

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

**Návrh řešení bioplynové stanice umožňující zpracování
vedlejších produktů živočišného původu**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Pastorek, CSc.

Diplomant: Václav Kobr

PRAHA 2008

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Návrh řešení bioplynové stanice umožňující zpracování vedlejších produktů živočišného původu, vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 19.4.2008

.....
podpis diplomanta

P o d ě k o v á n í

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Zdeňku Pastorkovi CSc. za odborné vedení, dále panu Ing. Jaroslavovi Károvi, CSc. za poskytnuté rady a materiály a v neposlední řadě panu Ing. Janovi Pácovi, Ph.D. za cenné rady a věnovaný čas. Zároveň bych chtěl poděkovat všem, kteří se přímo či nepřímo podíleli na vzniku této práce.

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je návrh bioplynové stanice umožňující zpracování vedlejších odpadů živočišného původu. První část práce je věnována problematice obnovitelných zdrojů energie, literární rešerše používaných bioplynových technologií a teoretickému základu vzniku bioplynu. V druhé části práce jsou charakterizovány výchozí podmínky podniku a návrh technologického uspořádání výrobní linky. V další části je ekonomické posouzení projektu, které popisuje možnosti finančního krytí investice a zachycuje základní ekonomické ukazatele. Práce je zakončena diskuzí a doporučením pro praxi.

Klíčová slova: bioplyn, fermentace, kofermentace, kogenerace, obnovitelné zdroje energie

The concept of Biogas Plant susceptible to fabricate fallout of animal products

Summary: The Aim of this diploma work was the concept of Biogas Plant susceptible to fabricate fallout of animal products. The first part is consecrated problems of renewable energy resources, literary review of used biogas technologies a the production of biogas in theory. In the second part of the work are presented starting conditions in farming budiness. Next part includes economics analyses of project, which describes financial sources and points to basic economical indicators.. At the end is discusion and recomendes for practice.

Key words: Biogas, Cofermentation, Combined Heat and Power, Fermentation, Renewable Sources

Obsah

Úvod.....	1
1. Analýza právních norem a technických předpisů.....	2
1.1 Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1774/2002	4
1.2 Cenové rozhodnutí regulačního úřadu č. 7/2007	7
2. Současný stav řešení problému v ČR a ve světě.....	9
2.1 Obnovitelné zdroje	11
2.1.1 Výhody a nevýhody OZE.....	11
2.1.2 Obnovitelné zdroje v ČR.....	12
2.1.3 Obnovitelné zdroje na Slovensku.....	13
2.1.4 Obnovitelné zdroje v EU.....	13
2.2 Historie bioplynových technologií.....	14
3. Zařízení používaná na výrobu a skladování bioplynu.....	17
3.1 Základní rozdělení bioplynových technologií.....	17
3.2 Fermentory	18
3.2.1 Horizontální.....	18
3.2.2 Vertikální.....	19
3.3 Tepelná izolace.....	20
3.4 Plynojemy	20
3.4.1 Tlakové plynojemy.....	21
3.4.2 Nízkotlakové plynojemy	21
4. Teoretický základ procesu fermentace.....	23
4.1 Anaerobní fermentace	23
4.2 Obecná charakteristika materiálů vhodných pro anaerobní fermentaci.....	25
4.3 Kofermentace	27
4.4 Bioplyn.....	27
5. Výchozí podmínky.....	29
5.1 Základní informace o společnosti Agro bílá, a.s.....	29
6. Vstupní část	31
6.1 Vstupní materiál	31
6.2 Záchytná jímka kejdy	31
6.3 Vstupní jímka pro odpady	32
6.4 Šnekový dopravník	32
6.5 Detektor kovů.....	33
6.6 Drtič.....	33
6.7 Předpasterizační jímka	34
6.8 Pasterizační jednotka.....	34
6.9 Homogenizační jímka	36
6.10 Fermentory	37
6.11 Skladování a využití bioplynu.....	40
7. Výstupní část	42
7.1 Šnekový separátor	42
7.2 Skladovací nádrž	43
8. Vlastní měření výtěžnosti bioplynu	44
9. Výběrové řízení kogenerační jednotky.....	46
9.1 Firma TEDOM s.r.o.	46
9.2 Firma MOTORGAS s.r.o.....	48
9.3 Firma Bosch Termotechnika, s.r.o.	50
9.4 Vyhodnocení výběrového řízení	53

10. Technicko-ekonomické vyhodnocení návrhu	54
10.1 Analýza trhu a marketingová strategie.....	54
10.2 Popis technologie a velikost výrobní jednotky	55
10.3 Materiálové a energetické vstupy.....	56
10.4 Umístění výrobní jednotky.....	56
10.5 Pracovní síla (lidské zdroje).....	57
10.6 Organizace a řízení.....	57
10.7 Finanční analýza a hodnocení	57
10.8 Analýza nákladů a výnosů	58
10.8.1 Investiční náklady	58
10.8.2 Fixní náklady.....	59
10.8.3 Variabilní náklady.....	59
10.8.4 Výnosy	60
10.8.5 Dotace na výstavbu	61
10.8.6 Dotace na provoz.....	63
10.9 Závěr technicko-ekonomického hodnocení	64
11. Doporučení pro praxi.....	65
12. Závěry a diskuze.....	66
Seznam příloh	71

Úvod

Cílem této diplomové práce je vypracovat návrh bioplynové stanice pro vybraný zemědělský podnik s živočišnou a rostlinnou výrobou s možností zpracovávat odpady a produkty pocházející z výroby v zemědělském podniku spolu s odpady vznikajícími mimo podnik.

Problematika odpadů nabírá v posledních letech nových rozměrů. Jedná se především o změny v legislativě. Předpisy a normy jsou stále přísnější a nutí společnost s odpady nakládat efektivně. Tedy maximálně využít jejich možný potenciál. V této diplomové práci se zaměřím na možnost využít odpady vznikající s v provozech jídelen a stravoven. Do nedávné doby bylo možné s takto vzniklé odpady použít jako krmivo hospodářských zvířat bez jakýchkoli úprav. Dnes je situace jiná. Legislativa nám určuje jakým způsobem je nutné před krmením odpady z kuchyní a stravoven upravit. Krmení upravených odpadů se stává ekonomicky neefektivní. Nabízí se tedy možnost odpady využít právě při výrobě bioplynu jako obnovitelného zdroje energie.

Významným aspektem působícím pozitivně na rozvoj obnovitelných zdrojů energie je snaha společnosti rozšířit podíl obnovitelných zdrojů na celkové energetické spotřebě. Vezmeme-li v úvahu, že dosud objevené zásoby fosilních paliv, jakožto hlavních zdrojů energií, postačí, dle některých teorií, na dalších několik desetiletí, je otázka jakým způsobem nahradit tradiční zdroje energie nasnadě. Je naprosto jednoznačné, že potřeba energie bude více, či méně neustále narůstat. Společnost třetího tisíciletí se musí více než kdykoli předtím chovat v souladu s principy trvale udržitelného rozvoje. A právě potřeba energie patří do skupiny potřeb, které nejvíce ovlivňují stav životního prostředí. Bioplynové technologie nejsou schopny zcela nahradit tradiční zdroje energie, mohou být však variantou, která zvýší podíl obnovitelných zdrojů energie.

1. Analýza právních norem a technických předpisů

Provoz bioplynových technologií podléhá celé řadě právních a technických norem. Jedná se zejména o legislativu související s životním prostředím, energetikou, zemědělstvím, stavebnictvím a podnikáním jako takovým. Právní normy doznaly za posledních 15 let velmi významných změn. Především v oblasti ochrany životního prostředí. Nejdůležitější legislativní normy jsou uvedeny v následující tabulce.

tab. 1 Právní normy

<i>Zákony</i>	<i>Obsah</i>
025/2003 Sb.	<i>Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na účinnost nových teplovodních kotlů spalujících kapalná nebo plynná paliva</i>
091/2005 Sb.	<i>Úplné znění zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), jak vyplývá z pozdějších změn</i>
100/2001 Sb.,	<i>O posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)</i>
114/1992 Sb.	<i>O ochraně přírody a krajiny</i>
180/2005 Sb.	<i>Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)</i>
185/2001 Sb.	<i>Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů</i>
214/2001 Sb.	<i>Vymezení zdrojů energie hodnocených jako obnovitelné</i>
245/2007 Sb.	<i>Sdělení Energetického regulačního úřadu o vydání cenového rozhodnutí</i>
248/2000 Sb.	<i>O podpoře regionálního rozvoje</i>
406/200 Sb.	<i>Zákon o hospodaření energií je základem energetické legislativy</i>
458/2000 Sb.	<i>Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)</i>
47/2002 Sb.	<i>o podpoře malého a středního podnikání a o změně zákona č.2/1969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky, ve znění pozdějších předpisů</i>
475/2005 Sb.	<i>Vyhláška, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů</i>
482/2005 Sb.	<i>Vyhláška o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy</i>

tab. 2 Směrnice EU

<i>Směrnice EU</i>	<i>Obsah</i>
2001/77/ES	<i>O podpoře elektřiny z OZE na jednotném trhu</i>
2002/91/ES	<i>O energetické náročnosti budov</i>
2003/30 ES	<i>O podpoře využití biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv pro dopravu</i>
2003/96/ES	<i>O zdanění energetických produktů elektřiny</i>
2002/1774/ES	<i>O hygienických pravidlech pro zpracování vedlejších produktů živočišného původu, které nejsou určeny pro lidskou spotřebu.</i>
241/2004 Sb.	<i>Nářízení vlády o podmínkách provádění pomoci méně příznivým oblastem a oblastem s ekologickými omezeními</i>
357/2002 Sb.	<i>357/02Sb. Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší</i>
357/2002 Sb.	<i>357/02Sb. Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší</i>
482/2005 Sb.	<i>Vyhláška o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy</i>
5/2007 Sb.	<i>Vyhláška, kterou se mění vyhláška 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy</i>
696/2004 Sb.	<i>Vyhláška, kterou se stanoví postup zjišťování, vykazování a ověřování množství emisí skleníkových plynů</i>

tab. 3 Technické normy

<i>Normy</i>	<i>Obsah</i>
ČSN 38 6405	<i>Plynová zařízení. Zásady provozu</i>
ČSN 65 6514	<i>Motorová paliva - Bioplyn pro zážehové motory - Technické požadavky a metody zkoušení</i>
ČSN 72 7221	<i>Tepelně izolační výrobky pro použití ve stavebnictví</i>
ČSN EN ISO 11734	<i>Jakost vod - Hodnocení úplné anaerobní biologické rozložitelnosti organických látek kalem z anaerobní stabilizace - Metoda stanovení produkce bioplynu</i>
ČSN 73 0033	<i>Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových púd. Základní ustanovení pro zatížení a účinky</i>
ČSN 73 0821	<i>Požární bezpečnost staveb - Požární odolnost stavebních konstrukcí</i>
ČSN EN ISO 9229	<i>Tepelné izolace</i>
ČSN ISO 6707	<i>Pozemní a inženýrské stavby</i>

1.1 Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1774/2002

Stěžejní normou pro úspěšné provozování navrhované bioplynové stanice je nařízení evropského parlamentu ES č. 1774/2002, o hygienických pravidlech pro zpracování vedlejších produktů živočišného původu, které nejsou určeny pro lidskou spotřebu.

Toto nařízení stanoví veterinární a hygienické předpisy pro:

- sběr, přepravu, uskladnění, manipulaci, zpracování, použití a likvidaci vedlejších živočišných produktů za účelem zabránit tomu, aby představovaly nebezpečí pro zdraví zvířat nebo lidí
- uvádění na trh a v některých zvláštních případech i pro vývoz a tranzit vedlejších živočišných produktů a produktů z nich pocházejících

Směrnice klasifikuje vedlejší produkty živočišného původu do 3 základních kategorií:

Kategorie 1 – Jedná se zejména o zvířata podezřelá z nákazy (encefalopatie atp.), zvířata pokusná, kterým byly podávány zakázané látky podle směrnice 96/22/ES.

Kategorie 2 – Jedná se zejména o hnůj, obsahy trávicích traktů, produkty živočišného původu obsahující rezidua veterinárních léčiv, zvířata utracená v rámci opatření k eradikaci nějaké nákazy, atp.

Kategorie 3 – Jedná se zejména o části poražených zvířat, která nevykazují žádné známky onemocnění přenosných na lidi, kůže, kopyta, rohy, štětiny, peří, krev, syrové mléko nevykazující klinické příznaky žádného onemocnění přenosného tímto produktem na lidi nebo na zvířata, ryby, kuchyňský odpad, zmetkové potraviny.

V roce 2006 bylo vydáno nařízení komise ES č. 208/2006, kterým se mění přílohy VI a VIII výše uvedeného nařízení Evropského parlamentu, pokud jde o normy zpracování pro zařízení na výrobu bioplynu a kompostování a požadavky na hnůj.

Hlavní změnou týkající se provozu navrhované bioplynové technologie je změna metodiky úpravy zpracovávaného materiálu pasterizačně/hygienickou jednotku, která musí splňovat následující požadavky.

Vstupní materiál kategorie 3 využívaný jako surovina v zařízeních na výrobu bioplynu vybavených pasterizačně/hygienickou jednotkou musí být vystaven těmto minimálním požadavkům:

- Maximální velikost částic před vstupem do jednotky: **12 mm**
- Minimální teplota celé hmoty materiálu v jednotce: **70 °C**
- Minimální doba zdržení materiálu v jednotce bez přerušení: **60 minut**

Následující výčet příloh obsahuje přílohy, které jsou zcela nezbytné pro provoz navrhované bioplynové technologie.

Příloha I – Zvláštní definice (pojmy)

Příloha II – Definuje jakým způsobem musí být prováděna identifikace, manipulace (vozidla a nádoby, obchodní doklady a jejich uchovávání, teplotní podmínky transportu a kontrolní opatření.

Příloha III – Hygienické požadavky na zařízení pro přechodnou manipulaci a zařízení k uskladnění

Příloha IV – Požadavky na spalovací a spoluspalovací zařízení, která nespadají do oblasti působnosti směrnice **2000/76/ES** (Cílem této směrnice je předcházet negativním účinkům spalování a spoluspalování odpadu na životní prostředí nebo tyto účinky podle možností omezit, zejména znečišťování ovzduší, půdy a vod povrchových i podzemních, a z tohoto znečišťování vznikající ohrožení lidského zdraví.)

Příloha V – Všeobecné hygienické požadavky na zpracování materiálu kategorie 1,2 a 3. Stanovuje požadavky na prostory zpracovatelských zařízení, jejich vybavení

a technologický postup úpravy materiálu před jeho zpracováním. Navrhuje 6 resp. 7 možných metod zpracování. Sedmou metodou je rozuměna každá metoda schválená příslušným orgánem, že konečný výrobek byl denně vzorkován a po dobu jednoho měsíce v souladu s uvedenými mikrobiologickými normami. Určuje jakým způsobem má být veden dozor nad výrobou a postup ověřování.

Příloha VII, VIII – Určuje zvláštní hygienické požadavky na zpracování materiálů při uvedení zpracovaných produktů na trh jako krmný materiál (VII) a žvýkacích pamlsků a technických výrobků (VIII).

Příloha IX – Pravidla, která se vztahují na použití některého materiálu kategorie 2 a 3 ke krmení některých zvířat.

1.2 Cenové rozhodnutí regulačního úřadu č. 7/2007

Energetický regulační úřad podle § 2c zákona č. 265/1991 Sb., o působnosti orgánů České republiky v oblasti cen, ve znění pozdějších předpisů, § 17 odst. 6 písm. e) a § 32 odst. 4 zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, a § 6 zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), vydal cenové rozhodnutí o cenách elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů.

Toto nařízení má velký vliv na ekonomiku provozů bioplynových stanic protože stanoví výkupní ceny (a zelené bonusy), které tvoří hlavní složku tržeb za výrobu elektrické energie. Výkupní ceny, které jsou aktuální pro navrhovanou bioplynovou stanici uvádí tab. 4 a v pro letošní rok činí 3 300,- Kč.MWh⁻¹

tab. 4 Cenové rozhodnutí ERÚ

Zdroj elektrické energie a datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 včetně využívající určenou biomasu*	3900,-	2620,-
Výroba elektřiny spalováním bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 včetně využívající ostatní biomasu	3300,-	2020,-

Za bioplynové stanice využívající určenou biomasu se považují takové bioplynové stanice, které v daném kalendářním měsíci využívají více než 50 % hmotnostního podílu biomasy v sušině tvořené rostlinami nebo jejich částmi získanými ze zemědělské činnosti za předpokladu, že neslouží k jiným účelům než k využití ke zpracování v zařízeních určených pro produkci bioplynu, a současně v daném kalendářním měsíci využívají pouze jednu nebo více těchto vstupních surovin:

- trávu z veřejné zeleně, sportovišť a soukromých zahrad včetně biomasy získané zemědělskou činností nebo péčí o krajinu
- celé sklizené rostliny poškozené krupobitím nebo porostlé obilí
- zvířecí exkrementy, včetně podestýlky, ze zvířat chovaných pro zabezpečení potravin (masa, mléka a vajec) nebo vlny, kůže a dalších zvířecích produktů
- výpalky z lihovarů vyrábějící kvasný líh a pěstitelských pálenic
- nepoužité oleje z olejnatých rostlin a pokrutiny vzniklé při lisování rostlinného oleje
- části rostlin ze zemědělských a potravinářských výrob

Za bioplynové stanice využívající ostatní biomasu se považují všechny bioplynové stanice kromě bioplynových stanic, které splňují výše uvedenou podmínku.

