní analýzou je analýza ceny tepla na výsledek v podobě čisté současné hodnoty. Jak zobrazují grafy pro pohled firmy (Graf 36) a investora (Graf 37), tak ani výrazné zdražené tepelné energie ze strany teplárny nepovedu k ekonomické efektivnosti projektu.



Graf 36: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu firmy.





Graf 37: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu investora.

## 6 Doporučení vhodné varianty pro město Kdyně

K doporučení vhodné varianty pro město Kdyně je nutné zvážit několik aspektů, které jsou pro rozhodnutí důležité. Prvním takovým aspektem se stává skladba paliva a jeho zajištění. V případě plynové kogenerace doplněné o bivalentní kotel na zemní plyn je nutnost výstavby plynovodu k budově teplárny značně neekonomické. V případě využití varianty spoluspalování biomasy by zůstal zachován zdroj hnědého uhlí v podobě Severočeských dolů, a.s. se sníženým objemem dodávky. Biomasa zajišťovaná z okolních dřevozpracujících provozů není ekonomickou ani dopravní zátěží. V případě využití varianty spalování hnědouhelného hruboprachy by doprava paliva byla zajištěna společností, jenž tuto možnost nabízí, ovšem to se podepisuje na celkové ceně přepravy, jelikož se jedná o využití automobilové nákladní dopravy na velké vzdálenosti, což je neekonomické.

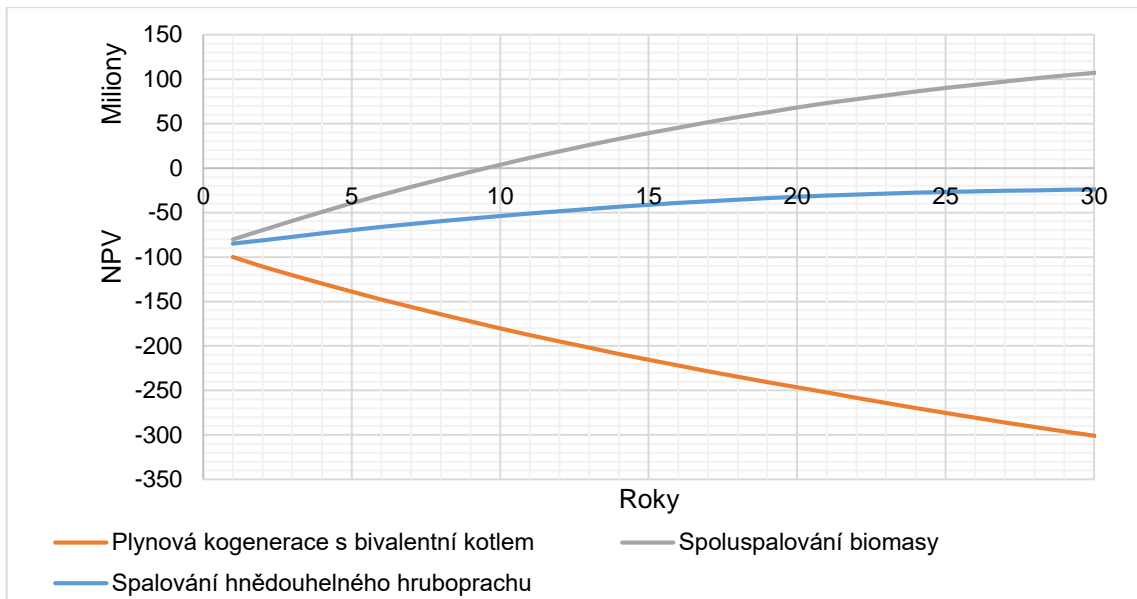
Dalším aspektem je samotná ekonomická efektivnost jednotlivých variant. Vyhodnocení po třiceti letech životnosti projektu je zobrazeno v následující tabulce (Tabulka 13).

	<b>FCFF</b>	<b>FCFE</b>
<b>Plynová kogenerace s bivalentní kotlem</b>	- 285 470 148 Kč	- 228 787 353 Kč
<b>Spoluspalování biomasy</b>	93 167 276 Kč	89 415 477 Kč
<b>Spalování hnědouhelného hruboprachy</b>	- 28 330 247 Kč	- 13 645 282 Kč

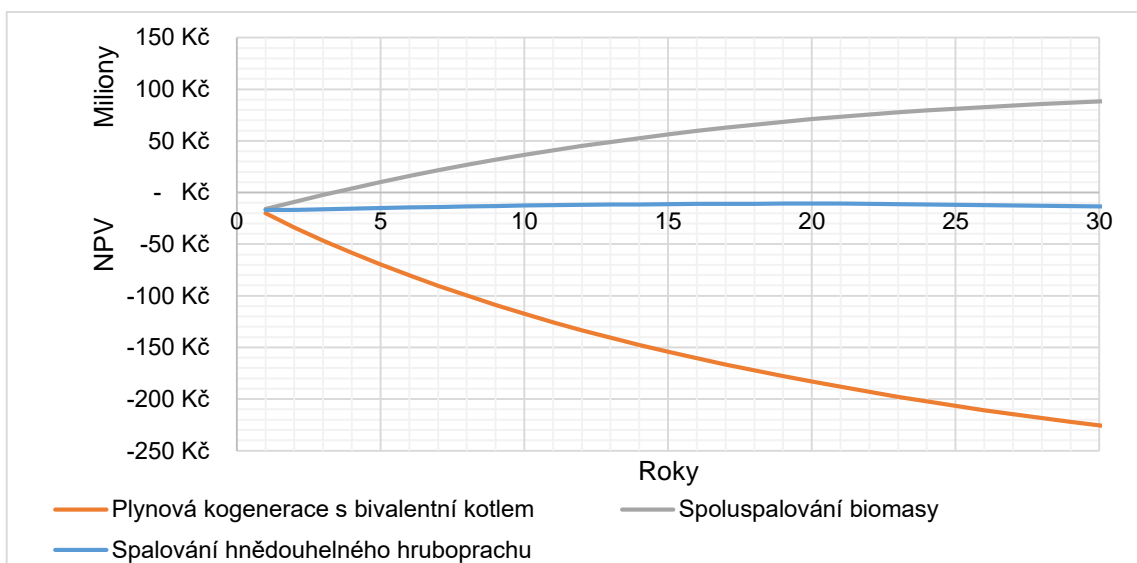
Tabulka 13: NPV jednotlivých variant.

Jak je z této tabulky patrné, tak možnost instalace plynové kogenerace s bivalentním kotlem je ekonomicky výrazně nevýhodná a ani značná změna vstupních parametrů tento verdikt nezmění. Zatímco u spalování hnědouhelného hruboprachy možnost překlopení projektu do kladných čísel je možná zvýšením ceny prodáváného tepla. Ovšem varianta spoluspalování biomasy vychází ekonomicky kladně již za stanovených vstupních parametrů a zvýšení ceny výstupního tepla tuto variantu dělá ještě více výhodnou. Pro znázornění výhodnosti investice do kotlů na spoluspalování biomasy je přiložen graf

kumulovaných diskontovaných FCFF (Graf 38) a FCFE (Graf 39). Z obou grafů je zřejmé, že varianta uvažující spoluspalování biomasy je značně ekonomicky nejvýhodnější.



Graf 38: Porovnání kumulovaných diskontovaných FCFF.



Graf 39: Porovnání kumulovaných diskontovaných FCFE.

Vzhledem k tomu, že všechny tři varianty splňují požadavek na nové emisní limity a dalším kritériem pro výběr vhodné varianty byl pohled z ekonomického hlediska, tak lze říci, že vhodnou investicí pro Kdyňskou teplárnu je využití fluidních kotlů pro spoluspalování biomasy s fosilním palivem.

