

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
INSTITUT TROPICKÉHO A SUBTROPICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ

**BIOPLYNOVÁ STANICIE VE VIETNAMU (VYUŽITÍ, CHARAKTERISTIKA,
VÝHODY)**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Mazancová
Autor práce: Ondřej Kubín

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „ Bioplynová stanice ve Vietnamu (využití, charakteristika, výhody)“ vypracoval samostatně a citoval jen zdrojů uvedených v seznamu literatury.

V Praze dne

Podpis.....

Anotace

Zvyšující se celosvětová poptávka po energii a fakt, že nám pomalu ale jistě docházejí (a úměrně tomuto faktu se zvyšuje i jejich cena) vyčerpatelné zdroje této energie (černé a hnědé uhlí, ropa, zemní plyn, atd.) nás nutí zamýšlet se nad ostatními – alternativními a nejlépe obnovitelnými energetickými zdroji.

Jednou z možných alternativ jsou bioplynové stanice. Lze je využívat při zpracování cíleně pěstované biomasy, ale také na zpracování rostlinných a živočišných odpadů vznikajících v zemědělství nebo v potravinářském průmyslu. Navíc jsou k životnímu prostředí šetrnější než konvenční zdroje energie.

Práce je zaměřena na seznámení s využitím anaerobní digesce a výrobou bioplynu, jako jednoho z alternativních zdrojů energie, ve Vietnamu. Dále práce uvádí na jaké úrovni se zpracování fytohmasy a bioodpadů nachází, zda a jak je případně podporována místní vládou, legislativou a jaký má potenciál. Při vyhledávání se autor zaměřil na následující klíčová slova: biogas, biomass, biogas AND Vietnam, energy AND Vietnam. Klíčová slova byla zvolena v anglickém jazyce, čímž se podpořila příležitost získat cenná data ze zahraniční literatury.

Bioplynové stanice ve Vietnamu zvyšují životní úroveň obyvatel na venkově a zároveň přispívají ke zlepšení životního prostředí. Pro další rozvoj bioplynových stanic ve Vietnamu bude klíčové širší zapojení a podpora místní vlády.

Annotation

Increasing worldwide demand of energy and the fact, that we're slowly running out of (and thanks to that equally raising price) conventional sources of this energy (black and brown coal, oil, gas, etc.) force us to think about other forms of energy – alternative and better renewable resources of energy.

One of these options are biogas stations. It is possible to use cultivated biomass, but agriculture and food industry wastes as well. Further more they cause less pollution than conventional sources of energy.

The bachelor thesis is focused on familiarize with anaerobic digestion and biogas production, as one of the renewable sources of energy, in Vietnam. Next the thesis introduces a level of fytomass and biomass process, if and how that is supported by government, legislative and its potencial. The author aimed on the key words such as: biogas, biomass, biogas AND Vietnam, energy AND Vietnam. The key words were searching in English language to increase possibility of getting valuable information from foreign literature.

Biogas stations in Vietnam are increasing a standart of life in rural areas and are protective to environment. It is essential to get a support from government for further development.

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Janě Mazancové za všechny užitečné připomínky a čas, který mi věnovala. A také za trpělivost, kterou se mnou měla. Také bych rád poděkoval Doc. Ing. Vladimíru Kreploví, CSc. za jeho ochotu a vstřícnost při výběru tohoto tématu.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| 1. Úvod | 10 |
| 2. Obecná charakteristika Vietnamu | 11 |
| 2.1. Geografická fakta | 11 |
| 2.2. Obyvatelstvo | 13 |
| 2.3. Stručná charakteristika politického systému | 14 |
| 2.4. Ekonomické údaje | 14 |
| 2.5. Průmysl | 16 |
| 2.6. Zemědělství | 17 |
| 3. Základní poznatky o bioplynu | 20 |
| 3.1. Jak vzniká bioplyn | 20 |
| 3.1.1. Anaerobní fermentace | 22 |
| 3.2. Materiály vhodné k produkci bioplynu | 25 |
| 3.2.1. Obecná charakteristika materiálu vhodného pro anaerobní fermentaci | 26 |
| 3.3. Vlastnosti a složení bioplynu | 27 |
| 3.4. Zpracování a skladování | 29 |
| 3.5. Využití | 31 |
| 4. Anaerobní fermentor | 34 |
| 4.1. Historie využití bioplynu a vzniku anaerobních fermentorů | 34 |
| 4.2. Zařízení na výrobu bioplynu | 35 |
| 4.3. Reaktor | 39 |
| 4.3.1. Typy reaktorů | 40 |
| 4.4. Zpracování a využívání zfermentovaného substrátu po výrobě bioplynu | 42 |
| 5. Cíl práce a metodika | 43 |
| 6. Energie ve Vietnamu | 44 |
| 6.1. Využitelnost biomasy na venkově | 45 |
| 6.2. Nejčastější typy reaktorů ve Vietnamu | 46 |
| 6.2.1. Polyethylenový digestor | 47 |
| 6.2.2. Digestory postavené z cihel a cementu | 47 |
| 6.2.3. Čínský model reaktoru | 48 |
| 6.2.4. Reaktor s plovoucím stropem | 49 |
| 6.3. Problémy s implementací a provozem bioplynových stanic | 50 |
| 6.4. Výhody spojené s anaerobní digescí | 50 |
| 6.5. Využití digestátu | 51 |
| 6.6. Socioekonomický dopad na obyvatele | 52 |
| 7. Diskuse | 53 |
| 8. Závěr | 55 |
| 9. Literatura | 56 |

Seznam použitých zkratk

EU – Evropská Unie

FAO – Food and Agriculture Organization

HDP – Hrubý domácí produkt

OSN – Organizace Spojených Národů

UNDP – United Nation Development Program

USD – Americký dolar

Seznam grafických prací

Seznam grafů

Graf 1. Průměrný růst zemědělské výroby ve Vietnamu

Seznam obrázků

Obr.1. Vlajka Vietnamu

Obr.2. Mapa Vietnamu

Obr.3. Čtyřfázový model anaerobní konverze

Obr.4. Jednostupňový systém (A) a s fermentačním kanálem (B)

Obr.5. Dvoustupňový systém

Obr.6. Jednoduché reaktory

Obr.7. Horizontální bioreaktor

Obr.8. Kovový bioreaktor s odděleným balonovým plynojemem

Obr.9. Čínský model reaktoru

Obr.10. Reaktor s plovoucím stropem

1.Úvod

Zvyšující se celosvětová poptávka po energii a fakt, že nám pomalu ale jistě docházejí (a úměrně tomuto faktu se zvyšuje i jejich cena) vyčerpatelné zdroje této energie (černé a hnědé uhlí, ropa, zemní plyn, atd.) nás nutí zamýšlet se nad ostatními – alternativními a nejlépe obnovitelnými energetickými zdroji.

V dnešní době již tedy není nic neobvyklého jako využívání energie slunce skrze fotovoltaické články, geotermální energie, větrného potenciálu či energii mořských vln. Avšak sluneční energii umíme využít i jinak než skrze drahé fotovoltaické články – díky přeměně biomasy v bioplynových stanicích.

Bioplynové stanice mají nedozírný potenciál. Lze je využívat při zpracování cíleně pěstované biomasy, ale také na zpracování rostlinných a živočišných odpadů vznikajících v zemědělství nebo v potravinářském průmyslu.

Provoz bioplynových stanic je tudíž velmi ekonomický a šetrný k životnímu prostředí. A nejenom to, na stavbu bioplynové stanice je možné použít nejnovější high-tech sofistikované technologie, ale i velice jednoduché až primitivní stavební materiály (samozřejmě se pak projeví rozdíl v kvalitě zpracování biomasy a produkovaného bioplynu, popřípadě nežádoucího zápachu kolem bioplynové stanice, ale svůj účel splní).

Z těchto důvodů jsou do přeměny biomasy na energii vkládány velké naděje a ve světě si získává více a více příznivců.

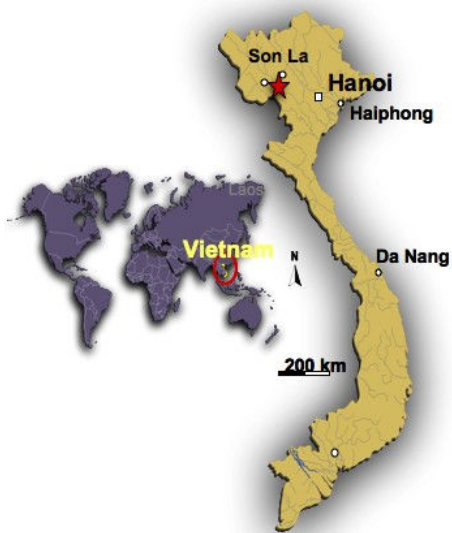
2. Obecná charakteristika Vietnamu

Obr.1 Vlajka Vietnamu



Oficiální název: Vietnamská socialistická republika

Obr.2 Mapa Vietnamu



2.1. Geografická fakta

Hlavní město: Hanoj (Ha Noi)

Rozloha (v km²): 329566 (CIA, 2006)

Geografická poloha: jihovýchodní Asie, 18°00'SŠ, 107°00'VD (CIA, 2006)

Členění: 58 provincií (CIA, 2006)

Klima

Podnebí ve Vietnamu se liší podle geografické polohy, není neobvyklá situace, kdy se teploty na severu v horách blíží k bodu mrazu a na jihu dosahují až 40°C. Vietnamské podnebí ovlivňuje monzunové proudění. Zimní monzun přichází ze severovýchodu a působí od října do března - na sever země přináší studenou vlhkou zimu, na jihu je v té době sucho a teplo. V dubnu a květnu se situace mění – severozápadní monzun přináší do celé země teplé a vlhké počasí (s výjimkou hor na severu země). V létě je období dešťů, ale jsou tu i nejvyšší teploty; jednou za pár dní přijde tropický déšť, který trvá asi půl hodiny a přinese velké množství vody. Brzy se ale vyjasní a za dvě hodiny není po dešti ani památka. Zimní měsíce jsou sice velmi vlhké, ale neprší, bývá chladno a větrno. Jiná situace je v horách, tam se počasí asi nejvíce blíží našemu - noci jsou velmi chladné, ale ve dne je teplo.(FAO, 2005)

Na tropickém jihu jsou dvě období: období dešťů (květen – listopad, nejdešivějšími měsíci jsou červen až srpen) a období sucha (prosinec – duben). Největší horko a dusno bývá od konce února do května. Ve středním Vietnamu prší od prosince do února, sucho bývá od května do října. V horských oblastech je podstatně chladněji než v nížinách a teploty zde mohou v zimě klesnout až k nule. Severní část země spadá do subtropů a má dvě období: chladnou a vlhkou zimu (listopad – duben) a horké léto (květen – říjen). V období od července do listopadu se zde mohou vyskytovat tajfuny zasahující až do středního Vietnamu.
(FAO, 2005)

2.2. Obyvatelstvo

Počet obyvatel:

84,11 miliónu (13. nejlidnatější země světa) (CIA, 2006)

Úřední jazyk a ostatní nejčastěji používané jazyky

Úředním jazykem je vietnamština, nejrozšířenějšími používanými cizími jazyky angličtina, čínština (kantonská a mandarínská), ruština a francouzština (převážně starší generace). (CIA, 2006)

Hustota osídlení: (CIA,2006)

- 252,4 obyv./km² (jedna z nejvyšších ve světě v zemích s převažujícím zemědělstvím)
- v deltě Rudé řeky až 1218 obyv./km²
- v deltě Mekongu 435 obyv./km²
- v horských oblastech kolem 50–120 obyv./km²

Podíl městského a venkovského obyvatelstva:

27,1 % (22,82 mil.) a 72,9 % (61,29 mil.) (CIA, 2006)

Národnostní složení

86 % populace tvoří etničtí Vietnamci (národnost Kinh), soustředění zejména v deltách hlavních vodních toků a pobřežních rovinnatých oblastech, 12 % etničtí Číňané. Zbytek populace tvoří Khmerové (kolem 700 000 žijící v jihozápadní deltě Mekongu), Čamové (kolem 60 000 žijící převážně podél pobřeží mezi Nha Trang a Phan Thiet a v provincii An Giang v deltě Mekongu) a dalších 60 národnostně-jazykových menšin soustředěných zejména v horských oblastech. (FAO, 1999)

