

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

BIOPLYNOVÉ STANICE

BIOGAS STATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN FREISLEBEN

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LUCIE HOUDKOVÁ

BRNO 2008

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce popisuje technologickou skladbu bioplynových stanic. Dále jsou v ní popsány substráty používané v bioplynových stanicích a proces fermentace.

ABSTRACT

The bachelor's thesis describes the technological composition of biogas stations. Furthermore, substrates used in biogas stations and the process of fermentation are described.

KLÍČOVÁ SLOVA

bioplyn, bioplynová stanice, fermentor, substrát

KEYWORDS

biogas, biogas station, fermenter, substratum

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE MÉ PRÁCE

FREISLEBEN, J. *Bioplynové stanice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 16 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Lucie Houdková.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a podle pokynů vedoucího práce.

.....
podpis

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	VÝHODY VÝSTAVBY A PROVOZU BIOPLYNOVÉ STANICE	2
3	ZAŘÍZENÍ NA VÝROBU BIOPLYNU	2
3.1	HOMOGENIZAČNÍ JÍMKA	2
3.2	ANAEROBNÍ FERMENTOR	3
3.2.1	DÁVKOVÁNÍ SUBSTRÁTU	3
3.3	KONSTRUKCE FERMENTAČNÍ NÁDRŽE	4
3.3.1	KONSTRUKČNÍ TYPY FERMENTORŮ	5
3.4	TEPELNÁ IZOLACE FERMENTORU	7
3.5	MÍCHÁNÍ A OHŘEV OBSAHU FERMENTORU	7
3.6	VYTÁPĚNÍ OBSAHU FERMENTORU	8
4	ANAEROBNÍ FERMENTACE - VZNIK BIOPLYNU	9
5	SKLADOVÁNÍ BIOPLYNU	11
5.1	PLYNOJEM	11
6	SKLADOVACÍ NÁDRŽE	11
7	VYUŽITÍ FERMENTAČNÍHO ZBYTKU	12
8	DRUH A SLOŽENÍ SUBSTRÁTU	13
9	ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOPLYNU	14
10	ZÁVĚR	15
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	16

1. ÚVOD

Bioplynová stanice je zařízení k využití energetického potenciálu organických odpadů.

Princip bioplynové stanice je založen na biochemických procesech působení kultur mikroorganismů bez přístupu světla a vzduchu při teplotě od 35°- 40°C na organický substrát. Žádoucím produktem je směs plynných látek obecně nazývaná bioplyn. Bakterie produkující bioplyn jsou skrytě přítomné v používaných organických substrátech, proto lze efektivně proces vývinu bioplynu nastartovat a udržet za předpokladu vytvoření optimálních podmínek rozmnožování mikrobiálních kultur. Nepřetržitý vývin bioplynu je zajištěn důkladným promícháním, dodávkou čerstvého substrátu, kvalitou substrátu a udržováním optimální teploty.

Směs plynu se skládá především z metanu (CH₄) a oxidu uhličitého (CO₂). Metan je lehčí než vzduch a za běžných podmínek uniká do atmosféry. Volný metan v atmosféře - jeden z významných skleníkových plynů - se projevuje všemi svými negativními vlivy na životní prostředí.

Konečný bioplyn může být použit na výrobu elektrické energie nebo tepla.

2. VÝHODY VÝSTAVBY A PROVOZU BIOPLYNOVÉ STANICE

- Získání hodnotné energie (elektrická energie, teplo);
- zmenšení zatížení prostředí zápachem;
- zmenšení zatížení ovzduší čpavkem a metanem;
- dlouhodobě státem garantované výkupní ceny elektrické energie vyrobené z bioplynu;
- likvidace a zpracování jinak těžko odbouratelných organických zbytků;
- možnost poskytování placených služeb ekologické likvidace organických odpadů jiným subjektům;
- získání vysoce hodnotného organického hnojiva s podstatně sníženým žíravým účinkem;
- omezení klíčivosti semen plevelu, zlepšení odolnosti rostlin, snížení spotřeby pesticidů při použití hnojiv z bioplynové stanice a v neposlední řadě obrovská rentabilita a rychlá návratnost investic vložených do výstavby bioplynové stanice.

