

# **Předběžná studie proveditelnosti využití bioplynu k výrobě elektřiny na skládce Březová**

Martin Žůrek

---

Bakalářská práce  
2010

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav podnikové ekonomiky  
akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin ŽŮREK, DiS.**  
Osobní číslo: **M081768**  
Studijní program: **B 6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Management a ekonomika**

Téma práce: **Předběžná studie proveditelnosti využití bioplynu  
k výrobě elektřiny na skládce Březová**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Proveďte rešerši literárních pramenů týkající se dané problematiky.

II. Praktická část

- Představení skládky, analyzujte současnou situaci vývinu, vlastnostech a možnostech využití vznikajícího bioplynu.
- Vyhodnoťte efektivnost a rizika navržené studie.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] KURAŠ, M. Odpady, jejich využití a zneškodňování. Praha: Český ekologický ústav, 1994. ISBN 80-85087-32-4.

[2] NESVATBA, J. Základy moderního skládkování odpadů s příklady. Praha: Inkoteka, 1996. 224 s.

[3] STRAKA, F. Bioplyn. 1. vyd. Říčany: GAS s.r.o., 2003. 517 s. ISBN 80-7328-029-9.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Dušan Smolík, DrSc.**  
Ústav podnikové ekonomiky  
Datum zadání bakalářské práce: **6. dubna 2010**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2010**

Ve Zlíně dne 6. dubna 2010

doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
*děkanka*




prof. Ing. Jiří Polách, CSc.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně, dne 21.5.2010



.....

*1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b  
Zveřejňování závěrečných prací:*

*(1) Vysoká škola nevydávalečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.*

*(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

*(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

*2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užití či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíádně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce popisuje možnosti využití skládkového plynu ke kombinované výrobě tepla a elektřiny. První kapitola je zaměřena na literární rešerši zaměřenou na technologii kogeneračních jednotek. Následující kapitola je zaměřená na předběžnou studii proveditelnosti zaměřenou na využití bioplynu k výrobě elektřiny na skládce Březová.

Klíčová slova: Bioplyn, kogenerace, kogenerační jednotka, čistá současná hodnota, skládka, skládkový plyn, vnitřní výnosové procento,

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis describe utilization of landfill gas for combined heat and power. First chapter of text covers specific literature retrieval focuses on technology of co-generation units. Next chapter deal with Pre-feasibility study for Utilization of Biogas to Produce an Electricity at Landfill Brezova.

Keywords: biogas, combined heat and power, combined heat and power unit, net present value, landfill, landfill gas, internal rate of return

Děkuji profesoru Smolíkovi za odborné vedení bakalářské práce a mnoha dalším odborníkům za cenné rady při zpracování tohoto díla.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VYUŽÍVÁNÍ SKLÁDKOVÉHO PLYNU</b> .....	<b>12</b>
<b>2 KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTRINY A TEPLA</b> .....	<b>14</b>
2.1 POROVNÁNÍ VÝROBY TEPLA A ELEKTRINY .....	14
2.2 KOGENERAČNÍ TECHNOLOGIE .....	15
2.2.1 Složení kogeneračního zdroje.....	15
2.2.2 Rozdělení kogeneračních zdrojů.....	15
2.2.3 Pohoné jednotky v kogeneračních zdrojích .....	17
2.2.4 Typické oblasti nasazení.....	18
2.3 VYBÍRÁME KOGENERAČNÍ ZDROJ .....	19
<b>3 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ INVESTIC</b> .....	<b>21</b>
3.1 ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA (NPV) .....	21
3.2 VNITŘNÍ VÝNOSOVÉ PROCENTO (IRR).....	22
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>23</b>
<b>4 STÁVAJÍCÍ SITUACE</b> .....	<b>24</b>
4.1 PŘEDSTAVENÍ SKLÁDKY ODPADŮ BŘEZOVÁ.....	24
4.1.1 Charakteristika území .....	26
4.1.2 Určení skládky .....	26
4.1.3 Postup ukládání odpadů .....	27
4.2 VÝVIN BIOPLYNU A JEHO VLASTNOSTI NA SKLÁDCE BŘEZOVÁ .....	28
<b>5 PROJEKT VYUŽITÍ SKLÁDKOVÉHO PLYNU PRO VÝROBU ELEKTRICKÉ ENERGIE</b> .....	<b>30</b>
<b>6 PŘEDBĚŽNÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI PROJEKTU</b> .....	<b>33</b>
6.1 EKONOMICKÉ POSOUZENÍ PROJEKTU .....	33
6.2 RIZIKA SPOJENÁ S PROJEKTEM KOGENERACE .....	35
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>37</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>38</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>39</b>



**SEZNAM OBRÁZKŮ .....40**

**SEZNAM TABULEK .....41**

## ÚVOD

V dnešní době je moderní snažit se omezit závislost na ropných produktech a snažit se část potřebné energie nahradit pomocí obnovitelných zdrojů energie. Tyto tendence můžeme pozorovat nejenom u nás v České republice, ale i v celé evropské unii.

Na základě těchto tlaků stát v jednotlivých obdobích podporuje vybrané módní proudy, jednou je to biomasa, jindy fotovoltaika jindy příměsy do benzínu a nafty. Na obdobné vlně se ještě dnes veze i kombinovaná výroba tepla a elektřiny formou podpory zvýhodněné výkupní ceny elektřiny.

Vzhledem k tomu, že v současnosti pracuji jako vedoucí pracovník na malé soukromé skládce komunálních odpadů zajímám se profesně o možnost využít mikrokogeneračních jednotek k produkci tepla a elektřiny namísto původně plánovaného odplynění skládky pomocí hořáků.

Vlastnímu ekonomickému posouzení bude předcházet literární rešerše zaměřená na využití kogeneračních jednotek ke zpracování uvolňovaného skládkového plynu.

V případě, že se bude jevit použití jako reálné, budu se ve své praxi snažit o realizaci projektu, při kterém by se využil tento odpadový plyn k produkci elektřiny a případně i tepla.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VYUŽÍVÁNÍ SKLÁDKOVÉHO PLYNU

Skládkový plyn (LFG) se vyvíjí při rozkladu biologicky odbouratelných odpadů na skládkách komunálního odpadu. Jedná se o využitelný energetický zdroj, který se využívá především k použití v plynových motorech, biooxidaci na filtrech, k topení a v neposlední řadě dochází k jeho spalování na flérách. [7]