Náboženské složení

Buddhismus (převládá mahájánový buddhismus, cca 50 % obyvatel); katolicismus (7–8 miliónů, přibližně 10 % populace, po Filipínách nejvyšší poměr z asijských zemí); protestantismus (asi 200 tis. věřících v oblastech Centrální vrchoviny); islám (přibližně 0,5 % populace, převážně etničtí Khmerové a Čamové); hinduismus (zbytky indické komunity v Ho Či Minově Městě); sekta Cao Dai (přibližně 2 mil. věřících) a sekta Hoa Hao (buddhistická, předpokládá se asi 1,5 mil. věřících). (FAO, 1999)

2.3. Stručná charakteristika politického systému

Unitární republika s monostranickým politickým systémem. Vedoucí silou ve státě a společnosti je podle Ústavy Komunistická strana Vietnamu (KSV). Jiné politické strany v zemi neexistují. (IHned, 2007)

Hlava státu (jméno, kompetence)

Nguyen Minh Triet, prezident (zvolen v červnu 2006), Nguyen Thi Doan, viceprezidentka (zvolena v červenci 2007). Prezident jmenuje a odvolává členy vlády, je vrchním velitelem ozbrojených sil země, podepisuje zákony, jmenuje velvyslance, generály a admirály ozbrojených sil. Je volen z řad poslanců Národního shromáždění na období 5 let. (IHned, 2007)

2.4. Ekonomické údaje

Základní makroekonomické ukazatele za posledních 5 let

V r. 2007 rostla vietnamská ekonomika nadále vysokým tempem. V 1. pololetí činil podle oficiálních vietnamských statistik **růst HDP 7,87 %** (z toho v I. čtvrtletí byl růst 7,69 % a ve II. čtvrtletí dokonce 8 %), což je nejvíce od r. 2001, zejména díky růstu průmyslu, výstavby a služeb. Průmysl se na tomto růstu podílel 40,5 %, služby 38,8 % a zemědělství, lesnictví a

rybářství 20,7 %. Státní příjmy vzrostly v 1. pololetí o 14,5 % a dosáhly 46,1 % celoročního odhadu, z toho domácí příjmy činily 24,9 %, příjmy z těžby ropy 13,4 %, příjmy z obchodu 27,1 % a příjmy ze zahraniční pomoci 16,2 %. Státní výdaje vzrostly meziročně o 18,7 % a dosáhly 45,8 % celoročního odhadu. Deficit státního rozpočtu v 1. pololetí činil 46,8 % celoročního odhadu. (Světová Banka, 2006)

Průmysl a stavebnictví zaznamenaly za 8 měsíců r. 2007 tempo růstu 17,1 % (16,7 % v r. 2006). Hodnota průmyslové produkce stoupla vůči předchozímu roku o 18,9 %, z toho růst ve státním sektoru činil 10,2 %, v nestátním sektoru 20,5 % a v sektoru zahraničních investic 18,6 %. (Světová Banka, 2006)

Zemědělství, lesnictví a rybářství v 1. pololetí 2007 vzrostly o 2,67 % vůči stejnému období r. 2006, z toho zemědělství o 1,7 %, lesnictví o 1,2 % a rybářství o 9,3 %. (Světová Banka, 2006)

V sektoru **služeb** došlo v 1. pololetí 2007 k meziročnímu růstu 8,4 % (7,7 % v r. 2006). Ve struktuře HDP zaujímají služby druhou pozici za průmyslem a před zemědělstvím. (Světová Banka, 2006)

Zahraniční investice v r. 2007 dále rostly. Celková hodnota nově schválených zahraničních investic v 814 projektech za 7 měsíců 2007 činila 7,1 mld. USD. Investovaný kapitál představoval 2,71 mld. USD. Spolu s 247 schválenými projekty z předchozích let v hodnotě 1,22 mld. USD dosáhla celková výše zahraničních investic 8,32 mld. USD. (Světová Banka, 2006)

Ve Vietnamu bylo dosud realizováno 7 736 investičních projektů s celkovým investovaným kapitálem 70,5 mld. USD, z nichž 5 984 projektů představují stoprocentní zahraniční investice. (Světová Banka, 2006)

Export za 8 měsíců r. 2007 zaznamenal ve srovnání se stejným loňským obdobím růst 19,3 % a dosáhl zatím rekordní výše 31,2 mld. USD. Hlavními exportními komoditami (hodnota vývozu nad 1 mld. USD) jsou ropa, káva, rýže a mořské produkty, výrobky ze dřeva, elektronika, počítače a obuv. (Světová Banka, 2006)

Perspektivními zeměmi pro export v příštím období jsou nadále USA, země EU, Japonsko, Čína, Austrálie a Singapur. (Světová Banka, 2006)

Dovoz zaznamenal ve srovnání s r. 2006 přírůstek 29,9 % (37,6 mld. USD). Tento nárůst souvisel se zvýšenými investičními aktivitami a importem materiálů a zařízení pro exportní výrobu. Nejvyšší procento importu tvořily strojírenské výrobky, nářadí a náhradní díly, počítače a jejich komponenty, umělé hmoty, látky a kůže. (Světová Banka, 2007)

Inflace k srpnu r. 2007 činila 8,57 % ve srovnání se srpnem minulého roku, měsíční růst byl 7,37 %. Tento růst způsobilo zvyšování cen u všech komodit, zejména u jídla a potravin (růst o 14,7 %), stavebních hmot (cca 10 %), léků a zdravotních potřeb. Ceny některých komodit, např. poštovních a telekomunikačních poplatků naopak poklesly. (Světová Banka, 2007)

Kurs místní měny (VND): Přes silný růst dovozu a výrazný deficit zahraničně obchodní bilance byl kurs vietnamského dongu stabilní ve vztahu k americkému dolaru. Kurs v srpnu r. 2007 (SBV - střed) byl 16 171 VND za 1 USD (v srpnu 2006: 15 973 VND). I když kurs místní měny ještě není plně liberalizován a přístup ke konvertibilní měně je stále problematický (zejména pro soukromý sektor), zajímavé je, že kurs „černého trhu“ se od oficiálního příliš neliší. (Světová Banka, 2006)

2.5. Průmysl

Průmyslový sektor spolu se stavebnictvím vyprodukoval v r. 2007 40,5 % HDP. V tomto období sice státní podniky zaznamenaly tempo růstu produkce jen 10,2 %, soukromý průmyslový sektor rostl rychlým tempem 20,5 %.(Světová Banka, 2006)

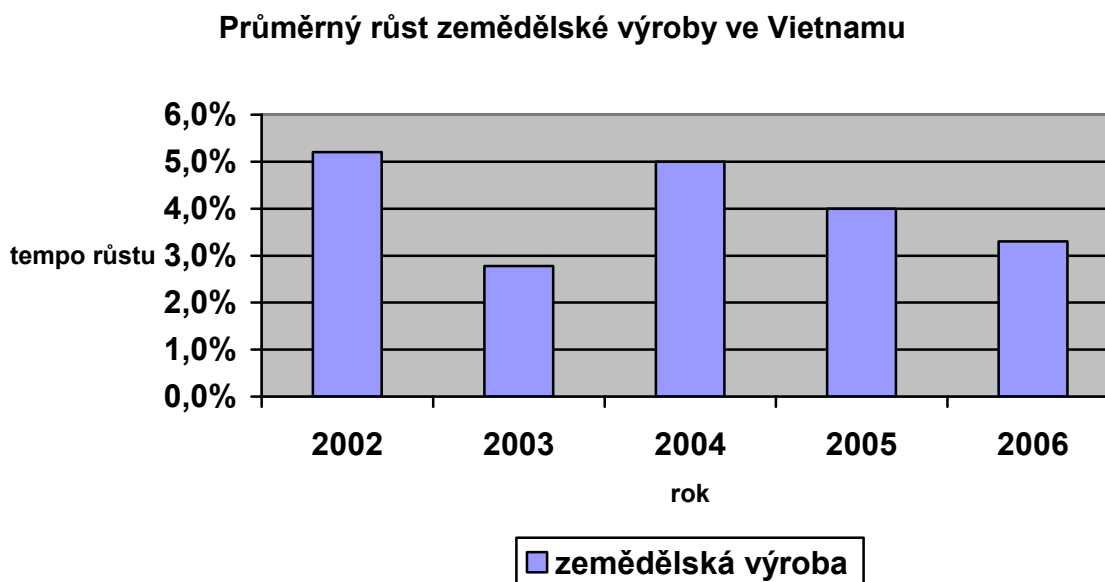
Hlavním problémem většiny státních průmyslových podniků je zastaralé výrobní zařízení, nepřilíživě kvalifikovaný management a nedostatek kapitálu k nezbytné modernizaci. Ta však již začíná probíhat a je zde velká šance na uplatnění i českých technologií. (Světová Banka, 2006)

Potravinářský a zpracovatelský průmysl začíná stále více nabývat na významu, zejména v oblasti mražených mořských produktů, ovoce a zeleniny. Hlavními exportními trhy jsou Japonsko a Singapur, očekává se výrazné zvýšení exportu i do USA a ČLR. Americký trh se však v této komoditě ukazuje jako silně chráněný místními průmyslovými lobby (antidumpingová řízení proti dovozu vietnamských sumců či krevet). (Světová Banka, 2006)

2.6. Zemědělství

Podíl zemědělství na tvorbě HDP v posledních letech postupně klesá, přesto se jedná o velmi významný ekonomický sektor, který zaměstnává přes 70 % průběžně schopného obyvatelstva. Od roku 1991 roste zemědělská výroba průměrným tempem 4,1 % ročně a cílem vietnamské vlády je udržet toto tempo růstu i nadále. Po dobrém výsledku v roce 2002 (5,2 %) klesl růst v roce 2003 kvůli nepříznivým klimatickým podmínkám na 2,78 %, v roce 2004 činil koncem roku růst zemědělství a rybolovu 5 % (v 1. pololetí pouhá 2 procenta), s celoročním průměrem 3,5 %. Za rok 2005 vzrostlo zemědělství a rybolov opět o 4 %, ale v důsledku nepříznivých klimatických podmínek, ptačí chřipky a epidemie slintavky a kulhavky v roce 2006 opět stagnuje (růst 3,3 %). (FAO, 2006).

GRAF 1. Průměrný růst zemědělské výroby ve Vietnamu



Hlavní zemědělskou plodinou je však stále rýže (Vietnam je druhý největší exportér rýže na světě - po Thajsku), která se pěstuje na cca 80 % obdělávané půdy. Sklizeň rýže za r. 2006 se odhaduje na 35,79 mil. tun, tj. o 358 tis. tun méně než v r. 2004 v důsledku snížení osázené plochy o 119 tis. ha při zhruba stejné produktivitě. Další, především exportně významnou komoditou, jsou vodní produkty (krevety, krabi, sépie, ryby,...), pro jejichž lov i umělý chov tvoří 3200 km dlouhé a značně členité mořské pobřeží Vietnamu ideální podmínky. Za r. 2005 jich bylo vyprodukováno 3,43 mil. t, což je o 9,2 % více než v předchozím roce. (FAO, 2006).

Dalšími exportně významnými plodinami jsou: kávovník, čajovník, ledvinovník (oříšky kešu) a řada druhů ovocných stromů. Díky rozšíření osázené plochy vzrostla v r. 2005 produkce čaje o 4 %, kaučuku o 11,8 %, pepře o 4,9 % a kešu o 13,3 %. Kvůli dlouhým suchům však poklesla produkce kávy o 8,2 %. Pro domácí potřebu je kromě rýže rozšířeno pěstování kukuřice, manioku, cukrové třetiny, bavlníku, ovoce a zeleniny. (FAO, 2006).

Základem živočišné výroby je chov prasat a drůbeže (hrabavé i vodní) a v některých oblastech i chov skotu a buvolů (maso, tažná síla).

Ve Vietnamu jsou obecně velmi dobré podmínky pro pěstování nejrůznějších zemědělských plodin, které jsou vhodné nejenom pro denní spotřebu či využití, ale jsou taktéž vhodné jako materiál pro anaerobní digesci. Ať už máme na mysli odpad, který vzniká při zpracování zemědělských komodit a jenž je z větší části nezužitkován či zkrmen domácím zvířectvem, a nebo cílené pěstování plodin vhodných jako materiál do bioplynových stanic (hlavně kukuřice a rýže).

