

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLMOUC

Ústav managementu a marketingu

Martin Kyselý

**Transformace biologického odpadu v obnovitelný zdroj
energie na skládce odpadů**

Transformation of Biological Waste to Renewable Energy Source
on the Landfill

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Anežka Machátová

Olomouc 2011

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené
informační zdroje.

Olomouc

vlastnoruční podpis

Rád bych poděkoval vedoucí této bakalářské práce Ing. Anežce Machátové za odborné vedení, rady a věcné připomínky při zpracování mé práce. Dále bych chtěl poděkovat firmám EKO-UNIMED, s. r. o. a Ústavu využití plynu Brno, s. r. o. za poskytnutí potřebných materiálů a informací.

OBSAH

ÚVOD.....	7
1. TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1.1 Charakteristika bioplynu.....	9
1.2 Technologie anaerobní fermentace.....	10
1.2.1 Stádia anaerobní fermentace.....	11
1.3 Výroba bioplynu.....	13
1.3.1 Metoda mokré digesce.....	13
1.3.2 Metoda suché digesce.....	14
1.3.3 Čištění a úprava bioplynu.....	14
1.4 Bioplynová stanice.....	15
1.4.1 Zemědělské bioplynové stanice.....	15
1.4.2 Kofermentační bioplynové stanice.....	16
1.4.3 Komunální bioplynové stanice.....	16
1.4.4 Výhody a nevýhody bioplynové stanice.....	16
1.5 Hlavní důvody výstavby bioplynových stanic.....	17
1.5.1 Produkce kvalitních organických hnojiv.....	17
1.5.2 Zdroj energie.....	18
1.5.3 Zlepšení životního prostředí.....	18
1.6 Energetické využití bioplynu pomocí kogenerace, trigenerace.....	18
1.6.1 Kogenerace.....	18
1.6.2 Trigenerace.....	19
1.7 Materiál pro výrobu bioplynu.....	19
1.8 Skládkování.....	20
1.9 Skládky komunálního odpadu.....	21
1.9.1 Odpad, komunální odpad.....	21
1.9.2 Využitelné složky komunálního odpadu.....	22
1.10 Skládkový plyn.....	23
1.10.1 Procesy vytváření skládkového bioplynu.....	24
1.10.2 Kritéria úspěšného získávání skládkového plynu.....	25
1.11 Odplynění skládky.....	26

1.11.1	Zařízení na odplynění skládky	27
1.12	Výroba elektrické energie z bioplynu	28
1.12.1	Kogenerační jednotka	28
1.12.2	Proces výroby elektrické energie	29
1.13	Situace v oblasti výkupu elektrické energie	29
2.	PRAKTICKÁ ČÁST	31
2.1	Skládka odpadů EKO-UNIMED, s. r. o.	31
2.2	Ústav využití plynu Brno, s. r. o.	32
2.3	Základní údaje provozu a výstavby bioplynové stanice na skládce odpadů v Medlově	32
2.3.1	Charakteristika provozu stanice:.....	32
2.3.2	Příprava území	33
2.4	Popis jednotlivých zařízení bioplynové stanice na skládce odpadů v Medlově	34
2.4.1	Odplynění skládky	34
2.4.2	Hlavní sací plynovod	35
2.4.3	Likvidace kondenzátu	35
2.4.4	Kogenerační jednotka	35
2.4.5	Čerpací stanice	39
2.4.6	VN linka + Trafo 400kV.....	41
2.5	Zhodnocení výroby elektrické energie v kogenerační jednotce bioplynové stanice v Medlově	42
2.5.1	Metodika	42
2.5.2	Zhodnocení výroby elektrické energie za rok 2008.....	43
2.5.3	Zhodnocení výroby elektrické energie za rok 2009.....	47
2.5.4	Zhodnocení výroby elektrické energie za rok 2010.....	50
2.5.6	Průběh celkové výroby elektrické energie v letech 2008 - 2010.....	54
	ZÁVĚR	56
	ANOTACE	58
	LITERATURA A PRAMENY	59
	SEZNAM ZKRATEK	61
	SEZNAM ZNAČEK	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM TABULEK.....	64

SEZNAM GRAFŮ	65
SEZNAM PŘÍLOH.....	66
PŘÍLOHY	67

ÚVOD

Jelikož zásoby fosilních paliv se každým rokem snižují, je nezbytné hledat a produkovat energii jiným způsobem, který ovšem musí být v pozitivním souladu s životním prostředím. Lidstvo se snaží nepřetržitě hledat obnovitelný zdroj energie pomocí moderních technologií, které mají zajistit budoucnost ve vytváření energie a budou ekonomicky dostupné. Mezinárodním cílem je nahradit jimi tak dosavadní paliva, jejichž zásoby se každým dnem snižují a uvádí svět do globálních a ekonomických problémů. Jedním ze způsobů jak tuto situaci částečně vyřešit je podporovat výrobu bioplynu v bioplynové stanici a využívat jej k energetickým účelům. Tato podpora probíhá nejen formou dotací na výstavbu zařízení, ale i garancí výkupu veškeré vyrobené elektřiny, kterou musí provozovatel distribuční sítě od výrobce vykoupit, a to za státem garantovanou výkupní cenu, kterou nemůže v průběhu nijak měnit. Výrobce energie z obnovitelných zdrojů může uplatnit podporu i prostřednictvím zelených bonusů.

Skládky komunálního odpadu představují místo, kde postupným ukládáním biologicky rozložitelného komunálního odpadu vzniká bioplyn, neboli jinak zvaný skládkový plyn, který je v mnoha případech plně využitelný jako palivo do motorů kogenerační jednotky vyrábějící elektrickou či tepelnou energii. Využívání skládkového plynu má výhody v tom, že jeho čerpáním se skládka zbavuje rizika výbuchu hrozící jeho nahromaděním, dále tak zabraňuje unikání nebezpečných plynů do ovzduší, čímž ulehčuje životnímu prostředí. Těleso skládky se tak zbavuje nežádoucího plynu vznikajícího samovolně a z nikterak již dále využívaných odpadů. Je-li skládkový plyn využíván, stává se z něj užitečný zdroj energie.

Práce je rozdělena na dvě části, a to na teoretickou a praktickou část. V první části je popisován proces vzniku bioplynu a jednotlivé fáze anaerobní fermentace, rozdělení bioplynových stanic s hlavními důvody jejich výstavby, možnostmi využití bioplynu jako zdroj energie. Dále je zde vysvětlen pojem skládkování a komunální odpad, zařízení na odplynění skládky a získávání bioplynu ze skládek komunálního odpadu, popis výroby elektrické energie pomocí kogenerační jednotky. Na konci první části je popsána situace v oblasti výkupních cen a zelených bonusů pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů. V druhé části jsou popisovány jednotlivé části technologického zařízení bioplynové stanice Ústavu využití plynu Brno, s. r. o., mající

svá zařízení na skládce odpadů firmy EKO-UNIMED, s. r. o. nacházející se v obci Medlov. Skládka slouží především městu Uničov a jeho okolí. Dále je v praktické části hodnocena výroba elektrické energie s následným výpočtem výnosů plynoucí z výroby a prodeje elektřiny dodané do distribuční sítě. Jsou zde také zohledněny náklady, které obvykle souvisí s provozem stanice.

Cílem práce je popis technologického zařízení a zhodnocení výroby elektrické energie v kogenerační jednotce bioplynové stanice v letech 2008 – 2010, využívající jako palivo bioplyn, respektive skládkový plyn, který vzniká v tělese skládky odpadů firmy EKO-UNIMED, s. r. o. Obsahem zhodnocení je i výpočet výnosů plynoucí z výroby a prodeje elektrické energie.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Charakteristika bioplynu

Bioplyn je směsice různých plynů. Mezi hlavní patří metan (CH_4) a oxid uhličitý (CO_2). Jejich koncentrace se pohybuje u metanu od 40% do 75% a zbytek by měl ideálně doplnit oxid uhličitý a to v rozmezí od 25% do 55% z celkové směsice. Mezi ostatní směsici prvků patří například sulfan, dusík, vodní pára a jiné prvky, které se v bioplynu objevují v závislosti na místě jeho vzniku a druhu materiálu, ze kterého vzniká. Bioplyn, který je energeticky využitelný, je vyráběn ve speciálních technologických zařízeních, obecně zvaných bioplynová stanice. Nejdůležitější vlastností bioplynu je jeho výhřevnost, která je určena především obsahem metanu (CH_4). Jeho obsah se liší v závislosti na druhu biomasy, ze které vzniká nebo prostředím, ve kterém se vytváří. Jestliže vzniká samovolně v přírodních podmínkách, lze jej konkrétně pojmenovat podle místa vzniku jako je zemní plyn, důlní plyn, skládkový plyn nebo kalový plyn. Souhrnně se tyto plyny dají také nazvat bioplynem, protože vznikají stejným procesem, a to anaerobní fermentací organických látek, ať už řízeným procesem v reaktorech nebo samovolným a dlouhodobým rozkladem pod povrchem země, jako je tomu v případě zemního plynu. Hranice zápalnosti je u bioplynu stanovena na stejnou teplotu jako u metanu, a to v rozmezí $650\text{ }^\circ\text{C}$ – $750\text{ }^\circ\text{C}$. Hustota bioplynu je vyšší než u vzduchu a je smrtelně nebezpečný pro všechny živočichy a rostlinstvo. Charakteristika bioplynu je uvedena v tab. 1, složení dále v tab. 2.

Tab. 1 - Charakteristika bioplynu¹

Charakteristika	Metan (CH ₄)	Oxid uhličitý (CO ₂)	Sirovodík (H ₂ S)	Vodík (H ₂)	Bioplyn CH ₄ 60%, CO ₂ 40%
objemový podíl %	55 - 70	27 - 47	3	1	100
zápalná teplota (°C)	650 - 750	-	-	585	650 - 750
výhřevnost (MJ x m ⁻³)	35,8	-	22,8	10,8	21,5
hustota [kg x m ⁻³]	0,72	1,98	1,54	0,09	1,2

Tab. 2 - Složení bioplynu²

Název prvku	Počet %
Metan	40-75 %
Oxid uhličitý	25-55 %
Vodní pára	0-10 %
Dusík	0-5 %
Vodík	0-1 %
Kyslík	0-1 %
Sulfan	0-1 %
Čpavek	0-1 %

1.2 Technologie anaerobní fermentace

Bioplyn vzniká rozkladem organických látek, neboli anaerobní methanovou fermentací organických látek. Dále se tento proces může také nazvat anaerobní stabilizace kalů, anaerobní vyhnívání, bioklasifikace, anaerobní digesce, metanové kvašení, biometanizace, biomechanická konverze. Anaerobní fermentace je soubor

¹ Srov. MUŽÍK, O., KÁRA, J., *Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR*. Biom.cz [online]. [cit. 2011-02-27]. Dostupné na WWW: <<http://www.biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>>.

² Srov. INŠTITÚT PRE PODPORU OBNOVITELNÝCH FORIEM ENERGIE, *Čo je bioplyn*, [online]. [cit. 2011-02-22]. Dostupné na WWW: <http://www.ipofe.sk/index.php?cmd=clanky&lang=svk&kateg=12&k_id=38&id=3>.

procesů, při kterých mikroorganismy rozkládají biologicky rozložitelnou formu pomocí čtyř fází, a to vše bez přístupu vzduchu. Je to složitý a na sebe navazující chemický proces biologického rozkládání. Celý proces je ovlivněn řadou různých činitelů, například druhem a složením materiálů, teplotou a vlhkostí prostředí, různými skupinami mikroorganismů, kdy výpadek jednoho z činitelů může mít za následek poruchu celého procesu. Na konci anaerobní biometanizace vzniká digestát, perkolát a bioplyn, který je složen zejména dvěma hlavními plyny a to metanem (CH_4) a oxidem uhličitým (CO_2). Digestát, neboli také zbytková biomasa, je vyhnílý kal tuhého a nerozložitelného charakteru, který je dále využitelný jako výborné organické hnojivo. V případě perkolátu se jedná o procesní tekutinu, která je také vhodná jako tekuté hnojivo.³

1.2.1 Stádia anaerobní fermentace⁴

Stádium rozkladu anaerobní fermentace se skládá ze čtyř fází, které na sebe bezprostředně navazují. Jsou to následující fáze:

I. fáze – Hydrolýza

II. fáze – Acidogeneze

III. fáze – Acetogeneze

IV. fáze – Metanogeneze

I. fáze Hydrolýza

V tomto prvním rozkladu jsou postupně rozkládány polysacharidy, lipidy, proteiny. Jsou to makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky (polymery), které se rozkládají na nízkomolekulární látky, tedy na jednodušší organické látky (monomery). Nízkomolekulární látky jsou schopny se transportovat dovnitř buněk. Hlavním předpokladem pro začátek tohoto procesu je dostatečný obsah vlhkosti

³ Srov. KOUŘA, J. a kol., *Bioplynové stanice s mokřým procesem*, s. 6.

⁴ Srov. KÁRA, J. a kol., *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*, s. 5-6.

nad 50 % hmotnosti podílu. Hydrolýza začíná tehdy, kdy prostředí obsahuje vzdušný kyslík.⁵

II. fáze Acidogeneze

Také jinak zvaná fáze okyselení, tedy tvorby organických kyselin. Navazuje bezprostředně po hydrolýze.

„Produkty hydrolýzy jsou uvnitř buňky během druhé fáze rozkládány dále na jednodušší organické látky (kyseliny, alkoholy, oxid uhličitý a vodík).“⁶ Zpracovaný materiál může ještě z prvního stádia obsahovat zbytky vzdušného kyslíku. Dalším rozkladem, neboli fermentací organických látek se definitivně vytvoří bezkyslíkaté (anaerobní) prostředí těchto redukovaných produktů, jenž jsou závislé na druhu úvodního substrátu a prostředí. „Vznik CO_2 , H_2 a CH_3COOH umožňuje metanogenním bakteriím tvorbu metanu.“⁷

III. fáze Acetogeneze

Tuto fázi lze chápat jako mezifázi celého procesu. Je zde důležitá tvorba kyseliny octové, která je důležitým spojovacím článkem při tvorbě metanu. „Acidogenní specializované kmeny bakterií transformují vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou (CH_3COOH), vodík (H_2) a oxid uhličitý (CO_2).“⁸ Je nezbytná přítomnost acetogenních mikroorganismů, které produkují vodík, protože tyto mikroorganismy katabolizují propionovou kyselinu a další organické kyseliny, které jsou větší než alkoholy, kyselina octová apod. Ovšem je-li obsah vodíku příliš vysoký, zpomaluje to tvorbu kyseliny octové.

⁵ Srov. UŠŤÁK, S., VÁŇA, J. a kol., *Bioplynová fermentace biomasy a biologicky rozložitelných odpadů*, s. 14.

⁶ KOUŘA, J. a kol., *Bioplynové stanice s mokřím procesem*, s. 6.

⁷ KÁRA, J. a kol., *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*, s. 6.

⁸ Tamtéž.