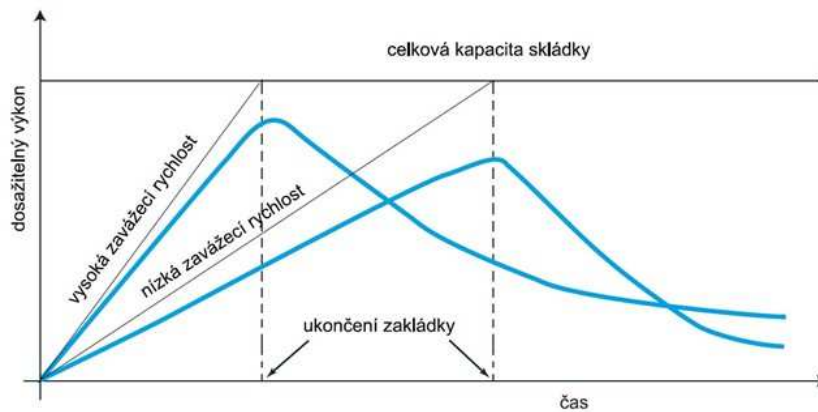
Počátky využití skládkového plynu v České republice spadají do roku 1984 v němž byla spuštěna první čerpací stanice na dodávání LFG do kotlové výtopny o malém výkonu. Bohužel, díky poklesu produkce bioplynu byla po třech letech odstavena. [7]

V okamžiku kdy došlo k podpoře výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, začalo se s rozšiřováním kogenerace i na malých skládkách, neboť ekonomická efektivnost vycházela lépe než spalováním flér, které vyžadují aktivní čerpání bioplynu. Fléry se tak stávají zbytečným spotřebičem ceněné energie a producentem zbytečných emisí oxidu dusíku. [7]

Využívání kogenerace LFG je aplikováno téměř na všech středních a větších skládkách. Dalšímu rozšiřování na menší skládky je složité především z důvodu obtížného stanovení rychlosti tvorby metanu. [7]

Další trend, který má zásadní vliv na využitelnost komunálního odpadu pro tvorbu bioplynu je změna ve složení komunálního odpadu z důvodu klesajícího podílu biologicky odbouratelných složek a to na úkor biologicky nerozložitelné materiály a to především plasty a syntetické textilie.

Výkonnost skládky je ovlivněna i rychlostí zavážení Při nízké zavážecí rychlosti dochází k předčasnému rozkladu odpadu jako je lepenka, papír a ostatní rozložitelný odpad. Pokles reálné kapacity tělesa je dán exponenciální křivkou. (viz obr 1)



Obr.1 Pokles reálné kapacity tělesa [7]

Čím je hustota sběrných plynových věží vyšší, tím snazší je čerpání plynů, je však nutné optimalizovat náklady na sběrný systém oproti očekávaným výtěžkům plynu. Čím je skládka menší, tím větší opatrnosti je třeba dbát při volbě čerpací rychlosti. Výrazné překročení čerpacích rychlostí oproti reálné rychlosti tvorby plynu vede většinou k aerobizaci tělesa a k postupnému poklesu produkce plynu. Klasická skládka komunálních odpadů je těleso jen obtížně „intenzifikovatelné“ pro produkci plynu.

## 2 KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTŘINY A TEPLA

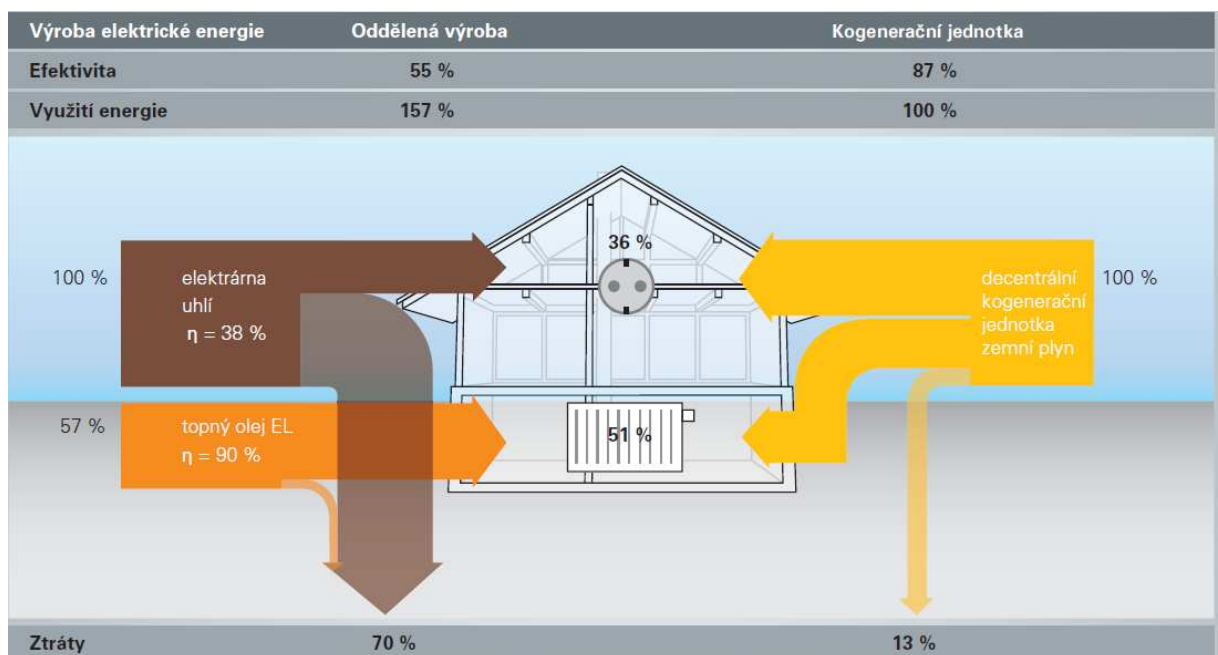
Nejstručněji řečeno: kogenerace je sdružená výroba elektřiny a tepla. Proces přeměny energie z paliva je proveden tak, že nejprve se využije vysokopotenciální tepelná energie (pracovní látka má vysokou teplotu) k vykonání práce a teprve potom se pracovní látka o nižší teplotě využije pro pokrytí potřeb tepla. [2]

Pojem kogenerace je synonymem pro starší výrazy jako je teplárenská výroba, nebo z anglosaské literatury přeložený termín kombinovaná výroba elektřiny a tepla (combined heat and power)

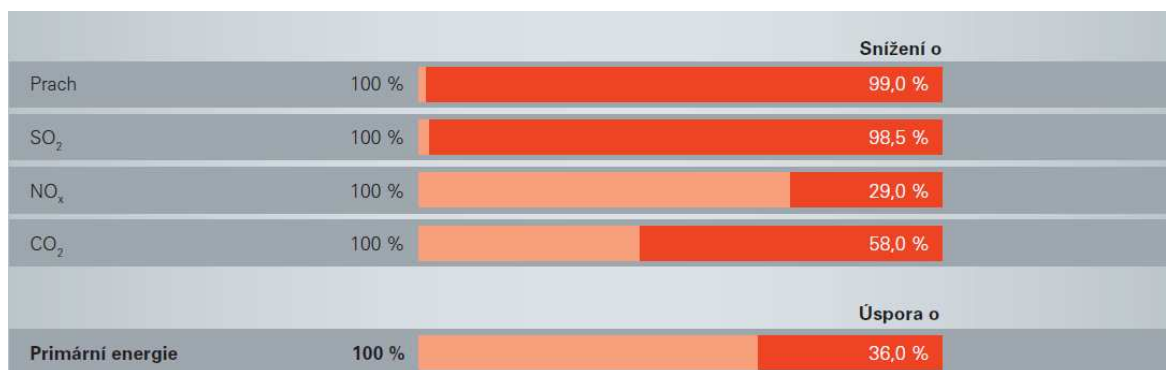
Vítaným důsledkem použití kogenerace je snížení spotřeby primárních energetických zdrojů při dodávce spotřebitelem požadovaného tepla a elektrické energie. Se snížením této spotřeby pak souvisí i zmenšení škodlivých emisí vznikajících při transformaci primárních energetických zdrojů do požadovaných forem energií. Zmenšení spotřeby primárních energií je možné názorně ukázat porovnáním obou možných způsobů výroby energií viz obr 2:

- odděleného způsobu výroby elektřiny a tepla;
- kogeneračního způsobu výroby těchto energií.