2. Současný stav řešení problému v ČR a ve světě

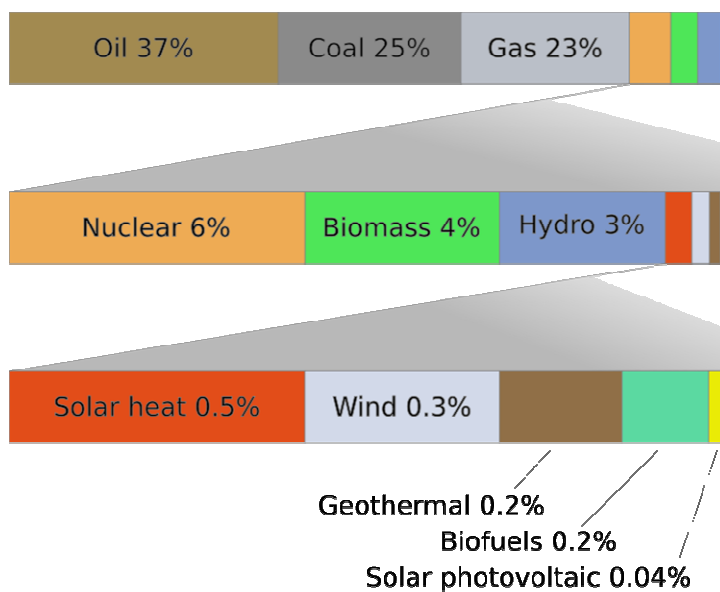
V posledních letech se obnovitelné zdroje energie staly velmi diskutovaným tématem. Je to způsobeno především tím, že lidé si jsou vědomi, že při stávající světové spotřebě energií, budou zásoby fosilních paliv, potažmo el. energie z nich vyrobené, vyčerpány v příštích několika desetiletích. Poptávka po obnovitelných zdrojích energie významně roste a to díky stimulům, které přicházejí ve formě závazků plynoucích z legislativy Evropské unie, která je závazná pro všechny členské státy. Česká republika se zavázala ke splnění min. 8 % podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie. V současné době činí podíl cca 6 %. V případě, že by Česká republika svých závazků nedostála, hrozí ji sankce. Vzniká tedy poptávka po obnovitelných zdrojích energie. Zároveň roste státní podpora podnikání v oblastech obnovitelných zdrojů. Využívání obnovitelných zdrojů energie sebou nese řadu předností a výhod.

Přednosti, které plynou z využívání obnovitelných zdrojů energie můžeme shrnout následovně:

- méně zatěžují životní prostředí
- státy jsou méně závislé na dovozu paliv
- snižují požadavky na devizové zdroje
- mají minimální emise oxidu uhlíku

Ve světovém měřítku se obnovitelné zdroje energie, jako jsou bioplynové technologie, solární energie, biopaliva, geotermální energie, energie vody a větrná energie (viz obr. 1) podílí na celkové produkci energie cca 1 %.

obr. 1 Podíly zdrojů energie ve světě



2.1 Obnovitelné zdroje

Obnovitelné zdroje energie jsou takové zdroje energie, které jsou v přírodě člověku volně k dispozici a jejich zásoba není nijak omezená nebo dochází k její obnově ve srovnatelném časovém měřítku jako k jejich spotřebě. Oproti tomu zde stojí tradiční fosilní paliva, která byla vytvářena působením vnějších sil po mnoho geologických období, ale díky enormně se zvyšující spotřebě mohou být „zcela“ vyčerpány během několika desetiletí. Z hlediska využití jednotlivých zdrojů energie lze obnovitelné zdroje energie rozdělit do 3 základních kategorií.

- Rotační a gravitační energie (přilivová energie)
- Tepelná energie zemského jádra (tepelná čerpadla)
- **Energie dopadajícího slunečního záření**

Energie dopadajícího slunečního záření se může dále dělit na energii přímého nebo rozptylového slunečního záření a energii v tzv. „transformovaných formách“. Jedná se především o energii vody, větru a biomasy.

2.1.1 Výhody a nevýhody OZE

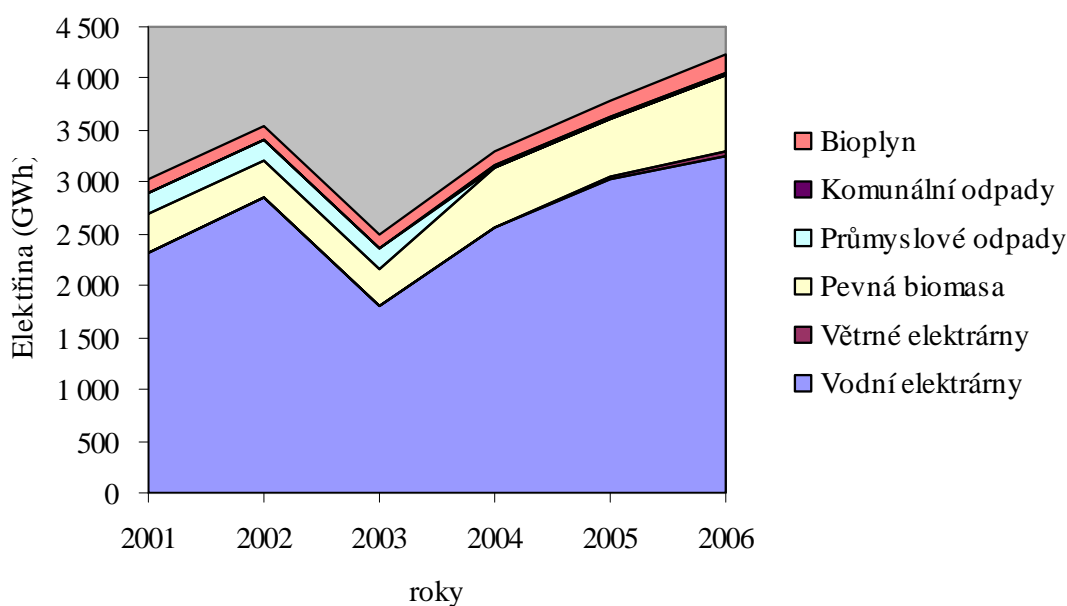
Jak už tak bývá, každá mince má dvě strany. Jednoznačnou výhodou obnovitelných zdrojů energie je fakt, že v případě zvýšení pokrytí spotřeby energie obnovitelnými zdroji energie se zpomalí postupné vyčerpávání neobnovitelných zdrojů energie. Oproti klasickým zdrojům energie běžně se vyskytujících, jak ve světě, tak u nás, nevzniká jaderný odpad, škodlivé emise skleníkových plynů, které přispívají k globálnímu oteplování ani škodlivé emise (např. oxidů síry) způsobující „kyselé deště“. Další výhodou je decentralizovaný provoz takovýchto zařízení, čímž je zvýšená bezpečnost a spolehlivost dodávek energií. Nepřímo se může výstavba obnovitelných zdrojů energie promítnout do sociální sféry a to vznikem nových pracovních míst, které při výstavbě a provozu vzniknou (pěstování energetických rostlin a plodin, výroba pelet, obsluha zařízení apod.).

Mezi nevýhody obnovitelných zdrojů energie můžeme zařadit například ve srovnání s klasickými zdroji energie jejich nižší prostorovou a plošnou hustotu vyrobené energie, mnohem vyšší počáteční investice a náročnější technologické vybavení. Ekonomická efektivnost je zatím největší překážkou v rozvoji a případnému širšímu využívání obnovitelných zdrojů energie.

2.1.2 Obnovitelné zdroje v ČR

Hlavním obnovitelným zdrojem energie je v ČR energie vyrobená ve vodních elektrárnách (viz graf 1). Dále je to využití energetického potenciálu pevné biomasy. Bioplynové technologie zaznamenávají trend mírného růstu.

graf 1 Podíly jednotlivých OZE na výrobě elektřiny v ČR



V současné době je v ČR provozováno cca 23 bioplynových stanic z nichž bylo uvedeno do provozu 5 v roce 2006. Nejstarší bioplynová stanice se nachází v ČOV Třeboň. V provozu je již od roku 1974. Zde dochází ke zpracování odpadních vod z města spolu s kejdou z velkovýkrmny prasat. Největší bioplynovou stanicí provozovanou v České republice je bioplynová stanice ve Velkém Karlově. Instalovaný výkon činí 1,4 MW a je schopna denně zpracovat až 200 t materiálu. Avšak její vliv na okolní prostředí je diskutabilní. Trendem posledních let je

navrhovat takové bioplynové technologie, které umožní zpracovávat nejen odpady ze zemědělství, ale i například komunální odpady, či jiné biologicky rozložitelné odpady. Zpracování odpadů tvoří pak významnou složku příjmů plynoucích z podnikání v tomto oboru.

2.1.3 Obnovitelné zdroje na Slovensku

Potenciál Slovenska je vzhledem k charakteru krajiny značný. Celkový roční potenciál obnovitelných zdrojů energie byl odhadnutý na cca 100 400 TJ¹ z čehož se dnes využívá cca 24 % čímž pokrývají asi 3,5 % celkové energetické spotřeby. Největší podíl na obnovitelných zdrojích mají vodní elektrárny a na vzestupu jsou větrné elektrárny. Biomasa a bioplyn tvoří jen velmi malou část. Na Slovensku je v provozu cca 18 bioplynových stanic v provozech čistíren odpadních vod a 7 bioplynových stanic v zemědělských hospodářstvích.

2.1.4 Obnovitelné zdroje v EU

Evropská unie naprosto jednoznačně definovala svůj postoj k obnovitelných zdrojům energie ve své energetické a environmentální politice. V oblasti energie preferuje udržitelnost, stabilitu energetických zdrojů, jistotu a bezpečnost zásobování energiemi a samozřejmě zohlednění budoucích energetických potřeb rozvojových zemí. Už nyní pokrývá 50 % energetických potřeb importem. Tento podíl se dle předpokladů, vzhledem k vyčerpání většiny domácích zásob ropy uhlí, zvýší do roku 2030 až na 70 %. Je tedy nutné nejen z bezpečnostního a ekonomického rizika hledat alternativní zdroje energie, které budou dostatečně pokrývat spotřebu a přitom ochránit životní prostředí.

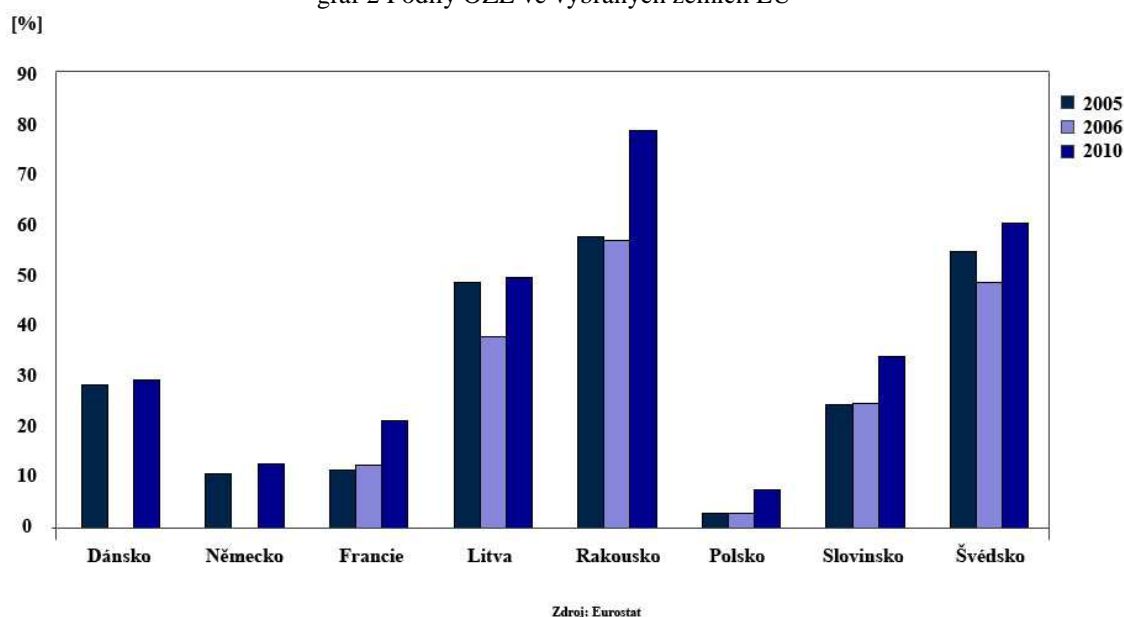
V EU je nyní podíl využívání obnovitelných zdrojů energií při výrobě klasické elektrické energie asi 13 %. S ratifikací Kjótského protokolu o snižování emisí oxidu uhličitého v průmyslově vyspělých zemích se EU zavázala tento podíl rozšířit do roku 2010 na hodnotu 21 %².

¹ Slovenské elektrárne, a.s | Obnovitelné zdroje energie [online]
URL: < <http://www.seas.sk/encyklopedia/obnovitelne-zdroje-energie/> > [cit. 5.4.2008]

² Czech RE Agency | Evropská unie a OZE [online]
URL: < <http://www.czrea.org/cs/evropska-unie-a-oze> > [cit. 12.4.2008]

Následující graf srovnává využití obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě elektrické energie ve vybraných zemích EU v letech 2005, 2006 a odhad v roce 2010. Prvenství v tomto směru zaujímá Rakousko, které využívá až z 60 % obnovitelných zdrojů energie. Dále je to Švédsko, Litva a Dánsko. Naopak Polsko má v tomto směru velké rezervy. Na celkovém objemu se bioplynové technologie podílí pouze malým dílem. Nejvyužívanějším obnovitelných zdrojem energie je energie vody.

graf 2 Podíly OZE ve vybraných zemích EU



2.2 Historie bioplynových technologií

Mezi první průkopníky bioplynových technologií patří italský přírodovědec Alessandro Volta (1745–1827), který se angažoval hlavně v oboru elektrotechniky (volt – jednotka el. napětí). Okolo roku 1770 činil pokusy s jímáním a spalováním bahenního plynu z hornitalských jezer. Další významnou osobností byl anglický fyzik Michael Faraday (1791–1867), který identifikoval bahenní plyn jako uhlovodík. Sestavit vzorec metanu se mu však nepodařilo. To se podařilo až v roce 1821 Amedeovi Avogardovi (1776–1856). Získáváním plynu z hnoje, tedy způsobem, s jakým se setkáváme ještě dnes, začal významný francouzský chemik

a biolog Louis Pasteur (1822–1895). Jako první přišel s využitím koňského hnoje jako zdroje bioplynu pro pouliční osvětlení Paříže.

Velký rozmach zaznamenala bioplynová technologie na konci 19. století. Důvodem byl revoluční objev, který umožnil pomocí anaerobního vyhnívacího procesu čistit odpadní vody. V roce 1897 bylo v Bombaji (Indie) zprovozněno první zařízení, které umožňovalo využít bioplyn ke svícení a v roce 1907 dokonce ke spalování v motorech vyrábějících elektrickou energii.

Počátkem 20. století byly v Německu realizovány výstavby anaerobních, dvoustupňových čističek odpadních vod v oblasti Porúří. Jednalo se o takzvané „emšerské nádrže“ (dvouposchodová sedimentační nádrž, ve které kal klesá přes nakloněné dno k vyhnívání do spodního kalového prostoru³). V této době docházelo k zlepšování technologií, byly vyvíjeny plovoucí plynové zvony, výkonná míchadla a lepší topné systémy, které vedli k vyššímu vyhnívacímu výkonu. Kalový plyn byl velmi významnou komoditou. Díky zvyšující se poptávce a oblibě kalového plynu, byly zaznamenány snahy o zvýšení produkce plynu přidáváním pevných organických odpadních materiálů, tedy způsob, který dnes nazýváme kofermentace. Jednalo se zejména o dřevní odpad, obsahy bacheru přežvýkavců nebo odpadní fytomasu, která několikanásobně zvyšovala produkci bioplynu.

V roce 1947 prohlásil německý inženýr Karl Imhoff (1876–1965), že z chlévské mrvy od jediné krávy lze vyrobit stokrát více bioplynu než z usazenin odpadních vod vyprodukovaných jedním obyvatelem města. Toto zjištění vedlo k velkému rozmachu bioplynových technologií v Německu. Na univerzitě v Darmstadtu bylo v roce 1947 uvedeno do provozu zařízení s horizontálním fermentorem. Na tomto principu byla v roce 1959 vystavěna jedna z prvních zemědělských bioplynových stanic s náklady okolo 6000 DM, která je po úpravách v provozu dodnes. V 50. letech 20. století bylo jenom v Německu zprovozněno okolo 50 bioplynových stanic. Zájem o bioplynové technologie zmírnila až ropná vlna v roce 1955, která měla za následek snížení ceny konkurenčního paliva, tedy topného oleje z původních 0,2 DM.l⁻¹ na 0,08 DM.l⁻¹. Provozy bioplynových technologií byly až na dvě výjimky úplně zastaveny.