IV. fáze Metanogeneze

Pomocí metanogenních mikroorganismů dochází k tvorbě bioplynu. „Metanogenní acetotrofní bakterie rozkládají především kyselinu octovou (CH_3COOH) na metan CH_4 a oxid uhličitý CO_2 , hydrogenotrofní bakterie produkují metan CH_4 z vodíku H_2 a oxidu uhličitého CO_2 .“⁹

Metanogenní mikroorganismy patří v tomto procesu mezi nejdůležitější skupinu, protože mají velmi specifické požadavky na podmínky a substrát, zpracovávají také kyselinu propionovou. Lze je rozdělit podle druhu substrátu pouze na hydrogenotrofní, acetotrofní a obojetné. Jestliže působí acetotrofní bakterie, má to za následek větší vznik metanu (CH_4) a to i více než dvě třetiny z celkové obsahu bioplynu.¹⁰

1.3 Výroba bioplynu

Výroba bioplynu technologií anaerobní fermentace může být zajištěna dvěma základními typy zpracování odpadů, podléhající biologickému rozkladu. Jedná se o:

a) mokrou digesci

b) suchou digesci

Hlavní prioritou obou typů výroby bioplynu je obsah sušiny vstupních látek.

Výroba bioplynu může probíhat řízeným procesem v reaktorech (fermentorech) nebo neřízeným procesem, například uvnitř tělesa skládky.

1.3.1 Metoda mokré digesce

Mokrá digesce se dá označit jako nejběžnější metodou zpracování. U mokré digesce se obsah sušiny vstupních látek pohybuje do 12 % a je s ní proto nakládáno jako s kapalinou. Pokud je materiál vstupních látek příliš nízké koncentrace, je možné jej přimíchávat sušší hmotou. Celý biologický proces přeměny probíhá ve speciálních vzduchotěsných nádobách, označované jako fermentory. Uvnitř fermentorů se udržuje stálá teplota a je nutné substrát organizovaně míchat. Teploty při mezofilních

⁹ KÁRA, J. a kol., *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*, s. 6.

¹⁰ Srov. SCHULTZ, H. aj., *Bioplyn v praxi*, s. 17-18.

podmínkách se pohybují okolo 35 °C. Jedná se nejčastěji o zpracování prasečí a hovězí kejdy. Jestliže se jedná o rozklad materiálu při termofilních podmínkách, teploty se pohybují okolo 55 °C z důvodu hlubšího rozkladu organické hmoty, jako je tomu například při zpracování kalů ČOV.¹¹

1.3.2 Metoda suché digesce

Suchá digesce je prováděna u hmoty s obsahem sušiny přes 20 %. Tato hmota se naloží na rošty do hermeticky uzavíratelné budovy nebo železobetonových boxů, kdy je následně zahřívána obvykle na teplotu okolo 40 °C. Následně je hmota zkráplena výluhovou cirkulující kapalinou. Za krátký čas je vytěsněn kyslík a začne probíhat anaerobní fermentace. Po vytvoření bezkyslíkatého prostředí, setrvává organická hmota v boxech po dobu v rozmezí 20 – 40 dní. Jakmile se produkce bioplynu ustálí, je materiál vyjmut a může být dokořpostován nebo může být vmíchán do nového boxu.¹²

1.3.3 Čištění a úprava bioplynu

Aby mohl být bioplyn energeticky využíván a nepoškodil motory kogeneračních jednotek, musí se zbavit nežádoucích látek, které při jeho výrobě vznikají. Jedná se o odstranění prachu a kapalin za použití speciálních filtrů, odstraňování halogenových uhlovodíků, CO₂, H₂S a dalších prvků. Bioplyn se čistí podle potřeby v závislosti na jeho druhu využití a místa vzniku. Jinak se čistí a upravuje bioplyn, který se vtlačí do plynárenské sítě, jinak bioplyn používaný k výrobě elektrické energie nebo k pohonu motorových vozidel. V praxi se využívají různé metody čištění, jako jsou různé adsorpční a absorpční metody, chemické a vodní tlakové vypírky, vymražování a tlakové sušení atd. Nejčastěji se využívá metody adsorpce na aktivním uhlí a oxidu

¹¹ Srov. BRANDEJSOVÁ, E., PŘIBYLA, Z., *Bioplynová stanice: (zásady zřizování a provozu plynového hospodářství)*, s. 7.

¹² Srov. USŤAK, S., VÁŇA, J. a kol., *Bioplynová fermentace biomasy a biologicky rozložitelných odpadů*, s. 28- 29.

železa. Pokud se bioplyn důkladně vyčistí, zůstane téměř čistý metan a může tak nahradit zemní plyn.¹³

1.4 Bioplynová stanice

Zařízení pro zpracování biologických odpadů a výrobu bioplynu, se nazývá bioplynová stanice. Pro získání bioplynu využívá procesu anaerobní fermentace, zpracovává tak tedy biologicky rozložitelné odpady a transformuje odpady na bioplyn, který dále využívá jako zdroj energie.

V posledních letech poptávka po výstavbě bioplynových stanic roste a to také zásluhou přijetí zákona o obnovitelných zdrojích energie. Toto přijetí zákona má také na svědomí Evropská komise, u které se Česká republika zavázala, že zvýší podíl výroby energie z obnovitelných zdrojů. Čím více bude probíhat výstavba bioplynových stanic, tím více se budou splňovat kritéria, ke kterým se ČR zavázala, navíc se přispěje k ekologizaci prostředí a částečně se vyřeší problém s nakládáním odpadu. Bioplynové stanice se od sebe liší vstupním materiálem, kterým disponuje. Na základě toho lze rozdělit BPS na zemědělské, kofermentační a komunální.

1.4.1 Zemědělské bioplynové stanice

Zemědělská bioplynová stanice používá jako vstupní materiál odpady vzniklé v zemědělství, a to jak z rostlinné produkce tak i živočišné. Jsou to například kejdy a exkrementy hospodářských zvířat, zbytky rostlin a plodin, které jsou naváženy do vzduchotěsně uzavřených reaktorů, neboli fermentorů, kde materiál podléhá anaerobní fermentaci. Kromě získaného bioplynu, který může využívat k energetickým účelům, může produkovat i kvalitní organické hnojivo ze zbytkové biomasy. U zemědělské bioplynové stanice je důležité mít zajištěnou stabilní dodávku vstupního materiálu. Je proto ideálním umístěním BPS blízko farem hospodářského zvířectva a areálů zemědělského podniku. Jestliže současně zpracovává více druhů odpadů, je nutno zvolit

¹³ Srov. ČERMÁKOVÁ, J., *Nové trendy ve využití bioplynu*. Biom.cz [online]. [cit. 2011-02-25].

Dostupné na WWW: <<http://www.biom.cz/cz/odborne-clanky/nove-trendy-ve-vyuziti-bioplynu>>.

správný poměr namíchání jednotlivých odpadů do fermentoru, aby byl výsledný bioplyn co nejvíce kvalitní.

1.4.2 Kofermentační bioplynové stanice

Mezi kofermentační bioplynové stanice lze zařadit průmyslové BPS, které zpracovávají rizikovější vstupní materiál. Jsou to materiály jaké se například objevují v čističkách odpadních vod (kaly), v podnicích které pracují s živočišnými produkty (jateční odpady atd.). Pojem kofermentace lze vysvětlit jako současné zpracování více druhů biologických opadů. Na provoz těchto bioplynových stanic je kladen velký důraz z důvodu hygienizace.

1.4.3 Komunální bioplynové stanice

Mezi komunální bioplynové stanice řadíme takové, které mají ve svém úkolu zpracovávat a vytvářet bioplyn z komunálních bioodpadů. Jedná se hlavně o skládky komunálního odpadu, kde se pro tyto účely nachází biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO), ale i některé vybrané bioodpady vzniklé z potravinářské, jateční nebo jiné výroby. Jelikož se na skládkách vyskytují zároveň i jiné odpady, které jsou spolu smíchány, je nutné dodržovat různá bezpečnostní opatření a provádět pravidelné kontroly, protože na takových místo hrozí nebezpečí vzplanutí nebo v nejhorším případě může dojít k výbuchu.

1.4.4 Výhody a nevýhody bioplynové stanice

S výstavbou bioplynové stanice plynou nejrůznější výhody nejen majiteli, ale ostatním subjektům a okolí, přírodnímu prostředí apod. Mezi nejvýznamnější výhody patří získání obnovitelného zdroje energie a ulehčení životnímu prostředí. S výhodami plynou jak je známo i jisté nevýhody, které by se měli před výstavbou bioplynové stanice podrobně zvážít. Asi mezi největší nevýhody, jako tomu u každé moderní technologie, patří vysoká investiční náročnost.

Výhody:

- obnovitelný zdroj energie
- nezávislost v dodávce tepla, ohřevu vody, elektrické energie
- možnost prodeje elektrické energie,
- státem garantované výkupní ceny energie
- získání kvalitního organického hnojiva
- podpora zaměstnanosti
- likvidace a využití odpadů
- zlepšení životního prostředí

Nevýhody:

- vysoká investiční náročnost
- nutnost zajištění stabilní dodávky vstupních surovin
- nebezpečí výbuchu, vzplanutí
- přísné dodržování limitů, pravidel, hygienizace
- vyjádření nesouhlasu obyvatel obce kvůli zápachu

1.5 Hlavní důvody výstavby bioplynových stanic

1.5.1 Produkce kvalitních organických hnojiv

Výroba bioplynu zemědělskou BPS představuje ekonomický a efektivní způsob s nakládáním biologicky rozložitelných odpadů, které jim vzniknou v zemědělské výrobě. Jsou to například kejdy, chlévský hnůj, porosty a zbytky rostlin apod. Pokud zemědělský podnik zpracovává svůj organický odpad, pro své vlastní účely a bez uvádění hnojiv na trh, nemusí podle zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech registrovat hnojiva uváděná na trh. Samozřejmě toto neplatí pro samotného podnikatele, který sváží odpady, fermentuje je a získané hnojivo uvádí na trh.¹⁴ Výhodou je to, že do anaerobního procesu lze využít širokou škálu organického materiálu, jako jsou potravinářské zbytky, biologicky rozložitelné odpady. Například fermentovaná kejda s dalšími složkami obsahuje komplexní hnojivo s vysokou hnojivou efektivností.

¹⁴ Srov. KÁRA, J. a kol., *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*, s. 2.

1.5.2 Zdroj energie

Vyrobený bioplyn lze využívat k různým účelům. Lze jej využít jako plynná paliva při přímém spalování (vytápění budov, ohřev užitkové vody, sušení atd.), pro výrobu elektrické energie, tepla nebo chladu, lze jej využít i jako pohonnou hmotu pro automobily a různé spalovací motory nebo turbíny. V Evropě se jako palivo vozidel používá nejčastěji ve skandinávských zemích, nejvíce ve Švédsku, dále v Německu, Francii.

V České republice se nejčastěji bioplyn používá ke kombinované výrobě elektrické energie a tepla. Po náležité úpravě lze bioplyn přidávat i do rozvodné sítě zemního plynu.

1.5.3 Zlepšení životního prostředí

Je třeba nakládat ať už s jakýmkoliv odpadem ekologicky a nejlépe i ekonomicky. Výstavba bioplynové stanice může část odpadů zlikvidovat a navíc se může podílet na ekologickém vzniku zdroje energie, na rozdíl od jiných elektráren. Efektivním zlikvidováním bioodpadů docílíme snížení různých emisí a to zejména takových, které mají za následek globální oteplování a znečištění vzduší.

1.6 Energetické využití bioplynu pomocí kogenerace, trigenerace

1.6.1 Kogenerace

Nejlepším a nejjednodušším způsobem využití bioplynu je jeho spálení na výrobu tepla nebo elektrické energie. Nejefektivnějším způsobem je kombinace výroby tepla a elektrické energie, tzv. kogenerace. Kogenerace je v České republice nejčastějším využitím bioplynu. Ve spalovacím motoru je spalován bioplyn, jenž roztáčí generátor elektrické energie. Zbytkové plyny a oleje motoru jsou pak ochlazovány a vytvořené teplo je možné dále využívat k vytápění domů nebo provozoven. Využívání

bioplynu jako pohonnou jednotku pro spalovací motory, je v porovnání se zeměmi střední a východní Evropy nejrozvinutější.

Motory kogeneračních jednotek mohou pracovat i na jiné paliva než je bioplyn. Mohou používat v podstatě jakákoliv paliva ve skupenství plynném, kapalném nebo pevném a dokonce je může i kombinovat, v závislosti na parametrech jednotlivých KJ.

1.6.2 Trigenerace

Pojem trigenerace se dá popsat jako kombinovanou výrobu elektrické energie, tepla a chladu. Jde poměrně o novou technologii, která se v České republice vyskytuje v menším měřítku. Tato technologie používá spojení kogenerační technologie a absorpční chladicí jednotky, kdy se část vyrobeného tepla odvádí do absorpční chladicí jednotky za účelem výroby chladu. Výroba chladu probíhá hlavně v letních měsících mimo topnou sezónu, kdy vyrobené teplo není žádoucí. Vyrobeným chladem lze klimatizovat bytové prostory, sklady, výrobní haly, administrativní budovy atd.

1.7 Materiál pro výrobu bioplynu

Efektivnost výroby bioplynové stanice je závislá na stabilní dodávce vstupního materiálu. Za vstupní materiál můžeme považovat biologicky rozložitelné odpady nebo biomasu. Biomasa je nazýván veškerý materiál, který lze využít pomocí metanogenní fermentace pro energetické účely. „Za biomasu je v užším pojetí považována organická hmota rostlinného původu vznikající na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie. Pod pojmem biomasa si však můžeme představit substanci biologického původu, která zahrnuje rostlinou biomasu (fytomasu) pěstovanou na půdě, hydroponicky nebo ve vodě, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a biologicky rozložitelné odpady.“¹⁵ Biologicky rozložitelné odpady (BRO), neboli také jinak zvané bioodpady, zbytková biomasa můžeme získat v různých oblastech provozu, kde jsou často nikterak využívány. Lze je získat například v domácnostech (kuchyňský, zahradní odpad), v restauracích a jídelnách, v zemědělství (zbytky dřevin a rostlin, výkaly hospodářských zvířat, nevyužité plodiny), v průmyslu (potravinářský, dřevorubecký, papírenský),

¹⁵ KÁRA, J. a kol., *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*, s. 7-8.

čističky odpadních vod (kaly). Podstatnou část těchto zdrojů najdeme i na skládkách odpadů, a proto skýtají velkou možnost dodávky surovin. V praxi je nejčastěji využíván hnůj a kejdy hospodářských zvířat, dále potom v menším měřítku odpadu z rostlinné výroby a cíleně pěstované plodiny.

1.8 Skládkování

Skládkování je v České republice nejužívanějším způsobem při odstraňování odpadů. Odpady vznikají nepřetržitě každý den, jejich celkový počet bohužel neustále roste a je zapotřebí, je alespoň náležitým způsobem zneškodňovat tak, aby vše bylo v souladu se životním prostředím, technicky proveditelné a zároveň ekonomicky co nejvýhodnější. Zařízení vyhovující ekologickým zásadám uložení odpadů, je řízená skládka. Skládky představují v systému odpadového hospodářství poslední článek v řetězci s nakládáním a likvidováním odpadů. Jedná se o zařízení určené pro konečné uložení odpadů, splňující podmínky ekologické, hygienické, geologické, ekonomické a technické. Mají za úkol uložit a oddělit odpad na dostatečně dlouhou dobu od okolního prostředí, zachytit zároveň co nejvíce škodlivin plynoucí se skládkováním a pokud je to možné, využívat její energetický potenciál prostřednictvím skládkového plynu.