### 2.1 Porovnání výroby tepla a elektřiny



Obr. 2 porovnání způsobu výroby tepla a elektřiny [10]



Obr.3 Porovnání způsobů výroby tepla a elektřiny [10]

## 2.2 Kogenerační technologie

Intenzivní vývoj v posledních dvou desetiletích vytvořil širokou paletu vhodných kogeneračních zařízení umožňujících jejich instalování přesně podle požadavků odběratelů energií. Navíc legislativní opatření dnes, ve srovnání s dřívější dobou, usnadňují nejen investování do kogenerační výroby, ale i její provozování.

### 2.2.1 Složení kogeneračního zdroje

Každý kogenerační zdroj sestává z těchto čtyř základních částí: [2]

- motoru (pohonné jednotky);
- elektrického alternátoru vč. zařízení pro připojení na spotřebitelskou a veřejnou síť;
- kotle nebo výměníků tepla vč. propojení na tepelné rozvodné sítě;
- kontrolního a řídicího systému.

### 2.2.2 Rozdělení kogeneračních zdrojů

Oblasti, v nichž kogenerace nachází uplatnění, můžeme roztrždit do několika základních skupin: [2]

- malá kogenerační zařízení navrhovaná převážně pro účely vytápění jednotlivých budov, po případě menších skupin budov (zde mají místo zejména spalovací motory a technologické novinky jako mikroturbíny, Stirlingovy motory, palivové

články);(společnost Viessmann právě testuje kombinaci plynového kondenzačního kotle a Stirlingův motor pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny)

- kogenerační zařízení menších průmyslových podniků (nejčastěji spalovací motory, ale i palivové články),
- velká kogenerační zařízení spojená obvykle s výrobou vodní páry o vyšších parametrech, užívaná v průmyslových aplikacích a velkých komplexech budov (jsou založena na použití parních a spalovacích turbín nebo spalovacích motorů velkého výkonu);
- velká zařízení spojená s tepelnými centrály (teplárnami) nebo spalovnami, zajišťující dodávku tepla do soustav centralizovaného zásobování teplem (parní turbíny středního i velkého výkonu, spalovací turbíny nejčastěji v paroplynovém zapojení);
- kogenerační zařízení využívají obnovitelné palivové zdroje různého výkonu (nejvíce spalovací motory, řidčeji parní a spalovací turbíny).

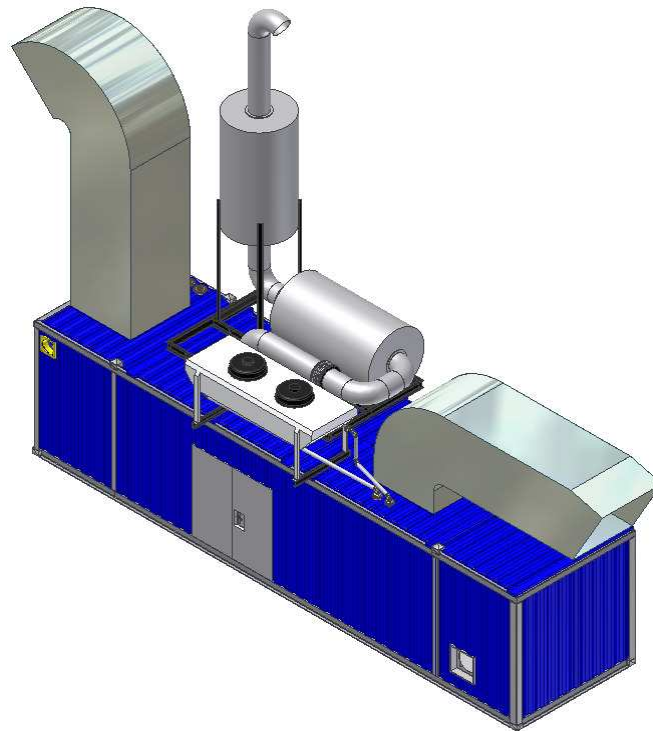
Z hlediska umístění kogenerační jednotky:

- vnitřní provedení s protihlukovým krytem viz. obr.4
- vnější provedení – umístění kogenerační jednotky v kontejneru viz. obr. 5



*Obr. 4 vnitřní provedení jednotky TEDOM [8]*





*Obr.5 Kontejnerové provedení jednotky TEDOM [8]*

Z hlediska organizačního začlenění v oblasti výroby a dodávky tepla lze kogenerační zdroje rozdělit na: [2]

- kogenerační jednotky vlastněné fyzickými osobami;
- závodní (průmyslové) tepelné centrály
- veřejné tepelné centrály.

### **2.2.3 Pohonné jednotky v kogeneračních zdrojích**

V současné době se jako pohon v kogeneračních jednotkách nejčastěji používají: [2]

- parní turbíny;
- spalovací turbíny;
- spalovací motory;
- paroplynová (kombinovaná) zařízení.

S intenzivním vývojem přicházejí na trh nové druhy pohonných jednotek:

- Stirlingovy motory;
- mikroturbíny;
- zařízení využívající organický cyklus (ORC);
- systém Talbott;
- parní motory

a také zcela nové principy kogeneračních zařízení:

- palivové články.

Některé nové technologie rozšiřují možnosti použití kogeneračních jednotek:

- tepelná čerpadla;
- absorpční chladicí zařízení.