3. ZAŘÍZENÍ NA VÝROBU BIOPLYNU

Kompletní zařízení na výrobu bioplynu tvoří přípravná nádrž na sbírání a přípravu surového substrátu a to buď homogenizační jímka na mokrý materiál a nebo silo na pevný materiál, anaerobní fermentor-reaktor, zásobník bioplynu, skladovací nádrž na vyhnitý substrát, kogenerační jednotka na výrobu elektrické energie nebo tepla, tepelné výměníky, rozvody tepla.

3.1 Homogenizační jímka

Na počátku je tedy přípravná nádrž - vstupní jímka (homogenizační jímka) do které dopravíme vstupní vsázku - surový substrát. Je to tedy buď kejda, hnůj, nebo další odpady organického původu. Homogenizační jímka je opatřena míchadlem (často s řezným ústrojím) a dávkovacím čerpadlem. Homogenizační jímka musí mít min. objem denních vstupů, lépe však s rezervou cca 50%. Musí být utěsněna proti úniku kejdy, plynotěsné provedení zpravidla není nutné. Přístup vzduchu příznivě působí na započítí první, kyselé fáze procesu rozkladu. Přípravná nádrž se proto většinou nechává otevřená, nebo se uzavře víkem. Přípravné nádrže jsou většinou zapuštěny do země a zhotoveny z litého betonu, respektive vyzděny z betonových tvárnic. Cylindrický tvar je vhodný pro míchání. Substrát není nasáván ze dna nádrže, nýbrž ve výši cca 50cm nade dnem, na němž zůstanou usazena cizorodá tělesa. V mnoha případech je praktické, když do přípravné nádrže ústí také odvod usazenin z fermentoru, neboť zde je možno hustou masu smíchat s vodou nebo řídkou vyhnílou kejdou a poté vyvážet. Přípravná nádrž se často využívá také k vyprázdnění

skladovací nádrže nebo zásobníkového zařízení, protože zde je možno kejdu snadno odsát do sudu a v případě nouze homogenizovat.

Homogenizace - postup, jímž se z nestejnorodé látky (směsi) dosáhne dokonalým promícháním jednotná a stejnorodá látka (směs).

Z homogenizační jímky jde substrát přes řezací čerpadla do srdce celé bioplynové stanice, kterým je anaerobní fermentor, zde proběhne anaerobní fermentace jejímž výsledkem je na jedné straně bioplyn a na druhé hnojivo.

3.2 Anaerobní fermentor

Srdcem bioplynové stanice je *fermentor*, ve kterém probíhají biologické procesy. Této části technologie je nutné věnovat zvláštní pozornost, protože při fermentaci dochází k uvolňování velmi agresivních sloučenin plynů - amoniaku a sirovodíku, které způsobují rychlou korozi materiálů.

Fermentor je opatřen izolací, vyhříváním, mícháním a odvodem plynu, někdy s odsířením.

Fermentory lze koncipovat jako nadzemní, podzemní či částečně zapuštěné do terénu.

Přívod substrátů do fermentoru je zajištěn pomocí čerpadla substrátu přes přírubu nad hladinou ve stěně nádrže.

3.2.1 Dávkování substrátu

Pro zásobování fermentoru je možné použít v zásadě dvě různé techniky:

1) Dávkovač pevných látek

Ve fermentoru jsou pevné látky pomocí *ucpávkového šneku* zavedeny pod hladinu substrátu, z důvodu nižší hustoty a jejich tendence k plavání na povrchu, nebo se použijí *hydraulické dopravníky*, které protlačují tuhé látky do fermentoru uzavřeným potrubím

Aby se zajistil požadovaný výkon míchání ve fermentoru je důležité neprovádět plnění fermentoru příliš rychle a ve velkých množstvích.



Obr.1 Ucpávkový šnek

2) Dávkač tekutých komponent

Substráty jsou pomocí šnekového čerpadla přečerpávány do míchací nádrže. V omezené míře mohou být přidávány také pevné částice. Směs je promíchána a čerpána do fermentoru.

3.3 Konstrukce fermentační nádrže

- Plášť nádrže

Plášť nádrže je zpravidla vyroben z betonu nebo oceli, přičemž jsou možná různá provedení.