3. Základní poznatky o bioplynu

Kratký úvod ohledně bioplynu.

3.1. *Jak vzniká bioplyn*

Biologický rozklad organických látek je složitý vícestupňový proces, na jehož konci působením metanogeních acetotrofních a hydrogenotrofních mikroorganismů vzniká bioplyn, který se v ideálním případě skládá ze dvou plynných složek, metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2). Průběh tohoto procesu ovlivňuje řada dalších procesních a materiálových parametrů, například složení materiálu, podíl vlhkosti, teplota prostředí, číslo pH neboli kyselost materiálu, anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, absence inhibičních biochemických látek atd. (Váňa, 2006)

Anaerobní mikroorganismy produkující metan (metanogeny) jsou považovány za jedny z nejstarších živých organismů na naší planetě. Kyslík i v sebemenší koncentraci je pro ně totéž jako prudký jed pro živé organismy. Jejich přizpůsobivost umožnila přežití i poté, co se v atmosféře Země začal objevovat kyslík. Jejich těsná symbióza s jinými aerobními organismy, které jim zajišťují energetický zdroj a anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, umožnila jejich přežití po mnoho milionů let až do dnešní doby. Všudypřítomné metanogenní kultury proto v přírodě nalézáme zásadně ve směsných kulturách nikoliv v čistém stavu. (Váňa, 2006)

Biologický rozklad organických látek v anaerobních podmínkách je proces, který se nazývá metanová fermentace, metanové kvašení, anaerobní fermentace, anaerobní digesce, biogasifikace, biometanizace, biochemická konverze organické látky. Tento proces probíhá v přírodě za určitých podmínek samovolně, nebo je vyvolán záměrně pomocí biotechnických zařízení. Výsledkem metanové fermentace je vždy směs plynů a fermentovaný zbytek organické látky. Pro tuto směs plynů, obsahující vždy dva majoritní plyny (metan CH_4 a oxid

uhlíčitý CO₂) a v praxi početnou, avšak objemově zanedbatelnou řadu minoritních plynů, se ustálily různé názvy podle jejich původu nebo místa vzniku. Tak podle VÚZT rozeznáváme:

- 1) Zemní plyn – vznikl anaerobním rozkladem biomasy nahromaděné v dávných dobách; je energeticky nejhodnotnější, obsahuje 98 % metanu. Je klasifikován jako neobnovitelný zdroj energie. (VÚZT,2007)
- 2) Důlní plyn – původ jeho vzniku je obdobný jako u zemního plynu. Energetické využití má omezené jen na vhodné lokality, pro svoji výbušnost ve směsi se vzduchem resp. kyslíkem je velmi nebezpečnou příčinou důlních, ale i povrchových havárií. (VÚZT,2007)
- 3) Kalový plyn – vzniká anaerobním rozkladem organických usazenin v přírodních i umělých nádržích, uvolňuje se ze dna oceánů, moří, jezer, močálů, rybníků, které se pravidelně nečistí, ale i v biologickém stupni čistíren odpadních vod, rýžovištích, rašeliništích. Intenzita jeho vývinu i chemické složení jsou značně variabilní. Je to způsobeno variabilitou procesních podmínek, za kterých vzniká. (VÚZT,2007)
- 4) Skládkový plyn – většina skládek komunálního odpadu obsahuje 20 – 60 % organických materiálů, ze kterých může za vhodných podmínek anaerobní fermentací vznikat po mnoho let skládkový plyn s velmi proměnlivým složením. Jeho povrchové výrony jsou velmi nebezpečné, proto je žádoucí skládkové plyny získané při odplynění skládek komunálního odpadu využít k energetickým účelům nebo likvidovat bezpečnostním hořákem. (VÚZT,2007)
- 5) Bioplyn – obecně lze tento název použít pro všechny druhy plyných směsí, které vznikly činností mikroorganismů. Tím je vyjádřeno, že všechny druhy bioplynů anaerobního původu vznikají principálně stejným způsobem ať probíhá metanogenní proces pod povrchem země, v zažívacím traktu živočichů, zvláště přežvýkavců, ve skládkách komunálních odpadů, v lagunách nebo v řízených anaerobních reaktorech. V technické praxi se ustálilo použití názvu bioplyn pro plynou směs vzniklou

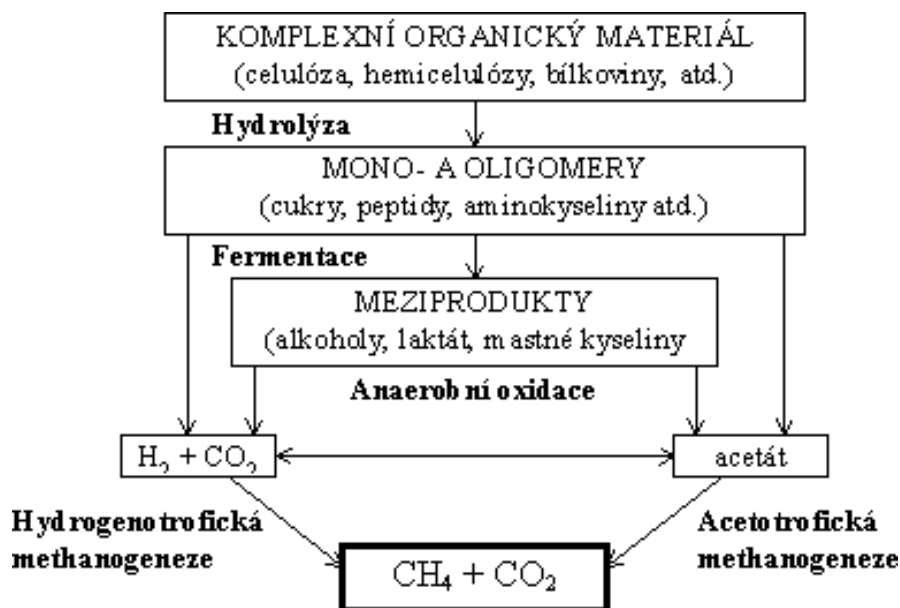
anaerobní fermentací vlhkých organických látek v umělých technických zařízeních (reaktorech, digestorech, lagunách se zařízením na jímání bioplynu, atd.) (VÚZT, 2007)

3.1.1. Anaerobní fermentace

Jedná se o velmi složitý biochemický proces, který se skládá z mnoha různých na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Metanogeneze je konečná fáze biochemické přeměny biomasy v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný materiál. (Váňa, 1988)

Obr. 3: Čtyřfázový model anaerobní konverze

Čtyřfázový model anaerobní konverze



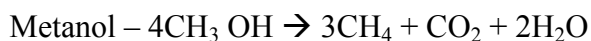
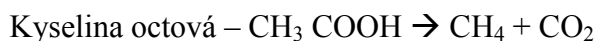
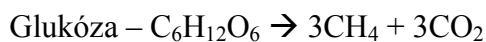
Zdroj: Váňa, 1988

- (a) hydrolytické bakterie, které rozkládají makromolekulární organické polymery (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě. Proces probíhá vně buňky za využití tzv. extracelulárních hydrolytických enzymů. (Váňa, 1988)

- (b) acidogenní mikroorganismy, které rozkládají produkty hydrolýzy uvnitř buňky dále na jednodušší organické látky (především kyseliny, dále vznikají alkoholy, CO₂ a H₂); (Váňa, 1988)
- (c) syntrofní acetogenní mikroorganismy produkující vodík, jež mohou fermentovat organické kyseliny vyšší než kyselina octová a alkoholy vyšší než metanol na kyselinu octovou, H₂ a CO₂, jsou velice důležitými zástupci organismů podílejících se na procesu acetogeneze; (Váňa, 1988)
- (d) metanogeny, které mohou z acetátu, H₂, CO₂ a některých dalších jednoduhlíkatých organických látek vytvářet metan. (Váňa, 1988)

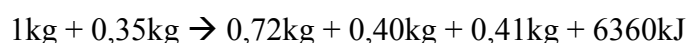
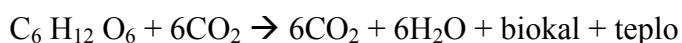
Pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů je velmi důležitá optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, probíhajících s odlišnou kinetickou rychlostí. Metanogenní fáze probíhá přibližně 5x pomaleji než zbylé tři fáze. Tomu je třeba přizpůsobit konstrukci bioplynových technologických systémů a dávkování surového materiálu jinak hrozí přetížení fermentoru se všemi nepříznivými důsledky (Ustak, Váňa, 2006).

Zjednodušený popis metanového kvašení (VÚZT, 2007)

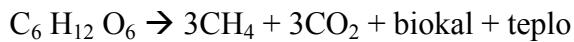


Rozdíl mezi anaerobním a aerobním procesem je zřejmý z uvedeného příkladu rozkladu glukózy:

Aerobní proces



Anaerobní proces



Při aerobním procesu zůstává významné množství stabilizovaného substrátu (např. kompost), který se intenzívně sám zahřívá.

V anaerobním procesu se odbourává velký podíl organické sušiny, materiál se sám prakticky zahřívá velmi málo, získáme však bioplyn jako doplňkový zdroj energie.

Podle složení substrátu se vytvářejí vhodné podmínky pro množení určitých kmenů bakterií způsobujících rozklad organické látky. Množství mikroorganismů odpovídá jejich růstové křivce, na níž lze sledovat 6 fází (VÚZT, 2007):

- 1) Lagova fáze – mikroorganismy se postupně adaptují na dané podmínky.
- 2) Fáze zrychleného růstu – částečně přizpůsobené mikroorganismy se začínají množit.
- 3) Fáze exponenciálního růstu – zcela přizpůsobené organismy se silně množí, protože mají dostatečné množství živin.
- 4) Fáze zpomaleného růstu – rychlost růstu mikroorganismů se zpomaluje.
- 5) Stacionární fáze – vlivem počínajícího nedostatku živin je počet vznikajících a umírajících mikroorganismů v rovnováze.
- 6) Fáze poklesu – absolutní nedostatek živin způsobuje postupné odumírání a rozklad mikroorganismů.

Pro urychlení náběhu fermentačního procesu se využívá očkovací látky (inokolum) z fermentoru v ustáleném provozním stavu nebo se používají sušené stimulatory obsahující metanogeny v inaktivovaném stavu (Váňa, Slejška, 1998).

3.2. Materialy vhodné k produkci bioplynu

Biomasa je obecný pojem pro materiál vhodný pro využití k energetickým účelům formou metanogenní fermentace. Za biomasu je v užším pojetí považována organická hmota rostlinného původu vznikající na bázi fotosyntetické konverze sluneční energie. Pod pojmem biomasa si však můžeme představit substanci biologického původu, která zahrnuje rostlinnou biomasu (fytomasu) pěstovanou na půdě, hydroponicky nebo ve vodě, živočišnou biomasu, vedlejší organické produkty a organické odpady. Bioplyn lze získávat prakticky ze všech druhů biomasy (kromě fytomasy s převládajícím podílem celulózy a ligninu). Substráty zpracováváné anaerobní digescí jsou vždy na bázi biomasy, která může být cíleně pěstovaná (kukuřice, šťovík, dužnaté rostliny, řasy), nebo může být vedlejším produktem (hnůj, zvířecí fekálie), nebo může jít o bioodpady (kuchyňské odpady, odpadní tuky, přebytečná tráva, potravinářské odpady). (Váňa, 2007)

U běžných organických substrátů podrobených metanogenní fermentaci se metan získává rozkladem polysacharidů, lipidů a proteinů. Při rozkladu jinak dobře rozložitelných proteinů (bílkovin) se do bioplynu uvolňují sirnaté složky (např. sulfan – H_2S), které je před konečným využitím bioplynu nutno v některých případech odstranit. Rozkladem lipidů (tuků) je možno dosáhnout nejlepší výtěžnosti, bohužel jejich podíl ve fermentovaném materiálu nebývá vysoký. Rozklad polysacharidů zvláště obsažených ve fytomase bývá hlavním zdrojem látek pro tvorbu metanu. Jedna z hlavních stavebních látek fytomasy – lignin – je z hlediska metanogeneze balastním materiálem a tvorby metanu se prakticky neúčastní, pokud není fyzikálně chemickými procesy předem zpracována (Ustak, Váňa, 2007).