#### **2.2.4 Typické oblasti nasazení**

Oblasti nasazení kogenerační jednotky na zemní plyn[8]:

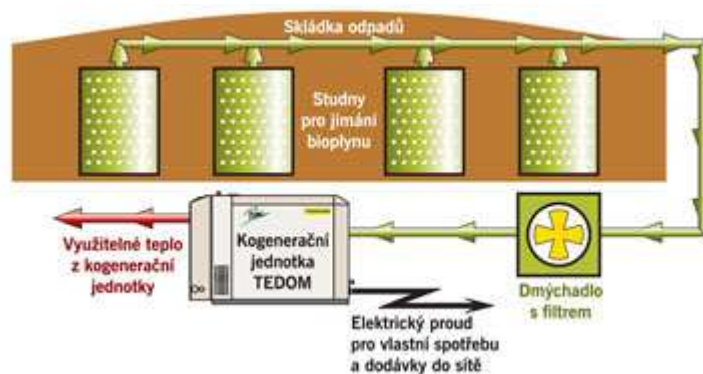
- Průmysl
- Nemocnice
- Hotel
- Plovárna
- Vytápna

Oblasti nasazení kogenerační jednotky na alternativní paliva[8]:

- Čistírny odpadních vod
- Bioplynové stanice
- Doly
- Sklárky viz obr. 6



Obr. 6 Kogenerační jednotka na skládce Ozo Ostrava [8]



Obr. 7 Schéma kogenerační jednotky na skládkový plyn [8]

### 2.3 Vybíráme kogenerační zdroj

Tam kde je potřeba tvorby tepelné energie je skryt potenciál pro stavbu kogeneračního zařízení. Postup lze zjednodušit do dvou kroků[2]:

- předběžné posouzení vhodnosti a možnosti použití kogenerace;
- podrobný rozbor požadavků na dodávku tepla a elektřiny ve spotřebitelské soustavě a odtud vyplývající návrh typu, velikosti a počtu kogeneračních jednotek.

Nejprve je zapotřebí posoudit následující okolnosti [2]:

- zda jsou v daném místě přiměřeně velké požadavky na teplo a elektřinu jak z hlediska výkonů, tak doby ročního využití;

- je-li v dané lokalitě k dispozici vhodné palivo, voda a možnost připojení k veřejné elektrické síti; je-li k dispozici dostatečný prostor pro výstavbu zařízení a nezbytné zázemí;
- zda je předpokládán spotřebitel tepla blízko místa instalace kogenerační jednotky;
- nebrání-li výstavbě tepelného zdroje legislativní požadavky (hluk, emise, veřejný zájem).

Následně se zaměříme na následující podklady[2]:

- situační plán spotřebitelské lokality resp. generel objektů investora;
- kompletní údaje o stávajícím tepelném zdroji vč. stavební dokumentace;
- roční spotřebu tepelné a elektrické energie a její rozpis po měsících, nejlépe za několik předchozích roků a předpokládaný vývoj spotřeb v budoucnosti;
- denní diagramy průběhu potřeby tepla v typických dnech roku (topná sezóna, přechodné období, letní období);
- denní diagramy průběhu potřeby elektřiny v typických dnech (pracovní, soboty, neděle a svátky).

### 3 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ INVESTIC

Pro posouzení efektivnosti investice do instalace kogenerační jednotky na skládce jako podklad o životaschopnosti projektu se může použít celá řada ekonomických ukazatelů. Mezi nejobvyklejší metriky používané u projektových investic je hodnocení projektu podle čisté současné hodnoty a vnitřní výnosové procento. [5]

#### 3.1 Čistá současná hodnota (NPV)

Čistá současná hodnota – Součet současné hodnoty budoucích hotovostních toků plynoucích z investice a hotovostního toku v nultém roce (investičních výdajů).

Výpočet čisté současné hodnoty investičního projektu: [5]

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

nebo-li

$$NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = CF_0 + PV = PV - I$$

kde:

- NPV je čistá současná hodnota investice,
- PV je současná hodnota investice,
- I je velikost investičních výdajů v nultém období,
- $CF_t$  je hotovostní tok plynoucí z investice v období  $t$ ,
- $r$  je diskontní sazba,
- $t$  je období (rok) od 0 do  $n$ .

#### Interpretace ukazatele NPV

Investiční projekt lze považovat za přijatelný pokud je ukazatel větší nebo roven nule.

Vlastnosti:

- bere v potaz časovou hodnotu peněz,
- má vlastnost aditivity (tj. platí:  $NPV(A + B) = NPV(A) + NPV(B)$ , kde A a B jsou nezávislé projekty),
- bere v potaz všechny relevantní hotovostní toky (tedy i toky po době návratnosti),
- závisí na odhadu hotovostních toků a diskontní sazby a ničem jiném,
- vypovídá o velikosti čistého výnosu v absolutním vyjádření (v penězích), nikoli v relativním vyjádření (v % z investované částky).

### 3.2 Vnitřní výnosové procento (IRR)

Vnitřní výnosové procento je taková výše diskontní sazby při níž bude čistá současná hodnota (NPV) toků plynoucích z investice rovna nule. [5]

Výpočet IRR investičního projektu:

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i}$$

nebo-li

$$0 = CF_0 + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i}$$

Investiční projekt je přijatelný pokud je ukazatel větší než předpokládaná diskontní sazba.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 STÁVAJÍCÍ SITUACE

### 4.1 Představení skládky odpadů Březová

Skládka se nachází na katastrálním území obce Březová na Zlínsku.(obr. č.8) Její historie sahá do konce roku 1992 kdy byla zpracována projektová dokumentace. Vlastní dokončení stavby bylo ukončeno v listopadu roku 1997 a následující měsíc začal na skládce zkušební provoz. Skládka spadá do skupiny S – O03 pro odstraňování odpadu kategorie ostatní odpad.



Obr.8 Skládka Březová zdroj mapy.cz

Stavba byla rozdělena na dvě vzájemně propojené etapy, přičemž první zajišťuje prostor pro uložení 113 000m<sup>3</sup> odpadů a plánovaný objem druhé části je 97 000m<sup>3</sup>. Celkový objem skládky byl projektován na cca 210 000m<sup>3</sup>. Veškerý ukládaný odpad se hutní pomocí kompaktoru Bomag (obr. č.9) a je prokládán inertním materiálem. Při očekávaném ukládání 15 000 m<sup>3</sup> odpadů ročně je plánovaný provoz skládky do roku 2015. Provozní doba skládky je od pondělí do pátku od 7:00 do 15:00 hodin. V současnosti se překrývá provoz na první a druhé etapě.





*Obr. 9 Kompaktor Bomag vlastní zpracování*

Provozní soubor objektů skládky se stává z: [1]

- Skládky
- Odvedení podzemních vod
- Odvedení průsakových vod
- Napojení skládky na veřejnou komunikace a zpevněné plochy
- Komunikace na skládce
- Provozní a sociální zařízení
- Vodovodní přípojka
- Přeložka VN
- Mostní váha
- Oplocení
- Žumpa
- Pozorovací vrtý
- Ochranná zeleň

- Úprava povrchu skládky + ozeleňení
- Odplynění skládky

#### 4.1.1 Charakteristika území

Z morfologického hlediska můžeme říci, že se jedná o poměrně rozsáhle členité území náležící k severní části Zlínské vrchoviny. Skládky leží v severní části kotliny v nadmořské výšce 310-350 m. Nejbližší zástavba je tvořena převážně rodinnými domky ve vzdálenosti 350 m.