Po skončení ukládání odpadů je nutné skládku rekultivovat a nejméně 30 let průběžně monitorovat. Rekultivace se provádí pomocí vrstvy humusu a zeminy, kdy se nakonec povrch oseje zelení.

Dělení skládek:¹⁶

Podle kategorie zabezpečení odpadu dělíme skládky na:

S-IO = skládky inertního odpadu (zeminy, kamení)

S-OO = skládky ostatního komunálního odpadu (komunální, průmyslový). Může se dělit na podskupiny S-OO1, S-OO2, S-OO3.

S-NO = skládky nebezpečného odpadu (chemikálie, nebezpečné suroviny apod.)

Dále můžeme dělit skládky podle jejich úrovně terénu a to na:

¹⁶ Srov. FILIP, J., BOŽEK, F., KOTOVICOVÁ, J., *Komunální odpad a skládkování*, s. 18.

- a) podúrovňové
- b) nadúrovňové
- c) kombinované
- d) svahové

Ojedinelým případem mohou být také skládky podzemní, které vyplňují dutiny a štěrby vzniklé přírodním úkazem pod povrchem země.

1.9 Skládky komunálního odpadu

1.9.1 Odpad, komunální odpad

Odpad je definován v § 3 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o odpadech“).

„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.“¹⁷

Na skládkách jsou nejčastěji ukládány odpady typu komunálního odpadu. Patří sem odpady, které vznikají běžně s životem člověka v obydlí. Obce mají povinnost zajistit jeho pravidelný odvoz a opatřit zařízení na jeho sběr. Obyvatelé mají povinnost soustřeďovat své odpady na určené místa, nezakládat tak černé skládky a nezpůsobovat škody životnímu prostředí. Definice komunálního odpadu podle ustanovení § 4 písm. b) zákona o odpadech zní: „veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v prováděcím právním předpisu 11a) a výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných

¹⁷ § 3 odst. 1 zák. č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

k podnikání.“¹⁸ Řídí se dále prováděcím právním předpisem a to vyhláškou MŽP č. 381/2001 Sb., dále vyhláškou č. 503/2004 Sb.

Komunální odpad je rozdělen do mnoho kategorií a názvů podle místa jejich vzniku nebo povahy (viz příl. 1). Mezi takové patří domovní odpad. Domovním odpadem lze chápat veškerý odpad, který vznikne v domácnostech za podmínky dobrovolného vzdání se ho jejich obyvatel. Odpady velkých rozměrů, které se běžně vyhazují v domácnosti, nazýváme objemný odpad. Jsou to odpady jako skříně, pohovky a různý nábytek. Na takové to odpady jsou vyčleněny několikrát do roka kontejnery s velkým objemem. Podobný charakter jako domovní odpad má živnostenský odpad, někdy zvaný jako odpad podobný komunálnímu. Odpad má původ vzniku z nevýrobní činnosti fyzických nebo právnických osob, které mají oprávnění podnikat. Jelikož se většinou jedná o malé množství odpadu, lze jej ukládat po dohodě s obcí jako běžný komunální odpad.¹⁹

Dalším pojmem, který se často objevuje je tuhý komunální odpad, mezi něhož patří odpady nepodléhající rozkladu za normálních atmosférických podmínek. Největší důrazy jsou kladeny na sběr nebezpečného komunálního odpadu. Nebezpečné komunální odpady nesmí za žádnou cenu přijít do styku se životním prostředím, ať už z důvodů otravy a kontaminace, nebo z důvodu nebezpečí výbuchu a vzplanutí.

1.9.2 Využitelné složky komunálního odpadu

Za předpokladu odděleného sběru lze vytříděný odpad dále využívat a to buď přímo recyklací, nebo jiným využitím jako druhotnou surovinu. Mezi využitelné složky patří např. sklo, oddělený separovaný papír, plast, železné kovy, biologicky rozložitelný odpad atd.

Biologicky rozložitelný odpad (BRO) je součástí až ¼ veškerých opadů. Je to všechn odpad, který podléhá aerobnímu, anaerobnímu rozkladu. Jsou to odpady vznikající v zemědělství, průmyslu (potravinářského, lesnického atd.). V komunálním odpadu se z velké části nacházejí biologické odpady, které vznikají v domácnostech,

¹⁸ § 4 písm. b) zák. č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

¹⁹ Srov. ALTMANN, V., VACULÍK, P., a MIMRA, M., *Technika pro zpracování komunálního odpadu*, s. 2.

v restauracích, z úprav travnatých ploch a různé zeleně na sídlištích, parků, zahrad, hřbitovů atd. (viz příl. 2). Takový to odpad je nazýván biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO). Na skládce tento odpad podléhá anaerobní fermentaci a má za následek tvorbu bioplynu, neboli skládkový plyn.²⁰

1.10 Skládkový plyn²¹

Skládkový plyn, neboli také označovaný jako LFG (Landfill Gas), vzniká samovolným rozkladem organických látek na skládkách odpadů, z důvodu ukládaného BRKO. Příčinou je míchání bioodpadů s jinými druhy odpadů. Jedná se tedy o stejný proces zvaný anaerobní fermentace organických látek.

Není-li skládkový plyn odčerpáván, samovolně a nekontrolovatelně putuje vrstvami podloží skládky, nerovnoměrně všemi směry, usazuje se v tělese skládky a následně škodí i procesu rekultivace skládky. V nejhorších případech hrozí samovolné vznícení a exploze výbušné směsi, a to i několik set metrů od skládky. Odsávání skládkového plynu je nezbytné nejen z hlediska bezpečnosti a ochrany životního prostředí, ale i v posledních letech z hlediska ekonomického, kdy je možno za pomoci techniky přeměnit nežádoucí plyn ve zdroj energie, který bude přínosem nejen pro životní prostředí, ale i pro lidstvo.

Kvalita a množství vznikajícího bioplynu závisí na organickém a anorganickém složení odpadu, jeho množstvím a stupni rychlosti rozkladu, vlhkosti a teplotě uvnitř tělesa skládky. Záleží také na způsobu ukládání odpadů a hutnění tělesa skládky. Složení bioplynu se postupem času liší, a to z důvodu ukládaného materiálu. Skládkový plyn je tvořen hlavně koncentrací metanu (CH₄) a oxidu uhličitého (CO₂), doplněné o stopové příměsi. Jedná se například o složky jako jsou sulfan, argon, amoniak, vodík, halogenvodíky, organochlorové a křemíkaté sloučeniny, kyslík apod. Jejich poměr ku množství metanu a oxidu uhličitého je ve velmi malém množství, avšak je nutné

²⁰ Srov. KAJAN, M., LHOTSKÝ, R., *Možnosti zvýšení bioplynu na stávajících zařízeních*, s. 24.

²¹ Srov. ALTMANN, V., VACULÍK, P., MIMRA, M., *Technika pro zpracování komunálního odpadu*, s. 87-88.

sledovat jejich hladinu, a to nejen z důvodu negativního vlivu na životní prostředí, ale i na zařízení sloužící ke zpracování bioplynu.²²

Tab. 3 - Rozdělení skládek TKO podle produkce plynu²³

Kategorie	Měrná rychlost ($\text{m}^3 \times \text{m}^{-3} \times \text{h}^{-1} \times 10^6$)	Tvorba plynu	Odplynění	Využití plynu
I.	pod 10	nulová, velmi slabá	není zapotřebí	nemožné
II.	10 - 400	slabá, střední	nutné	nemožné
II.	400 - 700	střední, vysoká	nutné	podmínečně možné
III.	více než 700	vysoká	nutné	možné

1.10.1 Procesy vytváření skládkového bioplynu²⁴

1. **Stádium Aerobní** – toto stádium započíná již při svozu a navážení odpadů na skládku, kdy jsou postupně odpady překrývány a různě hutněny. Organické látky se rozkládají pomocí aerobních mikroorganismů, a to na oxid uhličitý (CO_2) a vodu (H_2O), to vše za přítomnosti kyslíku a za vzniku tepla. Vzdušný kyslík se postupem času ze skládky vytěsňuje, a tak mohou začít další fáze rozkladu. Těleso skládky tak může dosáhnout až $60\text{ }^\circ\text{C}$. Přítomnost vody zajišťuje vytvoření prostředí, ve kterém je možnost pohybu a reakce látek (ionty, bakterie, enzymy, molekuly) při procesu přeměny látek. V době nasycení odpadu vodou a následným průtokem tělesa skládky, vznikají optimální podmínky pro hydrolýzu a další fáze.
2. **Anaerobní stádium acidogenní** – neboli také okyselení, vzniká po odstranění kyslíku. „Po vyčerpání kyslíku se rozbíhají anaerobní procesy předmetanizační

²² Srov. SOUČEK, J., *Skládkový plyn – odpad, nebo zdroj energie?* Biom.cz [online]. [cit. 2010-12-16].

Dostupné na WWW: <http://www.stary.biom.cz/clen/jso/a_lfg.html>.

²³ Srov. KAJAN, M., LHOTSKÝ, R., *Možností zvýšení bioplynu na stávajících zařízeních*, s. 26.

²⁴ Srov. tamtéž, s. 23-24.

fáze – hydrolýza a acidogeneze. Hlavními produkty této fáze rozkladu jsou alifatické mastné kyseliny, další nízkomolekulární látky a CO₂.“²⁵ Optimální podmínky pro hydrolýzu jsou: pH 6,5 – 8 a vlhkost větší než 20 – 30 %. Fáze trvají v rozmezí několika týdnů až měsíců, pokud je tedy těleso skládky dostatečně hluboké a těsněné. Fáze jinak probíhá za stejných postupů a pořadí jako je to u běžné acidogeneze procesu anaerobní fermentace.

3. **Anaerobní stádium methanogenní nestabilizované** – „Jedná se o počáteční stádium rozvoje methanogenních mikroorganismů, spojené s produkcí bioplynu.“²⁶ Methanogenní procesy mají za následek finální podobu a koncentraci methanu v bioplynu. V této fázi je koncentrace methanu postupně navyšována.
4. **Anaerobní stádium methanogenní stabilizované** – „Rozkladné procesy, hlavně acidogenní a methanogenní se dostávají do dynamické rovnováhy. Rychlost produkce a složení bioplynu jsou konstantní. Tato fáze trvá až do vyčerpání biologicky rozložitelných organických látek.“²⁷ Optimální teplota při tvorbě metanu je 25 – 40 °C.

1.10.2 Kritéria úspěšného získávání skládkového plynu

Pro správné a efektivní získání skládkového plynu z tělesa skládky je nutné, aby byl z ní co nejvíce vytěsněn vzduch a nadále byl zamezen jeho přístup, jelikož přítomnost vzduchu škodí průběhu vzniku bioplynu, a to se následně negativně projeví na jeho kvalitě. Je proto zapotřebí, aby odpad byl plánovitě navážen a strategicky rozmístěn do vhodných, předem upravených prostorů. Dále je nutné zhutňovat a postupně rozhrnovat zasypávanou oblast, nejlépe je zhutněný odpad pokrývat denně vrstvou zeminy asi 20 cm silnou. V optimálně zhutněné skládce dochází rychleji k anaerobizačním procesům, snižuje se riziko výbuchu a požáru, celkově se na těleso dá

²⁵ KAJAN, M., LHOTSKÝ, R., *Možnosti zvýšení bioplynu na stávajících zařízeních*, s. 24.

²⁶ Tamtéž.

²⁷ Tamtéž.

uložit větší množství odpadu a také je omezen nadměrný zápach. Je důležité, aby skládka komunálního odpadu měla co nejvhodnější tvar. Optimální těleso skládky by mělo být co nejhlubší a s nejmenším povrchem. Je-li skládka příliš mělká, působí negativně na methanizační procesy, jelikož takové těleso je málo těsněné a tedy není správně izolováno od přístupu vzduchu. Je více propouštěno průsakových vod a tím je spojeno i riziko nadměrné kontaminace.²⁸

1.11 Odplynění skládky

Odplynění skládky zabraňuje vznikajícímu bioplynu samovolně unikat do ovzduší, čímž přispívá ke vzniku skleníkového efektu, a to hlavně díky vysokému obsahu oxidu uhličitého, který má za následek globální oteplování. Odplynění skládky dále zabraňuje hromadění plynu uvnitř tělesa skládky, kde by mohl poškodit její izolaci nebo by mohlo dojít k nečekanému výbuchu.

Rozlišujeme odplynění na:

- a) Pasivní
- b) Aktivní

Pasivní odplynění

Při pasivním odplynění skládky se vytvořený bioplyn vlastním přetlakem samovolně uvolňuje a vychází tak ven z tělesa skládky. Aby se zabránilo aerobizování skládky, je zapotřebí použití zpětných klapek nebo uzávěrů s výduchy, či speciální filtrační zařízení.

²⁸ Srov. STRAKA, F., *Systémy pro odplynění skládky*, [online]. [cit. 2011-03-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.vscht.cz/uchop/velebudice/odpady/skladkovani.htm>>.

Aktivní odplyňovací systémy²⁹

Odplyňovací systémy lze budovat průběžně se založením skládky nebo až po jejím dokončení, a to podle potřeby aktuálního stavu tělesa skládky.

Odplynění skládky se provádí pomocí odplyňovacích systémů a to třemi způsoby:

- vertikální (sběrné studny, jímací vrty)
- horizontální (drenáže, horizontální jímací vrty)
- kombinované (drenáže, vertikální jímací vrty nebo sběrné studny)

1.11.1 Zařízení na odplynění skládky

U skládek větší velikosti a předpokladu dlouhodobého ukládání odpadů, je efektivní vybudovat zařízení pro využití skládkového bioplynu. V průběhu ukládání se bude tvořit čím dál více skládkového plynu, a proto je nutné zvolit nejvhodnější systém zařízení pro jeho jímání. Odplynění se provádí jiným způsobem pro staré skládky a nově vznikající tělesa skládky. Volba optimálního systému je určena zejména tvarem tělesa skládky, rychlostí a způsobem navážení odpadů, rozšiřováním a napojováním etap a sekcí skládky. Skládkový plyn se jímá plynovými studnami, neboli jímacími vrty, které jsou strategicky rozmístěné uvnitř tělesa. Jímací studny jsou vybaveny regulačními ventily. Na tyto studny je napojena soustava sběrného potrubí tvořená drenážemi, které jsou nejčastěji tvořeny perforovanými trubkami z tvrzeného polyetylenu. Dále mohou být použity k drenáži panely, betonové desky, obrácené betonové U-prefabrikáty apod. Drenáže jsou vedeny vertikálně nebo horizontálně. Drenážní potrubí jsou zasypány vrstvami štěrku. Nové skládky mohou být za předpokladu vyšší výšky tělesa, opatřeny vertikálními sběrnými věžemi. Tyto věže mají stejný charakter jako sběrné jímací vrty. Sběrné sítě jsou napojeny na hlavní sběrné potrubí, které je napojeno na čerpací stanici.³⁰

²⁹ Srov. STRAKA, F., *Systémy pro odplynění skládky*, [online]. [cit. 2011-03-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.vscht.cz/uchop/velebudice/odpady/skladkovani.htm>>.

³⁰ Srov. tamtéž.