³ Slovník | Soveko [online]

URL: < <http://www.soveko.cz/web/slovník/default.aspx> > [cit. 7.4.2008]

Další nástup bioplynových technologií začal okolo roku 1990 v souvislosti s legislativní úpravou týkající se podpory za dodávku elektrické energie vyrobené spalováním bioplynu v elektrických generátorech a zároveň rozvoje způsobu hospodaření založeném na obnovitelnosti neboli recyklovatelnosti. Růstu tohoto odvětví napomáhá také vývoj v oblasti technologií a používaných materiálů. Zvyšuje se především jejich účinnost. Dále jsou to například tzv. trigenerační jednotky. Trigenerace znamená kombinovanou výrobu elektřiny, tepla a chladu. Technologicky se pak jedná o spojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou. To je výhodné zejména z pohledu provozu kogenerační jednotky, protože umožňuje využít teplo i v létě, mimo topnou sezónu, a tím dosáhnout prodloužení ročního chodu jednotky⁴. Vliv na rostoucí oblibu bioplynových technologií má i dostupnost kupříkladu levných, ale velmi funkčních gumotextilních vaků (plynojemů), které vytlačili původní drahé kovové plynojemy.

Je zřejmé, že bioplynové technologie nejsou žádnou novinkou. Lidé je využívají, více či méně, již několik staletí. V dnešní době toto odvětví nabízí řadu zajímavých podnikatelských možností. Jakým směrem se budou vyvíjet dál ukáže až čas.

⁴ Trigenerace | Tedom, s.r.o.

URL: < http://kogenerace.tedom.cz/o_trigeneraci.html > [cit. 7.4.2008]

3. Zařízení používaná na výrobu a skladování bioplynu

Bioplyn se získává řadou odlišných metod a v řadě rozdílných zařízení. Může se jednat např. o bioplyn z čistírny odpadních vod, skládkový plyn nebo bioplyn získaný anaerobní fermentací produktů a odpadů ze zemědělství. Následující rozdělení je zaměřeno především na technologie používané v zemědělství.

3.1 Základní rozdělení bioplynových technologií

Bioplynové technologie je možné rozdělit, dle dávkování substrátu do následujících skupin.

a) Diskontinuální technologie (s přerušovaným provozem, cyklické, dávkové)

Doba jednoho cyklu odpovídá době zdržení fermentovaného materiálu ve fermentoru. Používá se výhradně při suché fermentaci tuhých organických materiálů. Tento způsob je náročnější na obsluhu a manipulaci. Jako jediný spolehlivý dávkovací systém s válcovými fermentory se ukazuje tzv. „fermentační koš + krycí zvon“.

b) Semikontinuální technologie

Doba mezi jednotlivými dávkami je kratší než doba zdržení materiálu ve fermentorech. Jedná se o nejpoužívanější způsob plnění fermentorů při zpracování tekutých organických materiálů. Materiál se dávkuje 1x až 4x i vícekrát za den. Výhodou tohoto systému je, že materiál vstupující semikontinuálně do fermentoru má malý vliv na změnu pracovních parametrů fermentoru (teplota, homogenita, atp.) a činí celý proces stabilnější. Dále je možné proces relativně snadno automatizovat. Proces jako takový není náročný na obsluhu.

c) **Kontinuální technologie**

Nákladově a provozně velice náročné. Často jsou využívány ke zpracování komunálních a tříděných domovních odpadů. Fermentory jsou většinou ležaté s jedním pomaloběžným míchacím zařízením, které je uloženo v celém průřezu fermentoru.

3.2 Fermentory

Fermentory, také anaerobní reaktory, patří mezi nejdůležitější části výrobní linky bioplynu. Kvalita jejich provedení má významný vliv na celkovou produkci bioplynové stanice. V praxi se setkáváme s několika druhy jejich provedení. Rozdělit je můžeme následovně:

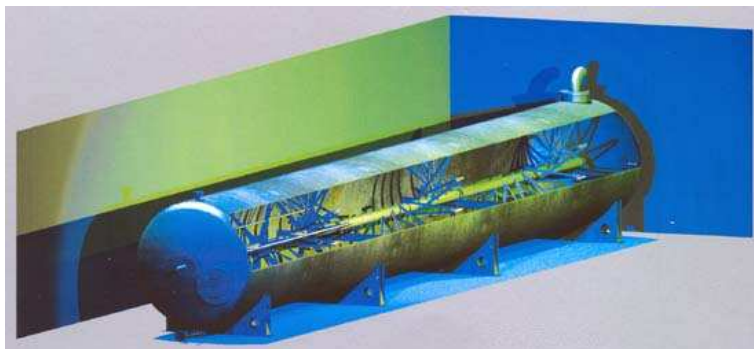
Z hlediska konstrukčního:

3.2.1 Horizontální

Horizontální konstrukce má tu přednost, že zde lze instalovat výkonné, funkčně bezpečné a energeticky úsporné mechanické míchadlo. Tím lze dosáhnout velmi dobrého promíchání materiálu napříč směrem průtoku, aniž dochází k přílišnému promíchávání v podélném směru. Protože délka horizontální nádrže je oproti její výšce několikanásobná, automaticky zde vzniká velmi žádoucí tzv. pístové proudění. Tento pojem označuje jev, kdy jedna dávka kejdy je posunována rourou jako píst, takže čerstvý substrát z plnicí zóny se nesmíchává s vyhnílym materiálem na druhém konci nádrže, což podporuje hygienizační efekt. Nevýhodou je potřeba velkého prostoru na umístění nádrže, nadměrná velikost povrchu nádrže, díky tomu dochází k velkým tepelným ztrátám a nemožnost očkování čerstvého substrátu bakteriální flórou vyhnílého kalu. U hovězí kejdy a hnoje tyto skutečnosti nehrají žádnou roli, neboť v substrátu už je přítomno dostatečné množství methanových bakterií. Horizontální fermentory jsou většinou konstruovány jako cylindrické ocelové nádrže a jsou umístěny nad zemí.⁵

⁵ Schulz, H., Eder, B.: Bioplyn v praxi, 1. české vydání, HEL Ostrava-Plesná, ISBN: 80-86167-21-6, 168 s. (2004)

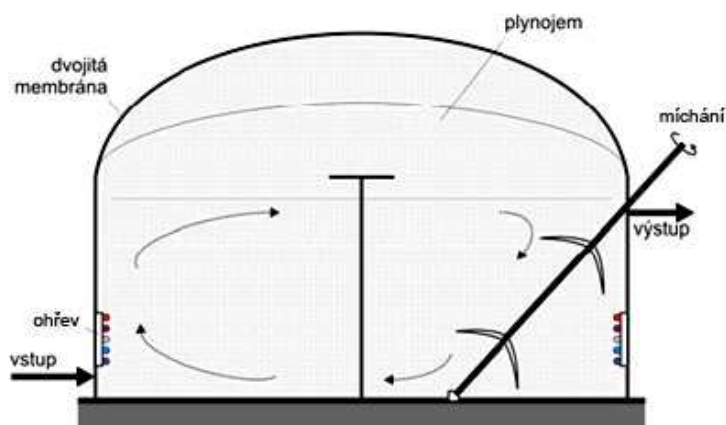
obr. 2 Horizontální fermentor



3.2.2 Vertikální

Fermentory konstruované jako vertikální bývají ze statických důvodů vyrobeny z betonu a mají obvykle kruhový průřez. Oproti horizontálnímu provedení mají tu přednost, že zde lze dosáhnout lepšího poměru mezi povrchem a objemem, čímž se sníží materiálové náklady a tepelné ztráty. Nevýhodou je především to, že zde nemůže docházet k pístovému proudění.⁶

obr. 3 Vertikální fermentor



⁶ Schulz, H., Eder, B.: Bioplyn v praxi, 1. české vydání, HEL Ostrava-Plesná, ISBN: 80-86167-21-6, 168 s. (2004)

Z hlediska geometrického tvaru⁷:

- Pravoúhlé a hranolovité reaktory
- Válcové reaktory
- Kulové nebo polokulové reaktory

Z hlediska použitých konstrukčních materiálů:

- Laguny (není použit materiál žádný)
- Betonové (železobetonové)
- Ocelové

Z hlediska umístění:

- Nadzemní
- Podzemní
- Polozapuštěné

3.3 Tepelná izolace

Tepelná izolace fermentoru, teplovodního potrubí a případně i zásobníku tepla je v našich zeměpisných šířkách nezbytná. Nejčastěji používané materiály jsou minerální vlna, pěnové hmoty, organické izolační materiály. Za izolaci je také možné považovat vhodné stavební úpravy, jako je např. zapuštění do země. Optimální tloušťka izolace je závislá na tvaru a velikosti fermentoru, rozdílu mezi vnitřní a vnější teplotou, ceně izolačního materiálu a finančně vyjádřené úspory energie potřebné pro proces⁸.

3.4 Plynojemy

Zásobní nádrže pro akumulaci vyrobeného bioplynu zajišťují i stabilizaci přetlaku plynu uvnitř výrobního systému. Jejich základní funkcí je však právě akumulace plynu pro vyrovnání rozdílů mezi výrobou a spotřebou. Anaerobní reaktory produkují v ustáleném stavu bioplyn nepřetržitě s malými výkyvy během míchacích či plnicích period. Spotřeba plynu však většinou v denním cyklu může být jinak a nezávisle proměnná. Použití plynu v časových úsecích energetických špiček je výhodné a někdy technologicky nutné například u zemědělských živočišných

⁷ Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P.: Biomasa obnovitelný zdroj energie, FCC Public, ISBN 80-86534-06-5, 288 s. (2004)

⁸ Schulz, H., Eder, B.: Bioplyn v praxi, 1. české vydání, HEL Ostrava-Plesná, ISBN: 80-86167-21-6, 168 s. (2004)

výrob, které energii odebírají, je její spotřeba vázána na obslužné cykly (krmení, dojení, čištění atp.). Akumulace plynu je ve většině případů odpovídající lhůtám kratším než 24 hodin a podle počtu a délek spotřebních cyklů je právě volena kapacita plynojemu.⁹

3.4.1 Tlakové plynojemy

Středo a vysokotlaké zásobníky plynu se používají pouze velmi zřídka a pouze tam, kde stlačování plynu je provozně vyžadováno tak, že kompresní práci je nutno vložit do plynu v každém případě. Jako příklad pro tento typ uskladnění plynu může být použit systém dodávající plyn pro pohon vozidel anebo do tlakových přepravních nádrží k externí spotřebě.

3.4.2 Nízkotlaké plynojemy

Velmi rozšířené v technologických systémech biomethanizace. Často v provedení tzv. „mokrý plynojem“.

Mokrý plynojem je vybudován buď jako samostatný rezervoár plynu anebo nástavná konstrukce na fermentoru, kde vlastně nahrazuje víko. Princip mokrého plynojemu se používá od nejmenších zařízení až po mnohatisícové objemy v m³. Plyn je uchovávan pod výsuvným zvonem nad hladinou uzavírací kapaliny (většinou vody). Zvon, v němž je plyn skladován, může být jednoduchý anebo teleskopicky výsuvný vícedílný. Hlavní nevýhodou mokrých plynojemů je potřeba jejich zahřívání v zimních obdobích nutná k tomu, aby voda v uzávěru nezamrzla a současně i vyšší korozní napadání konstrukcí (zvláště ocelových).

Suché plynojemy nemají vodní uzávěry a téměř vždy se pro bioplyny konstruují s uzavřením plynového prostoru membránami. Válcové suché plynojemy na bioplyn mají píst utěsněný válcovou (nohavicovou) membránou a pohyb pístu je veden po centrálním sloupu. Píst vyvozuje přetlak plynu díky své hmotnosti, ale též především díky přidaným závažím. Zátěž pístu může být pevná (beton, ocel) i tekutá (vodní polštář).

V současnosti patří mezi velmi rozšířené plynojemy typy dvoumembránové, u nichž je vnější i vnitřní plášť pružný. Kulové membrány jsou neseny přetlakem vzduchu v meziprostoru pod vnější stěnou a objemem uloženého plynu pod stěnou

⁹ Straka, F.: Bioplyn II. Rozšířené a doplněné vydání. GAS s.r.o. Praha, ISBN 80-7328-090-6, 706 s. (2006)

vnitřní. Nízkotlaké dmyhadlo nepřetržitě vhání vzduch do plášťových meziprostorů, čímž vzniklý přetlak, jednak nese vypjatou vnější plastovou membránu a jednak vytváří stálý přetlak plynu shromážděného pod vnitřní membránou. Obě membrány jsou uchyceny na kotevní ocelový kruhový rám, pevně zabudovaný v betonovém základu plynojemu. Tento typ však lze bez větších problémů instalovat i na fermentor v němž se bioplyn vyvíjí. Objem uloženého plynu se měří elektronickým nebo elektroakustickým zjišťováním vzdálenosti cílové destičky na vrcholu vnitřní membrány od vrchlíku na membráně vnější.

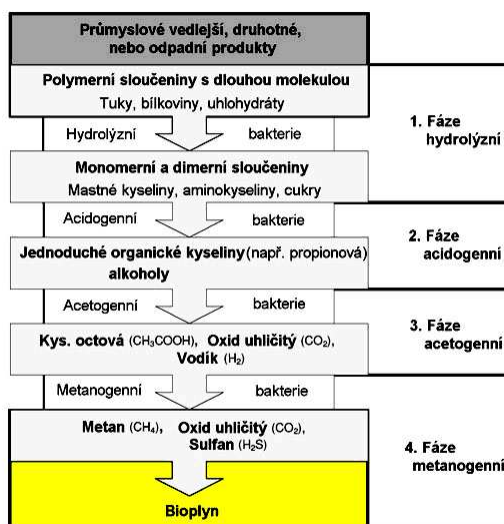
4. Teoretický základ procesu fermentace

Proces, při kterém anaerobní mikroorganismy rozkládají organické látky za tvorby methanu, se někdy také nazývá obecným pojmem „methanizace“. Jde o výraz jak pro anaerobní stabilizaci kalů, tak pro anaerobní čištění odpadních vod anaerobní zpracování různých organických materiálů¹⁰.

4.1 Anaerobní fermentace

Jedná se o velmi složitý biochemický proces, který se skládá z mnoha dílčích, na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů¹¹ (viz obr 4).

obr. 4 Fáze anaerobního procesu



¹⁰ Straka, F.: Bioplyn II. Rozšířené a doplněné vydání. GAS s.r.o. Praha, ISBN 80-7328-090-6, 706 s. (2006)

¹¹ Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P.: Biomasa obnovitelný zdroj energie, FCC Public, ISBN 80-86534-06-5, 288 s. (2004)

1. Fáze – Hydrolýza

Začíná v době, kdy je ještě ve fermentovaném substrátu obsažen vzdušný kyslík. Předpokladem pro její nastartování je mimo jiné dostatečný obsah vlhkosti (nad 50 % hmotnostního podílu). Hydrolytické mikroorganismy ještě striktně nevyžadují anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí. Enzymatický proces mění polymery (polysacharidy, proteiny, lipidy, atp.) na jednodušší organické látky (monomery).

2. Fáze – Acidogeneze

Zpracovaný materiál může obsahovat ještě zbytky vzdušného kyslíku. V této fázi však dojde definitivně k vytvoření anaerobního (bezokyslíkatého) prostředí. Zajistí to četné kmeny fakultativních anaerobních mikroorganismů, které se aktivují v obou prostředích.

Vznik CO_2 , H_2 , CH_3COOH umožňuje metanogenním bakteriím tvorbu methanu. Kromě toho vznikají jednodušší organické látky (vyšší organické kyseliny a alkoholy)

3. Fáze – Acetogeneze

Je někdy také označována jako meta fáze. Acidogenní specializované kmeny bakterií transformují vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou (CH_3COOH), vodík (H_2) a oxid uhličitý (CO_2).

4. Fáze – Metanogeneze

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. Určité kmeny metanogenních bakterií se chovají jako obojetné.

Pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů je velmi důležitá optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, probíhajících s odlišnou kinetickou rychlostí. Metanogenní fáze probíhá přibližně 5x pomaleji než zbylé tři fáze. Tomu je třeba přizpůsobit konstrukci bioplynových technologických systémů a dávkování surového materiálu, jinak hrozí přetížení fermentoru se všemi nepříznivými důsledky.

Z hlediska **teplotního režimu** rozlišujeme anaerobní fermentaci na:

- **Kryofilní** (0 – 5 °C) – není technicky použitelná
- **Psychofilní** (5 – 26 °C)
- **Mezofilní** (27 – 44 °C)
- **Termofilní** (45 – 60 °C)

V případě navrhované bioplynové stanice bude proces anaerobní fermentace probíhat v mezofilním teplotním režimu.