3.2.1. Obecná charakteristika materiálu vhodného pro anaerobní fermentaci

(VÚZT,2007):

- nízký obsah anorganického podílu (popelovin)
- organický materiál s vysokým podílem biologicky rozložitelných látek (zpravidla se zpracovávají homogenizované směsi materiálů).
- Optimální obsah sušiny pro zpracování pevných odpadů je 22 – 25 %, v případě tekutých odpadů 8 – 14 %. Tekuté odpady s obsahem sušiny menším než 3 % jsou zpracovány anaerobní fermentací s negativní energetickou bilancí (proces je udržován na požadované provozní teplotě za předpokladu dodávky doplňkového tepla z externího zdroje). Pozitivní energetická bilance je dosahována zpravidla až při sušině tekutých odpadů vyšší než 3 – 5 %. Horní hranici optimálního obsahu sušiny tekutého odpadu tvoří vždy mez čerpatelnosti materiálu. Absolutní hranice obsahu sušiny, při které ještě probíhá anaerobní fermentace, je 50 %. Heterogenní vlhkostní pole v pevném organickém materiálu způsobuje, že v praktickém provozu je metanogeneze tlumena postupně a nikoliv rázově. To je velmi významný faktor mající význam především při zpracování velkých objemů materiálů jako například skládek komunálních odpadů.
- Významným faktorem ovlivňující metanogenní fermentaci je číslo pH (kyselost nebo zásaditost) materiálu. Za optimální hodnotu pH na vstupu do procesu se považuje interval blízký neutrální hodnotě $\text{pH} = 7 - 7,8$. V průběhu procesu se tento parametr mění. Na začátku převažuje aktivita acidogenů a číslo pH může poklesnout na 4 – 6. Při hodnotách pH substrátu menších než 5 se mohou začít objevovat inhibiční účinky na některé kmeny metanogenů. Dojde-li však za příznivých podmínek k jejich rozvoji, zvýší svojí aktivitou číslo pH substrátu až na neutrální hodnotu $\text{pH} = 7$. Některé kmeny metanogenů jsou schopny se rozvíjet i v silně alkalickém prostředí ($\text{pH} = 8 - 9$). V praxi se optimální hodnota pH materiálu na vstupu do procesu upravuje homogenizací směsných materiálů nebo alkalickými přísadami.
- Významným parametrem pro hodnocení vhodnosti materiálů pro anaerobní fermentaci je poměr uhlíkatých a dusíkatých látek. Za optimální se považuje pásmo kolem 30 : 1.

Vysoký obsah dusíkatých látek se může projevit negativně na složení bioplynu (obsahuje minoritní obsah plynů jako například amoniaku NH_3 , oxidu dusného N_2O , aj). Mezi materiály s vysokým obsahem N patří exkrementy všech druhů hospodářských zvířat, opačný extrém (vysoký obsah C) tvoří materiály rostlinného původu. V praxi se optimálního poměru C : N dosahuje míšením různých materiálů.

- Vhodnost materiálu pro anaerobní fermentaci může být významně narušena nežádoucími příměsemi. Jedná se zpravidla o látky potlačující mikrobiální rozvoj, především o všechny druhy antibiotik používaných jako léčiva pro zvířata, nebo preventivně jako součást krmných směsí pro drůbež. Do pracovního prostoru reaktorů bychom neměli dávat ani materiály, které jsou již ve hnilobném rozkladu.
- Vhodnost materiálu pro anaerobní fermentaci může být narušena jeho předchozím zpracováním nebo manipulací. Dlouhodobým skladováním materiálu, při kterém proběhne proces aerobní fermentace (kompostování), nebo fyzikálně-mechanickými účinky na materiál (například při potrubní dopravě slamnaté chlévské mrvy, atd.) se může narušit následný proces anaerobního zpracování takového „studeného“ materiálu.

3.3. Vlastnosti a složení bioplynu

Princip vzniku bioplynu je ve všech popisovaných případech (zemní plyn, důlní plyn, kalový plyn, skládkový plyn, reaktorový plyn) stejný. Jeho fyzikální a chemické vlastnosti však závisí na materiálových a procesních parametrech. V ideálním případě by bioplyn obsahoval pouze dva majoritní plyny, a to metan (CH_4) a oxid uhličitý (CO_2). Koncentrace metanu se obvykle pohybuje od 50 – 75 %. V ideálním případě jej doplní 25 – 50 % oxidu uhličitého. V praxi je však surový bioplyn tvořen příměsí dalších minoritních plynů, které mohou signalizovat přítomnost některých chemických prvků v materiálu nebo poruch průběhu anaerobní fermentace. (VÚZT,2007)

Vysoký obsah oxidu uhličitého (CO_2) znamená, že nebyly vytvořeny optimální podmínky pro anaerobní fermentaci. Přítomnost volného kyslíku (O_2) s výjimkou

počáteční fáze procesu může být zapříčiněna zavzdušňováním pracovního prostoru. Tento stav je nežádoucí z bezpečnostního hlediska tvorby výbušné směsi metanu se vzdušným kyslíkem. V bioplynu se mohou objevit stopy argonu, který je vzdušného původu, amoniaku a oxidu dusného. V případě komunálního odpadu se mohou v bioplynu ze skládky objevit stopy dalších nežádoucích příměsí (například halogenuhlovodíků a jejich derivátů, atd.). Objeví-li se v bioplynu stopy vodíku (H_2), není to na závadu jeho energetické kvalitě, ale svědčí to o narušení rovnováhy mezi průběhem acidogenní a metanogenní fáze, způsobené nadměrnou zátěží reaktoru surovým materiálem a nebo dochází z různých důvodů k inhibičním účinkům potlačujícím rozvoj metanogenních organismů. Stopy oxidu uhelnatého (CO) mohou indikovat lokální vznik ložisek požáru při suché anaerobní fermentaci. Tato nebezpečná situace se vyskytuje především na skládkách komunálních odpadů, nikoliv v reaktorech. Velmi významným minoritním plynem v bioplynu je v některých případech sulfan (H_2S) pocházející zpravidla z biochemických procesů při rozkladu proteinů (bílkovin). Obsah sulfanu (H_2S) v bioplynu je velmi proměnlivý. Při zpracování exkrementů z chovu skotu je jeho obsah zanedbatelný, u exkrementů prasat a drůbeže je naopak velmi vysoký, což působí potíže při následném konečném využití bioplynu. (Váňa, 2007)

Výhřevnost: Hodnota výhřevnosti bioplynu je určena majoritním obsahem metanu (CH_4). Ostatní minoritní plyny v bioplynu (H_2 , H_2S ,...) mají prakticky zanedbatelný energetický význam. Spalné teplo suchého bioplynu má hodnotu stejnou jako výhřevnost. (Ustak, Váňa, 2006)

Hranice zápalnosti metanu ve směsi se vzduchem je 5 – 15 % objemových. Tato koncentrace metanu již tvoří výbušnou směs. Zápalná teplota bioplynu je určena stejnou hodnotou pro metan, tj. 650 – 750 °C. Velmi důležitá je hodnota hustoty metanu a bioplynu s 60 % podílem CH_4 . Bioplyn je těžší než vzduch a vytváří pro živočichy i člověka smrtelně nebezpečné prostředí v reaktorových nádobách, v prohlubeninách u skládek a podobně. Po separaci obou hlavních složek bioplynu (kterou zpravidla naruší termodifuze), klesá oxid uhličitý (CO_2) dolů. (Ustak, Váňa, 2006)

3.4. Zpracování a skladování

a) Zpracování

Pokud surový bioplyn neobsahuje nadměrný obsah síry nebo mechanických příměsí či vodní páry, lze ho spalovat přímo v plynovém kotli s hořákem seřízeným na toto médium. Pro jiné způsoby využití je nezbytné provést sušení bioplynu (snížení obsahu vodní páry), odsíření (síra se v surovém bioplynu může vyskytovat ve formě sulfanu), kalorické zhodnocení (odstraněním oxidu uhličitého a jiných balastních plynů), stlačení, zkapalnění atd. Sušení bioplynu se zpravidla provádí ochlazením pod rosný bod vodní páry a zpětným ohřevem, mechanické nečistoty spolehlivě odplaví kondenzát nebo se zachytí ve vodní pojistce. Odsíření bývá nejčastěji prováděno profukováním granulovaných materiálů na bázi oxidů železa nebo v jednodušším případě přes vrstvu kovových železných třísek vznikajících při obrábění materiálů. Náplň třísek se musí periodicky obměňovat. Technicky nejjednodušším způsobem odsíření bioplynu je směšování bioplynu ve fermentorech s 2 – 4 % objemovými vzduchu. (Pastorek, 2000)

Úpravou bioplynu se sleduje:

(VÚZT,2007)

- zamezit zamrzání kondenzátu v potrubí,
- zamezit tvorbě „kapalných zátek“ v plynovém potrubí,
- maximálně eliminovat korozivní účinky surového bioplynu,
- snížit toxicitu bioplynu a zplodin jeho spalování,
- zvýšení energetického obsahu bioplynu na úroveň zemního plynu,
- zvýšit koncentraci metanu v zásobnících mobilních energetických prostředků.

b) Skladování

Bioplynová stanice bez vyrovnávacího zásobníku

Spotřebiče jsou zapínány nepravidelně podle množství vyrobeného bioplynu (hrozí nebezpečí nutnosti spalování přebytků bioplynu bezpečnostním hořákem). Energie vyrobeného bioplynu je přeměněna na teplo a akumulována například do vodního zásobníku (získáme pouze nízkopotenciální zdroj energie). (VÚZT, 2007)

Bioplynová stanice s vyrovnávacím zásobníkem (zvyšují se pořizovací náklady)

Velikost vyrovnávacího zásobníku bioplynových stanic je podle zkušeností z experimentálních provozů doporučována alespoň jednodenní nominální produkce bioplynu. (VÚZT, 2007)

Pokud by přebytky (ztráty) bioplynu přesáhly 30 % nominální výroby, pak nelze počítat s přijatelnou ekonomickou efektivností provozu bioplynové stanice. Každá bioplynová stanice vybavená kogenerační jednotkou musí být vybavena chladičem chladící kapaliny spalovacího motoru, který uchladí 100 % výkonu motoru a bezpečnostním hořákem pro případ poruchy motoru kogenerační jednotky. (VÚZT, 2007)

Plynojemy používané u bioplynových stanic

(VÚZT, 2007)

Podle konstrukčního materiálu:

- kovové,
- plastové,
- gumotextilní,
- kombinované.

Podle provozního tlaku:

- nízkotlaké (do 50 kPa)
- středotlaké (1-2 MPa)
- vysokotlaké (15 – 35 MPa)

U současných bioplynových stanic v zemědělském sektoru se používají převážně plynojemy kovové válcové s horizontální osou, mokré plovoucí plastové plynojemy, gumotextilní dvouplášťové plynojemy, suché kovové plynojemy s gumotextilní membránou. (VÚZT, 2007)

3.5.Využití

Anaerobní digesce je nejen způsob nakládání s bioodpady, ale zároveň jde o způsob získávání obnovitelných energií s vysokým potenciálem využití. Výtěžek bioplynu je závislý na chemickém složení zplynovaného materiálu a na použitých technologiích.

Z 1 t separovaných domovních bioodpadů je možno získat 100 m³ bioplynu se 65 % obsahem metanu a s energetickým obsahem 6 kWh/m³. Tento bioplyn je možno využít spalováním jako náhradu za zemní plyn nebo jako palivo pro automobily a traktory. Pokud použijeme komprimovaný bioplyn jako palivo pro osobní automobil, vystačí nám na 1 km jízdy tímto automobilem bioplyn získaný z 1 kg bioodpadu.(Váňa, 2007)

Bioplyn je možno použít k vytápění každého kotle pro zemní plyn za předpokladu, že upravíme hořák. (Zemní plyn má výhřevnost 33 MJ.m⁻³). Pro spalování bioplynu je nutný vyšší přívod vzduchu než při spalování zemního plynu (V závislosti na obsahu methanu má bioplyn výhřevnost 19-23 MJ.m⁻³). (Ustak,Váňa, 2006)

Nejefektivnější je zpracování bioplynu na kogeneračních jednotkách, zabezpečující současnou výrobu elektrické energie a tepla. Kogenerační jednotky jsou budovány na bázi spalovacích nebo vznětových motorů s generátorem elektrického proudu. Zpracováním 100 m³ bioplynu (z 1 t bioodpadů) je možno získat 198 kWh elektrické energie a 348 kWh tepla. Ztráty činí 9 %. Vnitřní energetická spotřeba zařízení na elektrické agregáty (mechanická úprava odpadů, míchání, čerpání aj.) představuje na 1 t zpracovaných bioodpadů cca 48 kWh elektrické energie a 41 kWh tepelné energie. (Váňa, 2007)

Kogenerační jednotky na bázi plynových motorů jsou značně náročné na čistotu bioplynu a koncentrace sulfanu (sirovodíku) nad 2 % mohou být již značnou závadou. Existuje řada způsobů odsíření (Ustak, Váňa, 2006):

- sražení sulfidů přidávkem železnatých solí (nákladné)
- udržování hodnoty pH fermentoru na 8, kdy je disociováno 90 % sulfidů
- recirkulace bioplynu např. filtrací přes železitou vatu, křemičitou vlnu nebo sprchování železitými solemi
- biologická oxidace sulfidů (limitovaná dodávka kyslíku ze vzduchu) aktivováním latentně přítomných sírných bakterií oxidujících siřníky až na elementární síru, která zvyšuje hnojivou hodnotu digestátu.