Železobetonové nádrže

Železobeton se použije pro dno nádrže, stěny i strop. Dno a stěny jsou provedeny většinou v monolitickém betonu, který se dnes už nemíchá na staveništi, nýbrž je podle receptury vyroben v betonárně a na staveništi se doveze hotový. V každém případě je třeba dodržet příslušné směrnice k výrobě vodotěsného a plynotěsného betonu. Jde zvláště o dodržení zrnitosti přísad, vodní součinitel betonové směsi, jakož i pečlivé utěsnění a zabránění vzniku spár při přerušení betonování a vysušných trhlin (smršťování při vysychání).

Zvláště problematická jsou místa přechodu mezi stěnou a stropem, jakož i strop sám. Strop je bezpodmínečně nutno betonovat na jeden zátah, beton velmi pečlivě vibrovat do až úplného ztvrdnutí a udržovat zakrytý a vlhký.

Případné spáry mezi stěnami a stropem je třeba zalepit trvale elastickými těsnicími pásy, které se v místech spojů slepí nebo svaří. Jako dodatečné bezpečnostní opatření lze doporučit nastříkat nebo špachtlí zapravit do míst styku stěn a stropu

trvale elastickou těsnicí hmotu na bázi silikonkaučuku, polyuretanu nebo bitumenkaučuku.

Nádrže z ocelového plechu

Zde se používají nerezové komponenty, které zamezují předčasnému opotřebení materiálu korozí.

3.3.1 Konstrukční typy fermentorů

Fermentor může být konstruován buď jako:

- ležící (horizontální)
- stojící (vertikální)

Horizontální konstrukce fermentoru

Důležitou předností je možnost instalovat výkonné, funkčně bezpečné a energeticky úsporné mechanické míchadlo. Tím lze dosáhnout dobrého promíchání napříč směrem průtoku, aniž dochází k přílišnému promíchávání v podélném směru.

Horizontální fermentory jsou většinou konstruovány jako cylindrické ocelové nádrže a jsou umístěny nad zemí. Při provedení v betonu přichází v úvahu pouze čtvercový nebo pravoúhlý průřez.

Nevýhodou je potřeba velkého prostoru na umístění nádrže, nadměrná velikost povrchu nádrže v poměru k jejímu objemu, velké tepelné ztráty v zimě, neboť nádrž je plně vystavena povětrnostním vlivům.



Obr.2 Horizontální fermentor [9]

Vertikální konstrukce

Fermentor konstruovaný jako vertikální bývá vyroben z betonu nebo oceli a má 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.

Nadzemní umístění se volí při vysokém stavu spodní vody.

Jeho výhodou je i to, že k vnější tepelné izolaci lze použít nepříliš drahé materiály.

Nevýhodou, tak jako u horizontální konstrukce jsou opět velké tepelné ztráty v zimě.

Zcela pod zemí uložená zařízení mají velkou výhodu v tom, že nezabírají místo. Kromě toho jsou okolní zemí chráněna před kolísáním venkovní teploty, což se především v chladném zimním období projeví relativně nízkou spotřebou energie potřebné pro chod zařízení. Je však nutno celý plášť nádrže izolovat drahými izolačními materiály odolnými proti vlhkosti.



Obr.3 Vertikální fermentor [10]

3.4 Tepelná izolace fermentoru

Aby se zabránilo velkým tepelným ztrátám je nutno fermentor dobře izolovat. Izolace je důležitá především v zimním období.

Používají se různé druhy materiálů:

- *Minerální vlna* - je nejužívanějším tepelně izolačním materiálem. Důvodem je nízká cena a odolnost vůči vysokým teplotám a mikrobiálnímu rozkladu.
- *Rohože z minerálního vlákna* - přicházejí v úvahu především pro izolaci zaoblených a zakřivených ploch a potrubí o velkém průměru.
- *Pěnové hmoty*
- *Desky z extrudovaného pěnového polystyrénu*
- *Polyuretanová pěna*

3.5 Míchání a ohřev obsahu fermentoru

Důležitými prvky bioplynové stanice pro hladký provoz zařízení je především míchací technika. Musí být zajištěno promíchávání v přípravné nádrži, ve fermentoru i ve skladovací nádrži. Výškově nastavitelná vrtulová míchadla s rychlým chodem bezpečně odstraní usazeniny a plovoucí vrstvy.

Míchání má zabezpečit homogenizaci obsahu fermentoru a tak zajistit dobrý styk mezi bakteriemi a substrátem.

Pro optimální míchání fermentovaného substrátu se používá kombinace míchadel na ose a míchadel ponorných.