V čerpací stanice se provádí potřebná měření a monitoring, čištění a úpravy skládkového plynu. Skládkový plyn se nejčastěji čistí adsorpcí na aktivním uhlí nebo adsorpcí na bázi vody a chemických rozpouštědel. Čerpací stanice je nejčastěji umístěna v ocelovém kontejneru blízko tělesa skládky. Poblíž čerpací stanice je umístěna kogenerační jednotka, ve které probíhá přeměna bioplynu v elektrickou energii, případně i výroba tepla nebo chladu.

1.12 Výroba elektrické energie z bioplynu

1.12.1 Kogenerační jednotka

Výroba elektrické energie probíhá v zařízení zvané kogenerační jednotka, někdy je označováno jako elektronické zdrojové soustrojí. Jsou to zařízení, které ke svému provozu využívají spalování paliva pro svoji pohonnou jednotku, nejčastěji plynový spalovací motor. Objevují se i plynové spalovací turbíny nebo parní turbíny. Spalovací motory jsou často upravené automobilové zážehové motory, které využívají plyn jako palivo z 80 % - 85 %, z čehož 1/3 připadá na elektrickou energii a zbytek na teplo. Palivem mohou být zemní plyn, zkapalněný plyn, různé druhy bioplynu, nafta a jiné. Může využívat paliva ve skupenství plynném, pevném, kapalném nebo je může kombinovat v závislosti na vybavení. Kogenerační jednotky se vyrábějí v různých velikostech, od malých skříní až po velkoobjemové ocelové kontejnery.

Výkony kogeneračních jednotek se pohybují v rozmezí několika desítek kW až několik MW (tab. 4, s. 29). Obsahují zařízení pohonné jednotky, generátoru, monitorovacího a řídicího zařízení, zařízení na úpravu paliva pro pohonnou jednotku, tepelné zařízení, chladicí jednotku, výfuky a katalyzátory pro odvody spalin a elektrický rozvaděč. Mohou být vybaveny asynchronními generátory pro paralelní provoz se sítí nebo synchronními generátory, které rovněž mohou pracovat paralelně se sítí nebo dokonce pracovat i nezávisle na ní.³¹

³¹Srov. KRBEK, J., POLESNÝ, B., *Kogenerační jednotky – Zřízení a provoz*, s. 5

Tab. 4 - Výkonnostní rozdělení kogeneračních jednotek³²

Počet kW- MW	Název kogenerace
do 50 kW	mikro- kogenerace
do 500 kW	mini- kogenerace
do 1 MW	kogenerace malého výkonu
do 50 MW	kogenerace středního výkonu
nad 50 MW	kogenerace velkého výkonu

1.12.2 Proces výroby elektrické energie

Výroba energie může být dosažena dvěma způsoby, a to nepřímým způsobem nebo přímým způsobem. S nepřímým způsobem souvisí více energetických přeměn. Ze začátku se uvolní tepelná energie z dodaného paliva, která dále získá mechanickou energii pro fungování spotřebičů a techniky, jenž následně přemění mechanickou energii na elektrickou, kdy se následně dají upravovat parametry. „U přímého způsobu se provádí přeměna energie paliva přímo na elektrickou.“³³ Získávání elektrické energie přímým způsobem je v posledních letech nejrozšířenější a nejefektivnější. Vyrobena elektrická energie putuje prostřednictvím trafostanice do distribuční soustavy.

1.13 Situace v oblasti výkupu elektrické energie

Česká republika podporuje v rámci Evropské Unie výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů, kdy poskytuje výrobcům kromě dotací na výstavbu zařízení i státem garantovanou výkupní cenu a podpory formou tzv. zelených bonusů. Výše podpory formou výkupní ceny a zelených bonusů je každoročně vyhlášováno v cenovém rozhodnutí Energetického regulačního úřadu, který vychází ze zákona č. 180/2005 Sb. Každoročně stanovená cena nesmí přitom klesnout o více než 5 %. Garantované výkupní ceny a zelené bonusy mohou být uplatňovány po dobu životnosti výroby elektrické energie, kdy doba životnosti je stanovena podle druhu využívání

³² Srov. DVORSKÝ, E., HEJTMÁNKOVÁ, P., *Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie*, s. 22.

³³ Tamtéž, s. 22.

obnovitelného zdroje energie (tab. 5). U výkupní ceny platí garance po celou dobu stanovené životnosti zařízení, oproti garanci zelených bonusů, které jsou z důvodu závislosti na ceně silové elektřiny stanoveny na jeden rok. Výkupní ceny a zelené bonusy nelze spolu kombinovat, ovšem lze jednou ročně přecházet mezi těmito podporami. Zelené bonusy a garantované výkupní ceny hradí výrobci provozovatelé přenosové soustavy. Jestliže se výrobce elektrické energie rozhodne pro státem garantovanou výkupní cenu, je provozovatel přenosové soustavy povinen za tuto cenu vykoupit veškerou vyrobenou energii dodanou do distribuční sítě.

Zelený bonus je příplatek k tržní ceně elektrické energie, kterou si sjednal sám výrobce u provozovatele přenosové soustavy. Zelený bonus je inkasován i za elektřinu, kterou výrobce sám spotřebuje (ostatní vlastní spotřeba). Vztahuje se tedy na celkovou výrobu energie a ne jen na dodávky do distribuční sítě. Ostatní vlastní spotřebou je myšlena spotřeba elektrické energie bez použití regionální distribuční nebo přenosové soustavy. Využití zeleného bonusu je vhodné pro objekty, které mají stálou spotřebu energie. Mohou tak využít možnosti výdělku za spotřebovanou elektřinu.³⁴

Při dodávkách elektřiny do distribuční přenosové soustavy, má možnost výrobce inkasovat od provozovatele příplatek za tzv. decentralní výrobu, který je stanoven v cenovém rozhodnutí. Je to částka, která má pokrýt ztráty elektřiny vznikající přenosem v přenosových soustavách.

Tab. 5 - Garance výkupních cen pro výrobce el. energie z obnovitelných zdrojů³⁵

Typ výroby z OZE	Garance výkupní ceny (roky)
Malá vodní elektrárna	30
Větrná elektrárna	20
Geotermální elektrárna	20
Fotovoltaická elektrárna	20
Bioplyn	20
Biomasa	20
Skládkový, důlní, kalový plyn	15

³⁴ Srov. E.ON, Informace pro výrobce elektřiny, [online]. [cit. 2011-03-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.eon.cz/cs/info/energy-business-faq/index.shtml>>.

³⁵ Srov. tamtéž.

2. PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Skládka odpadů EKO-UNIMED, s. r. o.

Společnost EKO-UNIMED, s. r. o. byla založena dne 7. listopadu 1994 městem Uničov a obcí Medlov v poměru 50:50. Základní jmění společnosti je výši 7 600 000 Kč. Vklad města Uničov je 3 800 000 Kč, stejná výše je vkladem i obce Medlov.

Hlavním cílem společnosti je zneškodňování a ukládání komunálního odpadu z širokého okolí Uničovska. Na skládku lze ukládat i průmyslové odpady kategorie O. Skládka odpadů je skládkou skupiny S – OO.

Společnost se zabývá svozem separovaného odpadu z popelnic a kontejnerů, s následným uložením, svozem a likvidací nebezpečných složek komunálního odpadu. Pronajímá a sváží velkoobjemové kontejnery o objemu 5 – 10 m³. Provádí také svoz separovaných plastů, papíru a skla, který následně předává firmám zabývajícím se tříděním a zpracováním. Společnost prodává i plastové popelnice a kontejnery o různých kapacitách, kontejnery na tříděný nebo nebezpečný odpad. Dále poskytuje poradenství v oblastech odpadového a obalového hospodářství.

V současnosti je provozována I. a II. etapa skládky. I. etapa skládky byla realizována v říjnu roku 1993 a umožňuje uložení až 185 000 t odpadů. Provoz II. etapy byl zahájen v měsíci říjnu roku 1998 a zajišťuje prostor pro uložení o kapacitě cca 415 000 t. Celkově je tedy zajištěn prostor o kapacitě cca 600 000 t. Průměrné množství uloženého odpadu je 30 000 t ročně a při prokládání inertním materiálem je počítáno s minimální životností skládky do roku 2013. Společnost plánuje výstavbu III. etapy, která zajistí provoz minimálně na dalších 20 let. Z celkového množství uloženého odpadu je 50 – 70 % TKO. V posledních letech je odpad hutněn kompaktořem (stroj na úpravu povrchu skládky), volné místa jsou zakrývány inertním materiálem (písek, šterk, zemina).

Pro ukládání odpadu byl zakoupen pozemek o rozloze 5 ha, který je celkově oplocen. V podloží komplexu skládky se nacházejí jílovité hlíny. Minerálním těsněním jsou těsněny vnitřní svahy a dno skládky, ve vrstvách 3 x 20 cm hutněnými samostatně a fólií HDPE tl. 1,5 mm, která je chráněna geotextilií z horní strany. Na zaizolované ploše je proveden plošný drén z propustného šterkovitého materiálu o tloušťce min 40 cm. Dešťová voda je odváděna záchytnými příkopy do vodoteče, takže nepřichází do

styku s odpadem. Prosáklé výluhové vody odvádí sběrný drenážní systém do jímky uvnitř tělesa skládky. Takto zachycená voda je ve sběrné jímce přečerpávána zpět na těleso skládky a likvidována odparem. Jestliže se vyskytne porucha čerpacího zařízení nebo bude velké množství průsakových vod, lze likvidovat vody čističkou odpadních vod (ČOV Uničov nebo ČOV UNEX Uničov).³⁶ Skládka má v tělese vybudovaný sběrný systém pro jímání bioplynu. Jsou to studny vertikálně uložené na spodních drénech, tvořené z ocelové trouby a perforovaných trubek s mezikružím vyplněným štěrkem. Jakmile se do tělesa skládky naváží odpad, tyto trouby se zdvihají a postupně dosypávají štěrkem.

2.2 Ústav využití plynu Brno, s. r. o.

Firma byla založena v roce 1956, privatizována byla potom v roce 1992 na obchodní společnost. Ústav využití plynu Brno, s. r. o. se zabývá kompletním zpracováním a realizací projektů v oblastech využívání a likvidací bioplynů, monitorováním a vyhotovováním čerpacích zkoušek v bioplynových stanicích, a to zejména na skládkách komunálního odpadu. Dále se zabývá výrobou a vývojem plynových hořáků a pecí, výrobou elektrické energie z obnovitelných zdrojů, poskytuje poradenství a servis zařízení týkající se využití plynu apod. Provozuje také několik bioplynových stanic po celém území České republiky.

2.3 Základní údaje provozu a výstavby bioplynové stanice na skládce odpadů v Medlově

2.3.1 Charakteristika provozu stanice:

Veškeré zařízení bioplynové stanice je majetkem Ústavu využití plynu Brno, s. r. o., provádí také veškerá měření a činnosti spjaté s provozem stanice a využívá vyrobenou elektrickou energii pro vlastní účely. Je také zpracovatelem projektové

³⁶ Dokumenty firmy EKO-UNIMED, s. r. o.

dokumentace a dodavatelem stavby. Některé komponenty a zařízení byly dodány z jiných bioplynových stanic provozované touto firmou.

Skládkový plyn je jímán v tělesu skládky pomocí plynových studní, které obsahují systém regulačních šachet, a to s veškerou potřebnou technologií. Takto provedený systém je napojen na hlavní sací plynovod, vedoucí v patě skládky. Získaný bioplyn je přiveden k čerpací stanici, kde je dostatečně odvodněn a dále veden do kogenerační jednotky, kde se vytvoří elektrická energie. Vzniklá elektrická energie je přiváděna do výstupního rozvaděče. Část energie je využito pro vlastní spotřebu zařízení, zbylá část je vedena přes trafo 400 V/22 kV a zemním kabelem 22 kV do veřejné sítě firmy E.ON. Veškeré zařízení sběrného plynu jsou převážně uloženy v zemi, na povrchu tělesa skládky vyčnívají pouze regulační šachty, které jsou umístěné při patě skládky. Elektrické zdrojové soustrojí (EZS), neboli kogenerační jednotka, je umístěna ve vlastním přemístitelném kontejneru v blízkosti čerpací stanice, která je rovněž umístěna ve vlastním kontejneru. V čerpací stanici se také nachází technologie na měření a regulaci plynu a jiná potřebná zařízení.

2.3.2 Příprava území

Příprava území odplyňovacího systému vycházela z požadavků na rychlou realizaci odplynění, s přihlédnutím na aktuální stav skládky. Musely být dodrženy podmínky pro plynulý a nerušený provoz postupného ukládání odpadu, v průměrné roční výši 30 000 m³. V době instalace odplyňovacího systému byl povrch dostatečně upraven, podle potřeby zhutněn a opatřen vhodnou zeminou pro lože pod plynovodní přípojky. V rámci přípravy území byly provedeny také terénní úpravy pro vyrovnaní terénu a zřízení základů pod kogenerační jednotku a čerpací stanici.

Základ pro kogenerační jednotku – rozměr 8,5 x 3,0 m:

- betonové silniční panely o rozměrech 3,0 x 1,5 x 0,15 m
- štěrkopísek tloušťky 200 mm
- geotextilie

Základ pod čerpací stanici o rozměru 6,2 x 3,0 m:

- betonové silniční panely o rozměrech 3,0 x 1,5 x 0,15 m
- štěrkopísek tloušťky 200 mm

- geotextilie

Chodník a oplocení

Chodník byl zhotoven z betonových dlaždic rozměrů 500 x 500 x 40 mm, položeny byly do pískové lože, olemované zapuštěným obrubníkem. Oplocení bylo zhotoveno z drátěného pletiva H=2 m, s plastovým povlakem upevněného do ocelových sloupků, osazených v betonových patkách. Rozměry oplocení jsou cca 12 x 11 m, jsou zde také dvoukřídlá vrata, křídla 1,2 x 1,8 m, provedení z tenkostěnných trubek.

2.4 Popis jednotlivých zařízení bioplynové stanice na skládce odpadů v Medlově

2.4.1 Odplynění skládky³⁷

Na skládce byly v minulosti založeny 4 plynové studny, které byly vedeny do výšky návozu odpadu. Při realizaci výstavby byly tyto studny nahrazeny novými a postupně překrývány ukládaným odpadem. Všechny studny mají svůj samostatný vývod plynu a také přípojky PEHD 90 x 8,1 mm, které jsou vedeny do regulačních šachet, umožňující potřebné regulační a měřicí funkce. Regulační šachty jsou provedeny v betonové skruži o průměru 1000 – 1500 mm vysoké 1 m. Šachty jsou zaopatřeny víkem a umístěné pro snadný přístup obsluhy. Přípojky jsou vedeny z důvodu postupného sedání skládky ve spádu min. 5 %. Bylo třeba udělat vytvarování podkladních pásů z udusané zeminy o šířce cca 3 m a zároveň zajistit plynulý chod navážení odpadu. Přípojky jsou opatřeny vodními sifonovými uzávěry, sloužící pro odvádění kondenzátu. Při postupném navážení odpadu na těleso skládky, byly navíc vyvrtány další 3 plynové studny v úrovni stávajících studní. Tyto nové studny jsou odplyněny samostatným páteřním systémem a je umožněna jejich kontrola.

³⁷ Srov. EKO - UNIMED, s. r. o. , *Dokumentace pro územní a stavební řízení*, s. 5.