Kogenerační jednotky na bázi dieselových motorů, kde směs vzduchu a bioplynu je zapalována vstřikem motorové nafty umožňuje i zpracování bioplynu s nižším obsahem metanu a s vyšším obsahem vlhkosti a sirovodíku. V zahraničí se často používají kogenerační jednotky na bázi spalovacích mikroturbin, které umožňují spalování bioplynu s vyšším obsahem sirovodíku. Oproti tomu kogenerační jednotky na bázi palivových článků vyžadují bioplyn maximálně čistý a zbavený sirovodíku a halogenovaných uhlovodíků. Bioplyn bývá pro kogeneraci s využitím palivového článku reformován na vodík. (Váňa, 2007)

Předpokladem energetické efektivity anaerobní digesce je využití tepla. Problémy vznikají zejména v letním období (např. hornatý severní Vietnam je, co se týče podnebí, srovnatelný se střední Evropou). Proto je v návaznosti na bioplynové stanice vhodné provozovat sušárny dřeva, stavebních materiálů, apod.

Zvláště v zemědělství je mnoho vhodných aplikací pro využití tepla (skleníky, sušárny, vytápění hal pro odchov selat, telat, prasat a drůbeže, atd). (VÚZT, 2007)

Trigenerace, tedy výroba tepla, elektřiny a chladu zároveň, není tak častá, ale je také možná a pro náš účel - bioplynové stanice ve Vietnamu – velmi vhodná. Teplo lze přeměnit na chladící medium pro skladování ovoce a zeleniny, či mořských plodů.

4. Anaerobní fermentor

Stručná historie, obecné rozdělení a typy anaerobních fermentorů. Různí autoři používají ve své literatuře různé termíny pro anaerobní fermentor. Pojmy anaerobní fermentor, anaerobní digester, anaerobní reaktor jsou ekvivaletní.

4.1. Historie využití bioplynu a vzniku anaerobních fermentorů

Přestože existují záznamy o cíleném využívání bioplynu už v Sýrii tisíc let před Kristem (pro ohřev vody do koupele) či v 16. století v Persii, stále nemůžeme hovořit o vzniku anaerobních fermentorů, nebo dokonce o vzniku bioplynových stanic (Harris, 2007).

Za první náznak anaerobního fermentoru lze považovat pokus Sira Humphrey Davyho v roce 1808, kdy se mu podařilo získat bioplyn z chlévské mrvy pomocí jednoduché kolony. (Jones, 2006).

První digester vznikl v Bombaji, Indie v roce 1859. Odtud se anaerobní technologie rychle rozšířila do Anglie, kde se získával bioplyn z kalu a využíval se ke svícení do pouličního osvětlení. (Harris, 2007)

Skutečný průlom nastal až v roce 1930, kdy vědci odhalili původce vzniku bioplynu – anaerobní bakterie a určili vhodné podmínky pro růst a množení těchto metanových bakterií. (Jones, 2006).

V sedmdesátých letech minulého století, v době energetické krize, se bioplynové stanice ocitly na výsluní a hledělo se na ně jako na výborný zdroj levné energie. Ale jelikož celá procedura spojená s výstavbou a provozem anaerobních digesterů nebyla ještě úplně vyřešená a málokdo měl potřebné zkušenosti, velké množství plánovaných projektů se neuskutečnilo nebo skončilo neúspěchem. Například v USA na přelomu 70. a 80.let skončilo až 75% farmářů, kteří se pokusili realizovat bioplynovou stanici, neúspěchem. Avšak od té doby se ušel velký kus cesty a od začátku devadesátých let 20. století zažívá anaerobní digesce renesanci a opět jsou do ní vkládány velké naděje. (Harris, 2007).

Historie bioplynových stanic ve Vietnamu sahá až do roku 1964 kdy, ve spolupráci s Ministerstvem průmyslu, vzniká první fermentor. Během následujících několika let se objevuje ještě několik dalších zařízení na zpracování biomasy a výrobu bioplynu, ale jejich životnost lze počítat na měsíce pro nedostatek materiálu a potřebného know-how. A tak je tato technologie téměř zapomenuta až do poloviny 80. let. V období let 85. – 90. se za finanční

pomoci Ústavu biochemie a mikrobiologie v Sovětském svazu, francouzky mluvících zemí a Vietnamské vlády obnovuje výzkum a důvěra ve využití bioplynu a anaerobní digesce. (Do Kim Tuyen, 2007).

4.2. Zařízení na výrobu bioplynu

Fermentory jsou srdcem každé bioplynové stanice a dělí se několika následujícími způsoby. Nejvýstižnější je rozdělení, které uvádí Váňa.

Rozdělení fermentorů (Váňa, 1998):

- Dle toku materiálu - diskontinuální
 - semikontinuální
 - kontinuální

- Dle obsahu sušiny materiálu - vysokosušinový
 - nízkosušinový (tekutý)

- Dle počtu stupňů fermentace - jednostupňové
 - dvoustupňové

Diskontinuální (s přerušovaným provozem, cyklické, dávkové, aj.)

Doba jednoho pracovního cyklu odpovídá době zdržení materiálu ve fermentoru.(VÚZT, 2007). K očkovacímu materiálu ponechanému na dně se načerpá čerstvá kejda, fermentor se uzavře a odebírá se bioplyn. Před zahájením provozu je možno přidat veškeré tuhé organické odpady, shromažďované za dobu předchozí fermentace. V průběhu fermentace do fermentoru přitékají ještě další tekuté odpady a na opačné straně se z odběrného otvoru odebírá tekutá zfermentovaná složka ke hnojivé zálivce.(Ustak, Váňa,2006)

Semikontinuální

Doba mezi jednotlivými dávkami je kratší než doba zdržení materiálu ve fermentoru. Je to nejpoužívanější způsob, materiál se dávkuje několikrát za den, technologický proces je snadno zautomatizovatelný – nenáročný na obsluhu. Materiál takto vstupující do fermentoru má malý vliv na změnu vnitřních podmínek fermentoru (teplota, homogenita, aj.).

(Ustak, Váňa, 2006)

Kontinuální (průtokový)

Používá se pro plnění fermentorů, které jsou určeny pro zpracování tekutých organických odpadů s velmi nízkým obsahem sušiny. Dosahují nejvyšší produkci bioplynu při nejmenším objemu vyhnívacích prostor. (Ustak, Váňa, 2006)

Vysokosušinný

Na zpracování tuhých materiálů o obsahu sušiny 18 – 30 %, výjimečně až 50 %.

(Váňa, 2007)

Nížkosušinný

Zpracovává tekutý materiál s podílem sušiny 0,5 – 3 % a negativní energetickou bilancí nebo s obsahem sušiny 3 – 14 % a pozitivní energetickou bilancí.

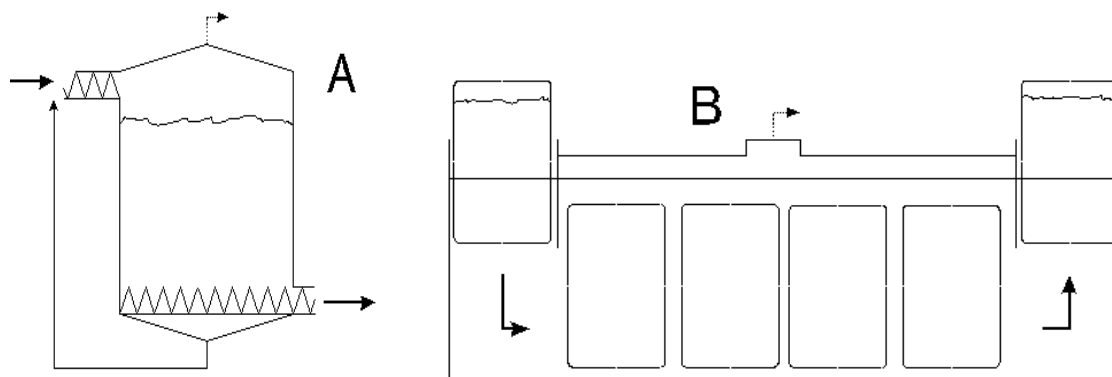
(Váňa, 2007)

Jednostupňový

Kontinuální jednostupňové systémy vznikly zdokonalováním fermentoru, ve kterém substrát kontinuálně prochází biofermentorem, přičemž část zfermentovaného substrátu se vrací na počátek procesu, kde je promícháván s čerstvým substrátem. Viz obr. 4A

Dalším variantou jednostupňového procesu je fermentační kanál. Viz obr.4B (Váňa,2007)

Obr.4 : Jednostupňový systém(A) a s fermentačním kanálem(B)



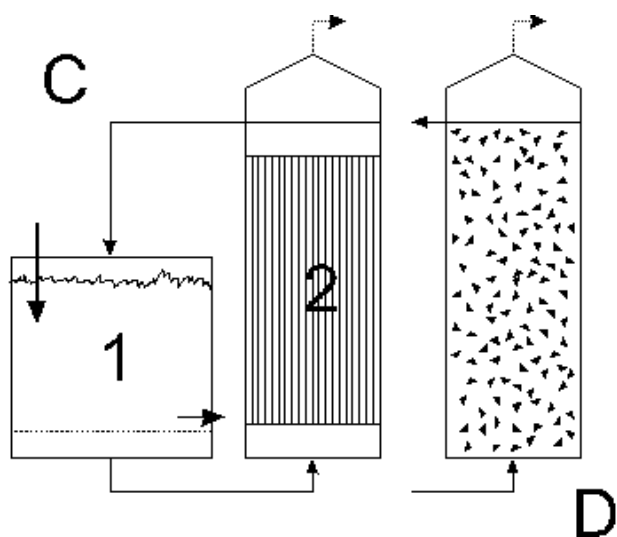
Zdroj: (Váňa, 2007)

Dvoustupňový

U dvoustupňového procesu se v prvním stupni realizuje hydrolýza a acidogenese a procesní tekutina s meziprodukty rozkladu se zpracovává ve druhém stupni, ve kterém probíhá acetogenese a metanogenese. Po ukončení metanogenese recirkuluje procesní tekutina na počátek procesu a je mísená s čerstvým tuhým substrátem nebo perkoluje prvním stupněm. Jako druhý stupeň bývá použit vysoce účinný (high-rate) anaerobní fermentor, který je konstruován tak, aby ve 2. stupni trvale udržoval pomalu rostoucí acetogenní a metanogenní mikroorganismy. V tzv. „anaerobním filtru“ jsou mikroorganismy přichyceny jako biofilm na inertním podpůrném materiálu. Mikrobiálně aktivní matrice umístěné v biofermentoru 2. stupně mohou být konstruovány jako vložky z jemně profilovaných plastů. Viz obr.3C. (Váňa, 2007)

Případně jako biofermentor ve druhém stupni může být použit reaktor s kalovým ložem ve fluidní vrstvě (reaktor UASB – Upflow anaerobic sludge blanket - reaktor s kalovým mrakem a vnitřním separátorem biomasy). V tomto případě jsou mikroorganismy agregovány ve formě granulí, které se udržují ve fermentované tekutině. Viz obr. 5D.(Váňa,2007)

Obr.5: Dvoustupňový systém



1) vysokosušinnový hydrolyzní fermentor

2) anaerobní filtr

Zdroj: (Váňa, 2007)

4.3. Reaktor

Reaktor – fermentor je základní technologickou částí anaerobního procesu, která rozhoduje o kvalitní funkci celé strojní linky. Většina bioplynových stanic má reaktor válcový, betonový, kovový nebo plastový s osou svislou nebo vodorovnou. Zde se rozmnožují mikrobiální kultury. Hlavní podmínkou pro dobrou činnost bakterií je udržení stálé teploty na optimální úrovni. (Váňa, Slejška, 1998)

System vytápění fermentorů (Váňa, Slejška, 1998)

- teplou vodou nebo párou a topnými tělesy uvnitř nádrže
- teplou vodou nebo párou ve vnějších výměnících
- přímým injektováním páry
- ponořenými plynnými hořáky

Dále musí být reaktor vybaven zařízením pro míchání kalu.