## 7 Shrnutí práce

Prvním úkolem diplomové práce bylo seznámení se s aktuálním stavem tepelného hospodářství města Kdyně. Konkrétně bylo cílem popsat současný stav zařízení, jenž v současnosti slouží k výrobě tepla v Kdyni, dále popis obsahoval ekonomické vyhodnocení provozu a také tepelnou bilanci dodávaného tepla. Z této bilance bylo predikováno v budoucnosti potřebné teplo na úrovni současné spotřeby z důvodu setrvání průmyslu ve městě a z již proběhlých rekonstrukcí na obytných domech, jenž jsou zásobovány teplem z CZT. Dále bylo nutné popsat v současnosti platné emisní limity a limity, jež nabydou účinnosti 1. 1. 2018. K tomu posloužila Vyhláška 415/2012 Sb. ze dne 21. listopadu 2012 o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, která byla změněna vyhláškou 155/2014 Sb. ze dne 18. července 2014. Posledním úkonem provedeným v této části byla cenová analýza tepláren, jenž hodnotila výši cen za GJ tepla dodávaný jak z primárního, tak ze sekundárního rozvodu. Z tohoto porovnání plyne, že teplo dodávané z kdyňských rozvodů je prodáváno za nižší ceny, než dodávají teplárny v okolí nebo teplárny podobných výkonů po celé ČR.

Druhým úkolem bylo posoudit dopady nových emisních limitů na teplárny na území České republiky. Za tímto účelem byl sestaven přehled zařízení nad 50 MWt, kterých se nové limity dotýkají a která jsou zařazena do přechodného plánu. Následně jsou popsány tři zdroje, u kterých byla nutná rekonstrukce pro plnění emisních limitů provedena nebo je již naplánovaná, a je posouzeno, zda by daná rekonstrukce připadala v úvahu i u kdyňského zdroje tepla.

Třetím cílem bylo zvolit vhodná paliva pro další provoz a následně vybrat technologii, která dané palivo dokáže zpracovat. V úvahu připadají pouze tři druhy paliva, a to zemní plyn, biomasa a hnědouhelný hruboprach. Pro zemní plyn byla zvolena technologie dvou kogeneračních jednotek doplněných o bivalentní kotel na zemní plyn. Tato kombinace zajišťuje vysoké procento využití energie uložené v palivu. Pro biomasu je uvažováno spalování dřevní štěpky s hnědým uhlím v poměru 40 % biomasy a 60 % hnědého uhlí ve dvou fluidních kotlích, což zajistí plnění emisních limitů. Pro spalování hnědého uhlí byla vzata v úvahu technologie spalování hruboprachy, jenž je podobná

spalování zemního plynu. U využití biomasy a hruboprachu je počítáno s výstavbou turbíny na výrobu elektřiny pro pokrytí vlastní spotřeby. U plynové kogenerace je počítáno s tím, že dodané množství elektrické energie do sítě je poníženo o vlastní spotřebu provozu.

Posledním a nejdůležitějším úkolem bylo jednotlivé investice ekonomicky vyhodnotit a nejvýhodnější variantu doporučit městu Kdyni. Pro vyhodnocení bylo nejprve nutné sestavit výsledovku, která určila pro jednotlivé roky provozu výsledek hospodaření za běžnou činnost pomocí sečtení jednotlivých výnosů a nákladů pro každou variantu. Z výsledku hospodaření za běžnou činnost bylo následně sestaveno Free Cash Flow to Firm a Free Cash Flow to Equity. Z těchto hodnot byly následně vypočítány čisté současné hodnoty a vnitřní výnosová procenta z pohledu firmy a z pohledu investora. Tato čísla již slouží k samotnému ekonomickému vyhodnocení. Dle ekonomického vyhodnocení se nejvýhodnější variantou stala varianta, která počítá se spoluspalováním biomasy. Tato varianta byla jako jediná schopná za přijatých předpokladů převrátit projekt do kladných čísel. Zbylé dvě varianty zůstaly v číslech záporných.

Posledním prvkem, jímž se tato diplomová práce zabývala, byla citlivostní analýza výsledné čisté současné hodnoty na základní vstupní parametry. Spoluspalování biomasy tyto citlivostní analýzy neovlivnily. I přes snížení ceny prodáváného tepla nebo přes zvýšení cen paliva zůstala variantou výhodnou. U hnědouhelné varianty by zvýšení ceny tepla zhruba o 25 % způsobilo, že se instalace této technologie stane ekonomicky zajímavou. Změna ostatních parametrů nedokázala projekt dostat ze záporných čísel. U varianty se zemním plynem žádná citlivostní analýza nepřinesla změnu ve výsledném rozhodování neinvestovat.

Na závěr práce bylo vyřčeno rozhodnutí investovat do technologie fluidního spoluspalování dřevní štěpky s hnědým uhlím a to na základě zhodnocení několika aspektů. Zaprvé to byl aspekt ekonomické vyhodnocení, za druhé splnění nových emisních limitů a za třetí aspekt dopravy a skladby paliva pro nový zdroj.

## 8 Použitá literatura a zdroje

- [1] *Technická asistence - Zpracování variant následného provozu tepelného hospodářství města Kdyně*. Město Kdyně, 2015.
- [2] *Kdyně v proměnách posledních 25 let*. Kdyně: Reklama Fryček, 2014.
- [3] *Mapy.cz*. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>
- [4] *ÚPN-SÚ Kdyně, Změna č. 8*. Městský úřad Domažlice, odbor výstavby a územního plánování, 2013.
- [5] *Historická data: Územní teploty*. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>
- [6] *Předběžné ceny tepelné energie k 1. 1. 2015*. Energetický regulační úřad.
- [7] *ROZHODNUTÍ KOMISE: o oznámení předloženém Českou republikou týkajícím se přechodného národního plánu podle článku 32 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích*. 2015.
- [8] *Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší*. In: . Praha: MŽP, 2012, ročník 2012, číslo 415.
- [9] *Mapy Google* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://maps.google.cz>
- [10] *Výroba tepla*. *Teplo Bruntál a.s.* [online]. [cit. 2015-12-09]. Dostupné z: <http://www.teplobr.cz/vyroba-a-rozvody/vyroba-tepla>
- [11] *Rekonstrukce CV Dolní*. *Teplo Bruntál a.s.* [online]. [cit. 2015-12-09]. Dostupné z: [http://www.teplobr.cz/docs/rekonstrukce\\_cv\\_dolni.pdf](http://www.teplobr.cz/docs/rekonstrukce_cv_dolni.pdf)
- [12] *Fotogalerie*. *Teplo Bruntál a.s.* [online]. [cit. 2015-12-09]. Dostupné z: <http://www.teplobr.cz/o-spolecnosti/fotogalerie>
- [13] *Historie energetického centra*. *Energetické centrum Jindřichův Hradec* [online]. [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.ecjh.cz/cze/index.html>
- [14] *BIOWATT*. *Energetické centrum Jindřichův Hradec* [online]. [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.ecjh.cz/cze/o-nas.html/biowatt>

- [15] Elektrárny ČEZ spalující biomasu. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/elektrarny-cez-spalujici-biomasu.html>
- [16] Ekologie. *Ostrovská teplárenská, a.s.* [online]. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.ostrovska-teplarenska.cz/o-spolecnosti/ekologie>
- [17] Historie. *Ostrovská teplárenská, a.s.* [online]. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.ostrovska-teplarenska.cz/o-spolecnosti/historie>
- [18] Projekt Phare CZ 9701.02.03. *Ostrovská teplárenská, a.s.* [online]. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.ostrovska-teplarenska.cz/o-spolecnosti/ekologie/projekt-phare-cz-9701-02-03-ostrov-teplifikace-i-etapa/>
- [19] Fotogalerie. *Ostrovská teplárenská, a.s.* [online]. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.ostrovska-teplarenska.cz/>
- [20] Biomasa. *Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/biomasa.dic>
- [21] Energie biomasy. *EkoWATT* [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>
- [22] Výroba energie z biomasy. *Aletrnativní zdroje energie* [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vyroba-energie-biomasa.htm>
- [23] Biomasa. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa.html>
- [24] Informace o využívání biomasy. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/informace-o-vyuzivani-biomasy.html>
- [25] Jak funguje výroba elektřiny z biomasy. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/flash-model-jak-funguje-vyroba-energie-z-biomasy.html>
- [26] JIROUŠ, František. *Efektivní spalování paliv*. Praha: Český svaz zaměstnavatelů v energetice, c2013. ISBN 978-80-260-5393-4.