4.2 Obecná charakteristika materiálů vhodných pro anaerobní fermentaci

Obecně lze základní vlastnosti materiálů vhodných pro anaerobní fermentaci rozdělit do následujících skupin¹²:

- a) Nízký obsah anorganického podílu** (popeloviny)
- b) Organický materiál s vysokým podílem biologicky rozložitelných látek** (nejčastěji homogenizované směsi materiálů)
- c) Optimální obsah sušiny**
 - Pevné odpady – 22 – 25 % (horní, těž někdy uváděna jako absolutní hranice obsahu sušiny je 50 %)
 - Tekuté odpady – 8 – 14 % (horní hranice sušiny tvoří mez čerpatelnosti)
- d) Hodnota pH**
 - V průběhu fermentace se mění
 - Optimální hodnota je uváděna v rozmezí $\text{pH} = 7 - 7,8$ (tedy neutrální hodnota)
 - V praxi se hodnota pH upravuje homogenizací směsí nebo alkalickými přísadami
- e) Poměr uhlíkatých a dusíkatých látek**
 - Za optimální je považováno pásmo okolo poměru 30 : 1 (C:N)
 - Vysoký obsah dusíkatých látek se může negativně projevit na složení bioplynu ve formě Amoniak (NH₃), oxidu dusného (N₂O), atp.
 - Vysoký obsah N-látek mají např. exkrementy všech hospodářských zvířat
 - Vysoký obsah C-látek mají materiály rostlinného původu

¹² KÁRA, J. Výroba a využití bioplynu v zemědělství. 1. vydání. Praha: VÚZT, v.v.i., 2007. 11 s. ISBN 978-80-86884-28-8

tab. 5 Poměr C:N u vybraných materiálů

Druh materiálu	Poměr (C:N)
kůra	120 : 1
piliny	500 : 1
papír, karton	350–1000:1
odpad z kuchyní a stravoven	12–20 : 1
odpad ze zeleniny	13 : 1
posečené tráva	12–25 : 1
odpad ze zahrad	20–60 :1
listí	30–60 :1
dřevěné štěpky	100–150 : 1
drůbeží trus	10 : 1
močůvka	2 : 1
kejda skotu	10 : 1
sláma obilná	60–100 : 1

f) Nežádoucí příměsi

- Látky potlačující mikrobiální rozvoj (antibiotika), které jsou používána jako léčiva zvířat nebo jsou preventivně součástí krmných směsí (např. pro drůbež)
- Materiály, které jsou již v hnilobném procesu

g) Materiály nevhodně zpracované nebo znehodnocené nevhodnou manipulací

- Materiály u kterých dochází v průběhu skladování k aerobní fermentaci (kompostování)
- Materiály fyzikálně-mechanicky znehodnocené (např. při potrubní dopravě slamnaté chlévské mrvy)

4.3 Kofermentace

Pojem kofermentace označuje fermentaci kejdy nebo tuhého hnoje spolu organickými látkami, které nevznikají v živočišné výrobě¹³.

Jako vhodné se jeví zejména tyto odpady:

- **Zbytky z kuchyní a stravoven**
- Jateční odpady
- Biologicky rozložitelná část vytříděného průmyslového a komunálního odpadu
- Zahradní a ostatní zelený odpad
- Zbytky z lapačů tuku

Právě odpady z kuchyní a stravoven budou tvořit část fermentovaného materiálu. Především odpady obsahující tuk výrazně navyšují výtěžnost bioplynu z fermentovaného materiálu.

4.4 Bioplyn

Obecná definice bioplynu neexistuje. Jak už sám název „Bioplyn“ napovídá, jedná se plyn produkovaný (nikoli spotřebovávaný) biologickým druhem. Jedná se o ekologicky čistý a hořlavý plyn. Mezi bioplyny můžeme zařadit např. skládkový plyn, bahenní plyn a čistírenský (kalový) plyn. Složení bioplynu také není jednoznačné. Obecně můžeme říci, že se bioplyn skládá z plynné směsi metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2), vždy s převahou metanu. Mezi další látky, které tvoří směs bioplynu, se řadí především zbytky vzdušných plynů (N_2 , O_2 , Ar) dále H_2 a minoritní a stopové příměsi z organické hmoty jako jsou H_2S , N_2O , HCN a uhlovodíky i jejich deriváty, většinou kyslíkaté a sírné (viz tab. 6).

¹³ Schulz, H., Eder, B.: Bioplyn v praxi, 1. české vydání, HEL Ostrava-Plesná, ISBN: 80-86167-21-6, 168 s. (2004)

tab. 6 Složení bioplynu

Název	obsah v %
Metan	40 – 75
Oxid uhličitý	25 – 55
Vodní pára	0 – 10
Dusík	0 – 5
Kyslík	0 – 2
Vodík	0 – 1
Sulfan	0 – 1
Amoniak	0 – 1

5. Výchozí podmínky

Navrhovaná bioplynová stanice bude umístěna v areálu společnosti Agro bílá, a.s., která se zabývá rostlinou a živočišnou produkcí. Odpady a produkty ze živočišné a částečně z rostlinné produkce budou sloužit jako základní substrát pro fermentaci.

5.1 Základní informace o společnosti Agro bílá, a.s.

Název společnosti: **Agro bílá, a.s.**

Právní forma: **akciová společnost**

IČ: **25937154**

DIČ: **CZ25937154**

Společnost je zapsána v obchodním rejstříku u Krajského soudu v Ústí nad Labem, oddělení B, vložka 1333, dne 18.4.2000

Společnost Agro bílá, a.s. hospodaří v jižní části okresu Liberec na úpatí Ještědského hřebenu. Průměrná roční teplota činí 6,8 °C, roční úhrn srážek je 780 mm, průměrná nadmořská výška činí 400 m. Společnost obhospodařuje 1 350 ha zemědělské půdy, z toho 880 ha orné půdy a 470 ha luk. Stěžejními produkty rostlinné výroby je jsou obiloviny, řepka a silážní kukuřice. Hlavním produktem živočišné výroby je mléko, hovězí a vepřové maso. Z výměry 880 ha pěstuje na 425 ha obiloviny..

Společnost chová 500 ks dojníc, z toho 400 ks ve velkokapacitním kravíně v Bílé a 100 ks v kravíně v Hradčenech, českého strakatého plemene o průměrné užitkovosti 6 300 kg.ks⁻¹. Dále chová 350 ks jalovic všech kategorií. Ze živočišné výroby je to dále chov prasat, 50 ks prasnic v porodně Trávníček a 900 ks prasat ve výkrmu v Kohoutovicích. Společnost dále vyrábí textilní výrobky jako jsou pracovní rukavice, polštáře a kuchyňské chňapky, ve středisku přidružené výroby Vlčetín.

Roční obrat společnosti činí cca 50 mil Kč a společnost zaměstnává 70 pracovníků.

V současné době je v živočišné výrobě používám tzv. stelivový způsob chovu. V letošním roce 2008, však dochází k inovaci na bezstelivový způsobu chovu, který je pro provoz navrhovanou bioplynovou stanicí výhodnější. Vzhledem k dodržení maximálního obsahu sušiny fermentovaného materiálu do cca 11 %.

Navrhovaná bioplynová technologie bude umístěna v provozu kravína v Bílé (viz obr. 5 – žluté pole) v těsném sousedství s ustájením skotu. Tato varianta umístění byla vybrána s ohledem na co nejkratší materiálové cesty.

obr. 5 Umístění bioplynové stanice



6. Vstupní část

6.1 Vstupní materiál

Vstupní materiál bude tvořen homogenizovanou směsí hovězí kejdy, kuchyňského odpadu, travní siláže a vody (viz tab. 7).

tab. 7 Vstupní materiály

druh odpadu	množství		podíl	množství	měrná produkce	množství
	$t.rok^{-1}$	$t.den^{-1}$	sušiny	sušiny	bioplynu	bioplynu
			%	$t.rok^{-1}$	$m^3.t^{-1}$	$m^3.rok^{-1}$
hovězí kejda	8760	24	0,05	438	380	166 440
travní siláž	2000	5,48	0,28	560	390	218 400
kuchyňské odpady	400	1,1	0,23	92	480	44 160
průměrný obsah sušiny			9,8			
celkem	11160	30,58		1090		429 000

Zařazení kuchyňských odpadů dle katalogu odpadů:

Katalogové číslo: **20 01 08**

Název odpadu: **Biologicky rozložitelný odpad z kuchyně a stravoven**

6.2 Záchytná jímka kejdy

V současné době probíhá přestavba ustájení skotu z tzv. stelivového způsobu na bezstelivový. V rámci této přestavby bude navržena záchytná jímka na kejdu skotu ze stájí. Tato jímka bude opatřena kalovým čerpadlem, které umožní kejdu přečerpat, podzemním potrubím přímo do homogenizační jímky. Umístění záchytné jímky bude navrženo s ohledem na co nejkratší materiálové cesty.

6.3 Vstupní jímka pro odpady

Vstupní jímka bude sloužit výhradně pro vstup kuchyňských odpadů. Bude se skládat z násypky, poklopu násypky a bude ústít do šnekového dopravníku. Objem jímky je stanoven na 2 m³.

Objem vstupní jímky

$$V_{vj} = \frac{V_{dp}}{n_{dd}} \quad [6.1]$$

kde

V_{dp} je objem denní produkce zpracovávaných kuchyňských odpadů

n_{dd} je počet denních dávek

6.4 Šnekový dopravník

Šnekový dopravník (viz obr. 6) bude sloužit k dopravě materiálu a z příjmové jímky na pásový dopravník. Součástí pásového dopravníku bude detektor kovů.

obr. 6 Šnekový dopravník

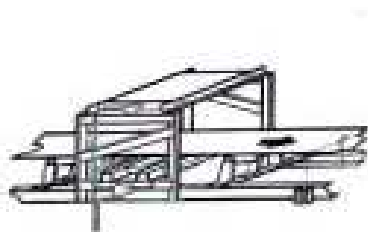


Zdroj: <http://www.silosystem.cz/glr/snekovy-dopravnik-5.jpg>

6.5 Detektor kovů

Vzhledem k velkému riziku, že odpady původem z kuchyní mohou obsahovat nežádoucí předměty jako jsou příbory atp., které mohou uniknout obsluze při vizuální kontrole uniknout a vzhledem k pořizovací ceně drtiče je detektor kovových předmětů nezbytnou součástí technologické linky dopravy materiálu před vstupem do drtiče.

obr. 7 Detektor kovů

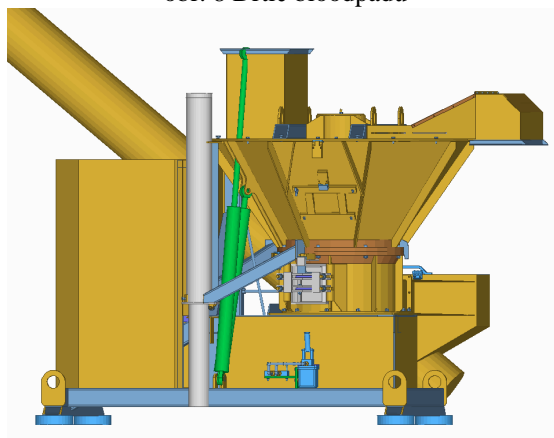


Detektor kovových předmětů typ IFD70 od společnosti ELSYST s.r.o. signalizuje výskyt kovového předmětu v nemagnetické a elektricky nevodivé surovině, dopravované na dopravníku. Kromě signalizace umožňuje odstranění tohoto kovového předmětu zastavením dopravníku.

6.6 Drtič

Vertikální mlýn VM 400 od společnosti Teriér s.r.o. Používá se pro drcení různorodých odpadů (listí, řezanka, odpady z jídelen, papír atp.) bez obsahu nedrtitelných předmětů (ocel, minerály). Maximální velikost částic po drcení je 10 mm.

obr. 8 Drtič bioodpadů



Drtič bioodpadu je vysokootáčkový (1400-2900 ot.min⁻¹), který je kombinací vertikálního kladivového mlýna určeného na křehké materiály a mixeru na mletí houževnatých předmětů. Drtič se skládá z násypky s funkcí balistického třídiče (jeho úkolem je vyhazovat nedrtitelné kusy do mobilního kontejneru, horní části drtícího prostoru, spodní domílací části na principu mixeru a vyhazovacího ústrojí. To je namontováno na rámu, na kterém je také umístěn pohon stroje (55 kW).

Materiál klouže po kuželu směrem dolů a na přechodu je materiál proti pevnému noži rozbíjen na menší kusy. Ty pak gravitačně postupují směrem dolů a dalšími noži jsou rozmělnovány na menší kusy. V nejspodnější části je domílací sekce, která pracuje na principu mixeru a rozřeže houževnatý typ odpadu. Na dně drtícího prostoru je vyhazovací oběžné kolo, které materiál vyhazuje do násypky následujícího šnekového dopravníku.

Mlecí prostor je namontován na tuhém rámu z uzavřených profilů. Na něm je také umístěn pohon. Ten se skládá z elektromotoru a převodu klínovými řemeny na drtící rotor stroje. Konstrukce umožňuje změnu otáček z 1400 na 2900 ot.min⁻¹ změnou průměru klínových řemenic. Rám je umístěn na izolátorech chvění, které pohlcují vibrace při vysokých otáčkách. Součástí stroje je elektrorozvaděč s blokacemi na spolupracující stroje v technologii (detektor kovů).

6.7 Předpasterizační jímka

Předpasterizační jímka je nutná z důvodu potřeby naředit vstupní materiál v našem případě kuchyňské odpady na požadovaný obsah sušiny, tj. cca 11 %, vodou. Jímka bude opatřena míchadly a čerpadlem pro následné přečerpání do pasterizační jednotky.

Hmotnostní podíl sušiny v kuchyňském odpadu kolísá v závislosti na surovinách použitých při výrobě. Pohybuje se mezi 20 – 30 %. Pro splnění podmínky podílu sušiny materiálu do 11 % je nutné denní vstupní dávku materiálu naředit cca 1 m³ vody. Zdrojem vody bude studna umístěná v areálu provozu kravína v Bílé.

6.8 Pasterizační jednotka

Dle nařízení (ES) 1774/2002 a ve smyslu pozdějších změn nařízením (ES) 208/2006 je nutné zpracovávané odpady upravit procesem tzv. pasterizace (hygienizace). Nabízí se několik metod úpravy materiálu. V případě navrhované bioplynové stanice přichází v úvahu metoda, při které zpracovávaný odpad

zahřejeme na teplotu 70 °C a doba zdržení materiálu v pastéru (viz obr 9) je stanovena na 60 minut. Dále je nutné zajistit homogenitu zpracovávaného materiálu vhodným konstrukčním řešením míchadel. Pasterizace je tepelně-mechanický proces, při kterém dochází k mortalitě mikroorganismů. Rozdíl mezi pasterizační jednotkou a hygienizační jednotkou je v podmínkách, při kterých dochází k úpravě materiálu. Při pasterizaci dochází k ohřevu pouze na min. 70 - 80 °C, u hygienizace je minimální teplota stanovena na 133 °C. Fakt, že se materiál při hygienizaci zahřívá nad teplotu varu, má z následků možný únik takto vzniklých par do okolního prostředí, což může způsobit výrazné navýšení nežádoucích pachových imisí, které jsou velmi diskutovaným problémem provázejícím provoz bioplynových technologií.

obr. 9 Pastér (se dvěma míchadly)



Pasterizační jednotka musí být bezpodmínečně vybavena následujícími prvky:

- Zařízení na sledování teploty v čase
- Záznamový přístroj ke kontinuálnímu zaznamenávání výsledků těchto měření
- Odpovídající bezpečnostní systém k zabránění nedostatečného ohřevu

S ohledem na nezbytné ředění materiálu před vstupem do pastéru bude pro navrhovanou bioplynovou stanici kapacitně dostačovat jeden pastér o objemu 3 m³.

Dodávku pastéru včetně příslušenství a teplosměnných zařízení zajistí firma Tenza, a.s.

Objem pastéru

$$V_p = V_{dko} \times 2,5 \quad [6.2]$$

kde

V_{dp} je objem denní produkce zpracovávaných kuchyňských odpadů

2,5 je koeficient nárůstu objemu vzhledem k dosažení požadované sušiny

6.9 Homogenizační jímka

Před vstupem materiálu do fermentoru je nutné zajistit kvalitní promíchání všech složek substrátu určeného k fermentaci. V našem případě se jedná o smíchání hovězí kejdy, travní siláže a pasterizovaných odpadů. Jímka bude opatřena míchadly a dávkovacím čerpadlem. Kapacita homogenizační jímky musí mít min. objem denní produkce zpracovávaných materiálů, doporučuje se však zvýšit objem o cca 50 %. V případě navrhované bioplynové technologie bude mít homogenizační jímka kruhový průřez a objem 50 m³. Pro usnadnění manipulace s travní siláží při plnění bude zcela zapuštěna v zemi. Strop jímky bude z části zakrytý trvale a z části, odpovídající velikosti vyústění štěpkače (drtič biomasy), opatřen plachtou, kterou bude možné při manipulaci a plnění travní siláže odhrnout. Do homogenizační jímky bude ústít jak potrubí od pasterizační jednotky tak potrubí ze záchytné jímky pro kejdu.