System míchání (Váňa, Slejška, 1998)

- čerpadlem
- fluidně dynamické míchání bioplynem
- listové
- mechanické míchání odvozené od pohybu plynojemu
- nátok, výtok
- rozrušování plovoucí kalové vrstvy

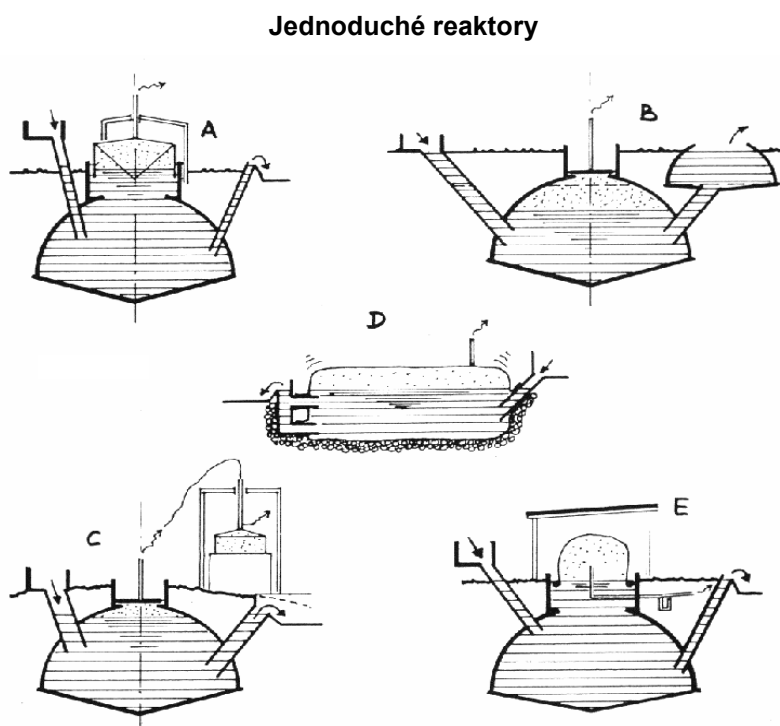
4.3.1. Typy reaktorů

- Jednoduché
- Složité

Jednoduché reaktory, jsou nenáročné na výstavbu a provoz. Využívají se převážně v rozvojových zemích a jejich rurálních oblastech.

Složité typy reaktorů jsou již modernější bioplynové stanice. Náklady na jejich výstavbu jsou výrazně vyšší než u jednoduchých typů reaktorů.

Obr.6: Jednoduché reaktory

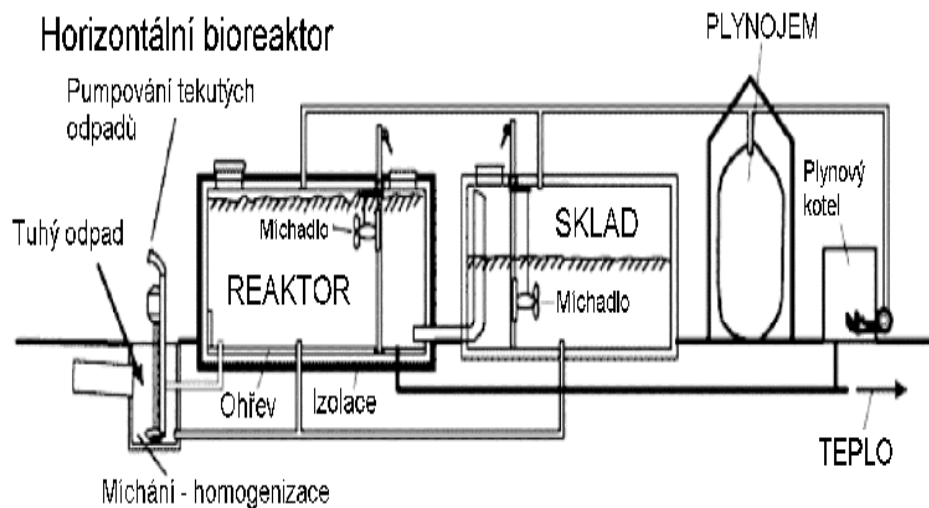


- "A" s interním plovoucím plynojemem,
- "B" s interním plynojemem v klenbě reaktoru,
- "C" s externím plovoucím plynojemem,
- "D" kanálový s interním balonovým plynojemem,
- "E" s interním balonovým plynojemem a stínícím zastřešením

Zdroj: (Váňa, 2007)

Složité

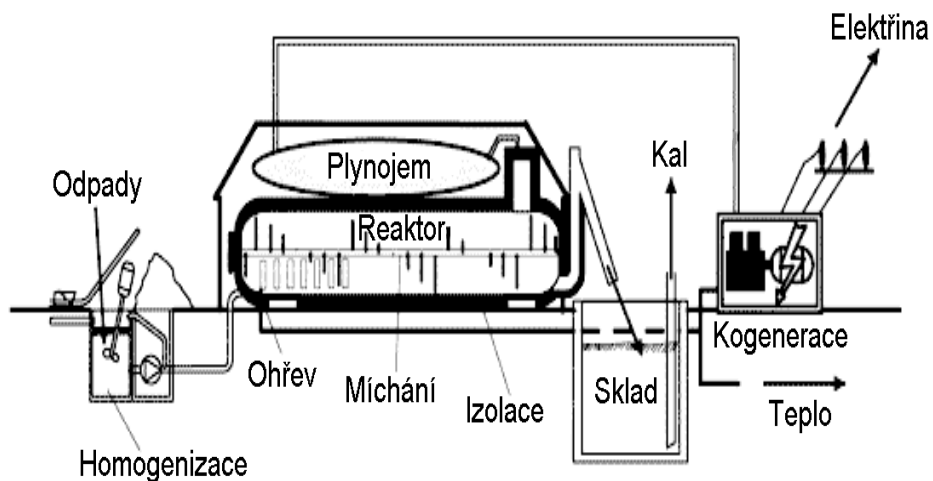
Obr.7: Horizontální bioreaktor



Zdroj: (Váňa, 2007)

Obr.8: Kovový bioreaktor s odděleným balonovým plynojemem

Kovový bioreaktor s odděleným balonovým plynojemem



Zdroj: (Váňa, 2007)

4.4. Zpracování a využívání zfermentovaného substrátu po výrobě bioplynu

Ze vzniklého substrátu, který vznikne fermentací v reaktoru je vhodné separací oddělit tuhous složku a využít ji jako hodnotné organické hnojivo nebo ke kompostování.

Separaci je možno provést: (Váňa, 2007)

- a) sedimentací (energeticky nenáročné): usazovací nádrž slouží zároveň jako zásobní jímka, nádrž má přepad, ze spodu se čerpá zahuštěný materiál
- b) odstředování (dekantační odstředivky): k lepšímu oddělení tuhé fáze se dávkují koagulanty, značná energetická náročnost
- c) vibrační sítové separátory (síto 0,5 mm)
- d) spádová scezovací síta: energeticky nenáročné zařízení
- e) pásové sítové lisy

5. Cíl práce

Cíl této práce je zaměřen na seznámení s využitím anaerobní digesce a výrobou bioplynu, jako jednoho z alternativních zdrojů energie, ve Vietnamu. Dále práce uvádí na jaké úrovni se zpracování fytomasy a bioodpadů nachází, zda a jak je případně podporována místní vládou, legislativou a jaký má potenciál. Část práce je věnována informovanosti o anaerobní digesti mezi obyvatelstvem, potenciálem využití v místních podmínkách a problémům spojeným s rozšiřováním technologie výroby bioplynu ve venkovských oblastech. Nemalá část je věnována kladům a záporům využití bioplynu.

Metodika

Bakalářská práce bude vytvořena na základě sekundárních informačních zdrojů. Autor k dosažení cílů práce bude využívat relevantních odborných publikací a vědeckých časopisů. Zdrojem této odborné literatury jsou databáze a publikace knihovny ÚZPI. Dosažené informace budou pak obohaceny o relevantní data z internetových zdrojů. Při vyhledávání se autor zaměřil na následující klíčová slova: biogas, biomass, biogas AND Vietnam, energy AND Vietnam. Klíčová slova byla zvolena v anglickém jazyce, čímž se podpořila příležitost získat cenná data ze zahraniční literatury.

Autor bude v práci též usilovat o začlenění svých vlastních znalostí a vědomostí a praktických zkušeností získaných během návštěvy bioplynové stanice v Trhovém Štěpánově.

Práce bude během svého zrodu konzultována s odpovídajícími odborníky z výzkumných institucí (VÚZT).

6. Energie ve Vietnamu

Vietnam má potenciál stát se dalším tzv. asijským ekonomickým tygrem. Jeho ekonomika prudce roste, počet obyvatel také narůstá a s tím i hlad po energii. Spotřeba energie každoročně stoupá patnácti procentním tempem a tento růst se předpokládá až do roku 2010. Vietnam má problémy tuto poptávku po energii pokrýt, což zpomaluje ekonomický růst, a proto musí nakupovat elektřinu od Číny a vláda dokonce plánuje začít nakupovat u sousedního Laosu. V průmyslovém sektoru jdou odhady mnohem dál a v letech 2020 – 2050 se očekává až 30 % růst. Vietnamští zákonodárci si tento fakt uvědomují a jelikož nemají dostatek vlastních finančních zdrojů, upravují některé stávající zákony a předkládají nové návrhy, aby podpořili zájem zahraničních investorů. (IEA, 2006)

Vietnam má nyní 32 elektráren s kombinovanou energetickou kapacitou 11 400 MW. V současné době je ve výstavbě 8 elektráren o celkové kapacitě 3288 MW, které byly uváděny do provozu v období let 2004 až 2005. Mezi nimi figurují hlavně vodní elektrárny Ialy, Hinh River, Phu My I, Ham Thuan-Da Mi, tepelná elektrárna Pha Lai a plynová elektrárna Phu My II. Výstavba elektráren je v současné době financována hlavně zahraničními investory. V období 2004 až 2005 se energetický sektor rozvíjel především směrem k výstavbě vodních elektráren ve středním Vietnamu v souvislosti s budováním zavlažovacího a protipovodňového systému přehrad. (IEA, 2006)

Ačkoli má jen 87 % domácností přístup k elektřině, toto číslo by mělo stoupnout v důsledku podpory projektu Energie pro venkov II ze strany Světové banky, jenž by měl trvat sedm let od r. 2005. Půjčka SB ve výši 220 mil. USD by měla přivést elektřinu do 2,5 mil. vietnamských domácností. (Světová banka, 2006)

Dalšími směry rozvoje sektoru energetiky jsou **využívání alternativních energetických zdrojů a pokrytí odlehlých oblastí** jednotnou energetickou sítí. Od 1. července 2005 vstoupil v platnost nový zákon o elektrické energii, jenž bude stimulovat výrobu elektřiny a diverzifikovat formy investic do sektoru elektroenergetiky, povzbuzovat ekonomické využívání elektřiny, chránit elektrickou infrastrukturu Vietnamu a rozvíjet konkurenceschopný

trh s elektřinou. Pokud instalované výrobní kapacity přesáhnou národní spotřebu elektrické energie, Vietnam plánuje její prodej do sousedních zemí. (IEA, 2006)

V roce 2002 bylo rozhodnuto o projektu výstavby jaderné elektrárny do roku 2020. Elektrárna by měla mít kapacitu 2 000 nebo až 4 000 MW v závislosti na skutečné potřebě elektrické energie. Až doposud Vietnam, vzhledem k bohatým zásobám fosilních paliv, o praktickém využití jaderné energie vážně neuvažoval. (IEA, 2006)

Vietnam má také velký potenciál sluneční energie, avšak její plné využití není možné všude. Pokud opomeneme vysoké pořizovací náklady, tak hlavním problémem je nedostatek přímého slunečního svitu v horských oblastech. Ty jsou převážně porostlé hustou vegetací či jsou využívány k intenzivnímu pěstování zemědělských plodin. V kombinaci s vysokou vlhkostí vzduchu se v těchto oblastech tvoří časté mraky a mlhy, což snižuje efektivitu solárních panelů, které navíc mají průměrnou účinnost článků okolo 15 %. (BCSE, 2005)

Přesto se dosud zrealizovalo několik úspěšných projektů. Například v rámci programu spolupráce mezi organizací Solarlab, Ministerstvem zahraničních věcí Francie, společností Eléctricité de France a EU, byla v Ho Či Minově Městě instalována „Sluneční elektrárna vietnamsko-francouzského přátelství“, jež bude vyrábět elektřinu pro provincie Gia Lai, Quang Nam a Binh Phuoc. Hlavními oblastmi spotřeby solární elektřiny jsou zejména delta Mekongu a Centrální vrchovina. (ASEAN Energy, 2006)

Anaerobní digesce a využití bioplynu ve Vietnamu

6.1. Využitelnost biomasy na venkově

Téměř $\frac{3}{4}$ všech obyvatel Vietnamu žije ve venkovských oblastech a hlavním zdrojem obživy je pro ně zemědělství. (FAO, 2006)

Vietnam má neuvěřitelný biologický potenciál co se týká produkce fytomasy. Tropicke počasí a vysoká vlhkost zajišťují pravidelné a vysoké výnosy zemědělských komodit – převážně rýže.