- [27] Spoluspalování biomasy s fosilními palivy – od výzkumu k praktickému využití. *Biom.cz* [online]. Jaroslav Jakubes, 2010 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/spoluspalovani-biomasy-s-fosilnimi-palivy-od-vyzkumu-k-praktickemu-vyuziti>
- [28] Fluidní spalování. *Energyweb* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=2&slovník\\_page=fluid\\_spal.html](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=2&slovník_page=fluid_spal.html)
- [29] Fluidní rošt. *Energyweb* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=2&slovník\\_page=fluid\\_rost.html](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=2&slovník_page=fluid_rost.html)
- [30] Kotle - 2. část. *TZB-info.cz* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/8438-kotle-2-cast>
- [31] Uhlí, ropa a zemní plyn. *E-Chembook.eu* [online]. [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.e-chembook.eu/uhli-ropa-a-zemni-plyn>
- [32] Teplárenství - Zdroje. *Moje energie* [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/teplarenstvi-zdroje>
- [33] Zpracování uhlí. *Energie pro ČR* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.naseuhli.cz/zpracovani-uhli>
- [34] Využití uhlí. *Vysoká škola báňská* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: [http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyuziti\\_uhli.html](http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyuziti_uhli.html)
- [35] Žárotrubný kotel na spalování hnědouhelného prachu. *Komterm: Energetické služby* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.komterm.cz/download/3331/komterm-letak-getec-a3-10.pdf>
- [36] *Žárotrubný kotel na spalování hnědouhelného prachu: Prezentace technologie GETEC*. Komterm, 2014.
- [37] Zemní plyn. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/zempl\\_4.html](https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/zempl_4.html)
- [38] Co je zemní plyn. *Zemní plyn* [online]. [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/plyn/>
- [39] Zdrojová základna. *OTE* [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.ote-cr.cz/statistika/dlouhodobá-rovnováha/zdrojova-zakladna/zdrojova-zakladna>



- [40] Provozované paroplynové elektrárny. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/paroplynove-elektrarny/provozovane-paroplynove-elektrarny.html>
- [41] Plyn. *Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/plyn.dic>
- [42] Typy kogeneračních zařízení a jejich použití. *Dotační.info* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.dotacni.info/typy-kogeneracnich-zarizeni-a-jejich-pouziti/>
- [43] *Perspektivní způsoby využití zemního plynu* [online]. Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší. VŠCHT, 2012 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: [http://tresen.vscht.cz/kap/data/ke\\_stazeni/8\\_skrita\\_perspektivni\\_zpusoby\\_vyu\\_ziti\\_zemniho\\_plynu\\_soubor.pdf](http://tresen.vscht.cz/kap/data/ke_stazeni/8_skrita_perspektivni_zpusoby_vyu_ziti_zemniho_plynu_soubor.pdf)
- [44] Kogenerační jednotky - zemní plyn. *Tedom* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://kogenerace.tedom.com/tedom-kogeneracni-jednotky-zemni-plyn.html>
- [45] PTÁČEK, Martin. *KOGENERAČNÍ JEDNOTKA*. Brno, 2008. Bakalářská práce. VUT Brno. Vedoucí práce Doc. Ing. JAN FIEDLER, Dr.
- [46] KISLINGEROVÁ, Eva. *Manažerské finance*. 3. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2010. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-194-9.
- [47] *Emisní povolenky* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.investicniweb.cz/kurzy/detail/eex-european-energy-exchange/carbon-dioxide-eua/eur/233/>
- [48] Zákon o daních z příjmů. *Business center* [online]. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/dprij/prilos4.aspx>
- [49] Výnosy z dřevní štěpky. *TopTopol* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://toptopol.cz/vynosy-drevni-stepka-2/>
- [50] Výhřevnost paliv. *Tzb-info* [online]. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>
- [51] Výpočet úspor emisí oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). *Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR* [online]. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument6794.html>
- [52] Ceník. *AKO Blatný, s.r.o.* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.akoblatny.cz/cenik>

- [53] Ceník uhlí a manipulačních poplatků za nakládku uhlí z produkce společnosti Severočeské doly a.s. pro rok 2016. *Severočeské doly, a.s.* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: [http://www.sd-bilinskenizkosirnateuhli.cz/images/332121500\\_cenik-tu-2016.pdf](http://www.sd-bilinskenizkosirnateuhli.cz/images/332121500_cenik-tu-2016.pdf)
- [54] Kalkulačka MWh - m3. *RWE* [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.rwe-gasstorage.cz/cs/kalkulacka-mwh-m3/>
- [55] Hlavní stránka. *Power Exchange Central Europe* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.pxe.cz/>
- [56] Přehled cen zemního plynu. *TZB-info* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/13-prehled-cen-zemniho-plynu>

## 9 Přílohy

### 9.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Situování výtopny ve městě Kdyně [3].....	12
Obrázek 2: Výtopna Kdyně.....	12
Obrázek 3: Rozvod tepla po městě [1].....	14
Obrázek 4: Mapa teplárenských závodů nad 50 MWt [9].....	29
Obrázek 5: CV Dolní v Bruntále [12].....	31
Obrázek 6: EC Jindřichův Hradec. ....	33
Obrázek 7: Teplárna Ostrov [19]. ....	34
Obrázek 8: Schéma CFBC [28]. ....	37
Obrázek 9: Schéma technologie GETEC - spalování hruboprachu [36].....	41
Obrázek 10: Schéma plynové kogenerace s využitím pístového motoru [45]. ....	44

### 9.2 Seznam grafů

Graf 1: Dodávky parovodu a teplovodu [1]. ....	15
Graf 2: Energetická bilance výtopny [1]. ....	16
Graf 3: Dodávka tepla koncovým uživatelům [1][5].....	18
Graf 4: Srovnání cen tepla při odběru z primárního rozvodu [6].....	19
Graf 5: Porovnání cen tepla při odběru ze sekundárního rozvodu. ....	20
Graf 6: Porovnání cen tepla při odběru z primárního rozvodu pro uhelné zdroje. ....	21
Graf 7: Porovnání cen tepla při odběru ze sekundárního rozvodu pro uhelné zdroje. ...	21
Graf 8: Porovnání cen tepla při odběru z primárního rozvodu v Plzeňském kraji. ....	22
Graf 9: Porovnání cen tepla při odběru ze sekundárního rozvodu v Plzeňském kraji. ...	23
Graf 10: Porovnání limitů pro uhlí. ....	26
Graf 11: Porovnání limitů pro biomasu. ....	27
Graf 12: Porovnání limitů pro plyn. ....	27
Graf 13: Koeficienty denního diagramu odběru teplovodního rozvodu. ....	48
Graf 14: Koeficienty denního diagramu odběru parního rozvodu. ....	48
Graf 15: Průběh kumulovaného diskontovaného FCFF a FCFE spalování biomasy.....	56
Graf 16: Citlivostní analýza na cenu paliva z pohledu firmy. ....	57
Graf 17: Citlivostní analýza na cenu paliva z pohledu investora. ....	57
Graf 18: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu firmy. ....	58
Graf 19: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu investora. ....	58
Graf 20: Citlivostní analýza na výši zadlužení.....	59
Graf 21: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu firmy.....	59
Graf 22: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu investora.....	60
Graf 23: Průběh kumulovaného diskontovaného FCFF a FCFE spalování hnědouhelného hruboprachu.....	62
Graf 24: Citlivostní analýza na cenu uhlí. ....	63
Graf 25: Citlivostní analýza na výši diskontu z pohledu firmy.....	63
Graf 26: Citlivostní analýza na výši diskontu z pohledu investora. ....	64