Objem homogenizační jímky

$$V_{HJ} = V_c \times 1,5 \quad [6.3]$$

kde

V_c je celkový objem denní produkce zpracovávaných odpadů

1,5 je koeficient nárůstu objemu s přihlédnutím na doporučení zvýšit objem o 50 %

6.10 Fermentory

Fermentor je jednou z nejdůležitější částí bioplynové technologické linky. Z důvodu zvýšení efektivity a s tím i snížení nákladů na provoz (i výstavbu) bude v navrhované bioplynové stanici použit systém fermentorů „kruh v kruhu“. Jedná se o technologii, která sebou nese řadu výhod. Mezi hlavní můžeme zařadit minimalizace zastavěné plochy, nižší spotřebu materiálu ve fázi výstavby, nižší náklady na izolaci a nižší náklady na vytápěcí systém. Dále se jedná o snížení tepelných ztrát a tím snížení nákladu ve formě snížení spotřeby vlastní vyrobené elektrické energie (výrobce udává snížení spotřeby o 3 – 5 %).

Fermentor bude zapuštěn do země do hloubky 4 m. Zem působí jako přirozená izolace. Celkový vnější průměr obou fermentorů bude 42 m, průměr vnitřního fermentoru bude 34 m. Výška fermentorů bude 12 m.

Výpočty:

Pracovní objem fermentoru I

$$V_{F1} = V_d \times t_{z1} \quad [6.4]$$

Pracovní objem fermentoru II

$$V_{F2} = V_d \times t_{z2} \quad [6.5]$$

Střední doba zdržení materiálu ve fermentorech

$$\tau_Z = \frac{V_F}{V_d} \quad [6.6]$$

Zatížení reaktoru Z_R

$$Z_R = \frac{V_d c_O}{V_F} = \frac{c_O}{\tau_Z} \quad [6.7]$$

Měrná produkce bioplynu

$$y_B = \frac{Q_{BP}}{V_F \times c_O} \quad [6.8]$$

Intenzita produkce bioplynu

$$R_{BP} = \frac{Q_{BP}}{V_F} = y_{BP} \times Z_R \quad [6.9]$$

Měrná intenzita produkce bioplynu

$$r_{BPm} = \frac{Q_{BP}}{V_F \times c_V} \quad [6.10]$$

kde

V_d je objem denní dávky do fermentoru

Q_{BP} je objem produkce bioplynu

c_O koncentrace sušiny materiálu při vstupu

c_V koncentrace sušiny materiálu při výstupu

tab. 8 Výsledky

Parametr	Hodnota	Jednotky
Objem fermentoru I	764,38	m ³
Objem fermentoru II	1070,14	m ³
Koncentrace sušiny substrátu před vstupem	11,0	%
Koncentrace sušiny substrátu na výstupu	6,0	%
Denní dávka surového materiálu	30,58	t.den ⁻¹
Denní množství vyfermenovaného kalu	29,22	t.den ⁻¹
Střední doba zdržení materiálu ve fermentoru I	25	den
Střední doba zdržení materiálu ve fermentoru II	35	den
Zatížení fermentoru I	3,91	kg.m ⁻³ .den ⁻¹
Zatížení fermentoru II	2,79	kg.m ⁻³ .den ⁻¹
Množství vyrobeného bioplynu	1175,34	m ³ .den ⁻¹
Měrná produkce bioplynu	393,58	m ³ .t ⁻¹ .den ⁻¹
Intenzita produkce bioplynu	1,32	
Měrná intenzita produkce bioplynu	10,68	

Fermentor I – první stupeň (vnější kruh)

Dle předpokládané produkce odpadů je stanoven objem fermentoru I na hodnotu 800 m³. Doba zdržení ferementovaného materiálu bude 25 dní. Při teplotě 41 °C. Fermentor bude vybaven míchadly a topným systémem.

Fermentor II – druhý stupeň (vnitřní kruh)

Dle předpokládané produkce odpadů je stanoven objem fermentoru II na hodnotu 1120 m³. Doba zdržení fermtovaného materiálu bude 35 dní. Při teplotě 41 °C. Fermentor bude vybaven míchadly a topným systémem.

Oba feremtory budou vybaveny ultrazvukovým čidlem (viz obr. 10), které bude sledovat a vyhodnocovat hladinu v obou fermentorech.

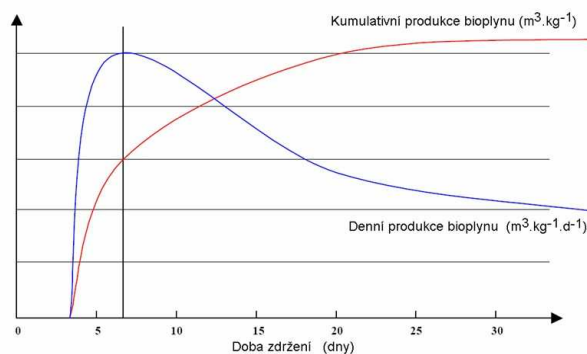
obr. 10 Ultrazvukové čidlo



6.11 Skladování a využití bioplynu

Z důvodu neregulární produkce bioplynu v závislosti na čase (viz graf 3) je nutné zajistit vhodné jímání bioplynu. Gumotextilní plynojem bude integrovaný ve stropě fermentoru I a bude jímát plyn z obou fermentorů najednou. Objem plynojemu bude dimenzován, aby byl schopen zachytit produkci bioplynu na 12 hodin, tedy 600 m^3 .

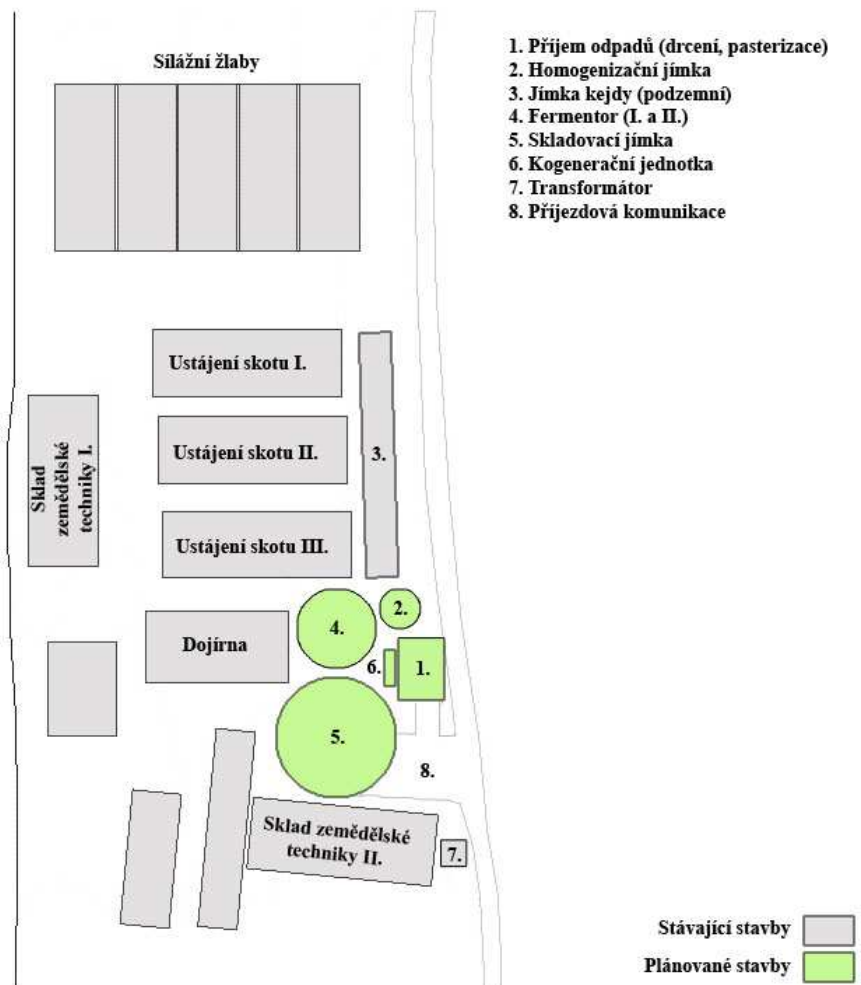
graf 3 Průběh produkce bioplynu



Dále je nezbytné aby bioplynové technologie byla vybavena hořákem zbytkového plynu a zařízením na odsíření bioplynu.

Situační plán umístění technologie

obr. 11 Situační plán umístění technologie



7. Výstupní část

Výstupní část bude tvořit šnekový separátor a skladovací nádrž.

7.1 Šnekový separátor

Šnekový separátor (viz obr 12) bude umístěn mezi fermentorem a skladovací jímkou. Jeho funkce je oddělit tuhý a tekutý podíl digestátu (vyfermentovaného kalu). V separátoru je substrát tlačěn přes jemný síťový buben. Objem tekutého podílu se, dle informací dodavatele (agriKomp Bohemia, s.r.o.), redukuje o 10 – 15 % a je částečně odváděn do skladovací jímky a částečně zpět do homogenizační jímky. Tuhý podíl padá na skladovací místo (kontejner) pod separátorem. Tuhý podíl obsahuje cca 20 – 30 % sušiny.

obr. 12 Šnekový separátor



Specifikace:

- Šnekový separátor se skříní z šedé litiny
- Síťový buben z nerez, 8 mm silné provedení
- Regulace propustnosti pneumatickým válcem, plynulá regulace s alarmem při poklesu tlaku
- Pohon je zajištěn motorem o příkonu 2,2 kW s kluzným těsněním směrem ke šneku
- Připojení zajišťuje příruba se čtyřmi otvory DN 100

7.2 Skladovací nádrž

Fermentovaný substrát bude kalovým čerpadlem dopraven do koncové skladovací nádrže. Tato nádrž musí kapacitně postačit ke skladování vyhnílého substrátu po dobu min 150 dní. Což odpovídá době, po kterou není možné substrát aplikovat do půdy, či jinak efektivně využít. Jedná se především o zimní období. Jímka musí být zabezpečená proti přítoku povrchových (dešťových) vod. Jímka bude zakryta, z důvodu potlačení případného zápachu a možnosti jímání zbytkového bioplynu. Objem nádrže je stanoven na 5 000 m³.

Objem skladovací nádrže

$$V_{sn} = V_{dvk} \times 150 \quad [7.11]$$

kde

V_{dvk} je denní množství vyfermentovaného kalu

150 je počet dní, kdy nelze kal efektivně využít

8. Vlastní měření výtěžnosti bioplynu

Měření výtěžnosti, vlastností a složení fermentačního materiálu je naprosto nezbytným předpokladem pro správné plánování a realizace bioplynové technologie.

Výpočet množství vyrobeného bioplynu

Existují v zásadě tři způsoby výpočtu množství vyrobeného bioplynu z organických odpadů:

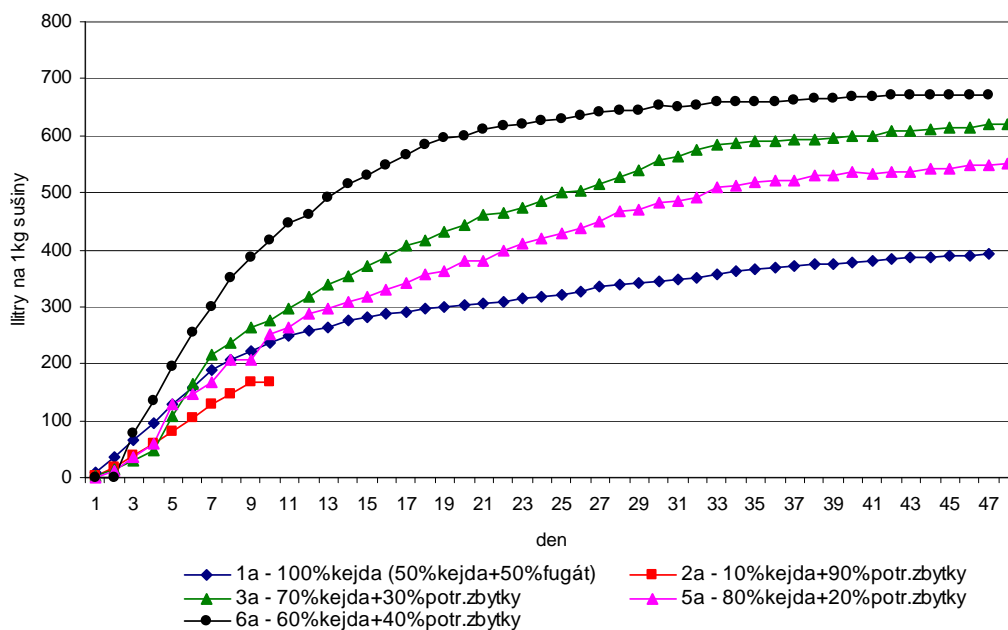
- Výpočet podle tabulkových údajů – Pro materiály typu exkrementů hospodářských zvířat jsou potřebné údaje k dispozici z experimentálních pokusů a jsou dostupné v literatuře.
- Výpočet podle předpokládaného úbytku organické sušiny zpracovávaného materiálu – Předpokladem použití této metody je znalost měrné produkce bioplynu z jednotkového množství sušiny zpracovávaného materiálu. Lze opět využít dostupné tabulky nebo výsledky laboratorního pokusu
- Výpočet podle chemického složení materiálu – Protože se v reaktorech stále více zpracovávají směsné materiály (např. exkrementy hospodářských zvířat + fytomasa nebo vytříděný organický podíl komunálních odpadů, atp.), používá se v takovém případě výpočet produkovaného bioplynu každé jednotlivé složky (uhlohydráty, tuky, bílkoviny) zvlášť.

Pro stanovení předpokládaného objemu produkce bioplynu (z exkrementů a travní siláže) v navrhované bioplynové technologii bylo použito kombinace první a třetí metody.

Pro stanovení předpokládaného objemu produkce bioplynu u kuchyňských odpadů byly použity výsledky měření které proběhlo v VÚZT v.i.i. Praha v rámci řešení projektu Mze QF 3160 „Výzkum nových technologických postupů pro efektivnější využití zemědělských a potravinářských odpadů“. Výsledkem byla měrná produkce z těchto odpadů pohybující se mezi 450 – 550 m³.t⁻¹ sušiny.

Následující graf 4 uvádí kumulativní produkci bioplynu pro různé poměry zpracovávaných materiálů.

graf 4 Kumulativní produkce bioplynu (kejda + potravinové zbytky)



9. Výběrové řízení kogenerační jednotky

Kogenerační jednotce, vzhledem k ceně jejího pořízení a naprosté nezastupitelnosti v bioplynové technologii, je nutné věnovat při výběru velkou pozornost. Následující výběrové řízení mapuje trh z kogeneračními jednotkami v ČR a porovnává nabídky od tří firem.

9.1 Firma TEDOM s.r.o.

Společnost sídlí v Třebíči a působí na trhu již od roku 1992. Firma TEDOM s.r.o. nabízí komplexní rozsah servisních služeb od provádění pravidelných činností, přes odstraňování nahodilých poruch, provádění běžných a generálních oprav až po dálkové monitorování jednotek a poradenskou službu. Servisní činnosti jsou zajišťovány prostřednictvím firemních servisních posádek rozmístěných po celé ČR.

Společnost po dobu své existence instalovala více než 1 500 kogeneračních jednotek.

Společnost pro své zákazníky nabízí tyto služby:

- Montáž a uvedení instalované kogenerační jednotky TEDOM do provozu
- Záruční servis (odstranění nahodilých závad kogenerační jednotky v záruční době)
- Smlouva o servisní činnosti (Provozovatel kogenerační jednotky si může formou pravidelných měsíčních poplatků, vypočítaných podle typu kogenerační jednotky a množství předpokládané vyrobené elektrické energie, platit prováděné služby a zároveň si spořit na budoucí servisní činnosti specifikované ve smlouvě. Tento typ smlouvy je zajímavý zejména u typových řad Cento a Quanto.)
- Pravidelný servis
- Pozáruční servis
- Nadstandardní služby (činnosti jako např. servisní prohlídky nouzových zdrojů, elektrických zdrojových soustrojí, revize plynových a elektrických celků a prohlídky pomocných zařízení, u nichž je třeba provádět prohlídky v pravidelných, např. ročních intervalech)

- Opravy (Zajištění a provedení běžné i generální opravy všech typů kogeneračních jednotek. Dále jsou to diagnostické prohlídky spalovacích motorů pomocí fibroskopu, repase použitých hlav spalovacích motorů, apod.
- Prodej náhradních dílů

Uvažovaná kogenerační jednotka TEDOM řady Cento (typ TEDOM Cento T120 SP BIO) se řadí mezi stroje středních a vyšších výkonů na bázi plynových motorů, které vycházejí ze vznětových vozidlových motorů. Tvoří řadu výkonů v rozsahu od 40 do 300 kW^{el}. Uspořádání kogenerační jednotky dle této technické specifikace je v kontejnerovém provedení, které obsahuje soustrojí motor-generátor, kompletní tepelné zařízení jednotky včetně tlumiče výfuku a elektrického rozváděče (řídícího a silového). Kogenerační jednotka dle této technické specifikace je určena pro provozování na palivo bioplyn, pro venkovní provoz, se synchronním generátorem, určená pro paralelní provoz se sítí o napětí 400V, pro teplovodní okruhy 90/70 °C a plní emisní limity dle nařízení vlády č. 352 z 3.7. 2002.

tab. 9 Vybrané parametry KJ TEDOM T120 SP BIO

parametr	hodnota	jednotka
jmenovitý elektrický výkon	125	kW
maximální tepelný výkon sek. okruhu	163	kW
příkon v palivu	341	kW
účinnost elektrická	36,7	%
účinnost tepelná	47,9	%
účinnost celková (využití paliva)	84,6	%
spotřeba plynu při 100% výkonu*	52,5	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 75% výkonu*	41,2	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 50% výkonu*	34,8	Nm ³ /h

*Spotřeba plynu je uvedena pro bioplyn s obsahem metanu 65%, při normálních podmínkách (0 °C, 101,325 kPa).