Přestože kolem 87 % obyvatelstva má přístup k elektrické energii, stále zůstává téměř 20 % venkovských obyvatel bez přístupu k elektřině, navíc tato elektrická energie má malou výkonost a technologie je zastaralá, tudíž i nestálá. (EVN, 2007)

Výsledkem je, že 70 – 80 % obyvatel žijících na venkově používá jako hlavní zdroj energie biomasu (především dřevo na topení a vaření). Většina odpadů vzniklých chovem domácích zvířat se používá jako krmivo pro ryby, hnojivo nebo dochází k jeho prostému vyhození, čímž představuje ekologickou hrozbu. (ASEAN Energy, 2006)

Většina venkovských farem je rodinného typu chovajících 3 – 5 prasat nebo 1 – 2 kusy skotu, což už je dostatečné množství na „uživení“ malého anaerobního digestoru, nebo-li bioplynové staničky. (Chinh, Ly, Tao, 2001)

Složitější a větší bioplynové stanice jsou samozřejmě velmi nákladné, přesto ale existují menší, jednodušší bioplynové stanice, které se vyznačují hlavně výrazně nižší cenou. Z tohoto důvodu si je mohou dovolit i někteří obyvatelé venkova. Náklady na pořízení takového malého digestoru se pohybují kolem 250 euro, což je ale stále pro většinu venkovského obyvatelstva příliš vysoká částka. (Teune, 2007)

Přesto se, zejména díky zahraničním investorům, úspěšně daří zvyšovat množství bioplynových stanic na venkově. Hlavní nárůst nastal v polovině 90. let minulého století a do dnešního dne se podařilo implementovat na 85 tisíc malých zařízení. Vláda si stanovila za cíl dosáhnout čísla 150 tisíc v roce 2010. (ASEAN Energy, 2007)

6.2. Nejčastější typy reaktorů ve Vietnamu

Ve Vietnamu, podobně jako ve většině rozvojových zemí, se nalézá mnoho reaktorů, které jsou velmi primitivní, často stavěné po domácku a nesplňují základní bezpečnostní kritéria, natož požadavky kladené na efektivní zpracování biomasy. Ale na druhou stranu se zde také nachází velká moderní zařízení, splňující ty nejpřísnější a nejnáročnější kladené podmínky, podobné těm, které vidáme v Evropě a USA.

Výhody těchto jednoduchých reaktorů jsou nižší pořizovací náklady, snadná obsluhovatelost, opravitelnost v místních podmínkách a malá plocha.

Zároveň je třeba zmínit nevýhody – nízká životnost, malá účinnost, možný zápach a jedovatost nekvalitního bioplynu pokud se hromadí v malých špatně odvětrávaných prostorách.

6.2.1. Polyethylenový digestor

Je typickým příkladem jednoduchého a levného reaktoru využívaném na Vietnamském venkově. Náklady na pořízení jsou velmi malé, okolo 35 US dolarů, jeho délka se pohybuje mezi 9 – 11 metry a kapacita je 5 – 6 m³. Produkce bioplynu je dostatečná na vaření. Nejvhodnější je pro drobné chovatele, kteří mají dostatečný přísun exkrementů zvířat. Většinou také bývá napojen na domácí suchý záchod.(Do Kim Tuyen, 2007)

Mezi jeho nevýhody patří nutnost ochrany před mechanickým poškozením, rychle se opotřebovává – nutnost častých oprav, a polyethylenový plášť je málo odolný vůči přímému slunečnímu svitu. Další nevýhodou může být jeho relativní velikost, a proto není vhodný pro farmy s nedostatkem potřebné plochy či v hornatém terénu.(Do Kim Tuyen, 2007)

6.2.2. Digestory postavené z cihel a cementu

Digestory postavené z cementu a cihel mají základ v tzv. čínském modelu reaktoru (viz. níže), jsou částečně pod úrovní země. Většinou jsou stavěny na obsah 4 – 6 m³, což je hranice pro dostatečné zajištění paliva pro domácnost. Polyethylenový plášť v tomto případě nahradily cihly, což výrazně prodlužuje jeho dobu využitelnosti. (Do Kim Tuyen, 2007)

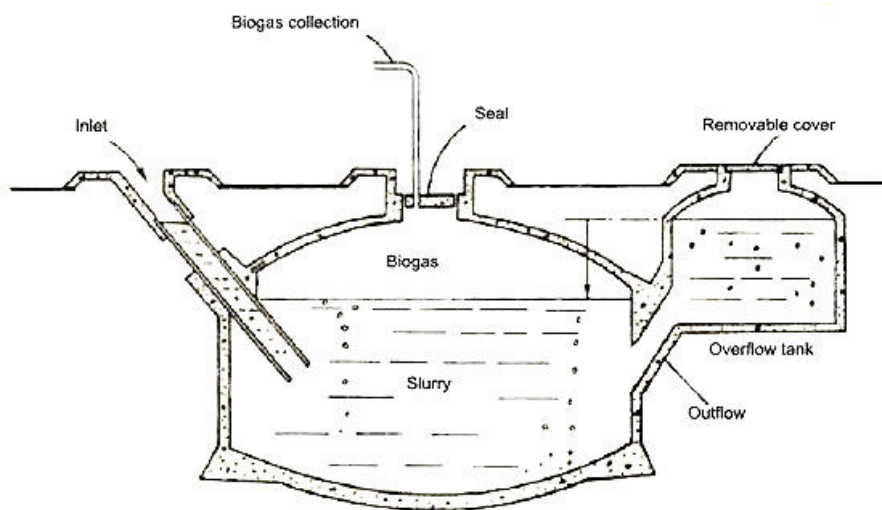
Jeho nevýhodou jsou poměrně vysoké počáteční investice, ale jeho návratnost na ušetřeném palivě se projeví už za 2 – 3 roky.(Do Kim Tuyen, 2007)

6.2.3. Čínský model reaktoru

Čínský model reaktoru, nebo-li reaktor s pevným stropem, je nejpoužívanějším typem reaktoru v rozvojových zemích, včetně Vietnamu.

Jeho stěny tvoří cihly, kámen nebo beton. Dno i horní část jsou hemisféry- tento tvar lépe odolává tlaku vznikajícímu uvnitř reaktoru, spojené přímými stěnami. Aby se zamezilo úniku bioplynu, tak častého u dřívějších modelů, je vnitřní strana omítnuta a reaktor je zasazen do země. Reaktor je plněn kejdou (slurry) jednou či vícekrát denně (semikontinuálně) přívodným potrubím (inlet), končícím ve středu komory. Ve vrchní hemisféře je zátka (seal) a odvodní roura na bioplyn (biogas collection), hromadící se pod stropem komory. K vyrovnání tlaku slouží tlaková komora (overflow tank).(Marchaim, 1992)

Obr.9: Čínský model reaktoru



Zdroj: Marchaim, 1992

Kapacita reaktoru se nejčastěji pohybuje mezi 6 – 10 m³ a denní produkce bioplynu, závislá na kvalitě těsnění a teplotě prostředí, je 0,1 – 0,6 m³. (Marchaim, 1992)

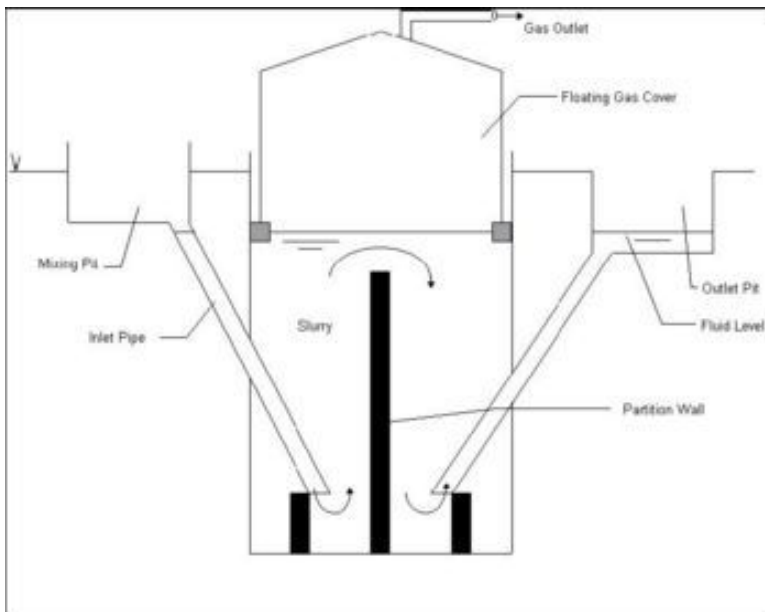
Variant čínského modelu se vyrábí několik druhů. Například vědci z Can Tho University navrhli model KT-2 se dnem ve tvaru mírného V, vhodného do oblastí s vysokou hladinou spodní vody. Nebo model KT-2B s vodorovným dnem pro tvrdou půdu. (Do Kim Tuyen, 2007)

6.2.4. Reaktor s plovoucím stropem

Floating dome je zkonstruován z cihel nebo betonu. Pohyblivý buben, který tvoří strop, se dříve vyráběl z oceli (problém s korozí), ale nyní se používají moderní plasty. Reaktor je semikontinuálně plněn potrubím (inlet pipe), kejdá se na základě hydrostatického tlaku pohybuje směrem nahoru. Jen zcela zfermentovaný materiál se dostane přes dělicí stěnu (wall), která zajišťuje dokonalé zfermentování vsádky. (Lawbuary, 1999)

Pokud má reaktor vysoký poměr výšky : průměru, je do reaktoru přidán centrální usměřovač toku, jež zabezpečí vhodnou cirkulaci. Vzniklý bioplyn se hromadí pod pohyblivým/plovoucím stropem (floating gas cover). Objem prostoru je přibližně 50 % celkové denní produkce. Nejčastější produkční kapacita je 6 – 8 m³. (Marchaim,1992).