Graf 27: Citlivostní analýza na výši zadlužení.....	64
Graf 28: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu firmy.....	65
Graf 29: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu investora.....	65
Graf 30: Průběh kumulovaného diskontovaného FCFF a FCFE spalování plynu.....	68
Graf 31: Citlivostní analýza na cenu plynu.....	69
Graf 32: Citlivostní analýza na cenu výkupu elektřiny.....	69
Graf 33: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu firmy.....	70
Graf 34: Citlivostní analýza na velikost diskontu z pohledu investora.....	70
Graf 35: Citlivostní analýza na výši zadlužení.....	71
Graf 36: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu firmy.....	71
Graf 37: Citlivostní analýza na cenu tepla z pohledu investora.....	72
Graf 38: Porovnání kumulovaných diskontovaných FCFF.....	74
Graf 39: Porovnání kumulovaných diskontovaných FCFE.....	74

### 9.3 Seznam rovnic

Rovnice 1: Výpočet WACC [46].....	46
Rovnice 2: Výpočet nominálního diskontu.....	47
Rovnice 3: Přepočítání na denní spotřebu.....	47
Rovnice 4: Přepočítání na hodinovou spotřebu.....	47
Rovnice 5: Vyhledání maximální hodinové spotřeby.....	48
Rovnice 6: První rok lineárního odpisování.....	49
Rovnice 7: Následující roky lineárního odpisování.....	49
Rovnice 8: Anuitní splátka.....	49
Rovnice 9: Výše úroku.....	49
Rovnice 10: Výše úmoru.....	50
Rovnice 11: Množství CO <sub>2</sub> .....	50
Rovnice 12: Výpočet EBT.....	50
Rovnice 13: Výpočet hospodářského výsledku za běžnou činnost.....	51
Rovnice 14: Výpočet Cash Flow.....	51
Rovnice 15: Výpočet Free Cash Flow to Firm [46].....	51
Rovnice 16: Výpočet Free Cash Flow to Equity [46].....	51
Rovnice 17: Výpočet NPV [46].....	52
Rovnice 18: Výpočet IRR [46].....	52

### 9.4 Seznam tabulek

Tabulka 1: Ekonomická situace výtopny [1].....	15
Tabulka 2: Dodávky tepla koncovým uživatelům [1].....	18
Tabulka 3: Národní přechodný plán snížení emisí tepláren o příkonu vyšším než 50 MWt [7].....	24
Tabulka 4: Emisní limity platné do 31. 12. 2017; <b>Vysvětlivky:</b> 1) zdroje s fluidním ložem, 2) zdroje na pevná paliva s výtavným topeništěm, 3) spalování propan-butanu, 4) zdroje mimo veřejné distribuční sítě, 5) zdroje na biomasu [8].....	25

Tabulka 5: Emisní limity platné od 1. 1. 2018; <b>Vysvětlivky:</b> 1) zdroje na hnědé uhlí, které jsou v provozu maximálně 3200 hodin ročně, platí emisní limit 2000 mg/m <sup>3</sup> , 2) pokud technologií (nízkoemisní hořák) nelze dosáhnout, platí hodnota 200 mg/m <sup>3</sup> , 3) zdroje na biomasu s výjimkou spalování výlisků z takové biomasy, 4) zdroje na těžký topný olej a podobné [8]. .....	25
Tabulka 6: Seznam dotčených zařízení v Plzeňském kraji [7]. .....	30
Tabulka 7: Výkaz zisků a ztrát u spoluspalování biomasy. ....	55
Tabulka 8: Ekonomické vyhodnocení spoluspalování biomasy. ....	56
Tabulka 9: Výkaz zisků a ztrát spalování hnědouhelného hruboprachu. ....	61
Tabulka 10: Ekonomické vyhodnocení spalování hnědouhelného hruboprachu. ....	62
Tabulka 11: Výkaz zisků a ztrát spalování zemního plynu. ....	67
Tabulka 12: Ekonomické vyhodnocení spalování plynu. ....	67
Tabulka 13: NPV jednotlivých variant. ....	73
Tabulka 14: Seznam dotčených zařízení v ČR. ....	86
Tabulka 15: Výsledovka spoluspalování biomasy. ....	88
Tabulka 16: Výsledovka spalování hnědouhelného hruboprachu. ....	90
Tabulka 17: Výsledovka spalování zemního plynu. ....	92

## 9.5 Tabulky

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	TZL
<b>Výtopna Třeboradice</b>	√	√	x
<b>Teplárna Malešice II</b>	√	√	x
<b>Teplárna Malešice III</b>	√	√	x
<b>Teplárna Michle</b>	√	√	x
<b>Teplárna Holešovice</b>	√	√	x
<b>Teplárna Veveslavín</b>	√	√	x
<b>Výtopna Juliska</b>	√	√	x
<b>Výtopna Krč</b>	√	√	X
<b>Elektrárna Kladno</b>	√	x	x
<b>Elektrárna Mělník 2</b>	√	√	√
<b>Elektrárna Mělník 3</b>	√	√	√
<b>Elektrárna Kolín 1</b>	√	√	√
<b>Elektrárna Kolín 2</b>	√	√	√
<b>Elektrárna Mělník 1</b>	√	√	x
<b>Teplárna ŠKO-ENERGO Mladá Boleslav</b>	√	√	√
<b>SPOLANA Neratovice</b>	√	√	√
<b>Teplárna Kralupy 1</b>	√	√	√
<b>Teplárna Kralupy 2</b>	√	√	√
<b>CZT Příbram</b>	√	√	√
<b>Energy Planá nad Lužnicí</b>	√	√	√
<b>Teplárna České Budějovice 1</b>	x	√	x

Teplárna České Budějovice 2	x	√	x
Teplárna České Budějovice 3	√	√	√
Teplárna Písek	√	√	√
Teplárna Strakonice	√	√	√
Teplárna Tábor	√	√	√
Teplárna ELÚ III	√	√	x
Pížeňská teplárenská CZT	√	x	√
Elektrárna Tisová 1-1	√	√	x
Elektrárna Tisová 1-2	√	√	x
Elektrárna Tisová 2	√	√	x
Výtopna Mariánské Lázně	√	√	√
Momentive Specialty Chemicals Sokolov	√	x	x
Vřesová	√	x	x
Odštěpný závod Chomutov	√	√	x
Elektrárna Prunéřov 1	√	√	√
Elektrárna Prunéřov 2	√	√	√
Elektrárna Ledvice 2	√	√	√
Elektrárna Ledvice 3	√	√	√
Elektrárna Poříčí 1	√	√	√
Elektrárna Poříčí 2	√	√	√
Teplárna Trmice	√	√	x
Elektrárna Počeradý 1	√	√	x
Elektrárna Počeradý 2	√	√	x
Energy Ústí nad Labem	√	√	√
Lovosice Lovochemie	√	√	√
Energetika Štětí	√	√	√
Teplárna Varnsdorf	√	√	√
Unipetrol RPA, Teplárna T700	√	√	√
Unipetrol RPA, Petrochemie	√	√	√
Výtopna Brandl	√	√	√
Výtopna Rýnovice	√	√	√
Teplárna Liberec	√	√	√
Teplárna Dvůr Králové nad Labem	√	√	√
Cukrovar České Meziříčí	√	√	√
Elektrárna Chvaletice	√	√	√
Elektrárna Opatovice	√	√	√
Paramo Pardubice	√	√	√
Synthesia Pardubice ZL1	√	√	x