Geologický podklad se skládá z hornin paleogénu a sedimenty kvartérního stáří. Paleogén je zastoupen souvrstvím račanské jednotky magurského flyše v němž převažuje jílovec nad slitovci a pískovci. Kvartér je složen z deluviofluviálními, proluviálními a eolickými sedimenty typu jílovitých, prachových a písečných hlín.

Z pohledu hydrogeologického jsou podzemní vody vázány především na nepravidelné polohy hlinito-kamenitých sutí.

Hydrologicky dané území náleží k povodí Moravy od Dřevnice po Olšavu. Území spadá do mírně teplé klimatické oblasti s průměrnými ročními srážkami 730-750 mm.

#### 4.1.2 Určení skládky

Na skládce budou přijímány odpady kategorie ostatní odpad včetně odpadů s podstatným obsahem organických biologických biologicky rozložitelných látek, odpadů, které nelze hodnotit na základě jejich vodného výluhu (např. komunální odpad a směsný stavební a demoliční odpad), odpadů z azbestu za podmínek stanovených v § 7 vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, odpadů s vysokým obsahem síry, včetně odpadů na bázi sádry. Na skládce mohou být ukládány další odpady kategorie ostatní odpad, pokud orgán státní správy povolující provoz tohoto zařízení, na základě podkladů předložených provozovatelem tohoto zařízení před přijetím odpadu, stanoví, že odpad lze odstranit uložením do skládky nebo příslušného sektoru skládky.

Přesné vymezení druhů odpadů, které se smějí do skládky ukládat, zaříděných podle katalogu odpadů a způsobu dokladování jejich kvality. Odpady které jsou na skládce

využívány jako konstrukční materiál (pneumatiky k ochraně těsnících vrstev), respektive technologický materiál pro průběžné zřizování biologicky aktivních filtrů pro zneškodňování skládkového plynu (kompostové filtry).

#### 4.1.3 Postup ukládání odpadů

- Svozové automobily vjíždějí do prostoru skládky přes vážicí můstek.
- Dodavatel odpadu poskytne provozovateli skládky základní popis odpadu zpracovaný v souladu s ustanovením bodu 2 přílohy č. 1 vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, a to na formuláři (průvodce odpadů), k tomuto účelu zpracovaném.
- Dopravce (svozové automobily) a přivážený odpad zaregistruje pracovník váhový pomocí skládkového softwaru a souběžně eviduje patřičné údaje v provozním deníku.
- Po ukončení vážení a registraci svozový automobil pokračuje po vyznačené trase podle pokynů provozního pracovníka (skládkáře) do určeného prostoru skládky, kde odpad vyloží.
- Za vhodnost odpadu k odstranění skládkováním ručí jeho dodavatel.
- Kontrolu při příjmu odpadu provádí provozní pracovník vizuálně. V případě pochybnosti zajistí provozovatel skládky analýzu vzorku odpadu odbornou oprávněnou osobou a pokud to situace vyžaduje, zajistí provozovatel skládky místo pro přechodné bezpečné uložení odpadu.
- Veškeré náklady spojené s přechodným uložením, se zneškodněním anebo s odstraněním závadného odpadu, včetně provedení kontrolních fyz.-chem. rozborů, následně uhradí provozovateli skládky dodavatel "závadného" odpadu.
- Za škody, znečištění, případně újmy na zdraví při nedovolené manipulaci s odpadem odpovídá dodavatel (dopravce) odpadů na skládku, případně jejich původce.
- Provozovatel skládky je povinen evidovat ukládání odpadu za každý pracovní den.

- Kontrolní odběry vzorků odpadů a rozbor těchto vzorků budou zajišťován prostřednictvím akreditovaných laboratoří.
- Kromě aktivních ploch sloužících k ukládání odpadů musí být zbylá část skládkového tělesa včetně hran překryta souvislou vrstvou biologicky aktivního materiálu v souladu s ČSN 83 8034. Plocha skládky, kde v daném čase neprobíhá skládkování, musí být zabezpečena proti úletům lehkých frakcí odpadů do okolí.

## 4.2 Vývin bioplynu a jeho vlastnosti na skládce Březová

Vlastnosti a složení bioplynu jsou velmi individuální a jsou závislé na mnoha okolnostech. Mezi velmi podstatné patří např. charakteristika ukládaného odpadu a to především biologicky rozložitelné odpady, stupni hutnění odpadu, rychlosti čerpání, rychlosti skládkování a podobně. Skládkový plyn se začne vyvíjet po tzv indukčním období, které trvá 6-24 měsíců. Do této doby převažuje produkce oxidu uhličitého.

Samotný skládkový plyn je nedýchatelná, výbušná směs plynů, která může ohrožovat zdraví a bezpečnost. Obsah metanu je obvykle v rozmezí 58-68% za nevýhodu lze považovat možnost kolísání produkce nejenom skládkového plynu, ale i rozdílné množství metanu. Dále je obvykle u skládkového plynu více různorodých příměsí. Oproti jiným druhům bioplynu však je velmi levný, protože každý provozovatel skládky má za povinnost zabraňovat únikům tohoto plynu do atmosféry. V dřívějších dobách se plyn jímá a byl spalován v hořácích, avšak dnes je v oblasti skládek komunálního odpadu nejenom v ČR rozšířena kombinovaná výroba tepla a elektrické energie.

Podle prognózy, kterou má provozovatel skládky zpracovanou, avšak jejíž obsah nemohu zveřejnit, lze již nyní pomýšlet na efektivnější způsob využití skládkového plynu, než je prosté shoření a to především z důvodu pokroku technologií v oblasti kogenerace. Popisovaná skládka je svým rozměrem malá a proto byl i při její projekci navržen způsob odplynění pomocí hořáků. V dnešní době však jsou patrné tendence v rozšiřování kogeneračních jednotek směrem k malým kogeneračním jednotkám, či dokonce k mikrokogeneračním jednotkám s výkonem do 50kW. Shodně můžeme pozorovat pokles nabídkových cen kogeneračních jednotek, jenž usnadňuje rozšiřování této technologie i do oblastí, ve kterých bylo jejich použití dříve ekonomicky nerentabilní.

Podle výše zmiňované prognózy lze očekávat stále do roku 2017 nárůst produkce skládkového plynu, od tohoto data by měl následovat postupný útlum produkce metanu. Predikce byla zpracována s výhledem na období od roku 2010 do roku 2040.

Možnosti využití potenciálu skládkového plnu jsem již zmiňoval v teoretické části. Od prosté likvidace tohoto média pomocí spalování v hořácích, přes vytápění, pohon plynových motorů či biooxidace na filtrech. Taktéž jsem se zmínil o rozsáhlém využití skládkového plynu na velkých skládkách v České republice pro potřebu výroby tepla a elektřiny. Dle projektové dokumentace skládky Březová je počítáno s využitím hořáků. Od projekce do dnešních dnů se však situace zásadním způsobem změnila a to jak po stránce podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (viz tab.1) tak i díky dramatickému poklesu investičních nákladů spojených s pořízením kogenerační jednotky. Z tohoto důvodu jsem se jako vedoucí zmiňované skládky zaměřil na možnost alternativního využití skládkového plynu k výrobě elektřiny pomocí kogenerátoru.