Rozsah dodávky

Standardní

- úplný modul kogenerační jednotky

Mimo standardní rozsah

- chladicí jednotka pro nouzové chlazení sek. okruhu
- přídatný tlumič výfuku
- odváděč kondenzátu

Cena kogenerační jednotky TEDOM Cento T120 SP BIO v kontejnerovém provedení činí **2 659 500,- Kč**.

9.2 Firma MOTORGAS s.r.o.

Společnost MOTORGAS je od svého založení v roce 1992 orientována na projektování, výrobu, prodej a servis kogeneračních technologií. Doposud společnost dodala 60 ks kogeneračních jednotek o celkovém výkonu více než 16 MW^{el} a tomu odpovídajících 23 MW^t. Společnost MOTORGAS se profiluje jako dodavatel vysoce kvalitních kogeneračních jednotek s motory WAUKESHA a úspěšně uvedla na trh řadu kogeneračních jednotek nižších výkonů s plynovými motory německé firmy MAN.

Kogenerační jednotky s plynovými motory MAN jsou chytrou volbou v nižších výkonech. Z hlediska celoevropského je značka MAN v oblasti malých výkonů nejúspěšnějším výrobcem co do objemu produkce i ukazatelů účinnosti. MOTORGAS je oficiálním OEM výrobcem s motory MAN, zajišťuje svým zákazníkům také distribuci náhradních dílů a je také autorizovanou servisní organizací.

Pro navrhovanou bioplynovou stanici vyhovuje svými parametry kogenerační jednotka STRATOS MGM 125.

tab. 10 Vybrané parametry KJ MOTORGAS STRATOS MGM 125

parametr	hodnota	jednotka
jmenovitý elektrický výkon	123	kW
jmenovitý tepelný výkon	185	kW
Příkon v palivu [kW]	362	kW
Elektrická účinnost	34,1	%
Tepelná účinnost	51,2	%
Celková účinnost	85,3	%
spotřeba plynu při 100% výkonu	56,7	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 75% výkonu	43,9	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 50% výkonu	32,2	Nm ³ /h

Řídicí systém kogenerační jednotky

Charakteristika

Modulární koncepce řídicího systému zajišťuje optimální konfiguraci pro každou jednotku. Řídicí systém je tvořen výkonnou centrální procesorovou jednotkou s programovým vybavením, moduly binárních vstupů a výstupů, moduly analogových vstupů a výstupů a samostatnou jednotkou síťových ochran. Zobrazení stavů soustrojí je pomocí grafického LCD, ovládání pomocí membránové klávesnice a přepínačů na čelním panelu rozváděčové skříně. Systém zajišťuje plně automatizovaný provoz jednotky a je umístěn společně se silovou částí (jističe, pojistkové odpínače, stykače, relé) v jednom rozvaděči. Rozvaděč integrován na rámu KJ.

Zobrazované údaje jsou přehledně členěny do následujících skupin:

- aktuální hodnoty
- limitní hodnoty
- regulační hodnoty
- stavová hlášení
- poruchová hlášení a kódy
- seznam poruch

Standardní funkce

- automatický start / stop jednotky
- regulace otáček / výkonu
- automatické nafázování generátoru na rozvodnou síť při paralelním provozu
- vyhodnocení poruchy sítě (napětí, frekvence, vektorový skok)
- zpětná wattová ochrana
- měření teplot a tlaků provozních médií (plyn, voda, olej)
- automatické vyhodnocení poruchy měřicích snímačů
- detekce úniku plynu
- (5xDO, 2xDI, 1xAI, 1xAO) signály pro vnější komunikaci
- varování obsluhy před dosažením limitních hodnot
- automatické odstavení soustrojí při překročení nastavených limitních hodnot

Volitelná rozšíření

- systém TELECONTROL umožňuje připojení jednotky na servisní dispečink pomocí Internetu (využití tel. linky nebo GSM sítě)
- funkce ostrovního provozu KJ - dodávka el. energie při výpadku rozvodné sítě
- sériová komunikace s řídicím systémem uživatele (Modbus, Profibus)

Součástí dodávky je také nouzový chladič GFH 052A/2-N(D)-F6/2P.

Cena kogenerační jednotky STRATOS MGM 125 v kontejnerovém provedení činí 100 000,- EUR (2 538 000,- Kč).

9.3 Firma Bosch Termotechnika, s.r.o.

Společnost Buderus tepelná technika Praha, spol. s r.o., založená v roce 1993, vybudovala vlastní moderní provozní areál v Praze 10 – Štěrboholích. Pro oblast Moravy byla o několik let později vybudována centrála v průmyslové zóně u Prostějova.

Kotle Buderus se do České republiky dovážely v minulosti přes zprostředkovatelské podniky zahraničního obchodu, a tak v mnoha významných budovách (např. Kongresové centrum Praha atd.) zajišťují tyto kotle spolehlivě vytápění i ohřev vody. Výjimkou nejsou ani kotle menších výkonů v rodinných domcích, které pracují 25 a více let.

Od června 2004 byla Buderus tepelná technika Praha, spol. s r.o. prostřednictvím mateřské firmy Buderus Heiztechnik GmbH členem nově ustavené společnosti BBT Thermotechnik GmbH, která sdružuje díky spojení s firmou Robert Bosch GmbH řadu významných výrobců tepelné techniky.

Dne 1. září 2007 došlo ke sloučení firmy Buderus tepelná technika Praha, spol. s r.o. se společností BBT Thermotechnology CZ s.r.o. a prodej produktů Buderus se realizuje v rámci tohoto nového subjektu. Fúzí formou sloučení veškerá práva a povinnosti, vyplývající z obchodních vztahů, přešla bez jakýchkoli změn na společnost BBT Thermotechnology CZ s.r.o. Došlo tak ke sjednocení dosud formálně oddělených výrobních a distribučních divizí skupiny Robert Bosch v České republice s cílem zefektivnit obchodní a výrobní aktivity a posílit její postavení na českém trhu. Od 1. ledna 2008 nese firma obchodní název Bosch Termotechnika s.r.o.

Jako třetí kogenerační jednotka pro výběrové řízení byla vybrána kogenerační jednotka K 2876 MN – 120, která je vybavena motorem MAN.

Rozsah dodávky

- rám k uchycení motoru, generátoru, rozváděče a výměníků tepla
- plynový zážehový motor (6-ti válec MAN)
- výměníky tepla v souladu s nařízením o tlakových nádobách skup. II a DIN 4751
- synchronní generátor k náhradnímu síťovému provozu
- katalyzátor výfukových plynů ke snížení emisí škodlivin podle TA-Luft 2002
- tlumič hluku výfukových plynů ke snížení hluku výfukových plynů

- rozváděč s mikroprocesorovým řízením; díl generátorový, řídicí, monitorovací a pomocného pohonu
- rozhraní k přenosu dat přenos dat parametrů jednotky na řídicí techniku budovy
- systém dálkového řízení k přenosu hlášení o provozu a poruchách přes bezpotenciální kontakty
- startovací zařízení s nabíječkou a bateriemi odolnými proti otřesům, nevyžadujícími údržbu
- regulační plynová řada s tepelnou uzavírací pojistkou, montovaná s odolností proti chvění a připojená podle Německého svazu pro plyn a vodu (DVGW) a DIN 6280-14
- olejový mazací systém se zásobní nádrží, automatikou udržování hladiny a vnějším stavoznakem
- protihlukový kryt ke snížení provozního hluku v prostředí citlivém na hluk, jako jsou školy nebo nemocnice
- odtahový ventilátor pro potrubí odváděného vzduchu s max. odporem 500 Pa
- paměť chyb k protokolování poruch a k jejich analýze
- paměť historie k chronologickému zaznamenávání nejdůležitějších provozních parametrů jedné kogenerační jednotky

tab. 11 Vybrané parametry KJ Buderus K 2876 MN

parametr	hodnota	jednotka
jmenovitý elektrický výkon	120	kW
jmenovitý tepelný výkon	200	kW
Příkon v palivu [kW]	350	kW
Elektrická účinnost	34,3	%
Tepelná účinnost	57,1	%
Celková účinnost	91,4	%
spotřeba plynu při 100% výkonu	56,7	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 75% výkonu	43,9	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 50% výkonu	32,2	Nm ³ /h

Cena kogenerační jednotky K 2876 MN činí 151 500,- EUR (3 805 680,- Kč).

9.4 Vyhodnocení výběrového řízení

Výše uvedené firmy působí na českém trhu řadu let a řadí se tak mezi spolehlivé partnery při výběru a dodávce kogeneračních jednotek. Jediná firma TEDOM, s.r.o. je původem česká společnost a zaujímá první místo na trhu kogeneračních jednotek. Firma Dagger CZ, s.r.o. má pozici na trhu ve srovnání s konkurenty ve výběrovém řízení nejslabší. Firma Bosch Termotechnika, s.r.o. má velký podíl na českém topenářském trhu a to hlavně díky tomu, že kogenerační jednotky nejsou jejím hlavním obchodním artiklem. Její činnost je soustředěna především na plynové a jiné kotle.

Hodnocení bylo provedeno na základě stanovených kritérií, která byla předmětem posouzení na základě nabídek jednotlivých firem (viz tab. 12). Jednotlivá kritéria byla hodnocena od 1 od 10 (1 – nejhorší, 10 – nejlepší)

tab. 12 Hodnocení KJ

Kritérium	váha	TEDOM	MOTORGAS	Buderus
Rozsah dodávky	0,15	8	7	6
Servis	0,20	9	8	7
Elektrická účinnost	0,15	8	7	7
Tepelná účinnost	0,10	6	7	8
Reference	0,20	9	7	5
Cena	0,20	7	8	4
Celkem	1,00	8	7,4	5,95

Na základě vyhodnocení výběrového řízení se jako neoptimálnější varianta jeví nabídka společnosti TEDOM, s.r.o. s kogenerační jednotkou TEDOM Cento T120 SP BIO v kontejnerovém provedení.

10. Technicko-ekonomické vyhodnocení návrhu

Cílem technicko-ekonomické studie by mělo být detailní rozpracování technických, ekonomických, finančních, manažerských aj. aspektů projektu. Studie by měla přinést informace, které jsou podstatné pro celkové vyhodnocení projektu, jež ústí do rozhodnutí o přijetí a realizaci projektu.

Z hlediska náplně by měla technicko-ekonomická studie projektu obsahovat následující části¹⁴:

- Analýza trhu a marketingová strategie
- Popis technologie a velikost výrobní jednotky
- Materiálové a energetické vstupy
- Umístění výrobní jednotky
- Pracovní síly (lidské zdroje)
- Organizace a řízení
- Finanční analýza a hodnocení

Dále je nutné analyzovat případná rizika a navrhnout plán realizace.

10.1 Analýza trhu a marketingová strategie

Trh z obnovitelnými zdroji energií je velmi specifickým segmentem trhu především proto, že produkt, tedy energie není klasickým výrobkem či službou. Produkt nelze nijak modifikovat či diverzifikovat a tedy získat tak konkurenční výhodu. Poptávka po energii stále roste a v případě, že nedojde k neočekávanému vývoji, jako je např. objevení nových, efektivnějších zdrojů energie, očekává se růst poptávky i nadále. Díky energetickému zákonu, ve smyslu povinnosti vykoupit energii vyrobenou z obnovitelného zdroje energie a tomu, že se v navrhované bioplynové stanici neplánuje komerční využití tepla, ale pouze využití tepla pro vlastní potřebu, nebude nutné podrobněji rozpracovávat. Další produktem, tedy spíše službou bude zpracování odpadů. Propagace služby bude prováděna formou inzerátů v místním tisku, rozeslání cenových nabídek likvidací se specifikací druhu odpadu

¹⁴ Fotr, J., Souček, I.: Podnikatelský záměr a investiční rozhodování, 1. vydání, Grada publishing Praha, ISBN: 80-247-0939-2, 33 s. (2005)

firmám v okolí, které se zabývají likvidací odpadů. Dále bude umístěna informační cedule s výčtem druhů likvidovaných odpadů u příjezdové cesty k obci Bílá.

10.2 Popis technologie a velikost výrobní jednotky

Technologie bioplynové stanice byla podrobně popsána v předešlé kapitole. Velikost výrobní jednotky, jakožto její výrobní kapacita je jedním ze základních parametrů projektu. Volbu velikosti výrobní jednotky ovlivňuje větší počet faktorů, z nichž některé mají charakter omezujících podmínek a vymezují tak určitý interval velikosti výrobní kapacity. Obecně totiž platí, že investiční náklady i mnohé provozní náklady a další náklady se nezvyšují úměrně s růstem velikosti výrobní kapacity, ale rostou pomaleji. Tím dochází k relativní úspoře nákladů, kdy náklady vztažené na jednotku produkce klesají. Jedná se o tzv. „úsporu z rozsahu“, kterou lze vyjádřit následujícím mocninným vztahem:

Úspora z rozsahu

$$N_2 = N_1 \times \left(\frac{K_2}{K_1} \right)^x \quad [10.1]$$

kde

N_2 jsou investiční náklady výrobní jednotky o velikosti K_2

N_1 jsou investiční náklady základní výrobní jednotky velikosti K_1

x je exponent charakterizující růst nákladů v závislosti na růstu výrobní kapacity

Hodnota exponentu x , specifikující výše uvedenou nákladovou závislost, je odlišná podle odvětví, resp. výrobního oboru, a pohybuje se obvykle v intervalu od 0,4 do 0,9.

V případě navrhované bioplynové technologie je denní produkce kejdy omezujícím faktorem ovlivňujícím volbu kapacity zařízení.

Velikost kogenerační jednotky bude dána výkonem bioplynové technologie. V našem případě se jedná o kogenerační jednotku firmy TEDOM, s.r.o., Cento T120 SP BIO v kontejnerovém provedení. S elektrickým výkonem 125 kW.

10.3 Materiálové a energetické vstupy

Základním materiálem pro fermentaci bude hovězí kejda vyprodukovaná živočišnou výrobou v místě realizace bioplynové technologie, která bude tvořit cca 78 % z celkového zpracovávaného množství. Dále to bude travní, popř. kukuřičná siláž (18 %) z rostlinné výroby a kuchyňské odpady (4%). Dostupnost kejdy a travní siláže je zajištěna přímo v objektu provozu navrhované bioplynové technologie. Energie nutná pro provoz bude pokryta z vlastní výroby.

10.4 Umístění výrobní jednotky

Bioplynová technologie bude umístěna, jak již bylo podrobněji uvedeno, v areálu provozu společnosti Agro bílá, a.s. v Libereckém kraji, poblíž města Český Dub. Kuchyňské odpady budou každý všední den sváženy z okolních jídelen při základních a středních školách a z provozu kulturního centra Babylon v Liberci. Dalším zdrojem odpadů budou smluvně zajištěné likvidace odpadů od firem působících v oblasti nakládání s odpady z okolí. Následující mapový výřez (viz obr. 13) zobrazuje uvažované zdroje kuchyňského odpadu. Modré terčičky označují základní a střední školy a modrý bod vyznačuje Centrum Babylon. Zelené pole vyznačuje vzdálenost od středu pole cca 15 km vzdušnou čarou.

obr. 13 Mapový výřez



10.5 Pracovní síla (lidské zdroje)

Úspěšná realizace a fungování projektu vyžaduje zajištění potřebných pracovních sil a vyhovující kvalifikací, dovednostmi a zkušenostmi. Jelikož se jedná o rozšíření už fungujícího podniku, není nutné zajišťovat pracovníky s vysokou kvalifikací do řídicích pozic.

V navrhované bioplynové technologii vzniknou dvě nové pracovní pozice. Jedná se o řidiče, který bude svážet kuchyňské odpady a pracovník, který bude obsluhovat samotný provoz bioplynové technologie.

tab. 13 Nově vzniklé pracovní pozice

Pracovní pozice	KZAM	Průměrná hrubá měsíční mzda v roce 2007 ¹⁵	Počet zaměstnanců
Řidič silničních motorových vozidel – nákladního automobilu	8324	20 597 Kč	1
Pomocný dělník na farmě	9211	13 807 Kč	1

10.6 Organizace a řízení

V případě rozsáhlejšího projektu je třeba řešit rozčlenění výrobní jednotky do jednotlivých útvarů, vymezit řídicí úrovně, jejich pravomoci a odpovědnosti. Vzhledem k rozsahu a povaze navrhované bioplynové technologie toto rozčlenění není nutné. Bioplynová technologie bude zřízena v rámci útvaru živočišné výroby.

10.7 Finanční analýza a hodnocení

Finanční analýza zaujímá v technicko-ekonomické studii projektu ústřední postavení, neboť poskytuje základní informace pro rozhodování o přijetí či zamítnutí projektu.