Synthesia Pardubice ZL2	√	√	x
Teplárna Žďár nad Sázavou	√	√	x
Elektrárna Hodonín	√	√	√
Hrušovany nad Jevišovkou	√	x	√
Teplárna Brno - sever	√	√	x
Teplárna Brno - Špitálka	x	√	x
Teplárna Brno - Červený mlýn 1	x	√	x
Teplárna Brno - Červený mlýn 2	x	√	x
Teplárna Olomouc	√	√	√
Špičková výtopna Olomouc	√	√	√
Teplárna Přerov	√	√	√
Teplárna Zlín 1	√	√	√
Teplárna Zlín 2	x	√	x
Teplárna Zlín 3	√	√	√
Energetika Krásno nad Bečvou	√	√	√
Výtopna Rožnov pod Radhoštěm	√	√	√
Teplárna Otrokovice	√	√	x
Arcelor Mittal Energy Ostrava s.r.o. 1	√	√	√
Arcelor Mittal Energy Ostrava s.r.o. 2	√	√	√
Teplárna Vítkovice	√	√	√
Elektrárna Třebovice 1	√	√	√
Elektrárna Třebovice 2	√	√	√
Elektrárna Třebovice 3	√	√	√
Teplárna Přívoz	√	√	√
Teplárna Krnov	√	√	√
Teplárna Karviná	√	√	√
Teplárna ČSA Karviná	√	√	√
Teplárna Frýdek-Místek	√	√	√
Teplárna Dolu ČSM	√	√	√
Elektrárna Dětmorovice	√	√	x
Energetika Třinec 1	x	√	x
Energetika Třinec 2	x	√	x
Energetika Třinec 3	√	√	x
Teplárna Kopřivnice	√	√	√

Tabulka 14: Seznam dotčených zařízení v ČR.

## Přílohy

<i>Výnosy</i>								
Prodej tepla	29 500 743 Kč	29 943 254 Kč	30 392 403 Kč	30 848 289 Kč	31 311 013 Kč	31 780 679 Kč		
Prodej elektřiny	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč		
<i>Náklady</i>								
Palivo	-9 619 638 Kč	-9 807 120 Kč	-9 998 276 Kč	-10 193 179 Kč	-10 391 903 Kč	-10 625 992 Kč		
Doprava	-381 599 Kč	-386 186 Kč	-390 827 Kč	-395 521 Kč	-400 271 Kč	-406 279 Kč		
Elektřina	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč		
Povolenky	-839 532 Kč	-849 623 Kč	-859 832 Kč	-870 161 Kč	-880 609 Kč	-893 827 Kč		
Zaměstnanci	-2 400 000 Kč	-2 460 000 Kč	-2 521 500 Kč	-2 584 538 Kč	-2 649 151 Kč	-2 715 380 Kč		
Pojištění	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč		
Náklady na provoz	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč		
Náklady na údržbu	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč		
Odpisy - lineární	-2 051 282 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč		
<i>Provozní výsledek hospodaření</i>	11 008 691 Kč	9 137 761 Kč	9 319 404 Kč	9 502 327 Kč	9 686 515 Kč	9 836 637 Kč		
Úroky	-1 920 000 Kč	-1 855 154 Kč	-1 788 362 Kč	-1 719 567 Kč	-1 648 708 Kč	-1 575 723 Kč		
<i>Finanční výsledek hospodaření</i>	-1 920 000 Kč	-1 855 154 Kč	-1 788 362 Kč	-1 719 567 Kč	-1 648 708 Kč	-1 575 723 Kč		
<b>EBT</b>	<b>9 088 691 Kč</b>	<b>7 282 607 Kč</b>	<b>7 531 042 Kč</b>	<b>7 782 760 Kč</b>	<b>8 037 808 Kč</b>	<b>8 260 914 Kč</b>		
Daň z příjmů	-1 726 851 Kč	-1 383 695 Kč	-1 430 898 Kč	-1 478 724 Kč	-1 527 183 Kč	-1 569 574 Kč		
<i>Výsledek hospodaření za běžnou činnost</i>	7 361 840 Kč	5 898 912 Kč	6 100 144 Kč	6 304 036 Kč	6 510 624 Kč	6 691 340 Kč		

32 257 389 Kč	32 741 250 Kč	33 232 368 Kč	33 730 854 Kč	34 236 817 Kč	34 750 369 Kč	35 271 624 Kč	35 800 699 Kč	36 337 709 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-10 865 155 Kč	-11 109 501 Kč	-11 359 138 Kč	-11 614 181 Kč	-11 874 743 Kč	-12 140 943 Kč	-12 412 900 Kč	-12 690 736 Kč	-12 974 577 Kč
-412 367 Kč	-418 536 Kč	-424 788 Kč	-431 122 Kč	-437 541 Kč	-444 045 Kč	-450 636 Kč	-457 313 Kč	-464 080 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-907 221 Kč	-920 794 Kč	-934 548 Kč	-948 484 Kč	-962 606 Kč	-976 915 Kč	-991 414 Kč	-1 006 106 Kč	-1 020 992 Kč
-2 783 264 Kč	-2 852 846 Kč	-2 924 167 Kč	-2 997 271 Kč	-3 072 203 Kč	-3 149 008 Kč	-3 227 733 Kč	-3 308 427 Kč	-3 391 137 Kč
-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč
-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč
-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč
-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč
9 986 817 Kč	10 137 008 Kč	10 287 164 Kč	10 437 231 Kč	10 587 160 Kč	10 736 894 Kč	10 886 378 Kč	11 035 553 Kč	11 184 360 Kč
-1 500 548 Kč	-1 423 118 Kč	-1 343 366 Kč	-1 261 220 Kč	-1 176 611 Kč	-1 089 463 Kč	-999 700 Kč	-907 245 Kč	-812 016 Kč
-1 500 548 Kč	-1 423 118 Kč	-1 343 366 Kč	-1 261 220 Kč	-1 176 611 Kč	-1 089 463 Kč	-999 700 Kč	-907 245 Kč	-812 016 Kč
<b>8 486 269 Kč</b>	<b>8 713 890 Kč</b>	<b>8 943 798 Kč</b>	<b>9 176 011 Kč</b>	<b>9 410 549 Kč</b>	<b>9 647 431 Kč</b>	<b>9 886 677 Kč</b>	<b>10 128 308 Kč</b>	<b>10 372 343 Kč</b>
-1 612 391 Kč	-1 655 639 Kč	-1 699 322 Kč	-1 743 442 Kč	-1 788 004 Kč	-1 833 012 Kč	-1 878 469 Kč	-1 924 378 Kč	-1 970 745 Kč
6 873 878 Kč	7 058 251 Kč	7 244 476 Kč	7 432 569 Kč	7 622 545 Kč	7 814 419 Kč	8 008 209 Kč	8 203 929 Kč	8 401 598 Kč