Datum uvedení do provozu	Zelené bonusy	Výkupní ceny
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF1 <sup>*</sup> )	3115	4120
Spalování bioplynu v bioplynových stanicích kategorie AF2	2580	3550
<b>Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV po 1. lednu 2006</b>	<b>1500</b>	<b>2470</b>
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2005	1820	2790
Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV před 1. lednem 2004	1930	2900
Spalování důlního plynu z uzavřených dolů	1500	2470

*Tab.1 výkupní ceny elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Zdroj ERU*

## 5 PROJEKT VYUŽITÍ SKLÁDKOVÉHO PLYNU PRO VÝROBU ELEKTRICKÉ ENERGIE

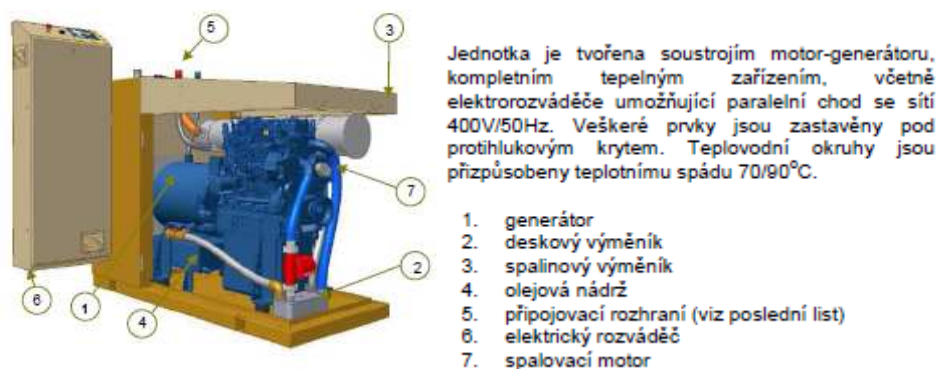
Na základě provedené analýzy složení skládkového plynu a prognózy vývinu skládkového plynu jsem byl pověřen vedením společnosti, abych se pokusil analyzovat možnost využití skládkového plynu pro jiné účely než prosté shoření. Vzhledem k velikosti skládky a na základě získaných podkladů jsem začal oslovovat firmy zabývající se instalací kogeneračních jednotek upravených na provoz skládkového bioplynu. Nejlepším zdrojem v této ranné fázi byla pro mě spolupráce s firmou TEDOM, která se řadí mezi nejlepší české poskytovatele kogenerační techniky. Po vzájemné konzultaci nám byla doporučena mikrokogenerační jednotka TEDOM MICRO T30 BIO, která produkuje teplo a elektřinu pomocí spalování plynu a má následující parametry viz obr. 10

jmenovitý elektrický výkon	28 kW
maximální tepelný výkon	57 kW
příkon v palivu	92,5 kW
účinnost elektrická	30,2 %
účinnost tepelná	61,6 %
účinnost celková (využití paliva)	91,8 %
spotřeba plynu při 100% výkonu	14,3 Nm <sup>3</sup> /h
spotřeba plynu při 75% výkonu	11,4 Nm <sup>3</sup> /h
spotřeba plynu při 50% výkonu	8,8 Nm <sup>3</sup> /h

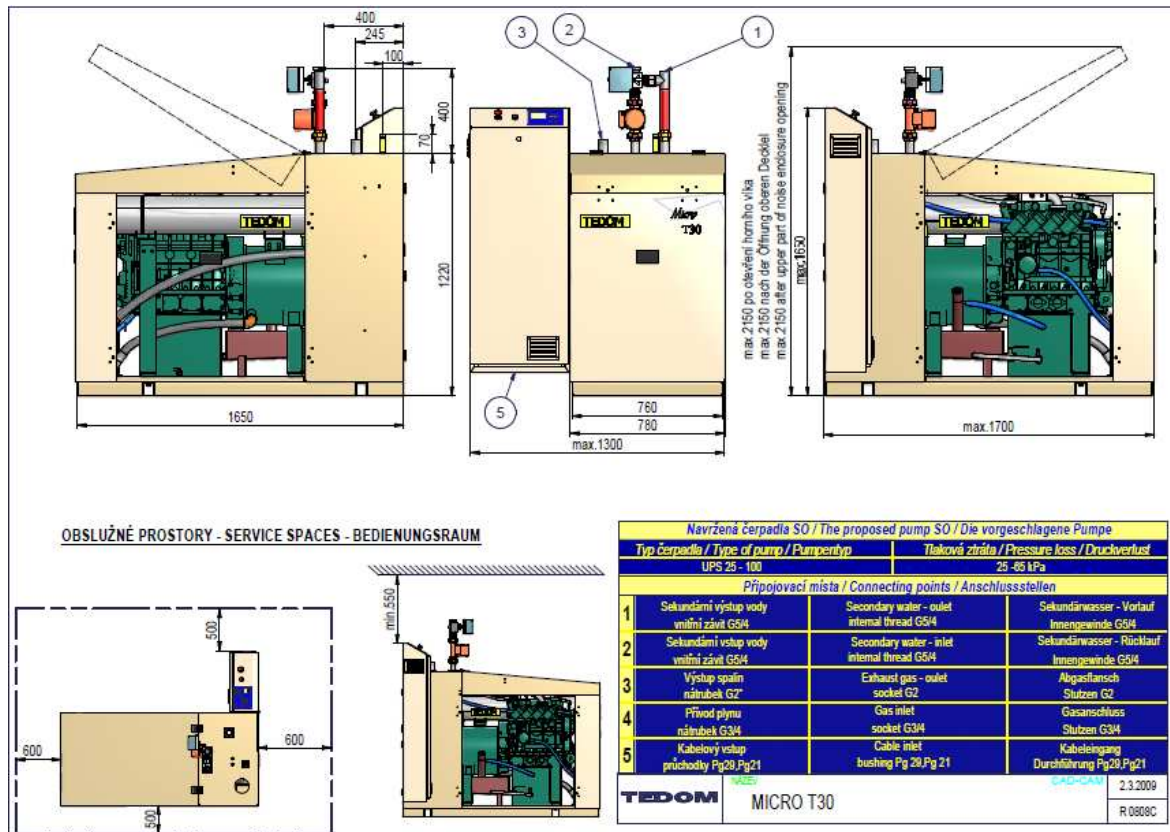
Základní technické údaje jsou platné pro bioplyn o obsahu metanu 65 % obj. Ostatní podmínky dle technické instrukce „Platnost technických údajů“, požadavky na jakost plynu musí vyhovovat odstavci Palivo, plynod plynu.  
Požadovaný min. trvalý elektrický výkon je 50% jmenovitého výkonu  
Spotřeba bioplynu je uvedena při normálních podmínkách (0°C, 101,325kPa)