Obr.4 Míchadlo [11]

Míchadla jsou zabudována pod úhlem cca 45° přes plynotěsnou průchodku stěnou fermentoru, nepřenáší na stěny fermentoru žádné síly. Podpěra míchadla, na které se nachází motor s převodovkou, je umístěna vně fermentoru.

S ponorným míchadlem je možné pracovat podle potřeby v intervalech, aby se usazené pevné látky rychle a cíleně zamíchaly. Také po míchacích pauzách u substrátů se silným sklonem k segregaci, mohou být případné usazeniny rychle uvolněny pomocí ponorného míchadla.

V praxi se nejčastěji používají dva systémy:

Mechanická míchání - různé druhy míchadel, turbín, vrtulových čerpadel. Z hlediska provozní spolehlivosti se nejvíce osvědčila pomaluběžná míchadla umístěná na centrální hřídeli s motorem nad reaktorem. Rychloběžná míchadla byla, provozně nespolehlivá a postupně byla nahrazována míchadly pomaluběžnými.

Pneumatická míchání - bioplyn je čerpán z plynového prostoru reaktoru a pod tlakem je kompresorem vháněn přes difuzor ke dnu reaktoru tak, aby došlo k dokonalému promíchání obsahu. Jedná se o provozně spolehlivý systém.

3.6 Vytápění obsahu fermentoru

Vytápění je třeba plánovat tak, aby byla dosažena požadovaná fermentační teplota.

Vytápění obsahu reaktoru na požadovanou teplotu může být zajištěno systémem interním, externím nebo kombinací obou způsobů.

Při použití interního způsobu ohřevu je uvnitř reaktoru zabudován výměník tepla – systém trubek, kterým protéká horká voda, získávaná z horkovodního kotle nebo kogenerační jednotky.

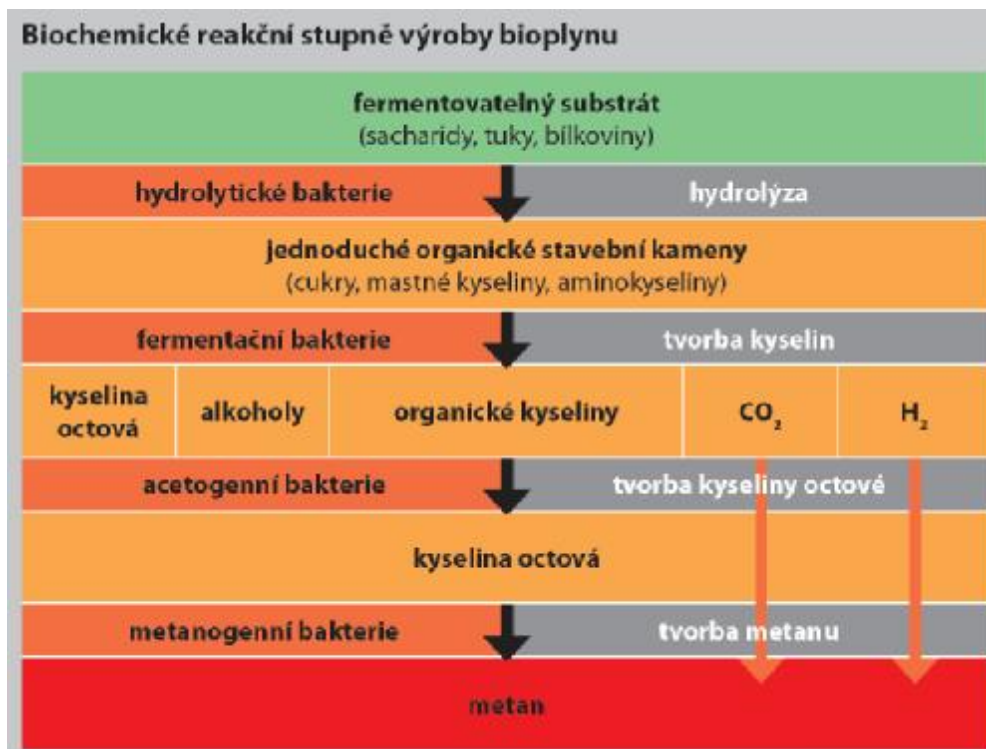


Obr.5 Tepelný výměník [12]

Externí ohřev je realizován čerpáním obsahu reaktoru přes výměník tepla umístěný mimo reaktor. Oproti internímu způsobu je tak zapotřebí instalovat navíc čerpadlo na čerpání obsahu nádrže přes výměník. Výhodou je snadnější čištění teplosměnné plochy výměníku.