36 882 775 Kč	37 436 017 Kč	37 997 557 Kč	38 567 520 Kč	39 146 033 Kč	39 733 223 Kč	40 329 222 Kč	40 934 160 Kč	41 548 172 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-13 327 524 Kč	-13 689 100 Kč	-14 059 505 Kč	-14 438 944 Kč	-14 827 627 Kč	-15 225 769 Kč	-15 633 588 Kč	-16 051 310 Kč	-16 479 164 Kč
-472 043 Kč	-480 120 Kč	-488 310 Kč	-496 617 Kč	-505 041 Kč	-513 583 Kč	-522 246 Kč	-531 031 Kč	-539 939 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-1 038 512 Kč	-1 056 280 Kč	-1 074 300 Kč	-1 092 574 Kč	-1 111 107 Kč	-1 129 901 Kč	-1 148 959 Kč	-1 168 286 Kč	-1 187 885 Kč
-3 475 916 Kč	-3 562 813 Kč	-3 651 884 Kč	-3 743 181 Kč	-3 836 760 Kč	-3 932 679 Kč	-4 030 996 Kč	-4 131 771 Kč	-4 235 066 Kč
-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč
-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč
-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč
-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	-4 102 564 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
11 266 216 Kč	11 345 139 Kč	11 420 994 Kč	11 493 640 Kč	11 562 934 Kč	15 731 291 Kč	15 793 431 Kč	15 851 761 Kč	15 906 119 Kč
-713 931 Kč	-612 902 Kč	-508 843 Kč	-401 662 Kč	-291 266 Kč	-177 558 Kč	-60 438 Kč	60 195 Kč	184 447 Kč
-713 931 Kč	-612 902 Kč	-508 843 Kč	-401 662 Kč	-291 266 Kč	-177 558 Kč	-60 438 Kč	60 195 Kč	184 447 Kč
<b>10 552 285 Kč</b>	<b>10 732 237 Kč</b>	<b>10 912 150 Kč</b>	<b>11 091 978 Kč</b>	<b>11 271 668 Kč</b>	<b>15 553 733 Kč</b>	<b>15 732 993 Kč</b>	<b>15 911 956 Kč</b>	<b>16 090 566 Kč</b>
-2 004 934 Kč	-2 039 125 Kč	-2 073 309 Kč	-2 107 476 Kč	-2 141 617 Kč	-2 955 209 Kč	-2 989 269 Kč	-3 023 272 Kč	-3 057 208 Kč
8 547 351 Kč	8 693 112 Kč	8 838 842 Kč	8 984 502 Kč	9 130 051 Kč	12 598 524 Kč	12 743 724 Kč	12 888 684 Kč	13 033 358 Kč



42 171 395 Kč	42 803 966 Kč	43 446 025 Kč	44 097 716 Kč	44 759 182 Kč	45 430 569 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-16 917 383 Kč	-17 366 209 Kč	-17 825 886 Kč	-18 296 666 Kč	-18 778 804 Kč	-19 272 563 Kč
-548 973 Kč	-558 133 Kč	-567 421 Kč	-576 839 Kč	-586 389 Kč	-596 072 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-1 207 759 Kč	-1 227 911 Kč	-1 248 346 Kč	-1 269 066 Kč	-1 290 077 Kč	-1 311 380 Kč
-4 340 942 Kč	-4 449 466 Kč	-4 560 702 Kč	-4 674 720 Kč	-4 791 588 Kč	-4 911 378 Kč
-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč	-400 000 Kč
-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč	-1 600 000 Kč
-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč	-1 200 000 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
15 956 338 Kč	16 002 247 Kč	16 043 670 Kč	16 080 425 Kč	16 112 324 Kč	16 139 176 Kč
312 427 Kč	444 246 Kč	580 019 Kč	719 866 Kč	863 908 Kč	1 012 272 Kč
312 427 Kč	444 246 Kč	580 019 Kč	719 866 Kč	863 908 Kč	1 012 272 Kč
<b>16 268 765 Kč</b>	<b>16 446 493 Kč</b>	<b>16 623 689 Kč</b>	<b>16 800 290 Kč</b>	<b>16 976 232 Kč</b>	<b>17 151 447 Kč</b>
-3 091 065 Kč	-3 124 834 Kč	-3 158 501 Kč	-3 192 055 Kč	-3 225 484 Kč	-3 258 775 Kč
13 177 700 Kč	13 321 659 Kč	13 465 188 Kč	13 608 235 Kč	13 750 748 Kč	13 892 672 Kč

*Tabulka 15: Výsledovka spoluspalování biomasy.*

Přílohy

<i>Výnosy</i>								
Prodej tepla	29 500 743 Kč	29 943 254 Kč	30 392 403 Kč	30 848 289 Kč	31 311 013 Kč	31 780 679 Kč		
Prodej elektřiny	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč		
<i>Náklady</i>								
Palivo	-9 921 630 Kč	-10 140 303 Kč	-10 363 754 Kč	-10 592 087 Kč	-10 825 408 Kč	-11 096 687 Kč		
Doprava	-7 208 392 Kč	-7 295 037 Kč	-7 382 694 Kč	-7 471 374 Kč	-7 561 090 Kč	-7 674 581 Kč		
Elektřina	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč		
Povolenky	-1 384 011 Kč	-1 400 647 Kč	-1 417 477 Kč	-1 434 504 Kč	-1 451 729 Kč	-1 473 520 Kč		
Zaměstnanci	-2 400 000 Kč	-2 460 000 Kč	-2 521 500 Kč	-2 584 538 Kč	-2 649 151 Kč	-2 715 380 Kč		
Pojištění	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč		
Náklady na provoz	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč		
Náklady na údržbu	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč		
Odpisy - lineární	-2 179 487 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč		
<i>Provozní výsledek hospodaření</i>	2 157 222 Kč	38 293 Kč	98 004 Kč	156 812 Kč	214 661 Kč	211 536 Kč		
Úroky	-2 040 000 Kč	-1 978 754 Kč	-1 915 670 Kč	-1 850 694 Kč	-1 783 769 Kč	-1 714 835 Kč		
<i>Finanční výsledek hospodaření</i>	-2 040 000 Kč	-1 978 754 Kč	-1 915 670 Kč	-1 850 694 Kč	-1 783 769 Kč	-1 714 835 Kč		
<b>EBT</b>	<b>117 222 Kč</b>	<b>-1 940 461 Kč</b>	<b>-1 817 666 Kč</b>	<b>-1 693 882 Kč</b>	<b>-1 569 108 Kč</b>	<b>-1 503 299 Kč</b>		
Daň z příjmů	-22 272 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč		
<i>Výsledek hospodaření za běžnou činnost</i>	94 950 Kč	-1 940 461 Kč	-1 817 666 Kč	-1 693 882 Kč	-1 569 108 Kč	-1 503 299 Kč		