2.4.2 Hlavní sací plynovod

Plynovod o délce cca 80 m PEHD 110 x 5,6 mm, který odvádí plyn z regulačních šachet k čerpací stanici, je spádově proveden tak, aby vzniklé kondenzáty otekly do tělesa skládky nebo do vodotěsné jímky pro kondenzát. Potom je následně převede do jímky pro průsakové vody. Uložené plynovody musely být chráněny proti jezdící těžké technice betonovými panely a ocelovými chráničkami.

2.4.3 Likvidace kondenzátu

Odvodnění kondenzátu je vedeno do regulační šachty, a to ze sběrné plynovodní sítě a hlavního sacího plynovodu. Jímka je vytvořena z betonových skruží, kdy skruž na spodku je zevnitř opatřena vodotěsnou izolací, neboť slouží jako nádrž kondenzátu. Jímka je vybavena čerpadlem k řízenému odčerpávání kondenzátů dle stavu hladiny a je také opatřena plastovým víkem s odvětráváním.

2.4.4 Kogenerační jednotka³⁸

Bioplynová stanice využívá elektrické zdrojové soustrojí TEDOM CENTO T300, které je uspořádané v ocelovém kontejnerovém provedení o rozměrech cca 7,65 x 2,6 x 4,7 m. Zařízení je umístěno poblíž čerpací stanice. Obsahuje dvě samostatná soustrojí, a to motor - generátor a kompletní tepelné zařízení pro zajištění chlazení spalovacích motorů, včetně tlumičů výfuku a elektrických rozvaděčů. Kogenerační jednotka je plně uzpůsobena pro venkovní provoz, se synchronními generátory pro paralelní provoz se sítí a napětí 400 V. Zařízení používá jako palivo vyrobený bioplyn. Kogenerační jednotka pracuje v režimu „P“, což znamená, že pracuje na paralelní provoz se sítí, na jmenovitý výkon a zároveň je zajištěn odvod tepla z jednotky.

Zařízení jednotky splňuje hlukové parametry odpovídající ČSN 090862. Ve vzdálenosti 10 m od povrchu kontejnerové skříně, při plném využití obou motorgenerátorů a chladících jednotek, nepřevyší hluk 60 dB.

³⁸ Srov. EKO - UNIMED, s. r. o. , *Dokumentace pro územní a stavební řízení*, s .11.



Obr. 1 - Kogenerační jednotka na skládce v Medlově³⁹

Tab. 6 - Technické parametry kogenerační jednotky⁴⁰

Jmenovitý elektrický výkon	2 x 150 kW (při plném výkonu a 65 % CH ₄ v bioplynu)
Účinnost elektrická	33,90 %
Využité teplo	cca 50 %
Vstupní tlak bioplynu	2 - 10 kPa
Nejníže přístupný objemový obsah metanu	40 %
Spotřeba plynu při 100% výkonu	68 Nm ³ /h (při 65 % CH ₄ v bioplynu)
Spotřeba plynu při 75% výkonu	55,6 Nm ³ /h (při 65 % CH ₄ v bioplynu)
Spotřeba plynu při 50% výkonu	39,5 Nm ³ /h (při 65 % CH ₄ v bioplynu)

³⁹ Vlastní zpracování.

⁴⁰ Srov. Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.

Motory

K pohonu slouží dva spalovací motory TEDOM M 1.2 C, a to v provedení TGE 1242 W. Jsou to prakticky upravené motory Liaz od stejnojmenných nákladních automobilů. Tyto motory jsou nenáročné na údržbu a dobře se vyrovnávají s výkyvy ve složení plynu a v jeho dodávaném množství.

Tab. 7 - Technické parametry motoru⁴¹

Počet válců	6
Zdvihový objem	11940 cm ³
Maximální výkon motoru	165 kW
Otáčky	1500 min ⁻¹
Poměr komprese	11 : 1

Generátory

V zařízení jsou použity jednoložiskové synchronní generátory LSA 46.2 L6, které jsou produktem francouzské firmy Leroy Somer.

Tab. 8 - Technické parametry generátoru⁴²

Výkon	250/200 kVA/kW
Účinnost v pracovním bodě	95,20%
Maximální pracovní teplota	40 °C
Napětí	400 V
Otáčky	1500 min ⁻¹
Krytí	IP 23
Frekvence	50 Hz
cos	0,8/1

⁴¹ Srov. Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.

⁴² Srov. EKO - UNIMED, s. r. o. , *Dokumentace pro územní a stavební řízení*, s .10.

Chladicí okruhy (tepelný systém), spalovací a ventilační vzduch

Každý tepelný okruh EZS je tvořen ze dvou nezávislých okruhů, a to z okruhu sekundárního a okruhu technologického. Sekundární okruh slouží k chlazení spalovacího motoru a následného vyvedení tepla do topného systému nebo k chladicí jednotce umístěné na střeše kontejneru, kde je získané teplo záměrně mařeno. Technologický okruh se stará o chlazení plnicí směsi ve spalovacím motoru a má značný vliv na jeho výkon. Nevyužitě teplo je ventilačním vzduchem odváděno pryč z prostoru kontejneru otvory ve stěnách. Proudění vzduchu je zajištěno ventilátorem. Ventilační otvory jsou kryty proti dešťovou žaluzií, ventilační vzduch je také možno při provozu regulovat. Uvnitř EZS je také část ventilovaného vzduchu používána jako spalovací vzduch. V prostoru kontejneru jsou instalována elektrická topná tělesa o výkonu 2 x 1000 W.⁴³

Tab. 9 - Parametry chladícího okruhu⁴⁴

Nevyužitě teplo odvedené ventilací	37 kW
Množství ventilačního vzduchu	7500 Nm ³ /h
Množství spalovacího vzduchu	680 Nm ³ /h
Nejméně přípustné množství ventil. Vzduchu	1600 Nm ³ /h
Venkovní teplota vzduchu min/max	- 20/35 °C
Rozmezí vnitřní teploty	10 – 35 °C

Odvod spalin a kondenzátu

Na střeše EZS je instalován tlumič výfuku, ze kterého výstupním spalinovodem vystupují spaliny z EZS. Dle potřeby mohou spaliny přímo vystupovat do venkovního prostředí. Je-li používán spalinovod, nesmí být maximální tlaková ztráta celého spalinovodu od příruby EZS větší než 20 mbar.

⁴³ Srov. Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o

⁴⁴ Srov. tamtéž.

Tab. 10 - Parametry odvodu spalin⁴⁵

Množství spalin	750 Nm ³ /h
Max. protitlak spalin za přírubou	20 mbar
Teplota spalin max.	530 °C

Tab. 11 - Náplně⁴⁶

Množství mazacího oleje v motoru	28 l
Objem olejové nádrže pro doplňování	90 l

2.4.5 Čerpací stanice⁴⁷

S ohledem na technicky využitelné množství skládkového plynu je používána základní technologická jednotka čerpací stanice o výkonu 2 x 200 m³/hod. Je umístěna v kontejneru o rozměrech cca 6200 x 3100 mm, součástí je i vestavěná přepážka pro umístění měření a regulaci. Kontejner je tvořen ocelovou konstrukcí, která je uzpůsobená pro převoz. Podlaha, stěny a strop jsou izolovány čedičovou vatou ORSIL. Plocha určená k nášlapu je vyrobena z pozinkovaného žebrovaného ocelového plechu. Kontejner je vybavený montážními vraty o rozměrech 2900 x 2600 mm, se samouzavíracími žaluziemi pro větrání vstupními dveřmi. Větrání místnosti zajišťují dva ventilátory, které jsou trvale zapojené. O vytápění prostoru se stará elektrické topné těleso s termostatem.

Část kontejneru tvoří místnost měření a regulace. Dveře do ní jsou opatřeny větracími žaluziemi a je také plně tepelně izolována. Větrání zajišťují dva ventilátory, o vytápění se stará el. topné těleso. Zařízení čerpací stanice plně vyhovuje požárním předpisům i normám hlučnosti.

⁴⁵ Srov. Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.

⁴⁶ Srov. tamtéž.

⁴⁷ Srov. EKO - UNIMED, s. r. o. , *Dokumentace pro územní a stavební řízení*, s. 10.

Měření, regulace, automatizace⁴⁸

Veškeré technologické zařízení je dodávkou Ústavu využití plynu Brno, s.r.o. a je schváleno v ČR pro provoz se skládkovým plynem Ministerstvem životního prostředí a Institutem technické inspekce Praha.

Kontejner zajišťuje:

- Kontinentální měření a registrace čerpaného množství bioplynu.
- Kontinentální měření obsahu CH₄ a O₂, teploty a tlaku plynu, anglické analyzátory.
- Veškeré provozní hodnoty jsou zaznamenávány na průmyslovém počítači.

Je zajištěna:

- Havarijní jištění na obsah O₂ v dopravovaném bioplynu.
- Havarijní jištění na únik CH₄ v čerpací stanici - senzor úniku.
- Automatická regulace odsávaného množství bioplynu.
- Havarijní jištění při překročení teploty.
- Havarijní jištění ztráty tlaku.

Tab. 12 - Technické parametry čerpací stanice⁴⁹

Výkon stanice	2 x 200 m ³ /hod
Tlakový spád	10 - 15 kPa
Skládkový plyn- obsah CH ₄	30 - 65 % obj.
Tlakový agregát	2 x dmychadlo
Světlost dopravní trasy	DN 80 (nerez)
Protiprošlehové pojistky	DN 80 (nerez)
Rozvod	nerez
Odloučení kondenzátu	nerez
Rozměry kontejneru	6200 x 3100 mm

⁴⁸ Srov. EKO - UNIMED, s. r. o. , *Dokumentace pro územní a stavební řízení*, s. 10-11.

⁴⁹ Srov. tamtéž, s. 10.



Obr. 2 - Čerpací stanice na skládce v Medlově⁵⁰

2.4.6 VN linka + Trafo 400kV

Z elektrického zdrojového soustrojí je nízké napětí vedeno do rozvaděče, ze kterého jednak skládka a zařízení odebírá elektrickou energii pro vlastní spotřebu a veškerá přebytečná energie putuje do distribuční sítě včetně měření. Rozvaděč s transformátorem 400 kVA je umístěn v areálu skládky na dvou betonových sloupech. Od transformátoru je položeno kabelové vedení dlouhé cca 300 m, které je napojeno na transformátor 100 kVA skládky a přes odpojovač je dále napojené na nadzemní vedení VN 22kV.

⁵⁰ Vlastní zpracování.

2.5 Zhodnocení výroby elektrické energie v kogenerační jednotce bioplynové stanice v Medlově

2.5.1 Metodika

Zhodnocení bylo provedeno na základě poskytnutých informací o provozu kogenerační jednotky v letech 2008 – 2010. V každém roce byla hodnocena výroba elektrické energie se souvisejícími hodnotami položek, které se na ní podílely a také faktory, které ovlivňovaly její průběh. Průběh výroby elektřiny je graficky znázorněn v jednotlivých letech, s následným celkovým porovnáním. Dále jsou za jednotlivá období vypočítány výnosy, které jsou spočítány na základě zjištěných údajů, poskytnuté Ústavem využití plynu Brno, s. r. o. Pro následný výpočet zisku byly stanoveny náklady hrubým odhadem. Uvedené náklady jsou částky, které se průměrně pohybují v jiných bioplynových stanicích podobné kategorie a výkonnosti, využívající skládkový plyn.

Poznámka:

Spočítané výnosy z výroby a prodeje elektřiny jsou částky, které firma Ústav využití plynu Brno, s. r. o. pravděpodobně utřžila a v porovnání se skutečností, se mohou lišit. Skutečné celkové náklady související z provozem stanice a výsledný zisk, nebyly v tomto zhodnocení počítány a to z důvodu citlivých informací a provázanosti jednotlivých komponentů zařízení s ostatními stanicemi. Z těchto důvodů byly náklady stanoveny odhadem a vypočítané částky se tak mohou ve skutečnosti lišit.

2.5.2 Zhodnocení výroby elektrické energie za rok 2008

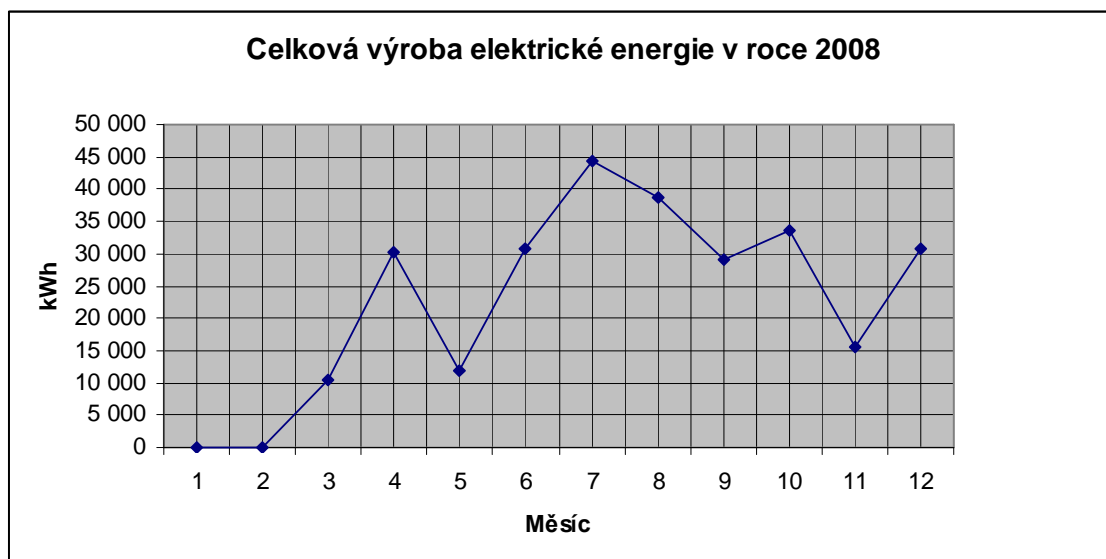
Kogenerační jednotka je primárně používána pouze k výrobě elektrické energie. Zařízení se uvedlo oficiálně do provozu až na začátku března. V prvních dvou měsících byl prováděn zkušební provoz a potřebná měření. Během roku 2008 bylo celkově vyrobeno 275 212 kWh elektřiny, přičemž bylo spáleno kogenerační jednotkou 214 847 m³ bioplynu, při potřebném množství 83 398 m³ metanu (CH₄). Celkové dodávky do distribuční sítě činily 255 515 kWh, zbylých 19 697 kWh bylo využito pro vlastní spotřebu. Celkový průměr obsahu metanu (CH₄) se v tomto roce pohyboval okolo 38,9 %, kdy nejvyšší průměrná hodnota byla naměřena za měsíc březen a to 40,1 %. Motory kogenerační jednotky fungovaly celkem 3 373 provozních hodin, kdy jeden motor 1 483 a druhý 1 890 hodin (viz příl. 2). Uvedené údaje jsou obsaženy v tab. 13.