Většina bioplynových stanic pracuje v mezofilní oblasti teplot 35 - 40 °C. Termofilní oblast teplot (50 - 60 °C) umožňuje vzhledem k rychlejšímu průběhu anaerobní stabilizace zkrátit dobu zdržení a tím zmenšit potřebný fermentorový objem.

4. ANAEROBNÍ FERMENTACE - VZNIK BIOPLYNU



Obr.6 Anaerobní fermentace [13]

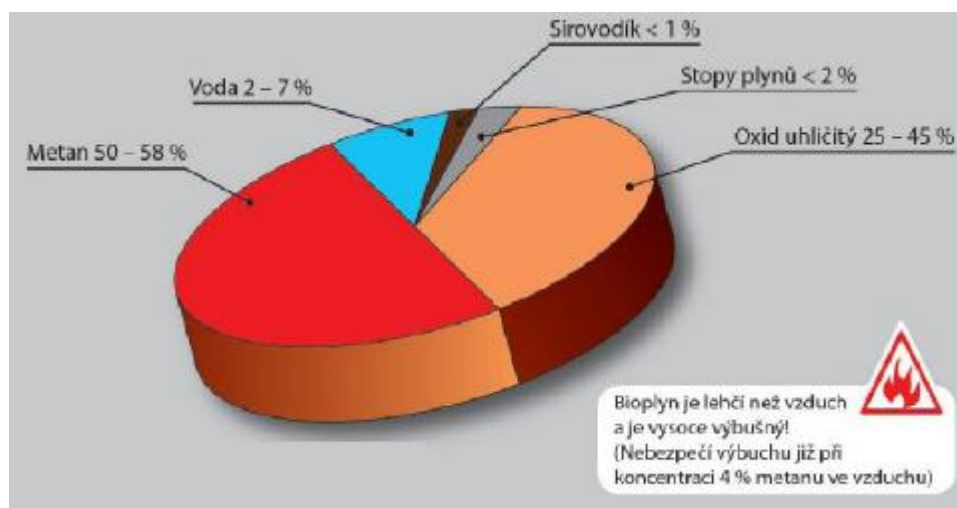
Anaerobní fermentace je biologický proces rozkladu organické hmoty, probíhající za nepřítomnosti vzduchu. Tento proces probíhá přirozeně v přírodě např. v bažiništích, na dně jezer nebo např. na skládkách komunálního odpadu. Při tomto procesu směsná kultura mikroorganismů postupně v několika stupních rozkládá organickou hmotu. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem pro další skupinu. Proces můžeme rozdělit do 4 hlavních fází:

- *Hydrolyza* – Přítomné anaerobní bakterie přeměňují makromolekulární organické látky (bílkoviny, uhlovodíky, tuk, celulózu) pomocí enzymů na nízkomolekulární sloučeniny, jako jsou jednoduché cukry, aminokyseliny, mastné kyseliny a voda. Začíná v době, kdy je v prostředí vzdušný kyslík a dostatečná vlhkost

přesahující 50 % hmotnostního podílu. V této fázi mikroorganismy ještě nevyžadují prostředí neobsahující kyslík, dochází k rozkladu polymerů na jednodušší organické látky – monomery.

- *Acidogeneze* – dochází k odstranění zbytků vzdušného kyslíku a vytvoření anaerobního prostředí. Tuto přeměnu provádějí fakultativní anaerobní mikroorganismy schopné aktivace v obou prostředích. Rozložené a rozpuštěné látky jsou dále zpracovávány na ještě jednodušší organické látky jako jsou kyseliny, alkoholy, CO_2 a H_2 . Produkce těchto látek je závislá na charakteru počátečního substrátu a na podmínkách prostředí.
- *Acetogeneze* – dochází k dalšímu rozkladu kyselin a alkoholů za produkce kyseliny octové.
- *Metanogeneze* – závěrečný krok anaerobního rozkladu, kdy z kyseliny octové, H_2 a CO_2 vzniká methan - CH_4 , tento krok provádějí methanogenní bakterie. Tyto bakterie jsou citlivé především na náhlé změny teplot, pH, oxidačního potenciálu a další inhibiční vlivy.