32 257 389 Kč	32 741 250 Kč	33 232 368 Kč	33 730 854 Kč	34 236 817 Kč	34 750 369 Kč	35 271 624 Kč	35 800 699 Kč	36 337 709 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-11 374 488 Kč	-11 658 962 Kč	-11 950 265 Kč	-12 248 557 Kč	-12 554 000 Kč	-12 866 761 Kč	-13 187 012 Kč	-13 514 925 Kč	-13 850 681 Kč
-7 789 586 Kč	-7 906 124 Kč	-8 024 214 Kč	-8 143 874 Kč	-8 265 126 Kč	-8 387 988 Kč	-8 512 481 Kč	-8 638 625 Kč	-8 766 440 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-1 495 601 Kč	-1 517 976 Kč	-1 540 649 Kč	-1 563 624 Kč	-1 586 904 Kč	-1 610 494 Kč	-1 634 396 Kč	-1 658 616 Kč	-1 683 157 Kč
-2 783 264 Kč	-2 852 846 Kč	-2 924 167 Kč	-2 997 271 Kč	-3 072 203 Kč	-3 149 008 Kč	-3 227 733 Kč	-3 308 427 Kč	-3 391 137 Kč
-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč
-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč
-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč
-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč
205 475 Kč	196 367 Kč	184 099 Kč	168 553 Kč	149 609 Kč	127 143 Kč	101 028 Kč	71 132 Kč	37 320 Kč
-1 643 834 Kč	-1 570 703 Kč	-1 495 378 Kč	-1 417 793 Kč	-1 337 881 Kč	-1 255 571 Kč	-1 170 792 Kč	-1 083 469 Kč	-993 527 Kč
-1 643 834 Kč	-1 570 703 Kč	-1 495 378 Kč	-1 417 793 Kč	-1 337 881 Kč	-1 255 571 Kč	-1 170 792 Kč	-1 083 469 Kč	-993 527 Kč
<b>-1 438 359 Kč</b>	<b>-1 374 336 Kč</b>	<b>-1 311 279 Kč</b>	<b>-1 249 240 Kč</b>	<b>-1 188 271 Kč</b>	<b>-1 128 427 Kč</b>	<b>-1 069 764 Kč</b>	<b>-1 012 338 Kč</b>	<b>-956 207 Kč</b>
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-1 438 359 Kč	-1 374 336 Kč	-1 311 279 Kč	-1 249 240 Kč	-1 188 271 Kč	-1 128 427 Kč	-1 069 764 Kč	-1 012 338 Kč	-956 207 Kč

36 882 775 Kč	37 436 017 Kč	37 997 557 Kč	38 567 520 Kč	39 146 033 Kč	39 733 223 Kč	40 329 222 Kč	40 934 160 Kč	41 548 172 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-14 227 843 Kč	-14 614 552 Kč	-15 011 038 Kč	-15 417 538 Kč	-15 834 294 Kč	-16 261 552 Kč	-16 699 567 Kč	-17 148 598 Kč	-17 608 911 Kč
-8 916 870 Kč	-9 069 432 Kč	-9 224 153 Kč	-9 381 062 Kč	-9 540 187 Kč	-9 701 555 Kč	-9 865 198 Kč	-10 031 143 Kč	-10 199 420 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-1 712 039 Kč	-1 741 331 Kč	-1 771 037 Kč	-1 801 164 Kč	-1 831 716 Kč	-1 862 699 Kč	-1 894 118 Kč	-1 925 979 Kč	-1 958 289 Kč
-3 475 916 Kč	-3 562 813 Kč	-3 651 884 Kč	-3 743 181 Kč	-3 836 760 Kč	-3 932 679 Kč	-4 030 996 Kč	-4 131 771 Kč	-4 235 066 Kč
-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč
-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč
-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč
-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	-4 358 974 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-58 868 Kč	-161 086 Kč	-269 531 Kč	-384 399 Kč	-505 898 Kč	3 724 738 Kč	3 589 342 Kč	3 446 668 Kč	3 296 487 Kč
-900 887 Kč	-805 467 Kč	-707 185 Kč	-605 954 Kč	-501 687 Kč	-394 291 Kč	-283 674 Kč	-169 738 Kč	-52 383 Kč
-900 887 Kč	-805 467 Kč	-707 185 Kč	-605 954 Kč	-501 687 Kč	-394 291 Kč	-283 674 Kč	-169 738 Kč	-52 383 Kč
<b>-959 754 Kč</b>	<b>-966 554 Kč</b>	<b>-976 715 Kč</b>	<b>-990 354 Kč</b>	<b>-1 007 584 Kč</b>	<b>3 330 447 Kč</b>	<b>3 305 669 Kč</b>	<b>3 276 931 Kč</b>	<b>3 244 104 Kč</b>
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	-632 785 Kč	-628 077 Kč	-616 380 Kč
-959 754 Kč	-966 554 Kč	-976 715 Kč	-990 354 Kč	-1 007 584 Kč	2 697 662 Kč	2 677 592 Kč	2 654 314 Kč	2 627 724 Kč

42 171 395 Kč	42 803 966 Kč	43 446 025 Kč	44 097 716 Kč	44 759 182 Kč	45 430 569 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-18 080 777 Kč	-18 564 473 Kč	-19 060 285 Kč	-19 568 504 Kč	-20 089 428 Kč	-20 623 361 Kč
-10 370 060 Kč	-10 543 092 Kč	-10 718 549 Kč	-10 896 460 Kč	-11 076 857 Kč	-11 259 773 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-1 991 051 Kč	-2 024 274 Kč	-2 057 961 Kč	-2 092 120 Kč	-2 126 757 Kč	-2 161 876 Kč
-4 340 942 Kč	-4 449 466 Kč	-4 560 702 Kč	-4 674 720 Kč	-4 791 588 Kč	-4 911 378 Kč
-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč	-425 000 Kč
-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč	-2 550 000 Kč
-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč	-1 275 000 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
3 138 565 Kč	2 972 661 Kč	2 798 527 Kč	2 615 911 Kč	2 424 552 Kč	2 224 181 Kč
68 491 Kč	192 992 Kč	321 228 Kč	453 311 Kč	589 357 Kč	729 484 Kč
68 491 Kč	192 992 Kč	321 228 Kč	453 311 Kč	589 357 Kč	729 484 Kč
<b>3 207 056 Kč</b>	<b>3 165 653 Kč</b>	<b>3 119 756 Kč</b>	<b>3 069 223 Kč</b>	<b>3 013 908 Kč</b>	<b>2 953 665 Kč</b>
-609 341 Kč	-601 474 Kč	-592 754 Kč	-583 152 Kč	-572 643 Kč	-561 196 Kč
2 597 716 Kč	2 564 179 Kč	2 527 002 Kč	2 486 070 Kč	2 441 266 Kč	2 392 468 Kč

Tabulka 16: Výsledovka spalování hnědouhelného hruboprachu.

## Přílohy

<i>Výnosy</i>								
Prodej tepla	29 500 743 Kč	29 943 254 Kč	30 392 403 Kč	30 848 289 Kč	31 311 013 Kč	31 780 679 Kč		
Prodej elektřiny	8 570 137 Kč	8 612 987 Kč	8 656 052 Kč	8 699 332 Kč	8 742 829 Kč	8 786 543 Kč		
<i>Náklady</i>								
Palivo	-44 890 645 Kč	-45 430 231 Kč	-45 976 119 Kč	-46 528 382 Kč	-47 087 092 Kč	-47 793 866 Kč		
Elektřina	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč		
Povolenky	-1 229 822 Kč	-1 244 604 Kč	-1 259 559 Kč	-1 274 689 Kč	-1 289 995 Kč	-1 309 358 Kč		
Zaměstnanci	-2 400 000 Kč	-2 460 000 Kč	-2 521 500 Kč	-2 584 538 Kč	-2 649 151 Kč	-2 715 380 Kč		
Pojištění	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč		
Náklady na provoz	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč		
Náklady na údržbu	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč		
Odpisy - lineární	-2 564 103 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč		
<i>Provozní výsledek hospodaření</i>	-17 013 690 Kč	-19 706 799 Kč	-19 836 928 Kč	-19 968 192 Kč	-20 100 602 Kč	-20 379 587 Kč		
Úroky	-2 400 000 Kč	-2 349 554 Kč	-2 297 594 Kč	-2 244 076 Kč	-2 188 952 Kč	-2 132 174 Kč		
<i>Finanční výsledek hospodaření</i>	-2 400 000 Kč	-2 349 554 Kč	-2 297 594 Kč	-2 244 076 Kč	-2 188 952 Kč	-2 132 174 Kč		
<b>EBT</b>	<b>-19 413 690 Kč</b>	<b>-22 056 352 Kč</b>	<b>-22 134 522 Kč</b>	<b>-22 212 268 Kč</b>	<b>-22 289 553 Kč</b>	<b>-22 511 761 Kč</b>		
Daň z příjmů	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč		
<i>Výsledek hospodaření za běžnou činnost</i>	-19 413 690 Kč	-22 056 352 Kč	-22 134 522 Kč	-22 212 268 Kč	-22 289 553 Kč	-22 511 761 Kč		