Obr.10: Reaktor s plovoucím stropem



Zdroj: Marchaim, 1992

6.3. Problémy s implementací a provozem bioplynových stanic

První experimenty v 60. letech 20. století s bioplynovými stanicemi nedopadly nejlépe. To odradilo další případné zastánce na téměř 25 let. Přestože se od té doby mnohé změnilo a většina problémů byla již vyřešena, stále se potýkáme s více či méně závažnými problémy. Mezi které patří (Teune, 2007):

- nejzávažnějším problémem je nedostatek financí, vláda nemá dostatek peněz na přímou podporu rozvoje technologií na anaerobní zpracování biomasy
- chudoba na venkově – téměř nemožné získat úvěr
- legislativa - pomalá novelizace a předkládání zákonů na podporu rozvoje bioplynových stanic ze strany vlády
- nekomerční využití bioplynu - tzn. vláda nevykupuje el. energii (resp. vykupuje ji jen čas od času, ne pravidelně a za nízkou cenu, proto je málo rentabilní)
- nedostatečná informovanost venkovského obyvatelstva
- omezená plocha pozemků pro výstavbu (hlavně horské oblasti)
- problémy s pravidelným přísunem paliva (v extrémně hladných nebo teplých obdobích)
- nedostatek technologií

6.4. Výhody spojené s anaerobní digestí

Přestože nepatří program rozvoje bioplynových stanic a využití bioplynu mezi hlavní body programu Vietnamské vlády, podporuje zahraniční investice do tohoto sektoru a daří se tak dál úspěšně rozvíjet více projektů na výstavbu velkých bioplynových stanic (bohatá zemědělská

družstva) a také si získává oblibu i mezi venkovským obyvatelstvem. Dokonce v roce 2006 vyhrál program Bioplyn ve Vietnamu, na kterém se podílely vlády Vietnamu a Nizozemí, první cenu Energy Globe Award vyhlašovanou Evropskou Unií za podpory OSN.

(EVN, 2006)

Výhody využití bioplynu:

- patří mezi nejlevnější zdroje energie
- snadná dostupnost paliva
- podpora vlády pro zahraniční investory v tomto sektoru
- zpracování odpadu – neničí se lesy
- šetrná k životnímu prostředí - omezení skleníkových plynů
- ženy oceňují více času na jinou práci (s bioplynem odpadá ztráta času s hledáním vhodného paliva na vaření, čímž tráví nemálo času ženy na venkově)
- čistší-zdravější prostředí v obydli (nevznikají sploidy spojené s pálením dřeva na otop)
- trvale udržitelný zdroj

6.5. Využití digestátu

Digestát je zbytek zfermentovaného biologického odpadu. Je vhodné a vysoce kvalitní hnojivo. Podle obsahu sušiny se suší přímo na slunci, nebo se rovnou aplikuje na poli. Lze ho také využít pro krmivářské účely. Digestát je vhodné krmivo s vysokým obsahem bílkovin. Využitelné v chovu drůbeže, kachen nebo dokrmování ryb.

6.6. Socioekonomický dopad na obyvatele

Farma či vesnice, na které se nachází bioplynová stanice přináší svým uživatelům řadu výhod a přitom je doba návratnosti vložených investic odhadována na 6 – 18 měsíců (dle vložených prostředků). Nejenomže zvyšuje prestiž v očích místních obyvatel a tím dává najevo určitou výši ekonomické úrovně, ale má i sociologický, ekonomický a také ekologický dopad. (UNDP, 2005)

Bioplynová stanice je zdrojem levného paliva, které se jinak musí složitě či draze dopravovat. Tato technologie je šetrná k životnímu prostředí – zpracovává se jen rostlinný odpad a zvířecí exkrementy, což má také pozitivní dopad na environment v okolí. Všechny exkrementy, které by normálně zamořovaly okolí, znečišťovaly řeky a spodní vody, způsobovaly choroby a nebo lákaly obtížný hmyz se v bioplynové stanici využijí na výrobu bioplynu a digesát je možné použít jako výborné a kvalitní hnojivo.

Šetří lesy, které by jinak byly vykáceny na palivo. S tím je spojená i úspora času, který by musel být vynaložen na shánění dřeva na otop. (Chinh, Ly, Tao, 2001)

7. Diskuse

Zpracování bioodpadů na výrobu bioplynu a jeho následné využití jako zdroj levné energie má před sebou velkou budoucnost. V dnešní době je kladen důraz na technologie šetrné k životnímu prostředí, dlouhodobě udržitelné a zároveň co nejefektivnější (= nejekonomičtější). Všechny tyto podmínky anaerobní fermentace splňuje.

Přestože dnešní moderní bioplynové stanice splňují výše uvedená kritéria, jejich masivnějšímu rozšíření brání (kromě nutných finančních prostředků) především malá informovanost mezi obyvateli jak vyspělých států, tak i v rozvojových zemích.

Obyvatelé vyspělých států se obávají především nepříjemného zápachu (vznikajícího při fermentaci), přitom toto riziko je při správně provedené instalaci moderní bioplynové stanice téměř nulové. V rozvojových zemích (včetně Vietnamu), kde lidé mnohdy řeší existenční problémy, tolik nehledí na potenciální hrozbu zápachu, ale zase mají o možnostech využití anaerobní digesce malé povědomí, nebo ji dokonce ani neznají, jak uvádějí některé výzkumy (Thanh, 2005).

Konkrétně Vietnam je místem velmi vhodným pro úspěšné fungování a rozšiřování anaerobního digestorů, především díky místním klimatickým podmínkám jsou takřka zaručeny pravidelné vysoké výnosy fytomasy (ať už přímo určené ke zplynění v bioplynové stanici či odpad vznikající při jejím zpracování). Hospodářství Vietnamu je stále převážně soustředěno na zemědělskou produkci (jediný zdroj obživy venkovského obyvatelstva). V souvislosti s tím dochází k vysoké produkci živočišných a rostlinných odpadů, které již nejsou dále využívány (Thuyen, 2007).

Pro další rozvoj bioplynových stanic ve Vietnamu bude klíčové širší zapojení a podpora místní vlády. Je potřeba iniciovat vznik organizace či ústavu, pod který by problém anaerobní digesce spadal, a který by zároveň řídil a kontroloval všechny aktivity s tímto spojené. Tento ústav by měl spolupracovat se zahraničními organizacemi, umožnit jim efektivnější kooperaci s vládou a kumunikovat s místními občany. Zejména poskytnout relevantní informace a

podporovat vznik malých pokusných bioreaktorů, aby lidé ve venkovských oblastech měli možnost vidět tato zařízení v praxi.

Je nutné, aby vláda novelizovala a rychleji přijímala zákony, které vytvoří vhodné podmínky pro zahraniční investory, čímž podpoří jejich ochotu investovat do výstavby a realizace bioplynových stanic.

Přestože jednoduché bioplynové stanice jsou relativně levné, pořizovací cena zůstává pro mnohé venkovské farmáře příliš vysoká. Efektivním řešením by bylo poskytování tzv. mikroúvěrů či zvýhodněných půjček na jejich výstavbu.

8. Závěr

Bioplyn získaný anaerobní digescí je vhodný a hlavně levný zdroj energie. Při jeho výrobě se zpracovává materiál, který by jinak zůstal nevyužitý. Zplodiny vznikající spalováním bioplynu zdaleka neobsahují tolik škodlivých látek a příměsí jako fosilní paliva. Dále není potřeba dřevo na vaření (jak je dnes v rurálních oblastech Vietnamu běžné), a tím se šetří lesy.

Bioplynové stanice ve Vietnamu zvyšují životní úroveň obyvatel na venkově a zároveň přispívají ke zlepšení životního prostředí.

Rozšiřování anaerobní technologie na výrobu bioplynu je závislé na informovanosti, spolupráci a komunikaci mezi vládou, zahraničními investory a občany.

9. Literatura

- Harris, P.:** Begginers guide to biogas. University of Adelaide, 2007 , ISBN(neváz.)
- Havlíčková, K., a kol.:** Biomasa jako obnovitelný zdroj energie: ekonomické a ekologické aspekty. 1.vyd., Průhonice, 2005, ISBN 80-85116-38-3
- Kára, J., a kol.:** Energetické rostliny: technologie pro pěstování a využití. 1.vyd. VÚZT, Praha, 2005, ISBN 80-86884-06-6
- Kára, J., Pastorek, Z., Příbyl, E., a kol.:** Výroba a využití bioplynu v zemědělství. 1.vyd. VÚZT, Praha, 2007 ISBN 978-80-86884-28-8
- Kolektiv autorů CZ Biom:** Desatero bioplynových stanic, aneb, Zásady efektivní výstavby bioplynových stanic v zemědělství. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2007 ISBN 978-80-7084-618-6
- Marchaim, U.:** Biogas processes for sustainable development. FAO, Rome, 1992 ISBN 92-5-103126-6
- Nová, D.:** Bioplyn-zdroje a možnosti praktického využití. 1.vyd. Praha, ÚVTEI, 1982
- Pastorek, Z.:** Zpracování odpadní biomasy rostlinného původu. VÚZT, Praha, 2000 ISBN (neváz.)
- Schulz, H., Edei, B., a kol.:** Bioplyn v praxi:teorie-projektování-stavba zařízení-příklady. 1.vyd. Ostrava, HEL, 2004 ISBN 80-86167-21-6
- Sladký, V.:** Novinky ve zpracování a spalování biopaliv. ÚZPI, Praha, 1998 ISBN 80-7271-021-4 (neváz.)
- Straka, F.:** Bioplyn: příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů. 1.vyd. Říčany, GAS, 2003 ISBN 80-7328-029-9
- Ustak, S., Váňa, J.:** Bioplynová fermentace biomasy a biologicky rozložitelných odpadů. Praha, VÚRV, 2006 ISBN 80-903770-0-X (brož.)
- Váňa, J.:** Zpracování biomasy travních a rákosovitých porostů na bioplyn a organické hnojivo. VÚRV, Praha, 2001 ISBN (neváz.)
- Váňa, J., Slejška A.:** Bioplyn z rostlinné biomasy. Studijní zpráva, ÚZPI, Praha, 1998, ISBN 80-86153-92-4

Elektronické zdroje:

ASEAN Energy.org (Association of Southeast Asian Nations). [online]

Online posted 12.9.2005, [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW:

<http://www.aseanenergy.org/energy_sector/renewable_energy/index.htm>

CIA (Central Intelligence Agency) World Factbook, Viet Nam. From: [online]

Online posted 20.8.2007, [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW:

<<http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/goes/vn.htm>>

EVN (Electricity of Viet Nam). [online] Online posted 3.10.2007, [cit. 2008-04-27]. Dostupný z WWW:

<http://www.evn.com.vn/default_e.asp>

FAO (Food and Agriculture Organization). [online]

Online posted 9.2.2005, [cit. 2008-04-27]. Dostupný z WWW:

<<http://www.fao.org/countryprofiles/stats.htm>>

Chinh, B. V., Ly, V. L., Tao, N. T.: Biogas technology transfer in small scale farms in Northern provinces of VietNam. [online] Proceeding Biodigester WorkShop, March 2002, [cit. 2008-04-20]. Dostupný z WWW:

<<http://www.mekarn.org/procbiod/chinh.htm>>

IEA (International Energy Agency). [online] Online posted 4.8.2007, [cit. 2008-04-27]. Dostupný z WWW:

<http://www.iea.org/textbase/country/n_country.asp?country_code=vn&submit>

IHNed (Zpravodajský server Hospodářských Novin). [online] Online posted 12.3.2006, [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW:

<http://zahranici.ihned.cz/index.php?p_vn003500>

Jones, D.: Anaerobic Digestion-The Basic. Purdue University. [online]

Online posted 5.06.2006, [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW:

<<http://www.in.gov/energy/technologies/CHP/powerpoints/presentation%20don%20jones.ppt>>

- Teune, B.:** The biogas programme in Vietnam; Amazing results in poverty reduction and economic development. [online] Online posted 10.9.2007, [cit. 2008-04-25]. Dostupný z WWW:
<<http://www.hedon.info/docs/bp53-teune-5.pdf>>
- Thanh, N. T.:** Biomass utilization development in Vietnam. [online] Online posted 19.1.2005, [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW:
<<http://www.dtn.moc.go.th/dtn/tradeinfo/file/files/01workshop/material/thanh%20nguyen-thien>>
- Tuyen, D. K.,** DLP (Department of Livestock Production). [online] Online posted 11.10.2006, [cit. 2008-05-02]. Dostupný z WWW:
<http://www.methanetomarkets.org/expo/docs/postexpo/ag_vietnam.pdf>
- UNDP** (United Nations Development Programme). [online] Online posted 28.4.2008, [cit. 2008-05-05]. Dostupný z WWW:
<<http://www.undp.org/bcpr/english/regions/asia/vietnam.htm>>
- WB** (Světová Banka). [online] Online posted 7.2.2007, [cit. 2008-05-05]. Dostupný z WWW:<<http://www.worldbank.org/vn>>