Obr. 10 Charakteristika Micro T30 BIO[9]

Složení kogenerační jednotky Micro T30 BIO



Obr. 11 Orientační popis Micro T30 BIO [9]



Obr. 11 Schéma Micro T30 BIO[9]

Výchozími předpoklady je vyrábět elektřinu a její prodej distribuční společností tím, že produkované teplo bude využito k vytápění vybraných prostor skládky. V průběhu studia odborných článků a z informací o praktických realizacích lze nalézt celou škálu možností jak tohoto odpadového tepla využít a získat tak dodatečné příjmy plynoucí z provozu kogenerační jednotky. Inspirací mi byly projekty nejenom v České republice, ale i v zahraničí. Potenciální možnost využití odpadového tepla:

- Sušárna zemědělských produktů
- Sušárna dřeva
- Výroba páry a její prodej
- Vytápění obytných budov
- Vyhřívání stájí
- Vytápění skleníků a pařenišť

Přičemž první dvě varianty nejsou ani příliš investičně náročné. Aby však mohla dlouhodobě pracovat kogenerační jednotka, je nezbytně nutné najít alespoň nějaké

odběratele tepla anebo případně dovybavit kogenerační jednotku o chladič, který se bude starat o odvod odpadního tepla.



## 6 PŘEDBĚŽNÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI PROJEKTU

Pre - feasibility Study (Předběžná studie proveditelnosti) je jakýmsi mezistupněm mezi zásadním rozhodovacím dokumentem Feasibility Study a zmíněnou studií příležitostí (Opportunity Study). Strukturou uvedených informací se de facto neliší od studie proveditelnosti. Rozdíl spočívá v podrobnosti a přesnosti zpracování. Obsahem této studie je tedy téma strategie projektu, technické a technologické řešení, marketingové pojetí, lokalizace a velikost (kapacita) projektovaného provozu, jakož i personální a organizační uspořádání se stručným harmonogramem realizace. Všechna tato často variantní řešení a jejich ekonomické dopady jsou tu již na určité hrubé úrovni podrobnosti kvantifikovány do podoby finančních toků. Na základě této studie by se měl investor rozhodnout, zda uvolní další finanční a jiné zdroje na dopracování detailní studie proveditelnosti, či naopak, zda přípravné práce na projektu zastaví. [6]

Výše uvedená definice předběžné studie proveditelnosti má doporučující charakter. Co se ovšem od studie očekává poprávu je získat podrobnější náhled na řešený problém. V mém případě jsem se soustředil více na specifické stránky projektu jakož jsou technické a technologické řešení projektu viz kapitola 5 této práce, dále lokace a velikost projektovaného provozu.

Cílem, který jsem si kladl touto předběžnou studií docílit je to, zda-li je ekonomicky efektivní na malou skladku v české republice instalovat mikrokogenerační jednotku. Vzhledem k tomu, že se jedná o hrubý náhled na problematiku, je zapotřebí i v případě kladného stanoviska se věnovat možným rizikům souvisejícím s projektem.

### 6.1 Ekonomické posouzení projektu

Při zpracování ekonomického posouzení projektu jsem postupoval podle získaných podkladů případně podle doporučení uvedených v odborné literatuře (Především při stanovování nákladů projektu)

Technické parametry kogenerační jednotky jsem získal přímo od výrobce. Každá kogenerační jednotka která není provozovaná pouze při špičkových odběrech by měla pracovat alespoň 4000 motohodin ročně. Na skládkách komunálního odpadu však dokáží pracovat delší dobu – téměř celý rok pouze se odečítá čas údržby a poruchy. Stejně tak

je doporučováno v případě výkyvů v dodávkách skládkového plynu, aby kogenerační jednotka jela minimálně na 50%. Na základě toho jsem si stanovil využití projektované kogenerační jednotky na 90% motohodin ročně tj. předpokládám, že bude fungovat 7884 hodin ročně.

Podle knihy od autorů docenta Krbka a docenta Polesného jsem stanovil celkové investiční náklady. Cenu kogenerační jednotky mi poskytnul výrobce, ostatní zařízení je stanoveno paušální částkou, neboť dle výše uvedených autorů tvoří náklad na malou kogenerační jednotku cca 60 až 70 % z celkové investice.

Obdobným způsobem jsou stanoveny provozní náklady kogenerační jednotky.

Tržby kogenerační jednotky jsou vypočteny z jmenovitého výkonu zařízení a na základě cen které platí za výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů elektrické energie. Zde je zapotřebí tržby očistit o DPH neboť provozovatel zmiňované skládky je plátcem DPH.

Tržby za dodávku tepla jsem stanovil za prodej pouze jedné pětiny vyrobeného množství a to v ceně 1.5 Kč/kWh.

Vzhledem k tomu, že společnost je povinna vytvářet rezervu na fond k rekultivaci skládky není uvažováno financování s využitím úvěrových prostředků. Vzhledem k tomu, že se mi nepodařilo najít vhodný dotační program, který by podpořil nákup kogenerační jednotky vycházím při ekonomické kalkulaci s tím, že si vlastník skládky pořídí celou technologii z vlastních zdrojů.

Na základě takto stanovených hodnot jsem vypočítal kladnou čistou současnou hodnotu investice a vnitřní výnosové procento vychází vyšší než stanovená diskontní sazba ve výši 5%. Výše diskontní sazby byla stanovena na základě nabídky dlouhodobých termínovaných vkladů v místním peněžním družství. Na základě těchto výsledků je možné doporučit investici do kogenerační jednotky.

<b>Ekonomická kalkulace využití kogenerační jednotky TEDOM Micro 30 BIO</b>			
Jmenovitý elektrický výkon (kW)			28
Maximální tepelný výkon (kW)			57
Spotřeba plynu při 100% výkonu (Nm <sup>3</sup> /h)			14.3
Počet motohodin/rok (využití na 90%) (h)			7884
<b>Investiční náklady na pořízení kogenerační jednotky</b>			ceny bez DPH
Kogenerační jednotka TEDOM micro 30 BIO (Kč bez DPH)			735000
Ostatní zařízení (Kč bez DPH)			490000
<b>Investiční náklady celkem Kč bez DPH</b>			<b>1225000</b>
<b>Provozní náklady stanoveny procentem z investičních nákladů (Kč/rok)</b>			
Provozní náklady (údržba zařízení, náhradní díly, ostatní provozní náklady) (Kč bez DPH)			122500
<b>Odhad tržeb kogenerační jednotky Tedom Micro 30 BIO</b>			
		s DPH	bez DPH
Výkupní cena el. Energie (Kč/kWh)		2.42	2.016666667
Výkupní cena tepla (Kč/kWh)		1.5	1.25
Tržba za el. energii (Kč/rok)		534219.84	445183.2
Tržba za dodávky tepla (20%)(Kč/rok)		134816.4	112347
<b>Tržby celkem (Kč/rok)</b>		<b>669036.24</b>	<b>557530.2</b>
<b>Odhad nákladů kogenerační jednotky TEDOM Micro 30 BIO</b>			
Investiční náklady celkem (Kč)			1225000
Roční odpisy (Kč)			61250
Paušální roční provozní náklady (Kč)			122500
<b>Roční náklady celkem (Kč)</b>			<b>183750</b>
<b>Hodnocení efektivity investice do kogenerační jednotky TEDOM Micro 30 BIO</b>			
EBIT			373780.2
<b>NPV</b>			<b>3433127.47</b>
<b>IRR</b>			<b>30%</b>
Diskontní sazba			5%