Tab. 13 - : Provozní údaje kogenerační jednotky za rok 2008⁵¹

Měsíc	Celkem vyrobené el. energie (kWh)	Dodávka el. energie do distr. sítě (kWh)	Vlastní spotřeba el. energie (kWh)	Potřebné množství CH ₄ (m ³)	Průměrný obsah CH ₄ (%)	Získané množství bioplynu (m ³)
leden	0	0	0	0	0,0	0
únor	0	0	0	0	0,0	0
březen	10 581	10 077	504	3 206	40,1	7 996
duben	30 256	28 815	1 441	9 168	39,5	23 211
květen	11 805	11 243	562	3 577	38,0	9 414
červen	30 694	29 232	1 462	9 301	38,7	24 034
červenec	44 335	42 224	2 111	13 435	39,0	34 448
srpen	38 739	36 894	1 845	11 739	39,4	29 795
září	29 032	27 649	1 383	8 798	39,0	22 558
říjen	33 476	30 500	2 976	10 144	37,7	26 908
listopad	15 472	9 803	5 669	4 688	39,6	11 840
prosinec	30 822	29 078	1 744	9 340	37,9	24 644
Celkem	275 212	255 515	19 697	83 398	38,9	214 847

⁵¹ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.

Graf č. 1: Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v roce 2008⁵²



Komentář ke Grafu č. 1:

Výroba elektrické energie začala z důvodu zkušebního provozu až v měsíci březnu. Výkon motorů kogenerační jednotky byl 2 x 165 kW. Během roku 2008 provázelo výrobu elektřiny několik silných vzestupů a poklesů. Tyto výkyvy byly zapříčiněny vznikajícím bioplynem, jehož produkce byla v průběhu roku kolísavá. Od uvedení jednotky do provozu, byl zaznamenán až do konce dubna prudký nárůst produkce bioplynu, což mělo za následek vyšší výrobu elektřiny. Následující měsíc ovšem poklesla skoro o trojnásobek. Průběh výroby pokračoval dalším prudkým vzestupem až do konce července, ve kterém bylo vyrobeno nejvíce elektrické energie za celý rok a to celkem 44 335 kWh. Po tomto měsíci následovala fáze úpadku, kdy se v září vyrobilo 29 032 kWh. Jak z grafu dále patrné, produkce výroby za další měsíc mírně stoupla, nicméně následný pokles za listopad byl více než dvojnásobný a výroba tak činila 15 472 kWh. Naopak oproti listopadu vzrostla výroba na konci roku skoro dvojnásobně a za prosinec tak činila 30 822 kWh. Za rok 2008 bylo celkově vyrobeno 275 212 kWh, což se dá považovat za poměrně dobrou produkci výroby elektřiny, vzhledem k prvnímu roku používání.

⁵² *Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

Výpočet výnosů za elektrickou energii v roce 2008

Tab. 14 - Přehled výnosů v jednotlivých měsících za rok 2008⁵³

Měsíc	ČEZ	Decentrální výroba	Celkem Kč
leden	0	0	0
únor	0	0	0
březen	23479,41	272,079	23751,489
duben	67138,95	778,005	67916,955
květen	26196,19	303,561	26499,751
červen	68110,56	789,264	68899,824
červenec	98381,92	1140,048	99521,968
srpen	85963,02	996,138	86959,158
září	64422,17	746,523	65168,693
říjen	71065	823,5	71888,5
listopad	22840,99	264,681	23105,671
prosinec	67751,74	785,106	68536,846
Celkem Kč	595349,95	6898,905	602248,855

Komentář k tab. 14:

V roce 2008 bylo dodáno do distribuční sítě ČEZ celkem 255 515 kWh elektrické energie, za státem garantovanou výkupní cenu 2,33 Kč za 1 kWh. Výnosy plynoucí za dodávky do distribuční sítě byly tak celkově 595 350 Kč. Za decentrální výrobu při 0,027 Kč/1 kWh bylo proplaceno společností ČEZ 6 899 Kč. Celkové výnosy z prodeje elektřiny za rok 2008 byly 602 249 Kč. Vypočítané výnosy souvisejí s údaji uvedené v tab. 13.

Odhadované provozní náklady a výpočet provozního zisku

Provozní náklady bioplynové stanice nejčastěji zahrnují několik položek, a to servis kogenerační jednotky (při variantě tzv. full servisu tedy s předplácením generálních oprav se ceny pohybují od 0,3 – 0,4 Kč/1 kWh z vyrobené elektřiny), dále servis a údržba čerpací stanice (přibližně 0,2 Kč/1 kWh), náklady na obsluhu (alespoň

⁵³ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

1 x za měsíc), náklady na monitoring, odpisy zařízení, leasingy a nájmy, poradenství, náklady na systémové služby, které souvisejí s dodávkou elektrické energie do distribuční sítě.⁵⁴

Tab. 15 - Odhadovaná výše ročních provozních nákladů za rok 2008⁵⁵

Druh Nákladu	Celkem za rok Kč
Servis KJ	96324,2
Servis ČS	55042,4
Náklady na obsluhu	60000
Celkem Kč	211366,6

Komentář k tab. 15:

Mezi náklady nebyly počítány odpisy z důvodu obtížnosti jejich stanovení pro jednotlivá zařízení. Monitoring a poradenství si firma vede sama. Celková výše nákladů za servis kogenerační jednotky byla počítána s průměrnou hodnotou sazby full servisu (0,35 Kč/1 kWh) a s celkovou výrobou elektřiny (275 212 x 0,35 = 96 324,2). Náklady na servis čerpací stanice byly počítány sazbou 0,20 Kč/1 kWh a celkovou výrobou elektřiny (275 212 x 0,20 = 55 042,4).

Náklady na obsluhu byly měsíčně odhadnuty na 5 000 Kč (5 000 x 12 = 60 000). Stejná částka se vyskytuje i v provozních nákladech bioplynové stanice skládky A.S.A. Žabčice, která má podobné parametry.⁵⁶

Výpočet provozního zisku = 602249 - 211367 = 390 882 Kč (odhad)

⁵⁴ Srov. BIODPAD-BIOPLYN-ENERGIE, *Tématická informační publikace*, Odpadové fórum.cz [online]. [cit. 2011-03-10]. s. 13. Dostupné na WWW: <<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha4.pdf>>.

⁵⁵ *Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: BIODPAD-BIOPLYN-ENERGIE, Tématická informační publikace, Odpadové fórum.cz: [online]. [cit. 2011-03-10]. s. 13. Dostupné na WWW: <<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha4.pdf>>.*

⁵⁶ RADULOVÍČOVÁ, A., *Bioplyn ze skládek komunálního odpadu a jeho perspektivy výroby a využití*, [online]. [cit. 2011-03-19]. s. 52. Diplomová práce. Dostupné na WWW: <<http://mendelu.cz/lide/clovek.pl?id=3109;zalozka=13;studium=30375;lang=cz>>.

2.5.3 Zhodnocení výroby elektrické energie za rok 2009

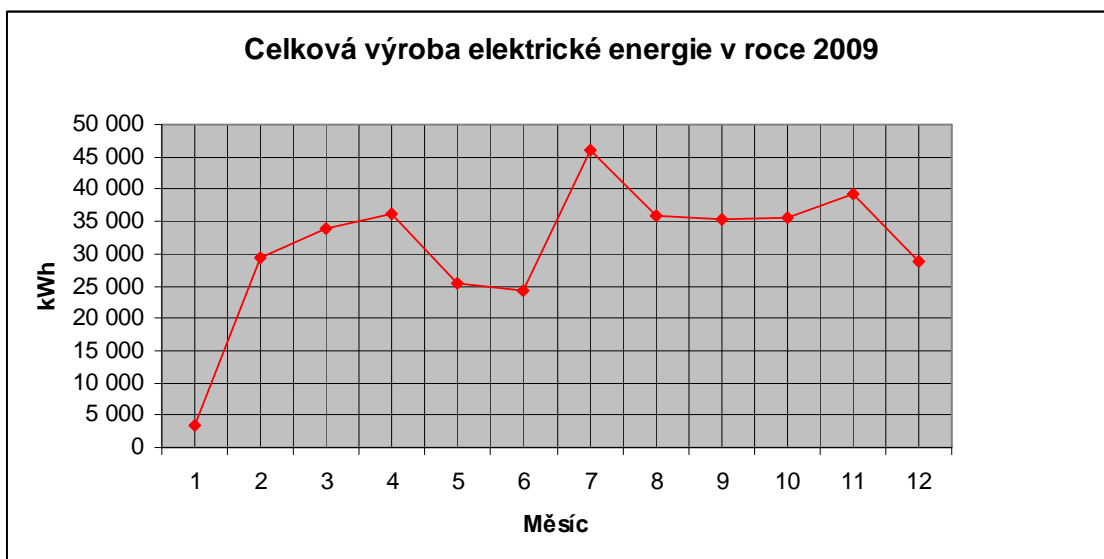
V roce 2009 bylo vyrobeno celkem 373 015 kWh elektřiny. Z tohoto množství bylo dodáno do distribuční sítě 320 643 kWh, zbylých 52 372 kWh bylo využito pro vlastní spotřebu. Zařízení KJ pracovaly celkem v poměru 2716 a 1934 provozních hodin (viz příl. 2). V kogenerační jednotce bylo celkově spáleno 301 584 m³ bioplynu, ze kterého bylo zapotřebí 113 035 m³ metanu (CH₄). Průměrný obsah metanu se pohyboval kolem 37 %, kdy nejvyšší koncentrace byla naměřena v lednu a to 50,5 %. Uvedené údaje jsou v tab. 16.

Tab. 16 - Provozní údaje kogenerační jednotky za rok 2009⁵⁷

Měsíc	Celkem vyrobené el. energie (kWh)	Dodávka el. energie do distr. sítě (kWh)	Vlastní spotřeba el. energie (kWh)	Potřebné množství CH ₄ (m ³)	Průměrný obsah CH ₄ (%)	Získané množství bioplynu (m ³)
leden	3 355	3 038	317	1 017	50,5	2 013
únor	29 420	23 969	5 451	8 915	45,5	19 594
březen	33 777	28 480	5 297	10 235	40,9	25 026
duben	36 193	28 913	7 280	10 968	33,8	32 448
květen	25 415	23 562	1 853	7 702	35,2	21 879
červen	24 313	20 829	3 484	7 368	39,5	18 652
červenec	45 951	36 010	9 941	13 925	37,1	37 532
srpen	35 827	32 050	3 777	10 857	34,1	31 838
září	35 218	30 567	4 651	10 672	37,5	28 459
říjen	35 655	29 409	6 246	10 805	36,5	29 601
listopad	39 168	36 804	2 364	11 869	36,9	32 166
prosinec	28 723	27 012	1 711	8 704	38,9	22 375
Celkem	373 015	320 643	52 372	113 035	37,0	301 584

⁵⁷ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

Graf č. 2: Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v roce 2009⁵⁸



Komentář ke Grafu č. 2:

Od počátku roku rostla výroba elektřiny rychlým tempem, kdy z lednových 3 335 kWh vzrostla na únorových 29 420 kWh. Po-té pokračoval růst pozvolným tempem až do měsíce dubna, od kterého začala produkce skládkového plynu postupně klesat. Tímto se snížila i výroba elektrické energie. V polovině roku však následně vzrostla, a to až na celkových 45 951 kWh, což bylo nejvíce za celý rok. Stejně tedy jako tomu bylo minulý rok, tak i letos na konci července byla zaznamenána nejvyšší výroba elektrické energie. Oproti minulému roku kdy bylo kogenerační jednotkou vyprodukováno 44 335 kWh, vzrostla výroba o 1 616 kWh (nárůst o 3,5 %). V druhé polovině roku pokračovala výroba poklesem, kdy se následně od srpna do října produkce bioplynu víceméně ustálila a tím i tedy vyrobené množství elektrické energie. Mírný nárůst nastal až za listopad, ovšem na konci roku výroba poklesla o 10 445 kWh a za prosinec tak bylo vyrobeno 28 723 kWh. Za rok 2009 bylo celkově vyrobeno 373 015 kWh elektřiny. Zařízení KJ bylo převážně určeno k výrobě elektrické energie, tepelná energie byla využívána pouze k vytopení zařízení.

⁵⁸ *Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

Výpočet výnosů za elektrickou energii v roce 2009

Tab. 17 - Přehled výnosů v jednotlivých měsících za rok 2009⁵⁹

Měsíc	E.ON	Zelený bonus	Decentrální výroba	Celkem Kč
leden	5316,5	2952,4	82,026	8350,926
únor	41945,75	25889,6	647,163	68482,513
březen	49840	29723,76	768,96	80332,72
duben	50597,75	31849,84	780,651	83228,241
květen	41233,5	22365,2	636,174	64234,874
červen	36450,75	21395,44	562,383	58408,573
červenec	63017,5	40436,88	972,27	104426,65
srpen	56087,5	31527,76	865,35	88480,61
září	53492,25	30991,84	825,309	85309,399
říjen	51465,75	31376,4	794,043	83636,193
listopad	64407	34467,84	993,708	99868,548
prosinec	47271	25276,24	729,324	73276,564
Celkem Kč	561125,25	328253,2	8657,361	898035,811

Komentář k tab. 17:

V roce 2009 byla zvolena varianta podpory formou zelených bonusů od společnosti ČEZ a výkupní ceny za silovou elektřinu od společnosti E.ON. Varianta podpory zeleného bonusu byla zvolena hlavně kvůli zvyšující se vlastní spotřeby energie, z důvodu vyššího množství odsávaného bioplynu. Zelený bonus se vztahuje na celkovou výrobu, respektive na dodávky do distribuční sítě a vlastní spotřebu. Výše zeleného bonusu byla v tomto roce 0,88 Kč za 1 kWh vyrobené elektrické energie. Výkupní cena 1 kWh byla domluvena s E.ON na 1,75 Kč. Za decentrální výrobu byla proplácena částka 0,027 Kč za 1 kWh. Výnosy za zelený bonus z celkové výroby elektřiny byly za tento rok ve výši 328 253 Kč. Do distribuční sítě E.ON bylo dodáno celkem 320 643 kWh za 561 125 Kč. Za decentrální výrobu bylo celkem inkasováno 8 657 Kč a dohromady byly tak celkové výnosy 898 036 Kč. Oproti minulému roku vzrostly výnosy o 295 757 Kč. Tato částka přibližně představuje navýšení o 49,1 %.

⁵⁹ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

Odhadované provozní náklady a výpočet provozního zisku

Tab. 18 - Odhadovaná výše ročních provozních nákladů za rok 2009⁶⁰

Druh nákladu	Celkem za rok Kč
Servis KJ	130555,25
Servis ČS	74603
Náklady na obsluhu	60000
Celkem Kč	265158,25

Komentář k tab. 18:

Náklady byly stanoveny na základě stejných důvodů jako u předchozího roku, se stejnými sazbami pro servis KJ (0,35 Kč/1 kWh), servis ČS (0,20 Kč/1 kWh) a nákladů na obsluhu (5000 Kč/měsíc), viz komentář k tab. 15.

Výpočet servisu KJ ($373\,015 \times 0,35 = 130555,25$). Náklady na servis ČS ($373\,015 \times 0,20 = 74603$). Náklady na obsluhu ($5\,000 \times 12 = 60\,000$).