Hlavním produktem anaerobní fermentace organické hmoty je bioplyn. Bioplyn je bezbarvý plyn skládající se hlavně z methanu (cca 60%) a oxidu uhličitého (cca 40%). Bioplyn může ovšem obsahovat ještě malá množství N_2 , H_2S , NH_3 , H_2O , ethanu a nižších uhlovodíků.



Obr.7 Schéma bioplynu [14]

5. SKLADOVÁNÍ BIOPLYNU

Do místa, kde se z fermentoru odvádí bioplyn, se umísťuje zařízení na jímání bioplynu.

Toto zařízení se nazývá plynojem.

5.1 Plynojem



Obr.8 Plynojem

Umístění plynojemu má různou podobu např.:

- integrovaný plynojem;
- samostatný plynojem;
- dohňovací nádrž s integrovaným plynojemem, apod..

Hlavní funkce plynojemu:

- akumulace plynu;
- regulace přetlaku.

V současné době se používá několik technických řešení plynojemů:

- Ø mokré plynojemy;
- Ø suché plynojemy s jednoduchou membránou;
- Ø dvoumembránové textilní plynojemy;
- Ø textilní vaky a matrace.

6. SKLADOVACÍ NÁDRŽE

Skladovací nádrže, zvané často také koncový sklad, slouží k jímání vyhnílé kejdy z fermentoru. Zde se může fermentační zbytek skladovat i několik měsíců. U většiny nových bioplynových stanic je skladovací nádrž kryta pevným stropem nebo fóliovým poklopem, aby se zabránilo ztrátám na dusíku a bylo možno jímat plyn vznikající dokvašováním.

7. VYUŽITÍ FERMENTAČNÍHO ZBYTKU

Základním využitím fermentačního zbytku je jeho aplikace na zemědělskou půdu, jako hnojiva, jak v tekuté, tak v separované formě. Přínosem takového nakládání s fermentačním zbytkem je (kromě vrácení organické hmoty půdě, a tím zvýšení obsahu dusíku a dalších minerálních látek) také velmi významná redukce choroboplodných zárodků a klíčivosti semen plevelů, zvýšení potenciálu zadržování vody a v neposlední řadě hnojivý účinek. Na dobře hnojené půdě dojde ke zvýšení výnosu pěstovaných plodin. Oproti hnojení umělými hnojivy znamená využití fermentačního zbytku i nemalý finanční přínos.

Fermentační zbytek může být separován na:

- tuhou frakci/digestát (sušina \approx 25 až 35%)
- kapalnou fázi/fugát (sušina $<$ 1%)

Tuhá frakce se běžně uskládňuje na stávajících hnojištích nebo vodohospodářsky zabezpečených plochách.

Digestát - tuhá, nerozložená frakce, která je výsledkem anaerobního vyhnívání biologicky rozložitelných odpadů a která je před aplikací na půdu upravována na kompost

Kapalná fáze se uskládá ve vhodně dimenzovaných jímkách.

Fugát - (sušina <1%) resp. neseparovaný fermentační zbytek (sušina ≈ 4 až 10%) se uskládá ve vhodně dimenzovaných jímkách.

8. DRUH A SLOŽENÍ SUBSTRÁTU

Při realizaci bioplynové stanice je nejdůležitější stanovení vstupních materiálů. Na otázku, co všechno lze zpracovávat v bioplynové stanici, je jednoduchá odpověď - technicky úplně všechno, co je organického původu.

Hygienizace

Jsou-li v systému používány substráty vyžadující hygienizaci, je celý výše popsany systém rozšířen o předřazený kofermentor (současné anaerobní zpracování více druhů organické hmoty v jednom zařízení/bioplynové stanici).

Tekuté materiály jsou pomocí tepelného výměníku voda/substrát ohřáty na 70°C a přečerpány do izolované nádrže pro jednotlivé šarže s integrovaným míchadlem. Doba zdržení min. 1 hod. při teplotě 70°C. Po hygienizaci je substrát v míchací nádrži / předjímce použit jako zásoba substrátu do systému.

V zásadě lze všechny organické látky alespoň zčásti rozložit jak anaerobní, tak aerobní cestou.