¹⁵ Dle www.MPSV.cz

10.8 Analýza nákladů a výnosů

Důležitým předpokladem pro ekonomickou efektivitu provozu navrhované bioplynové technologie je reálný odhad nákladů. Celkové náklady můžeme rozdělit na investiční a provozní, které dále dělíme na fixní a variabilní.

10.8.1 Investiční náklady

Jednotlivé položky investičních nákladů uvádí následující tabulka (tab. 14)

tab. 14 Investiční náklady

Položka nákladů		Cena
Hala (příjem odpadů, pasterizace)		1 000 000,00 Kč
Drtič kuchyňských odpadů		750 000,00 Kč
Drtič biomasy		600 000,00 Kč
Pastér	3 m ³	1 000 000,00 Kč
Potrubí pasterizační jednotky		200 000,00 Kč
Regulace pasterizační jednotky		400 000,00 Kč
Kogenerační jednotka	125 kW	2 659 500,00 Kč
Fermentor I + příslušenství	800 m ³	10 500 000,00 Kč
Fermentor II + příslušenství	1120 m ³	
Skladovací jímka		
Plynojem	600 m ³	750 000,00 Kč
Strojovna plynojemu		500 000,00 Kč
Ohřev kalu		500 000,00 Kč
Jímky (vstupní, homogenizační, předpasterizační)	2 m ³ , 50 m ³ , 3 m ³	680 000,00 Kč
Dopravník pásový s detektorem kovů		175 000,00 Kč
Dopravník šnekový		175 000,00 Kč
Plynový kotel		750 000,00 Kč
Vzduchotechnika, biofiltr		350 000,00 Kč
Separátor		600 000,00 Kč
Míchadla fermentoru I a II	3x vnější kruh, 1x vnitřní kruh	850 000,00 Kč
Stavební úpravy		750 000,00 Kč
Ostatní náklady		750 000,00 Kč
Projektová dokumentace		250 000,00 Kč
Přípojka elektrické energie		150 000,00 Kč
Způsobitelné výdaje		23 589 500,00 Kč
Celkové náklady		24 339 500,00 Kč

Celkové náklady na provoz navrhované bioplynové technologie (Kč.rok-1) tvoří dvě základní složky. A to náklady stálé (fixní) a náklady proměnné (variabilní).

$$N_c = N_f + N_v \quad [10.2]$$

10.8.2 Fixní náklady

Fixní náklady jsou součtem nákladů na amortizaci, mzdových nákladů a nákladů na údržbu a opravu.

$$N_f = N_a + N_m + N_{úo} + N_{rež} \quad [10.3]$$

Náklady na amortizaci

$$N_a = \frac{(1+u)^{T_z}}{(1+u)^{T_z} - 1} \times u \quad [10.4]$$

Mzdové náklady na jednoho zaměstnance

$$N_m = N_{hm} \times 0,34 \quad [10.5]$$

Náklady na režii

$$N_{rež} = (0,005 - 0,015) \times N_i \quad [10.6]$$

Náklady na údržbu a opravu

$$N_{úo} = (0,005 - 0,02) \times N_i \quad [10.7]$$

10.8.3 Variabilní náklady

Variabilní náklady tvoří především náklady spojené s pěstováním a dopravou substrátu (travní siláž) a provozem samotné bioplynové technologie. Skládají se z nákladů na palivo, nákladů na vodu, náklady na energie a náklady na provozně důležité hmoty.

Variabilní náklady

$$N_v = N_{pal} + N_{H_2O} + N_e + N_{pdh} \quad [10.8]$$

Náklady na palivo – tvoří náklady na výrobu (pěstování) travní siláže a její dopravu.

$$N_{pal} = N_{mat} + N_{dop} \quad [10.9]$$

Náklady spojené s pěstováním (údržbou) činí travní fytomasy (pastviny)¹⁶ činí 4787,- Kč.ha⁻¹ a budou zcela pokryty dotacemi, které jsou podrobněji uvedeny v kapitole „Dotace na provoz“. Jedinou složkou nákladů na materiál, tedy na pěstování (údržbu), budou náklady za pronájem pozemků. Dle informací poskytnutých společností Agro bílá, a.s. činí průměrné roční pronájmy pozemků 600,- Kč.ha.⁻¹

tab. 15 Provozní náklady

Fixní náklady	
Mzdové náklady	553 216,32 Kč
Náklady na režii	243 395,00 Kč
Náklady na opravu a údržbu	121 697,50 Kč
Variabilní náklady	
Náklady na materiál	282 000,00 Kč
Náklady na energii (3% z vyrobené)	99 371,25 Kč
Náklady na provozně důležité hmoty	75 000,00 Kč
Celkové roční provozní náklady	1 374 680,07 Kč

10.8.4 Výnosy

Hlavní výnosovou složkou jsou třeba za vyrobenou elektrickou energii dodanou do rozvodu veřejné elektrické sítě. Dále jsou to tržby za likvidaci odpadů (viz tab. 16). Cena likvidace kuchyňského odpadů byla stanovena na 3 Kč.kg⁻¹.

Celkové tržby

$$V_C = V_{el} + V_{lo} \quad [10.10]$$

¹⁶ Dle Normativů zemědělských výrobních technologií

tab. 16 Tržby

Tržby	
Tržby za prodej elektřiny	3 312 375,00 Kč
Tržby za likvidaci odpadů	1 200 000,00 Kč
Celkem	4 512 375,00 Kč

Cash Flow

$$CF = V_c - N_v - N_f \quad [10.11]$$

Čistá současná hodnota

$$NPV = \sum_0^t DCF = \sum_0^t \frac{CF}{(1-r)^t} \quad [10.12]$$

Ekonomická doba návratnosti investice

$$EDNi = \frac{I}{P_r - N_{pr}} \quad [10.13]$$

kde

I jsou investiční náklady

P_r jsou průměrné roční přínosy

N_{pr} průměrné roční náklady

Vnitřní výnosové procento (IRR)

$$NPV = \sum_0^t \frac{CF}{(1-r)^t} = 0 \quad IRR = r - 1 \quad [10.14]$$

tab. 17 Ekonomické ukazatele

Ekonomický ukazatel ¹⁷	Hodnota
Čistá současná hodnota	6 909 073,23 Kč
Ekonomická doba návratnosti investice	10,18 let
Vnitřní výnosové procento	7,5 %

10.8.5 Dotace na výstavbu

Pro navrhovanou bioplynovou technologii je možnost čerpání dotace nezbytnou součástí celkové ekonomiky provozu. Čerpat dotaci lze prostřednictvím

¹⁷ Ukazatelé jsou uvažovány v horizontu 10 let, při 5 % diskontní sazbě

programu rozvoje venkova ČR 2007 – 2013 (Opatření III.1.1.) v rámci působnosti Ministerstva zemědělství. Poskytovatel dotace je Státní zemědělský investiční fond.

Opatření navazuje na opatření 2.2. programu SAPARD a na opatření 2.1.5 operačního programu Rozvoj venkova a multifunkční zemědělství. Opatření navazuje na priority a cíle Koncepce agrární politiky ČR pro období po vstupu do EU a respektuje cíle Lisabonské strategie a Národního lisabonského programu (2005 – 2008, Národní program reformem ČR).

Podpora je zaměřená na diverzifikaci činností zemědělských subjektů směrem k nezemědělským činnostem zejména z oblasti odvětvové klasifikace ekonomických činností.

Dále je podpora zaměřena na výstavbu decentralizovaných zařízení pro zpracování a využití obnovitelných zdrojů energie s cílem energetické soběstačnosti venkova a naplnění závazků ČR k dosažení 8 % energie z obnovitelných zdrojů.

Přednostně je podporováno využití existujících budov a ploch a prosazování inovačních přístupů.

Cíle opatření

Cílem je posílení ekonomického potenciálu, zajištění podmínek pro kvalitní život, podpora zaměstnanosti.

Jedná se zejména a o následující aktivity:

- Různorodost zemědělských aktivit ve směru nezemědělské produkce, rozvoj nezemědělské produkce a podpora zaměstnanosti
- Různorodost venkovské ekonomiky
- Zlepšení kvality života ve venkovských oblastech a diverzifikace ekonomických aktivit

Podporované záměry

- diverzifikace činností nezemědělské povahy
- **výstavba a modernizace bioplynové stanice**
- výstavba a modernizace kotelen a výtopen na biomasu včetně kombinované výroby tepla a elektřiny
- výstavba a modernizace zařízení na výrobu tvarovaných biopaliv

Dotaci lze čerpat pouze na způsobilé výdaje, jakými jsou např. rekonstrukce a modernizace objektu, případně nová výstavba budov a ploch pro nezemědělskou činnost a rozvoj nezemědělské produkce (stavební materiál, stavební práce), připojení k technické infrastruktuře, úprava povrchů, nákup výrobních zařízení a technologií sloužících k diverzifikaci do nezemědělských činností, pořízení výpočetní techniky, vybavení provozovny (základní nábytek), projektová a technická dokumentace, nákup pozemků a staveb v souvislosti s projektem do 10 % ze způsobilých výdajů, ze kterých je stanovena dotace.

Podmínkou tohoto opatření je, že způsobilé výdaje ke spolufinancování musí vzniknout nebo být skutečně uhrazené nejdříve ke dni vystavení potvrzení o registraci žádosti od dotaci z Programu rozvoje venkova.

tab. 18 Maximální výše dotace

Region	Malý podnik		Střední podnik	
	2007 - 2010	2011 - 2013	2007 - 2010	2011 - 2013
Region Jihozápad	56%	50%	46%	40%
Ostatní regiony	60%	60%	50% ¹⁸	50%

10.8.6 Dotace na provoz

Dle poskytnutých údajů společnosti Agro bílá, a.s. je možné čerpat dotace na pěstování (údržbu) zeleně (pastvin). Jedná se především o následující dotace¹⁹.

Dotace SAPS

- Jednotná platba na plochu (Single Area Payment Scheme)
- Vztahuje se mimo jiné na Travní porost – stálé pastviny
- Sazba pro rok 2007 činí 2 500 – 3 000 Kč.ha⁻¹

Dotace LFA

- Vyrovňovací příspěvek na hospodaření v méně příznivých oblastech
- Pouze pro travní porosty vedené v LPIS (Land Parcel Identification System) dle zákona č. 252/1997 Sb.
- Výše dotace činí dle lokality 2 800 – 4 680 Kč.ha⁻¹

¹⁸ Maximální způsobilé výdaje, z kterých je stanovena dotace jsou v případě navrhované bioplynové stanice, jsou 75 mil. Kč na projekt.

¹⁹ Jednotlivé dotace lze mezi sebou sčítat.

Dotace AEO

- Dotace pro provádění AgroEnviromentálního Opatření
- Podporuje takovou zemědělskou výrobu, která je šetrná k životnímu prostředí a ve svém důsledku povede k jeho zlepšení.
- dotace vždy na období 5 let
- dotace poskytuje SZIF

10.9 Závěr technicko-ekonomického hodnocení

Cílem technicko-ekonomické studie bylo zjistit, zda je navrhovaná bioplynová technologie vhodnou investicí či nikoli. Technologické zařízení bude schopné zpracovat téměř 31 t materiálu za den. Z toho 1,1 t kuchyňských odpadů. Cena likvidace kuchyňských odpadů byla stanovena na 3,- Kč.kg⁻¹. Zdrojem odpadu budou jídelny a stravovny při ZŠ a SŠ (popř. SOU) v okolí a liberecké Centrum Babylon. Dalším zdrojem odpadů budou firmy zabývající se likvidací odpadů. Celkové investiční náklady činí 24 339 500,- Kč. Celkové roční tržby za zpracované odpady a vyrobenou elektřinu činí 4 512 375,- Kč. Celkové roční náklady na provoz činí 1 374 680,07 Kč. Na základě provedených výpočtů, bylo zjištěno, že doba návratnosti investice je 10,18 let a vnitřní výnosové procento 7,5 %. Značný vliv na celkovou ekonomickou efektivitu provozu mají dotace, které je možno čerpat jak v fázi výstavby tak ve fázi provozu. V provozu bioplynové technologie vzniknou dvě nová pracovní místa. Investici lze, dle vypočtených ukazatelů, hodnotit jako návratnou.

11. Doporučení pro praxi

Provoz bioplynové technologie vyžaduje precizní přístup především v počáteční fázi. Je naprosto nezbytné zajistit chemické rozbor substrátů, aby nedošlo k případnému zhroucení procesu anaerobní fermentace. Z počátku je vhodné použít pouze organické odpady z živočišné výroby a postupně přidávat siláž a odpady dokud se celý proces nestabilizuje.

Z technicko-ekonomické analýzy vyplývá, že doba návratnosti investice je 10,18 let. Dalším zdrojem příjmů by mohlo být využití přebytečného odpadního tepla, které vzniká provozem kogenerační jednotky. Teplota výfukových plynů, která se pohybuje okolo 500 °C nabízí značný potenciál využití. V praxi se běžně setkáváme s výstavbou sušiček dřeva v rámci provozu bioplynové technologie.

Dále je možné, díky pasterizační jednotce, zpracovávat řadu biologicky rozložitelných odpadů (komunální odpady).

12. Závěry a diskuze

Základním pilířem této práce je návrh technologického řešení bioplynové technologie s ohledem na okolnosti provázející její správnou funkčnost a ekonomickou rentabilitu.

Bioplynová stanice byla modelově navrhována na základě dispozic společnosti Agro bílá, a.s. a vycházela z informací, které byly společností poskytnuty v rámci řešení této práce. S ohledem na rozsah živočišné a rostlinné výroby a maximální přípustný, empiricky ověřený, podíl zpracovávaných kuchyňských odpadů byla kapacita denní zpracovávané produkce navržena na 30 tun (z toho 78 % kejda, 18 % travní siláž a 4 % kuchyňské odpady) při průměrném obsahu sušiny 9,8 %. Dle těchto hodnot byl navržen objem fermentorů, který činí 800 m³ pro fermentor I a 1120 m³ pro fermentor II. Z kapacitních důvodů byl zvolen tzv. systém fermentorů „kruh v kruhu“.

Předpokládaná denní produkce bioplynu, byla vypočtena na 1175 m³. Vzniklý bioplyn bude spalován v kogenerační jednotce TEDOM Cento T120 SP BIO v kontejnerovém provedení, která byla vybrána na základě provedeného výběrového řízení.

Dalším úkolem bylo ekonomické zhodnocení navrhované bioplynové technologie. Významným aspektem ekonomické rentability je možnost čerpat dotaci na výstavbu v rámci operačního programu „Rozvoj venkova 2007 – 2013“ prostřednictvím Ministerstva zemědělství. Výše dotace může dosáhnout až 50 % způsobilých výdajů. Z maximální možnou podporou je počítáno i v této práci. Při těchto podmínkách byla doba návratnosti investice vypočtena na 10,18 let a vnitřní výnosové procento (IRR) 7,5 % .

Projekt byl řešen s ohledem na nejnovější teoretické a praktické poznatky z oboru z české i zahraniční literatury a z poskytnutých informací jednotlivými výrobci a odborníky aktivně se podílejícími na trhu bioplynových technologií.

Obecně lze říci, že bioplynové technologie, ačkoli jsou známy již po dobu několika staletí, čeká zajímavá budoucnost a své místo mezi obnovitelnými zdroji budou mít vždycky. Ať už je to kvůli možnosti efektivně likvidovat (zneškodnit) odpady a to nejen zemědělského původu nebo možnost skladování vzniklého bioplynu. K rozvoji bioplynových technologií přispívá i Evropská energetická strategie (The EU Strategic Energy Review), která formuluje dlouhodobou vizi pro obnovitelné zdroje energie a stanovuje právně závazný cíl zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na 20 % do roku 2020.

Spalování a následná výroba elektrické a tepelné energie v kogenerační jednotce je v dnešní době nejefektivnějším využitím bioplynu. V dalších letech můžeme očekávat praktické využití v kogeneračních jednotkách např. Stirlingova motoru, který je nyní ve fázi výzkumu prováděného firmou TEDOM, s.r.o. a uvažuje o jeho komerčním využití v tzv. mikrokogeneracích.

V dlouhodobém časovém horizontu a při navýšení produkce bioplynu lze uvažovat jeho využití pro pohon motorových vozidel, či centrální distribuci čištěného bioplynu v sítích plynu zemního. Realizace je však v dnešní době z důvodu vysoké ceny technologií velice komplikovaná.