Výpočet provozního zisku = $898\,036 - 265\,158 = 632\,878$ Kč (odhad)

2.5.4 Zhodnocení výroby elektrické energie za rok 2010

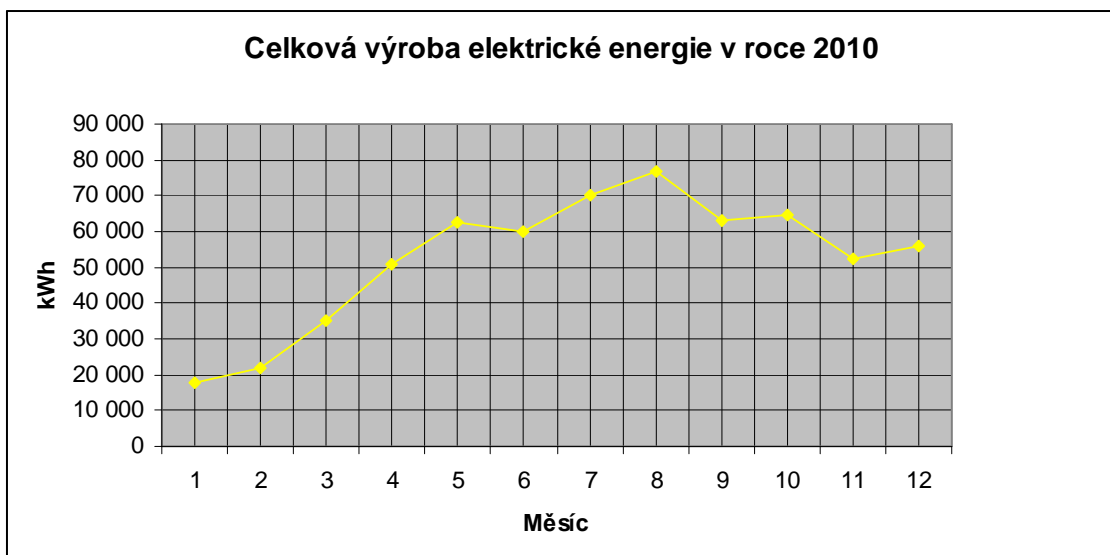
V roce 2010 bylo vyrobeno celkem 630 319 kWh elektřiny. Z tohoto objemu bylo dodáno do distribuční sítě 539 327 kWh a pro vlastní spotřebu bylo spotřebováno 90 992 kWh. Zařízení kogenerační jednotky pracovaly dohromady celkem 6 434 provozních hodin (viz. příl. 2). Průměrný obsah metanu (CH₄) v bioplynu se pohyboval okolo 41 %. Čerpací stanicí prošlo celkem 471 103 m³ bioplynu. Rok 2010 byl z pohledu ostatních roků nejúspěšnější, a to i zásluhou výstavby tří nových jímacích studní. Příští rok lze odhadovat alespoň stejný objem výroby elektrické energie. Související údaje jsou uvedeny v tab. 19.

⁶⁰ *Pramen:* Vlastní zpracování na základě zdroje: *BIOODPAD-BIOPLYN-ENERGIE, Tématická informační publikace, Odpadové fórum.cz. [online]. [cit. 2011-03-10]. s. 13. Dostupné na WWW: <<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha4.pdf>>.*

Tab. 19 - Provozní údaje kogenerační jednotky za rok 2010⁶¹

Měsíc	Celkem vyrobené el. energie (kWh)	Dodávka el. energie do distr. sítě (kWh)	Vlastní spotřeba el. energie (kWh)	Potřebné množství CH ₄ (m ³)	Průměrný obsah CH ₄ (%)	Získané množství bioplynu (m ³)
leden	17 983	16 355	1 628	5 449	44,5	12 246
únor	21 810	18 019	3 791	6 609	42,1	15 699
březen	34 849	28 388	6 461	10 560	40,6	26 011
duben	50 662	41 294	9 368	15 352	37,6	40 830
květen	62 466	54 630	7 836	18 929	38,8	48 786
červen	60 103	50 877	9 226	18 213	36,1	50 452
červenec	70 247	60 585	9 662	21 287	42,4	50 205
srpen	76 778	66 744	10 034	23 266	40,2	57 876
září	62 897	56 234	6 663	19 060	46,3	41 166
říjen	64 508	56 647	7 861	19 548	42,9	45 566
listopad	52 328	44 929	7 399	15 857	36,4	43 563
prosinec	55 688	44 625	11 063	16 875	43,6	38 704
Celkem	630 319	539 327	90 992	191 006	41,0	471 103

Graf č. 3: Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v roce 2010⁶²



⁶¹ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

⁶² Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

Komentář ke Grafu č. 3:

Začátek roku 2010 byl oproti minulému roku velice úspěšný. Od ledna začala růst výroba elektrické energie vysokým tempem, a to z důvodu intenzivního růstu produkce skládkového plynu. Nárůst pokračoval až do konce května, kdy bylo kogenerační jednotkou vyrobeno 62 466 kWh. Situace byla nadále příznivá a na konci srpna bylo vyrobeno 76 778 kWh, což je nejvíce elektřiny tohoto roku a nejvíce za celou dosavadní historii výroby na skládce v Medlově. Oproti minulému nejúspěšnějšímu měsíci tak přišlo navýšení o 30 827 kWh, jenž představuje nárůst přibližně o 67,2 %. V dalších měsících byla výroba elektrické energie nadále úspěšná až do konce roku 2010, kdy bylo za prosinec vyrobeno 55 688 kWh. Za rok 2010 bylo celkově vyrobeno 630 319 kWh.

Výpočet výnosů za elektrickou energii v roce 2010

Stejně jako tomu bylo v roce 2009, tak i v roce 2010 bylo využito podpory formou zelených bonusů s ČEZ a dohodnuté výkupní ceny se společností E.ON. Za rok 2010 bylo dodáno do distribuční sítě celkem 539 327 kWh při ceně 1,14 Kč za 1 kWh a celkový výnos tak za tyto dodávky činil 614 832 Kč. Výnosy za zelený bonus z celkové výroby 630 319 kWh byly vyčísleny na 945 479 Kč. Za decentrální výrobu bylo celkově přijato 14 562 Kč při stejných 0,027 Kč za 1 kWh. Celkové výnosy za všechny položky byly v tomto roce 1 574 873 Kč. Oproti roku 2009 přišlo navýšení výnosů o cca 75,37 % tedy o 676 837 Kč. Rok 2010 se stal nejúspěšnějším ze všech a pokud jej srovnáme s rokem 2008, tak celkové výnosy tohoto roku přesáhly rok 2008 o 972 624 Kč. Tato částka se rovná přibližně 161,5 %. Částky jsou uvedeny v tab. 20.

Tab. 20 - Přehled výnosů v jednotlivých měsících za rok 2010⁶³

Měsíc	E.ON	Zelený bonus	Decentrální výroba	Celkem Kč
leden	18644,7	26974,5	441,585	46060,785
únor	20541,66	32715	486,513	53743,173
březen	32362,32	52273,5	766,476	85402,296
duben	47075,16	75993	1114,938	124183,098
květen	62278,2	93699	1475,01	157452,21
červen	57999,78	90154,5	1373,679	149527,959
červenec	69066,9	105370,5	1635,795	176073,195
srpen	76088,16	115167	1802,088	193057,248
září	64106,76	94345,5	1518,318	159970,578
říjen	64577,58	96762	1529,469	162869,049
listopad	51219,06	78492	1213,083	130924,143
prosinec	50872,5	83532	1204,875	135609,375
Celkem Kč	614832,78	945478,5	14561,829	1574873,109

Odhadované provozní náklady a výpočet provozního zisku

Tab. 21 - Odhadovaná výše ročních provozních nákladů za rok 2010⁶⁴

Druh nákladu	Celkem za rok Kč
Servis KJ	220611,65
Servis ČS	126063,8
Náklady na obsluhu	60000
Celkem Kč	406675,45

Komentář k tab. 21:

Náklady byly stanoveny na základě stejných důvodů jako u roku 2008 a 2009, se stejnými sazbami pro servis KJ (0,35 Kč/1 kWh), servis ČS (0,20 Kč/1 kWh) a nákladů na obsluhu (5 000 Kč/měsíc), viz komentář k tab. 15.

⁶³ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

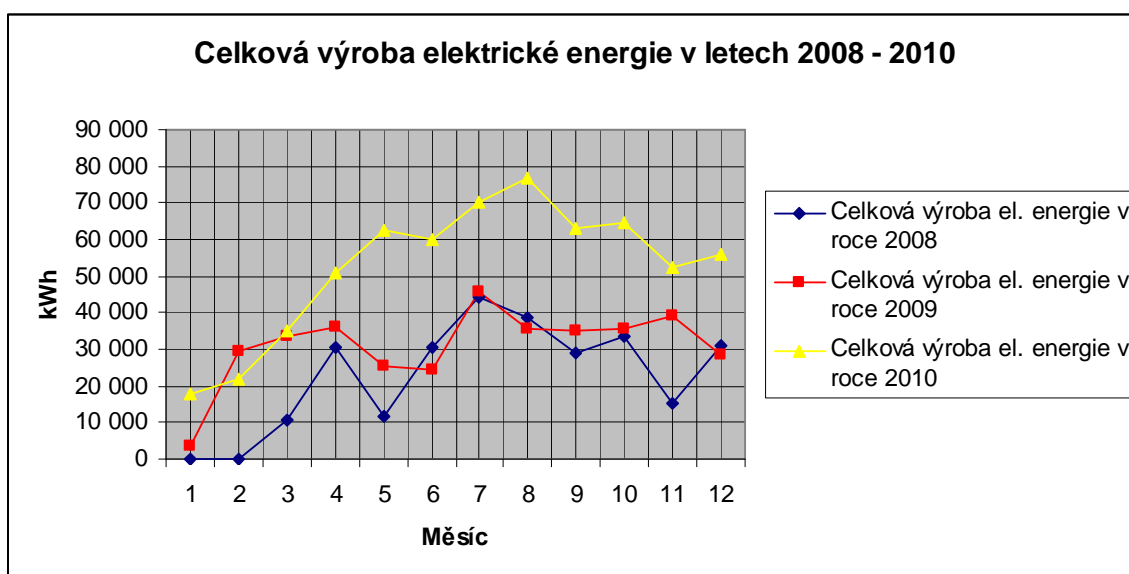
⁶⁴ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *BIOODPAD-BIOPLYN-ENERGIE, Tématická informační publikace, Odpadové fórum.cz: [online]. [cit. 2011-03-10]. s. 13. Dostupné na WWW: <<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha4.pdf>>.*

Výpočet servisu KJ ($630\,319 \times 0,35 = 220\,611,65$). Náklady na servis ČS ($630\,319 \times 0,20 = 126\,063,8$). Náklady na obsluhu ($5\,000 \times 12 = 60\,000$).

Výpočet provozního zisku = $1\,574\,873 - 406\,675 = 1\,168\,198$ Kč (odhad)

2.5.6 Průběh celkové výroby elektrické energie v letech 2008 - 2010

Graf č. 4: Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v letech 2008 - 2010⁶⁵



Komentář ke Grafu č. 4:

Průběh výroby v roce 2008 začal až v březnu, ovšem jak je z grafu patrné tak na začátku roku je výroba energie nejnižší v celém roce, a to z důvodu nižšího množství skládkového plynu, pro jehož tvorbu jsou v zimních měsících nepříznivé klimatické podmínky a z důvodu zamrznání sběrného potrubí. Výrobu elektrické energie provázal během všech sledovaných období několikrát prudký vzestup a následný pokles. Ve všech tří sledovaných období byla nejvyšší výroba elektřiny v letních měsících. Bylo to hlavně z důvodu vysoké teploty ovzduší, čímž se zapříčinilo ohřívání tělesa skládky, což mělo za následek urychlení fází vzniku skládkového plynu a tedy jeho produkce byla vyšší než v jiném ročním období. Celková výroba elektřiny každým rokem rostla

⁶⁵ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: *Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*

jak z důvodu vyšší tvorby skládkového plyn, tak i výstavby tří nových jímacích studní v roce 2010 a vyššího ukládaného množství BRKO.

Celkové výnosy z prodeje elektřiny za rok 2008 byly 602 249 Kč, v roce 2009 potom 898 036 Kč. Oproti roku 2008 v tomto roce vzrostly výnosy o 295 757 Kč, což představuje navýšení o cca 49,1 %. Celkové výnosy za rok 2010 byly 1 574 873 Kč. Rok 2010 byl nejúspěšnějším ze všech a pokud jej srovnáme s rokem 2008, tak celkové výnosy tohoto roku přesáhly rok 2008 o 972 624 Kč. Tato částka se rovná přibližně 161,5 %. Za dobu provozu bioplynové stanice představovaly výnosy celkem 3 075 158 Kč.

ZÁVĚR

Využívání obnovitelných zdrojů jako alternativní zdroj energie se v dnešní době jeví jako smysluplná a důležitá vlastnost, protože fosilní paliva se na rozdíl od obnovitelných zdrojů neobnovují. Je důležité do budoucna zajistit zásobování energie pro lidskou populaci novým a ekologickým způsobem, ať už se jedná o elektrickou nebo tepelnou energii, plyn nebo pohonné hmoty pro automobily.

Skládky odpadů jsou místem, které slouží ke shromažďování a zneškodňování odpadů, zejména odpadů komunálního charakteru. Skládkování je prováděno hlavně v případech, není-li jiné možnosti zneškodnění či využití odpadů. Takto uložené odpady není možné již žádným způsobem využívat. Využít se dá ovšem vznikající skládkový plyn, který vzniká anaerobním rozkladem organických látek uvnitř tělesa skládky. Skládkový plyn má stejné vlastnosti jako bioplyn vyráběný řízeným procesem uvnitř fermentorů v bioplynové stanici. Liší se mezi sebou jen jiným poměrem obsahu metanu (CH_4), oxidu uhličitého (CO_2) a množstvím stopových příměsí. Obsah metanu je nižší než u normálního bioplynu. Obvykle se pohybuje okolo 35 – 55 %, v závislosti na stáří a tvaru tělesa skládky, množstvím a složení biologicky rozložitelného odpadu a dalších faktorů. Dosáhne-li skládkový plyn potřebného množství a jeho koncentrace metanu je na úrovni využití, je doporučováno jej využívat k energetickým účelům, a to zejména jako palivo kogenerační jednotky, určenou pro kogenerační či trigenerační technologii. Instalací zařízení bioplynové stanice se může stát skládkový plyn prospěšný, kdy za jiných okolností by byl tělesu skládky a životnímu prostředí na obtíž.

Skládka odpadů v Medlově dospěla v důsledku stáří a množství uloženého odpadu do stádia, kdy je možné její skládkový plyn energeticky využívat. Zařízení bioplynové stanice bylo uvedeno do provozu v roce 2008 a je primárně určeno k výrobě elektrické energie prostřednictvím kogenerační jednotky. Zařízení stanice jsou postaveny tak, aby je bylo možné v případě potřeby vyměnit za jiné. Celé zařízení je tedy v podstatě mobilní a dají se v průběhu zvyšovat nebo snižovat její technické parametry. Průměrný obsah metanu se pohybuje v rozmezí 33 – 50 %. Produkce skládkového plynu je během roku proměnlivá. Mezi hlavní důvody, které mají vliv na jeho produkci patří různé klimatické podmínky s kolísavostí teploty ovzduší, menší podíl ukládaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu, ucpání sběrných studní, kolísavá teplota tělesa skládky, nedostatečné zamezení přísunu vzduchu, zamrzání sběrného potrubí.