Základní druhy substrátů

1) Exkrementy hospodářských zvířat

Chlévská mrva	je čerstvá směs tuhých výkalů, moče, steliva a zbytků krmiv.
Hnůj	směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat
Močůvka	je moč hospodářských zvířat zředěná technologickou vodou.
Hnojůvka	je tekutý podíl uvolňující se ze skladované chlévské mrvy.
Kejda	je směs pevných výkalů, moče a technologické vody.

2) Fytomasa - siláže, senáže, vybrané části rostlin, vybrané druhy energetických rostlin, ekonomicky neprodejné produkty (např.: zbytky krmiv, apod...).

- 3) Odpady ze zpracovatelského a potravinářského průmyslu (mlékáren, jatek, lihovarů, cukrovarů, ...).
- 4) Specifické a speciální odpady (např. bioodpady z chemické výroby, masokostní moučka, ...).
- 5) Tříděné domovní a komunální odpady.

Principiálně však platí: pevné, členité materiály jsou zvláště vhodné pro aerobní zpracování, tzn. pro kompostování, zatímco kapalný, mokvý materiál se výborně hodí pro anaerobní zpracování, to znamená pro zkvašení (fermentaci).

Vzniklé hnojivo bez problému aplikujeme na pole, bioplyn pro nás představuje surovinu, kterou jsme schopni přes kogenerační motory přeměnit na elektrickou energii a teplo, energii dodáme do rozvodné sítě a teplo využijeme dle vlastních možností.

9. ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOPLYNU

Bioplyn je odsířován regulovaným vpouštěním malého množství kyslíku do fermentoru nebo externím biologickým odsířovacím zařízením. Před použitím bioplynu na výrobu elektrické energie je plyn vyčištěn v kondenzační sušící jednotce s chladícím zařízením a zbaven dalších nežádoucích příměsí. Tato část slouží k tomu, aby se odstranil kondenzát z plynového vedení a nemohlo dojít k poškození motoru korozí.

Obecně lze využívat bioplyn mnoha způsoby, např.:

- výroba tepla v teplovodních (horkovodních) resp. parních kotlích;
- kombinovaná výroba elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách (různé principy);
- čištění bioplynu a jeho prodej do plynárenské sítě resp. provozovatelům jiných energetických systémů (CZT, průmyslové teplárny, apod.);
- čištění bioplynu a jeho využití pro pohon dopravní techniky a automobilů (jako alternativního a obnovitelného paliva.), apod.

Z hlediska aktuálních podmínek na trhu s energiemi v ČR se bioplyn nejčastěji využívá pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v tzv. kogeneračních jednotkách, kterou tvoří generátor na výrobu elektřiny, poháněný pístovým spalovacím motorem.

10. ZÁVĚR

Bioplyn a biotechnologické procesy představují energetické zdroje s vysoce pozitivními a všestrannými přínosy pro ochranu a tvorbu životního prostředí. Na rozdíl od fosilních paliv má bioplyn zcela neomezené perspektivy budoucího využití.

Bioplynové stanice umožňují zlikvidovat organické zbytky, kterých stále přibývá a které už nebudou moci být skládkovány v důsledku směrnic evropské unie.

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] **Straka, F.** *Bioplyn*. 1. vyd. Říčany: GAS, 2003. 517 s. ISBN 80-7328-029-9.
- [2] **Dohányos, M. a kol.** *Anaerobní čistírenské technologie*. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 1998. 341 s. ISBN 80-86020-19-3.
- [3] **Shulz Heinz; Eder Barbara.** *Bioplyn v praxi*. 1. vyd. Ostrava: HEL, 2004. 166 s. ISBN 80-86167-21-6.
- [4] www.bioplyn.cz
- [5] www.biom.cz
- [6] www.kh-kinetic.cz
- [7] <http://www.gamapolis.cz>
- [8] <http://www.unoclub.cz>
- [9] **Shulz Heinz; Eder Barbara.:** *Bioplyn v praxi*. 1. vyd. Ostrava: HEL, 2004. 166 s. ISBN 80-86167-21-6
- [10] http://kogenerace.tedom.cz/zobraz-galerii.php?id_gal=2&sab=1
- [11] <http://www.gamapolis.cz/bio3.html>
- [12] <http://www.gamapolis.cz/bio2.html>
- [13] <http://www.schaumann.cz/ke-stazeni/produktove-letaky/prednaska-bioplyn-schaumann.pdf>
- [14] <http://www.schaumann.cz/ke-stazeni/produktove-letaky/prednaska-bioplyn-schaumann.pdf>