## 6.2 Rizika spojená s projektem kogenerace

Mezi nejzásadnější rizika, kterým se žádný vlastník malé skládky nevyhne je velká nejistota v odhadu produkce skládkového plynu a jeho kapacitě, zvláště v případě skládek budovaných s dlouhou dobou závozu. Tyto rizika jsem zmiňoval již v úvodní kapitole této

práce. Z těchto důvodů, by bylo vhodné nechat si od jiné laboratoře vystavit novou prognózu vývoje skládkového plynu. Ideální řešení by byl odběr v rámci přípravného vrtu.

Další riziko spojené s projektem je celkový odhad investičních nákladů na projekt. Díky malé velikosti se velmi špatně získávají podklady od odborníků k získání jasného pohledu na celkové investiční náklady. Toto lze částečně obejít pomocí v literatuře uváděných jednotkových nákladů v eurech na kWh instalovaného výkonu.

Aktuální problém dnešní doby je problematika připojení zdroje produkujícího elektřinu do rozvodné sítě, přestože se jedná o malý lokální dobře regulovatelný zdroj. Dále bude zapotřebí sledovat jakým směrem se bude vyvíjet výkupní cena, která je dotována. Poslední změna platí od roku 2006 a je možné, že by mohla být upravena zároveň s úpravou výkupních cen elektrické energie z fotovoltaických panelů.

V případě, že se nepodaří sehnat nějaké odběratele tepla, bude zapotřebí navýšit dodatečně investiční náklady o chladicí jednotku.

Délka realizační fáze projektu. Samotná instalace kogenerační jednotky není dlouhá. Složitější a časově náročnější je připravit těleso skládky na jímání plynu. Samotná příprava skládkového tělesa takto malé skládky zabere řádově 7-9 měsíců práce. Na základě toho se může stát, že zkušební provoz výroby tepla a elektřiny bude realizován až po 18 měsících od zahájení realizace projektu.

Za nejzávažnější považuji riziko spojené s nejistotou ohledně vývinu plynu na skládce což je možné pouze částečně ovlivnit.

## ZÁVĚR

V předkládané bakalářské práci jsem se snažil naplnit cíl, který jsem si vytýčil a to provést ekonomické posouzení využití mikrokogenerace k produkci elektřiny a tepla na skládce komunálního odpadu Březová.

V první kapitole se snažím zpracovat teoretický pohled na využití jednotek pro kombinované vytápění a produkci tepla ze skládkového plynu v České republice.

Praktická část je zaměřena na ekonomické posouzení výhodnosti instalace takto malého výkonu. Vzhledem k rozsahu projektu jsem se snažil omezit rozsah předběžné studie proveditelnosti na minimum tak, aby bylo možné provést ekonomické vyhodnocení projektu. Přestože jsem byl od počátku skeptický, díky dotované výkupní ceně elektřiny je možné uvažovat o instalaci. Avšak nesmí se zapomenout na rizika, která projektu hrozí.

Za největší riziko považuji nejistotu ohledně množství produkovaného skládkového plynu. Každá skládka je sama o sobě unikátní a každá má jiné složení. V každém případě bych před realizací projektu nechal provést prognózu opět, avšak od jiné laboratoře a výsledky bych si porovnal. Další měření zrealizovat v okamžiku budování vrtů a porovnat vývoj všech předchozích měření. V případě, že by se v budoucnu zjistilo nedostatečné množství skládkového plynu pro provoz mikrokogenerace, posloužila by navrhovaná infrastruktura k aktivnímu odplyňování pomocí spalování hořáků.

Vzhledem k rozsahu projektu jsem se snažil omezit rozsah předběžné studie proveditelnosti na minimum tak, aby bylo možné provést ekonomické vyhodnocení projektu.

Díky pozitivním ukazatelům efektivnosti investice se budu projektem i nadále ve vlastní praxi zabývat.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] EKO-UNIBAU a.s. Skládka odpadů Březová - Provozní Řád. Praha 2008
- [2] KRBEK, J. POLESNÝ, B Kogenerační jednotky. Zřizování a provoz. Praha: GAS s.r.o. 2007, ISBN 978-80-7328-151-9
- [3] KURAŠ, M. Odpady, jejich využití a zneškodňování. Praha: Český ekologický ústav, 1994. ISBN 80-85087-32-4.
- [4] NESVATBA, J. Základy moderního skládkování odpadů a příklady. Praha: Inkoteka, 1996. 224 s.
- [5] SIEBER, P. Analýza nákladů a přínosů – metodická příručka Praha: MPO 2004
- [6] SIEBER, P. Studie proveditelnosti – metodická příručka Praha: MPO 2004
- [7] Straka, F. Bioplyn. 1. vyd. Říčany: GAS s.r.o. 2003. ISBN 80-7328-029-9
- [8] TALAŠA, L. Galerie instalací kogeneračních jednotek TEDOM in 5. celostátní konference „Hospodaření s energií je cestou k lepšímu životnímu prostředí“. Praha: ČVUT, 2009
- [9] TEDOM. Mikrokogenerační jednotka Micro T30 provoz AP – bioplyn, produktový list
- [10] Viessmann. Kogenerační jednotky až 401 kW<sub>el</sub> a 549 kW<sub>tep</sub> – produktový list 9443310 CZ 03/2010

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IRR Vnitřní výnosové procento

LFG Landfill Gas

NPV Čistá současná hodnota

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 Pokles reálné kapacity tělesa (Straka biom)

Obr.2 porovnání způsobu výroby tepla a elektřiny

Obr.3 Porovnání způsobů výroby tepla a elektřiny

Obr. 4 vnitřní provedení jednotky TEDOM

Obr.5 Kontejnerové provedení jednotky TEDOM

Obr. 6 Kogenerační jednotka na skládce Ozo Ostrava

Obr. 7 Schéma kogenerační jednotky na skládkový plyn

Obr.8 Skládka Březová zdroj mapy.cz

Obr. 9 Kompaktor Bomag vlastní zpracování

Obr. 10 Charakteristika Micro T30 BIO

Obr. 11 Orientační popis Micro T30 BIO

Obr. 11 Schéma Micro T30 BIO



## SEZNAM TABULEK

Tab.1 výkupní ceny elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Zdroj ERU