	32 257 389 Kč	32 741 250 Kč	33 232 368 Kč	33 730 854 Kč	34 236 817 Kč	34 750 369 Kč	35 271 624 Kč	35 800 699 Kč	36 337 709 Kč
	8 830 476 Kč	8 874 628 Kč	8 919 001 Kč	8 963 596 Kč	9 008 414 Kč	9 053 457 Kč	9 098 724 Kč	9 144 217 Kč	9 189 939 Kč
	-48 510 066 Kč	-49 235 811 Kč	-49 971 220 Kč	-50 716 413 Kč	-51 471 513 Kč	-52 236 644 Kč	-53 011 930 Kč	-53 797 498 Kč	-54 593 476 Kč
	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
	-1 328 979 Kč	-1 348 862 Kč	-1 369 009 Kč	-1 389 424 Kč	-1 410 111 Kč	-1 431 072 Kč	-1 452 312 Kč	-1 473 833 Kč	-1 495 640 Kč
	-2 783 264 Kč	-2 852 846 Kč	-2 924 167 Kč	-2 997 271 Kč	-3 072 203 Kč	-3 149 008 Kč	-3 227 733 Kč	-3 308 427 Kč	-3 391 137 Kč
	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč
	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč
	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč
	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč
	-20 662 650 Kč	-20 949 846 Kč	-21 241 231 Kč	-21 536 863 Kč	-21 836 801 Kč	-22 141 104 Kč	-22 449 832 Kč	-22 763 047 Kč	-23 080 811 Kč
	-2 073 693 Kč	-2 013 458 Kč	-1 951 415 Kč	-1 887 511 Kč	-1 821 691 Kč	-1 753 895 Kč	-1 684 066 Kč	-1 612 141 Kč	-1 538 059 Kč
	-2 073 693 Kč	-2 013 458 Kč	-1 951 415 Kč	-1 887 511 Kč	-1 821 691 Kč	-1 753 895 Kč	-1 684 066 Kč	-1 612 141 Kč	-1 538 059 Kč
	<b>-22 736 343 Kč</b>	<b>-22 963 304 Kč</b>	<b>-23 192 646 Kč</b>	<b>-23 424 375 Kč</b>	<b>-23 658 492 Kč</b>	<b>-23 894 999 Kč</b>	<b>-24 133 898 Kč</b>	<b>-24 375 188 Kč</b>	<b>-24 618 870 Kč</b>
	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
	-22 736 343 Kč	-22 963 304 Kč	-23 192 646 Kč	-23 424 375 Kč	-23 658 492 Kč	-23 894 999 Kč	-24 133 898 Kč	-24 375 188 Kč	-24 618 870 Kč

	36 882 775 Kč	37 436 017 Kč	37 997 557 Kč	38 567 520 Kč	39 146 033 Kč	39 733 223 Kč	40 329 222 Kč	40 934 160 Kč	41 548 172 Kč
	9 235 888 Kč	9 282 068 Kč	9 328 478 Kč	9 375 120 Kč	9 421 996 Kč	9 469 106 Kč	9 516 452 Kč	9 564 034 Kč	9 611 854 Kč
	-55 530 286 Kč	-56 480 372 Kč	-57 443 907 Kč	-58 421 065 Kč	-59 412 022 Kč	-60 416 955 Kč	-61 436 046 Kč	-62 469 477 Kč	-63 517 434 Kč
	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
	-1 521 305 Kč	-1 547 333 Kč	-1 573 730 Kč	-1 600 500 Kč	-1 627 649 Kč	-1 655 180 Kč	-1 683 099 Kč	-1 711 410 Kč	-1 740 120 Kč
	-3 475 916 Kč	-3 562 813 Kč	-3 651 884 Kč	-3 743 181 Kč	-3 836 760 Kč	-3 932 679 Kč	-4 030 996 Kč	-4 131 771 Kč	-4 235 066 Kč
	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč
	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč
	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč
	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	-5 128 205 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
	-23 537 048 Kč	-24 000 640 Kč	-24 471 692 Kč	-24 950 311 Kč	-25 436 607 Kč	-25 928 485 Kč	-26 425 948 Kč	-26 929 005 Kč	-27 437 656 Kč
	-1 461 755 Kč	-1 383 161 Kč	-1 302 210 Kč	-1 218 830 Kč	-1 132 949 Kč	-1 044 491 Kč	-953 380 Kč	-859 535 Kč	-762 875 Kč
	-1 461 755 Kč	-1 383 161 Kč	-1 302 210 Kč	-1 218 830 Kč	-1 132 949 Kč	-1 044 491 Kč	-953 380 Kč	-859 535 Kč	-762 875 Kč
	<b>-24 998 803 Kč</b>	<b>-25 383 801 Kč</b>	<b>-25 773 902 Kč</b>	<b>-26 169 141 Kč</b>	<b>-26 569 556 Kč</b>	<b>-26 976 976 Kč</b>	<b>-27 394 326 Kč</b>	<b>-27 827 540 Kč</b>	<b>-28 275 531 Kč</b>
	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
	-24 998 803 Kč	-25 383 801 Kč	-25 773 902 Kč	-26 169 141 Kč	-26 569 556 Kč	-26 976 976 Kč	-27 394 326 Kč	-27 827 540 Kč	-28 275 531 Kč

42 171 395 Kč	42 803 966 Kč	43 446 025 Kč	44 097 716 Kč	44 759 182 Kč	45 430 569 Kč
9 659 913 Kč	9 708 213 Kč	9 756 754 Kč	9 805 538 Kč	9 854 565 Kč	9 903 838 Kč
-64 580 102 Kč	-65 657 672 Kč	-66 750 336 Kč	-67 858 286 Kč	-68 981 721 Kč	-70 120 839 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-1 769 233 Kč	-1 798 754 Kč	-1 828 689 Kč	-1 859 042 Kč	-1 889 820 Kč	-1 921 027 Kč
-4 340 942 Kč	-4 449 466 Kč	-4 560 702 Kč	-4 674 720 Kč	-4 791 588 Kč	-4 911 378 Kč
-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč	-500 000 Kč
-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč	-2 000 000 Kč
-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč	-1 500 000 Kč
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-22 858 969 Kč	-23 393 713 Kč	-23 936 947 Kč	-24 488 795 Kč	-25 049 382 Kč	-25 618 836 Kč
-663 315 Kč	-560 768 Kč	-455 145 Kč	-346 353 Kč	-234 297 Kč	-118 880 Kč
-663 315 Kč	-560 768 Kč	-455 145 Kč	-346 353 Kč	-234 297 Kč	-118 880 Kč
<b>-23 522 284 Kč</b>	<b>-23 954 481 Kč</b>	<b>-24 392 092 Kč</b>	<b>-24 835 148 Kč</b>	<b>-25 283 679 Kč</b>	<b>-25 737 716 Kč</b>
0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
-23 522 284 Kč	-23 954 481 Kč	-24 392 092 Kč	-24 835 148 Kč	-25 283 679 Kč	-25 737 716 Kč

Tabulka 17: Výsledovka spalování zemního plynu

## 9.6 Obsah přiloženého CD

Soubor	Popis
Pilar_DP.pdf	Text diplomové práce
Pilar_Eko_mod.xlsx	Ekonomické modely
Pilar_Tabulky.xlsx	Pomocné tabulky