Za dobu provozu stanice v letech 2008 – 2010 bylo vyrobeno kogenerační jednotkou přibližně celkem 1 278 546 kWh elektrické energie. Celkově výroba každým rokem roste přibližně o 45 %, a to hlavně z důvodu vyššího množství vznikajícího skládkového plynu. Do budoucna se dá proto předpokládat vyšší nebo alespoň stejná produkce výroby elektřiny jako za rok 2010. V případě dosavadního růstu produkce se výnosy bioplynové stanice mohou zvýšit za rok 2011 až o 50 %, s přihlédnutím za rok 2010 kdy výnosy oproti roku 2009 vzrostly přibližně o 75 %. Za dobu provozu bioplynové stanice byly výnosy celkově vyčísleny na 3 075 158 Kč. Náklady bioplynové stanice se pohybují ročně v rozmezí několika stovek tisíc Kč, a to v závislosti na výkonu stanice, počtu zařízení, náročnosti obsluhy, způsobu financování atd.

Výnosnost bioplynové stanice závisí nejen na vyrobeném množství energie, ale také na vhodném zvolení varianty výkupní ceny, která bude pro danou stanici nejefektivnější. Výrobce může využít podpory státem garantovaných výkupních cen nebo podpory formou zelených bonusů s následným samostatným zajištěním odběratelů, se kterým se dohodnou na výkupní ceně. Varianta zelených bonusů je nejčastěji zvolena z důvodu zvyšující se vlastní spotřeby energie, kdy je výrobcem za tuto spotřebu hrazen zelený bonus.

V současnosti legislativní podmínky dbají na to, aby bylo na skládky ukládáno co nejméně odpadů, kdy většina z nich má končit ve spalovnách odpadů. Je usilováno také o zmenšování podílu biologicky rozložitelného komunálního odpadu, ukládaného na skládkách odpadů, a to prostřednictvím tříděného sběru s následným využitím v zemědělské bioplynové stanici. Bioplynové stanice mají dnes čím dál větší uplatnění, jejich počet každým rokem roste, a to jak zemědělských tak i komunálních. V dnešní době není prioritou zřizovat nové skládky, v rámci možností se stávající skládky rozšiřují a myslím si, že bioplynová stanice zřízená na skládce odpadů najde svá uplatnění.

ANOTACE

Příjmení a jméno autora:	Kyselý Martin
Instituce:	Moravská vysoká škola Olomouc
Název práce v českém jazyce:	Transformace biologického odpadu v obnovitelný zdroj energie na skládce odpadů
Název práce v anglickém jazyce:	Transformation of Biological Waste to Renewable Energy Source on the Landfill
Vedoucí práce:	Ing. Anežka Machátová
Počet stran:	70
Počet příloh:	2
Rok obhajoby:	2011
Klíčová slova v českém jazyce:	Bioplyn, odpad, skládka odpadů, energie, výnosy, kogenerační jednotka
Klíčová slova v anglickém jazyce:	Biogas, waste, landfill, energy, revenues, cogeneration unit.

Práce je zaměřena na vytváření bioplynu ze skládky komunálního odpadu a jeho efektivního využití jako zdroj energie. Cílem práce je popis technologického zařízení a zhodnocení výroby elektrické energie v kogenerační jednotce bioplynové stanice v letech 2008 – 2010, využívající jako palivo bioplyn, respektive skládkový plyn, který vzniká v tělese skládky odpadů firmy EKO-UNIMED, s. r. o. Obsahem zhodnocení je i výpočet výnosů plynoucí z výroby a prodeje elektrické energie. Jsou zde také zohledněny náklady, které obvykle souvisí s provozem stanice.

The work is focused on the creation of biogas from municipal waste and the effective use as an energy source. The goal is a description of equipment and evaluation of electricity generation in biogas cogeneration unit in the years 2008 - 2010, using biogas as fuel, or landfill gas generated from landfills in the body of EKO-UNIMED, Ltd. The content of this assessment is the calculation of the revenues generated production and sale of electricity. They also take into account costs that are usually related to the operation of the station.

LITERATURA A PRAMENY

1. ALTMANN, V., MIMRA, M., a VACULÍK, P. *Technika pro zpracování komunálního odpadu*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. 120 s. ISBN 978-80-213-2022-2.
2. BIOODPAD-BIOPLYN-ENERGIE. *Tématická informační publikace*. Odpadové fórum.cz [online]. [cit. 2011-03-10]. Praha: České ekologické manažerské centrum, 2009. 17 s. (PDF). Dostupné na WWW: <<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha4.pdf>>.
3. BRANDEJSOVÁ, E., PŘIBYLA, Z. *Bioplynové stanice: Zásady zřizování a provozu plynového hospodářství*. Praha: GAS, 2009. 118 s. ISBN 978-80-7328-192-2.
4. ČERMÁKOVÁ, J. *Nové trendy ve využití bioplynu*. Biom.cz [online], [cit. 2011-02-25]. Dostupné na WWW: <<http://www.biom.cz/cz/odborne-clanky/nove-trendy-ve-vyuziti-bioplynu>>.
5. Dokumenty firmy EKO-UNIMED, s. r. o.
6. Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.
7. DVORSKÝ, E., HEJTMÁNKOVÁ, P. *Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie*. 1 vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005. 287 s. ISBN 80-7300-118-7.
8. EKO-UNIMED, s. r. o. *Dokumentace pro územní a stavební řízení*. 2007. 15 s.
9. E.ON. Informace pro výrobce elektřiny. [online]. [cit. 2010-12-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.eon.cz/cs/info/energy-bussiness-faq/index.shtml>>.
10. FILIP, J., BOŽEK, F., a KOTOVICOVÁ, J. *Komunální odpad a skládkování*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2005. 126 s. ISBN 80-7157-712-X.
11. INŠTITÚT PRE PODPORU OBNOVITELNÝCH FORIEM ENERGIE,. *Čo je bioplyn*. 2007, [online]. [cit. 2011-02-22]. Dostupné na WWW: <http://www.ipofe.sk/index.php?cmd=clanky&lang=svk&kateg=12&k_id=38&id=3>.
12. KAJAN, M., LHOTSKÝ, R. *Možností zvýšení výroby bioplynu na stávajících zařízeních*. [online], [cit. 2011-02-25]. Třeboň: Enki, o.p.s., 2006. 122 s. (PDF). Dostupné na WWW: <<http://www.mpo-efekt.cz/dokument/30.pdf>>.
13. KÁRA, J. a kol. *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. 1. vyd. Praha: VÚZT, 2007. 120 s. ISBN 978-80-86884-28-8.

14. KOUŘA, J. a kol. *Bioplynové stanice s mokrým procesem*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo informační centrum ČKAIT, 2008. 120 s. ISBN 978-80-87093-33-7.
15. KRBEK, J., POLESNÝ, B. *Kogenerační jednotky – Zřízení a provoz*. 1. vyd. Praha: GAS s.r.o, 2007. 201 s. ISBN 978-80-7328-151-9.
16. MUŽÍK, O., KÁRA, J. *Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR*. Biom.cz [online]. 2009-03-04 [cit. 2011-03-09]. Dostupné na WWW: <<http://www.biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>>. ISSN: 1801-2655.
17. RADULOVÍČOVÁ, A. *Bioplyn ze skládek komunálního odpadu a jeho perspektivy výroby a využití*. [online]. [cit. 2011-03-19]. Brno, 2009. 64 s. (PDF). Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky. Dostupné na WWW: <<http://mendelu.cz/lide/clovek.pl?id=3109;zalozka=13;studium=30375;lang=cz>>.
18. SCHULZ, H. aj. *Bioplyn v praxi*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2004. 167 s. ISBN 80-86167-21-6.
19. SOUČEK, J. *Skládkový plyn – odpad, nebo zdroj energie?* Biom.cz [online], [cit. 2010-12-16]. Dostupné na WWW: <http://www.stary.biom.cz/clen/jso/a_lfg.html>.
20. STRAKA, F. *Systémy pro odplynění skládky*. [online]. [cit. 2011-03-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.vscht.cz/uchop/velebudice/odpady/skladkovani.htm>>.
21. USŤAK, S., VÁŇA, J. a kol. *Bioplynová fermentace biomasy a biologicky rozložitelných odpadů*. 1. vyd. Praha: CZ-Biom ve spolupráci s Výzkumným ústavem rostlinné výroby, 2005. 180 s. ISBN 80-86555-78-X.
22. Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb.
23. Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

SEZNAM ZKRATEK

BPS.....	bioplynová stanice
BRKO.....	biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO.....	biologicky rozložitelný odpad
ČOV.....	čistička odpadních vod
ČR.....	Česká republika
ČS.....	čerpací stanice
ČSN.....	Česká technická norma
EZS.....	elektronické zdrojové soustrojí
Kč.....	koruna česká
KJ.....	kogenerační jednotka
LFG.....	Landfill Gas (skládkový plyn)
MJ.....	měrná jednotka
MŽP.....	Ministerstvo životního prostředí
OZE.....	obnovitelný zdroj energie
TKO.....	tuhý komunální odpad
VN.....	vysoké napětí

SEZNAM ZNAČEK

CH ₄	metan
CO ₂	oxid uhličitý
CH ₃ COOH.....	kyselina octová
cm.....	centimetr
dB.....	decibel
ha.....	hektar
h.....	hodina
H ₂	vodík
H ₂ S.....	sirovodík
Hz	hertz
kg.....	kilogram
kPa.....	kilopascal
kV.....	kilovolt
kVA.....	kilovoltampér
kW.....	kilowatt
kWh.....	kilowatthodina
l.....	litr
min.....	minuta
mm.....	milimetr
m ³	metr krychlový
MW.....	megawatt
pH.....	kyselost
t.....	tuna
V.....	volt
W.....	watt
°C.....	Celsiův stupeň
%.....	procento

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Kogenerační jednotka na skládce v Medlově	36
Obr. 2 – Čerpací stanice na skládce v Medlově.....	41

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Charakteristika bioplynu.....	10
Tab. 2 – Složení bioplynu	10
Tab. 3 – Rozdělení skládek TKO podle produkce bioplynu.....	24
Tab. 4 – Výkonnostní rozdělení kogeneračních jednotek.....	29
Tab. 5 – Garance výkupních cen pro výrobce el. energie z obnovitelných zdrojů.....	30
Tab. 6 – Technické parametry kogenerační jednotky	36
Tab. 7 – Technické parametry motoru	37
Tab. 8 – Technické parametry generátoru	37
Tab. 9 – Parametry chladícího okruhu.....	38
Tab. 10 – Parametry odvodu spalin	39
Tab. 11 – Náplně.....	39
Tab. 12 – Technické parametry čerpací stanice.....	40
Tab. 13 – Provozní údaje kogenerační jednotky za rok 2008.....	43
Tab. 14 – Přehled výnosů v jednotlivých měsících za rok 2008	45
Tab. 15 – Odhadovaná výše provozních nákladů za rok 2008	46
Tab. 16 – Provozní údaje kogenerační jednotky za rok 2009.....	47
Tab. 17 – Přehled výnosů v jednotlivých měsících za rok 2009	49
Tab. 18 – Odhadovaná výše provozních nákladů za rok 2009	50
Tab. 19 – Provozní údaje kogenerační jednotky za rok 2010.....	51
Tab. 20 – Přehled výnosů v jednotlivých měsících za rok 2010	53
Tab. 21 – Odhadovaná výše provozních nákladů za rok 2010	54

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v roce 2008.....	44
Graf č. 2 – Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v roce 2009.....	48
Graf č. 3 – Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v roce 2010.....	51
Graf č. 4 – Přehled průběhu celkové výroby elektrické energie v letech 2008 - 2010...	54

SEZNAM PŘÍLOH

Příl. 1 – Komunální odpad dle katalogu odpadů	68
Příl. 2 – Seznam BRKO podle katalogu odpadů, provozní hodiny zařízení kogenerační jednotky	70

PŘÍLOHY

Příl. 1 - Komunální odpad dle katalogu odpadů

Komunální odpad dle katalogu odpadů⁶⁶

Identifikační číslo	Název druhu
20 01 00	Složky z odděleného sběru (kromě odpadů uvedených v podskupině 15 01)
20 01 01	Lepenka, papír
20 01 02	Sklo
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 10	Oděvy
20 01 11	Textilní materiály
20 01 13	Rozpouštědla
20 01 14	Kyseliny
20 01 15	Zásady
20 01 17	Fotochemikálie
20 01 19	Pesticidy
20 01 21	Zářivky a jiný odpad obsahující rtuť
20 01 23	Vyřazená zařízení obsahující chlorofluoruhlodivky
20 01 25	Jedlý olej a tuk
20 01 26	Olej a tuk neuvedený pod číslem 20 01 25
20 01 27	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice obsahující nebezpečné látky
20 01 28	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice neuvedené pod číslem 20 01 27
20 01 29	Detergenty obsahující nebezpečné látky
20 01 30	Detergenty neuvedené po číslem 20 01 29
20 01 31	Nepoužitelná cytostatika
20 01 32	Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 20 01 31
20 01 33	Baterie a akumulátory
20 01 34	Baterie a akumulátory neuvedené pod číslem 20 01 33
20 01 35	Vyřazené elektrické a elektronické zařízení obsahující nebezpečné látky
20 01 36	Vyřazené elektrické a elektronické zařízení neuvedené pod čísly 20 01 21, 20 01 23, 20 01 35
20 01 37	Dřevo obsahující nebezpečné látky
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37
20 01 39	Plasty
20 01 40	Kovy
20 01 41	Odpad z čištění komínů

⁶⁶ Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., příloha č. 1 - Katalog odpadů.

20 01 99	Další frakce jinak blíže neurčené
20 02 00	Odpady ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 02 02	Zemina a kameny
20 02 03	Jiný biologicky nerozložitelný odpad
20 03 00	Ostatní komunální odpady
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 02	Odpad z tržišť
20 03 03	Uliční smetky
20 03 04	Kal ze septiků a žump
20 03 06	Odpad z čištění kanalizace
20 03 07	Objemný odpad
20 03 99	Komunální odpady jinak blíže neurčené

**Příl. 2 - Seznam BRKO podle katalogu odpadů, provozní hodiny zařízení
kogenerační jednotky**

Seznam BRKO podle katalogu odpadů⁶⁷

Katalogové číslo	Název druhu odpadu
20 01 01	Papír a lepenka
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 10	Oděvy
20 01 11	Textilní materiály
20 01 38	Dřevo neuvedené pod č. 20 01 37
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 02	Odpad z tržišť
20 03 07	Objemný odpad

Provozní hodiny zařízení kogenerační jednotky⁶⁸

Měsíc	2008		2009			2010			
	Provozní hodiny KJ		Celkem	Provozní hodiny KJ		Celkem	Provozní hodiny KJ		Celkem
	1	2		1	2		1	2	
leden			0	6	0	6	124	103	227
únor			0	311	45	356	187	90	277
březen	61	60	121	280	147	427	61	377	438
duben	148	198	346	411	46	457	12	626	638
květen	65	70	135	278	35	313	571	87	658
červen	172	179	351	93	213	306	655	0	655
červenec	289	218	507	262	314	576	587	285	872
srpen	193	250	443	386	64	450	241	234	475
září	156	176	332	44	398	442	356	154	510
říjen	257	215	472	1	457	458	102	512	614
listopad	26	238	264	295	198	493	324	335	659
prosinec	116	286	402	349	17	366	611	0	611
Celkem	1 483	1 890	3 373	2 716	1 934	4 650	3 831	2 803	6 634

⁶⁷ *Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., příloha č. 1 - Katalog odpadů.*

⁶⁸ *Pramen: Vlastní zpracování na základě zdroje: Dokumenty firmy Ústav využití plynu Brno, s. r. o.*