Použitá literatura

- BERVIDOVÁ, L., VANČUROVÁ, P. *Cvičení z ekonomiky podniků I*. 1. vydání. Praha: ČZU PEF, 2004. 118 s. Číslo publikace 637
- FOTR, J., SOUČEK, I.: *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. 1. vydání, Praha: Grada publishing a.s., 2005. 356 s. ISBN: 80-247-0939-2
- KÁRA, J. *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. 1. vydání. Praha: VÚZT, v.v.i., 2007. 117 s. ISBN 978-80-86884-28-8
- MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J. *Energie z biomasy*. 1. vydání. Brno: ERA group s.r.o., 2006. 96 s. ISBN 80-7366-071-7
- NĚMEC, V. *Projektový management*. 1. vydání. Praha: Grada publishing, a.s., 2002. 184 s. ISBN 80-247-0392-0
- PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P.: *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004. 288 s. ISBN 80-86534-06-5
- SCHULZ, H., EDER, B.: *Bioplyn v praxi*. 1. české vydání, Ostrava-Plesná: HEL, 2004. 168s. ISBN 80-86167-21-6
- STRAKA, F.: *Bioplyn*. II. Rozšířené a doplněné vydání. Praha: GAS s.r.o., 2006. 706 s. ISBN 80-7328-090-6
- Czech RE Agency | Evropská unie a OZE [online]
URL: < <http://www.czrea.org/cs/evropska-unie-a-oze>>
- Slovenské elektrárne, a.s | Obnovitelné zdroje energie [online]
URL: < <http://www.seas.sk/encyklopedia/obnovitelne-zdroje-energie>>
- Slovník | Soveko [online]
URL: < <http://www.soveko.cz/web/slovník/default.aspx>>
- Trigenerace | Tedom, s.r.o. [online]
URL: < http://kogenerace.tedom.cz/o_trigeneraci.html>

Internetové stránky

1. www.env.cz
2. www.mze.cz
3. www.mpsv.cz
4. www.mpo.cz
5. www.businessinfo.cz
6. www.biom.cz
7. www.tedom.cz
8. www.tzb-info.cz
9. www.motorgas.cz
10. www.vuzt.cz
11. www.bioplyn.cz
12. www.agrikomp.cz
13. www.tenza.cz
14. www.biogas-nord.de

Seznam grafů

graf 1 Podíly jednotlivých OZE na výrobě elektřiny v ČR.....	12
graf 2 Podíly OZE ve vybraných zemích EU.....	14
graf 3 Průběh produkce bioplynu.....	40
graf 4 Kumulativní produkce bioplynu (keřda + potravinové zbytky)	45

Seznam obrázků

obr. 1 Podíly zdrojů energie ve světě	10
obr. 2 Horizontální fermentor	19
obr. 3 Vertikální fermentor	19
obr. 4 Fáze anaerobního procesu.....	23
obr. 5 Umístění bioplynové stanice.....	30
obr. 6 Šnekový dopravník	32
obr. 7 Detektor kovů	33
obr. 8 Drtič bioodpadů	33
obr. 9 Pastér (se dvěma míchadly)	35
obr. 10 Ultrazvukové čidlo.....	40
obr. 11 Situační plán umístění technologie	41
obr. 12 Šnekový separátor.....	42
obr. 13 Mapový výřez	56

Seznam tabulek

tab. 1 Právní normy	2
tab. 2 Směrnice EU	3
tab. 3 Technické normy.....	3
tab. 4 Cenové rozhodnutí ERÚ	7
tab. 5 Poměr C:N u vybraných materiálů.....	26
tab. 6 Složení bioplynu.....	28
tab. 7 Vstupní materiály	31
tab. 8 Výsledky	39
tab. 9 Vybrané parametry KJ TEDOM T120 SP BIO	47
tab. 10 Vybrané parametry KJ MOTORGAS STRATOS MGM 125	49
tab. 11 Vybrané parametry KJ Buderus K 2876 MN.....	52
tab. 12 Hodnocení KJ.....	53
tab. 13 Nově vzniklé pracovní pozice.....	57
tab. 14 Investiční náklady	58
tab. 15 Provozní náklady.....	60
tab. 16 Tržby	61
tab. 17 Ekonomické ukazatele.....	61
tab. 18 Maximální výše dotace.....	63

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výpočet Cash Flow

Příloha č. 2 – Dokumentace KJ Cento 120 SP BIO firmy TEDOM, s.r.o. Třebíč

Příloha I

Výpočet Cash Flow

Počet stran: 1

Rok	0	1	2	4	6	8	10	14	20
Počáteční stav	2 500 000,00 Kč	-	-	-	-	-	-	-	-
Úvěr	12 544 750,00 Kč	-	-	-	-	-	-	-	-
Příjmy	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dotace (50%)	11 794 750,00 Kč	-	-	-	-	-	-	-	-
Prodej elektřiny	-	3 312 375,00 Kč	3 446 194,95 Kč	3 585 421,23 Kč	3 730 272,24 Kč	3 880 975,24 Kč	4 037 766,64 Kč	4 370 608,47 Kč	4 922 015,01 Kč
Likvidace odpadů	-	1 200 000,00 Kč	1 248 480,00 Kč	1 298 918,59 Kč	1 351 394,90 Kč	1 405 991,26 Kč	1 462 793,30 Kč	1 583 374,52 Kč	1 783 136,88 Kč
Celkem	26 839 500,00 Kč	4 512 375,00 Kč	4 694 674,95 Kč	4 884 339,82 Kč	5 081 667,15 Kč	5 286 966,50 Kč	5 500 559,95 Kč	5 953 982,98 Kč	6 705 151,88 Kč
Výdaje	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Požizované náklady	24 339 500,00 Kč	-	-	-	-	-	-	-	-
Roční náklady na provoz	-	1 374 680,07 Kč	1 430 217,14 Kč	1 487 997,92 Kč	1 548 113,03 Kč	1 610 656,80 Kč	1 675 727,33 Kč	1 813 861,16 Kč	2 042 702,27 Kč
Celkem	24 339 500,00 Kč	1 374 680,07 Kč	1 430 217,14 Kč	1 487 997,92 Kč	1 548 113,03 Kč	1 610 656,80 Kč	1 675 727,33 Kč	1 813 861,16 Kč	2 042 702,27 Kč
<i>CF I</i>	2 500 000,00 Kč	3 137 694,93 Kč	3 264 457,81 Kč	3 396 341,90 Kč	3 533 554,11 Kč	3 676 309,70 Kč	3 824 832,61 Kč	4 140 121,83 Kč	4 662 449,61 Kč
Cizí kapitál	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anuitní splátky	-	1 718 329,09 Kč	1 718 329,09 Kč	1 718 329,09 Kč	1 718 329,09 Kč	1 718 329,09 Kč	1 718 329,09 Kč	-	-
Úroky	-	884 606,25 Kč	822 077,04 Kč	682 597,81 Kč	521 412,13 Kč	335 141,93 Kč	119 883,43 Kč	-	-
<i>CF II</i>	-	2 253 088,68 Kč	2 442 380,77 Kč	2 713 744,09 Kč	3 012 141,98 Kč	3 341 167,77 Kč	3 704 949,19 Kč	4 140 121,83 Kč	4 662 449,61 Kč
Odpisy	-	540 907,50 Kč	540 907,50 Kč	540 907,50 Kč	540 907,50 Kč	540 907,50 Kč	540 907,50 Kč	540 907,50 Kč	540 907,50 Kč
Hrubý zisk	-	1 712 181,18 Kč	1 901 473,27 Kč	2 172 836,59 Kč	2 471 234,48 Kč	2 800 260,27 Kč	3 164 041,69 Kč	3 599 214,33 Kč	4 121 542,11 Kč
Základ daně	-	1 712 181,18 Kč	1 901 473,27 Kč	2 172 836,59 Kč	2 471 234,48 Kč	2 800 260,27 Kč	3 164 041,69 Kč	3 599 214,33 Kč	4 121 542,11 Kč
Daň (22%)	-	376 679,86 Kč	418 324,12 Kč	478 024,05 Kč	543 671,59 Kč	616 057,26 Kč	696 089,17 Kč	791 827,15 Kč	906 739,26 Kč
Čistý zisk	-	1 335 501,32 Kč	1 483 149,15 Kč	1 694 812,54 Kč	1 927 562,90 Kč	2 184 203,01 Kč	2 467 952,52 Kč	2 807 387,17 Kč	3 214 802,85 Kč
<i>CF III</i>	2 500 000,00 Kč	1 876 408,82 Kč	2 024 056,65 Kč	2 235 720,04 Kč	2 468 470,40 Kč	2 725 110,51 Kč	3 008 860,02 Kč	3 348 294,67 Kč	3 755 710,35 Kč
<i>CF IV</i>	-	4 376 408,82 Kč	6 400 465,47 Kč	8 636 185,51 Kč	11 104 655,91 Kč	13 829 766,42 Kč	16 838 626,43 Kč	23 409 818,32 Kč	34 258 779,30 Kč

Příloha II

Dokumentace KJ Cento 120 SP BIO firmy TEDOM, s.r.o. Třebíč

Počet stran: 5

Základní charakteristika

Kogenerační jednotky TEDOM řady Cento se řadí mezi stroje středních a vyšších výkonů na bázi plynových motorů, které vycházejí ze vznětových vozidlových motorů. Tvoří řadu výkonů v rozsahu od 40 do 300kW_a. Uspořádání kogenerační jednotky dle této technické specifikace je v kontejnerovém provedení, které obsahuje soustrojí motor-generátor, kompletní tepelné zařízení jednotky včetně tlumiče výfuku a elektrického rozváděče (řídícího a silového). Kogenerační jednotka dle této technické specifikace je určena pro provozování na palivo bioplyn, pro venkovní provoz, se synchronním generátorem, určená pro paralelní provoz se sítí o napětí 400V, pro teplotní okruhy 90/70°C a plní emisní limity dle nařízení vlády č. 352 z 3.7. 2002.

Základní technické údaje

jmenovitý elektrický výkon	125	kW
maximální tepelný výkon sek. okruhu	163	kW
příkon v palivu	341	kW
účinnost elektrická	36,7	%
účinnost tepelná	47,9	%
účinnost celková (využití paliva)	84,6	%
spotřeba plynu při 100% výkonu	52,5	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 75% výkonu	41,2	Nm ³ /h
spotřeba plynu při 50% výkonu	34,8	Nm ³ /h

Základní technické údaje jsou platné pro standardní podmínky dle dokumentu „Platnost technických údajů“ a dokumentu „Technická instrukce - plyná paliva“

Požadovaný min. trvalý elektrický výkon je 50% jmenovitého výkonu

Spotřeba plynu je uvedena pro bioplyn s obsahem metanu 65%, při normálních podmínkách (0°C, 101,325 kPa).

Motor

K pohonu jednotky je použit plynový spalovací motor TB 132 GV TX 86, výrobek firmy TEDOM s.r.o.

počet válců	6	kompresní poměr	11 : 1
uspořádání válců	v řadě	pracovní otáčky	1500 min ⁻¹
vrtání × zdvih	130 × 150 mm	spotřeba oleje normal/max	0,3/0,7 g/kWh
zdvihový objem	11940 cm ³	max. výkon motoru	133 kW

Generátor

Zdrojem elektrické energie je jednoložiskový synchronní generátor ECP 34-2L/4, výrobek firmy Mecc alte spa, Itálie, se základními parametry dle uvedeného přehledu.

výkon generátoru	150/120	kVA/kW	napětí	400	V
cos φ	0,8/1	-	frekvence	50	Hz
účinnost v pracovním bodě	95,5	%	jmenovitá otáčky	1500	min ⁻¹
zapojení statorového vinutí	do hvězdy		krytí	IP 21	
max. pracovní teplota	40	°C			

Tepelný systém

Tepelný systém kogenerační jednotky je z hlediska odběru tepelného výkonu tvořen sekundárním okruhem, kterým je zajištěno vyvedení tepelného výkonu jednotky (získaného chlazením spalovacího motoru a spalín) do topného systému uživatele, nebo je mařen chladicí jednotkou (pokud je produkce tepla nežádoucí). Standardně okruh pracuje s teplotami vratné vody od 65 do 70°C. Dodržení nejvyšší teploty 70°C je bezpodmínečně nutné pro bezporuchový chod jednotky. Okruh není vybaven oběhovým čerpadlem.

Parametry sekundárního okruhu jednotky:

tepelný výkon okruhu	163	kW
jmenovitá teplota kapaliny vstup / výstup	70/90	°C
teplota vratné vody min / max	65/70	°C
jmenovitý průtok	2,2 ¹⁾	kg/s
tlaková ztráta při jm. průtoku	30	kPa
max. prac. přetlak	600	kPa
hydraulický objem okruhu v kogenerační jednotce	60	l
jmenovitý teplotní spád	20	K

¹⁾ průtok vztážen k médiu etylen-glykol koncentrace 35 % ve vodním roztoku

Není-li žádoucí využívat tepelný výkon okruhu, je tepelný výkon sek. okruhu odváděn chladicí jednotkou pro nouzové chlazení (výměník voda-vzduch).

Palivo, přívod plynu

Technické parametry uvedené v této specifikaci jsou platné pro bioplyn skupiny č.1 o dále uvedených vlastnostech.

obsah metanu (výhřevnost 23,4 MJ/Nm ³)	65	%
tlak plynu	2 ÷ 10	kPa
max. změna tlaku plynu při změnách spotřeby	10	%
max. teplota plynu	30	°C

Ostatní mezní parametry bioplynu omezující jeho použitelnost jsou uvedeny ve skupině č.1 dokumentu „Technická instrukce – Plyná paliva“.

Plynová trasa kogenerační jednotky je sestavena v souladu s TPG G 811 01 a obsahuje čistič plynu, sestavu dvou nezávislých rychlouzavíracích elektromagnetických ventilů s odvodušněním mezikusy pro uzavření přívodu plynu při vypnutí jednotky, nulový regulátor tlaku plynu a kovovou hadici pro připojení ke směšovači spalovacího motoru. Pro správný provoz jednotky je požadována plynová přípojka o patřičné dimenzi s přiměřeným akumulačním objemem, aby nedošlo k poklesu tlaku plynu v rozvodu v době skokového odběru plynu, zakončená ručním plynovým uzávěrem a opatřená tlakoměrem. Dále je nutné vhodným způsobem realizovat odvětrání mezikusy elektromagnetických ventilů

Spalovací a ventilační vzduch

Nevyužitelné teplo (vysálané z horkých částí) je z prostoru kontejneru odváděno ventilačním vzduchem, který do kog. jednotky vstupuje otvory ve stěně kontejneru a kontejnerovou skříň opouští v protilehlém prostoru. Proudění ventilačního vzduchu zajišťuje ventilátor uvnitř kontejnerové skříně. Vstupní i výstupní otvor ventilace je opatřen protidešťovou žaluzií. Část vzduchu je uvnitř kontejnerové skříně oddělována od ventilačního vzduchu a použita jako spalovací vzduch.

nevyužitelné teplo odvedené ventilačním vzduchem	23	kW
množství spalovacího vzduchu	553	Nm ³ /h
jm. množství ventilačního vzduchu	5500	Nm ³ /h
teplota venkovního vzduchu min / max	-20/35	°C

Pro teplotu vnitřního prostoru kontejnerové skříně jsou instalována elektrická topná tělesa. Ta umožní během odstávky kogenerační jednotky v období topné sezóny temperovat vnitřní prostor kontejnerové skříně a zajistit tak teplotu v kontejnerové skříně potřebnou pro start motorgenerátoru. Topná tělesa jsou navržena pro tepoty výše uvedené tabulky.

Odvod spalin

Spaliny vystupují z kogenerační jednotky výstupním spalinovodem napojeným na výstupní přírubu tlumiče výfuku. Tlumič výfuk je umístěn na střeše kontejneru. Spaliny je možné dle potřeby odvést do vhodného komínu spalinovodem, nebo mohou přímo vystupovat do venkovního prostředí. Navazující spalinovod (pokud je použit) musí být spádován směrem od KJ. Při použití spalinovodu nesmí být maximální tlaková ztráta celého spalinovodu od příruby jednotky větší než 20 mbar.

množství spalin	606	Nm ³ /h
teplota spalin jmen / max	150/180	°C

Náplně

množství mazacího oleje v motoru	55	l
objem olejové nádrže pro doplňování	42	l
množství chladicí kapaliny v primárním okruhu	145	l

Topná voda pro náplň sekundárního okruhu musí být upravená, její složení musí odpovídat dokumentu „Technická instrukce – vodní okruhy“. V případě odstavení KJ v období topné sezóny nutno chránit proti zamrznutí vnější části okruhu.

Hlukové parametry

Hlukové parametry udávají úroveň akustického tlaku, měřenou ve volném zvukovém poli. Stanovení měřicích míst a způsob vyhodnocení odpovídá ČSN 09 0862.

kog. jednotka ve vzdálenosti 10 m od povrchu kont. skříně	72*	dB(A)
---	-----	-------

*hluk vztažen pro provoz motorgenerátoru a chladicí jednotky

Barevné provedení

motor, generátor, vnitřní části jednotky	RAL 7035	(šedá)
kontejner	RAL 5012	(modrá)

Rozměry a hmotnosti jednotky

délka	5050	mm
šířka celková / transportní	4000 / 2450	mm
výška celková / transportní	5100 / 2700	mm
přepravní hmotnost modulu KJ	5710	kg
přepravní hmotnost ostatních dílů	cca 750	kg
provozní hmotnost celé KJ	6660	kg

Navazující podklady:

- rozměrový náčrt: KJ Cento T120,
- obecně závazné podklady dle dokumentu „Přehled platných tech. specifikací“

Rozsah dodávky

standardní

- kontejnerové provedení kogenerační jednotky vč. chladicí jednotky sek. okruhu

mimo standardní rozsah

- přídatný tlumič výfuku

